IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN FISIKA MATERI TEORI KINETIK GAS BERBASIS *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS* (STEM) UNTUK MENGEMBANGKAN KETERAMPILAN BELAJAR ABAD KE-21

Skripsi

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan

Program Studi Pendidikan Fisika

Oleh

Novia Krisetyaningrum

4201416051

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2020

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Implementasi Pembelajaran Fisika Materi Teori Kinetik Gas Berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) untuk Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad 21

Disusun oleh

Novia Krisetyaningrum

4201416051

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 15 Oktober 2020.

Panitia Ujian

Ketua

Dr. Sugianto, M.Si.
NIP 196102191993031001

Sekretaris

Dr. Suharto Linuwih, M.Si.
NIP 196807141996031005

Penguji 1

Dra. Langlang Handayani, M.App.Sc.
196807221992032001

Penguji 2

Prof. Dr. Putut Marwoto, M.Si.
NIP 196308211988031004

Anggota Penguji/Pembimbing

Dra. Dwi Yulianti, M.Si.
NIP 196007221984032001

ii

PERNYATAAN

Dengan ini, saya

Nama : Novia Krisetyaningrum

NIM : 4201416051

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "*Implementasi Pembelajaran Fisika Materi Teori Kinetik Gas Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) untuk Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad ke-21*" ini bebas plagiat dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan perundang-undangan.

Semarang, 15 Oktober 2020

Novia Krisetyaningrum

4201416051

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- "Barangsiapa yang menunjukkan kepada suatu kebaikan, maka dia mendapatkan seperti orang yang melakukannya." (HR. Muslim)
- Sebelum berbuat sesuatu selalu tanyakan pada diri sendiri "Apa niat kita?"
- Iman selalu lahir dari ilmu yang bermanfaat, dan ilmu harus dikejar bukan hanya ditunggu.
- Jangan menjadi manusia sombong yang hanya mengandalkan diri sendiri, tetaplah meminta pertolongan dan taufiq dari Allah Ta'ala.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan kepada:

1. Keluarga saya yang sudah banyak mendoakan, memberi dukungan dan berkorban tiada henti;
2. Teman-teman jurusan Fisika;
3. Almamater UNNES.

PRAKATA

Segala puji dan syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas berkat rahmat, dan hidayah-Nya yang senantiasa diberikan kepada penulis. Penyusunan skripsi yang berjudul *Implementasi Pembelajaran Fisika Materi Teori Kinetik Gas Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) untuk Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad ke-21* dapat diselesaikan guna memperoleh gelar sarjana pendidikan di Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi tidak bisa terselesaikan dengan baik pihak-pihak yang mendukung baik secara moril maupun materi. Maka dari itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Sugianto, M.Si., Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Dra. Dwi Yulianti, M.Si., Dosen pembimbing yang memberikan ide, masukan dan dorongan dengan penuh kesabaran.
5. Kepala SMA Negeri 1 Kendal yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di sekolah tersebut.
6. Dra. Siwi Pamikatsih, M.Pd., guru fisika SMA N 1 Kendal yang telah memberikan arahan selama penelitian.
7. Peserta didik kelas XI MIPA 7 dan XI MIPA 6 SMA Negeri 1 Kendal yang telah berpartisipasi dengan baik selama penelitian.
8. Bapak, Ibu, Mba Sasa, dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan do'a terbaik.
9. Tim Pening (Lu'lu', Cholis, Farisa, Isni, May, Mar'ie) dan Derizka yang banyak memberi bantuan dan dukungan.

10. Teman seperjuangan bimbingan Dra. Dwi Yulianti, M.Si. dan TIM KKN Duren Pelita Bandungan yang saling menguatkan dan membantu selama penyusunan skripsi.
11. Teman-temanku Aulia Rachmah, Anisa Indah, Dina, Qonita, Krisdarefa, Marosyana, dan Novia Bio yang banyak memberikan motivasi dan bantuan.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan dan pengalaman yang dimiliki. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

Semarang, 15 Oktober 2020

TTD

Novia Krisetyaningrum

4201416051

ABSTRAK

Krisetyaningrum, Novia. (2020). *Implementasi Pembelajaran Fisika Materi Teori Kinetik Gas Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) untuk Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad ke-21*. Skripsi, Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Dra. Dwi Yulianti, M.Si.

Kata Kunci: pembelajaran fisika, STEM, keterampilan belajar Abad ke-21.

Era globalisasi memberikan dampak besar dalam berbagai aspek kehidupan, salah satunya pada aspek pendidikan. Pemerintah berusaha meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia dengan menerapkan Kurikulum 2013 yang bertujuan untuk mengembangkan keterampilan belajar Abad ke-21. Salah satu pembelajaran yang dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan Abad ke-21 adalah pembelajaran berbasis STEM. STEM merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Salah satu metode pembelajaran STEM yaitu dengan menanamkan aspek teknologi, rekayasa, dan matematika ke dalam pembelajaran sains. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui implementasi STEM pada pembelajaran fisika materi teori kinetik gas serta pengaruhnya terhadap perkembangan keterampilan 4C peserta didik SMA yang meliputi keterampilan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan berpikir kreatif. Perkembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif diukur dari hasil *pre test* dan *post test*. Sedangkan untuk perkembangan keterampilan komunikasi dan kolaborasi diukur menggunakan hasil observasi yang dilakukan beberapa *observer* selama pembelajaran. Desain penelitian yang digunakan adalah *Quasi Experimental Design* menggunakan *Nonequivalent Control Group Design*. Subjeknya adalah peserta didik kelas XI MIPA7 dan XI MIPA6 SMA Negeri 1 Kendal. Penelitian ini menggunakan model *Problem Based Learning* dan setiap aspek STEM diintegrasikan pada perangkat pembelajaran yang digunakan berupa RPP, UKBM, bahan ajar, dan lembar diskusi. Keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik setelah pembelajaran berbasis STEM berkembang dengan kategori sedang, masing-masing nilai *Gain* 0,40 dan 0,41. Keterampilan komunikasi tulis berkembang dengan *N-Gain* 0,66 dan komunikasi lisan dengan nilai *gain* 0,7, sedangkan keterampilan kolaborasi mengalami perkembangan dengan *N-Gain* 0,67 yang berada dalam kategori sedang. Dari hasil analisis angket respons peserta didik kelas eksperimen, diperoleh rata-rata skor 79,36 yang menunjukkan bahwa mereka memiliki tanggapan yang baik dan merasa antusias mengikuti pembelajaran berbasis STEM.

ABSTRACT

Krisetyaningrum, Novia. (2020). *Implementation of Physics Learning in Kinetic Theory of Gases Material Based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) to Develop 21st Century Learning Skills*. Final Project, Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Negeri Semarang. Advisor Dra. Dwi Yulianti, M.Si.

Keywords: Physics learning, STEM, 21st Century Learning Skills.

Globalization era has given a big impact on various life aspects, for example in education. The government tries to improve the quality of education in Indonesia by implementing the Curriculum 2013 which aims to develop 21st-Century learning skills. One of the lessons that can facilitate the development of 21st-Century skills is STEM-based learning. STEM is learning that integrates Sciences, Technology, Engineering and Mathematics. One of the STEM learning methods is to embed Technological, Engineering, and Mathematical aspects into Science learning. This study was carried out to determine the application of STEM in physics learning of the kinetic theory of gases and its effect on the development of 4C skills of high school students which include critical thinking, communication, collaboration, and creative thinking skills. The development of critical and creative thinking skills were analyzed from the pre-test and post-test results. Meanwhile, the development of communication and collaboration skills were analyzed using the results of observations made by several observers during learning. The research design used was a Quasi-Experimental Design using the Nonequivalent Control Group Design. The subjects of this study were students of class XI MIPA7 and XI MIPA6 *SMA N 1 Kendal*. This study used a Problem Based Learning model and every aspect of STEM was integrated into the learning tools used in the form of lesson plans, independent learning activity units, teaching materials, and discussion sheets. Students' critical and creative thinking skills after STEM-based learning developed in the medium category, with Gain values of 0.39 and 0.41, respectively. Written communication skills developed with N-Gain 0.66 and oral communication with a gain value of 0.7. Meanwhile, collaboration skills have developed with N-Gain 0.67 which is in the medium category. From the results of the questionnaire analysis on the responses of the experimental class students, it was obtained an average value of 79.36 which indicated that they had good responses and were enthusiastic about participating in STEM-based learning.

DAFTAR ISI

Halaman

PENGESAHAN ii

PRAKATA v

ABSTRAK vii

ABSTRAC viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xvi

DAFTAR LAMPIRAN xvii

BAB

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 5

1.3 Tujuan Penelitian 6

1.4 Manfaat Penelitian 6

1.5 Batasan Masalah 7

1.6 Penegasan Istilah 7

1.7 Sistematika Penulisan 7

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) 9

2.1.1 Pembelajaran Berbasis STEM 9

2.1.2 Pembelajaran Fisika Berbasis STEM 11

2.2 Keterampilan Abad ke-21 14

2.2.1 Berpikir Kritis (*Critical Thinking*) 15

2.2.2 Komunikasi (*Communication*) 17

2.2.3 Kolaborasi (*Collaboration*) 18

2.2.4 Berpikir Kreatif (*Creative Thinking*) 19

2.3 Model Pembelajaran *Problem Based Learning* 20

2.4 Kerangka Berpikir 22

III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penentuan Objek Penelitian 25

3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian 25

3.1.2 Populasi 25

3.1.3 Sampel 25

3.2 Variabel Penelitian 25

3.2.1 Variabel Bebas 25

3.2.2 Variabel Terikat 26

3.3 Desain Penelitian 26

3.3.1 Rancangan Penelitian 26

3.3.2 Tahapan Penelitian 26

3.4 Metode Pengumpulan Data 27

3.4.1 Metode Tes 27

3.4.2 Metode Observasi 28

3.4.3 Metode Angket 28

3.4.4 Metode Dokumentasi 28

3.5 Analisis Instrumen Penelitian 28

3.5.1 Validitas 28

3.5.2 Tingkat Kesukaran Soal 31

3.5.3 Daya Pembeda 33

3.5.4 Reliabilitas 34

3.6 Metode Analisis Data 36

3.6.1 Teknik Analisis Data Awal 36

3.6.2 Teknik Analisis Data Akhir 38

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Pembelajaran Fisika Berbasis STEM 44

4.2 Perkembangan Keterampilan Berpikir Kritis 46

4.2.1 Memberi Alasan Efektif 52

4.2.2 Menganalisis 53

4.2.3 Mengidentifikasi Besaran Tertentu 55

4.2.4 Menyimpulkan 56

4.3 Perkembangan Keterampilan Komunikasi 57

4.3.1 Keterampilan Komunikasi Tulis 59

4.3.2 Keterampilan Komunikasi Lisan 62

4.4 Perkembangan Keterampilan Kolaborasi 68

4.4.1 Bekerja Secara Efektif dan Menghormati Antar Teman 72

4.4.2 Bertanggungjawab dalam Kerja Kolaboratif 73

4.4.3 Berkontribusi dalam Membuat Kesepakatan untuk Tujuan Bersama 75

4.5 Perkembangan Keterampilan Berpikir Kreatif 76

4.5.1 Menunjukkan Keaslian 82

4.5.2 Merealisasikan Ide atau Gagasan 84

4.5.3 Menguraikan Ide atau Gagasan 85

4.6 Respons Peserta Didik Terhadap Pembelajaran Fisika Berbasis STEM 86

V PENUTUP

5.1 Simpulan 90

5.2 Saran 91

DAFTAR PUSTAKA 92

LAMPIRAN 102

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

3.1 Hasil Analisis Validitas Uji Coba Soal 29

3.2 Kriteria Kelayakan Instrumen 30

3.3 Hasil Uji Kelayakan Instrumen Non Tes Secara Umum 31

3.4 Hasil Uji Kelayakan Instrumen Non Tes Tiap Perangkat 31

3.5 Klasifikasi Tingkat Kesukaran Soal 32

3.6 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba 32

3.7 Klasifikasi Daya Pembeda Soal 33

3.8 Hasil Analisis Daya Pembeda Soal Uji Coba 34

3.9 Hasil Uji Reliabilitas Tahap 1 35

3.10 Hasil Uji Reliabilitas Tahap 2 35

3.11 Hasil Uji Homogenitas 36

3.12 Hasil Uji Normalitas 38

3.13 Kriteria Penilaian *Gain* 40

3.14 Kriteria Observasi Keterampilan Komunikasi dan Kolaborasi 41

3.15 Skala *Likert* Angket Respons 42

3.16 Kriteria Angket Respons Peserta didik 43

4.1 Hasil Uji *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kritis 47

4.2 Hasil *Independent Samples T Test* Keterampilan Berpikir Kritis 47

4.3 Hasil *Paired Samples T Test* Keterampilan Berpikir Kritis 48

4.4 Hasil Analisis Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis 49

4.5 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Memberi Alasan Efektif 52

4.6 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Menganalisis 53

4.7 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Mengidentifikasi Besaran Tertentu 55

4.8 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Menyimpulkan 56

4.9 Hasil Analisis Skor Rata-rata Keterampilan Komunikasi Tulis 59

4.10 Nilai *N-Gain* Komunikasi Tulis Tiap Pertemuan 60

4.11 Skor Rata-rata Indikator Keterampilan Komunikasi Tulis 60

4.12 Hasil Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Tulis 61

4.13 Hasil Analisis Skor Rata-rata Keterampilan Komunikasi Lisan 63

4.14 Nilai *N-Gain* Komunikasi Lisan Tiap Pertemuan 64

4.15 Skor Rata-rata Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Lisan 64

4.16 Hasil Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Lisan 65

4.17 Hasil Analisis Skor Rata-rata Keterampilan Kolaborasi 69

4.18 Nilai *N-Gain* Kolaborasi Tiap Pertemuan 69

4.19 Skor Rata-rata Tiap Indikator Keterampilan Kolaborasi 70

4.20 Hasil Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Kolaborasi 70

4.21 Hasil Observasi Indikator Bekerja Secara Efektif dan Menghormati Antar Teman 72

4.22 Hasil Observasi Indikator Bertanggungjawab dalam Kerja

Kolaborasi 74

4.23 Hasil Observasi Indikator Berkontribusi dalam Membuat Kesepakatan untuk Tujuan Bersama 75

4.24 Hasil Uji *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kreatif 77

4.25 Hasil *Independent Samples T Test* Keterampilan Berpikir Kreatif 77

4.26 Hasil *Paired Samples T Test* Keterampilan Berpikir Kreatif 78

4.27 Hasil Analisis Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif 79

4.28 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Menunjukkan Keaslian 83

4.29 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Merealisasikan Ide atau Gagasan 84

4.30 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Menguraikan Ide atau Gagasan 85

4.31 Hasil Analisis Angket Respons Peserta Didik 87

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

2.1 Pembelajaran Fisika Berpendekatan STEM 13

2.2 Skema Keterampilan Belajar Abad 21 15

2.3 Kerangka Berpikir 24

3.1 Desain Penelitian 26

3.2 Skema Penelitian 27

4.1 Rata-rata Nilai *Pretest* dan *Posttest* Keterampilan Berpikir Kritis 46

4.2 Nilai Rata-rata Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis 49

4.3 Hasil Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis 50

4.4 Skor Rata-rata Keterampilan Komunikasi Tulis 59

4.5 Skor Rata-rata Keterampilan Komunikasi Lisan 63

4.6 Skor Rata-rata Keterampilan Kolaborasi 68

4.7 Nilai Rata-rata Keterampilan Berpikir Kreatif 76

4.8 Nilai Rata-rata Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif 79

4.9 Hasil uji N-Gain Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif 80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen 102
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kelas Kontrol 116
3. Bahan Ajar Berpendekatan STEM 131
4. Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM) Kelas Eksperimen 135
5. Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM) Kelas Kontrol 138
6. Lembar Diskusi Peserta Didik Kelas Eksperimen 140
7. Kisi-kisi Soal Uji Coba 142
8. Naskah Soal Uji Coba 146
9. Rubrik Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis Soal Uji Coba 149
10. Rubrik Penilaian Keterampilan Komunikasi 153
11. Lembar Observasi Keterampilan Komunikasi 156
12. Rubrik Penilaian Keterampilan Kolaborasi 157
13. Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi 159
14. Rubrik Penilaian Keterampilan Berpikir Kreatif Soal Uji Coba 160
15. Lembar Validasi Perangkat Pembelajaran 175
16. Daftar Nama Peserta Didik Kelas Uji Coba Soal 180
17. Daftar Skor Uji Coba Soal 182
18. Hasil Uji Validitas Uji Coba Soal (Keterampilan Berpikir Kritis) 185
19. Hasil Uji Validitas Uji Coba Soal (Keterampilan Berpikir Kreatif) 186
20. Analisis Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba (Keterampilan Berpikir Kritis) 187
21. Analisis Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba (Keterampilan Berpikir Kreatif) 189
22. Analisis Daya Pembeda Soal Uji Coba (Keterampilan Berpikir Kritis) 191
23. Analisis Daya Pembeda Soal Uji Coba (Keterampilan Berpikir

Kreatif) 193
24. Hasil Uji Reliabilitas Uji Coba Soal 195
25. Kisi-kisi Soal Tes 196
26. Naskah Soal *Pretest-Posttest* 197
27. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian di SMA Negeri 1 Kendal 199
28. Lembar Pengamatan Keterlaksaan Pembelajaran 200
29. Daftar Nama Peserta Didik XI MIPA 7 (Kelas Eksperimen) 206
30. Daftar Nama Peserta Didik XI MIPA 6 (Kelas Kontrol) 207
31. Daftar Nilai *Pretest* dan *Posttest* 208
32. Hasil Uji Homogenitas 210
33. Hasil Uji Normalitas 211
34. Hasil *Independent Sampels t-Test* 212
35. Hasil *Paired Sampels t-Test* 213
36. Uji *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kritis 214
37. Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis 216
38. Rekapitulasi Lembar Observasi Keterampilan Komunikasi Tulis 220
39. Uji *N-Gain* Keterampilan Komunikasi Tulis 223
40. Rekapitulasi Lembar Observasi Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Tulis 225
41. Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Tulis 229
42. Rekapitulasi Lembar Observasi Keterampilan Komunikasi Lisan 232
43. Uji *N-Gain* Keterampilan Komunikasi Lisan 237
44. Rekapitulasi Lembar Observasi Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Lisan 239
45. Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Lisan 243
46. Rekapitulasi Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi 246
47. Uji *N-Gain* Keterampilan Kolaborasi 250
48. Rekapitulasi Lembar Observasi Tiap Indikator Keterampilan

Kolaborasi 252
49. Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Kolaborasi 256
50. Uji *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kreatif 259
51. Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif 261
52. Rekapitulasi Angket Respons Peserta Didik 266
53. Analisis Angket Respons Peserta Didik Tiap Indikator 268
54. Dokumentasi 271
55. Surat Keterangan Penetapan Dosen Pembimbing 273

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Abad ke-21 ditandai sebagai abad keterbukaan atau abad globalisasi yang artinya kehidupan manusia pada abad ini mulai mengalami perubahan-perubahan fundamental yang berbeda dengan tata kehidupan pada abad sebelumnya. Era globalisasi memberikan dampak yang besar dalam berbagai aspek kehidupan, salah satunya pada aspek pendidikan. Sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Pasal 1 menyatakan bahwa "Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara".

Pada era ini, pendidikan dituntut mampu menghasilkan sumber daya manusia yang memiliki daya saing tinggi, memiliki keterampilan teknologi dan media informasi, serta dapat bekerja, dan bertahan untuk hidup. Berdasarkan Permendikbud No. 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, karakteristik pembelajaran pada setiap satuan mengacu pada Standar Kompetensi Lulusan dan Standar Isi yang telah ditetapkan. Sesuai SKL, sasaran pembelajaran mencakup pengembangan ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dielaborasi pada setiap satuan pendidikan. Kemendikbud merumuskan bahwa pembelajaran Abad ke-21 harus mampu mengembangkan keterampilan belajar pada peserta didik yang meliputi berpikir kritis dan mampu menyelesaikan masalah, kreatif dan inovatif, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi (Kemendikbud, 2016,).

Selain itu, beberapa keterampilan juga diperlukan oleh masyarakat Abad ke-21. Untuk memenuhi tuntutan tersebut, institusi pendidikan seharusnya tidak hanya fokus

pada penguasaan pengetahuan saja. Hal itu karena kompetensi dan keterampilan yang dibutuhkan selalu berubah sesuai tuntutan jaman. Sesuai dengan penelitian Wijaya (2016), bahwa terdapat beberapa keterampilan yang sangat diperlukan dalam dunia kerja yaitu berpikir kritis dan mengatasi masalah, komunikasi dan kolaborasi, serta berpikir kreatif dan inovatif.

Perubahan cara berpikir manusia Abad ke-21 menuntut perubahan besar dalam dunia pendidikan. Pendidikan di abad ini lebih menekankan pada peningkatan keterampilan yang penting untuk dipelajari dengan memanfaatkan perkembangan teknologi digital (Bedir, 2019). Hal ini sejalan dengan pernyataan BSNP (2010), bahwa untuk menghadapi Abad ke-21 yang semakin sarat dengan teknologi dalam kehidupan masyarakat global, maka pendidikan harus berorientasi pada ilmu pengetahuan matematika dan sains disertai dengan kemampuan sosial. Mereka juga perlu mengetahui caranya menggunakan keterampilan berpikir kritis, menerapkan pengetahuan pada situasi baru, menganalisis informasi yang diperoleh, memahami ide-ide baru, berkomunikasi, berkolaborasi untuk memecahkan masalah, dan membuat keputusan. Menurut *Partnership for 21st Century Skills* (2004), untuk mengatasi tuntutan Abad ke-21 bukan hanya materi pembelajaran saja yang perlu dikuasai oleh peserta didik.

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan oleh TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science*) dalam bidang literasi sains, Indonesia berada di peringkat ke-40 dari 42 negara yang dievaluasi dengan nilai rata-rata 406 yang berada jauh di bawah nilai rata-rata secara internasional dan peringkat ke-74 dari 79 negara berdasarkan penilaian PISA yang diselenggarakan oleh OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) pada tahun 2018. Pada penilaian PISA tahun 2018, poin yang diperoleh Indonesia untuk bidang matematika adalah 379 dan bidang sains sebesar 396 dengan masing-masing poin mengalami penurunan dibandingkan penilaian PISA 2015 (OECD, 2018). Data tersebut menggambarkan bahwa praktek pendidikan di Indonesia menggunakan Kurikulum 2013 masih belum optimal dan diperlukan suatu pembelajaran yang mampu mengembangkan

keterampilan peserta didik khususnya untuk menghadapi Abad ke-21 yang semakin kompleks.

Trilling & Fadel (2009) menyatakan sebuah skema atau pelangi keterampilan yang perlu dikembangkan melalui pembelajaran Abad 21. Keterampilan Abad ke-21 yang perlu dikembangkan menurut skema tersebut adalah (1) keterampilan hidup dan berkarir (*life and career skills*), (2) keterampilan belajar dan berinovasi (*learning dan innovation skills*), (3) keterampilan media informasi dan teknologi (*information media and technology skills*). Karena hal itu, diperlukan suatu strategi pembelajaran yang dapat menghasilkan generasi penerus yang memiliki keterampilan belajar Abad ke-21 khususnya pada aspek *Learning and Innovation Skills-4C* yang meliputi *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), dan *creative thinking* (berpikir kreatif). Pendidikan harus mampu menjawab persoalan-persoalan tersebut terutama menekankan pada metode belajar yang mendekatkan pada "dunia secara utuh" di Abad ke-21, salah satunya yaitu melalui kurikulum (Soyomukti, 2008).

Upaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan melalui penerapan Kurikulum 2013 revisi 2017 bertujuan membawa dampak perkembangan ilmu pengetahuan yaitu pengembangan keterampilan Abad ke-21. Peran guru bukan hanya untuk mengajarkan pengetahuan tetapi juga mengasah kemampuan peserta didik. Paradigma pendidikan Abad ke-21 menekankan pada kemampuan peserta didik untuk merumuskan permasalahan, mencari tahu dari berbagai sumber belajar, berpikir analitis, berkomunikasi serta berkolaborasi untuk memecahkan masalah (Rida, *et al*., 2019). Sistem pendidikan perlu memperhatikan kemampuan komunikasi yang baik, secara lisan maupun tulisan. Kebutuhan akan berpikir kreatif dan inovatif yang tinggi juga menjadi bagian dari keterampilan Abad ke-21. Karena saat ini, pengetahuan saja tidak cukup untuk mengimbangi pergerakan kemajuan teknologi yang memerlukan kemampuan untuk berkompetisi dalam dunia global (Dewi, 2015).

Untuk mendapatkan lulusan yang mampu mengaitkan suatu bidang keilmuan dengan kehidupan nyata dibutuhkan suatu pembelajaran yang mampu memfasilitasi

mereka mengembangkan keterampilannya. Beberapa negara maju seperti Amerika Serikat dan Kanada berusaha meningkatkan kemampuan peserta didik melalui pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Membentuk peserta didik yang terampil dalam bidang sains, teknologi, rekayasa, dan matematika telah menjadi fokus pemerintah di seluruh dunia setidaknya dalam satu dekade terakhir karena pemerintah menganggap pembelajaran berbasis STEM mampu mengatasi permasalahan lokal, nasional, maupun global (Gough, 2015). Hal ini sejalan dengan Deklarasi Incheon untuk Pendidikan 2030 yang merekomendasikan pendidikan berbasis sains dan teknologi sebagai strategi utama mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (UNESCO, 2015).

STEM merujuk pada empat bidang ilmu pengetahuan yaitu sains, teknologi, rekayasa dan matematika yang diajarkan pada satu disiplin ilmu. Pembelajaran berbasis STEM mengacu pada pembelajaran pemecahan masalah yang mengajak peserta didik menarik konsep dari sains dan matematika melalui integrasi cara kerja dan desain teknik dari teknologi yang sesuai (English, 2017). Sesuai dengan pernyataan (Beers, 2011) pembelajaran STEM merupakan perpaduan antara ilmu pengetahuan alam dengan penerapan teknologi, rekayasa, dan matematika yang diperlukan untuk meningkatkan keterampilan Abad ke-21. Keterampilan Abad 2 ke-1 yang berusaha ditingkatkan melalui pembelajaran STEM meliputi kemampuan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan berkomunikasi. Menurut Ariani (2018) implementasi STEM dalam pembelajaran dibutuhkan untuk mengasah kemampuan kognitif, mendesain, memanfaatkan teknologi, dan pengaplikasian pengetahuan.

Kata STEM diluncurkan oleh *Science National Foundation* AS sebagai tema gerakan reformasi pendidikan. Menurut Permanasari (2016), STEM mampu meningkatkan penguasaan pengetahuan, mengaplikasikan pengetahuan untuk memecahkan masalah, dan mendorong peserta didik untuk menciptakan sesuatu yang baru. Selain itu STEM juga dapat dijadikan alternatif pembelajaran untuk membangun generasi yang mampu menghadapi tantangan global dan memecahkan masalah yang ada. Pembelajaran berbasis STEM dapat mengembangkan minat, kesadaran karir, dan

keterampilan Abad ke-21 seperti pemikiran kreatif, komunikasi, serta pengambilan keputusan (Paramita, 2019). Pembelajaran berbasis STEM juga cocok dengan situasi pembelajaran yang mengaitkan materi pada masalah yang berhubungan dengan dunia nyata.

Fisika adalah salah satu mata pelajaran yang diajarkan di sekolah menengah atas yang merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam atau sains. Fisika adalah salah satu mata pelajaran yang berkaitan dengan proses mencari tahu gejala, peristiwa, maupun fenomena alam secara sistematis (Fransiska & Markos, 2016). Dalam Kurikulum 2013, salah satu kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh peserta didik pada pembelajaran fisika adalah materi teori kinetik gas. Materi teori kinetik gas dapat diintegrasikan dengan teknologi, rekayasa, dan matematika dalam proses pembelajarannya. Melalui pembelajaran fisika berbasis STEM dapat membantu peserta didik mengetahui penerapan teori kinetik gas dalam kehidupan sehari-hari.

Oleh karena itu, penelitian tentang "Implementasi Pembelajaran Fisika Materi Teori Kinetik Gas Berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) untuk Mengembangkan Keterampilan Belajar Abad ke-21" perlu dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana implementasi pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas?
2. Bagaimana perkembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah implementasi pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas?
3. Bagaimana perkembangan kemampuan komunikasi peserta didik setelah implementasi pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas?
4. Bagaimana perkembangan kemampuan kolaborasi peserta didik setelah implementasi pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas?

5. Bagaimana perkembangan kemampuan berpikir kreatif peserta didik setelah implementasi pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui implementasi pembelajaran fisika berberbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas.
2. Menganalisis perkembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah implementasi pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas.
3. Menganalisis perkembangan kemampuan komunikasi peserta didik setelah implementasi pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas.
4. Menganalisis perkembangan kemampuan kolaborasi peserta didik setelah implementasi pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas.
5. Menganalisis perkembangan kemampuan berpikir kreatif peserta didik setelah implementasi pembelajaran fisika berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada materi teori kinetik gas.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat menjadi rujukan dan bahan pertimbangan bagi guru, calon guru dan pengambil kebijakan dalam bidang pendidikan dalam rangka implementasi pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) untuk membantu mengembangkan keterampilan belajar Abad ke-21 peserta didik.

2. Sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan implementasi pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM).

1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dimaksudkan untuk membatasi ruang lingkup permasalahan yang diteliti pada hal-hal sebagai berikut:

1. Model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL).
2. Keterampilan Abad ke-21 yang diukur dalam penelitian adalah *Learning and Innovation Skills-4C* yang meliputi *critical thinking* (berpikir kritis), *creative thinking* (berpikir kreatif), *communication* (komunikasi), dan *collaboration* (kolaborasi).
3. Materi yang digunakan dalam penelitian adalah materi kelas XI semester ganjil khususnya bab Teori Kinetik Gas.

1.6 Penegasan Istilah

1.6.1 Pembelajaran Berpendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)

STEM merujuk pada pembelajaran yang mengintegrasikan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika ke dalam kegiatan maupun perangkat yang digunakan.

1.6.2 Keterampilan Abad ke-*21*

Salah satu keterampilan Abad ke-21 yang penting untuk dikembangkan adalah *Learning and Innovation Skills-4C* yang meliputi berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan berpikir kreatif.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari tiga bagian yaitu:

1. Bagian awal terdiri dari halaman judul, pengesahan, prakata, abstrak, daftar isi, bagan, gambar, dan lampiran.
2. Bagian isi skripsi terdiri dari lima bab, yaitu:
   - Bab I : Pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, penegasan istilah dan sistematika penulisan.
   - Bab II : Tinjauan Pustaka berisi teori tentang pembelajaran berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM), keterampilan Abad ke-21, model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), dan kerangka berpikir.
   - Bab III : Metode Penelitian berisi metode apa yang digunakan dalam penelitian ini.
   - Bab IV : Hasil dan Pembahasan berisi hasil penelitian, analisis data penelitian, dan pembahasan.
   - Bab V : Penutup berisi kesimpulan dan saran.
3. Bagian akhir skripsi terdiri dari daftar pustaka dan lampiran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM)

2.1.1 Pembelajaran Berbasis STEM

STEM adalah sebuah pembelajaran yang mengintegrasikan lintas disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Pembelajaran ini mengajak peserta didik menerapkan setiap aspek STEM ke situasi yang mereka alami dalam hidup (Shanahan, *et al.*, 2016). STEM merujuk pada pembelajaran yang menggabungkan empat bidang ilmu yang membantu peserta didik untuk menggunakan teknologi dan melakukan sebuah percobaan yang dapat membuktikan sebuah hukum atau konsep sains. Menurut Bybee dalam Kennedy (2014) menjelaskan bahwa tujuan utama pembelajaran berbasis STEM adalah menciptakan individu melek STEM yaitu dengan mengacu pada pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah kehidupan nyata, mampu menjelaskan, merancang, dan menarik kesimpulan berdasarkan fakta. Karena itu STEM cocok diterapkan di sekolah menengah yang subjek dalam pembelajarannya membutuhkan pengetahuan yang kompleks. Kata STEM pertama kali diluncurkan oleh *National Science Foundation* AS yang merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* yang didefinisikan sebagai berikut:

Science : Pengetahuan ilmiah dan proses mengenai alam yang tersusun secara sistematis dan melalui berbagai metode. Sains mempelajari alam yang di dalamnya termasuk fisika, kimia, dan biologi. Karena sains adalah disiplin yang mencakup banyak bidang pengetahuan tentang dunia dan proses menemukan pengetahuan itu.

Technology : Pengetahuan yang digunakan untuk memodifikasi alam untuk memenuhi kebutuhan manusia. Teknologi mengacu pada sebuah ilmu pengetahuan terapan yang menyelidiki tentang pengembangan alat di bidang teknik.

Engineering : Pemahaman mengenai bagaimana teknologi mampu diciptakan dan dikembangkan melalui sebuah proses rekayasa atau desain. Secara umum, teknik adalah penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan manusia.

Mathematics : Ilmu mengenai pola dan analisis hubungan antara sains, teknologi, dan teknik. Matematika merupakan suatu ilmu mengenai logika tentang bentuk, besaran, atau susunan berbagai konsep yang saling berhubungan.

Keterkaitan antara ilmu sains dengan teknologi maupun dengan ilmu lain sangat penting dalam pembelajaran sains. Sains memerlukan matematika sebagai alat untuk mengolah data dan menganalisis, lalu teknologi dan rekayasanya merupakan penerapan dari sains (Afriana *et al.,* 2016). Melalui STEM, guru memberikan peluang kepada peserta didik bahwa konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu peran penting pembelajaran STEM adalah meningkatkan minat individu tentang sains, teknologi, rekayasa, dan matematika serta untuk mengejar karir dalam cakupan keempat disiplin ilmu tersebut. (*National Research Council*, 2012)

Pembelajaran menggunakan STEM bukan hanya fokus pada ilmu pengetahuan saja, tetapi juga penerapannya pada teknologi, rekayasa, dan matematika untuk meningkatkan daya saing antar individu pada Abad ke-21. Menurut Permanasari (2016) penerapan pembelajaran STEM dapat mendorong kemampuan peserta didik

untuk mendesain, mengasah kognitif, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, serta mengaplikasikan pengetahuan untuk memecahkan masalah. STEM dianggap mampu meningkatkan keterampilan tingkat tinggi dan literasi teknologi peserta didik, melatih kemampuan pemecahan masalah, serta efektif untuk meningkatkan hasil belajar non-kognitif mereka seperti motivasi belajar. Sejalan dengan pernyataan Kennedy (2014) bahwa pembelajaran berbasis STEM menuntut peserta didik menerapkan sains dan matematika, mereka juga belajar mengenai pemanfaatan teknologi dan rekayasanya untuk menyelesaikan masalah. Selain itu, STEM juga mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan Abad ke-21.

Pembelajaran STEM bertujuan untuk menyiapkan peserta didik untuk siap terjun ke dunia kerja yang menuntut keterampilan tinggi. STEM dapat diterapkan dalam unit-unit pembelajaran berbasis masalah yang di dalamnya peserta didik ditantang untuk berpikir secara kritis, kreatif, dan inovatif untuk memecahkan masalah nyata yang melibatkan kegiatan kelompok secara kolaboratif. Hal ini didukung oleh Karisan (2019) bahwa ilmu pengetahuan dan pembelajaran berbasis teknologi dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan belajar Abad ke-21 peserta didik. Terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan saat pembelajaran berbasis STEM menurut *National Research Council* (2011), yaitu dengan memberikan pertanyaan yang mengharuskan peserta didik untuk menganalisis, menafsirkan data, membangun konsep, merancang solusi dan terlibat dalam diskusi yang sesuai konsep.

2.1.2 Pembelajaran Fisika Berbasis STEM

Belajar dan pembelajaran adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan dalam dunia pendidikan. Belajar dimaknai sebagai proses perubahan perilaku seseorang sebagai akibat interaksi dengan lingkungannya (Pane & Dasopang, 2017). Sedangkan pembelajaran adalah proses mengatur dan mengorganisasikan lingkungan sehingga mampu menumbuhkan dan mendorong minat seseorang untuk belajar. Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang sistem Pendidikan

Nasional, pembelajaran adalah proses interaksi antara pendidik dengan peserta didik dan sumber belajar yang berlangsung dalam suatu lingkungan belajar. Pada hakikatnya, Trianto (2009) mengungkapkan bahwa pembelajaran merupakan usaha sadar dari guru untuk mengarahkan interaksi antara peserta didiknya dengan sumber belajar.

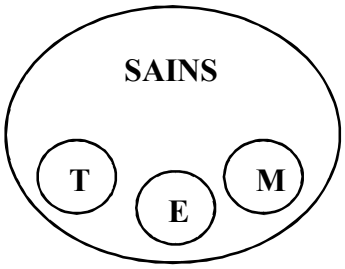
Fisika adalah salah satu mata pelajaran yang diajarkan di sekolah menengah atas yang merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan alam atau sains. Fisika merupakan pelajaran yang seharusnya tidak hanya mempelajari konsep, tetapi juga mempelajari mengenai penerapannya. Hal ini karena konsep-konsep dasar fisika juga mendukung perkembangan disiplin ilmu lain dan penerapannya dalam teknologi kehidupan sehari-hari karena ilmu fisika menunjang riset murni dan terapan. Menurut Ibrahim (2017) fisika lahir dan berkembang melalui observasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengujian hipotesis melalui eksperimen, penarikan kesimpulan, serta penemuan teori dan konsep.

Salah satu karakteristik pembelajaran berpendekatan STEM adalah adanya integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk memecahkan masalah. Untuk mendapatkan dampak maksimal dari penerapan STEM, penting untuk memastikan bahwa pengintegrasian aspek STEM dilaksanakan dengan benar. Menurut Quang, et al., (2015) terdapat tiga metode pembelajaran berpendekatan STEM. Perbedaan antara masing-masing metode tersebut terletak pada isi aspek STEM yang diajarkan.

1. metode silo untuk pembelajaran berpendekatan STEM berfokus pada masing-masing disiplin ilmu dengan mengajarkan setiap aspek STEM secara terpisah.
2. metode tertanam lebih menekankan pada integrasi materi pembelajaran dibandingkan dengan antar ilmu pengetahuan.
3. metode terpadu menekankan pada penyatuan dan peleburan setiap aspek STEM sebagai satu subjek.

Cara yang lebih komprehensif untuk merapkan STEM dalam pembelajaran yaitu dengan menanamkan keempat disiplin ke satu sama lain sebagai satu subjek. Pola yang tepat digunakan dalam pembelajaran STEM adalah dengan menanamkan

teknologi, rekayasa, dan matematika dalam pembelajaran sains (Dugger, 2010). Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode tertanam sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pembelajaran Fisika Berpendekatan STEM

Sains dan matematika dipandang tepat untuk menjadi pokok dalam pembelajaran STEM karena kedua mata pelajaran ini merupakan landasan utama bagi peserta didik untuk mempelajari aspek-aspek STEM (Firman, 2015). Hal itu karena dalam konteks pendidikan dasar dan menengah umum di Indonesia, hanya matematika dan sains saja yang dipelajari dan termasuk dalam bagian dari kurikulum. Menurut Shernoff, *et al.*, (2017) metode tertanam menciptakan sebuah sistem pembelajaran aktif karena keempat aspek dibutuhkan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah dengan mengutamakan aspek sains.

Konsep-konsep sains terutama fisika diajarkan dengan mengaitkannya pada aplikasi teknologi dan rekayasanya dalam kehidupan sehari-hari. Srikoom (2017) menyatakan bahwa yang terpenting dalam pembelajaran STEM adalah bagaimana menanamkan keempat disiplin ilmu dalam kegiatan belajar. Pembelajaran STEM yang menanamkan keempat disiplin ilmu juga memotivasi peserta didik untuk meningkatkan pengetahuannya dengan mengetahui penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Dapat dikatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM membangun hubungan antara konteks ilmu yang dipelajari dengan konteks dunia nyata (Erdogan, *et al.*, 2016).

Pembelajaran berpendekatan STEM menuntut perubahan metode pembelajaran yaitu dari yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada peserta didik, dari yang

bersifat individual menjadi ke arah pembelajaran kolaboratif dan menekankan aplikasi pemecahan masalah. Terkait hal tersebut, peningkatan kualitas pembelajaran dengan menerapkan pembelajaran berbasis STEM diharapkan mampu membantu peserta didik mengintegrasikan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika sehingga berimbas pada peningkatan keterampilan peserta didik (Paramita, *et al.*, 2019).

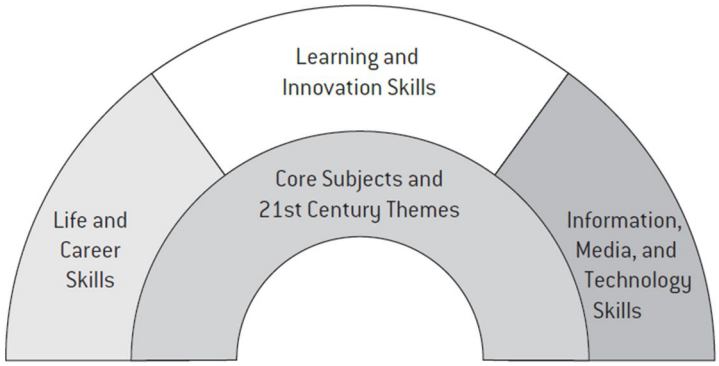
2.2 Keterampilan Abad ke-21

Di era Abad ke-21 ini, masyarakat dituntut untuk mampu menghadapi segala tantangan global. Masyarakat harus mampu menghadapi perubahan teknologi, sosial, ekonomi, dan budaya seiring dengan fenomena globalisasi. Individu dituntut untuk memiliki kecakapan baik *hardskill* maupun *softskill* agar dapat terjun ke dunia pekerjaan dan mampu bersaing dengan individu lain. Salah satu cara untuk mengembangkan keterampilan tersebut adalah melalui pembelajaran Abad ke-21 yaitu pembelajaran yang mengintegrasikan kemampuan literasi, kecakapan pengetahuan, penguasaan teknologi, serta keterampilan dan sikap (Martini, 2018).

Keterampilan Abad 21 memaksa dunia pendidikan untuk mengubah paradigma pembelajaran. Pembelajaran Abad ke-21 tidak hanya menekankan peserta didik pada pengetahuan saja tetapi juga proses untuk mengembangkan keterampilan yang diperlukan (Atalay & Boyac, 2019). Keterampilan tersebut penting dimiliki oleh peserta didik untuk membantu mereka menghadapi kehidupan yang lebih kompleks di masa mendatang dan merupakan kunci bagi mereka agar mampu mengembangkan keterampilan pada dunia kerja.

Karena hal tersebut instansi pendidikan perlu memastikan bahwa cakupan kesuksesan peserta didik bukan hanya diukur berdasarkan angka hasil belajar saja tetapi juga dari keterampilan yang nantinya diperlukan untuk berkompetisi pada dunia global. Menurut Anggraeni & Sole (2018), pembelajaran Abad ke-21 menekankan peserta didik untuk berpikir kritis dalam memecahkan masalah, menguasai teknologi, memiliki kemampuan komunikasi dan kolaborasi, serta kemampuan untuk mengaitkan materi dengan contoh dalam kehidupan nyata. Hal ini juga sesuai dengan Trilling &

Fadel (2009) yang menyatakan sebuah skema keterampilan yang perlu dikembangkan melalui pembelajaran Abad 21. Skema tersebut disajikan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema Keterampilan Belajar Abad ke-21 (Sumber: Partnership for 21st Century Learning)

Skema dalam Gambar 2.2 menunjukkan bahwa keterampilan utama yang perlu dimiliki peserta didik melalui pembelajaran Abad ke-21 salah satunya yaitu keterampilan belajar dan berinovasi. Keterampilan ini penting untuk menghadapi berbagai tantangan globalisasi baik dari aspek ekonomi, sosial, politik, maupun pendidikan. Institusi pendidikan seharusnya tidak hanya fokus pada penguasaan pengetahuan *core subject* saja namun perlu memperhatikan pengembangan kemampuan akademis yang lebih tinggi yaitu keterampilan Abad ke-21 (*Partnership for 21st Century Skills*, 2009).

Salah satu keterampilan Abad ke-21 yang harus dimiliki oleh peserta didik yaitu *Learning and Innovation Skills-4Cs* yang meliputi berpikir kritis (*critical thinking*), komunikasi (*communication*), kolaborasi (*collaboration*), dan berpikir kreatif (*creative thinking*). Keterampilan ini dianggap sebagai standar emas yang wajib dimiliki oleh peserta didik agar mampu memenuhi tuntutan global (Kim, *et al*., 2019).

2.2.1 Berpikir Kritis (Critical Thinking)

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kritis berarti bersifat tidak lekas percaya, bersifat selalu berusaha menemukan masalah dan tajam dalam penganalisisan. Berpikir kritis dapat diartikan keterampilan yang diperlukan untuk mengidentifikasi dan menganalisis suatu kebenaran dari argumen. Menurut Kusumoto (2018) berpikir kritis adalah kemampuan reflektif yang berfokus pada memutuskan apa yang harus dipercaya atau dilakukan. Berpikir kritis memungkinkan seseorang mampu menganalisis informasi secara cermat dan membuat keputusan yang tepat. Ikhsan (2017) mendeskripsikan bahwa berpikir kritis berhubungan dengan kemampuan untuk mengembangkan berbagai cara yang mungkin ditempuh untuk menyelesaikan masalah.

Berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan kognitif yang perlu dimiliki peserta didik untuk mendapatkan tambahan pengetahuan melalui memikirkan solusi alternatif, mengembangkan ide, mempertanyakan dan memberikan bukti untuk mendukung gagasan. Berpikir kritis dapat didefinisikan juga sebagai suatu proses yang berpusat pada pembuatan dan penarikan kesimpulan yang logis mengenai tindakan yang harus dilakukan (Fisher, 2001). Dengan keterampilan ini, peserta didik mampu berpikir secara rasional dan logis dalam menerima informasi dan sistematis dalam memecahkan masalah.

Berpikir kritis adalah keterampilan yang memerlukan latihan karena bukan termasuk keterampilan yang dimiliki individu sejak lahir. Trilling & Fadel (2009) menyatakan bahwa peserta didik dikatakan menggunakan keterampilan berpikir kritis apabila mampu menganalisis, mengevaluasi, merangkum, dan menyintesis informasi dalam memecahkan masalah. Di bawah ini adalah indikator berpikir kritis yang dirumuskan oleh Trilling & Fadel bahwa peserta didik harus dapat:

(1) memberikan alasan yang efektif,
(2) menganalisis bagian-bagian informasi,
(3) menganalisis dan mengevaluasi bukti, argumen, dan sudut pandang,
(4) menyintesis dan menghubungkan antar informasi,
(5) menafsirkan informasi dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis,

(6) merefleksikan hasil pembelajaran secara kritis,

(7) mengidentifikasi pertanyaan untuk menemukan solusi terbaik.

Kemampuan ini sangat perlu dikembangkan kepada peserta didik karena dengan membiasakan berpikir kritis, diharapkan penalaran peserta didik juga semakin meningkat dalam menganalisa suatu permasalahan. Menurut Simanjutak (2019) keterampilan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pembelajaran dengan cara meningkatkan interaksi peserta didik dengan guru, mengajukan pertanyaan yang bersifat *open-ended* sebagai stimulus, dan memberikan waktu yang cukup untuk merefleksikan pertanyaan atau masalah yang diberikan. Berdasarkan hal itu, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran yang dapat mengembangkan keterampilan belajar Abad ke-21 adalah pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan menggunakan model pembelajaran yang sintaknya memberikan kesempatan kepada mereka untuk aktif, salah satunya yaitu menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning*.

2.2.2 Komunikasi (Communication)

Dalam keseharian, semua orang tentu membutuhkan komunikasi baik secara lisan maupun tulisan. Menurut Graesser (2019) komunikasi didefinisikan sebagai kemampuan seseorang untuk menyampaikan pendapat kepada orang lain. Umumnya komunikasi dilakukan secara lisan maupun tulisan yang dapat dimengerti oleh kedua belah pihak. Komunikasi dapat berupa penyaluran informasi, ide, gagasan melalui simbol-simbol, kata-kata, gambar, grafis, atau angka. Melalui komunikasi peserta didik dapat menyampaikan ide atau gagasan terkait dengan penyelesaian masalah dan mampu melakukan diskusi untuk membantu meningkatkan aktivitas belajar (Nurhayati *et al.*, 2019).

Kemampuan berkomunikasi penting untuk mendukung peserta didik dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik dituntut untuk mampu berkomunikasi secara efektif baik secara lisan maupun tulisan. Keterampilan ini penting dimiliki mereka untuk menjalin interaksi yang baik. Agar peserta didik dapat berkomunikasi dengan baik, Trilling & Fadel (2009) merumuskan indikator di bawah ini:

(1) mengartikulasikan pemikiran dan ide secara efektif melalui lisan, tulisan dan keterampilan komunikasi nonverbal dalam berbagai bentuk dan konteks,
(2) mendengarkan secara efektif untuk menguraikan makna,
(3) menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan (misalnya untuk memberi informasi, menginstruksikan, memotivasi, dan membujuk),
(4) memanfaatkan media dan teknologi serta mampu menilai efektivitasnya secara apriori,
(5) berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam (termasuk menggunakan multibahasa).

2.2.3 Kolaborasi (Collaboration)

Kolaborasi adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk mempererat hubungan. Dalam dunia kerja dan kehidupan sehari-hari, penting adanya kolaborasi. Kemampuan ini menuntut peserta didik untuk mampu berinteraksi baik dengan orang lain. Keterampilan kolaborasi adalah sebuah proses belajar yang dilakukan secara bersama-sama untuk menyamai perbedaan pendapat, pengetahuan, berperan dalam diskusi dengan memberikan saran, mendengarkan, dan saling menghargai satu sama lain (Greenstein, 2012).

Kolaborasi mencakup kegiatan antar-individu dengan perannya masing-masing yang dilakukan secara bersama. Menurut Sunbanu (2019) keterampilan kolaborasi didefinisikan sebagai kemampuan untuk bekerja sama mengerjakan sesuatu guna mencapai suatu tujuan yang sama. Keterampilan ini sangat penting untuk dikembangkan karena adanya proses kolaborasi dalam pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan sosial peserta didik. Kolaborasi yang baik dalam kegiatan pembelajaran diperlukan untuk memperoleh pemecahanan masalah. Melalui kegiatan kolaborasi, peserta didik dapat bertukar pendapat, saling tanya-jawab, dan menciptakan ide-ide baru bersama. Triling & Fadel (2009) merumuskan beberapa indikator keterampilan kolaborasi yang harus ada pada peserta didik:

(1) menunjukkan kemampuan untuk bekerja secara efektif dan saling menghormati sesama anggota kelompok yang beragam,
(2) bersikap fleksibel dan menunjukkan kemauan membantu untuk mencapai tujuan bersama,
(3) bertanggungjawab dalam kerja kolaboratif,
(4) memegang nilai kontribusi masing-masing individu yang telah disepakati oleh kelompok.

2.2.4 Berpikir Kreatif (Creative Thinking)

Kehidupan Abad ke-21 ditandai dengan munculnya permasalahan yang kompleks. Segala aspek dalam kehidupan turut berubah seiring perkembangan teknologi dan penyebaran informasi yang semakin cepat. Di dunia yang serba semakin kompleks ini, kemampuan berpikir kreatif menjadi penentu keunggulan seseorang. Menurut Ismayani (2016) kesuksesan individu salah satunya ditentukan oleh kemampuan berpikir kreatifnya dalam memecahkan masalah baik dalam skala besar maupun kecil. Mengingat bahwa Abad ke-21 menuntut masyarakat untuk terus berinovasi baru dan menghasilkan produk yang mampu memecahkan permasalahan yang ada maka diperlukan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif yang tinggi.

Peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kreatif memiliki ciri-ciri yang berbeda dengan peserta didik lainnya. Kemampuan berpikir kreatif digambarkan sebagai kemampuan untuk berpikir secara berbeda, kemampuan untuk memecahkan masalah dan mencari solusi yang berbeda (Hasibuan & Hufri, 2018). Mendefinisi, menganalisis, dan memecahkan masalah merupakan aspek penting dalam berpikir kreatif. Seseorang dikatakan berpikir kreatif dapat dilihat dari banyak ide, mempunyai banyak pertanyaan, jawaban, menyampaikan banyak contoh serta mampu menjelaskan jawabannya secara rinci. Secara umum, berpikir kreatif didefinisikan sebagai keterampilan untuk menghasilkan solusi orisinal dan bermakna untuk situasi baru (Rahmi & Suparman, 2019).

Mengingat pentingnya kemampuan berpikir kreatif bagi keberhasilan peserta didik, melatih dan mengembangkan keterampilan ini menjadi agenda tersendiri dalam kurikulum pembelajaran. Kebutuhan akan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif yang tinggi menjadi bagian utama dari keterampilan utama di Abad ke-21. Trilling & Fadel (2009) merumuskan beberapa indikator peserta didik dikatakan berpikir kreatif jika mampu:

(1) menggunakan berbagai teknik untuk menciptakan ide,
(2) menciptakan ide-ide baru yang bermakna,
(3) menguraikan, menyaring, menganalisis dan mengevaluasi ide untuk meningkatkan kreativitas,
(4) bersikap terbuka dan responsif terhadap perspektif baru dan beragam,
(5) menunjukkan keaslian,
(6) merealisasikan ide-ide kreatif untuk memberikan kontribusi nyata.

Seperti keterampilan yang lain, berpikir kreatif dapat dikembangkan secara bertahap dari waktu ke waktu. Proses hasil kemampuan berpikir kreatif meliputi ide orisinil, cara pandang berbeda, memecahkan masalah, mengombinasikan atau menghubungkan gagasan-gagasan.

2.3 Model Pembelajaran *Problem Based Learning*

Model Pembelajaran *Problem Based Learning* disebut sebagai Model Pembelajaran Berbasis Masalah karena berisi serangkaian pembelajaran yang menekankan pada pemecahan masalah melalui proses ilmiah (Jayanti *et al*., 2016). PBL adalah model pembelajaran yang menggunakan masalah untuk memotivasi peserta didik menemukan sendiri suatu pengetahuan dari materi yang dipelajari. Menurut Trianto (2009), model pembelajaran berbasis masalah didasarkan pada banyaknya masalah yang membutuhkan penyelidikan autentik yaitu penyelidikan yang membutuhkan penyelesaian nyata.

PBL adalah suatu model pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk aktif. Model pembelajaran ini mengharuskan peserta didik memecahkan masalah untuk

mengetahui kemampuan mereka terhadap kaitan konsep dengan kehidupan nyata (Lee, *et al*., 2019). Dalam hal ini, mereka dituntut untuk memecahkan masalah melalui kegiatan identifikasi dan pengumpulan data. Model pembelajaran ini lebih menekankan peserta didik untuk menemukan pengetahuan sediri dan mereka bertindak sebagai pusat sedangkan guru hanya sebagai fasilitator. Melalui pembelajaran PBL peserta didik mampu memperoleh pengetahuan dan keterampilan untuk menyelesaikan suatu masalah. (Prayekti, 2016). Dengan demikian melalui penerapan PBL peserta didik juga mampu mengembangkan keterampilan Abad ke-21 melalui pemberian masalah yang mengharuskan mereka berpikir secara kritis yang mana proses pemecahan masalah tersebut dapat dilakukan secara kolaborasi.

Guru dalam pembelajaran berbasis masalah memiliki banyak peran, seperti memberikan pertanyaan untuk menstimulasi, memberikan umpan balik saat kegiatan presentasi dari hasil diskusi peserta didik, membantu menemukan masalah dan memfasilitasi kegiatan penelitian. Menurut Farisi (2017) prinsip model PBL yaitu dengan memberikan masalah sebagai langkah awal dalam pembelajaran terkait dengan kehidupan sehari-hari. Pemberian masalah di awal bertujuan untuk meningkatkan ketertarikan dan antusiasme peserta didik dalam mengikuti pembelajaran. Selain itu, pemberian masalah juga mampu membangun pengetahuan peserta didik karena mereka tidak langsung diberi informasi tetapi diharuskan berupaya untuk mengorientasi, memecahkan masalah, mengevaluasi dan menarik kesimpulan dari permasalahan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Alamiah (2017), bahwa pemberian masalah nyata di awal pembelajaran dapat memancing stimulus berpikir peserta didik.

Model pembelajaran *Problem Based Learning* memiliki beberapa karakteristik yaitu pembelajaran dimulai dengan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, menggunakan kelompok kecil untuk berdiskusi, dan memfasilitasi peserta didik untuk mempresentasikan pengetahuan yang telah diperolehnya. Melalui PBL, peserta didik belajar dalam kelompok agar mereka mampu menangani situasi baru dan mengembangkan keterampilan belajar.

Pembentukan kelompok kecil saat pembelajaran menggunakan PBL bertujuan untuk membuat peserta didik berkolaborasi, bertukar pendapat, menghargai pendapat peserta didik lain hingga menemukan kesimpulan dari masalah yang diberikan. Ceker & Ozdamli (2016) menyatakan bahwa kerja kelompok merupakan aspek penting dalam PBL. Melalui kerja kelompok peserta didik dilatih untuk mengembangkan ide-ide baru dan mengajukan pertanyaan yang mampu membantu mengembangkan kemampuan komunikasi sehingga memotivasi mereka untuk menjadi aktif dalam pembelajaran.

Selain untuk mengembangkan kemampuan berkolaborasi, dari studi yang dilakukan oleh Fung (2016) diperoleh hasil bahwa pembelajaran menggunakan kerja kelompok lebih efektif untuk mengembangkan kemampuan kritis peserta didik jika dibandingkan dengan pembelajaran berbasis instruksi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yulianti (2017) bahwa model pembelajaran PBL dapat meningkatkan hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik.

Model *Problem Based Learning* memiliki lima tahapan pembelajaran yaitu:

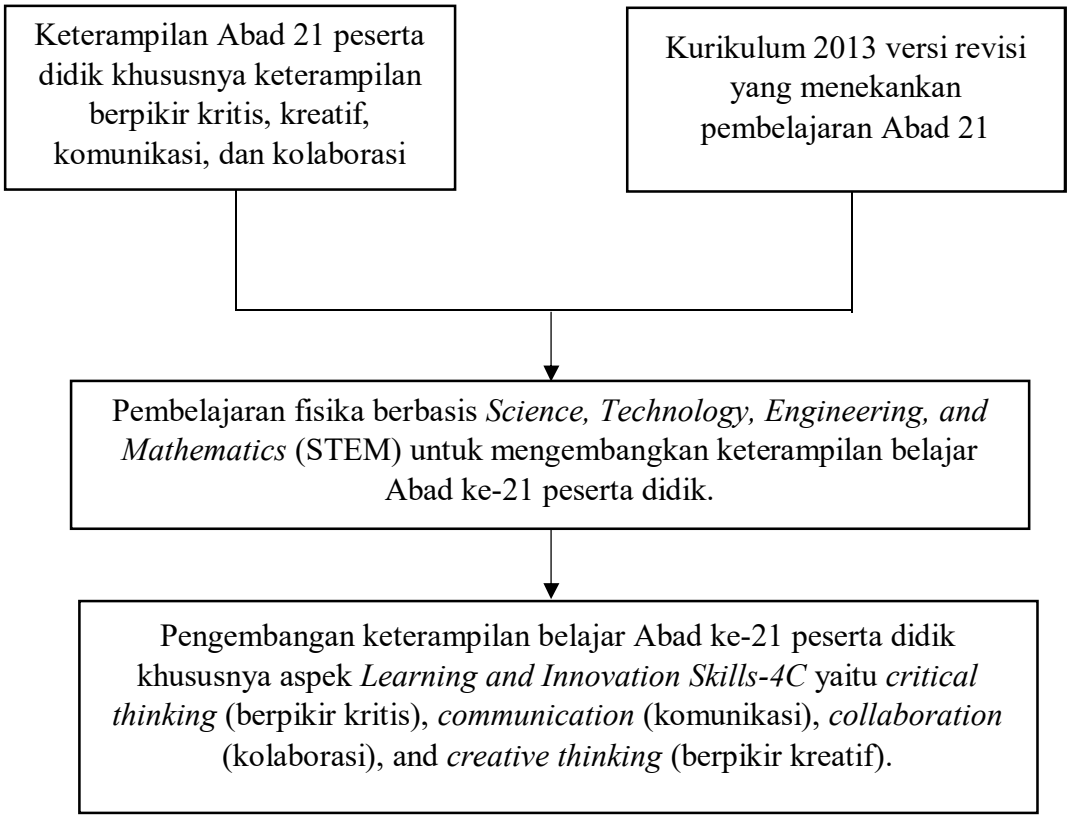
1. memberikan orientasi tentang permasalahan kepada peserta didik
2. mengorganisasikan peserta didik untuk belajar
3. membimbing penyelidikan individu maupun kelompok
4. mengembangkan dan menyajikan hasil karya
5. menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

2.4 Kerangka Berpikir

ke-*US-based Partnership for 21st Century Skills* mengidentifikasi kecakapan yang diperlukan di Abad ke-21 yaitu *Learning and Innovation Skills-4C* yaitu *Critical Thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), and *creative thinking* (berpikir kreatif). ke-Hal ini sejalan dengan rumusan Kemendikbud yang menyatakan bahwa pembelajaran Abad ke-21 harus mampu mengembangkan keterampilan belajar Abad ke-21 pada peserta didik yang meliputi berpikir kritis dan mampu menyelesaikan masalah, kreatif dan inovatif, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi (Kemendikbud, 2016).

Pada umumnya, pembelajaran fisika saat ini masih bersifat konvensional karena guru lebih banyak menyampaikan konsep dibandingkan memberikan contoh permasalahan dalam dunia nyata. Saat kegiatan belajar mengajar, peserta didik cenderung bersifat pasif. Hal tersebut terjadi karena pembelajaran fisika dilakukan menggunakan metode ceramah dan pemberian tugas secara individu. Pembelajaran tersebut kurang melibatkan peserta didik untuk aktif baik dalam aspek komunikasi maupun kolaborasi. Dalam pembelajaran pun peserta didik cenderung kurang aktif untuk mengajukan pertanyaan serta menanggapi permasalahan yang diberikan oleh guru. Kemampuan peserta didik untuk menganalisis dan menafsirkan informasi juga masih kurang. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan belajar Abad ke-21 peserta didik masih rendah dalam mata pelajaran fisika.

Pengembangan keterampilan Abad ke-21 dapat dilakukan melalui pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, salah satunya adalah melalui penerapan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). STEM adalah suatu pembelajaran yang mengintegrasikan empat bidang ilmu yaitu sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam satu bidang pelajaran. Salah satu karakteristik utama pembelajaran berbasis STEM adalah menanamkan aspek teknologi, rekayasa, dan matematika ke dalam sains untuk memecahkan masalah sehingga diperlukan suatu model pembelajaran yang selaras. Salah satu model pembelajaran yang tepat adalah *Problem Based Learning* (PBL) yang mengajak peserta didik untuk menguraikan, menganalisis, dan mencari jawaban dari permasalahan yang diberikan. Berdasarkan uraian tersebut, maka kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penentuan Objek Penelitian

3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester genap Tahun Pelajaran 2019/2020 di SMA Negeri 1 Kendal yang beralamat di Jalan Soekarno Hatta KM.03, Purwokerto, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah.

3.1.2 Populasi

Populasi penelitian adalah seluruh peserta didik kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Kendal tahun pelajaran 2019/2020 yaitu XI MIPA1, XI MIPA2, XI MIPA3, XI MIPA4, XI MIPA5, XI MIPA6, dan XI MIPA7.

3.1.3 Sampel

Sampel penelitian yaitu kelas XI MIPA7 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA6 sebagai kelas kontrol sesuai dengan rekomendasi guru fisika yang mengajar. Kedua kelas yang digunakan terdiri atas 32 peserta didik dalam setiap kelasnya. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *Purposive sampling* yaitu pengambilan anggota sampel dari populasi yang tidak didasarkan atas strata tetapi didasarkan pada tujuan tertentu (Arikunto, 2016).

3.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini yaitu:

3.2.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran yaitu pendekatan STEM untuk kelas eksperimen dan pendekatan yang biasa digunakan di sekolah untuk kelas kontrol.

3.2.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah keterampilan Abad ke-21 terutama pada aspek *Learning and Innovation Skills-4C* yaitu *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), and *creative thinking* (berpikir kreatif).

3.3 Desain Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Quasi Experimental Design* menggunakan *Nonequivalent Control Group Design*. Sampel dalam penelitian ini terdiri dari dua kelas yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen yang diberi *pre test* sebagai uji awal dan pemberian *post test* sebagai uji akhir. Desain penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

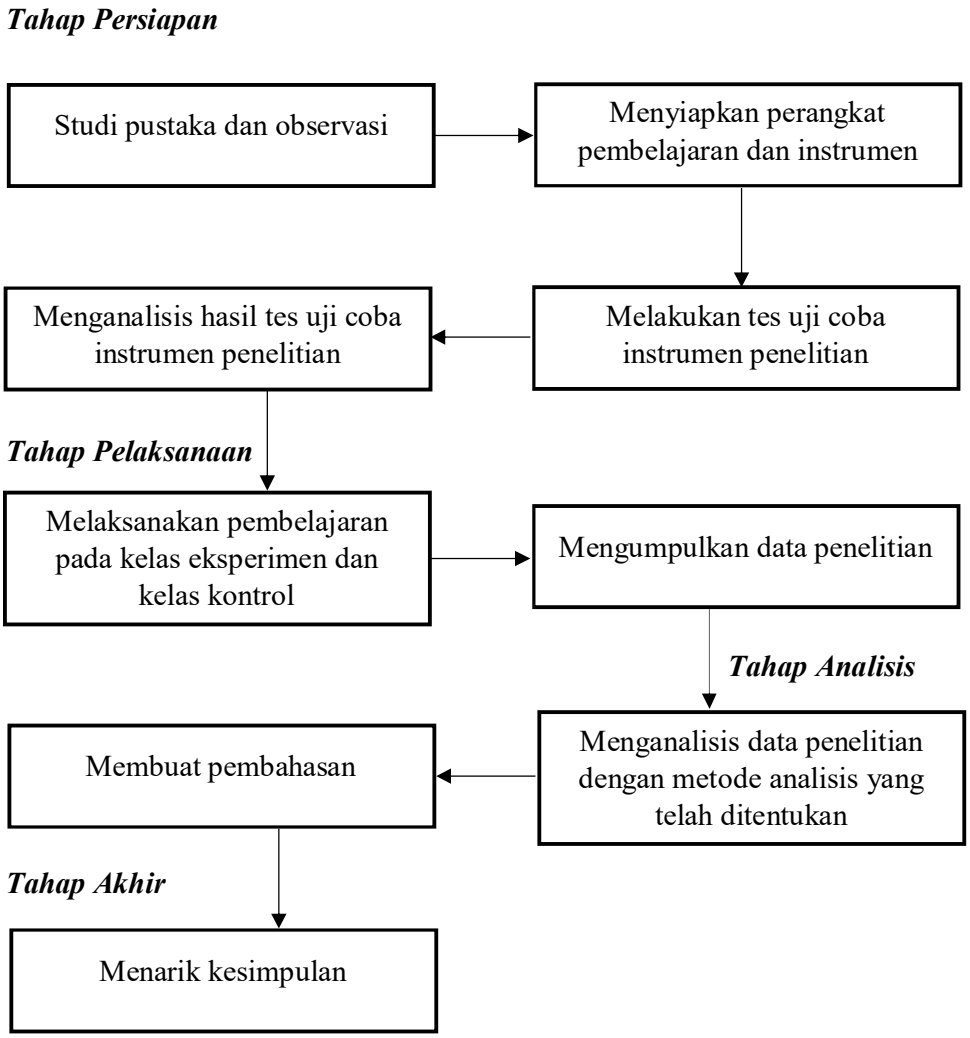
Gambar 3.1 Desain Penelitian

O_1	**X**	**O_2**
O_3	**Y**	**O_4**

O_1 dan O_3 merupakan hasil *pre test* kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum diberi perlakuan. X adalah perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen, yaitu pembelajaran menggunakan pendekatan STEM, sedangkan Y adalah perlakuan yang diberikan kepada kelas kontrol berupa pembelajaran menggunakan pendekatan yang biasa diterapkan di sekolah. O_2 dan O_4 adalah hasil *post test* kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah diberi perlakuan. Selanjutnya data yang diperoleh dalam penelitian dianalisis menggunakan teknik yang telah ditentukan.

3.3.2 Tahapan Penelitian

Adapun skema tahapan penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skema Penelitian

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.4.1 Metode Tes

Instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes uraian untuk menguji kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik. Hal ini karena bentuk soal uraian baik untuk mengukur hasil belajar peserta didik pada tingkatan aplikasi, analisis, evaluasi, dan kreativitas (Widoyoko, 2015). Tes yang diberikan berupa *pre*

test yaitu tes yang dilaksanakan sebelum diberikan perlakuan dan *post test* yang dilakukan setelah pemberian perlakuan.

3.4.2 Metode Observasi

Metode observasi pada penelitian ini digunakan untuk mengamati aspek keterampilan komunikasi lisan dan kolaborasi peserta didik yang dilakukan oleh beberapa observer selama pembelajaran berlangsung. Masing-masing indikator penilaian keterampilan komunikasi lisan dan kolaborasi peserta didik disesuaikan dengan aspek 4C yang terdapat di Trilling & Fadel (2009).

3.4.3 Metode Angket

Metode non tes yang digunakan berupa angket bertujuan untuk mengetahui minat dan respons peserta didik pada kelas eksperimen terhadap pembelajaran fisika berpbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Bentuk angket yang diberikan mengacu pada skala *likert* dengan empat kolom tanggapan yaitu: SS (Sangat Setuju), S (Setuju), TS (Tidak Setuju), STS (Sangat Tidak Setuju).

3.4.4 Metode Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan untuk memperoleh data peserta didik yang akan menjadi subyek penelitian. Selain itu, metode ini juga digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan pembelajaran saat penelitian berlangsung melalui gambar atau video.

3.5 Analisis Instrumen Penelitian

3.5.1 Validitas

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen harus lebih dulu diuji validitasnya. Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen. Terdapat dua macam uji validitas dalam penelitian ini yaitu validitas instrumen tes dan validitas instrumen non tes. Untuk validitas soal tes menggunakan bantuan program *IBM Statistic SPSS 22* melalui menu *Analyze – Correlate –Bivariate*. Lalu membandingkan nilai korelasi hitung (r_{hitung}) dengan (r_{tabel}), jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ maka butir soal yang diuji bersifat valid. Pengambilan

keputusan uji validitas ini dapat dilihat dari hasil *output* SPSS. Tanda bintang satu (*) menunjukkan bahwa data valid pada tingkat signifikansi 0,01 dan tanda bintang dua (**) menunjukkan bahwa data valid pada tingkat signifikansi 0,05.

Validitas instrumen tes pada penelitian ini terdiri dari validitas soal untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dan validitas soal untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif yang hasilnya disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Analisis Validitas Uji Coba Soal

Analisis	**Nomor Soal**
Keterampilan berpikir kritis	
Soal valid	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12
Soal tidak valid	9
Keterampilan berpikir kreatif	
Soal valid	2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12
Soal tidak valid	1, 3, 9

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 18 & Lampiran 19

Selanjutnya, untuk menguji kelayakan instrumen non tes yaitu menggunakan pendapat dari ahli (*judgement experts*). Instrumen non tes yang diuji kelayakannya merupakan perangkat pembelajaran yang meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), bahan ajar, Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM), Lembar Diskusi Peserta didik (LDPD) dan lembar penilaian. Dalam hal ini, perangkat pembelajaran yang disusun berdasarkan aspek-aspek tertentu yang akan diukur lalu dikonsultasikan kepada para ahli dengan meminta pertimbangan untuk mengevaluasi. Terdapat tiga kemungkinan pendapat yang diberikan para ahli menurut Sugiyono (2016) yaitu instrumen dapat digunakan tanpa perbaikan, ada perbaikan, dan perbaikan total. Uji validitas instrumen non tes dilakukan oleh dua orang dosen jurusan fisika dan satu guru mata pelajaran fisika di SMA Negeri 1 Kendal. Uji kelayakan pertama kali dilakukan kepada dosen pembimbing. Setelah dinyatakan layak dan tidak ada revisi, kemudian perangkat diujikan kepada satu

dosen sebagai ahli materi dan satu guru fisika. Hasil *judgment experts* selain dosen pembimbing menyatakan bahwa perangkat layak digunakan dengan revisi oleh dosen dan perangkat layak digunakan tanpa revisi oleh guru.

Uji kelayakan yang dilakukan oleh dua orang ahli selain dosen pembimbing juga menggunakan bantuan lembar penilaian berupa skala. Skala tersebut berisi beberapa komponen yang telah dikonsultasikan kepada dosen pembimbing. Skala yang telah diisi oleh validator lalu dihitung skornya menggunakan rumus berikut:

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimum}} \text{x}100\% \tag{3.1}$$

Dari hasil persentase skor yang diperoleh, skor tersebut lalu dikelompokkan menjadi beberapa kriteria tertentu. Untuk menentukan kriteria penelitian, menggunakan aturan sebagai berikut:

$$\text{Penilaian tertinggi (\%)} = \frac{\text{skor tertinggi}}{\text{skor maksimum}} \text{x}100\% \tag{3.2}$$

$$\text{Penilaian terendah (\%)} = \frac{\text{skor terendah}}{\text{skor maksimum}} \text{x}100\% \tag{3.3}$$

$$\text{Interval kelas (\%)} = \frac{\text{Tertinggi (\%)-Terendah (\%)}}{4} \tag{3.4}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus di atas, maka diperoleh kriteria kelayakan seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Kelayakan Instrumen

Skor (%)	**Kriteria**
81,25 < skor ≤ 100	Sangat Layak
62,50 < skor ≤ 81,25	Layak
43,75 < skor ≤ 62,50	Cukup Layak
25,00 < skor ≤ 43,75	Tidak Layak

Hasil analisis uji kelayakan instrumen pembelajaran yang akan digunakan secara umum dalam penelitian disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Uji Kelayakan Instrumen Non Tes Secara Umum

Validator	Skor (%)	Kriteria
Dosen	81,41	Sangat Layak
Guru	89,18	Sangat Layak
Rata-rata	85,30	Sangat Layak

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 15

Sedangkan hasil uji kelayakan instrumen tiap perangkat pembelajaran disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Uji Kelayakan Instrumen Non Tes Tiap Perangkat

Validator	Perangkat Pembelajaran	Skor (%)	Kriteria
Dosen	RPP	84,61	Sangat Layak
	Bahan Ajar	76,04	Layak
	LDPD	87,50	Sangat Layak
	UKBM	75,00	Layak
	Lembar Penilaian	83,92	Sangat Layak
Guru	RPP	95,19	Sangat Layak
	Bahan Ajar	83,33	Sangat Layak
	LDPD	87,50	Sangat Layak
	UKBM	91,67	Sangat Layak
	Lembar Penilaian	91,07	Sangat Layak

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 15

3.5.2 Tingkat Kesukaran Soal

Menurut Sundayana (2018) tingkat kesukaran adalah tingkat suatu butir soal dipandang sukar, sedang, atau mudah dalam mengerjakannya. Taraf kesukaran dapat dihitung dengan bantuan *software Microsoft Excel 2016* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tingkat Kesukaran (TK)} = \frac{SA+SB}{IA+IB} \tag{3.5}$$

Keterangan:

TK = Tingkat Kesukaran

SA = jumlah skor kelompok atas

SB = jumlah skor kelompok bawah

IA = jumlah skor ideal kelompok atas

IB = jumlah skor ideal kelompok bawah

Untuk menafsirkan tingkat kesukaran butir soal digunakan klasifikasi pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Klasifikasi Tingkat Kesukaran Soal

Interval Tingkat Kesukaran	**Kriteria**
$0{,}00 < TK \leq 0{,}30$	Sukar
$0{,}31 \leq TK \leq 0{,}70$	Sedang
$0{,}71 \leq TK < 1{,}00$	Mudah

Hasil analisis tingkat kesukaran butir soal yang dinyatakan valid disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba

Analisis	**Nomor Soal**
Keterampilan berpikir kritis	
Sukar	11, 12
Sedang	1, 2, 3, 6, 7, 8, 10
Mudah	4, 5
Keterampilan berpikir kreatif	
Sukar	11, 12
Sedang	2, 5, 6, 7, 8, 10
Mudah	4

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 20 & Lampiran 21

3.5.3 Daya Pembeda

Daya Pembeda soal adalah kemampuan suatu butir soal untuk dapat membedakan antara peserta didik yang telah menguasai materi yang ditanyakan dengan peserta didik yang belum atau kurang menguasai materi yang ditanyakan. Untuk menghitung daya pembeda soal uraian dapat menggunakan bantuan *software Microsoft Excel 2016* dengan rumus berikut ini:

$$\text{Daya Pembeda (DP)} = \frac{\text{SA-SB}}{\text{IA}} \tag{3.6}$$

Keterangan:

DP = Daya pembeda

SA = jumlah skor kelompok atas

SB = jumlah skor kelompok bawah

IA = jumlah skor ideal kelompok atas

Untuk menentukan kelompok atas dan kelompok bawah didasarkan pada jumlah responden yang mengerjakan soal uji coba sebanyak 36 peserta didik. Menurut Arifin (2012) yaitu diambil sebanyak 27% dari jumlah keseluruhan dengan klasifikasi seperti pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Klasifikasi Daya Pembeda Soal

Interval Daya Pembeda	**Kriteria**
$DP > 0{,}40$	Sangat baik
$0{,}30 \leq DP \leq 0{,}39$	Baik
$0{,}20 \leq DP \leq 0{,}29$	Cukup
$DP < 0{,}19$	Jelek

Uji daya pembeda dilakukan terhadap soal yang dinyatakan valid dalam uji validitas sebelumnya, dengan hasil disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Hasil Analisis Daya Pembeda Soal Uji Coba

Analisis	**Nomor Soal**
Keterampilan berpikir kritis	
Sangat baik	2, 6, 7, 8
Baik	4, 10
Cukup	5
Jelek	11, 12
Keterampilan berpikir kreatif	
Sangat baik	10
Baik	2, 4, 6, 8
Cukup	5, 7
Jelek	11, 12

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 22 & Lampiran 23

3.5.4 Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui ketepatan suatu instrumen untuk mengukur apa yang akan diukur. Suatu instrumen dikatakan reliabel bila hasil penelitian yang diberikan relatif sama jika diberikan pada subyek yang sama meskipun dilakukan oleh orang yang berbeda, waktu yang berlainan, dan tempat yang berbeda (Sundayana, 2018). Pengujian reliabilitas tes uji coba soal menggunakan bantuan program *IBM Statistic SPSS 22* dengan metode *Cronbach Alpha* melalui menu *Analyze – Scale – Reliability Analysis*. Pengambilan keputusan dinyatakan dengan melihat nilai *Cronbach Alpha* dimana suatu instrumen dinyatakan reliabel jika memiliki nilai *Cronbach Alpha* $\geq$ 0,60 (Trihendradi, 2013).

Uji reliabilitas dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama yaitu uji reliabilitas soal uji coba yang dinyatakan valid dan tahap kedua yaitu uji reliabilitas terhadap soal yang akan digunakan dalam penelitian. Hasil uji reliabilitas uji coba soal tahap pertama disajikan dalam Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Hasil Uji Reliabilitas Tahap 1

Analisis	Nilai *Cronbach Alpha*	N
Keterampilan berpikir kritis	0,848	11
Keterampilan berpikir kreatif	0,811	9

Hasil uji reliabilitas untuk keseluruhan soal uji coba yang valid dinyatakan reliabel dengan koefisien 0,848 untuk kemampuan berpikir kritis dan koefisien 0,811 untuk kemampuan berpikir kreatif. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan meliputi uji validitas, tingkat kesukaran, daya pembeda, dan uji reliabilitas diperoleh lima soal yang akan digunakan dalam penelitian sebagai soal *pre test* dan *post test* yaitu soal nomor 2, 4, 6, 8, dan 10. Selanjutnya kelima butir soal tersebut kembali diuji reliabilitasnya dengan hasil seperti disajikan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Hasil Uji Reliabilitas Tahap 2

Analisis	Nilai *Cronbach Alpha*	N
Keterampilan berpikir kritis	0,830	5
Keterampilan berpikir kreatif	0,719	5

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 24

Dari hasil uji reliabilitas terhadap soal yang akan digunakan dalam penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.10 diperoleh hasil koefisien *Cronbach Alpha* sebesar 0,830 untuk kemampuan berpikir kritis dan 0,719 untuk kemampuan berpikir kreatif. Karena nilai koefisien *Cronbach Alpha* $\geq$ 0,60 dapat disimpulkan bahwa instrumen soal tes dinyatakan reliabel dan memenuhi kriteria untuk dijadikan sebagai soal *pre test* dan *post test*.

3.6 Metode Analisis Data

3.6.1 Teknik Analisis Data Awal

3.6.1.1 Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk membuktikan bahwa sampel penelitian diambil dari populasi yang homogen. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah kedua sampel memiliki varians yang sama atau tidak. Data yang digunakan untuk uji homogenitas kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah nilai *pre test* untuk keterampilan berpikir kritis maupun kreatif. Hipotesis yang digunakan dalam uji ini adalah sebagai berikut.

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (varians nilai kelas kontrol dan eksperimen homogen)

H_a : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (varians nilai kelas kontrol dan eksperimen tidak homogen)

Uji yang dilakukan menggunakan uji *Levene's* pada program *IBM Statistics SPSS 22* melalui menu *Analyze – Compare Means – One Way ANOVA*. Datayang telah dibuat dalam satu kolom diberi kode kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan *variable view*. Selanjutnya variabel data dipindahkan ke kotak *Dependent list* dan variabel kelas ke kotak *Factor*. Bagian *options* di-klik, dan diberi tanda √ pada *Homogeneity of variance* tes, kemudian dilanjutkan dengan meng-klik *OK*.

Pengambilan keputusan didasarkan pada tabel *Independent Sample T-Test* pada *Levene's Test for Equality of Variances.* Jika nilai *Levene's test* signifikan (probabilitas < 0,05) maka H_0 ditolak, yang menandakan bahwa kedua kelompok memiliki varians yang berbeda (data tidak homogen). Jika nilai *Levene's test* tidak signifikan (probabilitas > 0,05), maka H_0 diterima, yang menandakan bahwa kedua kelompok memiliki varians yang sama (data bersifat homogen). Hasil analisis uji homogenitas terhadap nilai *pre test* kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 3.11

Tabel 3.11 Hasil Uji Homogenitas

Keterampilan	*Levene's Test for Equality of Variances*
Berpikir Kritis	0,209
Berpikir Kreatif	0,956

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 32

Pada Tabel. 3.11 dapat dilihat bahwa dari hasil uji homogenitas diperoleh nilai signifikansi lebih dari 0,05 yang menunjukkan jika kedua kelas memiliki varians yang sama dan dapat digunakan sebagai sampel penelitian.

3.6.1.1 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang akan dianalisis berdistribusi normal atau tidak. Untuk data yang berbentuk kelompok, digunakan uji statistik *Kolmogrov Smirnov* karena data penelitian berjumlah kurang dari 40 dengan hipotesis statistika sebagai berikut:

H_0 = Data berasal dari populasi yang terdistribusi normal

H_a = Data berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal

Pengujian dilakukan dengan menggunakan bantuan program *IBM SPSS 22 for Windows* menggunakan *One Sample Kolmogrov Smirnov Test* melalui menu *Analyze – Nonparametric Test – Legacy Dialogs – I-Sample-K-S-Test*. Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan pada nilai *pre test* dan *post test* kelas eksperimen dan kelas kontrol baik untuk keterampilan berpikir kritis maupun kreatif. Pengambilan keputusan didasarkan pada kriteria ujinya yaitu H_0 diterima jika pada tabel *One Sample Kolmogrov Smirnov Test* baris *Asymp. Sig*. (*2-tailed*) > *level of significant* (0,05). Jika nilai signifikansi lebih dari 0,05 maka H_0 diterima dan H_a ditolak sehingga data dinyatakan terdistribusi normal, sedangkan apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga data tidak terdistribusi normal. Hasil uji normalitas ditunjukkan dalam Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Hasil Uji Normalitas

Kriteria	*Asymp. Sig.* (*2-tailed*)	
	Pre test	*Post test*
Kelas Eksperimen (XI MIPA 7)		
Keterampilan Berpikir Kritis	0,166	0,092
Keterampilan Berpikir Kreatif	0,200	0,145
Kelas Kontrol (XI MIPA 6)		
Keterampilan Berpikir Kritis	0,197	0,076
Keterampilan Berpikir Kreatif	0,098	0,200

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 33

Berdasarkan hasil uji normalitas yang disajikan pada Tabel 3.12, diperoleh nilai *Asymp. Sig.* (*2-tailed*) kelas eksperimen maupun kelas kontrol lebih dari 0,05, yang artinya H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa data nilai *pre test* dan *post test* untuk keterampilan berpikir kritis maupun kreatif terdistribusi normal.

3.6.2 Teknik Analisis Data Akhir

3.6.2.1 Uji Perbedaan

Pada penelitian ini dilakukan dua macam uji perbedaan, yaitu: (1) menguji beda rata-rata perkembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif pada kelas eksperimen sebelum dan sesudah mendapat pembelajaran berpendekatan STEM; (2) menguji perbedaan antara kelas eksperimen yang mendapat pembelajaran fisika berpendekatan STEM dan kelas kontrol dengan pembelajaran menggunakan pendekatan yang biasa diterapkan di sekolah. Uji perbedaan dilakukan dengan bantuan program *SPSS 22 for Windows*.

3.6.2.1.1 Uji Beda Rata-rata Perkembangan Keterampilan Berpikir Kritis atau Kreatif antara Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Uji perbedaan ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan keterampilan berpikir kritis dan kreatif antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol menggunakan nilai *post test*. Pengujian dilakukan dengan bantuan program

IBM Statistics SPSS 22 melalui menu *Analyze – Compare Means – Independent Samples T Test* dengan hipotesis

H_0 : Tidak ada perbedaan dalam penerapan pembelajaran fisika berpendekatan STEM terhadap keterampilan belajar Abad ke-21 dibandingkan penerapan pembelajaran biasa.

H_a : Ada perbedaan dalam penerapan pembelajaran fisika berpendekatan STEM terhadap keterampilan belajar Abad ke-21 dibandingkan penerapan pembelajaran biasa.

Pengambilan keputusan dapat dilihat pada kolom *T-test for Equality of Means.* Jika probabilitas (nilai *sig. 2-tailed*) lebih dari 0,05, maka Ho diterima dan Ha ditolak, sedangkan jika probabilitas (*sig. 2-tailed*) jika kurang dari 0,05 maka H_0 ditolak dan Ha diterima. Selain itu pengambilan keputusan juga dapat dilihat dari nilai hitung t pada tabel. Jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka Ho diterima dan Ha ditolak.

3.6.2.1.2 Uji Beda Rata-rata Perkembangan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Peserta didik Setelah Penerapan Pembelajaran Berpendekatan STEM

Untuk menguji beda rata-rata perkembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif sebelum dan setelah pembelajaran berpendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) menggunakan hasil *pre test* dan *post test* kelas eksperimen dengan hipotesis

H_0 : Tidak ada perbedaan sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran fisika berpendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

H_a : Ada perbedaan sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran fisika berpendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

Pengujian dilakukan dengan bantuan *IBM Statistics SPSS 22* melalui menu *Analyze – Compare Means – Paired Sample T Test*. Pengambilan keputusan berdasarkan

nilai probabilitas (*sig. 2-tailed*) pada tabel *Paired Samples Test* jika lebih dari 0,05 maka H_0 ditolak, sedangkan jika probabilitas (*sig. 2-tailed*) jika kurang dari 0,05 maka H_0 diterima. Selain itu pengambilan keputusan juga dapat dilihat dari nilai hitung t pada tabel *Paired Samples Test*. Jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka Ho diterima dan Ha ditolak.

3.6.2.2 Uji Peningkatan (*Normalized Gain*)

Uji gain ternormalisasi dilakukan untuk memperoleh gambaran umum mengenai perkembangan keterampilan 4C setelah maupun selama proses pembelajaran fisika berpendekatan STEM. Uji peningkatan dapat dihitung menggunakan rumus *N-gain* (Sundayana, 2018) sebagai berikut:

$$\text{Gain ternormalisasai } \langle g \rangle = \frac{\langle S_{po} \rangle - \langle S_{pr} \rangle}{100 - \langle S_{pr} \rangle} \quad (3.7)$$

Dengan g adalah faktor gain; S_{post} adalah nilai *post test*: dan S_{pre} adalah nilai *pre test*. Kriteria penilaian faktor gain dapat dilihat pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Kriteria Penilaian *Gain*

N-gain	Kriteria
$-1{,}00 \leq g < 0{,}00$	Terjadi penurunan
$g = 0{,}00$	Tetap
$0{,}00 < g < 0{,}30$	Rendah
$0{,}30 \leq g < 0{,}70$	Sedang
$0{,}70 \leq g \leq 1{,}00$	Tinggi

3.6.2.3 Analisis Lembar Observasi Keterampilan Komunikasi dan Kolaborasi

Metode observasi digunakan untuk mengamati aspek keterampilan komunikasi dan kolaborasi peserta didik dengan bantuan lembar observasi yang dilakukan oleh beberapa *observer*. Hasil analisis lembar observasi akan digunakan untuk menganalisis perkembangan keterampilan komunikasi dan kolaborasi peserta didik selama diterapkan pembelajaran fisika berpendekatan STEM. Penilaian dilakukan

setiap pertemuan dan pada tiap indikator dalam lembar observasi. Data pada lembar observasi dianalisis dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimum}} \text{x}100\% \quad (3.8)$$

Hasil persentase yang didapat kemudian dikelompokkan ke dalam kriteria tertentu. Menurut Sudjana (2005), kriteria penilaian ditentukan oleh aturan berikut.

$$\text{Penilaian tertinggi (\%)} = \frac{\text{skor tertinggi}}{\text{skor maksimum}} \text{x}100\% \quad (3.9)$$

$$\text{Penilaian terendah (\%)} = \frac{\text{skor terendah}}{\text{skor maksimum}} \text{x}100\% \quad (3.10)$$

$$\text{Interval kelas (\%)} = \frac{\text{Tertinggi (\%)-Terendah (\%)}}{4} \quad (3.11)$$

Berdasarkan perhitungan dengan aturan di atas, maka kriteria keterampilan komunikasi dan kolaborasi peserta didik dapat disajikan dalam Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Kriteria Observasi Keterampilan Komunikasi dan Kolaborasi

Skor (%)	Kriteria
84 < Skor ≤ 100	Sangat tinggi
68 < Skor ≤ 84	Tinggi
52 < Skor ≤ 68	Sedang
36 < Skor ≤52	Rendah
20 < Skor ≤ 36	Sangat rendah

3.6.2.4 Analisis Angket Respons Peserta didik

Tanggapan terhadap pembelajaran berpendekatan STEM diukur menggunakan angket dengan 22 butir pernyataan yang terdiri dari 11 pernyataan positif dan 11 pernyataan negatif. Analisis angket diukur menggunakan skala *Likert* berbentuk *checklist*. Skala *Likert* yang digunakan adalah skala *Likert* yang telah dimodifikasi dengan empat pilihan jawaban yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat

tidak setuju. Sistem penskoran menurut Sugiyono (2015) dengan skala *Likert* dijelaskan pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15 Skala *Likert* Angket Respons

Pilihan Jawaban	Skor Item	
	Pernyataan Positif	Pernyataan Negatif
Sangat Setuju (SS)	4	1
Setuju (S)	3	2
Tidak Setuju (TS)	2	3
Sangat Tidak Setuju (STS)	1	4

Setelah angket diisi oleh peserta didik pada kelas eksperimen selanjutnya data dari angket kemudian dianalisis menggunakan rumus berikut.

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{jumlah skor maksimal}} \text{ x } 100\% \tag{3.12}$$

Hasil persentase skor yang didapat lalu dikelompokkan ke dalam kriteria tertentu. Menurut Sudjana (2005), kriteria penilaian ditentukan oleh aturan berikut.

$$\text{Penilaian tertinggi (\%)} = \frac{\text{skor tertinggi}}{\text{skor maksimum}} \text{x}100\% \tag{3.13}$$

$$\text{Penilaian terendah (\%)} = \frac{\text{skor terendah}}{\text{skor maksimum}} \text{x}100\% \tag{3.14}$$

$$\text{Interval kelas (\%)} = \frac{\text{Tertinggi (\%)-Terendah (\%)}}{4} \tag{3.15}$$

Berdasarkan perhitungan dengan aturan di atas, maka kriteria angket respons peserta didik dapat disajikan dalam Tabel 3.16.

Tabel 3.16 Kriteria Angket Respons Peserta didik

Persentase	Kriteria
81,25 < skor ≤ 100	Sangat Efektif
62,50 < skor ≤ 81,25	Efektif
43,75 < skor ≤ 62,50	Cukup Efektif
25,00 < skor ≤ 43,75	Tidak Efektif

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Pembelajaran Fisika Berbasis STEM

Pembelajaran fisika materi teori kinetik gas berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) pada penelitian ini diterapkan di kelas XI MIPA7 sebagai kelas eksperimen. Pembelajaran dilakukan selama tiga kali pertemuan, setiap pertemuan terdiri dari dua jam pelajaran. Penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM di kelas eksperimen dapat dikatakan berjalan dengan baik dan efektif. Pembelajaran berbasis STEM juga dianggap mampu mengembangkan keterampilan belajar Abad ke-21. Hal ini disimpulkan berdasarkan hasil analisis angket respons peserta didik yang secara lengkap dibahas pada Sub Bab 4.6. Pengamatan terhadap proses pembelajaran dilakukan oleh guru fisika dengan bantuan Lembar Keterlaksanaan yang disajikan pada Lampiran 28, yang menyatakan bahwa pembelajaran telah terlaksana dan materi telah disampaikan kepada peserta didik.

Aspek STEM diintegrasikan dalam kegiatan maupun perangkat yang digunakan dalam pembelajaran meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang mengikuti sintaks PBL, bahan ajar, Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM), Lembar Diskusi Peserta Didik (LDPD), dan instrumen penilaian. Sains sebagai aspek utama diintegrasikan dalam bentuk pembahasan materi di setiap sub bab. Aspek teknologi diintegrasikan dalam bentuk pembahasan penerapan konsep dasar alat-alat yang termasuk penerapan teori kinetik gas. Aspek *engineering* (rekayasa) diintegrasikan dalam bentuk informasi desain dan cara kerja beberapa teknologi yang menerapkan konsep teori kinetik gas. Aspek matematika diintegrasikan pada setiap sub bab dalam bentuk penggunaan notasi angka-angka untuk perhitungan dan penggunaan lambang matematis suatu besaran.

Pertemuan pertama diawali oleh *pre test* untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis dan kreatif peserta didik yang dilakukan di kelas eksperimen

maupun kontrol. Kegiatan pembelajaran selanjutnya pada pertemuan pertama adalah mengajak peserta didik untuk mencari tahu mengenai cara kerja balon udara agar dapat terbang yang berhubungan dengan konsep dasar teori kinetik gas sebagai stimulus. Penyampaian materi diawali dengan menjelaskan tujuan pembelajaran, memberikan pertanyaan yang berkaitan dengan sains, dan mengajak peserta didik berdiskusi untuk memahami konsep dan hukum gas ideal serta penerapannya dalam aspek teknologi sehari-hari. Peserta didik diarahkan untuk berdiskusi dalam kelompok yang terdiri dari 4-5 orang. Mereka diberi motivasi untuk menggali rasa ingin tahu dan menyelesaikan masalah di UKBM dengan cara berkolaborasi.

Keterampilan komunikasi dan kolaborasi peserta didik selama pembelajaran berlangsung diamati dan dinilai oleh beberapa *observer* dengan acuan indikator tertentu. Aktivitas selama kegiatan pembelajaran juga diamati oleh guru kelas yang mengampu dengan bantuan lembar keterlaksanaan. Untuk memahami konsep gas ideal, peserta didik diajak menonton simulasi piston yang ditekan menggunakan *virtual lab* dan berdiskusi mengenai contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari seperti ban meletus, jarum suntik, dan *pressure cooker*. Aspek matematika dalam STEM diterapkan ketika peserta didik diminta untuk merumuskan hubungan antara suhu, volume, dan gas berdasarkan kasus piston yang ditekan. Selama diskusi berlangsung, peserta didik menunjukkan antusiasme yang tinggi. Mereka saling menyampaikan pendapat, menyanggah dan bertanya dengan teman kelompoknya. Selanjutnya setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas dan menyimpulkan hasil pembelajaran bersama.

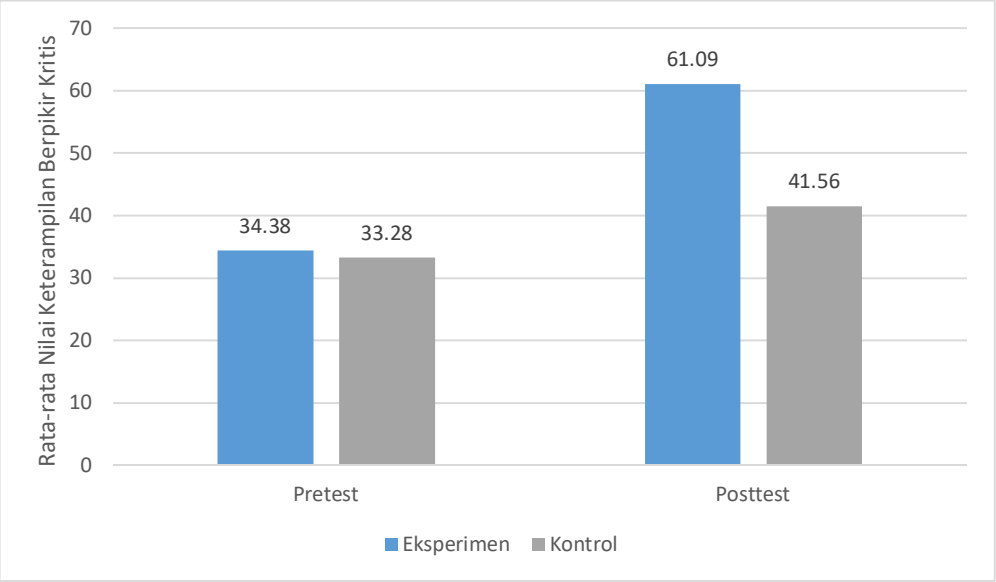
Pembelajaran pertemuan ke dua pada kelas eksperimen masih menggunakan kegiatan kolaborasi. Pada pertemuan ini mereka diminta melakukan eksperimen sederhana untuk membuktikan hukum gas ideal yang telah mereka pelajari di pertemuan sebelumnya. Permasalahan yang disajikan di LDPD menuntut peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif dalam memecahkan masalah melalui metode eskperimen. Setiap peserta didik diwajibkan menuliskan hasil eksperimen di lembar diskusi masing-masing. Selama melakukan percobaan, mereka terlihat

sangat antusias dibuktikan dengan banyaknya peserta didik yang bertanya dan saling memberikan respons kepada temannya.

Setelah peserta didik melakukan kegiatan eksperimen, setiap kelompok diminta mempresentasikan hasilnya pada pertemuan ketiga secara bergantian dengan ditanggapi oleh kelompok lain. Pembelajaran diawali dengan kegiatan mengulas materi sebelumnya yaitu mengenai hukum dan persamaan umum gas ideal serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik duduk berkelompok untuk berdiskusi mengenai keterkaitan antara aspek-aspek sains, teknologi, rekayasa, matematika pada *airbag*. Selanjutnya mereka diminta mempresentasikan hasil diskusi dan menyimpulkan pembelajaran secara bersama-sama. Pertemuan ke tiga diakhiri dengan kegiatan *post test* untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik setelah pembelajaran.

4.2 Perkembangan Keterampilan Berpikir Kritis

Perkembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada penelitian ini dinilai berdasarkan hasil tes tulis yang berbentuk uraian yang diberikan pada awal dan akhir pembelajaran. Rata-rata nilai *pre test* dan *post test* keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rata-rata Nilai *Pre test* dan *Post test* Keterampilan Berpikir kritis

Perkembangan keterampilan berpikir kritis dianalisis dengan menggunakan uji *N-Gain*. Hasil uji *N-Gain* yang diperoleh disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kritis

Kelas	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
	Pre test	***Post test***		
Eksperimen	34,38	61,09	0,40	Sedang
Kontrol	33,28	41,56	0,12	Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 36

Rata-rata nilai *post test* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol selanjutnya dianalisis menggunakan uji t untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan keterampilan berpikir kritis di antara kedua kelas tersebut. Hasil *Independent Sample T Test* disajikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji *Independent Sample T Test* Keterampilan Berpikir Kritis

Kelas	**n**	**Mean**	**df**	t_{hitung}	***Sig. (2-tailed)***
Eksperimen	32	60,47	62	-8,148	0,000
Kontrol	32	42,34			

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 34

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa hasil *Independent Sample T Test* didapatkan nilai signifikansi (2-tailed) 0,000 < 0,05 dan nilai t_{hitung} sebesar 8,148 sedangkan harga t_{tabel} untuk signifikansi 5% yaitu 1,9989 (Sugiyono, 2016) sehingga - t_{hitung} < - t_{tabel} yang menandakan Ho ditolak. Hal ini membuktikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Selain itu terdapat juga perbedaan antara rata-rata nilai *pre test* dan *post test* pada kelas eksperimen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Untuk menguji beda rata-rata perkembangan keterampilan berpikir

kritis sebelum dan setelah pembelajaran berbasis STEM dilakukan uji t berupa *Paired Sample T Test* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.3.

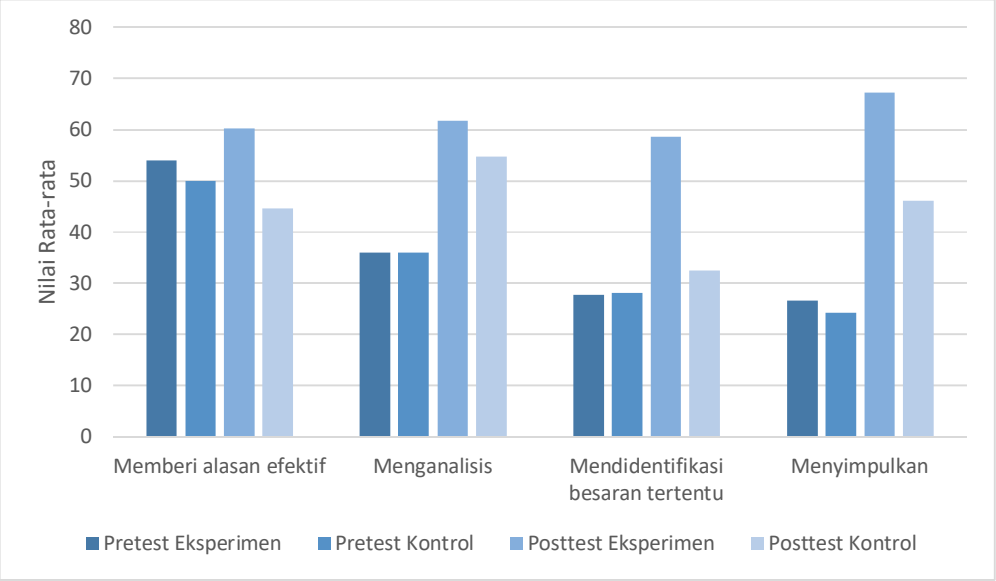
Tabel 4.3 Hasil uji *Paired Sample T Test* Keterampilan Berpikir Kritis

n	**df**	**t_{hitung}**	***Sig. (2-tailed)***
32	31	-12,202	0,000

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 35

Berdasarkan hasil *Paired Sample T Test* pada nilai *pre test* dan *post test* kelas eksperimen didapatkan t_{hitung} sebesar -12,202 sedangkan harga t_{tabel} untuk signifikansi 5% yaitu 2,0395 (Sugiyono, 2016). Karena $- t_{hitung} < - t_{tabel}$ yaitu -12,202 < -2,0395 dan nilai signifikansi (2-tailed) 0,000 < 0,05 maka Ho ditolak. Hal ini menandakan bahwa ada perbedaan keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM. Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis STEM mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis lebih baik.

Keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan pada penelitian ini meliputi memberikan alasan efektif, mengidentifikasi besaran tertentu, menganalisis, dan menyimpulkan. Rata-rata nilai *pre test* dan *post test* masing-masing indikator keterampilan berpikir kritis disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Nilai Rata-rata Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

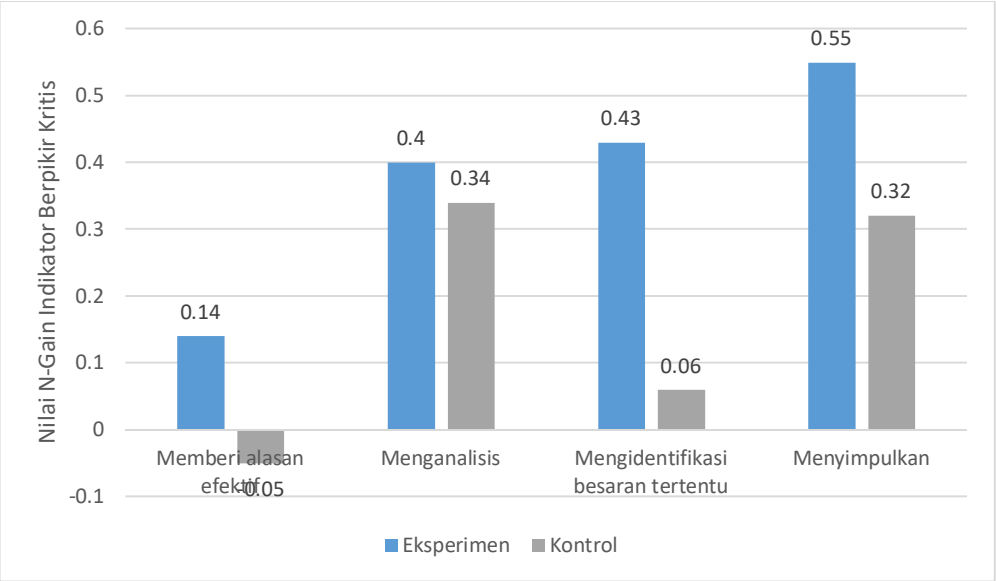
Perkembangan setiap indikator keterampilan berpikir kritis untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol dianalisis dengan menggunakan uji *N-Gain*. Hasil *N-gain* tiap indikator yang diperoleh disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator	**Kelas**	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
		Pre test	***Post test***		
Memberi alasan efektif	Eksperimen	53,91	60,16	0,14	Rendah
	Kontrol	50,00	44,53	-0,05	Turun
Menganalisis	Eksperimen	35,94	61,72	0,40	Sedang
	Kontrol	35,94	54,69	0,34	Sedang
Mengidentifikasi besaran tertentu	Eksperimen	27,73	58,59	0,43	Sedang
	Kontrol	28,13	32,42	0,06	Rendah
Menyimpulkan	Eksperimen	26,56	67,19	0,55	Sedang
	Kontrol	24,22	46,09	0,32	Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 37

Perkembangan keterampilan berpikir kritis setiap indikator dianalisis dengan menggunakan uji *N-Gain* yang hasilnya disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai *post test* kelas eksperimen yang menggunakan STEM pada proses pembelajaran dibandingkan dengan kelas kontrol. Rata-rata nilai *post test* peserta didik di kelas eksperimen juga menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini didukung oleh hasil uji *N-Gain* yang disajikan pada Tabel 4.1, peningkatan pada kelas eksperimen mencapai angka 0,40 yang menandakan terjadi pada kriteria sedang, sedangkan di kelas kontrol hanya sebesar 0,12 yang berada pada kategori rendah. Nilai *gain* kelas eksperimen yang lebih besar dari kelas yang memperlihatkan bahwa perkembangan keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Santoso & Mosik (2019), bahwa penerapan STEM dalam pembelajaran fisika mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Keterampilan berpikir kritis merupakan cara berpikir yang berkaitan dengan nalar. Berpikir kritis mengharuskan seseorang untuk menganalisis, mengategorikan, dan menilai atau memutuskan. Kemampuan dalam berpikir kritis memberikan arahan yang tepat bagi individu dalam berpikir dan bekerja, serta membantu mencari keterkaitan antara yang satu dengan lainnya. Keterampilan ini penting dikembangkan karena dengan berpikir kritis individu mampu menilai tingkat kredibilitas suatu pendapat, menguatkannya dengan bukti dan mengevaluasi serta menyimpulkan masalah (Fung, *et al.*, 2016).

Pemberian masalah yang disajikan dengan memadukan aspek-aspek STEM dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Keterampilan ini juga dikembangkan melalui kegiatan diskusi untuk menemukan rumusan matematis dalam materi teori kinetik gas. Penyampaian materi yang dikaitkan dengan aplikasi kehidupan sehari-hari mampu mendorong peserta didik untuk menalar, menganalisis, dan menarik kesimpulan dari masalah yang diberikan. Menurut Mater, *et al.*, (2020), pembelajaran berbasis STEM dilakukan melalui kerja kelompok yang membantu meningkatkan interaksi antar peserta didik dengan mengungkapkan ide, bertukar pendapat, dan saling mengoreksi yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis mereka khususnya dalam menganalisis, menyimpulkan, dan membuat keputusan.

Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa keterampilan berpikir kritis setiap indikator pada kelas eksperimen mengalami peningkatan, berbanding terbalik dengan kelas kontrol yang mengalami ketidakstabilan yang ditunjukkan pada analisis indikator 1 yaitu memberi alasan efektif. Hal ini karena pembelajaran pada kelas eksperimen bersifat *active learning* yang banyak memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan keterampilan Abad ke-21 mereka salah satunya yaitu berpikir kritis. Seperti yang dikemukakan oleh Kusumoto (2018), untuk memerintahkan peserta didik agar aktif, guru harus pintar merencanakan dan menerapkan metode pembelajaran yang menarik antara lain melalui diskusi kelompok. Peserta didik didorong untuk menyampaikan pendapatnya melalui *brainstorming* dan mendiskusikannya dari berbagai sudut pandang sampai

memperoleh jawaban dari masalah yang diajukan guru. Beberapa peserta didik yang sudah terbiasa dengan pembelajaran berpusat pada guru pada mulanya terlihat enggan dan ragu untuk berpartisipasi dalam kegiatan kelompok. Namun, secara bertahap mereka mulai terlibat untuk menyelesaikan masalah. Peserta didik yang lebih pintar lalu mengajari temannya yang masih belum paham dan mereka memperdalam pemahaman mereka bersama-sama. Berdasarkan hasil penelitian Mater, *et al.*, (2020), perkembangan keterampilan berpikir kritis dapat terjadi karena pembelajaran berbasis STEM memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menggunakan pengetahuannya untuk memecahkan masalah kehidupan sehari-hari hingga menemukan solusinya dengan cara ilmiah.

4.2.1 Memberikan Alasan Efektif

Perkembangan keterampilan berpikir kritis untuk indikator memberikan alasan efektif dianalisis menggunakan uji *N-Gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Memberi Alasan Efektif

Kelas	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
	Pre test	***Post test***		
Eksperimen	53,91	60,16	0,14	Rendah
Kontrol	50,00	44,53	-0,05	Turun

Kemampuan memberi alasan efektif diperlukan peserta didik untuk mengasumsikan sesuatu secara tepat untuk memperoleh solusi dari suatu permasalahan. Pada soal tes nomor 1, peserta didik diminta memberikan alasan mengenai suatu permasalahan sehari-hari yaitu penyebab ban sepeda motor yang sudah lama tidak digunakan menjadi kempes sedangkan setelah dicek tidak terdapat kerusakan pada ban. Sebagian besar peserta didik memberikan alasan yang tepat pada soal tersebut tetapi hanya beberapa yang bisa mengaitkannya pada hukum gas ideal pada jawaban *post test* sekalipun materi tersebut sudah dibahas saat pembelajaran.

Berdasarkan Tabel 4.5, peningkatan keterampilan berpikir kritis untuk indikator memberi alasan efektif pada kelas eksperimen menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Hal ini terlihat dari nilai *N-Gain* pada kelas eksperimen yaitu 0,14 sedangkan pada kelas kontrol mengalami penurunan sebesar 0,05. Hal ini karena pembelajaran yang menerapkan STEM melibatkan peserta didik untuk aktif memecahkan permasalahan yang disajikan dalam UKBM melalui kegiatan diskusi dan percobaan sederhana. Namun demikian, pembelajaran pada kelas kontrol cenderung pasif karena lebih banyak berpusat pada guru. Hal ini sesaui dengan penelitian Maolidah, *et al.*, (2017), bahwa dengan menerapkan model pembelajaran yang mengajak peserta didik untuk aktif, mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis mereka, salah satunya pada aspek memberi dan membuat penjelasan sebagaimana yang dikembangkan oleh *Partnership for 21st Century Skills*. Paradigma pembelajaran Abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan di bidang teknologi, media, informasi, keterampilan berpikir kritis, berkomunikasi, kolaborasi, serta berpikir kreatif dan inovatif yang harus dikuasai agar mereka dapat sukses pada kehidupan dan pekerjaannya.

4.2.2 Menganalisis

Perkembangan keterampilan berpikir kritis untuk indikator menganalisis disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Menganalisis

Kelas	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
	Pre test	***Post test***		
Eksperimen	35,94	61,72	0,40	Sedang
Kontrol	35,94	54,69	0,34	Sedang

Keterampilan menganalisis merupakan suatu keterampilan menguraikan sebuah struktur ke dalam komponen-komponennya. Menurut Pllana (2019), berpikir kritis dalam dunia pendidikan adalah ketika kita mampu menganalisis secara mendalam pembelajaran atau pertanyaan yang menjadi bagian dari

pelajaran. Pengembangan keterampilan ini bertujuan agar peserta didik mampu memahami sebuah konsep dengan cara menguraikan atau merincinya ke bagian-bagian yang lebih kecil. Kemampuan ini diperlukan agar mereka dapat memecahkan masalah yang dihadapi.

Tabel 4.6 memperlihatkan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis untuk indikator menganalisis pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol berada dalam kategori sedang. Namun rata-rata nilai *post test* kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol dengan nilai sebesar 61,72. Karena pada pembelajaran yang menerapkan STEM, peserta didik diberi kesempatan untuk menganalisis permasalahan sehari-hari yang disajikan pada UKBM contohnya mengenai badan pompa ban sepeda yang menjadi panas setelah digunakan akibat pengaruh gerakan dan tekanan fluida di dalamnya. Menurut Yulianti, *et al.*, (2019), masalah kontekstual yang disajikan dalam pembelajaran berbasis STEM memotivasi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis sesuai dengan tahapan kemampuan yang dimulai ketika peserta didik dirangsang untuk menganalisis masalah dengan mencari alasan atau bukti yang mendukung ide mereka dalam memecahkan masalah. Kemampuan menganalisis terstimulasi ketika peserta didik mampu menguraikan masalah untuk mencari solusi yang tepat melalui kerja ilmiah yang meliputi kegiatan diskusi, tanya jawab, dan percobaan sederhana. Melalui kegiatan tersebut, peserta didik mampu melatih keterampilan menganalisis, bernalar, dan bertindak secara logis untuk menyelesaikan masalah (Nugraha, *et al.*, 2018). Karena kegiatan diskusi dan percobaan sederhana dapat memotivasi mereka untuk mengkonstruksi dan mengembangkan konsep sains.

Pembelajaran pada kelas eksperimen yang menggunakan model PBL berbasis STEM mendorong pembelajaran bersifat aktif serta berpusat pada peserta didik. Pembelajaran aktif seperti penerapan PBL dilakukan dengan meminta peserta didik untuk mendengarkan, membaca, menulis, merefleksikan rangsangan, berdiskusi, dan memecahkan masalah yang terbukti mampu meningkatkan kemampuan analisis secara signifikan (Kusumawati & Adawiyah, 2019). Hal ini berbanding terbalik dengan pembelajaran yang ada di kelas kontrol yang lebih

banyak berpusat pada guru sehingga peserta didik cenderung pasif ketika proses pembelajaran berlangsung.

4.2.3 Mengidentifikasi Besaran Tertentu

Perkembangan keterampilan berpikir kritis untuk indikator mengidentifikasi besaran tertentu dianalisis dengan menggunakan uji *N-Gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji N-Gain Indikator Mengidentifikasi Besaran Tertentu

Kelas	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
	Pre test	***Post test***		
Eksperimen	27,73	58,59	0,43	Sedang
Kontrol	28,13	32,42	0,06	Rendah

Mengidentifikasi dapat juga diartikan sebagai kemampuan untuk mencari, menemukan, mengumpulkan data dari informasi yang diketahui. Kemampuan ini penting dikembangkan mengingat pada era globalisasi informasi sangat mudah tersebar luas sehingga individu harus dibekali dengan kemampuan mengidentifikasi informasi yang penting untuk diketahui sebelum menentukan tindakan yang tepat. Kemampuan mengidentifikasi diukur menggunakan tes berbentuk *essay* atau uraian. Pada soal disajikan permasalahan yang berhubungan dengan konsep teori kinetik gas lalu peserta didik diminta mengidentifikasi salah satu besaran yang terkait.

Pada tabel 4.7 terlihat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *N-Gain* kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Pada kelas eksperimen keterampilan mengidentifikasi mengalami perkembangan sebesar 0,43 yang termasuk dalam kategori sedang, sedangkan pada kelas kontrol hanya meningkat sebesar 0,06 yang tergolong rendah. Hal ini karena pembelajaran yang menerapkan STEM mengajak peserta didik untuk aktif menemukan konsep melalui kegiatan percobaan sederhana. Pada pembelajaran ini, peserta didik diharuskan mengetahui hubungan besaran-besaran yang ada di hukum gas ideal melalui kegiatan praktikum

sederhana. Sebagaimana pendapat Ilmi & Lagiono (2019), bahwa berpikir kritis mencakup keterampilan untuk menyelesaikan permasalahan sehari-hari dengan cara mengidentifikasi setiap informasi yang diterima lalu mengevaluasi secara sistermatis dan menyampaikan pendapatnya. Salah satu tujuan utama pendidikan adalah agar individu mampu meningkatkan kemampuannya dalam berpikir kritis termasuk membuat keputusan rasional tentang apa yang diperbuat. Contoh berpikir kritis antara lain seseorang mampu menimbang bukti-bukti yang bertentangan dan mengidentifikasi asumsi atau argumen yang keliru.

4.2.4 Menyimpulkan

Perkembangan keterampilan berpikir kritis untuk indikator menyimpulkan dianalisis menggunakan uji *N-Gain* dengan hasil disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Menyimpulkan

Kelas	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
	Pre test	***Post test***		
Eksperimen	26,56	67,19	0,55	Sedang
Kontrol	24,22	46,09	0,32	Rendah

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dikatakan bahwa perkembangan keterampilan berpikir kritis untuk indikator menyimpulkan pada kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Menyimpulkan adalah suatu kemampuan untuk mengambil inti sari dari informasi atau pengetahuan yang telah diketahui. Keterampilan berpikir kritis hakikatnya adalah sebuah proses berpikir yang berujung pada penarikan kesimpulan tentang apa yang harus diyakini dan tindakan apa yang tepat untuk dilakukan (Pramuji, *et al.*, 2018). Karena hal itu keterampilan menyimpulkan sangat penting untuk dikembangkan. Keterampilan ini diukur menggunakan tes berupa soal uraian.

Pada kelas eksperimen yang menggunakan pembelajaran berbasis STEM, peserta didik dihadapkan pada permasalahan di UKBM yang diintegrasikan dengan

aspek-aspek STEM untuk mendukung perkembangan kemampuan menyimpulkan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Lestari (2018), bahwa langkah mempertimbangkan dan menilai permasalahan yang disajikan pada pembelajaran STEM mampu mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan menyimpulkan. Salah satunya yaitu melalui kegiatan percobaan sederhana yang mengajak peserta didik untuk mengidentifikasi atau mengelompokkan data yang dibutuhkan, selanjutnya mereka diharuskan menyimpulkan permasalahan berdasarkan data yang diperoleh.

Pada pembelajaran yang menerapkan STEM peserta didik juga diharuskan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan fenomena sehari-hari secara mandiri maupun kelompok agar mereka mampu memperoleh pengetahuannya sendiri misalkan pada pertemuan pertama mereka dihadapkan pada permasalahan mengenai piston yang berisi gas ideal. Melalui penayangan video *virtual lab* yang menunjukkan keadaan piston ketika ditekan, mereka diharuskan menyimpulkan pengaruh tekanan terhadap volume gas. Menurut Risnanosanti (2019), memberikan tugas yang telah dirancang dengan baik melalui kegiatan belajar aktif mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, misalnya tugas dalam bentuk masalah terbuka yang memungkinkan mereka untuk menemukan konsep sendiri. Tugas ini dapat menjadi dasar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas.

4.3 Pengembangan Keterampilan Komunikasi

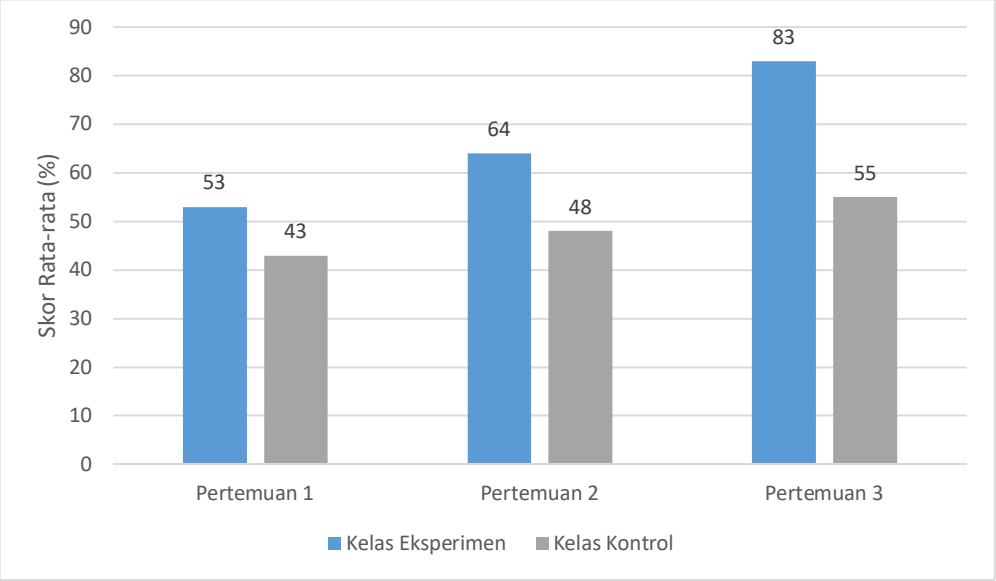
Keterampilan komunikasi pada penelitian ini diamati melalui pengamatan beberapa *observer* ketika pembelajaran berlangsung mencakup komunikasi lisan dan komunikasi tulis. Pengamatan keterampilan komunikasi lisan dilakukan dengan bantuan lembar observasi yang memuat beberapa acuan indikator tertentu yang diambil dari Trilling & Fadel (2009) melalui kegiatan diskusi, percobaan sederhana, tanya jawab dan presentasi, sedangkan pengembangan keterampilan komunikasi tulis dilihat melalui jawaban diskusi di UKBM dan jawaban Lembar Diskusi Peserta Didik.

Secara alami, manusia perlu berkomunikasi sejak dia lahir hingga akhir hayatnya. Sebagai makhluk sosial, manusia selalu berkeinginan untuk berbicara, bertukar ide atau pendapat, mengirim dan menerima informasi, berbagi pengalaman, bekerja sama dengan manusia lain guna memenuhi kebutuhannya. Pada abad ke-21, peserta didik yang mampu bertahan adalah mereka yang dapat berkomunikasi dengan berbagai cara, baik secara lisan maupun tulisan. Sebagaimana pendapat Wrahatnolo & Munoto (2018), komunikasi lisan bukan satu-satunya aspek penting, namun kemampuan menulis juga diperlukan individu untuk menghadapi tantangan Abad ke-21.

Dalam kegiatan mengajar dan belajar, komunikasi diperlukan untuk mempermudah proses penyampaian ide atau pendapat. Peserta didik dituntut untuk memahami, mengelola, dan menciptakan komunikasi yang efektif untuk mengekspresikan ide-ide mereka dalam kegiatan diskusi dengan teman dan selama proses pemecahan masalah. Hal itu menjadikan keterampilan berkomunikasi yang baik penting untuk dikembangkan. Menurut Wang, *et al.*, (2018), pengembangan keterampilan komunikasi dalam pembelajaran dapat dilakukan melalui kegiatan presentasi atau ketika mereka diminta melakukan kerja kelompok dan diskusi untuk menyelesaikan masalah yang disajikan.

4.3.1 Keterampilan Komunikasi Tulis

Keterampilan komunikasi tulis pada penelitian ini diukur melalui hasil *pre test*, *post test*, jawaban di UKBM, dan hasil lembar diskusi peserta didik. Perkembangan keterampilan komunikasi tulis setiap pertemuan disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Skor Rata-rata Keterampilan Komunikasi Tulis

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa keterampilan komunikasi tulis kelas eksperimen maupun kelas kontrol mengalami peningkatan. Hasil rata-rata keterampilan komunikasi lisan secara detail disajikan pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Analisis Skor Rata-rata Keterampilan Komunikasi Tulis

Kelas	**Pertemuan 1**		**Pertemuan 2**		**Pertemuan 3**	
	Skor (%)	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**
Eksperimen	53	Sedang	64.	Sedang	83	Tinggi
Kontrol	43	Rendah	48	Rendah	55	Sedang

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 38

Tabel 4.9 menunjukkan perbedaan skor rata-rata keterampilan komunikasi tulis antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Skor rata-rata kelas eksperimen menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Perkembangan keterampilan komunikasi tulis pada setiap pertemuan juga dianalisis menggunakan

uji *N-Gain*. Hasil uji *N-Gain* keterampilan komunikasi tulis disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Nilai *N-Gain* Komunikasi Tulis Tiap Pertemuan

Kelas	**Pertemuan 2-1**		**Pertemuan 3-2**		**Pertemuan 3-1**	
	< g >	**Kriteria**	**< g >**	**Kriteria**	**< g >**	**Kriteria**
Eksperimen	0,22	Rendah	0,56	Sedang	0,66	Sedang
Kontrol	0,10	Rendah	0,13	Rendah	0,22	Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 39

Keterampilan komunikasi tulis yang dikembangkan pada penelitian ini meliputi tiga indikator, yaitu menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan, mengartikulasikan ide atau gagasan, dan berkomunikatif secara efektif di lingkungan yang beragam. Hasil observasi keterampilan komunikasi tulis untuk tiap indikator disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Skor Rata-rata Indikator Keterampilan Komunikasi Tulis

Kelas		**Pertemuan 1**		**Pertemuan 2**		**Pertemuan 1**	
		Skor (%)	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**
I1	Eksperimen	61	Sedang	76	Tinggi	84	Tinggi
	Kontrol	55	Sedang	57	Sedang	61	Sedang
I2	Eksperimen	55	Sedang	66	Sedang	84	Tinggi
	Kontrol	45	Rendah	56	Sedang	61	Sedang
I3	Eksperimen	44	Rendah	49	Rendah	79	Tinggi
	Kontrol	28	Sangat Rendah	31	Rendah	43	Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 40

Pengembangan keterampilan komunikasi tulis dinilai sangat penting untuk menghasilkan lulusan yang berkualitas dan siap terjun dalam dunia kerja. Sebagaimana pendapat yang dikemukakan oleh Grainger (2019), bahwa yang terpenting ketika berkomunikasi melalui tulisan bukan hanya mengenai konten yang sesuai tetapi juga harus memperhatikan ejaan, konstruksi kalimat, dan tata bahasa. Perkembangan keterampilan komunikasi tulis untuk setiap indikator dianalisis menggunakan uji *Normalized Gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Komunikasi Tulis

	Kelas	**Pertemuan 2-1**		**Pertemuan 3-2**		**Pertemuan 3-1**	
		<g>	**Kriteria**	**<g>**	**Kriteria**	**<g>**	**Kriteria**
I1	Eksperimen	0,38	Sedang	0,17	Sedang	0,08	Rendah
	Kontrol	0,04	Rendah	0,19	Rendah	0,06	Rendah
I2	Eksperimen	0,39	Sedang	0,52	Sedang	0,62	Sedang
	Kontrol	0,08	Rendah	0,08	Rendah	0,16	Rendah
I3	Eksperimen	0,64	Sedang	0,68	Sedang	0,65	Sedang
	Kontrol	0,11	Rendah	0,27	Rendah	0,21	Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 41

Hasil uji *N-Gain* pada Tabel 4.10, menunjukkan bahwa keterampilan komunikasi tulis kedua kelas sama-sama mengalami peningkatan, tetapi peningkatan pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan pada kelas kontrol. Walaupun demikian, peningkatan keterampilan komunikasi tulis pada kelas eksperimen hanya berada dalam kategori sedang. Pengembangan keterampilan komunikasi tulis peserta didik dengan pembelajaran berbasis STEM dilakukan melalui kegiatan pemecahan masalah yang disajikan di UKBM. Setelah peserta didik memecahkan masalah melalui kegiatan diskusi kelompok, hasil diskusi ditulis di UKBM masing-masing. Pada pertemuan ke dua peserta didik juga diminta menyelesaikan permasalahan yang ada di Lembar Diskusi melalui kegiatan praktikum dan menuliskan hasilnya di kolom yang telah tersedia di lembar diskusi.

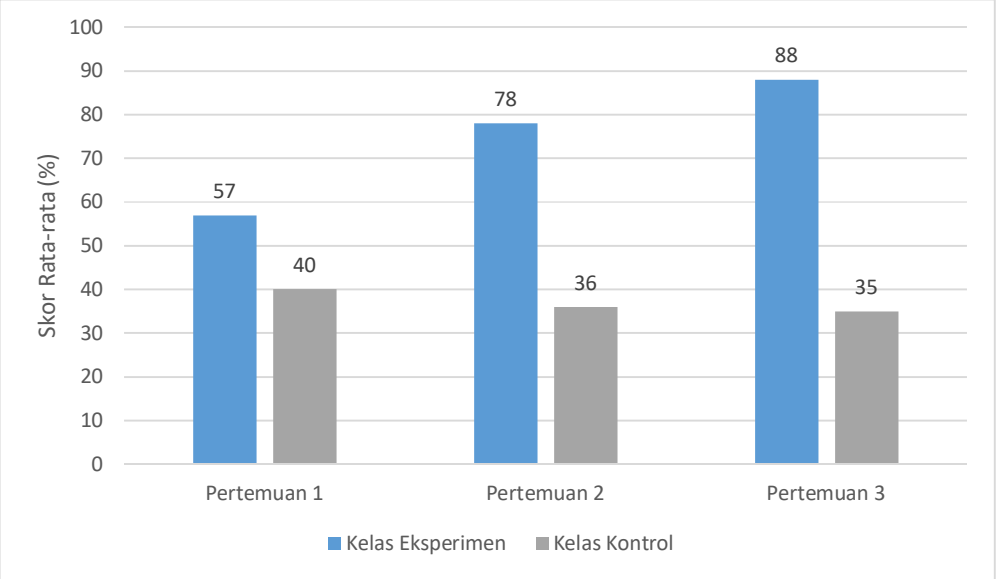
Sesuai dengan pernyataan Yulianti, *et al.*, (2019), bahwa pengembangan kemampuan berkomunikasi menggunakan pembelajaran berbasis masalah dengan menerapkan STEM dapat dilakukan melalui kegiatan mengkomunikasikan hasil diskusi dan menulis laporan.

Secara umum, skor rata-rata keterampilan komunikasi tulis untuk setiap indikator antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol tidak beda jauh tetapi skor rata-rata kelas eksperimen dalam kategori yang lebih baik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Owens & Hite (2020), bahwa pembelajaran berbasis STEM dalam pembelajaran memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempraktikkan dan mengembangkan kemampuannya dalam berkomunikasi. Pembelajaran berbasis STEM pada kelas eksperimen melatih peserta didik mengembangkan kemampuan komunikasi tulis melalui pembiasaan menulis hasil diskusi pada UKBM dan lembar diskusi. Pembelajaran dengan PBL mampu meningkatkan *softskill* peserta didik pada pengembangan komunikasi lisan dan tulis, keterampilan berpikir kritis, kreatif, memecahkan masalah, kolaborasi dan etika kerja (Brata & Mahatmaharti, 2020).

Berdasarkan hasil uji *N-Gain* diperoleh kesimpulan bahwa perkembangan komunikasi tulis menggunakan pembelajaran berbasis STEM lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran pada kelas kontrol. Hal ini karena pembelajaran STEM dengan model *Problem Based Learning* mengharuskan peserta didik memecahkan masalah yang berhubungan dengan aspek-aspek STEM yang hasilnya harus dituliskan pada UKBM dan lembar diskusi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati, *et al.*, (2019), bahwa untuk mengembangkan kemampuan komunikasi tulis salah satu indikatornya yaitu ketika peserta didik mampu menjelaskan ide dan mengungkapkan kembali dengan bahasa sendiri dalam lembar diskusinya.

4.3.2 Keterampilan Komunikasi Lisan

Perkembangan keterampilan komunikasi lisan setiap pertemuan disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Skor Rata-rata Keterampilan Komunikasi Lisan

Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa keterampilan komunikasi lisan kelas eksperimen mengalami peningkatan pada setiap pertemuan. Hasil analisis rata-rata keterampilan komunikasi lisan secara detail disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Analisis Skor Rata-rata Keterampilan Komunikasi Lisan

Kelas	**Pertemuan 1**		**Pertemuan 2**		**Pertemuan 3**	
	Skor (%)	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**
Eksperimen	57	Sedang	78	Tinggi	88	Sangat Tinggi
Kontrol	40	Rendah	36	Rendah	35	Sangat Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 42

Tabel 4.13, memperlihatkan rata-rata skor keterampilan komunikasi lisan kelas ekperimen berbeda dengan kelas kontrol. Perkembangan keterampilan komunikasi lisan pada setiap pertemuan juga dianalisis menggunakan uji *N-Gain*

untuk mengetahui peningkatannya. Hasil uji *N-Gain* keterampilan komunikasi lisan untuk setiap pertemuan disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Nilai *N-Gain* Komunikasi Lisan Tiap Pertemuan

Kelas	**Pertemuan 2-1**		**Pertemuan 3-2**		**Pertemuan 3-1**	
	< g >	**Kriteria**	**< g >**	**Kriteria**	**< g >**	**Kriteria**
Eksperimen	0,51	Sedang	0,53	Sedang	0,7	Sedang
Kontrol	-0,05	Turun	-0,03	Turun	-0,07	Turun

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 43

Keterampilan komunikasi lisan yang dikembangkan pada penelitian ini meliputi tiga indikator, yaitu menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan, mengartikulasikan ide atau gagasan, dan berkomunikatif secara efektif di lingkungan yang beragam. Hasil observasi keterampilan komunikasi lisan untuk tiap indikator disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Skor Rata-rata Indikator Keterampilan Komunikasi Lisan

Kelas		**Pertemuan 1**		**Pertemuan 2**		**Pertemuan 1**	
		Skor (%)	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**
I1	Eksperimen	68	Sedang	85	Sangat Tinggi	93	Sangat Tinggi
	Kontrol	57	Sedang	41	Sedang	41	Rendah
I2	Eksperimen	63	Sedang	83	Tinggi	89	Sangat Tinggi
	Kontrol	39	Rendah	37	Rendah	38	Rendah
I3	Eksperimen	41	Rendah	66	Sedang	83	Tinggi
	Kontrol	23	Sangat Rendah	29	Sangat Rendah	30	Sangat Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 44

Untuk mengetahui perkembangan setiap indikator keterampilan komunikasi lisan dilakukan analisis menggunakan uji *N-Gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil Uji *N-Gain* Tiap Indikator Komunikasi Lisan

	Kelas	**Pertemuan 2-1**		**Pertemuan 3-2**		**Pertemuan 3-1**	
		<g>	**Kriteria**	**<g>**	**Kriteria**	**<g>**	**Kriteria**
I1	Eksperimen	0,58	Sedang	0,32	Sedang	0,82	Tinggi
	Kontrol	-0,44	Turun	0,03	Rendah	-0,41	Turun
I2	Eksperimen	0,55	Sedang	0,21	Rendah	0,70	Sedang
	Kontrol	-0,06	Turun	0,01	Rendah	-0,04	Turun
I3	Eksperimen	0,08	Rendah	0,47	Sedang	0,71	Tinggi
	Kontrol	0,07	Rendah	0,02	Rendah	0,09	Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 45

Perkembangan keterampilan komunikasi lisan dapat dilihat skornya pada Tabel 4.13 dan hasil uji *Normalized Gain* pada Tabel 4.14. Kedua tabel tersebut menunjukkan bahwa perkembangan keterampilan komunikasi lisan peserta didik pada kelas eksperimen lebih baik jika dibandingkan dengan kelas kontrol. Pada kelas eksperimen diterapkan pembelajaran fisika berbasis STEM yang menyajikan masalah-masalah berhubungan dengan sains dan penerapannya dalam teknologi serta rekayasanya yang harus diselesaikan oleh peserta didik. Pada proses penyelesaian masalah tersebut peserta didik diberi kesempatan untuk melakukan diskusi kelompok untuk saling menyampaikan pendapatnya. Melalui kegiatan diskusi, mereka terlibat dalam penyelidikan masalah-masalah yang berhubungan dengan dunia nyata, saling terlibat tukar pendapat dengan teman satu kelompok maupun kelompok lain, dan mempresentasikan hasil diskusinya (Aninda, *et al.*,2019), sehingga peserta didik menjadi lebih aktif. Hal ini berbeda dengan pembelajaran pada kelas kontrol yang lebih banyak berpusat pada guru sehingga peserta didik cenderung pasif.

Berdasarkan hasil analisis, keterampilan komunikasi lisan peserta didik pada kelas eksperimen mengalami peningkatan. Terlihat dari skor rata-rata dan nilai *N-Gain* kelas eksperimen yang leih tinggi dari kelas kontrol. Peningkatan keterampilan komunikasi lisan kelas eksperimen pada kategori sedang dan pada kelas kontrol mengalami penurunan baik dari pertemuan pertama ke pertemuan ke dua, maupun dari pertemuan ke dua ke pertemuan ke tiga.

Pembelajaran pada kelas eksperimen berbasis STEM yang lebih berpusat kepada peserta didik terbukti mampu memotivasi mereka untuk mengembangkan kemampuan komunikasi lisan. Kegiatan diskusi untuk memecahkan masalah, percobaan sederhana, dan presentasi hasil diskusi memancing peserta didik untuk bertukar pendapat dan pikiran baik dengan teman sekelompok, teman antar kelompok atau juga dengan guru. Hal ini sesuai dengan pendapat Sugito, *et al.*, (2017), yang menyatakan bahwa pembelajaran dengan metode diskusi menunjukkan hasil positif untuk mengembangkan kemampuan komunikasi lisan peserta didik karena melalui diskusi mereka belajar untuk menggunakan kata-kata yang efektif, membentuk kalimat yang mudah dipahami dan pemilihan nada suara serta intonasi yang tepat ketika mengemukakan pendapatnya. Kegiatan diskusi yang dilakukan antar peserta didik maupun dengan guru dalam proses pembelajaran akan menimbulkan dialog interaktif yang positif. Melalui interaksi peserta didik dalam kegiatan ini mereka mampu membangun konsep dan memperdalam pemahamannya mengenai materi yang sedang dipelajari (Wang, 2020).

Tabel 4.15 memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan skor rata-rata keterampilan komunikasi lisan setiap indikator. Skor rata-rata kelas eksperimen yang menerapkan STEM dalam pembelajarannya lebih baik jika dibandingkan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Hal ini dapat terjadi karena pembelajaran berbasis STEM mampu mengoptimalkan partisipasi peserta didik melalui kegiatan diskusi, presentasi untuk menyampaikan hasil diskusi kelompok, dan mengerahkan kemampuannya dalam memecahkan masalah terkait kehidupan sehari-hari untuk meningkatkan keterampilan komunikasi verbal mereka (Yulianti, *et al.*, 2020). Berbanding terbalik dengan pembelajaran di kelas kontrol yang lebih

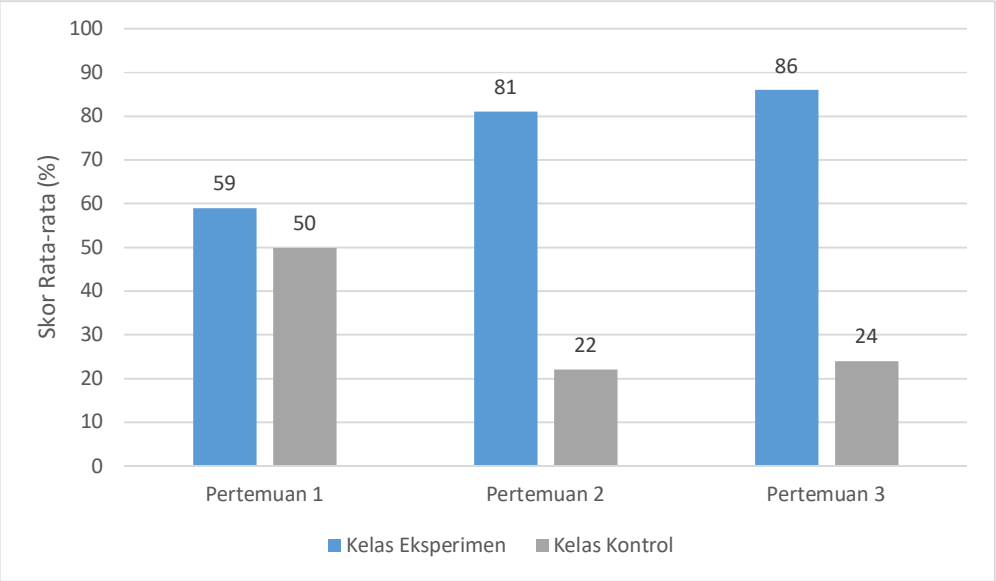
banyak berpusat pada guru, sehingga peserta didik cenderung bersifat pasif dan hanya sibuk mendengarkan penjelasan guru. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Setiawan, *et al.*, (2020), yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan keterampilan komunikasi pada kriteria yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Berdasarkan analisis dengan menggunakan uji *N-Gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.16, dapat dikatakan bahwa perkembangan keterampilan komunikasi lisan untuk setiap indikator pada kelas eksperimen selalu mengalami peningkatan sedangkan pada kelas kontrol ada yang mengalami peningkatan dalam kategori rendah tetapi ada juga yang mengalami penurunan. Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa perkembangan keterampilan komunikasi lisan pada pembelajaran berbasis STEM menunjukkan hasil yang lebih. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Mendes, *et al.*, (2019), bahwa pembelajaran dengan menerapkan STEM mampu meningkatkan keterampilan komunikasi, kepercayaan diri untuk memimpin kelompok, dan kemampuan untuk bekerja dalam kelompok yang akan berguna bagi kehidupan karir individu di masa depan.

Melalui pembelajaran berbasis STEM yang melibatkan peserta didik untuk aktif dalam penyelidikan ilmiah, memungkinkan mereka untuk menerapkan pemahaman sains pada pengambilan keputusan dan terlibat dalam diskusi yang terbukti mampu meningkatkan kemampuan Abad ke-21 terutama keterampilan komunikasi (Paramita, *et al.*, 2019). Pada pembelajaran sains, kemampuan berkomunikasi khususnya secara lisan penting dalam proses penyelesaian masalah. Terlibat dalam sebuah diskusi untuk menyelesaikan masalah dapat membuat pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran meningkat karena peserta didik diharuskan memiliki kemampuan berkomunikasi lisan untuk membujuk dan bertukar pendapat dengan temannya (Wang & Buck, 2016).

4.4 Perkembangan Keterampilan Kolaborasi

Kolaborasi dapat diartikan sebagai kemampuan dalam bekerja sama dan menghargai orang lain. Pada karakter ini peserta didik menunjukkan kemampuannya bekerja sama dalam kelompok, beradaptasi dengan berbagai peran dan tanggungjawab, bekerja produktif dengan orang lain, menempatkan empati pada tempatnya serta menghormati pendapat yang berbeda (Mu'minah & Aripin, 2019). Keterampilan kolaborasi pada penelitian ini diamati oleh beberapa *observer* ketika pembelajaran berlangsung. Pengamatan dilakukan dengan bantuan lembar observasi yang memuat beberapa acuan indikator tertentu ketika kegiatan diskusi, percobaan sederhana, tanya jawab dan presentasi. Perkembangan keterampilan kolaborasi setiap pertemuan disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Skor Rata-rata Keterampilan Kolaborasi

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dikatakan bahwa keterampilan kolaborasi kelas eksperimen meningkat setiap pertemuan sedangkan pada kelas kontrol terjadi ketidakstabilan. Hasil rata-rata keterampilan kolaborasi secara detail disajikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Analisis Skor Rata-rata Keterampilan Kolaborasi

Kelas	Pertemuan 1		Pertemuan 2		Pertemuan 3	
	Skor (%)	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**
Eksperimen	59	Sedang	81	Tinggi	86	Sangat Tinggi
Kontrol	50	Rendah	22	Sangat Rendah	24	Sangat Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 46

Perkembangan keterampilan kolaborasi pada setiap pertemuan pada penelitian ini juga dianalisis menggunakan uji *N-Gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Nilai *N-Gain* Keterampilan Kolaborasi Tiap Pertemuan

Kelas	Pertemuan 2-1		Pertemuan 3-2		Pertemuan 3-1	
	< g >	**Kriteria**	**< g >**	**Kriteria**	**< g >**	**Kriteria**
Eksperimen	0,53	Sedang	0,26	Rendah	0,65	Sedang
Kontrol	-0,56	Turun	0,02	Rendah	-0,52	Turun

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 47

Keterampilan kolaborasi yang dikembangkan pada penelitian ini meliputi tiga indikator, yaitu bekerja secara efektif dan menghormati antar teman, bertanggungjawab dalam kerja kolaborasi, dan berkontribusi dalam membuat kesepakatan untuk tujuan bersama. Hasil observasi setiap indikator keterampilan kolaborasi disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Skor Rata-rata Tiap Indikator Keterampilan Kolaborasi

	Kelas	Pertemuan 1		Pertemuan 2		Pertemuan 1	
		Skor (%)	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**
I1	Eksperimen	57	Sedang	59	Sedang	60	Sedang
	Kontrol	53	Sedang	48	Rendah	49	Rendah
I2	Eksperimen	78	Tinggi	86	Sgt Tinggi	80	Tinggi
	Kontrol	22	Sgt Rendah	23	Sgt Rendah	22	Sgt Rendah
I3	Eksperimen	87	Sgt Tinggi	88	Sgt Tinggi	83	Tinggi
	Kontrol	24	Sgt Rendah	24	Sgt Rendah	24	Sgt Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 48

Perkembangan keterampilan kolaborasi untuk setiap indikator dianalisis menggunakan uji *Normalized Gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Hasil Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Kolaborasi

	Kelas	Pertemuan 2-1		Pertemuan 3-2		Pertemuan 3-1	
		<g>	**Kriteria**	**<g>**	**Kriteria**	**<g>**	**Kriteria**
I1	Eksperimen	0,41	Sedang	0,38	Sedang	0,67	Sedang
	Kontrol	-1,03	Turun	0,02	Rendah	-0,99	Turun
I2	Eksperimen	0,62	Sedang	0,09	Rendah	0,67	Sedang
	Kontrol	-0,60	Turun	0,02	Rendah	-0,58	Turun
I3	Eksperimen	0,46	Sedang	0,06	Rendah	0,59	Sedang
	Kontrol	-0,82	Turun	0,02	Rendah	-0,78	Turun

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 49

Dari hasil analisis skor rata-rata keterampilan kolaborasi pada Gambar 4.6 dan Tabel 4.17 menunjukkan bahwa keterampilan kolaborasi kelas eksperimen menggunakan pembelajaran berbasis STEM lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Werdiningsih, *et al.*, (2019), bahwa pembelajaran STEM yang memberikan peluang bagi peserta didik untuk belajar secara kelompok menuntut mereka untuk banyak berinteraksi dengan orang lain sehingga peserta didik mampu mengembangkan kemampuan kolaborasi. Ketika kegiatan kerja kelompok berlangsung, peserta didik diharuskan mendengarkan pendapat serta berbagi tanggungjawab dengan anggota lain. Melalui kegiatan kelompok yang dibiasakan dalam pembelajaran berbasis STEM, peserta didik diajak untuk bekerja sama dalam tim dengan baik yang terbukti mampu mengembangkan keterampilan kolaborasi mereka (Sattchaket & Thana, 2019).

Secara umum, keterampilan kolaborasi kelas eksperimen selalu meningkat pada tiap pertemuannya. Hal ini karena pada kelas eksperimen yang menerapkan STEM, hampir keseluruhan kegiatan pembelajaran menggunakan sistem belajar kelompok. Menurut Yulianti & Anjani (2020), kegiatan belajar dalam kelompok yang disertai penggunaan bahan ajar berbasis STEM dengan pemberian masalah yang harus dipecahkan bersama dapat membantu mereka lebih cepat menemukan solusinya. Sedangkan pada kelas kontrol, nilai *N-Gain* mengalami penurunan untuk pertemuan pertama ke pertemuan kedua tetapi mengalami peningkatan dengan kategori rendah dari pertemuan kedua ke pertemuan ketiga.

Dari hasil uji *N-Gain* keterampilan kolaborasi untuk tiap indikator yang ditunjukkan pada Tabel 4.20, diperoleh hasil yang berbeda untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pembelajaran yang diterapkan pada kelas eksperimen dengan menerapkan STEM, menunjukkan bahwa keterampilan kolaborasi selalu meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sunardi & Hasanuddin (2019), bahwa pembelajaran STEM mampu mengembangkan keterampilan kerja yang meliputi keterampilan kolaborasi, komunikasi, beradaptasi dan manajemen diri yang diperlukan untuk karier di dunia kerja. Sedangkan pada kelas kontrol mengalami peningkatan dalam kategori rendah dan penurunan untuk keterampilan kolaborasi peserta didik.

4.4.1 Bekerja Secara Efektif dan Menghormati Antar Teman

Indikator keterampilan ini diamati melalui observasi pada saat pembelajaran berlangsung. Hasil analisis lembar observasi keterampilan kolaborasi pada indikator bekerja secara efektif dan menghormati antar teman disajikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Observasi Indikator Bekerja Secara Efektif dan Menghomati Antar Teman

Kelas	**Pertemuan 1**		**Pertemuan 2**		**Pertemuan 3**	
	Skor (%)	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**
Eksperimen	57	Sedang	78	Tinggi	87	Sangat Tinggi
Kontrol	53	Sedang	22	Sangat Rendah	24	Sangat Rendah

Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan kolaborasi untuk indikator bekerja secara efektif dan menghormati antar teman pada kelas eksperimen berada dalam kategori yang lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Sesuai dengan pernyataan McGunagle & Zizka (2020), bahwa salah satu keterampilan utama yang dibutuhkan individu untuk menjadi sumber daya manusia profesional di Abad ke-21 adalah kemampuan bekerja sama dalam tim. Bekerja secara efektif dan menghormati antar teman yang dinilai pada penelitian ini adalah peserta didik bekerja aktif dalam kelompok, menghargai pendapat atau kontribusi teman kelompok, dan bekerja sesuai prosedur serta tepat waktu. Berdasarkan hasil pengamatan pada kelas eksperimen, peserta didik terlihat aktif ketika diberi kesempatan untuk berdiskusi dengan temannya dalam satu kelompok kecil terdiri dari 4-5 orang. Menurut Chou & Chang (2018), berdasarkan standar ukuran kelompok ini, peserta didik dalam kelompok kecil menunjukkan tingkat kepuasan pembelajaran dan perkembangan keterampilan yang lebih signifikan dibanding kelompok besar.

Dalam kegiatan diskusi, peserta didik saling menyampaikan ide atau pendapat untuk memperoleh solusi dari permasalahan. Hal itu menunjukkan bahwa pembelajaran dengan berbasis sains, teknologi, rekayasa, dan matematika mampu mengembangkan kemampuan komunikasi dan kolaborasi peserta didik karena mereka tidak hanya belajar mengenai konsep saja tetapi juga belajar cara bersosialisasi, menghargai, dan mengkomunikasikan pendapat kepada orang lain dengan baik (Rahmawati, *et al.*, 2019). Melalui pembelajaran ini diharapkan peserta didik mampu berinteraksi sosial dengan baik di lingkungan sekolah maupun lingkungan yang lebih luas.

Pada kelas kontrol, peningkatan keterampilan kolaborasi pada indikator ini dikategorikan pada tingkatan yang lebih rendah dibandingkan dengan kelas eksperimen. Pembelajaran pada kelas kontrol belum sepenuhnya memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan kolaborasi. Pada kelas kontrol, kegiatan diskusi hanya dilakukan dengan teman sebangku. Berdasarkan pengamatan *observer*, beberapa peserta didik cenderung lebih fokus pada tugasnya sendiri dan hanya sedikit dari mereka yang melakukan diskusi serta saling tukar pendapat dengan teman sebangkunya. Hal ini yang membuat adanya perbedaan yang signifikan antara keterampilan kolaborasi peserta didik kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Karena perkembangan keterampilan kolaborasi akan efektif jika seorang individu mampu berdiskusi dan mendengarkan orang lain dengan baik dalam suatu forum (Hunaidah, *et al.*, 2018).

4.4.2 Bertanggungjawab dalam Kerja Kolaborasi

Peserta didik harus menyelesaikan bagian tugasnya dengan baik, serta tidak egois dalam menyelesaikan tugas kelompok untuk mencari solusi permasalahan yang disajikan meruapakan indikator bertanggungjawab dalam kerja kolaborasi. Hasil analisis lembar observasi keterampilan kolaborasi untuk indikator bertanggungjawab dalam kerja kolaborasi disajikan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil Observasi Indikator Bertanggungjawab dalam Kerja Kolaborasi

Kelas	Pertemuan 1		Pertemuan 2		Pertemuan 3	
	Skor (%)	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**
Eksperimen	59	Sedang	86	Sangat Tinggi	88	Sangat Tinggi
Kontrol	48	Rendah	23	Sangat Rendah	24	Sangat Rendah

Tabel 4.22 menunjukkan bahwa skor rata-rata indikator bertanggungjawab dalam kerja kolaborasi pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Pembelajaran menggunakan metode diskusi dan percobaan sederhana menuntut peserta didik untuk selalu berinteraksi dengan teman satu kelompoknya untuk memperoleh pengetahuan. Kegiatan belajar yang dilakukan secara berkelompok bertujuan untuk menumbuhkan sikap kerja sama antar peserta didik dalam memecahkan masalah. Melalui kerja kelompok, peserta didik mampu bertukar pendapat maupun saling membandingkan pekerjaan mereka dengan anggota kelompok yang lain (Yulianti, *et al.*, 2019). Hal ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan serta mengembangkan keterampilan mereka.

Pembelajaran pada kelas eksperimen banyak melibatkan peserta didik dengan mendorong mereka untuk aktif melalui kegiatan diskusi, percobaan sederhana, dan presentasi bertujuan untuk menumbuhkan sikap kerja sama di antara anggota kelompok. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Triana, *et al.*, (2020), bahwa kegiatan kolaborasi di pembelajaran STEM mampu meningkatkan sikap tanggungjawab peserta didik dalam berkontribusi pada kerja kelompok. Selama kegiatan kolaborasi, mereka telah mampu bekerja sama untuk mencapai tujuan walaupun terkadang muncul masalah kecil seperti adanya satu atau dua orang yang pada awalnya hanya sedikit mengambil peran di kelompok namun seiring berjalannya waktu mereka dapat mengikuti kegiatan kelompok dengan baik. Melalui pembiasaan berkolaborasi, peserta didik mampu mengembangkan pemikiran tingkat tinggi seperti berpikir kritis dan kreatif, keterampilan

komunikasi, serta menumbuhkan toleransi dengan orang lain, sebagaimana pendapat Nurhayati, *et al.*, (2019), bahwa peserta didik yang belajar melalui kerja kelompok akan lebih mudah menerima dan mengingat materi jika dibandingkan dengan belajar sendiri

4.4.3 Berkontribusi dalam Membuat Kesepakatan untuk Tujuan Bersama

Hasil analisis lembar observasi keterampilan kolaborasi untuk indikator berkontribusi dalam membuat kesepakatan untuk tujuan bersama disajikan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Hasil Observasi Indikator Berkontribusi dalam Membuat Kesepakatan untuk Tujuan Bersama

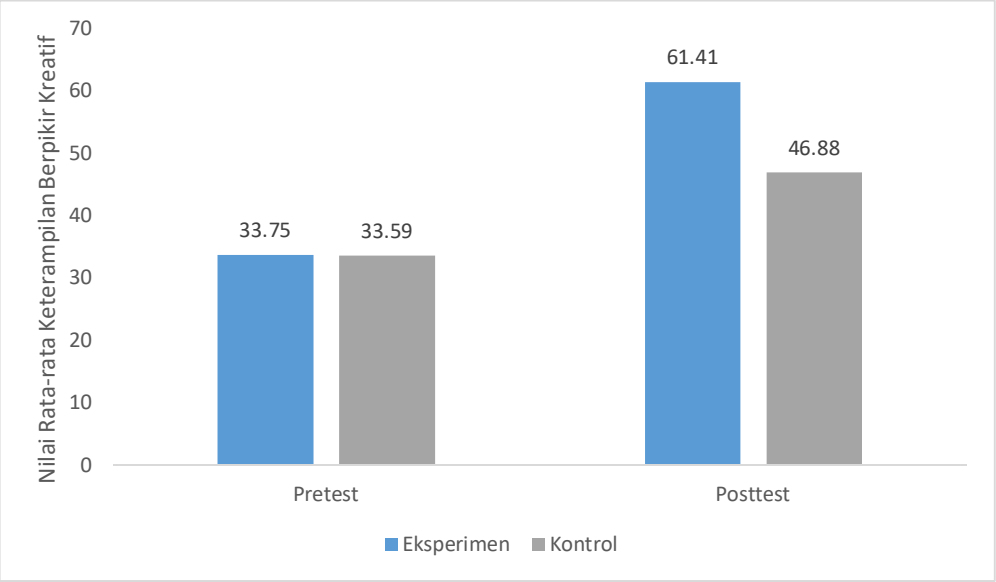
Kelas	**Pertemuan 1**		**Pertemuan 2**		**Pertemuan 3**	
	Skor (%)	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**	**Skor (%)**	**Kriteria**
Eksperimen	60	Sedang	80	Tinggi	83	Tinggi
Kontrol	49	Rendah	22	Sangat Rendah	24	Sangat Rendah

Salah satu hal penting dalam sebuah kegiatan kelompok adalah adanya kontribusi anggota. Berkontribusi artinya peserta didik memiliki peran dalam kegiatan kelompok dengan menyampaikan gagasan atau pendapatnya untuk mencapai kesepakatan serta membantu memberikan penjelasan kepada teman satu kelompok yang belum paham. Hasil analisis lembar observasi untuk indikator ini menunjukkan bahwa skor rata-rata kelas eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Pembelajaran pada kelas eksperimen yang berbasis STEM memfasilitasi peserta didik untuk berbagi ide, menyampaikan pemikiran mereka, dan terlibat dalam diskusi untuk mencapai tujuan bersama. Hal ini terbukti mampu mengembangkan keterampilan kolaborasi peserta didik. Sesuai dengan hasil penelitian Stehle dan Burton (2019), dengan menempatkan peserta didik dalam

kerja kelompok, membuat mereka berbagi tanggungjawab, mengambil keputusan bersama atau saling bergantung satu sama lain merupakan faktor yang mempengaruhi perkembangan kemampuan kolaborasi, sedangkan pada kelas kontrol, kegiatan pembelajaran tidak sepenuhnya mengajak peserta didik untuk aktif dalam kerja kelompok karena tugas-tugas yang disajikan dalam UKBM lebih banyak berupa tugas yang bersifat mandiri dan kontennya tidak terlalu kompleks membuat mereka kesulitan mengembangkan kemampuan kolaborasi. Karena setidaknya ada empat hal yang membuat perkembangan keterampilan kolaborasi menjadi efektif yaitu adanya keterlibatan anggota untuk mencapai tujuan, seluruh anggota mengerahkan kemampuannya, berkontribusi dalam kelompok, dan menjalankan perannya masing-masing (Rustaman, *et al.*, 2018).

4.5 Perkembangan Keterampilan Berpikir Kreatif

Keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada penelitian ini dinilai berdasarkan hasil tes tulis yang berbentuk uraian yang diberikan pada awal dan akhir pembelajaran. Rata-rata nilai *pre test* dan *post test* keterampilan berpikir kreatif kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Nilai Rata-rata Keterampilan Berpikir Kreatif

Untuk mengetahui perk embangan keterampilan berpikir kreatif dianalisis menggunakan uji *N-Gain*. Hasil uji *N-Gain* disajikan pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Hasil Uji *N-Gain* Keterampilan Berpikir Kreatif

Kelas	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
	Pre test	***Post test***		
Eksperimen	33,75	61,41	0,41	Sedang
Kontrol	33,59	46,88	0,20	Rendah

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 50

Untuk mengetahui adanya perbedaan keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah pembelajaran dilakukan uji t terhadap nilai *post test*. Hasil *Independent Sample T Test* disajikan dalam Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Hasil *Independent Sample T Test* Keterampilan Berpikir Kreatif

Kelas	**n**	**Mean**	**df**	t_{hitung}	***Sig. (2-tailed)***
Eksperimen	32	61,41	62	-5,819	0,000
Kontrol	32	47,03			

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 34

Berdasarkan Tabel 4.25, diketahui bahwa hasil *Independent Sample T Test* didapatkan nilai signifikansi (2-tailed) 0,000 < 0,05 dan nilai t_{hitung} sebesar 5,819 sedangkan harga t_{tabel} untuk signifikansi 5% yaitu 1,9989 (Sugiyono, 2016) sehingga - t_{hitung} < - t_{tabel} yang menandakan Ho ditolak. Hal ini membuktikan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan keterampilan berpikir kreatif antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Selain itu terdapat juga perbedaan antara rata-rata nilai *pre test* dan *post test* pada kelas eksperimen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6. Untuk menguji beda rata-rata perkembangan keterampilan berpikir kreatif sebelum dan setelah pembelajaran berbasis STEM pada kelas eksperimen

dilakukan uji t pada nilai *pre test* dan *post test* berupa *Paired Sample T Test* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.26.

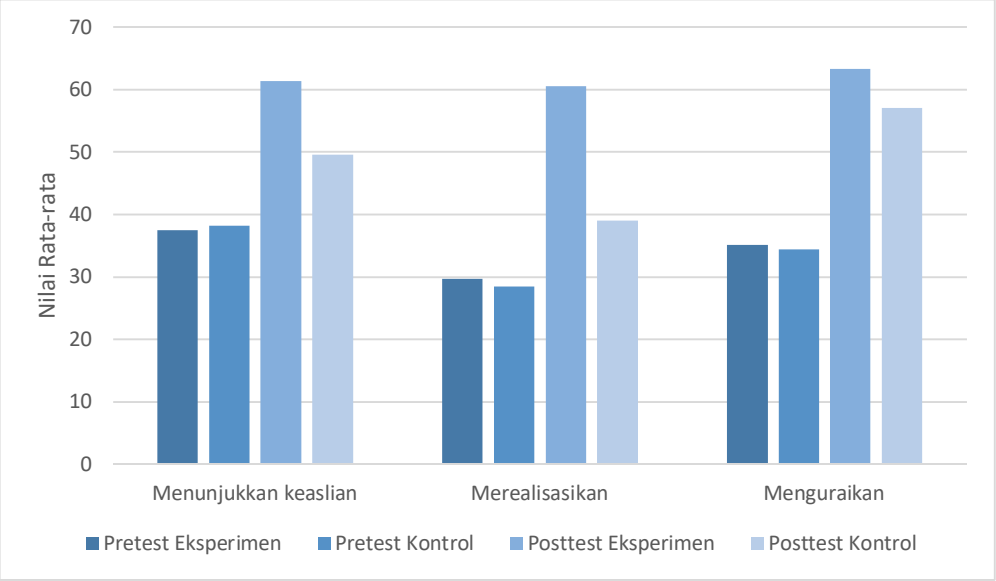
Tabel 4.26 Hasil *Paired Sample T Test* Keterampilan Berpikir Kreatif

n	**Df**	**t_{hitung}**	***Sig. (2-tailed)***
32	31	-13,523	0,000

*) Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 35

Berdasarkan hasil *Paired Sample T Test* pada nilai *pre test* dan *post test* kelas eksperimen didapatkan t_{hitung} sebesar -12,202 sedangkan harga t_{tabel} untuk signifikansi 5% yaitu 2,0395 (Sugiyono, 2016). Karena - t_{hitung} < - t_{tabel} yaitu -12,202 < -2,0395 dan nilai nilai signifikansi (2-tailed) 0,000 < 0,05 maka Ho ditolak. Hal ini menandakan bahwa ada perbedaan keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM.

Keterampilan berpikir kreatif yang dikembangkan pada penelitian ini berdasarkan pada beberapa indikator meliputi menunjukkan keaslian, merealisasikan ide atau gagasan dan menguraikan. Rata-rata nilai *pre test* dan *post test* masing-masing indikator keterampilan berpikir kreatif disajikan pada Gambar 4.8.



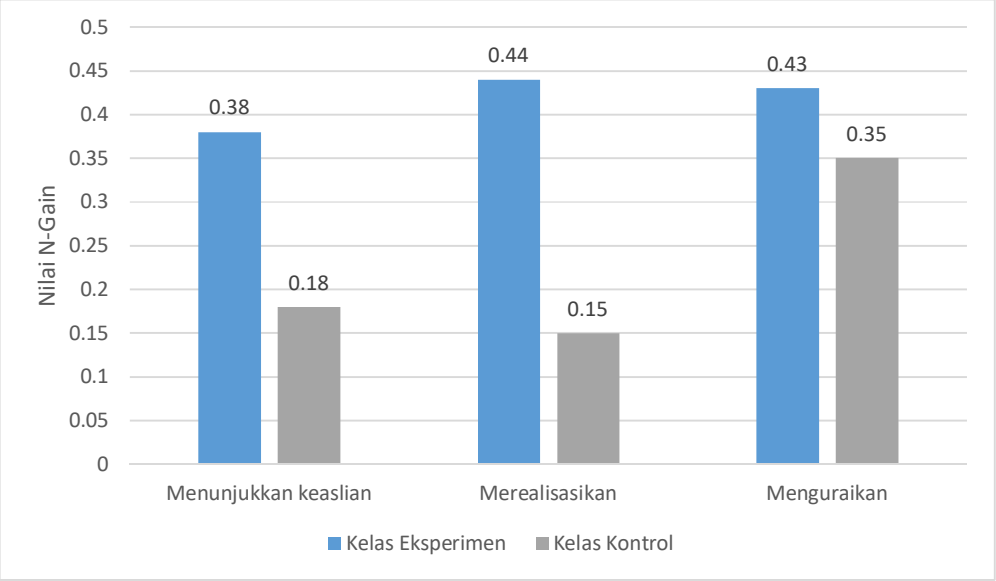
Gambar 4.8 Nilai Rata-rata Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif

Perkembangan setiap indikator keterampilan berpikir kreatif untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol dianalisis menggunakan uji *N-Gain*. Nilai *N-gain* yang diperoleh disajikan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Hasil Analisis Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif

Indikator	**Kelas**	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
		Pre test	***Post test***		
Menunjukkan keaslian	Eksperimen	37,50	61,33	0,38	Sedang
	Kontrol	38,28	49,61	0,18	Rendah
Merealisasikan ide/gagasan	Eksperimen	29,69	60,55	0,44	Sedang
	Kontrol	28,52	39,06	0,15	Rendah
Menguraikan ide/gagasan	Eksperimen	35,16	63,28	0,43	Sedang
	Kontrol	34,38	57,03	0,35	Sedang

Perkembangan keterampilan berpikir kritis setiap indikator dianalisis menggunakan uji *N-Gain* yang hasilnya disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Hasil Uji *N-Gain* Tiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif

Tabel 4.24 memperlihatkan perkembangan keterampilan berpikir kreatif kelas eksperimen yang menerapkan STEM dalam pembelajaran berada dalam kategori sedang dan bukannya dalam kategori tinggi. Hal ini karena berpikir kreatif adalah keterampilan yang perlu diasah tahap demi tahap sehingga memerlukan waktu untuk mengalami peningkatan yang pesat.

Semua negara memiliki tingkat budaya, perkembangan ekonomi, dan pendekatan reformasi yang berbeda serta tercermin dalam metode pendidikan mereka. Meskipun demikian, semua negara menyadari bahwa memberikan pendidikan modern dengan kreativitas memperkuat inovasi mereka dalam perkembangan ekonomi (Pllana, 2019). Ditinjau dari aspek kehidupan manapun, kemampuan berpikir kreatif merupakan salah satu kebutuhan yang penting. Dengan keterampilan ini memungkinkan munculnya penemuan-penemuan baru dalam sains, teknologi, atau usaha manusia lainnya. Menurut Hong, *et al.*, (2019), kreativitas dan pembelajaran adalah dua hal yang saling mendukung. Aktivitas belajar yang memfasilitasi kinerja berpikir kreatif disertai kegiatan praktik mampu mendukung pembelajaran aktif dan konstruktivisme.

Hasil analisis uji *N-Gain* yang dilakukan menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kreatif kelas eksperimen lebih baik jika dibandingkan dengan kelas kontrol. Situasi pembelajaran pada kelas eksperimen yang menerapkan STEM mengajak peserta didik untuk terlibat aktif di dalamnya, lambat laun dapat menumbuhkan sikap positif. Menurut Widiana & Jampel (2016), interaksi antar peserta didik yang berjalan baik dalam pembelajaran dengan memberi mereka kesempatan untuk kerja dan diskusi mampu meningkatkan kepercayaan diri dan persepsi positif.

Kebebasan dan kepercayaan yang diberikan pada peserta didik dalam proses pembelajaran mampu meningkatkan kepercayaan diri, keberanian, dan rasa tanggungjawab dalam belajar. Selain itu, pada saat diskusi mereka akan bertukar pendapat berdasarkan argumen logis dan ilmiah. Ini memotivasi mereka dalam mencari sumber yang relevan untuk memberi argumen yang baik dan menyelesaikan masalah. Sesuai dengan hasil penelitian Motallebzadeh, *et al.*, (2018), melalui kegiatan kolaborasi yang memaksimalkan partisipasi peserta didik untuk terlibat didalamnya mampu mengembangkan kemampuan mereka dalam berpikir kreatif. Hal tersebut merupakan modal bagi peserta didik untuk menjadi pribadi-pribadi yang mampu berpikir kreatif baik di dalam pembelajaran maupun di kehidupan sesungguhnya.

Ketika peserta didik dihadapkan pada masalah tertentu dalam pembelajaran berbasis STEM, mereka akan berusaha memunculkan ide dan pendapat masing-masing saat berdiskusi. Selanjutnya mereka akan saling mengoreksi dan menyamakan pendapat agar sesuai dengan konsep yang sedang dipelajari. Selama menyelesaikan masalah tersebut hingga memperoleh kesimpulannya melalui teknik *brainstorming* dalam diskusi kelompok, peserta didik diberikan kesempatan untuk belajar bersama teman-teman yang memiliki kemampuan berbeda sehingga hal ini mampu memicu lebih banyak pemikiran kreatif dan orisinil selama interaksi berlangsung (Lou, *et al.*, 2017)

Berdasarkan hasil analisis secara keseluruhan menunjukkan bahwa perkembangan keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen berada dalam kategori yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Pembelajaran berbasis STEM

yang mengajak peserta didik untuk aktif serta penyampaian materi yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari khususnya aplikasi berkaitan dengan konsep teori kinetik gas mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Berawal dari rasa ingin tahu lalu mendorong peserta didik untuk menemukan jawabannya melalui pengalaman. Adanya kegiatan percobaan sederhana yang didukung LKPD berbasis STEM menuntut peserta didik berpikir kreatif dalam menyelesaikan permasalahan yang disajikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Irfana (2019), bahwa penggunaan lembar kerja yang memuat sains, teknologi, rekayasa, dan matematika mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

Dari Gambar 4.9, terlihat bahwa perkembangan keterampilan berpikir kreatif untuk tiap indikatornya pada kelas eksperimen yang menerapkan STEM dalam pembelajaran lebih baik jika dibandingkan dengan kelas kontrol. Sejalan dengan hasil penelitian Sumarni, *et al.*, (2019), bahwa pembelajaran yang mengaitkan keempat aspek STEM dapat melatih peserta didik untuk berpikir kreatif. Berdasarkan hasil penelitian ini, mengindikasikan bahwa setiap aspek dari STEM membekali peserta didik dalam pengetahuan dan memfasilitasi untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif. Pembelajaran berbasis STEM melatih peserta didik untuk mengintegrasikan setiap aspek, sehingga mereka lebih mudah memahami subjek yang sedang dipelajari. Melalui pembelajaran STEM, mampu menarik minat peserta didik untuk belajar dan mengasah kemampuan berpikir mereka yang sangat dibutuhkan untuk beradaptasi dalam era persaingan global (Wahono, *et al.*, 2020).

4.5.1 Menunjukkan Keaslian

Perkembangan keterampilan berpikir kreatif untuk indikator menunjukkan keaslian dianalisis menggunakan uji *N-Gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Hasil Uji *N-Gain* Indikator Menunjukkan Keaslian

Indikator	**Kelas**	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
		Pre test	***Post test***		
Menunjukkan keaslian	Eksperimen	37,50	61,33	0,38	Sedang
	Kontrol	38,28	49,61	0,18	Rendah

Dari hasil analisis diperoleh bahwa perkembangan keterampilan berpikir kreatif indikator menunjukkan keaslian pada kelas eksperimen dalam kategori sedang dengan nilai *Gain* 0,38 sedangkan pada kelas eksperimen nilai *Gain* hanya sebesar 0,18 yang berada dalam kategori rendah. Kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learnin*g berbasis STEM banyak menghadapkan peserta didik dengan persoalan-persoalan yang bersifat terbuka. Soal terbuka (*open-ended*) adalah soal yang memungkinkan banyak jawaban atau berbagai macam alternatif penyelesaian.

Indikator menunjukkan keaslian dalam keterampilan berpikir kreatif dinilai berdasarkan keunikan peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Keunikan ini merujuk pada usaha individu untuk menghasilkan produk kreatif dapat berupa ide, gagasan, berbagai solusi dari permasalahan atau rumusan-rumusan matematis. Dalam pembelajaran fisika, perkembangan keterampilan berpikir kreatif khususnya indikator menunjukkan keaslian dapat dilakukan melalui pembelajaran yang menghadapkan peserta didik dengan persoalan-persoalan yang bersifat terbuka. Menurut Silver dalam Ismayani (2016) penggunaan masalah terbuka mampu memberikan pengalaman belajar pada peserta didik yang memungkinkan mereka mampu memberikan solusi yang berbeda.

Kemampuan peserta didik memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda dikembangkan dengan cara menyebutkan ide-ide kreatif dalam memecahkan masalah di kehidupan nyata. Melalui integrasi antara beberapa bidang ilmu (sains dengan teknologi, rekayasan, dan matematika) dalam STEM membantu peserta didik memberikan makna bahwa satu bidang ilmu berhubungan erat dengan bidang ilmu lainnya (Kristiani, *et al.*, 2017).

4.5.2 Merealisasikan Ide atau Gagasan

Perkembangan keterampilan berpikir kreatif untuk indikator merealisasikan ide atau gagasan dianalisis menggunakan uji *N-Gain* yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Hasil *N-Gain* Indikator Merealisasikan Ide atau Gagasan

Indikator	**Kelas**	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
		Pre test	***Post test***		
Merealisasikan ide/gagasan	Eksperimen	29,69	60,55	0,44	Sedang
	Kontrol	28,52	39,06	0,15	Rendah

Berbagai macam permasalahan yang ada mampu diselesaikan dengan kemampuan berpikir kreatif, termasuk juga tuntutan-tuntutan baru yang muncul dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu indikator individu berpikir kreatif adalah mampu merealisasikan ide atau gagasan. Indikator ini dinilai berdasarkan kemampuan peserta didik dalam memberikan ide yang variatif dan kemampuan melihat sesuatu dari sudut pandang yang berbeda (Irfana, 2019). Dari Tabel 4.29, terlihat bahwa kemampuan peserta didik pada kelas eksperimen untuk merealisasikan ide atau gagasan dalam kategori yang lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol.

Dari hasil analisis uji *N-Gain*, diperoleh nilai *gain* kelas eksperimen sebesar 0,44 yang berada dalam kategori sedang dan untuk kelas eksperimen hanya terjadi peningkatan sebesar 0,15 yang berada dalam kategori rendah. Faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan peserta didik dalam merealisasikan ide atau gagasan adalah adanya pengalaman dan rasa ingin tahu. Melalui STEM, hasrat rasa ingin tahu peserta didik didorong dengan cara menghubungkan informasi atau proses di kehidupan nyata dengan informasi yang diperoleh saat pembelajaran yang dapat menumbuhkan keterampilan mereka dalam berpikir kreatif. Hal ini sejalan dengan pernyataan Herak & Lamanepa (2019, h.13), bahwa dengan adanya rasa ingin tahu yang besar, senang bertanya, imajinasi yang tinggi, dan senang akan hal-hal baru merupakan potensi yang penting bagi peserta didik untuk berpikir kreatif. Meskipun

begitu, faktor orang tua, guru di sekolah, dan lingkungan juga turut berpengaruh terhadap perkembangan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif peserta didik.

4.5.3 Menguraikan Ide atau Gagasan

Hasil analisis perkembangan keterampilan berpikir kreatif untuk indikator menguraikan ide atau gagasan disajikan dalam Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil *N-Gain* Indikator Menguraikan Ide atau Gagasan

Indikator	**Kelas**	**Rata-rata Nilai**		**< g >**	**Kriteria**
		Pre test	***Post test***		
Menguraikan ide/gagasan	Eksperimen	35,16	63,28	0,43	Sedang
	Kontrol	34,38	57,03	0,35	Sedang

Menguraikan adalah kegiatan yang mengharuskan individu untuk menjabarkan informasi atau data yang ada. Perkembangan keterampilan berpikir kreatif indikator menguraikan ide atau gagasan dinilai menggunakan jawaban soal tes terbuka. Pada soal nomor 3, peserta didik diminta untuk menguraikan informasi yang sudah disajikan untuk mencari solusi permasalahan. Tabel 4.30 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan keterampilan peserta didik dalam menguraikan ide atau gagasan dalam kategori sedang, baik itu kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Tetapi berdasarkan nilai *gain* yang diperoleh, peningkatan pada kelas eksperimen berada pada taraf yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini karena soal menguraikan sudah dipelajari dalam pembelajaran ketika peserta didik disajikan berbagai informasi dan diminta untuk menyelesaikan permasalahannya. Faktor yang mempengaruhi berkembangnya kemampuan berpikir kreatif peserta didik antara lain kemampuan mereka untuk menguraikan, menganalisis, dan mengevaluasi kejadian-kejadian yang terjadi di sekitar kita berdasarkan pemahaman konsep yang dimilikinya (Sumarni, *et al.*, 2019).

Perkembangan keterampilan berpikir kreatif peserta didik kelas eksperimen memperoleh hasil yang baik pada penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran STEM mampu mengaktualisasi peserta didik untuk mengembangkan

kemampuan berpikir kreatifnya. Sesuai dengan hasil penelitian Siswanto (2018), bahwa pembelajaran fisika berbasis STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. Hasil ini memperlihatkan bahwa pembelajaran yang menerapkan STEM menjadikan peserta didik tidak hanya menghafal konsep, tetapi peserta didik mampu mengerti dan memahami konsep-konsep sains serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, peserta didik mampu membangun pengetahuannya sendiri dalam memecahkan masalah dan mengupayakan berbagai macam solusi yang mendorong mereka untuk berpikir kreatif.

4.6 Respons Peserta Didik terhadap Pembelajaran Fisika Berbasis STEM

Pada penelitian ini, respons peserta didik terhadap pembelajaran fisika berbasis STEM dinilai menggunakan instrumen non tes berupa angket yang diisi oleh peserta didik kelas eksperimen. Terdapat tiga indikator yang dinilai yaitu tanggapan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM, pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap perkembangan keterampilan belajar Abad ke-21 peserta didik, dan kesesuaian implementasi STEM dalam pembelajaran fisika.

Hasil analisis angket respons peserta didik terhadap pembelajaran fisika berbasis STEM disajikan pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Hasil Analisis Angket Respons Peserta didik

Indikator	Skor (%)	Kriteria
Indikator 1 Tanggapan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM	81,45	Sangat Efektif
Indikator 2 Pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap perkembangan keterampilan belajar Abad ke-21	79,04	Efektif
Indikator 3 Kesesuaian implementasi STEM dalam pembelajaran fisika.	77,60	Efektif
Rata-rata	79,36	Efektif

* Data selengkapnya disajikan pada Lampiran 52 & Lampiran 53

Dari Tabel 4.31, terlihat bahwa rata-rata ketiga indikator pada angket memperoleh penilaian yang efektif. Bahkan pada indikator 1 yaitu tanggapan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM memperoleh penilaian sangat efektif dengan perolehan persentase tertinggi yaitu 81,45%. Peserta didik merasa tertarik dengan pembelajaran STEM karena dinilai berbeda dengan yang biasa mereka alami di sekolah. Pembelajaran yang diterapkan merupakan pengalaman baru bagi mereka. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Purwaningsih, *et al.*, (2020), bahwa penerapan STEM dapat membuat pembelajaran fisika lebih menarik dan menyenangkan.

Pada pembelajaran fisika yang menerapkan STEM, peserta didik diajak untuk terlibat aktif dalam pembelajaran melalui kegiatan diskusi, percobaan sederhana, dan presentasi. Saat pembelajaran berlangsung, peserta didik bukan hanya duduk diam mendengarkan guru menyampaikan materi akan tetapi mereka juga difasilitasi untuk mengajukan serta menjawab pertanyaan dan menyampaikan pendapatnya mengenai permasalahan yang disajikan pada UKBM terkait materi gas ideal sehingga membuat mereka lebih antusias dalam pelajaran. Untuk

meningkatkan pemahaman terhadap materi, mereka juga diberi lembar kerja yang berisi masalah yang harus mereka cari jawabannya melalui kegiatan eksperimen sederhana. Sesuai pendapat Yulianti, *et al.*, (2020), diskusi dan eksperimen adalah dua aktivitas yang terdapat dalam lembar kerja berbasis STEM yang dapat mengembangkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta didik melalui pengamatan ilmiah dan pengalaman langsung ketika memecahkan masalah.

Melalui keaktifan peserta didik dalam pembelajaran berbasis STEM mampu membantu mereka untuk mengembangkan keterampilan Abad ke-21. Misalnya melalui kegiatan diskusi mereka diharuskan untuk saling bertukar pendapat dengan teman satu kelompoknya untuk memperoleh jawaban pertanyaan yang disajikan. Tentu saja mereka membutuhkan kemampuan komunikasi agar mampu menyampaikan informasi atau isi pikirannya. Melalui kegiatan ini juga mereka dilatih untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Hal ini karena kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pemberian masalah yang disajikan dalam materi, termasuk pertanyaan yang diajukan guru kepada peserta didik serta kegiatan diskusi dalam pembelajaran (Yulianti, *et al.*, 2020).

Berdasarkan hasil analisis respons siswa indikator tiga diperoleh kesimpulan bahwa STEM sesuai untuk diterapkan pada pembelajaran fisika dengan perolehan persentase sebesar 77,60%. Hal ini sesuai dengan pendapat Setiawaty (2017), bahwa STEM memberikan kesempatan pada peserta didik untuk membangun pengetahuan mereka sendiri sehingga tujuan pembelajaran dapat dicapai dengan lebih baik dan efektif. Melalui proses pembelajaran yang mengintegrasikan keempat aspek STEM memungkinkan mereka memperoleh pengalaman dan pengajaran yang lebih bermakna. Penjelasan materi yang dikaitkan dengan penerapannya dalam teknologi dan rekayasa, kegiatan diskusi, dan eksperimen sederhana berfungsi sebagai sumber utama pengetahuan untuk mengembangkan keterampilan proses sains.

Permasalahan yang diberikan pada pembelajaran STEM merupakan permasalahan nyata yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya dalam bidang teknologi, peserta didik diminta mempelajari mengenai cara kerja *pressure cooker*

yang merupakan salah satu alat yang umum digunakan dalam sehari-hari. Dari proses belajar hingga pemecahan masalah terbukti mampu memfasilitasi mereka untuk mengembangkan keterampilan 4C. Hal ini membuktikan bahwa STEM sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika karena fisika adalah salah satu cabang ilmu sains yang banyak mendasari pembuatan dan pengembangan teknologi saat ini. Sesuai dengan pernyataan Utami (2017), bahwa pembelajaran berbasis STEM dirancang untuk meningkatkan kemampuan masyarakat dalam ilmu pengetahuan dan berinovasi pada produk teknologi agar mampu bersaing secara global. Sudah selayaknya STEM diterapkan di dalam pembelajaran baik itu pembelajaran fisika maupun untuk mata pelajaran lain agar peserta didik bukan hanya mempelajari konsep tetapi juga mengetahui penerapannya dalam kehidupan nyata khususnya di bidang teknologi, rekayasa, dan matematika.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dianalisis dan dibahas pada bab sebelumnya, diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Impelementasi pembelajaran fisika berbasis STEM materi teori kinetik gas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning*. Setiap aspek STEM diintegrasikan pada perangkat pembelajaran yang digunakan untuk memfasilitasi peserta didik dalam mengembangkan keterampilan Abad ke-21. Penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM di kelas eksperimen dapat dikatakan berjalan dengan baik dan efektif berdasarkan hasil analisis angket respons dan penilaian pada lembar keterlaksanaan.
2. Keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah pembelajaran berbasis STEM berkembang dari kategori rendah ke sedang dengan *N-Gain* sebesar 0,40 yang diukur berdasarkan hasil *pre test* dan *post test*.
3. Perkembangan keterampilan komunikasi peserta didik setelah pembelajaran berbasis STEM dianalisis berdasarkan hasil observasi. Keterampilan komunikasi tulis berkembang dengan *N-Gain* sebesar 0,66, sedangkan keterampilan komunikasi lisan dengan *N-Gain* sebesar 0,7.
4. Perkembangan keterampilan kolaborasi peserta didik setelah pembelajaran berbasis STEM dianalisis berdasarkan hasil observasi berada dalam kategori sedang dengan *N-Gain* sebesar 0,67.
5. Keterampilan berpikir kreatif peserta didik setelah pembelajaran berbasis STEM berkembang dari kategori rendah ke sedang dengan *N-Gain* sebesar 0,41 berdasarkan hasil *pre test* dan *post test*.

5.2 Saran

1. Pembelajaran fisika berbasis STEM diharapkan dapat diterapkan dalam rentang waktu yang lebih lama dan tidak terbatas pada satu materi saja untuk membantu memfasilitasi perkembangan keterampilan 4C.
2. Pembelajaran fisika yang menerapkan STEM diharapkan lebih memperhatikan keterlibatan peserta didik dalam kegiatan diskusi maupun praktikum agar mereka memiliki peran aktif dan keterampilan kolaborasi dapat berkembang dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Afriana, J., Permanasari., A., & Fitriani A. 2016. Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202-212.

Alamiah, U.S., & Afriansyah, E.A. 2017. Perbandingan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Antara yang Mendapatkan Model Pembelajaran Problem Based Learning dengan Pendekatan Realistic Mathematics Education dan Open-Ended. *Jurnal Pendidikan Matematika Mosharafa*, 6(2), 207-216.

Anggraeni, D. M., & Sole, F. B. 2018. E-learning Moodle, Media Pembelajaran Fisika Abad 21. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika*, 1(2), 57-65.

Aninda, A., Permanasari, A., & Ardianto, D. 2019. Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Meningkatkan Literasi STEM Siswa SMA. *Journal of Science Education and Practice*, 3(2), 1-15.

Ariani, L., Sudarmin, Nurhayati, S. 2018. Analisis Berpikir Kreatif pada Penerapan Problem Based Learning Berpendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 12(1), 2097-2107.

Arifin, Zainal. 2012. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Arikunto, S. 2016. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

Atalay, N., & Boyac, D. B. 2019. Slowmotion Application in Development of Learning and Innovation Skills of Students in Science Course. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 11(5), 507-518.

Badan Standar Nasional Pendidikan. 2010. *Paradigma Pendidikan Nasional Abad XXI*. Jakarta: BSNP.

Bedir, Hasan. 2019. Pre-Service ELT Teachers' Belief and Perceptions on 21st Century Learning and Innovation Skills (4Cs). *Journal of Language and Linguistic Studies*, 15(1), 231-246.

Beers, S., Z. 2011. 21st Century Skills: Preparing Students for Their Future.

Brata, D.P.N., & Mahatmaharti, A.K. 2020. The Implementation of Problem Based Learning (PBL) to Develop Student's Soft-Skill. *The 1st International Conference on Education and Technology (ICETECH) 2019: Journal of Physics Conf. Series*, 1464.

Ceker, E., & Ozdamli, F. 2016. Features and Characteristics of Problem Based Learning. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 11(4), 195-202.

Chou, Pao-Nan., & Chang, Chi-Cheng. 2018. The Effect of Group Size on Engineering Students' Learning Satisfaction in Project Design Courses. *EURASIA Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, 14(10).

Dewi, F., 2015. Proyek Buku Digital: Upaya Peningkatan Keterampilan Abad 21 Calon Guru Sekolah Dasar Melalui model Pembelajaran Berbasis Proyek. *Jurnal Metodik Didaktik*, 9(2), 1-15.

Dugger, W., E. 2010. Evolution of STEM in the United States. *6th Biennial International Conference on Technology Education Research*.

English, L.D. 2017. Advancing Elementary and Middle School STEM Education. *Journal of Science and Mathematics Education*, 2017.

Erdogan, N., Navruz, B., Younes, R., & Capraro, R., M. 2016. Viewing how STEM Project-Based Learning Influences Student's Science Achievement through the Implementation lens: A Latent Growth Modeling. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 2139-2154.

Farisi, A., Hamid, A., & Melvina. 2017. Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Konsep Suhu dan Kalor. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 2(3), 283-287.

Firman, H. 2015. Pendidikan Sains Berbasis STEM: Konsep, Pengembangan, dan Peranan Riset Pascasarjana. *Disampaikan pada Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH*, 22 Agustus 2015.

Fisher, A. 2001. *Critical Thinking An Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fransiska, Y., & Markos, S. 2016. Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Kecerdasan Majemuk untuk Pembelajaran Fisika SMA Kelas X pada Materi Elastisitas. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 3(1), 73-79.

Fung, D.C., To, H., & Leung, K. 2016. The Influence of Collaborative Group Work on Students' Development of Critical Thinking: the Teacher's Role in Facilitating Group Discussion. *Pedagogies: An International Journal*, 11(2), 146-166.

Gough, A. 2015. STEM Policy and Science Education: Scientistic Curriculum and Sociopolitical Silences. *Cultural Studies of Science Education*, 10(2), 445-458.

Graesser, A., C., Greiff, S., Stadler, M., & Shubeck, K., T. 2019. Collaboration in the 21st Century: The Teory, Assessment, and Teaching of Collaborative Problem Solving.

Grainger, P.R., Christie, M., & Carey, M. 2019. Assesing Written Communication Skills using a Continua Model of a Guide to Making Judgments (GTMJ). *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 16(2).

Greenstein, L. 2012. *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. California: Corwin A Sage Company.

Han, S., Capraro, R.M., & Capraro, M.M. 2014. How Science, Technology, Engineering, and Mathematics Project Based Learning Affects High-need Students in US. *Learning and Individual Differences*, 51, 157-166.

Hasibuan, N., S., & Hufri. 2018. Pengaruh Bahan Ajar Fisika Berbasis Inkuiri untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Materi Momentum, Impuls, dan Getaran Harmonis Sederhana Kelas X SMA N 8 Padang. *Pillar of Physics Education*, 11(3), 97-104.

Herak, R., & Lamanepa, G.H. 2019. Meningkatkan Inovasi Siswa dalam Pembelajaran IPA melalui STEM. *Jurnal Bio Education*, 4(2), 8-14.

Hong, Jon-Chao., Ye, Jian-Hong., & Fan, Jing-Yun. 2019. STEM in Fashion Design: The Roles of Creative Self-Efficacy and Epistemic Curiosity in Creative Performance. *EURASIA Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, 15(9).

Hunaidah, Susantini, E., Wasis, Prahami, B.K., & Mahdiannur, M.K. 2018. Improving Collaborative Critical Thinking Skills of Physics Education Students through Implementation of CinQASE Learning Model. *MISEIC 2018: Journal of Physics Conf. Series*, 1108.

Ibrahim, Kosim, & Gunawan. 2017. Pengaruh Model Pembelajaran *Conceptual Understanding Procedures* (CUPs) Berbantuan LKPD Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(1), 14-22.

Ikhsan, M., Munzir, S., & Fitria, L. 2017. Kemampuan Berpikir Kritis dan Metakognisi Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Melalui Pendekatan Problem Solving. *AKSIOMA Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 6(2), 234-245.

Ilmi, M., & Lagiono. 2019. Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Berpikir Kritis Siswa X MIA SMA 2 Kandangan pada Konsep Ekosistem. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 5(2), 39-51.

Irfana, S., Yulianti, D., & Wiyanto. 2019. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Unnes Physics Education Journal*, 8(1), 83-89.

Ismayani, Ani. 2016. Pengaruh Penerapan STEM-Project Based Learning Terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK. *Indonesia Digital Journal of Mathematics and Education*, 3(4), 264-272.

Jayanti, R.D., Romlah, & Siregar, A., 2016. Efektivitas Pembelajaran Fisika Model Problem Based Learning (PBL) Melalui Metode POE Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 208-214.

Karisan, D., Macalalag, A., & Johnson, J. 2019. The Effect of Methods Course on Pre-Service Teachers' Awareness and Itentions of Teaching Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(1), 22-35.

Kemendikbud. 2016. Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.

Kemendikbud. 2016. Silabus Mata Pelajaran Fisika Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA). Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Kennedy, T.J., & Odell M. R. L. 2014. Engaging Students in STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.

Kim, S., Raza, M., & Seidman, E. 2019. Improving 21st-Century Teaching Skills: The Key to Effective 21-st Century Learners. *Research in Comparative and International Education*, 1-19.

Kristiani, K., D., Mayasari, T., & Kurniadi, E. 2017. Pengaruh Pembelajaran STEM-PjBL terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika III 2017: Etnosains dan Perannya dalam Menguatkan Karakter Bangsa*, Madiun: 15 Juli 2017.

Kusumawati, F., & Adawiyah, R. 2019. Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 5(1), 31-38.

Kusumoto, Y. 2018. Enhancing Critical Thinking Through Active Learning. *Journal of European Confederation of Language Centres in Higher Education*, 8(1), 45-63.

Lee, Y., *et al*. 2019. Affective Mathematics Engagement: a Comparison of STEM PBL Versus Non-STEM PBL Instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 270-289.

Lestari, D.A.B., Astuti, B., & Darsono, T. 2018. Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 202-207.

Lou, Shi-Jer., Cou, Yung-Chieh., Shih, Ru-Chu., & Chung, Chih-Chao. 2017. A Study of Creativity in CaC_2 Steamship-derived STEM Project-based Learning. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology*, 13(6), 2387-2404.

Maolidah, I.S., Ruhimat T., & Dewi L. 2017. Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran Flipped Classroom pada Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Educational Technologia*, 3(2), 159-170.

Martini, E. 2018. Membangun Karakter Generasi Muda Melalui Model Pembelajaran Berbasis Kecakapan Abad 21. *Jurnal Pancasila dan Kewarganegaraan*, 3(2), 21-27.

Mater, N.R., Hussein, M.J.H., Salha, S.H., Draidi, F.R., Shaqour, A.Z., Qatani, N., & Affouneh, S. 2020. The Effect of the Integration of STEM on Critical Thinking and Technology Acceptance Model. *Educational Studies*.

McGunagle, D., & Zizka, L. 2020. Employability Skills for 21st Century STEM students: the Employers' Perspective. *Higher Education, Skills, and Work Based Learning*, 10(3), 591-606.

Mendes, C.A., Anfuso, C., Johnson, C., Shepler, B., Kennedy, J.H., Pinzon, K., Simmons, R., Dekhane, S., Savage, J., Sudduth, E., D'Costa, A., Leader, T., Pursell, D., Runck, C., & Taylor, J.A. 2019. Learning, Leaders, and STEM Skills: Adaptation of The Supplemental Instruction Model to Improve STEM Success and Build Transferable Skills in Undergraduate Courses and Beyond. *Journal of STEM Education*, 20(2), 14-23.

Motallebzadeh, K., Ahmadi, F., & Hosseinnia, M. 2018. Relationship Between 21st Century Skills, Speaking and Writing Skills: A Structural Equation Modelling Approach. *International Journal of Instruction*, 11(3), 265-276.

Mu'minah, I.H., & Aripin, I. 2019. Implementasi STEM dalam Pembelajaran Abad 21. *Seminar Nasional FKIP UNMA 2019*, 8 Agustus 2019.

National Research Council [NRC]. 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington DC: The National Academies Press.

National Research Council [NRC]. 2011. *Successful K-12 STEM Education*. Washington DC: The National Academies Press.

Nugraha, A.J., Suyitno, H., & Susilaningsih, E. 2018. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Keterampilan Proses Sains dan Motivasi Belajar melalui Model PBL. *Journal of Primary Education*, 6(1), 35-43.

Nurhayati, D., I., Yulianti, D., & Mindyarto, B., N. 2019. Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning pada Materi Gerak Lurus untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Kolaborasi Siswa. *Unnes Physics Education Journal*, 8(2), 208-218.

OECD. 2018. *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. Paris: OECD Publishing. Tersedia online di oecd.org [diakses pada 21 Desember 2019]

Owens, A.D., & Hite, R.L. 2020. Enhancing Student Communication Competencies in STEM using Virtual Global Collaboration Project Based Learning. *Research in Science and Technological Education*.

Pane, A., & Dasopang, M.D. 2017. Belajar dan Pembelajaran. *FITRAH Jurnal Kajian Ilmu-ilmu Keislaman*, 3(2), 333-352.

Paramita, A.K., Dasna, I.W., & Yahmin. 2019. Integrasi STEM untuk Keterampilan Argumentasi dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 4(2), 92-99.

Partnership for 21st Century Skills. 2004. Learning for the 21st Century. Washington.

Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS)*, 23-29.

Pllana, Duli. 2019. Creativity in Modern Education. *World Journal of Education*, 9(2).

Pramuji, L., Permanasari, A., & Ardianto, D. 2018. Multimedia Interaktif Berbasis STEM pada Konsep Pencemaran Lingkungan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Journal of Science Education and Practice*, 2(1), 1-15.

Prayekti. 2016. Effects of Problem-Based Learning Model Versus Expository Model and Motivation to Achieve for Student's Physics Learning Results of Senior High School at Class XI. *Journal of Education and Practice*, 7(1), 30-37.

Purwaningsih, E., Sari, A.M., Yuliati, L., Masjkur, K., Kurniawan, B.R., & Zahiri, M.A. 2020. Improving the Problem-solving Skills through the Development of Teaching Materials with STEM PjBL (Science, Technology, Engineering, and Mathematics-Project Based Learning) Model Integrated with TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge). *The 2nd International Conference on Research and Learning of Physics: Journal of Physics Conf. Series*, 1481.

Quang, L.E., Hoang, L.H., Chuan, V.D., Nam, N.H., Anh, N.T.T., & Nhung, V.T.H. 2015. Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education through Active Experience of Designing Technical Toys in Vietnamese Schools. *British Journal of Education, Society & Behaviour Science*, 11(2), 1-12.

Rahmi, A., & Suparman. 2019. Analisis Kebutuhan Modul dengan Pendekatan CTL untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Keterampilan 4C pada Peserta Didik. *Prosiding Sendika*, 5(1), 121-126.

Rahmawati, Y., Agustin, M.A., Ridwan, A., Erdawati, E., Darwis, D., & Rafiuddin, R. 2019. The Development of Chemistry Student's 21 Century Skills through a STEAM Project on Electrolyte and Non - electrolyte Solutions.

4th Annual Applied Science and Engineering Conference: Journal of Physics Conf. Series, 1402 (5).

Republik Indonesia. *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*.

Rida, R., N., Darvina, Y., Syafriani, & Dewi, W., S. 2019. Validitas LKS Berbasis Problem Solving untuk Mencapai Keterampilan 4C pada Materi Suhu Kalor dan Teori Kinetik Gas Kelas XI SMA/MA. *Phillar of Physics Education Journal*, 12(4), 753-760.

Risnanosanti, Susyla, D., & Syofiana, M. 2019. Developing Students Critical Thinking Ability Through Lesson Study. *ISIMMED2018: Journal of Physics Conf. Series*, 1320.

Rustaman, N.Y., Afianti, E., & Maryati, S. 2018. STEM Based Learning to Facilitate Middle School Student's Conceptual Change, Creativity, and Collaboration in Organization of Living System Topic. *4th International Seminar of Mathematics, Science, and Computer Science Education: Journal of Physics Conf. Series*, 1013.

Santoso, S.H., & Mosik. 2019. Keefektifan LKS Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Fisika SMA. *Unnes Physics Education Journal*, 8(3), 248-253.

Sattchaket, N., & Thana, A. 2019. STEM Education Project-Based Learning Activities Impacting on Teamwork Skills and Satisfaction of Grade 11 Students in KhonKhaenWittayayon School. *International Annual Meeting on STEM Education (I AM STEM) 2018: Journal of Physics Conf. Series*, 1340.

Septiani, A. 2016. Penerapan Asesmen Kinerja Dalam Pendekatan STEM (Sains Teknologi Engineering Matematika) untuk Mengungkap Keterampilan Proses Sains. *Isu-isu Kontemporer Sains, Lingkungan, dan Inovasi Pembelajarannya*, 654-659.

Setiawan, I.N., Roostika, M., Utami, S., Julie H., & Panuluh, A.H. 2020. Improving the Communication Skills of Grade VII Students for Animals Classification and Set by Using STEM Approach. *Companion Proceedings of The SEADRIC*, Yogyakarta: 25-27 Juli 2019.

Setiawaty, S., Fatmi, N., Rahmi, A., Unaida, R., Fakhrah, Hadiya, I., Muhammad, I., Mursalin., Muliana, Rohantizani, & Alchalil. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Student's Science Process Skills and Science Attittudes. *Proceedings of Malikussaleh International Conference on Multidisciplinary Studies 2017*, 575-581.

Shanahan, M.C., et al. 2016. Using a Boundary Object Perspective to Recinsider the Meaning of STEM in a Canadian context. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 16(2), 129-139.

Shernoff, D.J., Sinha, S., Bressler, D.M., & Ginsburg, L. 2017. Assesing Teacher Education and Professional Development Needs for the Implementation of Integrated Approaches to STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 4(13).

Simanjutak, M., D., R. 2019. Membangun Keterampilan 4C Siswa dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan*, Vol.3, 921-929.

Siswanto, J. 2018. Keefektian Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2), 134-137.

Soyomukti, N. 2008. *Pendidikan Berperspektif Globalisasi*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.

Srikoom, W., Hanuscin, D., & Faikhamta, C. 2017. Perception of In-service Teacher Toward Teaching STEM in Thailand. *Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching*.

Stehle, S.M., & Peters-Burton, E.E. 2019. Developing Students 21st Century Skills in Selected Exemplary inclusive STEM High Schools. *International Journal of STEM Education*, 6:39.

Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.

Sugito, S., Susilowati, S.M.E., Hartono, H., & Supartono, S. 2017. Enhancing Student's Communication Skills through Problem Posing and Presentation. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 6(1), 17-22.

Sugiyono. 2015. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sumarni, W., Wijayati, N., & Supanti, S. 2019. Kemampuan Kognitif dan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Berpendekatan STEM. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 4(1), 18-30.

Sunardi, & Hasanuddin. 2019. Pengembangan Employability Skill Mahasiswa Vokasi Melalui Pembelajaran STEM-Project Based Learning. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Sains, dan Humaniora (semanTECH 2019)*, Gorontalo: 7 November 2019.

Sunbanu, H., F., Mawardi, & Wardani, K., W. 2019. Peningkatan Keterampilan Kolaborasi Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Two Stay Two Stray di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 3(4), 2037-2041.

Sundayana, R. 2018. *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science). 2015. TIMSS 2015 International Results.

Triana, D., Anggraito, Y.U., & Ridlo, S. 2020. Effectiveness of Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards 4C Skills of Students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 181-187.

Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif: Konsep, Landasan, dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Trihendradi, C. 2013. *Step by Step IBM SPSS 21: Analisis Data Statistik*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Trilling, B., and Fadel, C. (2009). *21st Century Skills Learning for Life in Our Times*. San Fransisco: Jossey-Bass A Wiley Imprint.

UNESCO. 2015. Incheon Declaration and SDGE – Education 2030 Framework for Action.

Utami, I.S., Septiyanto, R.F., Wibowo, F.C., dan Suryana, A. 2017. Pengembangan STEM-A (Science, Technology, Engineering, Mathematics, and Animation) Berbasis Kearifan Lokal dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(1), 67-73.

Wahono, B., Lin, Pei-Ling, & Chang, Chun-Yen. 2020. Evidence of STEM Enactment Effectiveness in Asian Student Learning Outcomes. *International Journal of STEM Education*, 7:36.

Wang, Hui-Hui. 2020. Examining Patterns in Teacher-Student Classroom Conversations during STEM Lesson. *Journal of STEM Education Research*, 3(1).

Wang, J., & Buck, G.A. 2016. Understanding a High School Physics Teacher's Pedagogical Content Knowledge of Argumentation. *Journal of Science Teacher Education*, 27 (4), 577-604.

Wang, Y., Lavonen, J., & Tirri, K. 2018. Aims for Learning 21st Century Competencies in National Primary Science Curricula in China and Finlandia. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology*, 14(6), 2081-2095.

Werdiningsih, I., Budiyono, & Pratiwi, H. 2019. Think Pair Share (TPS) Model Using Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach in Mathematics Learning. *ICMETA 2018: Journal of Physics Conf. Series*, 1306.

Widiana, I.W., & Jampel, I.N. 2016. Improving Students' Creative Thinking and Achievement through the Implementation of Multiple Intelligence

Approach with Mind Mapping. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 5(3), 246-254.

Widoyoko, E.P. 2015. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Wijaya, E.Y. dkk. 2016. Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, volume 1, 263-278.

Wrahatnolo, T., & Munoto. 2018. 21st Centuries Skill Impication on Educational System. *The Consortium of Asia-Pasific Education University (CAPEU): Journal of Physics Conf. Series*, 296.

Yulianti, D. 2017. Problem-Based Learning Model Used to Scientific Approach Based Worksheet for Physics to Develop Senior High School Students Characters. *The 3rd International Conference on Mathematics, Science, and Education 2016: Journal of Physics Conference Series*, 824.

Yulianti, D., & Anjani, D. 2020. Implementating Physical Learning Based on Momentum and Impuls Stem Materials to Develop Collaboration Skills. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 25(1), 27-32.

Yulianti, D., Wiyanto, Rusilowati, A., & Nugroho, S.E. 2019. Physics Teaching Materials Based on Science Technology Engineering and Mathematics to Develop Communication and Collaboration Skills. *Social Science, Education and Humanites Research: International Conference on Science and Education and Technology 2019*.

Yulianti, D., Wiyanto, Rusilowati, A., & Nugroho, S.E. 2020. Development of Physics Learning Teaching Materials Based on Science Technology Engineering and Mathematics to Develop 21st Century Learning Skills. *Tche Quimica Journal*, 17(34), 711-717.

Yulianti, D., Wiyanto, Rusilowati, A., & Nugroho, S.E. 2020. Student Worksheets based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) to Facilitate the Development of Critical and Creative Thinking Skills. *6th ICMSE 2019: Journal of Physics Conference Series*, 1567.

Yulianti, D., Wiyanto, Rusilowati, A., Nugroho, S.E., & Pangesti, K.I. 2019. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Based Learning of Physics to Develop Senior High School Student's Critical Thinking. *5th ICMSE 2018: Journal of Physics Conference Series*, 1321.

Yulianti, D., Wiyanto, Rusilowati, A., Nugroho, S.E., & Supardi, K.I. 2019. Problem Based Learning Models Based on Science Technology Engineering and Mathematics for Developing Student Character. *UNNES Physics International Symposium 2018: Journal of Physics: Conf. Series*, 1170.

Lampiran 1 `

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

KELAS EKSPERIMEN

Satuan Pendidikan : SMA

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/Ganjil

Materi Pokok : Teori Kinetik Gas

Alokasi Waktu : 6JP x 45 menit

A. Kompetensi Inti (KI)

KI-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI-2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dana lam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI-3 : Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, tekknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI-4 : Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.6 Menganalisis teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup.	3.6.1 Mengidentifikasi sifat-sifat gas ideal. 3.6.2 Menerapkan hukum Boyle-Gay Lussac dalam permasalahan gas. 3.6.3 Memformulasikan hubungan besaran-besaran dalam persamaan gas. 3.6.4 Menerapkan hukum-hukum fisika tentang gas ideal pada kehidupan sehari-hari. 3.6.5 Memformulasikan energi gas menurut teori kinetik 3.6.6 Memformulasikan kelajuan efektif partikel gas menurut teori kinetik. 3.6.7 Memformulasikan energi dalam gas.
4.6 Mempresentasikan laporan hasil pemikiran tentang teori kinetik gas dan makna fisisnya.	4.6.1 Melakukan percobaan sederhana mengenai contoh permasalahan gas ideal serta menjelasakan makna fisisnya.

C. Tujuan Pembelajaran

Melalui pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM untuk membantu peserta didik dalam mengembangkan keterampilan belajar abad 21 khususnya *Learning and Innovation Skills-4C* yang meliputi berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreatif serta membantu mereka memahami materi Teori Kinetik Gas.

D. Materi Pembelajaran

Fakta

1. *Airbag* yang dapat mengembang ketika mobil mengalami benturan merupakan salah satu penerapan persamaan gas ideal.
2. Balon udara dapat terbang karena pengaruh suhu dan tekanan gas.

Konsep

1. Sifat makroskopis dan mikroskopis gas.

Prinsip

1. Hukum Boyle
2. Hukum Charles-Gay Lussac
3. Hukum Boyle-Gay Lussac
4. Persamaan Umum Gas Ideal

E. Pendekatan, Model, dan Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)*
2. Model : *Problem Based Learning*
3. Metode : Ceramah, diskusi, eksperimen, tanya jawab

F. Media, Alat Pembelajaran dan Sumber Belajar

1. Media : UKBM, Lembar Diskusi Peserta didik

2. Alat/Bahan : papan tulis, spidol, powerpoint, laptop, LCD proyektor
3. Sumber Belajar :
   a. Kanginan, Marthen. 2019. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI (Kurikulum 2013 Edisi Revisi)*. Jakarta: Erlangga.
   b. Bahan Ajar Berpendekatan STEM.
   c. Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM).
   d. Lembar Diskusi Peserta Didik dan sumber belajar lain.

G. Kegiatan Pembelajaran

<table>
<tr><th colspan="2">Pertemuan Ke-1 (2 JP x 45 menit)</th></tr>
<tr><th>Kegiatan</th><th>Waktu</th></tr>
<tr><td>Kegiatan Pendahuluan
➢ Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa.
➢ Guru menyiapkan peserta didik untuk memulai kegiatan pembelajaran dan mengecek kehadiran peserta didik.
➢ Guru memberikan pretest untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik sebelum melaksanakan pembelajaran.
➢ Guru menyampaikan garis besar tujuan pembelajaran.
➢ Guru membimbing peserta didik untuk mengamati gambar balon udara pada UKBM (Technology)</td><td>35 menit</td></tr>
<tr><td>Kegiatan Inti
<table>
<tr><th>Kegiatan Pembelajaran</th><th>Keterangan</th></tr>
<tr><td>Orientasi peserta didik pada masalah
➢ Peserta didik mencermati dan mengamati gambar balon udara pada kolom UKBM.</td><td>kreatif:
Menguraikan ide/gagasan</td></tr>
</table></td><td>50 menit</td></tr>
</table>

➢ Guru mengajukan pertanyaan bagaimana caranya balon udara mampu terbang? (***Engineering***) ➢ Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru dengan pengetahuan yang mereka dapatkan dari berbagai sumber. ➢ Guru memberi umpan balik atas jawaban peserta didik dan menjelaskan mengenai cara kerja balon udara. ➢ Peserta didik mencermati penjelasan yang diberikan oleh guru	Kritis: **menganalisis** Komunikasi: **menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan**	
Mengorganisasi peserta didik untuk belajar ➢ Guru membagi peserta didik ke dalam kelompok-kelompok yang terdiri dari 4-5 orang. ➢ Guru meminta peserta didik untuk mengamati Gambar 1. yaitu gambar sejenis gas ideal di dalam bejana silinder dan menonton simulasi menggunakan *virtual lab*. ➢ Guru bertanya mengenai sifat-sifat gas ideal. Pertanyaan yang diajukan meliputi:	Kritis: **Mengidentifikasi, Menyimpulkan**	

	• Bagaimana hubungan antara pemberian tekanan pada piston dengan volume gas ideal yang berada di dalamnya? **(*Science*)** • Guru meminta salah satu peserta didik untuk merumuskan hubungan antara tekanan dan volume **(*Mathematics*)** • Lalu bagaimana jika tekanan di dalam bejana tetap? Apakah pengaruhnya terhadap volume dan suhunya? **(*Science*)**	Komunikasi: **Berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam**	
	Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok ➢ Guru membimbing peserta didik untuk mencerimati kolom Mari Berdiskusi! yang terdapat pada UKBM. ➢ Peserta didik melakukan diskusi secara berkelompok untuk memecahkan masalah yang disajikan, yaitu: • Kenapa ban kendaraan dapat meletus jika diletakkan di tempat yang panas? (***Technology***) • Bagaimana caranya agar ban mobil tidak pecah saat udara panas? (***Engineering***) • Bagaimana cara kerja jarum suntik sehingga mampu mengambil cairan? (***Science***)	Kolaborasi: **bekerja secara efektif dan saling menghormati antar teman; bertanggungjawab dalam kerja kolaboratif; berkontribusi dalam membuat kesepakatan untuk tujuan bersama** Komunikasi: **Berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam**	

• Bagaimana cara kerja *pressure cooker* sehingga dapat membuat proses memasak menjadi lebih cepat? (***Engineering***) ➢ Guru berkeliling ke semua kelompok untuk melihat sekaligus melakukan penilaian keterampilan komunikasi lisan dan kolaborasi. ➢ Guru membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah yang disajikan.			
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya ➢ Guru membimbing peserta didik untuk menyajikan hasil diskusinya dalam bentuk laporan tertulis yang dibuat oleh setiap peserta didik. ➢ Perwakilan kelompok menyampaikan hasil diskusi di depan kelas.	Komunikasi: **mengartikulasikan ide/gagasan; menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan, berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam**		
Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah ➢ Guru memberi penguatan berdasarkan hasil diskusi peserta didik dan meluruskan hasil diskusi yang belum sesuai dengan teori.			

Catatan: Selama kegiatan pembelajaran berlangsung, guru mengamati keterampilan komunikasi dan kolaborasi peserta didik.	
Kegiatan Penutup ➢ Guru membimbing peserta didik untuk menyimulkan serta me*review* hasil diskusi dan kegiatan pembelajaran megenai materi hukum gas ideal ➢ Peserta didik diminta memberikan tanggapan terhadap materi yang telah disampaikan dan memberi masukan apabila terdapat hal-hal yang belum jelas. ➢ Guru menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan selanjutnya dan mengingatkan peserta didik untuk mempelajari sub bab selanjutnya	5 menit

Pertemuan Ke-2 (2 JP x 45 menit)	
Kegiatan	**Waktu**
Kegiatan Pendahuluan ➢ Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa. ➢ Guru menyiapkan peserta didik untuk memulai kegiatan pembelajaran dan mengecek kehadiran peserta didik. ➢ Guru memberikan pertanyaan terkait materi pertemuan sebelumnya untuk me*review* yaitu mengenai mekanisme pernapasan manusia.	5 menit
Kegiatan Inti	70 menit

Kegiatan Pembelajaran	**Keterangan**
Orientasi peserta didik pada masalah ➢ Guru membimbing peserta didik untuk mengamati gambar pada kolom Mari	

	Berdiskusi! yaitu gambar mekanisme pernapasan. ➢ Guru mengajukan pertanyaan • Ketika menarik napas, otot-otot mengembangkan dinding dada dan membuat diafragma berkontraksi menyebabkan udara dari luar masuk ke paru-paru. Bagaimana cara kerja paru-paru hingga menyebabkan hal tersebut dapat terjadi?	Kritis: **merealisasikan ide/gagasan**	
	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar ➢ Guru meminta peserta didik duduk berkelompok sesuai dengan kelompok yang sudah ditentukan ➢ Peserta didik diminta berdiskusi mengenai permasalahan yang ada di UKBM terkait pompa ban sepeda ➢ Guru membagikan LDPD kepada peserta didik ➢ Peserta didik secara berkelompok diminta melakukan percobaan sederhana berkaitan dengan hukum gas ideal sebagaimana yang disajikan pada Lembar Diskusi yaitu • Kegiatan 1. untuk mengetahui hubungan antara tekanan dengan volume	Kritis: **Memberi alasan efektif** Kritis: **Menganalisis; mengidentifikasi; memberi alasan**	

• Kegiatan 2. untuk mengetahui hubungan antara volume, tekanan, dan suhu	**efektif; menyimpulkan**	
Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok ➢ Guru menyampaikan tujuan dan prosedur percobaan yang akan dilakukan ➢ Guru meminta peserta didik untuk menyiapkan alat dan bahan sesuai yang tercantum di Lembar Diskusi Peserta didik ➢ Memberi kesempatan peserta didik untuk bertanya dan memberikan respon ➢ Guru berkeliling ke semua kelompok untuk melihat sekaligus melakukan penilaian keterampilan peserta didik. ➢ Guru membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah yang disajikan.	Kolaborasi: **bekerja secara efektif dan saling menghormati antar teman; bertanggungjawab dalam kerja kolaboratif; berkontribusi dalam membuat kesepakatan untuk tujuan bersama**	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya ➢ Guru membimbing peserta didik untuk menyajikan hasil diskusinya dalam bentuk laporan tertulis yang dibuat oleh setiap peserta didik. ➢ Perwakilan kelompok menyampaikan hasil diskusi di depan kelas.	Komunikasi: **mengartikulasikan ide/gagasan; menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan, berkomunikasi secara efektif di**	

	lingkungan yang beragam	
Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah ➢ Guru memberi penguatan berdasarkan hasil diskusi peserta didik dan meluruskan hasil diskusi yang belum sesuai dengan teori. ➢ Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil percobaan yang telah dilakukan.		
Catatan: Selama kegiatan pembelajaran berlangsung, guru mengamati keterampilan peserta didik.		
Kegiatan Penutup ➢ Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan serta me*review* hasil diskusi dan kegiatan pembelajaran megenai materi persamaan umum gas ideal. ➢ Peserta didik diminta memberikan tanggapan terhadap materi yang telah disampaikan dan memberi masukan apabila terdapat hal-hal yang belum jelas. ➢ Menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya ➢ Guru menutup pembelajaran dengan salam.		15 menit

Pertemuan Ke-3 (2 JP x 45 menit)	
Kegiatan	**Waktu**
Kegiatan Pendahuluan ➢ Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa.	5 menit

<table>
<tr><td>➢ Guru menyiapkan peserta didik untuk memulai kegiatan pembelajaran dan mengecek kehadiran peserta didik.
➢ Guru memberikan pertanyaan terkait materi pertemuan sebelumnya untuk mereview
• Bagaimana cara kerja airbag sehingga mampu mengembang ketika mobil mengalami kecelakaan? (Engineering)
• Bagaimana hubungan antara tekanan, volume, dan temperatur pada gas?</td><td></td></tr>
<tr><td>Kegiatan Inti
<table>
<tr><th>Kegiatan Pembelajaran</th><th>Keterangan</th></tr>
<tr><td>Orientasi peserta didik pada masalah
➢ Guru membimbing peserta didik untuk mereview materi yang telah dipelajari sebelumnya yaitu mengenai hukum dan persamaan umum gas ideal serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari (Science, Technology)</td><td></td></tr>
<tr><td>Mengorganisasi peserta didik untuk belajar
➢ Guru meminta peserta didik duduk berkelompok sesuai dengan kelompok yang sudah dibagi pada pertemuan sebelumnya.
➢ Guru membimbing peserta didik untuk mengamati gambar airbag yang ada di UKBM dan meminta peserta didik menuliskan keterkaitan antara aspek-aspek STEM (Science, Technology,</td><td>Kreatif:
Menguraikan ide atau gagasan

Kritis:
Mengidentifikasi</td></tr>
</table></td><td>50 menit</td></tr>
</table>

Engineering, and Mathematics) pada *airbag* di tabel yang telah disediakan.		
Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok ➢ Guru berkeliling ke semua kelompok untuk melihat sekaligus melakukan penilaian keterampilan peserta didik. ➢ Guru membantu peserta didik yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah yang disajikan. ➢ Peserta didik diminta untuk membaca materi di Buku Teks Pelajaran dan mendengarkan serta menyimak pemberian materi yang diberikan oleh guru berkaitan dengan: • Tekanan gas menurut teori kinetik • Energi kinetik gas • Kelajuan efektif gas • Energi dalam gas (***Science, Mathematics***) ➢ Peserta didik diminta menjawab pertanyaan yang ada di UKBM untuk memperdalam pengetahuan peserta didik.	Kolaborasi: **bekerja secara efektif dan saling menghormati antar teman; bertanggungjawab dalam kerja kolaboratif; berkontribusi dalam membuat kesepakatan untuk tujuan bersama**	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya ➢ Guru membimbing peserta didik untuk menyajikan hasil diskusinya dalam	Komunikasi: **mengartikulasikan ide/gagasan; menggunakan**	

bentuk laporan tertulis yang dibuat oleh setiap peserta didik. ➢ Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi dan kegiatan percobaan sederhana yang telah dilakukan pertemuan sebelumnya di depan kelas bersama kelompoknya.	**komunikasi untuk berbagai tujuan, berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam**	
Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah ➢ Guru memberi penguatan berdasarkan hasil diskusi peserta didik dan meluruskan hasil diskusi yang belum sesuai dengan teori		
Catatan: Selama kegiatan pembelajaran berlangsung, guru mengamati sikap dan keterampilan peserta didik meliputi keterampilan berpikir kritis, berkolaborasi, berkomunikasi, dan kreativitas peserta didik saat pembelajaran.		
Kegiatan Penutup ➢ Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil diskusi dan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan ➢ Peserta didik melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan ➢ Guru memberikan *posttest* untuk mengetahui kemampuan peserta didik sesudah melaksanakan pembelajaran.		35 menit

H. Penilaian Hasil Belajar

Rubrik dan Lembar Penilaian Keterampilan 4C terlampir.

Lampiran 2

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
KELAS KONTROL

MATA PELAJARAN	**: FISIKA**
SEMESTER	**: 3**
MATERI POKOK	**: Teori Kinetik Gas**
PENYUSUN	**: Dra. Siwi Pamikatsih, M.Pd.**
NIP	**: 196512211992032005**

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SMA NEGERI 1 KENDAL
2019/2020
Jalan Soekarno Hatta Kendal Kode Pos 51351 Telepon (0294) 381136

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan	: SMA Negeri 1 Kendal
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XI/3
Materi Pokok	: Teori Kinetik Gas
Alokasi Waktu	: 6 JP

A. Kompetensi Inti (KI)

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI 3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator

Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	Materi Pokok
3.6 Memahami teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup	3.6.1 Memformulasikan hukum Boyle-Gay Lussac Mengetahui alternatif solusi pemanasan global 3.6.2 Menerapkan persamaan umum gas ideal pada proses isotermal, isokhorik dan isobaric 3.6.3 Memformulasikan asas ekipartisi energi 3.6.4 Memformulasikan energi dan kesepatan rata-rata partikel untuk gerak translasi, rotasi dan vibrasi 3.6.5 Menerapkan hukum-hukum fisika untuk gas ideal pada persoalan fisika sehari-hari 3.6.6 Mendeskripsikan persamaan umum gas ideal pada persoalan fisika sehari-hari	Teori Kinetik Gas
4.6 Mempresentasikan laporan hasil pemikiran tentang	4.6.2 Melakukan percobaan mengenai contoh permasalahan gas ideal serta menjelasakan makna fisisnya.	

teori kinetik gas dan makna fisisnya.		

C. Tujuan Pembelajaran

Dengan pendekatan saintifik dan model pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning/PBL)* dalam pembelajaran teori kinetik gas ini diharapkan peserta didik terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran dan bertanggungjawab dalam menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, memberi saran dan kritik.

D. Materi Pembelajaran

Materi pembelajaran Teori Kinetik Gas

Teori Kinetik Gas:

- Persamaan keadaan gas ideal
- Hukum Boyle-Gay Lussac
- Teori kinetik gas ideal
- Tinjauan impuls-tumbukan untuk teori kinetik gas
- Energi kinetik rata-rata gas
- Kecepatan efektif gas
- Energi dalam gas

E. Metode Pembelajaran

Metode pembelajaran tanya jawab dan diskusi dengan teman sebangku. Pendekatan pembelajaran adalah pendekatan saintifik (*scientific*) menggunakan model kelompok diskusi yang berbasis masalah (*problem-based learning*).

F. Media, Alat dan Sumber Pembelajaran

1. Media

   Gambar, video, Powerpoint.

2. Alat/Bahan

   LCD, komputer

3. Sumber Belajar

- Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM)
- BTP wajib

  Kanginan, Marthen. 2017. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Internet.

G. Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

1. Pertemuan Ke-1 (2 x 45 menit)	**Waktu**
Kegiatan Pendahuluan **Guru:** **Orientasi** ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. **Apersepsi** ❖ Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya ❖ Mengingatkan kembali materi prasyarat dengan bertanya. ❖ Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan. **Motivasi** ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Apabila UKBM ini dikerjakan dengan baik dan sungguh-sungguh ini dikuasai dengan baik, maka peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tentang:	**10 menit**

<table>
<tr><td>
➢ Persamaan Keadaan Gas
➢ Hukum Boyle-Gay Lussac
❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung
❖ Mengajukan pertanyaan.
Pemberian Acuan
❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu.
❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung
❖ Pembagian kelompok belajar
❖ Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran.
</td><td></td></tr>
<tr><td>
Kegiatan Inti
<table>
<tr><th>Sintak</th><th>KegiatanPembelajaran</th></tr>
<tr><td>Orientasi peserta didik kepada masalah</td><td>Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian. Dengan cara:
❖ Peserta didik diminta menonton video mengenai balon udara
❖ Peserta didik diminta membaca materi dari buku paket atau dari internet/materi yang berhubungan dengan materi
❖ Peserta didik diminta untuk mendengarkan dan menyimak pemberian materi oleh guru yang berkaitan dengan:
➢ Persamaan Keadaan Gas
➢ Hukum Boyle-Gay Lussac</td></tr>
</table>
</td><td>70 menit</td></tr>
</table>

Mengorganisasikan peserta didik	Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya: ❖ Mengajukan pertanyaan tentang: ➢ *Persamaan Keadaan Gas* ➢ *Hukum Boyle-Gay Lussac*		
Membimbing penyelidikan individu dan kelompok	Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan: ❖ Peserta didik diminta melakukan diskusi dengan teman sebangku untuk menyelesaikan soal di UKBM		
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Peserta didik diminta untuk: ❖ Menjawab pertanyaan yang terdapat UKBM. ❖ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada peserta didik.		
Menganalisa & mengevaluasi proses pemecahan masalah	Peserta didik menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran ❖ Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada UKBM. ❖ Peserta didik mengerjakan beberapa soal di UKBM.		

Kegiatan Penutup Peserta didik: • Peserta didik membuat resume dengan bimbingan guru tentang poin-poin penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran tentang materi Persamamaan umum gas ideal dan hukum Boyle-Gay Lussac yang baru dilakukan. • Melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan. Guru: • UKBM yang selesai langsung diperiksa. peserta didik yang selesai mengerjakan projek dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian projek. • Merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk tugas kelompok/ perseorangan (jika diperlukan). • Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya	**10 menit**

2. Pertemuan Ke-2 (2 x 45 menit)	**Waktu**
Kegiatan Pendahuluan **Guru:** **Orientasi** ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. **Apersepsi** ❖ Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya	**10 menit**

<table>
<tr>
<td>

❖ Mengingatkan kembali materi prasyarat dengan bertanya.
❖ Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan.

Motivasi

❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari.
❖ Apabila UKBM ini dikerjakan dengan baik dan sungguh-sungguh ini dikuasai dengan baik, maka peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tentang:
➢ *Teori Kinetik Gas Ideal*
➢ *Tinjauan Impuls-Tumbukan pada Teori Kinetik Gas*
➢ *Energi Kinetik Rata-rata Gas*
❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung
❖ Mengajukan pertanyaan.

Pemberian Acuan

❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu.
❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung
❖ Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran.

</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>

Kegiatan Inti

<table>
<tr><th>Sintak</th><th>KegiatanPembelajaran</th></tr>
<tr><td>Orientasi peserta didik kepada masalah</td><td>Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian. Dengan cara:
❖ Peserta didik diminta membaca materi dari buku paket atau buku-buku penunjang, dari internet/materi.</td></tr>
</table>

</td>
<td>

70 menit

</td>
</tr>
</table>

	❖ Peserta didik diminta untuk mendengarkan dan menyimak pemberian materi oleh guru.		
Mengorganisasikan peserta didik	Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya dengan mengajukan pertanyaan.		
Membimbing penyelidikan individu dan kelompok	Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan: ❖ Membaca sumber lain selain buku teks,		
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Peserta didik diminta untuk: ❖ Menjawab pertanyaan yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau UKBM yang telah disediakan. ❖ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada peserta didik.		
Menganalisa & mengevaluasi proses pemecahan masalah	Peserta didik menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran ❖ Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan dari hasil kegiatan/pertemuan sebelumnya maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi yang sedang berlangsung dengan		

	bantuan pertanyaan-pertanyaan pada UKBM. ❖ Pesertadidik mengerjakan beberapa soal di UKBM bersama teman sebangku.	
Kegiatan Penutup Peserta didik: • Peserta didik membuat resume dengan bimbingan guru tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran tentang materi teori kinetik gas, tinjauan impuls-tumbukan pada teori kinetik gas dan energi kinetik rata-rata gas yang baru dilakukan. • Melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan. Guru: • UKBM yang selesai langsung diperiksa. Peserta didik yang selesai mengerjakan projek dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian projek. • Merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk tugas kelompok/ perseorangan (jika diperlukan). • Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya		**10 menit**

3. Pertemuan Ke-3 (2 x 45 menit)	**Waktu**
Kegiatan Pendahuluan **Guru:** **Orientasi** ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin	**10 menit**

❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. **Apersepsi** ❖ Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya ❖ Mengingatkan kembali materi prasyarat dengan bertanya. ❖ Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan. **Motivasi** ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Apabila UKBM ini dikerjakan dengan baik dan sungguh-sungguh ini dikuasai dengan baik, maka peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tentang: ➢ *Kecepatan Efektif Gas* ➢ *Energi Dalam* ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung ❖ Mengajukan pertanyaan. **Pemberian Acuan** ❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu. ❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung ❖ Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran.	

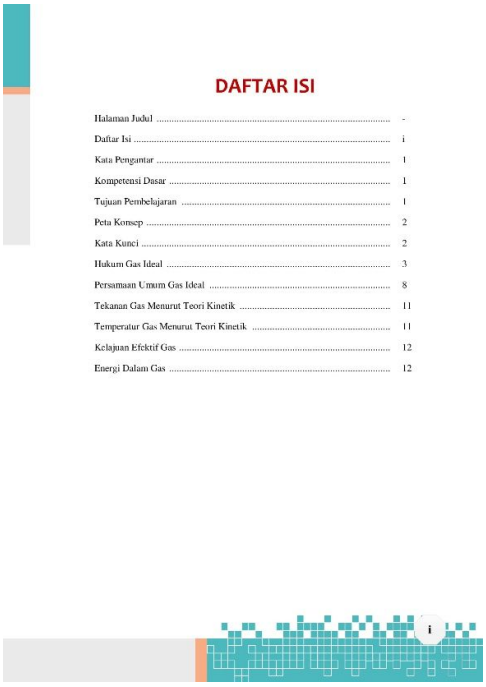
Kegiatan Inti		70 menit
Sintak	**KegiatanPembelajaran**	
Orientasi peserta didik kepada masalah	Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian. Dengan cara: ❖ Peserta didik diminta membaca materi dari buku paket atau buku-buku penunjang, dari internet/materi. ❖ Peserta didik diminta untuk mendengarkan dan menyimak pemberian materi oleh guru.	
Mengorganisasikan peserta didik	Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya dengan mengajukan pertanyaan.	
Membimbing penyelidikan individu dan kelompok	Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan: ❖ Membaca sumber lain selain buku teks	
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Peserta didik diminta: ❖ Menyimpulkan tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan. ❖ Menjawab pertanyaan yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau UKBM yang telah disediakan. ❖ Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan	

	beberapa pertanyaan kepada peserta didik.		
Menganalisa & mengevaluasi proses pemecahan masalah	Peserta didik menganalisa masukan, tanggapan dan koreksi dari guru terkait pembelajaran ❖ Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan dari hasil kegiatan/pertemuan sebelumnya maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi yang sedang berlangsung dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada UKBM. ❖ Peserta didik mengerjakan beberapa soal di UKBM dengan teman sebangku.		
Kegiatan Penutup Peserta didik: • Peserta didik membuat resume dengan bimbingan guru tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran tentang materi kecepatan efektif gas serta energi dalam yang baru dilakukan. • Melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan. Guru: • UKBM yang selesai langsung diperiksa. Peserta didik yang selesai mengerjakan projek dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian projek. • Memberikan penghargaan kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik			**10 menit**

• Merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk tugas kelompok/ perseorangan (jika diperlukan). • Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya	

Lampiran 3

BAHAN AJAR BERPENDEKATAN STEM



Balon adalah sebuah kantung fleksibel yang umumnya berisikan gas seperti helium, hidrogen, nitrogen monoksida dan udara. Balon udara adalah sebuah teknologi penerbangan pertama oleh manusia, ditemukan oleh Montgolfier bersaudara di Annonay, Prancis pada 1783. (***Technology***). Balon udara yaitu sebuah balon yang memiliki massa jenis udara yang berbeda dengan udara disekitarnya. Lalu tahukah kalian bagaimana caranya balon udara dapat terbang? (**kreatif: Menguraikan ide/gagasan yang bermakna**, **kritis: menganalisis**)

Hukum Gas Ideal

Partikel-partikel gas dapat bergerak sangat bebas serta mengisi seluruh ruang yang ditempatinya. Hal ini menimbulkan kesulitan dalam mempelajari sifat-sifat gas. Untuk menyederhanakan permasalahan ini diambil pengertian mengenai gas ideal. Dalam kehidupan nyata gas ideal tidak pernah ada. Sifat-sifat gas pada tekanan rendah dan suhu kamar mendekati sifat-sifat gas ideal, sehingga gas tersebut dapat dianggap sebagai gas ideal.

Gambar 1. Piston yang ditekan

Perhatikan gambar sejenis gas ideal yang berada di dalam sebuah bejana tertutup. Bagaimana keadaan volume gas sebelum dan sesudah piston ditekan? Apakah tekanan memberikan pengaruh terhadap volume gas? (**Kritis: Mengidentifikasi, menyimpulkan**)

"Jika suhu gas yang berada dalam bejana tertutup dijaga tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya" (***Science***)

Secara matematis (***Mathematics***), pernyataan di atas dapat dinyatakan sebagai

$$P \sim \frac{1}{V}$$

Hukum Boyle

$$PV = \text{tetap}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 \qquad (1)$$

Persamaan (1) pertama kali dinyatakan oleh Robert Boyle pada tahun 1666, sehingga disebut **hukum Boyle**.

Mari Mengamati!

Sebuah lilin diletakkan di tengah-tengah sebuah wadah yang mana wadah tersebut telah diisi oleh air berwarna. Apakah yang terjadi ketika lilin dinyalakan lalu ditutup menggunakan gelas?

"Jika tekanan gas yang berada di dalam bejana tertutup dijaga tetap, volume gas sebanding dengan suhu mutlaknya" (***Science***)

Pernyataan di atas secara matematis dinyatakan sebagai (***Mathematics***)

$$V \sim T$$

Gambar 2. Boyle (1627-1691), merupakan seorang ilmuwan dengan kebangsaan Inggris. Percobaannya tentang udara dalam ruang tertutup menuntunnya menemukan hukum Boyle.

Hukum Charles-Gay Lussac

$$\frac{V}{T} = \text{tetap}$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \qquad (2)$$

Persamaan (2) dinyatakan pertama kali oleh Jacques Charles (1747 – 1823) dan Joseph Gay Lussac (1778 – 1805) sehingga disebut dengan **hukum Charles-Gay Lussac**.

Mari Mengamati!

Jika terdapat dua botol yaitu botol A dan botol B yang saling disambungkan menggunakan selang. Dimana botol A berisi cairan berwarna dan botol B dalam keadaan kosong dan tertutup. Apa yang terjadi jika botol A dicelupkan ke dalam air dingin? Bandingkan hasilnya jika botol A dimasukkan ke dalam air panas!

Sekarang kita dapat menyatakan persamaan gas ideal yag memenuhi hukum Boyle dan hukum Charles-Gay Lussac dengan menyatukan persamaan (1) dan (2)

Hukum Boyle-Gay Lussac

$$\frac{PV}{T} = \text{tetap}$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \qquad (3)$$

Persamaan ini melibatkan tiga variabel yaitu tekanan P (Pa), volume V (liter atau L), dan suhu T (kelvin atau K) sehingga persamaan ini dikenal dengan persamaan keadaan gas.

Mari Berdiskusi!

Gambar 3. Ban mobil pecah di cuaca yang panas

Ban adalah salah satu contoh penerapan prinsip gas ideal pada bidang teknologi otomotif. (***Technology***) Apapun kendaraannya, tekanan gas dalam ban perlu diperhatikan agar kinerja ban tetap terjaga. (***Engineering***)

Namun tidak sedikit kasus yang diberitakan di televisi mengenai pecahnya ban mobil ketika cuaca sedang panas. Diskusikan dengan kelompok kalian mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi? (**Kolaborasi: Berkontribusi dalam membuat**

kesepakatan untuk tujuan bersama) (**Kritis: Memberikan alasan efektif; menyimpulkan**) Bagaimana caranya agar ban mobil tidak pecah saat cuaca panas? (**Kreatif: Menunjukkan keaslian**)

.....

.....

.....

.....

Gambar 4. Jarum Suntik

Adakah di antara kalian yang belum pernah mengetahui alat seperti pada gambar di samping? Alat tersebut merupakan jarum suntik. (***Technology***) Jarum suntik adalah salah satu alat yang menerapkan prinsip hukum Boyle. (***Science***) Jarum suntik biasanya digunakan untuk mengambil maupun memasukkan cairan. (***Engineering***)

Diskusikan bersama teman kalian mengenai cara kerja alat tersebut! (**Kritis: menganalisis; Kolaborasi: bekerja secara efektif dan menghormati antar teman; bertanggung jawab dalam kerja kolaboratif**) Catat hasilnya dan sampaikan di depan kelas! (**Komunikasi: menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan**)

.....

.....

.....

.....

Gambar 5. *Pressure Cooker*

Pressure cooker merupakan salah satu peralatan yang telah ada sejak jaman Perang Dunia II untuk mempercepat proses memasak. (***Technology***) Alat ini memanfaatkan tekanan untuk mematangkan bahan masakan. (***Engineering***)

Bagaimana cara kerja *pressure cooker* sehingga dapat membuat proses memasak menjadi lebih cepat? (**kritis: menganalisis**) Sebutkan kelebihan penggunaan alat tersebut jika dibandingkan memasak menggunakan panci biasa? (**kreatif: menguraikan ide / gagasan**)

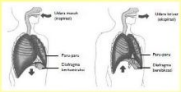
.....

.....

.....

.....

Tahukah kalian?



Gambar 6. Mekanisme pernapasan

Bernapas merupakan salah satu ciri makhluk hidup, yaitu suatu proses dimana kita menghirup oksigen dari udara serta mengeluarkan karbon dioksida dan uap air. **(sains)** Ketika menarik napas, otot-otot mengembangkan dinding dada dan membuat diafragma berkontraksi menyebabkan udara dari luar masuk ke paru-paru.

Persamaan Umum Gas Ideal

Ketika massa atau mol gas diubah ternyata volume gas pun ikut berubah. Oleh karena itu kita boleh menuliskan bilangan tetap di ruas kanan sehingga diperoleh sebuah persamaan umum yang berlaku untuk gas ideal yang disebut dengan **persamaan umum gas ideal**.

$$PV = nRT \quad (4)$$

Persamaan umum gas ideal juga dapat dinyatakan dalam besaran banyaknya partikel gas, *N*. Banyak parktikel gas *N* adalah hasil kali banyak mol gas *n* dengan bilangan Avogadro N_A.

$$PV = NkT \quad (5)$$

Keterangan:

n : Jumlah mol gas (mol)

R : Tetapan umum gas = 8314 J/kmol K atau 0,082 L atm/ mol K

N : Banyaknya partikel

k : Tetapan Boltzman = 1,38 x 10^{-23} J/K

TIPS

Besar R bergantung pada satuan-satuan yang digunakan.

- R = 8314 J/kmol K digunakan jika tekanan P dalam Pa (atau N/m^2), volume V dalam m^3, n dalam kmol dan T dalam kelvin (K) dan R = 8314 J/mol K digunakan jika n dalam satuan mol.
- R = 0,082 L atm/mol K digunakan jika P dalam atm, volume V dalam liter (L), n dalam mol dan T dalam K.

Terkadang suatu gas dinyatakan dalam keadaan standar atau keadaan normal atau keadaan STP (Standard Temperature and Pressure)), yaitu keadaan dimana tekanan gas P = 1atm dan suhu gas t = 0°C atau T = 273 K.

Mari Berdiskusi!

Gambar 7. Pompa Sepeda

Adakah di antara kalian yang belum pernah mengetahui alat seperti pada gambar di samping?. Alat tersebut merupakan pompa ban sepeda. (***Technology***) Pompa adalah alat yang memanfaatkan gerakan dan tekanan untuk mengalirkan fluida. (***Engineering***) Setelah selesai digunakan, badan pompa akan terasa panas apabila dipegang. Kenapa hal tersebut bisa terjadi? **(Kritis: Memberi alasan efektif)**

dan diskusikan bersama teman kalian mengenai cara kerja alat tersebut! (**Kolaborasi: bekerja secara efektif dan menghormati antar teman; bertanggung jawab dalam kerja kolaboratif**) Catat hasilnya dan sampaikan di depan kelas! (**Komunikasi: berkomunikasi secara efektif**)

.....

.....

.....

.....

.....

Gambar 8. *air bag* yang mengembang

Airbag (kantong udara) adalah salah satu fitur keselamatan berkendara yang sangat membantu pengemudi ketika terjadi kecelakaan. (***Technology***) Jenis *airbag* yang paling umum digunakan adalah *front airbag* yang posisinya berada di depan. Tapi tahukah kalian bahwa terdapat beberapa jenis *airbag*? Sebutkan dan jelaskan! (**Kreatif: Menguraikan ide atau gagasan**) (**Kritis: Mengidentifikasi**). Pada saat terjadi tabrakan, *airbag* akan mengembang seperti ditunjukkan pada gambar di atas. Hal itu bertujuan untuk memberikan bantalan yang akan mengurangi efek benturan antara dada pengemudi dengan batang setir. Untuk mengembangkan *air bag*, gas nitrogen perlu dipaksa masuk ke dalam kantong. (***Engineering***) Tetapi, tahukah kalian bagaimana caranya nitrogen dapat masuk ke dalam kantong? (**kritis: menganalisis**) Tulis hasil diskusi kalian di lembar diskusi dan sampaikan di depan kelas! (**komunikasi: mengartikulasikan ide atau gagasan; berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam**)

.....

.....

.....

.....

Tekanan Gas menurut Teori Kinetik

Dalam sudut pandang mikroskopik yang dinamakan teori kinetik gas, tekanan gas adalah hasil tumbukan antara molekul gas dan dinding-dinding wadahnya.

$$P = \frac{1}{3} m_0 \overline{v^2} \frac{N}{V}$$

dengan

m_0= massa sebuah molekul (kg)

$\overline{v^2}$ = rata-rata kuadrat kelajuan $(m/s)^2$

N = banyak molekul (partikel)

V = volume gas (m^3)

$\frac{N}{V}$ = kerapatan molekul

P = tekanan gas (Pa)

Temperatur Gas menurut Teori Kinetik

Besarnya energi kinetik rata-rata untuk gas diatomik adalah

$$E_k = \frac{3}{2} kT$$

dengan

k = tetapan Boltzman = 1,38 x 10^{-23} J/K

T = temperatur gas (Kelvin)

E_k = energi kinetik rata-rata

Persamaan di atas menyatakan bahwa suhu gas hanya berhubungan dengan gerak molekul. Semakin cepat gerak molekul gas, maka suhu gas akan semakin tinggi.

11

Kelajuan Efektif Gas

Kelajuan rms (*root mean square*) adalah nilai kelajuan yang paling mendekati untuk kelajuan masing-masing partikel. Kelajuan partikel gas bergantung pada variable suhu (T) dan massa molekul relatif (Mr). Semakin tinggi suhu benda maka kelajuan partikelnya semakin besar, tetapi semakin besar Mr maka kelajuan partikel akan semakin kecil.

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

atau

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{Mr}}$$

Energi Dalam Gas

Energi dalam gas adalah total seluruh energi kinetik partikel gas. Energi dalam gas dipengaruhi oleh keadaan energi kinetik partikelnya, secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$U = N E_k$$

Dengan U adalah energi dalam gas yang memiliki satuan Joule (J).

12

Lampiran 4

UNIT KEGIATAN BELAJAR MANDIRI (UKBM) KELAS EKSPERIMEN

UNIT KEGIATAN BELAJAR MANDIRI (UKBM)
FISIKA KELAS XI
TEORI KINETIK GAS
SMA NEGERI 1 KENDAL

1. Identitas

a. Nama Mata Pelajaran : Fisika
b. Semester : Ganjil
c. Materi Pokok : Teori Kinetik Gas
d. Alokasi Waktu : 6 JP
e. Kompetensi Dasar :

KD 3.6 Menganalisis teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup.

KD 4.6 Mempresentasikan laporan pemikiran tentang teori kinetik gas dan makna fisisnya.

f. Tujuan Pembelajaran :

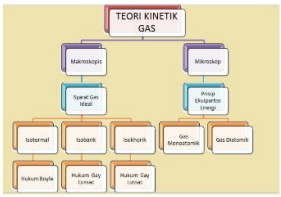
Melalui pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dengan proses mencari informasi, menanya, berdiskusi, dan melakukan pengamatan peserta didik dapat mengidentifikasi ciri-ciri Gas Ideal, menerapkan hukum Boyle-Gay Lussac dalam permasalahan gas, memformulasikan hubungan besaran-besaran dalam persamaan gas, memformulasikan persamaan umum gas ideal, dan membuat proyek mengenai contoh permasalahan gas ideal serta menjelaskan makna fisisnya.

g. Materi Pembelajaran

Agar konsep dan teori yang akan Anda pelajari pada UKBM ini dapat Anda kuasai dengan baik, maka baca Kanginan, Marthen. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. 2017. Jakarta: Erlangga, dan sumber lain yang diberikan oleh guru dan atau dengan cara mandiri.

1

PETA KONSEP



2. Kegiatan Pembelajaran

a) Pendahuluan

Balon adalah sebuah kantung fleksibel yang umumnya berisikan gas seperti helium, hidrogen, nitrogen monoksida dan udara. Balon udara adalah sebuah teknologi penerbangan pertama oleh manusia, ditemukan oleh Montgolfier bersaudara di Annonay, Prancis pada 1783. Balon udara yaitu sebuah balon yang memiliki massa jenis udara yang berbeda dengan udara disekitarnya. Lalu tahukah kalian bagaimana caranya balon udara dapat terbang?

2

b. Kegiatan Inti

1) Petunjuk Umum UKBM

a) **Baca dan pahami** materi Teori Kinetik Gas pada Buku Teks Pelajaran Fisika Kanginan, Marthen. Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga. Halaman 269 – 292.

b) **Kerjakan** semua tugas yang ada di UKBM ini di buku kerja atau langsung mengisikan di kolom yang tersedia.

c) Apabila kalian yakin telah paham dan mampu menyelesaikan permasalahan dalam kegiatan pembelajaran yang ada, kalian boleh sendiri atau mengajak teman lain yang sudah siap untuk **mengikuti tes formatif agar kalian dapat belajar ke UKBM selanjutnya**.

2) Kegiatan Belajar 1

a. Pendahuluan

Gambar 1. Piston yang ditekan

Perhatikan gambar sejenis gas ideal yang berada di dalam sebuah bejana tertutup. Bagaimana keadaan volume gas sebelum dan sesudah piston ditekan? Apakah tekanan memberikan pengaruh terhadap volume gas?

b. Inti

Mari Berdiskusi!

Gambar 2. Jarum Suntik

Adakah di antara kalian yang belum pernah mengetahui alat seperti pada gambar di samping?. Alat tersebut merupakan jarum suntik. Jarum suntik adalah salah satu alat yang menerapkan prinsip hukum Boyle. Jarum suntik biasanya digunakan untuk mengambil maupun memasukkan cairan.

Diskusikan bersama teman kalian mengenai cara kerja alat tersebut! Catat hasilnya dan sampaikan di depan kelas

3

.....
.....
.....
.....

Mari Berdiskusi!

Gambar 3. Ban mobil pecah di cuaca yang panas

Ban adalah salah satu contoh penerapan prinsip gas ideal pada bidang teknologi otomotif. Apapun kendaraannya, tekanan gas dalam ban perlu diperhatikan agar kinerja ban tetap terjaga. Namun tidak sedikit kasus yang diberitakan di televisi mengenai pecahnya ban mobil ketika cuaca sedang panas.

Diskusikan dengan kelompok kalian mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi? Bagaimana caranya agar ban mobil tidak pecah saat cuaca panas?

.....
.....
.....

Gambar 4. *Pressure Cooker*

Pressure cooker merupakan salah satu peralatan yang telah ada sejak jaman Perang Dunia II untuk mempercepat proses memasak. Alat ini memanfaatkan tekanan untuk memutangkan bahan masakan.

4

Bagaimana cara kerja *pressure cooker* sehingga dapat membuat proses memasak menjadi lebih cepat? Sebutkan kelebihan penggunaan alat tersebut jika dibandingkan memasak menggunakan panci biasa!

.....

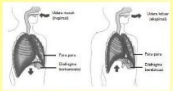
.....

.....

3) ***Kegiatan Belajar 2***

a. Pendahuluan

Tahukah kalian?



Gambar 5. Mekanisme pernapasan

Bernapas merupakan salah satu ciri makhluk hidup, yaitu suatu proses dimana kita menghirup oksigen dari udara serta mengeluarkan karbon dioksida dan uap air. **(sains)** Ketika menarik napas, otot-otot mengembangkan dinding dada dan membuat diafragma berkontraksi menyebabkan udara dari luar masuk ke paru-paru.

b. Inti

Mari Berdiskusi!

Adakah di antara kalian yang belum pernah mengetahui alat seperti pada gambar di bawah?

Gambar 6. Pompa Sepeda

Alat tersebut merupakan pompa ban sepeda. Pompa adalah alat yang memanfaatkan gerakan dan tekanan untuk mengalirkan fluida. Setelah selesai digunakan, badan pompa akan terasa panas apabila dipegang. Kenapa hal tersebut bisa terjadi?

dan diskusikan bersama teman kalian mengenai cara kerja alat tersebut! Catat hasilnya dan sampaikan di depan kelas!

.....

.....

.....

.....

.....

Setelah kalian belajar mengenai gas ideal dapatkah kalian menyebutkan apa ciri-ciri gas ideal? Bagaimana hubungan antara tekanan, volume, dan suhu pada gas ideal? Supaya kalian lebih memahami mengenai hukum gas ideal, mari lakukan kegiatan **Ayo Mengamati!** pada LDS yang sudah diberikan.

4) ***Kegiatan Belajar 3***

a. Pendahuluan

Masih ingatkah kalian bagaimana hubungan antara tekanan, volume, dan temperatur pada gas?

b. Inti

Mari Berdiskusi!

Gambar 7. *air bag* yang mengembang

Airbag (kantong udara) adalah salah satu fitur keselamatan berkendara yang sangat membantu pengemudi ketika terjadi kecelakaan. Jenis *airbag* yang paling umum digunakan adalah *front airbag* yang posisinya berada di depan. Tapi tahukah kalian bahwa terdapat beberapa jenis *airbag*?

Sebutkan dan jelaskan! Pada saat terjadi tabrakan, *airbag* akan mengembang seperti ditunjukkan pada gambar di atas. Hal itu bertujuan untuk memberikan bantalan yang akan mengurangi efek benturan antara dada pengemudi dengan batang setir. Untuk mengembangkan *air bag*, gas nitrogen perlu dipaksa masuk ke dalam kantong. Tahukah kalian bagaimana caranya nitrogen dapat masuk ke dalam kantong?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Deskripsikan dan tuliskan pada tabel di bawah ini keterkaitan antara aspek-aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada *airbag* dan sampaikan hasil diskusi kalian di depan kelas !

Science **(Sains)**	***Technology*** **(Teknologi)**	***Engineering*** **(Teknik)**	***Mathematics*** **(Matematika)**

Tugas 1.

Pelajari materi tentang kecepatan efektif, kelajuan efektif dan energi dalam gas pada Buku Teks Pelajaran Kanginan, Marthen. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. 2017. Jakarta: Erlangga. atau sumber belajar lainnya !

Setelah kalian pelajari materi tersebut, diskusikan bersama teman kalian jawaban dari pertanyaan di bawah ini !

1. Apa yang mempengaruhi besarnya tekanan pada gas ?
   Jawab :

2. Bagaimana hubungan antara besarnya energi kinetik gas dengan suhu gas tersebut ?
   Jawab :

3. Apa yang kalian ketahui mengenai kelajuan efektif gas ?
   Jawab :

4. Apa yang dimaksud dengan energi dalam gas ? Berapakah besarnya energi dalam suatu gas ?
   Jawab :

3) Penutup

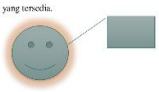
Tabel Refleksi Diri Pemahaman Materi

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah kalian telah memahami sifat-sifat gas ideal?		
2.	Apakah kalian telah memahami hukum Boyle-Gay Lussac ?		
3.	Apakah kalian telah memahami persamaan gas ideal ?		
4.	Dapatkah kalian menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi energi kinetik ratu-rata gas?		
5.	Dapatkah kalian menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan efektif gas?		
6.	Apakah kalian dapat mempresentasikan hasil pemikiran tentang Teori Kinetik Gas ?		
7.	Dapatkah menghitung besaran-besaran dalam Teori Kinetik Gas?		

Jika menjawab "TIDAK" pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajarilah kembali materi tersebut dalam Buku Teks Pelajaran (BTP) dan pelajari ulang kegiatan belajar 1, 2 dan 3 yang sekiranya perlu kalian ulang dengan bimbingan Guru atau teman sejawat. **Jangan putus asa untuk mengulang lagi!.** Dan apabila kalian menjawab "YA" pada semua pertanyaan, maka lanjutkan berikut.

Dimana posisimu?

Ukurlah diri kalian dalam menguasai materi pelaku ekonmi dalam kegiatan ekonomi dalam rentang **0 – 100**, tuliskan ke dalam kotak yang tersedia.



Ini adalah bagian akhir dari UKBM materi Teori Kinetik Gas, mintalah tes formatif kepada Guru kalian sebelum belajar ke UKBM berikutnya.

Sukses untuk kalian!!?

Lampiran 5

UNIT KEGIATAN BELAJAR MANDIRI (UKBM) KELAS KONTROL

Unit Kegiatan belajar Mandiri (UKBM)

UNIT KEGIATAN BELAJAR M A N D I R I (UKBM)
FISIKA KELAS XI
TEORI KINETIK GAS
SMA NEGERI 1 KENDAL

1. Identitas

a. Nama Mata Pelajaran : FISIKA
b. Kelas / Semester : X1 / 3
c. Kompetensi Dasar :

3.6 Memahami teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup

4.6 Mempresentasikan laporan hasil pemikiran tentang teori kinetik gas, dan makna fisisnya

d. Materi Pokok : Teori Kinetik Gas
e. Alokasi Waktu : 6 JP
f. Tujuan Pembelajaran :

Dengan menyelesaikan tahapan-tahapan UKBM ini kalian dapat:

1. Mendeskripsikan persamaan umum gas ideal pada persoalan fisika sehari-hari
2. Memformulasikan hukum Boyle-Gay Lussac Mengetahui alternatif solusi pemanasan global
3. Menerapkan persamaan umum gas ideal pada proses isotermal, isokhorik dan isobarik
4. Memformulasikan asas ekuipartisi energi
5. Memformulasikan energi dan kecepatan rata-rata partikel untuk gerak translasi, rotasi dan vibrasi
6. Menerapkan hukum-hukum fisika untuk gas ideal pada persoalan fisika sehari-hari

g. Materi Pembelajaran :

Materi pembelajaran Teori Kinetik Gas
Teori Kinetik Gas:
- Persamaan keadaan gas ideal
- Hukum Boyle-Gay Lussac
- Teori kinetik gas ideal
- Tinjauan impuls-tumbukan untuk teori kinetik gas
- Energi kinetik rata-rata gas
- Kecepatan efektif gas
- Teori ekipartisi energi dan Energi dalam

Unit Kegiatan belajar Mandiri (UKBM)

2. Kegiatan Pembelajaran

a. Pendahuluan
Sebelum belajar pada materi ini silahkan kalian membaca dan memahami narasi di bawah ini.

Perhatikan peristiwa berikut:

Ketika sekolah libur panjang dan kalian lama tidak mengunakan sepeda motor, ternyata ban sepeda motor kalian kempes. Setelah kalian teliti, di ban sepeda motor tersebut tidak terdapat kerusakan, seperti tertusuk paku atau koyak. Mengapa hal tersebut dapat terjadi?

Diskusikan peristiwa ini dengan temanmu!

Untuk dapat memahami dengan baik persoalan tersebut, silahkan kalian lanjutkan ke kegiatan belajar berikut dan ikuti petunjuk yang ada dalam UKB ini.

b. Inti
1) Petunjuk Umum UKBM
Baca dan pahami materi pada Buku Teks Pelajaran Kajian Konsep FISIKA untuk Kelas XI SMA dan MA Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu-ilmu Alam
a) Setelah memahami isi materi dalam bacaan **berlatihlah untuk berfikir tinggi** melalui tugas-tugas yang terdapat pada UKBM ini baik bekerja sendiri maupun bersama teman sebangku atau teman lainnya.
b) **Kerjakan UKBM** ini dibuku kerja atau langsung mengisikan pada bagian yang telah disediakan.
c) Kalian dapat **belajar bertahap dan berlanjut** melalui kegiatan **ayo berlatih**, apabila kalian yakin sudah paham dan mampu menyelesaikan permasalahan dalam kegiatan belajar yang ada, kalian boleh sendiri atau mengajak teman lain yang sudah siap untuk **mengikuti tes formatifagar kalian dapat belajar ke UKBM berikutnya.**
2) Kegiatan Belajar

Kalian sudah siappp ???
Ayo..... ikuti kegiatan belajar berikut dengan penuh kesabaran dan penuh konsentrasi ya !!!

Unit Kegiatan belajar Mandiri (UKBM)

Kegiatan Belajar 1

Sebelum melakukan kegiatan belajar 1, perhatikan dan amati gambar dibawah ini dulu...

APA YANG SEBENARNYA TERJADI... ???

Ketika kalian menuangkan air panas kedalam botol plastik, botol plastik kemudian mengkerut. Apa yang menyebabkan botol menjadi mengkerut?

Ketika kalian memompa ban sepeda menggunakan pompa tangan, pernahkah kalian memegang badan pompa setelah kalian selesai memompa ban? mengapa badan pompa terasa hangat?

Untuk meningkatkan pemahaman kalian, silahkan tonton video berikut ini!

https://www.youtube.com/watch?v=Srzruifa3FE&pbjreload=10

Setelah mengamati ilustrasi gambar dan video diatas, berdiskusilah dengan teman sebangku kalian mengenai :

Diskusikan dan jawablah pertanyaan berikut!!

1. Mengapa botol plastik dapat mengkerut ketika diisi air panas?
2. Mengapa badan pompa terasa hangat ketika digunakan untuk beberapa saat?
3. Apa yang dimaksud dengan gas ideal?
4. Jelaskan karakteristik gas ideal secara mikroskopis dan makroskopis!
5. Tuliskan persamaan Boyle, Charles, Gay Lusssac dan Boyle-Gay Lussac!
6. Tuliskan persamaan umum gas ideal!

Unit Kegiatan belajar Mandiri (UKBM)

Setelah kalian memahami materi pada kegiatan belajar 1 melalui literasi, pengamatan dan diskusi dengan teman-teman, cobalah berlatih soal-soal berikut ini ya...

Jawablah Pertanyaan berikut!

1. 6 gram gas Oksigen (M = 32 gr/mol) berada pada tekanan 1 atm dan suhu 27°C. Tentukan volume gas tersebut!
2. A dan B dihubungkan dengan suatu pipa sempit. Suhu gas di A adalah 127°C dan jumlah partikel gas di A tiga kali jumlah partikel di B.

Jika volume B seperempat volume A, tentukan suhu gas di B!
3. Di dalam ruang tertutup suhu suatu gas 27°C, tekanan 1 atm dan volume 0,5 liter. Jika suhu gas dinaikkan menjadi 327°C dan tekanan menjadi 2 atm, tentukan volume gas!
4. Suatu gas ideal mula-mula menempati ruang yang volumenya V dan tekanan P. Jika suhu gas menjadi 5/4 T dan volumenya menjadi 3/4 V, tentukan tekanan gas!

Kegiatan Belajar 2

Setelah kalian mempelajari tentang Persamaan keadaan gas ideal dan hukum-hukum-hukum yang digunakan dalam Konsep Gas Ideal, silakan melanjutkan pemahaman materi Teori Kinetik Gas dengan mengikuti langkah-langkah berikut

- Pelajari materi tentang Teori kinetik gas ideal, Tinjauan Impuls-Tumbukan untuk teori kinetik gas dan energi kinetik rata-rata tiap molekul gas pada Buku Teks Pelajaran atau dengan mempelajari dari materi di internet!

  (Alamat website yang disarankan: https://gurumuda.net/teori-kinetik-gas.htm)
- Setelah kalian pelajari materi tersebut, Jawablah pertanyaan berikut!

1. Sebutkan sifat-sifat gas ideal!
2. Tuliskan persamaan energi kinetik rata-rata tiap molekul gas!
3. Tuliskan persamaan tekanan yang dikenakan pada dinding wadah!
4. Tuliskan hubungan antara tekanan yang dikenakan pada dinding dengan energi kinetik rata-rata tiap molekul gas!
5. Tuliskan persamaan energi kinetik rata-rata permolekul dan temperatur!

Unit Kegiatan belajar Mandiri (UKBM)

6. Sejumlah gas ideal dalam tabung tertutup dipanaskan secara isokhorik sehingga suhunya naik menjadi 4 kali semula. Tentukan energi kinetik rata-rata molekul gas ideal setelah perubahan suhu!
7. Sejumlah gas ideal dalam tabung tertutup didinginkan pada volume tetap sehingga suhunya menjadi 1/2 kali semula. Tentukan perbandingan energi kinetik rata-rata molekul gas sebelum dan sesudah penurunan suhu!
8. Banyaknya partikel gas argon di dalam tabung suhu 27°C dan tekanan 1 atm adalah 7,2 x 10^{22} partikel. Tentukan volume gas Argon dalam tabung!

Ayoo Menyimpulkan!

Setelah kalian menjawab pertanyaan dan mendengarkan mendapat keterangan dari Bapak/Ibu guru, ayo buat resume dan kesimpulan dari yang kalian pelajari hari ini!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Kegiatan Belajar 3

Setelah kalian mempelajari tentang Teori kinetik gas ideal, Tinjauan Impuls-Tumbukan untuk teori kinetik gas dan energi kinetik rata-rata tiap molekul gas silakan melanjutkan pemahaman materi Teori Kinetik Gas dengan mengikuti langkah-langkah berikut!

Unit Kegiatan belajar Mandiri (UKBM)

- Pelajari materi tentang Kecepatan efektif gas dan teori ekipartisi energi dan Energi dalam pada Buku Teks Pelajaran atau dengan mempelajari dari materi di internet!

  (Alamat website yang disarankan: https://gurumuda.net/teori-ekipartisi-energi.htm)

- Setelah kalian pelajari materi tersebut, jawablah pertanyaan di bawah!
  1. Tuliskan persamaan kecepatan efektif molekul gas!
  2. Sebutkan besaran yang mempengaruhi kecepatan efektif molekul gas!
  3. Jelaskan yang dimaksud dengan kapasitas kalor gas ideal!
  4. Tuliskan persamaan kapasitas kalor pada tekanan tetap!
  5. Tuliskan persamaan kapasitas kalor pada volume tetap!
  6. Jelaskan apa yang dimaksud dengan teori ekipartisi energi !
  7. Apa yang dimaksud dengan derajat kebebasan!
  8. Jelaskan yang dimaksud dengan energi dalam!

Setelah mempelajari materi dan mendiskusikan jawaban pertanyaan, presentasikan jawaban kalian sesuai dengan perintah Bapak/Ibu guru.

Ayoo Menyimpulkan!

Setelah kalian menjawab pertanyaan dan mendapat keterangan dari Bapak/Ibu guru, ayo buat resume dan kesimpulan dari yang kalian pelajari hari ini!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Unit Kegiatan belajar Mandiri (UKBM)

Uji Kemampuan

Setelah kalian mempelajari materi Teori kinetik Gas, mari kita uji pemahaman kalian dengan mengerjakan soal berikut!

Jawablah pertanyaan berikut!

1. Suatu gas ideal mula-mula menempati ruang yang volumenya V dan memiliki suhu T serta tekanan P. Jika suhu gas menjadi 5/4 T dan volumenya menjadi 3/4V, tentukan tekanannya gas setelah mengalami perubahan suhu dan volume!
2. Dalam ruangan yang bervolume 1,5 liter terdapat gas yang bertekanan 10^5 Pa. Jika pertikel gas memiliki kelajuan rata-rata 50 m/s, tentukan massa gas tersebut !
3. Partikel-partikel gas oksigen didalam tabung tertutup pada suhu 20°C memiliki energi kinetik 2140 J. Untuk mendapatkan energi kinetik 6420 J tentukan kenaikan suhunya!
4. Gas ideal berada dalam wadah tertutup pada mulanya mempunyai tekanan P dan volume V. Apabila tekanan gas dinaikkan menjadi 4 kali semula dan volume gas tetap, tentukan perbandingan energi kinetik awal dan energi kinetik akhir gas!
5. Tentukan energi kinetik translasi rata-rata molekul gas pada suhu 57°C!
6. Suatu gas bersuhu 27°C berada dalam suatu wadah tertutup. Jika energi kinetiknya meningkat menjadi 2 kali energi kinetik semula tentukan suhu akhir gas!
7. Tiga mol gas berada di dalam suatu ruang bervolume 36 liter. Masing-masing molekul gas mempunyai energi kinetik 5 x 10^{-21} Joule. Konstanta gas umum = 8,315 J/mol.K dan konstanta Boltzmann = 1,38 x 10^{-23} J/K. Hitung tekanan gas dalam ruang tersebut!

c. Penutup

Bagaimana kalian sekarang?

Setelah kalian belajar bertahap dan berlanjut melalui kegiatan belajar 1, 2 dan 3, berikut diberikan Tabel untuk mengukur diri kalian terhadap materi yang sudah kalian pelajari. Jawablah sejujurnya terkait dengan penguasaan materi pada UKB ini di Tabel berikut.

Unit Kegiatan belajar Mandiri (UKBM)

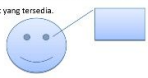
Tabel Refleksi Diri Pemahaman Materi

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah kalian telah memahami sifat-sifat gas ideal?		
2.	Apakah kalian telah memahami hukumBoyle-Gay Lussac ?		
3.	Apakah kalian telah memahami konsep impuls dan tumbukan untuk teori kinetik gas ?		
4.	Dapatkah kalian menyebutkan factor-faktor yang mempengaruhi energi kinetik rata-rata gas?		
5.	Dapatkah kalian menyebutkan factor-faktor yang mempengaruhi kecepatan efektif gas?		
6.	Dapatkah kalian menyebutkan factor-faktor yang berpengaruh dalam teori ekipartisi dan energi dalam?		
7.	Apakah kalian dapat mempresentasikan hasil pemikiran tentang Teori Kinetik Gas ?		
8.	Dapatkah menghitung besaran-besaran dalam Teori Kinetik Gas?		

Jika menjawab "TIDAK" pada salah satu pertanyaan di atas, maka pelajarilah kembali materi tersebut dalam Buku Teks Pelajaran (BTP) dan pelajari ulang kegiatan belajar 1, 2 dan 3 yang sekiranya perlu kalian ulang dengan bimbingan Guru atau teman sejawat. **Jangan putus asa untuk mengulang lagi!.** Dan apabila kalian menjawab "YA" pada semua pertanyaan, maka lanjutkan berikut.

Dimana posismu?

Ukurlah diri kalian dalam menguasai materi pelaku ekonmi dalam kegiatan ekonomi dalam rentang **0 – 100**, tuliskan ke dalam kotak yang tersedia.



Ini adalah bagian akhir dari UKBM materi Teori Kinetik Gas, mintalah tes formatif kepada Guru kalian sebelum belajar ke UKBM berikutnya.

Sukses untuk kalian!!!

Lampiran 6

LEMBAR DISKUSI PESERTA DIDIK KELAS EKSPERIMEN

Kelas :

Kelompok :

Nama :

Nama Teman :

KEGIATAN 1

Tujuan:

Mengetahui hubungan antara tekanan dengan volume

Alat:
Piring kecil, gelas, lilin, dan air yang telah diberi pewarna.

Pertanyaan:

1. Sebuah lilin diletakkan di tengah-tengah sebuah wadah yang mana wadah tersebut telah diisi oleh air berwarna. Apakah yang terjadi ketika lilin dinyalakan lalu ditutup menggunakan gelas?
   Jawab :

2. Kesimpulan apa yang dapat kalian ambil dari percobaan tersebut?
   Jawab :

KEGIATAN 2

Tujuan:

Mengetahui hubungan antara tekanan dan volume dengan suhu.

Alat dan bahan:

Dua buah botol kosong, selang, plastisin, air es, air panas, air yang telah diberi warna.

Pertanyaan:

1. Jika terdapat dua botol yaitu botol A dan botol B yang saling disambungkan menggunakan selang. Dimana botol A berisi cairan berwarna dan botol B dalam keadaan kosong dan tertutup. Apa yang terjadi jika botol A dicelupkan ke dalam air dingin? Bandingkan hasilnya jika botol A dimasukkan ke dalam air panas!
   Jawab :

Air Dingin	Air Panas

2. Kesimpulan apa yang dapat kalian dapatkan dari percobaan tersebut?
   Jawab :

KISI-KISI SOAL UJI COBA

Kompetensi Dasar :

3.6 Menganalisis teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup

Indikator Keterampilan	Level Kognitif	Indikator Pencapian Kompetensi	Indikator Soal	Nomor Soal
Kritis: Menafsirkan informasi Kreatif: Memunculkan ide atau gagasan yang bermakna	C2	Memformulasikan hubungan besaran-besaran dalam persamaan gas.	Merumuskan hubungan antara tekanan dan volume gas pada ruang tertutup.	1
Kritis: Memberikan alasan efektif Kreatif: Menunjukkan keaslian	C4	Menerapkan hukum-hukum fisika tentang gas ideal pada kehidupan sehari-hari.	Menganalisis hubungan antara sifat makroskopis gas pada kasus ban kempes.	2

Kritis: Memberikan alasan efektif Kreatif: Menunjukkan keaslian	C4	Menerapkan hukum-hukum fisika tentang gas ideal pada kehidupan sehari-hari.	Menganalisis hubungan antara perubahan teknanan udara dan volume pada kasus pesawat udara.	3
Kritis: Mengidentifikasi besaran tertentu Kreatif: Merealisasikan ide atau gagasan	C4	Menerapkan hukum Boyle-Gay Lussac dalam permasalahan gas.	Menganalisis hubungan antara besaran-besaran pada hukum gas ideal.	4
Kritis: Menganalisis Kreatif: Menguraikan ide atau gagasan	C3	Menerapkan hukum Boyle-Gay Lussac dalam permasalahan gas.	Menerapkan hukum gas ideal untuk memecahkan kasus soal.	5
Kritis: Menganalisis Kreatif: Menguraikan ide atau gagasan	C3	Menerapkan hukum Boyle-Gay Lussac dalam permasalahan gas.	Menerapkan persamaan gas ideal untuk memecahkan kasus soal.	6

Kritis: Menafsirkan informasi Kreatif: Memunculkan ide atau gagasan yang bermakna	C3	Menerapkan hukum-hukum fisika tentang gas ideal pada kehidupan sehari-hari.	Memahami dan menganalisis konsep gas ideal dalam suatu peristiwa di kehidupan sehari-hari	7
Kritis: Menyimpulkan Kreatif: Menunjukkan keaslian	C4	Mengidentifikasi sifat-sifat gas ideal. .	Menyimpulkan sifat makroskopis gas dalam keadaan standar	8
Kritis: Mengidentifikasi Kreatif: Memunculkan ide atau gagasan yang bermakna	C2	Menerapkan hukum-hukum fisika tentang gas ideal pada kehidupan sehari-hari.	Menjelaskan teknologi yang berkaitan dengan konsep hukum gas ideal	9
Kritis: Mengidentifikasi besaran tertentu	C3	Memformulasikan kelajuan efektif partikel gas menurut teori kinetik.	Menentukan pengaruh perubahan suhu gas terhadap kelajuan efektif gas	10

Kreatif: Merealisasikan ide atau gagasan				
Kritis: Menganalisis Kreatif: Menguraikan ide atau gagasan	C3	Memformulasikan kelajuan efektif partikel gas menurut teori kinetik.	Menentukan pengaruh perubahan suhu gas terhadap kelajuan efektif gas	11
Kritis: Mengidentifikasi besaran tertentu Kreatif: Merealisasikan ide atau gagasan	C4	Memformulasikan energi dalam gas.	Menganalisis pengaruh pemanasan terhadap perubahan energi dalam	12

Lampiran 8

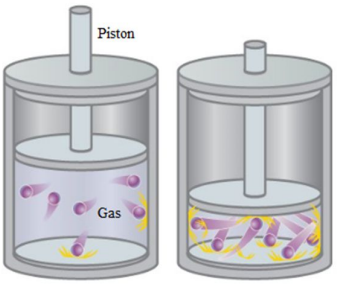
NASKAH SOAL UJI COBA

Mata Pelajaran	: Fisika
Satuan Pendidikan	: Sekolah Menengah Atas
Alokasi Waktu	: 60 menit
Jumlah Soal	: 12 soal
Materi Pokok	: Teori Kinetik Gas

PETUNJUK MENGERJAKAN SOAL

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal.
2. Tulis nama, kelas, nomor absen di pojok kanan atas lembar jawab yang telah tersedia.
3. Bacalah baik-baik soal yang Anda kerjakan.
4. Kerjakanlah terlebih dahulu soal yang kamu anggap mudah dengan sungguh-sungguh dan bertanggungjawab.
5. Berikan jawaban pada lembar kerja yang telah tersedia dengan jelas.
6. Yakinlah pada jawaban diri sendiri, hindari kegiatan menyontek jawaban teman maupun membuka catatan dalam bentuk apapun.

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan tepat dan benar!



1. Perhatikan gambar sejenis gas ideal yang berada di dalam sebuah bejana tertutup. Bagaimana keadaan volume gas sebelum dan sesudah piston ditekan? Apakah tekanan memberikan pengaruh terhadap volume gas? Rumuskan hubungan antara tekanan dan volume gas!

2.

Ketika sekolah libur panjang dan kalian lama tidak mengunakan sepeda motor, ternyata ban sepeda motor kalian menjadi kempes. Setelah kalian teliti, di ban sepeda motor tersebut tidak terdapat kerusakan seperti tertusuk paku atau benda tajam lainnya. Lalu mengapa hal tersebut dapat terjadi?

3. Pesawat udara dilengkapi dengan kantong oksigen darurat yang akan jatuh dari langit-langit pesawat ketika tekanan udara dalam kabin berkurang secara tiba-tiba. Hal tersebut dapat terjadi misalnya jika ada bagian dari badan pesawat yang terbuka. Pada ketinggian yang sangat tinggi saat tekanan udara di luar pesawat relatif rendah, kantong oksigen mengembang sampai penuh. Akan tetapi, pada ketinggian rendah, kantong oksigen hanya mengembang sebagian. Mengapa kantong tidak mengembang penuh pada ketinggian rendah?

4. Gas ideal berada dalam ruangan tertutup memiliki volume V, tekanan P, dan suhu T. Apabila volumenya mengalami perubahan menjadi ½ kali semula dan suhunya dinaikkan menjadi 4 kali semula maka tekanan gas yang berada dalam sistem tersebut menjadi….

5. Pada suatu hari dimana tekanan udara luar adalah 76cmHg, alat ukur tekanan (manometer terbuka) menunjukkan bahwa tekanan di dalam sebuah tanki adalah 224cmHg. Di dalam tanki tersebut besisi gas ideal yang bersuhu T. Karena tanki terkena paparan sinar matahari, suhu gas dalam tanki naik menjadi 3T. Berapa besar tekanan yang ditunjukkan oleh manometer saat ini?

6. Seratus gram CO_2 memiliki volume 16,4 L pada tekanan 1 atm. Jika diketahui massa molar CO_2 adalah 44 g/mol maka berapakah tekanan gas tersebut? Apabila volume ditambah menjadi 32,8 L dan temperatur dijaga tetap, Tentukan besarnya tekanan gas saat ini! (R = 0,082 L.atm/mol.K)

7.

Ketika meniup balon, volume balon akan bertambah besar. Berdasarkan persamaan umum gas ideal, jelaskan faktor apa saja yang menyebabkan volume balon bertambah besar!

8. Berapa volume yang ditempati oleh 1 mol gas pada temperatur 0ºC dan tekanan 1 atm? Jika temperatur 0ºC dan tekanan 1 atm dinyatakan sebagai keadaan standar, kesimpulan apakah yang dapat kalian ambil?

9. Sebutkan teknologi yang menggunakan prinsip maupun konsep dari hukum gas ideal beserta penjelasan bagian mana prinsip dan konsep tersebut diterapkan!

10. Sebuah partikel gas memenuhi teori kinetik gas. Jika suhu mutlak gas tersebut naik menjadi empat kali dari suhu mula-mula. Tentukan besar kelajuan partikel pada kondisi tersebut!

11. Molekul-molekul suatu gasideal memiliki laju efektif sebesar C pada suhu tertentu. Jika suhu gas diubah pada kondisi volume tetap ternyata menyebabkan tekanan gas berkurang menjadi ¼ tekanan mula-mula. Tentukan kelajuan efektif gas saat ini!

12. Gas ideal monoatomik sebanyak 1 kmol pada tekanan konstan 1 atm (1 atm = $1x10^5$ N/m^2) dipanaskan dari suhu 27ºC menjadi 127ºC. Tentukan besarnya perubahan energi dalam akibat pemanasan yang dilakukan pada gas tersebut!

RUBRIK PENILAIAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SOAL UJI COBA

Kompetensi Dasar:

3.6 Menganalisis teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup

Nomor Soal	Indikator Berpikir Kritis	Aspek Penilaian	Skor	Keterangan
2, 3	Memberikan alasan efektif	• Memberikan alasan yang sesuai • Jawaban berhubungan dengan pertanyaan • Menyampaikan jawaban menggunakan kalimat yang efektif	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tetapi salah
			2	Jawaban yang diberikan memuat salah satu aspek
			3	Jawaban yang diberikan memuat dua aspek
			4	Jawaban yang diberikan memuat semua aspek

5, 6, 11	Menganalisis	• Dapat menguraikan informasi • Dapat mengaitkan dengan materi yang relevan • Dapat mencari hubungan antar unsur	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tetapi salah
			2	Jawaban yang diberikan memuat salah satu aspek
			3	Jawaban yang diberikan memuat dua aspek
			4	Jawaban yang diberikan memuat semua aspek
1, 7	Menafsirkan informasi	• Dapat menjelaskan jawaban tersebut • Dapat menggambarkan sesuai dengan konsep • Memberikan jawaban dengan jelas	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tetapi salah
			2	Jawaban yang diberikan memuat salah satu aspek
			3	Jawaban yang diberikan memuat dua aspek
			4	Jawaban yang diberikan memuat semua aspek

9	Mengidentifikasi	• Dapat memberikan contoh • Dapat memberikan penjelasan • Dapat mengaitkan contoh dengan konsep yang sesuai	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tetapi salah
			2	Jawaban yang diberikan memuat salah satu aspek
			3	Jawaban yang diberikan memuat dua aspek
			4	Jawaban yang diberikan memuat semua aspek
4, 10, 12	Mengidentifikasi besaran tertentu	• Dapat menyebutkan besaran-besaran yang diketahui • Dapat menggunakan persamaan matematis yang tepat • Dapat memecahkan permasalahan dengan tepat	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tetapi salah
			2	Jawaban yang diberikan memuat salah satu aspek
			3	Jawaban yang diberikan memuat dua aspek
			4	Jawaban yang diberikan memuat semua aspek

8	Menyimpulkan	• Dapat memahami permasalahan yang disajikan • Dapat menentukan teori yang tepat untuk menjelaskan permasalahan • Dapat menarik kesimpulan dari permasalahan	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tetapi salah
			2	Jawaban yang diberikan memuat salah satu aspek
			3	Jawaban yang diberikan memuat dua aspek
			4	Jawaban yang diberikan memuat semua aspek

Lampiran 10

RUBRIK PENILAIAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI

Keterangan

Skor 1 s.d. 2 : menunjukkan kecenderungan **tidak memenuhi** kriteria pencapaian dari tiap indikator

Skor 3 s.d. 5 : menunjukkan kecenderungan **memenuhi** kriteria pencapaian dari tiap indikator

1. Keterampilan Komunikasi Tulis

<table>
<tr><th>No</th><th colspan="5">Aspek yang Diamati</th></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td colspan="5">Menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="3">Menulis jawaban pertanyaan dari lembar diskusi siswa atau bahan ajar, menulis hasil diskusi kelompok dengan lengkap, baik, dan memuat keputusan bersama.</td><td colspan="2">Tidak menulis jawaban pertanyaan dari lembar diskusi siswa atau bahan ajar, menulis hasil diskusi kelompok tidak lengkap dan tidak memuat keputusan bersama.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">2</td><td colspan="5">Mengartikulasikan Ide atau Gagasan</td></tr>
<tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="3">Menyampaikan pendapat/ide dalam bentuk tulisan secara jelas dan rapi, menggunakan kalimat yang tepat, runtut, sesuai konteks, dan tidak terlalu banyak coretan atau kesalahan.</td><td colspan="2">Tulisan tidak jelas dan tidak rapi, bahasa dan kalimat yang digunakan tidak tepat, tidak runtut, tidak sesuai konteks, dan tulisan terdapat banyak coretan atau kesalahan.</td></tr>
</table>

3	**Berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam**				
	5	4	3	2	1
	Menggunakan kalimat efektif dan komunikatif, bahasa dan kalimat mudah dipahami, dan menuliskan hasil diskusi dengan jelas.			Menggunakan kalimat yang kurang efektif, bahasa dan kalimat sulit dipahami, dan tidak menuliskan hasil diskusi dengan jelas.	

2. Keterampilan Komunikasi Lisan

No	Aspek yang Diamati				
1	**Menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan**				
	5	4	3	2	1
	Berani mengajukan pertanyaan atau meminta penjelasan ke guru ketika proses pembelajaran, memberi jawaban secara lisan, berkomunikasi untuk menyajikan hasil karya dengan baik dan optimal, dan berkomunikasi dengan baik dalam diskusi (bertanya, berpendapat, menyanggah, menjelaskan).			Tidak berani mengajukan pertanyaan atau meminta penjelasan ke guru ketika proses pembelajaran, tidak berani menjawab pertanyaan secara lisan, tidak mampu menggunakan komunikasi secara lisan untuk menyajikan hasil karya atau diskusi.	
2	**Mengartikulasikan Ide atau Gagasan**				
	5	4	3	2	1
	Menyampaikan ide atau gagasan secara lisan sesuai topik, artikulasi dan intonasi jelas, pengucapan runtut dan lancar, *gesture* dan mimik tepat.			Menyampaikan ide atau gagasan secara lisan tidak sesuai topik, menyampaikan dengan tidak runtut, terlalu lambat atau terlalu cepat,	

				dan tidak lancar, serta sering mengulang kata-kata, *gesture* dan mimik tidak tepat.	
3	**Berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam**				
	5	4	3	2	1
	Menggunakan kalimat efektif dan komunikatif, bahasa dan kalimat mudah dipahami, dan berkomunikasi sesuai alokasi waktu.			Menggunakan kalimat yang kurang efektif, bahasa dan kalimat sulit dipahami, dan berkomunikasi tidak sesuai alokasi waktu.	

LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN KOMUNIKASI

Sekolah : SMA Negeri 1 Kendal
Kelas :
Pertemuan ke- :
Observer :

Petunjuk Pengisian Lembar Observasi

Lembar ini diisi untuk penilaian keterampilan komunikasi peserta didik. Berikan tanda √ pada nilai 1 sampai 5 sesuai dengan sikap yang ditampilkan oleh setiap peserta didik, dengan kriteria yang telah ditetapkan.

No	Nama Peserta didik	Menggunakan komunikasi untuk berbagai tujuan					Mengartikulasikan ide atau gagasan					Berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1																
2																
3																
dst																

Lampiran 12

RUBRIK PENILAIAN KETERAMPILAN KOLABORASI

Keterangan

Skor 1 s.d. 2 : menunjukkan kecenderungan **tidak memenuhi** kriteria pencapaian dari tiap indikator

Skor 3 s.d. 5 : menunjukkan kecenderungan **memenuhi** kriteria pencapaian dari tiap indikator

No	Aspek yang Diamati				
1	**Bekerja secara efektif dan menghormati antar teman**				
	5	4	3	2	1
	Bekerja aktif dalam kelompok, menghargai pendapat atau kontribusi teman kelompok, dan bekerja sesuai prosedur serta tepat waktu.			Bersikap pasif dalam kelompok, tidak menghargai pendapat atau kontribusi teman kelompok, dan bekerja kurang sesuai prosedur serta tidak tepat waktu.	
2	**Bertanggungjawab dalam kerja kolaboratif**				
	5	4	3	2	1
	Mengerjakan bagian tugasnya dengan baik, mencari soluasi permasalahan dalam kelompok, dan tidak egois dalam menyelesaikan tugas kelompok.			Tidak bertanggungjawab dengan bagian tugasnya, tidak mau membantu mencari solusi permasalahan	

				yang belum terjawab, dan bersikap egois.	
3	**Berkontribusi dalam membuat kesepakatan untuk tujuan bersama**				
	5	4	3	2	1
	Memiliki peran dalam kegiatan kelompok, menyampaikan gagasan atau pendapat untuk mencapai kesepakatan, dan membantu memberikan penjelasan kepada teman satu kelompok yang belum paham.			Tidak menunjukkan perannya dalam kegiatan kelompok, tidak mampu menyampaikan gagasan atau pendapatnya, dan tidak mau memberi penjelasan kepada teman satu kelompok yang belum paham.	

LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN KOLABORASI

Sekolah : SMA Negeri 1 Kendal
Kelas :
Pertemuan ke- :
Observer :

Petunjuk Pengisian Lembar Observasi

Lembar ini diisi untuk penilaian keterampilan kolaborasi peserta didik. Berikan tanda √ pada nilai 1 sampai 5 sesuai dengan sikap yang ditampilkan oleh setiap peserta didik, dengan kriteria yang telah ditetapkan.

No	Nama Peserta didik	Bekerja secara efektif dan menghormati antar teman					Bertanggungjawab dalam kerja kolaboratif					Berkontribusi dalam membuat kesepakatan untuk tujuan bersama				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1																
2																
3																
dst																

RUBRIK PENILAIAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SOAL UJI COBA

Kompetensi Dasar :

3.6 Menganalisis teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup

Nomor Soal	Indikator Berpikir Kreatif	Indikator	Skor	Keterangan
1	Memunculkan ide atau gagasan yang bermakna	1) Setelah piston ditekan, volume gas di dalam bejana tertutup menjadi berkurang 2) Iya. Karena pemberian tekanan pada piston menyebabkan volume gas berkurang sehingga ruang gerak molekul gas menjadi terbatas. 3) Semakin besar tekanan yang diberikan maka volume akan semakin berkurang, hal ini menunjukkan bahwa tekanan	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri tetapi salah
			2	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri, hanya mencakup 1 poin
			3	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri, hanya mencakup 2 poin

		berbanding terbalik dengan volume sesuai dengan bunyi hukum Boyle P V = konstan P $\sim \frac{1}{V}$	4	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri dan mencakup semua poin
2	Menunjukkan keaslian	[1)]Ketika sepeda motor tidak digunakan dalam waktu yang lama, ban tidak bergerak sehingga ban tidak memiliki energi kinetik yang dapat diubah menjadi energi panas menyebabkan suhu ban menurun. [2)] Sesuai dengan hukum Charles-Gay Lussac jika suhu turun maka volume juga akan berkurang. [3)]Demikian pula dengan ban sepeda motor, jika suhu ban menurun, udara yang ada di dalam ban akan menyusut menyebabkan ban menjadi kempes.	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri tetapi salah
			2	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri, hanya mencakup 1 poin
			3	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri, hanya mencakup 2 poin
			4	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri dan mencakup semua poin

3	Menunjukkan keaslian	1) Sesuai dengan hukum Boyle 2) yang menyatakan bahwa *"Jika suhu gas yang berada dalam bejana tertutup dijaga tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya"* 3) Saat berada di ketinggian rendah, tekanan udara relatif tinggi sehingga volume udara di dalam kantong mengalami penyusutan.	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri tetapi salah
			2	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri, hanya mencakup 1 poin
			3	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri, hanya mencakup 2 poin
			4	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri dan mencakup semua poin
4	Merealisasikan ide atau gagasan	Diketahui : $P_1 = P$ dan $V_1 = V$ $T_2 = 4T$ $V_2 = ½ P$ Ditanya : $P_2 = ….$? Jawab :	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tidak sesuai dengan konsep yang dimaksudkan, memberikan jawaban tanpa langkah perhitungan dan

		$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ $\frac{PV}{T} = \frac{P_2 \times 1/2\,V}{4T}$ $P_2 = 8P$		penjelasan, atau hanya mengidentifikasi besaran yang ada
			2	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar tetapi tidak lengkap (belum sampai menemukan jawaban)
			3	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, sampai menemukan jawaban tetapi jawaban kurang tepat
			4	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, dan jawaban tepat
5	Menguraikan ide atau gagasan	Diketahui : Manometer selalu menunjukkan selisih antara tekanan dalam dan tekanan udara luar, besarnya nilai tekanan yang	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tidak sesuai dengan konsep yang dimaksudkan, memberikan jawaban tanpa

		ditunjukan manometer disebut tekanan gauge atau tekanan alat. Maka P_1 = 76cmHg + 224cmHg = 300cmHg T_1 = T T_2 = 3T Ditanya : P_2 = …? Jawab : $$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$ $$\frac{300_1}{T} = \frac{P_2}{3T}$$ $$P_2 = 900cmHg$$ Maka tekanan tanki saat ini $P_2 = 900cmHg - 76cmHg$ $P_2 = 824cmHg$		langkah perhitungan dan penjelasan, atau hanya mengidentifikasi besaran yang ada
			2	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar tetapi tidak lengkap (belum sampai menemukan jawaban)
			3	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, sampai menemukan jawaban tetapi jawaban kurang tepat
			4	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, dan jawaban tepat
6	Menguraikan ide atau gagasan	Diketahui : m = 100 gram V_1 = 16,4 L P_1 = 1atm	0	Tidak memberikan jawaban

		Mr = 44 g/mol V_2 = 32,8 L Ditanya : a. T_1 = …? b. T_2 = …? Jawab : 1) $n = \frac{m}{Mr} = \frac{88\ g}{44\ g/mol}$ = 2 mol 2) $T = \frac{PV}{nR} = \frac{(1atm)\ (16{,}4L)}{(2\ mol)\left(0{,}082\ L.\frac{atm}{mol}.K\right)} = 100\ K$ 3) Karena $T_2 = T_1$ $P_2V_2 = P_1V_1$ P_2 = 0,5 atm	1	Memberikan jawaban tidak sesuai dengan konsep yang dimaksudkan, memberikan jawaban tanpa langkah perhitungan dan penjelasan, atau hanya mengidentifikasi besaran yang ada
			2	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar tetapi tidak lengkap (belum sampai menemukan jawaban)
			3	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, sampai menemukan jawaban tetapi jawaban kurang tepat
			4	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, dan jawaban tepat
7		1) Persamaan umum gas ideal PV = nRT	0	Tidak memberikan jawaban

	Memunculkan ide atau gagasan yang bermakna	$V = \frac{nRT}{P}$ 2) Faktor yang menyebabkan volume balon bertambah besar adalah molekul udara yang kita masukkan ke dalam balon. 3) Ketika udara masuk, maka udara akan mengisi ruang kosong dalam balon yang akan memberikan tekanan pada dinding balon sehingga balon mengembang.	1	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri tetapi salah
			2	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri, hanya mencakup 1 poin
			3	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri, hanya mencakup 2 poin
			4	Memberikan jawaban dengan jawabannya sendiri dan mencakup semua poin
8	Menunjukkan keaslian	Diketahui : n = 1 mol R = 0,082 L.atm/mol.K T = 0ºC = 273 K P = 1 atm Ditanya : V = …? Jawab :	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tidak sesuai dengan konsep yang dimaksudkan, memberikan jawaban tanpa langkah perhitungan dan

		$V = \frac{nRT}{P}$ $= \frac{(1\ mol)\left(0{,}082\ L.\frac{atm}{mol}.K\right)(273\ K)}{1\ atm}$ $= 22{,}386\ L$ $= 22{,}4\ L$ Temperatur 0ºC dan tekanan 1 atm seringkali dinyatakan sebagai keadaan standar. Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa pada keadaan standar, 1 mol gas apa pun menempati volume 22,4 L.		penjelasan, atau hanya mengidentifikasi besaran yang ada
			2	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar tetapi tidak lengkap (belum sampai menemukan jawaban) atau tidak menyertakan kesimpulan
			3	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, tetapi jawaban kesimpulan kurang tepat
			4	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, dan jawaban kesimpulan benar

9	Memunculkan ide atau gagasan yang bermakna	1. Balon udara : Balon udara dapat terbang karena massa jenis total dari balon udara lebih rendah daripada massa jenis udara di sekitarnya. Massa jenis balon udara dikendalikan oleh perubahan temperatur pada udara dalam balon. Ketika udara dalam balon dipanaskan menggunakan bara api, maka berat balon menjadi lebih kecil dari gaya ke atas sehingga balon akan terbang. 2. Pompa sepeda : ketika kita memompa ban sepeda, udara dari pompa dipaksa masuk ke dalam ban.	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tetapi salah
			2	Memberikan jawaban benar tetapi tanpa alasan

		Pada saat pompa ditarik maka volume udara pada pompa semakin besar, kemudian saat kita tekan pompa maka volume udara akan mengecil dan tekanan udara menjadi lebih besar untuk mendorong udara masuk ke dalam ban sepeda. 3. Ban kendaraan : ketika kendaraan sering digunakan, bukan hanya mesin saja yang menjadi lebih panas tetapi juga badan dan ban kendaraan. Ban kendaraan akan lebih sering bersentuhan dengan aspal menyebabkan suhu ban meningkat. Peningkatan suhu ini otomatis membuat tekanan dalam ban juga ikut meningkat. 4. Jarum suntik : Pada dasarnya cara kerja jarum suntik hampir sama	3	Memberikan jawaban benar tetapi alasan salah
			4	Memberikan jawaban benar dan alasan benar

		dengan pompa ban. Ketika ujung jarum ditarik menyebabkan volume membesar dan tekanan mengecil, hal ini mengakibatkan jarum suntik mampu menyedot cairan. Sebaliknya, ketika ujung jarum ditekan menyebabkan volume udara berkurnag dan tekanan membesar sehingga cairan yang ada di dalam jarum suntik keluar. 5. Pressure cooker : Secara teori, air akan mendidih pada suhu 100ºC pada tekanan 1 atm. Karena pressure cooker terbuat dari bahan stainless yang tebal dan kuat serta memiliki tutup yang rapat, maka uap air yang dihasilkan saat proses pendidihan sulit keluar dan terkumpul di dalam panci. Uap air yang terkumpul inilah		

		yang membuat tekanan dalam panci menjadi naik. Karena tekanan yang tinggi menyebabkan titik didih zat menurun dan masakan menjadi lebih cepat matang.		
10	Merealisasikan ide atau gagasan	Diketahui : $T_2 = 4T_1$ Ditanya : $v_2 = \ldots v_1$ Jawab : Rumus kelajuan rata-rata partikel adalah $$v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$ Karena nilai k dan m_0 sama maka dapat dibuat perbandingan $$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$ $$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{4T_1}{T_1}}$$	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tidak sesuai dengan konsep yang dimaksudkan, memberikan jawaban tanpa langkah perhitungan dan penjelasan, atau hanya mengidentifikasi besaran yang ada
			2	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar tetapi tidak lengkap (belum sampai menemukan jawaban)

		$\frac{v_2}{v_1} = 2$ $v_2 = 2v_1$	3	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, sampai menemukan jawaban tetapi jawaban kurang tepat
			4	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, dan jawaban tepat
11	Menguraikan ide atau gagasan	Diketahui : Keadaan 1 : $P_1 = P$; $V_1 = V$; $T_1 = T$ Keadaan 2 : $P_2 = ¼ P_1$ dan $V_2 = V_1 = V$ $v_1 = C$ Ditanya : $v_2 = ….?$ Jawab : 1) Persamaan Boyle-Gay Lussac $\frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{P_1V_1}{T_1}$	0	Tidak memberikan jawaban
			1	Memberikan jawaban tidak sesuai dengan konsep yang dimaksudkan, memberikan jawaban tanpa langkah perhitungan dan penjelasan, atau hanya mengidentifikasi besaran yang ada

		$\frac{\frac{1}{4}P_1}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}$ $T_2 = \frac{1}{4}T_1$ 2) Untuk gas yang sama maka memiliki nilai Mr sama sehingga kelajuan efektif sebanding dengan akar suhu mutlaknya $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$ $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\frac{1}{4}T_1}{T_1}}$ $\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2}$ $v_2 = \frac{1}{2}v_1$ $= \frac{1}{2}C$	2	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar tetapi tidak lengkap (belum sampai menemukan jawaban)
			3	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, sampai menemukan jawaban tetapi jawaban kurang tepat
			4	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, dan jawaban tepat
12	Merealisasikan ide atau gagasan	Diketahui : n = 1 kmol = 1000mol	0	Tidak memberikan jawaban

		$P = 1atm = 1x10^5\ N/m^2$ $T_1 = 300\ K$ $T_2 = 400\ K$ $R = 8,31\ J/mol.K$ Ditanya : $\Delta U = \ldots?$ Jawab : $\Delta U = \frac{3}{2} n.R(T_2-T_1)$ $\Delta U = \frac{3}{2}.1000.8,31.(400-300)$ $\Delta U = 12,5\ x10^5\ J = 1,25\ x10^6\ J$	1	Memberikan jawaban tidak sesuai dengan konsep yang dimaksudkan, memberikan jawaban tanpa langkah perhitungan dan penjelasan, atau hanya mengidentifikasi besaran yang ada
			2	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar tetapi tidak lengkap (belum sampai menemukan jawaban)
			3	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, sampai menemukan jawaban tetapi jawaban kurang tepat
			4	Menuliskan langkah penyelesaian dengan benar, lengkap, dan jawaban tepat

Lampiran 15

LEMBAR VALIDASI PERANGKAT PEMBELAJARAN

Pembelajaran Fisika Berpendekatan STEM Pada Materi Teori Kinetik Gas

A. Petunjuk Pengisian

1. Perangkat pembelajaran adalah perangkat rencana pembelajaran yang terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM), Lembar Diskusi Peserta didik (LDPD), Kisi-kisi Lembar Penilaian, Lembar Penilaian, dan Bahan Ajar.
2. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberi koreksi dan masukan seluruh komponen draf perangkat pembelajaran terlampir meliputi aspek yang diminta dalam instrument berikut ini.
3. Mohon memberikan tanda √ pada kolom yang sesuai dan memberikan masukan perbaikan pada kolom penilaian yang telah disediakan.
4. Skala penilaian:

4 : sangat baik	2 : tidak baik
3 : baik	1 : sangat tidak baik

5. Bapak/Ibu dimohon memberikan komentar atau masukan bebas dan ditulis langsung pada tempat yang perlu diberikan masukan/komentar.
6. Bapak/Ibu dimohon memberikan kesimpulan secara umum dari penilaian terhadap perangkat.
7. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini, saya ucapkan terima kasih.

Validasi oleh Dosen

No	Aspek Penilaian	Teramati		Skor Penilaian			
		Ya	Tidak	1	2	3	4
I	**Rencana Pelaksanaan Pembelajaran**						
	A. Identitas Sekolah						
	Nama Satuan Pendidikan dituliskan secara lengkap dan jelas	√					√
	B. Identitas Mata Pelajaran						
	Identitas mata pelajaran dituliskan secara lengkap dan jelas	√					√
	C. Kelas/Semester						
	Keterangan kelas/Semester dituliskan secara lengkap dan jelas	√					√
	D. Materi Pokok						
	Materi pokok pembelajaran relevan dengan KI dan KD	√				√	
	E. Kompetensi Inti						
	Kompetensi Inti ditulis lengkap dan jelas	√					√
	F.Kompetensi Dasar (KD) dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)						
	KD dan IPK dituliskan secara lengkap dan jelas	√				√	
	Kesesuaian rumusan pencapaian hasil belajar	√				√	
	Indikator pencapaian kompetensi dirumuskan dengan menggunkan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur	√				√	
	Indikator pencapaian kompetensi sesuai dengan KD yang akan dicapai	√				√	
	G. Tujuan Pembelajaran						
	Tujuan pembelajaran dituliskan secara lengkap dan jelas.	√					√
	Mencerminkan kemampuan siswa dalam mencari tahu dan berpikir kritis.	√				√	
	Tujuan pembelajaran mengembangkan seluruh potensi siswa	√				√	
	H. Materi Pembelajaran						
	Materi relevan dengan KI dan KD	√				√	
	Urutan penyampaian materi sesuai	√					√
	I. Model Pembelajaran						
	Bersifat *active learning*	√				√	
	Membantu siswa mengembangkan keterampilan abad 21	√				√	
	Ketepatan pemilihan metode pembelajaran yang digunakan	√				√	
	J. Media Pembelajaran, Alat Bahan, dan Sumber Belajar						
	Kesesuaian media pembelajaran, alat bahan yang digunakan, dan sumber belajar dengan materi	√				√	
	Menggunakan sumber belajar yang beragam	√				√	
	K. Langkah-langkah Pembelajaran						
	Sesuai dengan sintaks model pembelajaran *Problem Based Learning*	√					√
	Terdapat kegiatan pendahuluan, inti dan penutup	√					√
	Menggunakan pendekatan STEM	√					√
	Pembelajaran sesuai dengan Kurikulum 2013	√				√	
	Proses pembelajaran yang dilakukan mampu membantu siswa mengembangkan keterampilan abad 21	√				√	
	L. Penilaian Hasil Belajar						
	Menilai keterampilan belajar abad 21 meliputi berpikir kritis, kreatif, komunikasi dan kolaborasi	√				√	
	Penilaian dilakukan saat dan setelah proses pembelajaran	√					√
II	**Bahan Ajar**						
	A. Kesesuaian Materi						
	Kelengkapan materi	√				√	
	Keluasan materi	√				√	
	Kedalaman materi	√				√	
	B. Keakuratan Materi						
	Keakuratan terhadap fakta	√				√	
	Keakuratan ilustrasi	√				√	
	C. Kemutakhiran dan Kontekstual						
	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu	√				√	
	Kontekstual	√				√	
	D. Karakteristik STEM						
	Kesesuaian materi dengan ilmu sains	√				√	
	Memuat aplikasi bidang teknologi	√				√	
	Memuat desain atau rekayasa produk	√				√	
	Penggunaan matematika dalam penyajian materi	√				√	
	E. Teknik Penyajian						
	Keruntutan konsep	√				√	
	Konsistensi sistematika	√				√	
	F. Penyajian Pembelajaran						
	Berpusat pada siswa	√					√
	Membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan abad 21 (Keterampilan 4C)	√				√	
	G. Kelengkapan Penyajian						
	Judul	√				√	
	Peta konsep	√				√	
	Kompetensi dasar	√				√	
	Tujuan pembelajaran	√				√	
	Materi pembelajaran	√				√	
	Aktifitas siswa	√				√	
	H. Bahasa						
	Komunikatif	√				√	
	Lugas (ketepatan struktur kalimat dan kebakuan istilah)	√				√	
	Bahasa dan ejaan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang benar	√				√	
III	**Lembar Diskusi Siswa (LDS)**						
	A. Tujuan						
	Memaparkan permasalahan apa yang akan diselidiki	√					√
	B. Langkah Percobaan						
	Membantu siswa berpikir secara tersistem dan kreatif	√				√	
	C. Bahasa						
	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia	√				√	
	Menggunakan bahasa yang mudah dipahami	√					√
IV	**Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM)**						
	A. Format UKBM						
	Petunjuk penggunaan UKBM jelas	√				√	
	Penomoran halaman	√				√	
	Tata letak	√				√	
	B. Komponen UKBM						
	Judul materi dituliskan secara lengkap dan jelas	√				√	
	Identitas UKBM dituliskan secara lengkap	√				√	
	Lembar jawaban diskusi terstruktur	√				√	
V	**Instrumen Penilaian (Soal dan Lembar Observasi)**						
	A. Matriks Tabel Kisi-Kisi Soal						
	Mencantumkan indikator, aspek keterampilan berpikir kritis dan kreatif, tipe soal, dan nomor soal	√					√

	Indikator sesuai dengan indikator dalam RPP	√					
	B. Soal *Pretest-Posttest*						
	Sesuai dengan materi yang diajarkan	√					√
	Sesuai kisi-kisi yang telah dibuat	√				√	
	Mengukur kemampuan siswa baik kognitif, keterampilan berpikir kritis maupun keterampilan berpikir kreatif	√				√	
	Sesuai dengan kunci jawaban	√				√	
	Penskoran sesuai dengan bobot soal	√				√	
	C. Lembar Observasi dan Rubrik Penilaian						
	Aspek yang diamati pada lembar observasi sesuai dengan yang tertera dalam rubrik penilaian	√					√
	Terdapat petunjuk pengisian lembar observasi	√					√
	Rubrik penilaian lembar observasi mencantumkan indikator dan aspek dari keterampilan komunikasi dan keterampilan kolaborasi	√				√	
	Penskoran sesuai dengan indikator yang teramati	√				√	
	D. Lembar Penilaian						
	Format sesuai langkah dan struktur penilaian	√				√	
	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia (EBI)	√				√	
	E. Petunjuk						
	Kejelasan petunjuk dalam penggunaan instrumen	√					√
Skor						168	72
Jumlah Skor						240	

Komentar dan Saran:

Lab. untuk Teknologi & Engineering perlu ditambahkan.

Kesimpulan Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran:

	Layak digunakan tanpa revisi
	Layak digunakan dengan revisi √
	Tidak layak digunakan

Keterangan:

*) Pilih salah satu dengan memberikan tanda "√"

Validator,

(.....)

NIP 19661029 1986 011001

Validasi oleh Guru

No	Aspek Penilaian	Teramati		Skor Penilaian			
		Ya	Tidak	1	2	3	4
I	**Rencana Pelaksanaan Pembelajaran**						
	A. Identitas Sekolah						
	Nama Satuan Pendidikan dituliskan secara lengkap dan jelas	√					√
	B. Identitas Mata Pelajaran						
	Identitas mata pelajaran dituliskan secara lengkap dan jelas	√					√
	C. Kelas/Semester						
	Keterangan kelas/Semester dituliskan secara lengkap dan jelas	√					√
	D. Materi Pokok						
	Materi pokok pembelajaran relevan dengan KI dan KD	√					√
	E. Kompetensi Inti						
	Kompetensi Inti ditulis lengkap dan jelas	√					√
	F. Kompetensi Dasar (KD) dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)						
	KD dan IPK dituliskan secara lengkap dan jelas	√					√
	Kesesuaian rumusan pencapaian hasil belajar	√				√	
	Indikator pencapaian kompetensi dirumuskan dengan menggunkan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur	√					√
	Indikator pencapaian kompetensi sesuai dengan KD yang akan dicapai	√				√	
	G. Tujuan Pembelajaran						
	Tujuan pembelajaran dituliskan secara lengkap dan jelas.	√					√
	Mencerminkan kemampuan siswa dalam mencari talu dan berpikir kritis.	√				√	
	Tujuan pembelajaran mengembangkan seluruh potensi siswa	√				√	
	H. Materi Pembelajaran						
	Materi relevan dengan KI dan KD	√					√
	Urutan penyampaian materi sesuai	√					√
	I. Model Pembelajaran						
	Bersifat *active learning*	√					√
	Membantu siswa mengembangkan keterampilan abad 21	√					√
	Ketepatan pemilihan metode pembelajaran yang digunakan	√					√
	J. Media Pembelajaran, Alat Bahan, dan Sumber Belajar						
	Kesesuaian media pembelajaran, alat bahan yang digunakan, dan sumber belajar dengan materi	√					√
	Menggunakan sumber belajar yang beragam	√					√
	K. Langkah-langkah Pembelajaran						
	Sesuai dengan sintaks model pembelajaran *Problem Based Learning*	√					√
	Terdapat kegiatan pendahuluan, inti dan penutup	√					√
	Menggunakan pendekatan STEM	√					√
	Pembelajaran sesuai dengan Kurikulum 2013	√				√	
	Proses pembelajaran yang dilakukan mampu membantu siswa mengembangkan keterampilan abad 21	√					√
	L. Penilaian Hasil Belajar						
	Menilai keterampilan belajar abad 21 meliputi berpikir kritis, kreatif, komunikasi dan kolaborasi	√					√
	Peniliaian dilakukan saat dan setelah proses pembelajaran	√					√
II	**Bahan Ajar**						
	A. Kesesuaian Materi						

	Kelengkapan materi	√				√	
	Keluasan materi	√				√	
	Kedalaman materi	√				√	
	B. Keakuratan Materi						
	Keakuratan terhadap fakta	√				√	
	Keakuratan ilustrasi	√				√	
	C. Kemutakhiran dan Kontekstual						
	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu	√				√	
	Kontekstual	√				√	
	D. Karakteristik STEM						
	Kesesuaian materi dengan ilmu sains	√					√
	Memuat aplikasi bidang teknologi	√					√
	Memuat desain atau rekayasa produk	√					√
	Penggunaan matematika dalam penyajian materi	√					√
	E. Teknik Penyajian						
	Keruntutan konsep	√				√	
	Konsistensi sistematika	√				√	
	F. Penyajian Pembelajaran						
	Berpusat pada siswa	√					√
	Membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan abad 21 (Keterampilan 4C)	√				√	
	G. Kelengkapan Penyajian						
	Judul	√					√
	Peta konsep	√					√
	Kompetensi dasar	√					√
	Tujuan pembelajaran	√				√	
	Materi pembelajaran	√				√	
	Aktifitas siswa	√				√	
	H. Bahasa						
	Komunikatif	√				√	

	Lugas (ketepatan struktur kalimat dan kebakuan istilah)	√				√	
	Bahasa dan ejaan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang benar	√				√	
III	**Lembar Diskusi Siswa (LDS)**						
	A. Tujuan						
	Memaparkan permasalahan apa yang akan diselidiki	√				√	
	B. Langkah Percobaan						
	Membantu siswa berpikir secara tersistem dan kreatif	√					√
	C. Bahasa						
	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia	√				√	
	Menggunakan bahasa yang mudah dipahami	√					√
IV	**Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM)**						
	A. Format UKBM						
	Petunjuk penggunaan UKBM jelas						√
	Penomoran halaman						√
	Tata letak					√	
	B. Komponen UKBM						
	Judul materi dituliskan secara lengkap dan jelas						√
	Identitas UKBM dituliskan secara lengkap						√
	Lembar jawaban diskusi terstruktur					√	
V	**Instrumen Penilaian (Soal dan Lembar Observasi)**						
	A. Matriks Tabel Kisi-Kisi Soal						
	Mencantumkan indikator, aspek keterampilan berpikir kritis dan kreatif, tipe soal, dan nomor soal	√					√

	Indikator sesuai dengan indikator dalam RPP	√				√	
	B. Soal *Pretest-Posttest*						
	Sesuai dengan materi yang diajarkan	√					√
	Sesuai kisi-kisi yang telah dibuat	√				√	
	Mengukur kemampuan siswa baik kognitif, keterampilan berpikir kritis maupun keterampilan berpikir kreatif	√				√	
	Sesuai dengan kunci jawaban	√					√
	Penskoran sesuai dengan bobot soal	√					√
	C. Lembar Observasi dan Rubrik Penilaian						
	Aspek yang diamati pada lembar observasi sesuai dengan yang tertera dalam rubrik penilaian	√					√
	Terdapat petunjuk pengisian lembar observasi	√					√
	Rubrik penilaian lembar observasi mencantumkan indikator dan aspek dari keterampilan komunikasi dan keterampilan kolaborasi	√					√
	Penskoran sesuai dengan indikator yang teramati	√				√	
	D. Lembar Penilaian						
	Format sesuai langkah dan struktur penilaian	√					√
	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia (EBI)	√				√	
	E. Petunjuk						
	Kejelasan petunjuk dalam penggunaan instrumen	√					√
Skor						90	176
Jumlah Skor							266

Komentar dan Saran:

Kesimpulan Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran:

	Layak digunakan tanpa revisi
	Layak digunakan dengan revisi
	Tidak layak digunakan

Keterangan:

*) Pilih salah satu dengan memberikan tanda "√"

Validator,

Dra. Siwi Pamikatsih, M.Pd.

NIP. 196512221199302005

Analisis Lembar Validasi

VALIDATOR	TOTAL SKOR	SKOR (%)	KRITERIA
Dosen	240	81,08	Layak
Guru	266	89,86	Sgt Layak
Rata-rata		85,47	Sgt Layak

VALIDATOR	**PERANGKAT**	**TOTAL SKOR**	**SKOR (%)**	**KRITERIA**
Dosen	RPP	88	84,61	Sgt Layak
	Bahan Ajar	73	76,04	Layak
	LDPD	14	87,50	Sgt Layak
	UKBM	18	75,00	Layak
	Lembar Penilaian	47	83,92	Sgt Layak
Guru	RPP	99	95,19	Sgt Layak
	Bahan Ajar	80	83,33	Sgt Layak
	LDPD	14	87,50	Sgt Layak
	UKBM	22	91,67	Sgt Layak
	Lembar Penilaian	51	91,07	Sgt Layak

Lampiran 16

DAFTAR NAMA PESERTA DIDIK KELAS UJI COBA SOAL

Kelas : XII MIA 5

NO	NAMA	KODE
1	ALDINO SETYOPUTRO	U-01
2	ALIFISYA ATTANIA S	U-02
3	ANIDA MAURA V	U-03
4	ARTA WIBOWO	U-04
5	ASRI DUROTUL LATIFAH	U-05
6	AZZAH FAIRUZIA	U-06
7	CHIQUITA SYAWAL D	U-07
8	CHRISNA HASAN DICHI S	U-08
9	CICILIA HERLINDA P	U-09
10	DWI INTANIA M.N	U-10
11	DAFI KUROTULAILI	U-11
12	DIAN PRADEWI	U-12
13	DIAN ZULISTIANI	U-13
14	EZRATAMA G.M	U-14
15	FAIHAN SETIAWAN YUSUF	U-15
16	FEBRI ACHMAD F	U-16
17	ILHAN SATRIA W	U-17
18	IRFAN TAUFIQUL H	U-18
19	LINGGAR VITIANINGSIH	U-19
20	LUHUR TRI UTOMO	U-20
21	M. ZAINUR RAHMAN A	U-21
22	MARTIN ADENIN	U-22
23	MOSAS ANANTO P	U-23
24	MAULANA TEGAR	U-24
25	NAUFAL ADIB R	U-25
26	NURUL FAUZIYAH R	U-26
27	OKTI ISWARI T	U-27
28	PRAMESTI OCTAVIANI INDAH	U-28
29	RICKY I.H	U-29

30	RYAMIZAR AMIRUL H	U-30
31	SAROLA R.B	U-31
32	SEKAR RAHMAWATI	U-32
33	VALLENCIA NAWANG PRAMESTI	U-33
34	VINA ANGGRAINI	U-34
35	VINNA N.A.M	U-35
36	ZANNUBA F R	U-36

Lampiran 17

DAFTAR SKOR UJI COBA SOAL

Keterampilan Berpikir Kritis

NO	KODE	SOAL NOMOR												SKOR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	U-01	3	2	1	4	3	2	1	2	2	2	0	0	22
2	U-02	4	3	2	3	4	3	2	3	2	1	1	0	28
3	U-03	2	3	1	4	3	2	1	3	2	2	0	0	23
4	U-04	3	3	1	3	2	2	1	3	2	3	2	0	25
5	U-05	4	4	2	4	4	3	4	4	0	4	3	0	36
6	U-06	2	2	1	3	3	3	1	2	2	2	2	0	23
7	U-07	3	3	1	4	3	2	1	2	2	2	2	0	25
8	U-08	3	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	0	23
9	U-09	4	4	2	3	2	3	3	3	2	3	2	0	31
10	U-10	2	2	2	2	3	2	2	2	3	0	0	0	20
11	U-11	2	3	3	3	3	4	2	3	2	2	2	0	29
12	U-12	3	2	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	11
13	U-13	2	1	1	2	3	2	1	1	1	0	0	0	14
14	U-14	3	3	2	4	4	3	1	3	2	0	0	0	25
15	U-15	2	2	1	4	4	2	4	3	2	0	0	0	24
16	U-16	3	3	1	4	3	3	2	3	2	0	0	0	24
17	U-17	2	1	2	4	3	2	1	2	2	0	0	0	19
18	U-18	3	2	1	4	3	2	2	2	2	1	0	0	22
19	U-19	3	2	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	10
20	U-20	3	3	1	3	3	2	2	2	2	2	0	0	23
21	U-21	2	2	1	1	2	0	1	1	3	2	0	0	15
22	U-22	3	1	2	3	3	2	1	2	2	1	0	0	20
23	U-23	2	1	1	2	3	2	1	2	2	1	0	0	17
24	U-24	2	2	1	3	3	2	1	1	2	2	0	0	19

25	U-25	1	1	1	1	2	0	1	1	3	0	0	0	11
26	U-26	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	0	0	24
27	U-27	2	3	1	4	4	4	3	3	2	2	0	0	28
28	U-28	4	3	2	2	3	2	3	2	4	1	1	0	27
29	U-29	3	4	2	4	3	2	1	2	2	2	0	0	25
30	U-30	3	2	1	2	2	1	1	1	2	1	0	0	16
31	U-31	4	4	2	4	4	2	3	4	2	3	0	2	34
32	U-32	2	3	2	3	2	3	2	4	3	1	2	2	29
33	U-33	3	3	2	3	3	2	2	2	4	1	1	0	26
34	U-34	2	1	1	4	3	2	2	2	2	1	0	2	22
35	U-35	2	2	1	3	4	2	1	2	2	2	0	0	21
36	U-36	3	2	1	4	3	2	1	2	2	2	0	0	22

Keterampilan Berpikir Kreatif

NO	KODE	SOAL NOMOR												SKOR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	U-01	3	2	1	4	3	3	3	2	2	1	0	0	24
2	U-02	1	1	2	3	2	2	2	3	2	1	1	0	20
3	U-03	2	2	2	4	2	4	3	3	2	0	0	0	24
4	U-04	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	0	0	27
5	U-05	3	3	1	4	3	2	4	4	0	3	0	0	27
6	U-06	2	2	1	4	2	3	3	2	2	2	0	0	23
7	U-07	2	3	2	4	3	2	3	3	2	3	0	0	27
8	U-08	2	2	1	4	3	2	3	2	2	2	0	0	23
9	U-09	2	2	1	4	2	3	4	3	2	3	0	0	26
10	U-10	1	1	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0	21
11	U-11	2	1	2	2	2	4	2	3	3	1	1	2	25
12	U-12	3	2	1	2	2	2	1	0	1	0	0	0	14
13	U-13	2	1	1	4	3	3	2	2	2	1	0	0	21
14	U-14	2	2	1	4	3	2	2	3	2	2	0	0	23

15	U-15	3	3	2	3	2	3	3	2	2	2	0	0	25
16	U-16	4	2	1	4	3	3	3	2	2	2	0	0	26
17	U-17	3	2	1	4	3	3	3	2	2	2	0	0	25
18	U-18	4	3	1	4	2	2	3	2	2	2	1	0	26
19	U-19	4	2	1	2	1	0	1	0	3	0	0	0	14
20	U-20	4	2	1	3	2	2	3	2	2	2	0	0	23
21	U-21	2	2	2	2	1	0	2	1	3	1	0	0	16
22	U-22	3	2	1	4	2	2	3	2	2	1	0	0	22
23	U-23	2	2	1	4	3	3	3	3	2	2	0	0	25
24	U-24	2	2	1	4	2	3	3	3	2	2	0	0	24
25	U-25	2	3	2	2	1	0	2	1	3	0	0	0	16
26	U-26	2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	0	0	24
27	U-27	3	4	1	4	3	3	3	3	2	2	0	0	28
28	U-28	3	3	1	3	3	3	4	3	3	1	1	0	28
29	U-29	2	2	1	4	2	3	3	2	2	2	0	0	23
30	U-30	2	2	1	4	4	3	3	2	1	1	0	0	23
31	U-31	4	4	2	4	4	3	4	3	4	3	0	3	38
32	U-32	3	3	2	4	4	2	4	4	4	2	2	4	38
33	U-33	2	2	1	3	3	2	2	2	3	1	0	0	21
34	U-34	1	1	1	4	4	3	3	3	2	1	0	0	23
35	U-35	2	2	1	4	4	2	3	3	3	2	0	0	26
36	U-36	2	2	1	3	3	2	2	3	3	0	0	0	21

Lampiran 18

UJI VALIDITAS UJI COBA SOAL

(KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS)

r_{tabel} = 0,339; taraf signifikansi 5%, dan N = 36

		Y
X1	Pearson Correlation	.492**
	Sig. (2-tailed)	.010
	N	36
X2	Pearson Correlation	.769**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X3	Pearson Correlation	.508**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X4	Pearson Correlation	.638**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X5	Pearson Correlation	.539**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X6	Pearson Correlation	.753**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36

		Y
X7	Pearson Correlation	.672**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X8	Pearson Correlation	.895**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X9	Pearson Correlation	.172
	Sig. (2-tailed)	.849
	N	36
X10	Pearson Correlation	.617**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X11	Pearson Correlation	.563**
	Sig. (2-tailed)	.005
	N	36
X12	Pearson Correlation	.447**
	Sig. (2-tailed)	.006
	N	36

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Lampiran 19

UJI VALIDITAS UJI COBA SOAL

(KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF)

r_{tabel} = 0,339; taraf signifikansi 5%, dan N = 36

		Y
X1	Pearson Correlation	.265
	Sig. (2-tailed)	.965
	N	36
X2	Pearson Correlation	.522**
	Sig. (2-tailed)	.001
	N	36
X3	Pearson Correlation	.173
	Sig. (2-tailed)	.280
	N	36
X4	Pearson Correlation	.572**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X5	Pearson Correlation	.629**
	Sig. (2-tailed)	.003
	N	36
X6	Pearson Correlation	.477**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36

		Y
X7	Pearson Correlation	.809**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X8	Pearson Correlation	.743**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X9	Pearson Correlation	.279
	Sig. (2-tailed)	.358
	N	36
X10	Pearson Correlation	.650**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36
X11	Pearson Correlation	.408**
	Sig. (2-tailed)	.007
	N	36
X12	Pearson Correlation	.665**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	36

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ANALISIS TINGKAT KESUKARAN SOAL UJI COBA (KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS)

NO	KODE	BUTIR SOAL										
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
1	U-01	3	2	1	4	3	2	1	2	2	0	0
2	U-02	4	3	2	3	4	3	2	3	1	1	0
3	U-03	2	3	1	4	3	2	1	3	2	0	0
4	U-04	3	3	1	3	2	2	1	3	3	2	0
5	U-05	4	4	2	4	4	3	4	4	4	3	0
6	U-06	2	2	1	3	3	3	1	2	2	2	0
7	U-07	3	3	1	4	3	2	1	2	2	2	0
8	U-08	3	2	1	3	2	2	2	2	2	2	0
9	U-09	4	4	2	3	2	3	3	3	3	2	0
10	U-10	2	2	2	2	3	2	2	2	0	0	0
11	U-11	2	3	3	3	3	4	2	3	2	2	0
12	U-12	3	2	1	1	2	1	1	0	0	0	0
13	U-13	2	1	1	2	3	2	1	1	0	0	0
14	U-14	3	3	2	4	4	3	1	3	0	0	0
15	U-15	2	2	1	4	4	2	4	3	0	0	0
16	U-16	3	3	1	4	3	3	2	3	0	0	0
17	U-17	2	1	2	4	3	2	1	2	0	0	0
18	U-18	3	2	1	4	3	2	2	2	1	0	0
19	U-19	3	2	1	2	1	0	1	0	0	0	0
20	U-20	3	3	1	3	3	2	2	2	2	0	0
21	U-21	2	2	1	1	2	0	1	1	2	0	0

22	U-22	3	1	2	3	3	2	1	2	1	0	0
23	U-23	2	1	1	2	3	2	1	2	1	0	0
24	U-24	2	2	1	3	3	2	1	1	2	0	0
25	U-25	1	1	1	1	2	0	1	1	0	0	0
26	U-26	2	3	3	3	3	2	2	2	2	0	0
27	U-27	2	3	1	4	4	4	3	3	2	0	0
28	U-28	4	3	2	2	3	2	3	2	1	1	0
29	U-29	3	4	2	4	3	2	1	2	2	0	0
30	U-30	4	4	2	4	4	2	3	4	1	0	0
31	U-31	2	3	2	3	2	3	2	4	3	0	2
32	U-32	3	3	2	3	3	2	2	2	1	2	2
33	U-33	2	1	1	4	3	2	2	2	1	1	0
34	U-34	2	2	1	3	4	2	1	2	1	0	2
35	U-35	3	2	1	4	3	2	1	2	2	0	0
36	U-36	4	4	2	4	4	2	3	4	2	0	0
Skor Maksimal		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Mean		2.67	2.44	1.44	3.08	2.92	2.08	1.69	2.17	1.64	0.22	0.22
Tingkat Kesukaran		0.667	0.604	0.361	0.764	0.729	0.521	0.424	0.542	0.347	0.139	0.042
Kriteria		Sedang	Sedang	Sedang	Mudah	Mudah	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sukar	Sukar

ANALISIS TINGKAT KESUKARAN SOAL UJI COBA (KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF)

NO	KODE	BUTIR SOAL								
		2	4	5	6	7	8	10	11	12
1	U-01	2	4	3	3	3	2	1	0	0
2	U-02	1	3	2	2	2	3	1	1	0
3	U-03	2	4	2	4	3	3	0	0	0
4	U-04	3	3	3	3	3	3	3	0	0
5	U-05	3	4	3	2	4	4	3	0	0
6	U-06	2	4	2	3	3	2	2	0	0
7	U-07	3	4	3	2	3	3	3	0	0
8	U-08	2	4	3	2	3	2	2	0	0
9	U-09	2	4	2	3	4	3	3	0	0
10	U-10	1	2	3	3	3	2	2	0	0
11	U-11	1	2	2	4	2	3	1	1	2
12	U-12	2	2	2	2	1	0	0	0	0
13	U-13	1	4	3	3	2	2	1	0	0
14	U-14	2	4	3	2	2	3	2	0	0
15	U-15	3	3	2	3	3	2	2	0	0
16	U-16	2	4	3	3	3	2	2	0	0
17	U-17	2	4	3	3	3	2	2	0	0
18	U-18	3	4	2	2	3	2	2	1	0
19	U-19	2	2	1	0	1	0	0	0	0
20	U-20	2	3	2	2	3	2	2	0	0
21	U-21	2	2	1	0	2	1	1	0	0
22	U-22	2	4	2	2	3	2	1	0	0
23	U-23	2	4	3	3	3	3	2	0	0

24	U-24	2	4	2	3	3	3	2	0	0
25	U-25	3	2	1	0	2	1	0	0	0
26	U-26	3	3	2	2	3	3	2	0	0
27	U-27	4	4	3	3	3	3	2	0	0
28	U-28	3	3	3	3	4	3	1	1	0
29	U-29	2	4	2	3	3	2	2	0	0
30	U-30	2	4	4	3	3	2	1	0	0
31	U-31	4	4	4	3	4	3	3	0	3
32	U-32	3	4	4	2	4	4	2	2	4
33	U-33	2	3	3	2	2	2	1	0	0
34	U-34	1	4	4	3	3	3	1	0	0
35	U-35	2	4	4	2	3	3	2	0	0
36	U-36	2	3	3	2	2	3	0	0	0
Skor Maksimal		4	4	4	4	4	4	4	4	4
Mean		2.3	3.4	2.4	2.6	2.8	2.4	1.6	0.2	0.3
Tingkat Kesukaran		0.56	0.86	0.65	0.60	0.70	0.60	0.40	0.04	0.06
Kriteria		Cukup	Mudah	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Sukar	Sukar

ANALISIS TINGKAT DAYA PEMBEDA SOAL UJI COBA KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

NO	KODE	Butir Soal											SKOR	NILAI
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**10**	**11**	**12**		
1	U-31	4	4	2	4	4	2	3	4	3	0	2	32	73
2	U-5	4	4	2	4	4	3	4	4	3	0	0	32	73
3	U-11	2	3	3	3	3	4	2	3	2	2	2	29	66
4	U-32	2	3	2	3	2	3	2	4	1	2	2	26	59
5	U-2	4	3	2	3	4	3	2	3	1	1	0	26	59
6	U-27	2	3	1	4	4	4	3	3	2	0	0	26	59
7	U-9	4	4	2	3	2	3	3	3	2	0	0	26	59
8	U-14	3	3	2	4	4	3	1	3	2	0	0	25	57
9	U-15	2	2	1	4	4	2	4	3	2	0	0	24	55
10	U-16	3	3	1	4	3	3	2	3	2	0	0	24	55
11	U-28	4	3	2	2	3	2	3	2	1	1	0	23	52
12	U-29	3	4	2	4	3	2	1	2	2	0	0	23	52
13	U-18	3	2	1	4	3	2	2	2	2	1	0	22	50
14	U-26	2	3	3	3	3	2	2	2	2	0	0	22	50
15	U-33	3	3	2	3	3	2	2	2	1	1	0	22	50
16	U-3	2	3	1	4	3	2	1	3	2	0	0	21	48
17	U-7	3	3	1	4	3	2	1	2	2	0	0	21	48
18	U-20	3	3	1	3	3	2	2	2	2	0	0	21	48
19	U-1	3	2	1	4	3	2	1	2	2	0	0	20	45
20	U-4	3	3	1	3	2	2	1	3	2	0	0	20	45
21	U-10	2	2	2	2	3	2	2	2	3	0	0	20	45
22	U-34	2	1	1	4	3	2	2	2	1	0	2	20	45
23	U-36	3	2	1	4	3	2	1	2	2	0	0	20	45

24	U-6	2	2	1	3	3	3	1	2	2	0	0	19	43
25	U-8	3	2	1	3	2	2	2	2	2	0	0	19	43
26	U-17	2	1	2	4	3	2	1	2	2	0	0	19	43
27	U-35	2	2	1	3	4	2	1	2	2	0	0	19	43
28	U-22	3	1	2	3	3	2	1	2	1	0	0	18	41
29	U-24	2	2	1	3	3	2	1	1	2	0	0	17	39
30	U-23	2	1	1	2	3	2	1	2	1	0	0	15	34
31	U-30	3	2	1	2	2	1	1	1	1	0	0	14	32
32	U-13	2	1	1	2	3	2	1	1	1	0	0	14	32
33	U-21	2	2	1	1	2	0	1	1	2	0	0	12	27
34	U-12	3	2	1	1	2	1	1	0	0	0	0	11	25
35	U-19	3	2	1	2	1	0	1	0	0	0	0	10	23
36	U-25	1	1	1	1	2	0	1	1	0	0	0	8	18
Mean		2.67	2.44	1.44	3.08	2.92	2.08	1.69	2.17	1.64	0.22	0.22		
Mean Kel. Atas		3.00	3.33	1.89	3.67	3.44	3.00	2.67	3.33	2.11	0.56	0.67		
Mean Kel. Bawah		2.44	1.67	1.11	2.11	2.56	1.33	1.00	1.11	1.00	0.00	0.00		
Skor Maksimal		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Daya Pembeda		0.14	0.42	0.19	0.39	0.22	0.42	0.42	0.56	0.28	0.14	0.17		
Kriteria		Jelek	Sangat Baik	Jelek	Baik	Cukup	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Jelek	Jelek		

ANALISIS TINGKAT DAYA PEMBEDA SOAL UJI COBA KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF

NO	KODE	Butir Soal									SKOR	NILAI
		2	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**10**	**11**	**12**		
1	U-32	3	4	2	4	4	4	2	2	4	29	81
2	U-31	4	4	3	4	3	4	3	0	3	28	78
3	U-5	3	4	3	2	4	4	3	0	0	23	64
4	U-27	4	4	3	3	3	3	2	0	0	22	61
5	U-4	3	3	3	3	3	3	3	0	0	21	58
6	U-7	3	4	3	2	3	3	3	0	0	21	58
7	U-28	3	3	3	3	4	3	1	1	0	21	58
8	U-9	2	4	2	3	4	3	3	0	0	21	58
9	U-23	2	4	3	3	3	3	2	0	0	20	56
10	U-3	2	4	2	4	3	3	2	0	0	20	56
11	U-16	2	4	3	3	3	2	2	0	0	19	53
12	U-17	2	4	3	3	3	2	2	0	0	19	53
13	U-18	3	4	2	2	3	2	2	1	0	19	53
14	U-24	2	4	2	3	3	3	2	0	0	19	53
15	U-35	2	4	2	3	3	3	2	0	0	19	53
16	U-1	2	4	3	3	3	2	1	0	0	18	50
17	U-6	2	4	2	3	3	2	2	0	0	18	50
18	U-8	2	4	3	2	3	2	2	0	0	18	50
19	U-11	1	2	2	4	2	3	1	1	2	18	50
20	U-14	2	4	3	2	2	3	2	0	0	18	50
21	U-15	3	3	2	3	3	2	2	0	0	18	50

22	U-26	3	3	2	2	3	3	2	0	0	18	50
23	U-29	2	4	2	3	3	2	2	0	0	18	50
24	U-34	1	4	3	3	3	2	1	0	0	17	47
25	U-10	1	2	3	3	3	2	2	0	0	16	44
26	U-13	1	4	3	3	2	2	1	0	0	16	44
27	U-30	2	4	3	3	2	1	1	0	0	16	44
28	U-22	2	4	2	2	3	2	1	0	0	16	44
29	U-20	2	3	2	2	3	2	2	0	0	16	44
30	U-36	2	3	2	2	3	3	0	0	0	15	42
31	U-33	2	3	2	2	2	3	1	0	0	15	42
32	U-2	1	3	2	2	2	3	1	1	0	15	42
33	U-25	3	2	1	0	2	1	0	0	0	9	25
34	U-21	2	2	1	0	2	1	1	0	0	9	25
35	U-12	2	2	2	2	1	0	0	0	0	9	25
36	U-19	2	2	1	0	1	0	0	0	0	6	17
Mean		2.3	3.4	2.4	2.6	2.8	2.4	1.6	0.2	0.3		
Mean Kel. Atas		3.22	3.89	2.78	3.11	3.44	3.33	2.44	0.33	0.78		
Mean Kel. Bawah		2.00	2.78	2.00	1.67	2.22	1.78	0.78	0.11	0.00		
Skor Maksimal		4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Daya Pembeda		0.31	0.28	0.19	0.36	0.31	0.39	0.42	0.06	0.19		
Kriteria		Baik	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Sangat Baik	Jelek	Jelek		

Lampiran 24

HASIL UJI RELIABILITAS UJI COBA SOAL

Keterampilan Berpikir Kritis

1. Hasil uji reliabilitas soal uji coba yang telah valid

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.848	11

2. Hasil uji reliabilitas bakal soal *pre test-post test*

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.830	5

Keterampilan Berpikir Kreatif

1. Hasil uji reliabilitas soal uji coba yang telah valid

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.811	9

2. Hasil uji reliabilitas bakal soal *pre test-post test*

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.719	5

KISI-KISI SOAL TES

Kompetensi Dasar

3.6 Menganalisis teori kinetik gas dan karakteristik gas pada ruang tertutup

Indikator Soal	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif	Tipe Soal	Nomor Soal
Merumuskan hubungan antara tekanan dan volume gas pada ruang tertutup.	Memberikan alasan efektif	Menunjukkan keaslian	C4	1
Menganalisis hubungan antara besaran-besaran pada hukum gas ideal.	Mengidentifikasi besaran tertentu	Merealisasikan ide atau gagasan	C4	2
Menerapkan persamaan gas ideal untuk memecahkan kasus soal.	Menganalisis	Menguraikan ide atau gagasan	C3	3
Menyimpulkan sifat makroskopis gas dalam keadaan standar	Menyimpulkan	Menunjukkan keaslian	C4	4
Menentukan pengaruh perubahan suhu gas terhadap kelajuan efektif gas	Mengidentifikasi besaran tertentu	Merealisasikan ide atau gagasan	C3	5

Lampiran 26

NASKAH SOAL *PRETEST-POSTTEST*

Mata Pelajaran	: Fisika
Satuan Pendidikan	: Sekolah Menengah Atas
Alokasi Waktu	: 30 menit
Jumlah Soal	: 5 soal
Materi Pokok	: Teori Kinetik Gas

PETUNJUK MENGERJAKAN SOAL

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal.
2. Tulis nama, kelas, nomor absen di pojok kanan atas lembar jawab yang telah tersedia.
3. Bacalah baik-baik soal yang Anda kerjakan.
4. Kerjakanlah terlebih dahulu soal yang kamu anggap mudah dengan sungguh-sungguh dan bertanggungjawab.
5. Berikan jawaban pada lembar kerja yang telah tersedia dengan jelas.
6. Yakinlah pada jawaban diri sendiri, hindari kegiatan menyontek jawaban teman maupun membuka catatan dalam bentuk apapun.

Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan benar!

1.

   Ketika sekolah libur panjang dan lama tidak mengunakan sepeda motor, ternyata ban sepeda motor Yahya menjadi kempes. Setelah diteliti, di ban sepeda motor tersebut tidak terdapat kerusakan seperti tertusuk paku atau benda tajam lainnya. Lalu mengapa hal tersebut dapat terjadi pada ban sepeda motor Yahya?

2. Ketika siang hari Risqi mendapati suatu gas ideal berada dalam ban mobil memiliki volume V, tekanan P, dan suhu T. Apabila volumenya mengalami perubahan menjadi ½ kali semula dan suhunya dinaikkan menjadi 4 kali semula maka tekanan gas yang berada dalam sistem tersebut menjadi….

3. Di dalam sebuah tabung yang berisi 88 gram CO_2 memiliki volume 16,4 L pada tekanan 1 atm. Jika diketahui massa molar CO_2 adalah 44 g/mol maka berapakah tekanan gas tersebut? Apabila volume ditambah menjadi 32,8 L dan temperatur dijaga tetap, Tentukan besarnya tekanan gas saat ini! (R = 0,082 L.atm/mol.K)

4. Berapa volume yang ditempati oleh 1 mol gas pada temperatur 0ºC dan tekanan 1 atm? Jika temperatur 0ºC dan tekanan 1 atm dinyatakan sebagai keadaan standar, kesimpulan apakah yang dapat kalian ambil?

5. Sebuah partikel gas memenuhi teori kinetik gas. Jika suhu mutlak gas tersebut naik menjadi empat kali dari suhu mula-mula. Tentukan besar kelajuan partikel pada kondisi tersebut!

Lampiran 27

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN DI SMA NEGERI 1 KENDAL

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1 KENDAL
Jalan Soekarno Hatta, Patebon, Kabupaten Kendal Kode Pos 51351 Telepon 0294-381136
Faksimile 0294-381136 Surat Elektronik sma1kdl@gmail.com

SURAT KETERANGAN
Nomor : 423 / 264

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 1 Kendal dengan ini menerangkan bahwa :

Nama	: NOVIA KRISETYANINGRUM
NIM	: 4201416051
Program Studi	: Pendidikan Fisika / S1
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Mahasiswa	: Universitas Negeri Semarang

Telah mengadakan penelitian di SMA Negeri 1 Kendal dalam rangka penyusunan skripsi dengan Judul " Implementasi Pembelajaran Fisika Materi Teori Kinetik Gas Bependekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Untuk mengembangkan Keterampilan Belajar Abad 21 " Pada bulan Februari s.d Maret 2020.

Demikian surat keterangan ini kami buat dengan sebenarnya dan dapat dipergunakan seperlunya.

Kendal, 23 Juni 2020
a.n. KEPALA SMA NEGERI 1 KENDAL
Wakasek Bidang Kurikulum

PEMPROV JATENG SMAN 1 KENDAL

AGUS CAHYONO, S.Pd., M.Pd
NIP. 19810818 200801 1 006

Lampiran 28

LEMBAR PENGAMATAN KETERLAKSANAAN PENELITIAN

LEMBAR PENGAMATAN HARI PERTAMA

AKTIVITAS GURU DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

MENGGUNAKAN PENDEKATAN STEM MATERI TEORI KINETIK GAS

Sekolah : SMA Negeri 1 Kendal

Kelas/Semester : XI / Ganjil

Petunjuk Kegiatan :

- Amati seluruh kegiatan pembelajaran di dalam kelas mulai dari awal hingga akhir.
- Berilah tanda (√) pada kolom telah disediakan sesuai dengan kriteria yang diberikan.

No	Aspek Pengamatan	Pelaksanaan	
		Ya	Tidak
1	**Kegiatan Pendahuluan**		
	Membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa	√	
	Mengecek kehadiran siswa sebagai perwujuduan sikap disiplin	√	
	Memberikan *pretest*	√	
	Menyampaikan tujuan pembelajaran	√	
	Mengajukan pertanyaan sesuai dengan kegiatan Pendahuluan di UKBM	√	
	Merespon dan memberikan umpan balik atas jawaban siswa	√	
2	**Kegiatan Inti (*orientasi siswa pada masalah*)**		
	Membimbing siswa untuk mengetahui cara kerja balon udara sebagai permasalahan awal	√	
	Merespon jawaban siswa	√	
	Menjelaskan konsep mol dan massa molar sebagai pengantar	√	
3	**Kegiatan Inti (*mengorganisasi siswa untuk belajar*)**		
	Membagi siswa menjadi beberapa kelompok	√	
	Membimbing siswa untuk mengetahui konsep gas ideal	√	
	Menjelaskan pengaruh pemberian tekanan dengan volume gas	√	
	Membimbing siswa merumuskan hubungan antara tekanan dengan volume	√	

4	**Kegiatan Inti (*membimbing penyelidikan individu maupun kelompok*)**		
	Membimbing siswa mencermati kolom Mari Berdiskusi! pada UKBM	√	
	Siswa melakukan diskusi secara berkelompok	√	
	Guru berkeliling ke semua kelompok untuk melihat sekaligus melakukan penilaian sikap dan keterampilan siswa.	√	
5	**Kegiatan Inti (*Mengembangkan dan menyajikan hasil karya*)**		
	Guru membimbing siswa untuk menyajikan hasil diskusi	√	
	Guru membimbing siswa untuk menjawab pertanyaan di UKBM	√	
6	**Kegiatan Inti (*Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah*)**		
	Memberi siswa penguatan terhadap hasil diskusi	√	
	Meluruskan hasil diskusi yang belum sesuai dengan konsep	√	
7	**Kegiatan Penutup**		
	Membimbing siswa untuk menyimpulkan dan me*review* materi pembelajaran	√	
	Menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya	√	
	Mengingatkan siswa untuk mempelajari sub bab selanjutnya	√	

Catatan:
Pancing siswa untuk lebih aktif

Kendal,

Observer

Dra. Siwi Pamikatsih, M.Pd.

NIP. 19651221199302005

LEMBAR PENGAMATAN HARI KEDUA

AKTIVITAS GURU DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

MENGGUNAKAN PENDEKATAN STEM MATERI TEORI KINETIK GAS

Sekolah : SMA Negeri 1 Kendal

Kelas/Semester : XI MIPA 7 / Ganjil

Petunjuk Kegiatan :

- Amati seluruh kegiatan pembelajaran di dalam kelas mulai dari awal hingga akhir.
- Berilah tanda (√) pada kolom telah disediakan sesuai dengan kriteria yang diberikan.

No	Aspek Pengamatan	Pelaksanaan	
		Ya	Tidak
1	**Kegiatan Pendahuluan**		
	Membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa	√	
	Mengecek kehadiran siswa sebagai perwujuduan sikap disiplin	√	
	Mengajukan pertanyaan terkait materi pertemuan sebelumnya untuk me*review* materi	√	
	Mengajukan pertanyaan sesuai dengan kegiatan Pendahuluan di UKBM	√	
	Merespon dan memberikan umpan balik atas jawaban siswa	√	
2	**Kegiatan Inti (*orientasi siswa pada masalah*)**		
	Membimbing siswa untuk menjawab pertanyaan yang ada di UKBM	√	
	Merespon dan memberikan umpan balik atas jawaban siswa	√	
3	**Kegiatan Inti (*mengorganisasi siswa untuk belajar*)**		
	Meminta siswa untuk duduk mengelompok	√	
	Membagi LDS kepada siswa	√	
	Siswa secara berkelompok diminta melakukan percobaan sederhana berkaitan dengan hukum gas ideal sebagaimana yang disajikan pada Lembar Diskusi Siswa	√	
	Menyampaikan tujuan dan prosedur percobaan yang akan dilakukan	√	
	Meminta siswa untuk menyiapkan alat dan bahan sesuai yang tercantum di Lembar Diskusi Siswa	√	

	Memberi kesempatan siswa untuk bertanya dan memberikan respon	√	
4	**Kegiatan Inti (*membimbing penyelidikan individu maupun kelompok*)**		
	Berkeliling ke semua kelompok untuk melihat sekaligus melakukan penilaian sikap dan keterampilan siswa.	√	
	Membantu siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah yang disajikan.	√	
5	**Kegiatan Inti (*Mengembangkan dan menyajikan hasil karya*)**		
	Membimbing siswa untuk menyajikan hasil diskusinya	√	
6	**Kegiatan Inti (*Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah*)**		
	Memberi penguatan berdasarkan hasil diskusi siswa dan meluruskan hasil diskusi yang belum sesuai dengan teori	√	
	Membimbing siswa untuk menyimpulkan hasil percobaan yang telah dilakukan	√	
7	**Kegiatan Penutup**		
	Membimbing siswa untuk menyimpulkan serta me*review* hasil diskusi dan kegiatan pembelajaran megenai materi hukum gas ideal	√	
	Memberikan respon jika ada siswa yang bertanya mengenai materi yang telah disampaikan	√	
	Menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya	√	
	Menutup pembelajaran dengan salam	√	

Catatan:

.....

.....

Kendal,

Observer

Dra. Siwi Pamikatsih, M.Pd.

NIP. 19651221199302005

LEMBAR PENGAMATAN HARI KETIGA

AKTIVITAS GURU DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

MENGGUNAKAN PENDEKATAN STEM MATERI TEORI KINETIK GAS

Sekolah : SMA Negeri 1 Kendal

Kelas/Semester : XI / Ganjil

Petunjuk Kegiatan :

- Amati seluruh kegiatan pembelajaran di dalam kelas mulai dari awal hingga akhir.
- Berilah tanda (√) pada kolom telah disediakan sesuai dengan kriteria yang diberikan.

No	Aspek Pengamatan	Pelaksanaan	
		Ya	Tidak
1	**Kegiatan Pendahuluan**		
	Membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa	√	
	Mengecek kehadiran siswa sebagai perwujuduan sikap disiplin	√	
	Mengajukan pertanyaan terkait materi pertemuan sebelumnya untuk me*review* materi	√	
	Merespon dan memberikan umpan balik atas jawaban siswa	√	
2	**Kegiatan Inti (*orientasi siswa pada masalah*)**		
	Membimbing siswa untuk mereview materi yang telah dipelajari sebelumnya yaitu mengenai hukum dan persamaan umum gas ideal serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.	√	
3	**Kegiatan Inti (*mengorganisasi siswa untuk belajar*)**		
	Membagi siswa menjadi beberapa kelompok	√	
	Membimbing siswa untuk mengamati gambar *airbag* yang ada di UKBM dan meminta siswa menuliskan keterkaitan antara aspek-aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada *airbag* di tabel yang telah disediakan	√	
4	**Kegiatan Inti (*membimbing penyelidikan individu maupun kelompok*)**		
	Guru berkeliling ke semua kelompok untuk melihat sekaligus melakukan penilaian sikap dan keterampilan siswa.	√	

	Siswa melakukan diskusi secara berkelompok	✓	
	Meminta siswa untuk membaca materi di Buku Teks Pelajaran dan mendengarkan serta menyimak pemberian materi yang diberikan	✓	
	Meminta siswa menjawab pertanyaan yang ada di UKBM untuk memperdalam pengetahuan siswa	✓	
5	**Kegiatan Inti (*Mengembangkan dan menyajikan hasil karya*)**		
	Membimbing siswa untuk menyajikan hasil diskusi	✓	
	Meminta siswa mempresentasikan hasil diskusi dan kegiatan percobaan sederhana yang telah dilakukan pertemuan sebelumnya di depan kelas bersama kelompoknya.	✓	
6	**Kegiatan Inti (*Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah*)**		
	Memberi siswa penguatan terhadap hasil diskusi	✓	
	Meluruskan hasil diskusi yang belum sesuai dengan konsep	✓	
7	**Kegiatan Penutup**		
	Membimbing siswa untuk menyimpulkan dan mereview materi pembelajaran	✓	
	Melakukan *posttest*	✓	
	Menutup pelajaran dengan salam	✓	

Catatan:

.....

.....

Kendal,

Observer

Dra. Siwi Pamikatsih, M.Pd.

NIP. 19651221199302005

Lampiran 29

DAFTAR NAMA PESERTA DIDIK XI MIPA 7 (KELAS EKSPERIMEN)

NO	NAMA	KODE
1	Adib Lazuar Arlyirhami	E-01
2	Aenil Hidayati	E-02
3	A'Izzatum Muhtalifah	E-03
4	Alfitra Salma Fashola	E-04
5	Aulia Tri Rahmawati	E-05
6	Daviq Farhan Kamala	E-06
7	Dhiva Adhevania Dannisha K	E-07
8	Elsa Rizqi Rahmawati	E-08
9	Falah Akbar	E-09
10	Fasty Nirawati	E-10
11	Faza Aulia Rahman	E-11
12	Hana Ramadhina Nugrahaini	E-12
13	Haydar Ali Lutfi	E-13
14	Honesty Trisna Widyananda	E-14
15	Irti Fatun Nafisah	E-15
16	Jihan Salma Nur Anisah	E-16
17	M. Ulum Birra Azza S	E-17
18	Mohamad Rizal Rahman	E-18
19	Muhammad Azzam M	E-19
20	Muhammad Dzaki	E-20
21	Muhammad Fathahillah Haqqi	E-21
22	Muhammad Oscar Haeikal	E-22
23	Nadia Meilany Eka Puspita	E-23
24	Novia Tri Khoirunnisa	E-24
25	Prayudha Syifa Alfiansyah	E-25
26	Rafa Aulia Nisa	E-26
27	Rizka Azizah Octaviani	E-27
28	Roro Diyas Delvina	E-28
29	Shofi Saida Septiana	E-29
30	Siti Solekhah Puji Astutik	E-30
31	Vania Benita	E-31
32	Widia Ayu Adistia	E-32

Lampiran 30

DAFTAR NAMA PESERTA DIDIK XI MIPA 6 (KELAS KONTROL)

NO	NAMA	KODE
1	Alika Putri Lucky Arifitri	K-01
2	Ananda Aula Qismi	K-02
3	Dafi Seto Firman Gani	K-03
4	Dian Ayu Saputri	K-04
5	Dicky Hamdan Syafi'I	K-05
6	Fadhel Akbar Muhamad	K-06
7	Fadzilla Al Haq Yuwana	K-07
8	Hari Agung Hazma Hizrian	K-08
9	Harvi Syifa Amelia	K-09
10	Helga Fawwas Rizki	K-10
11	Imas Juniar Rizkia	K-11
12	Ivandra Rifky Ramadhana	K-12
13	Jasmine Muyassalam	K-13
14	Johari Zawawi	K-14
15	Masayu Carissa Nuringtyas	K-15
16	Muhamad Bagus Aru Ocean	K-16
17	Muhammad Alan Maulana	K-17
18	Mukhamad Dani Assifa'	K-18
19	Nabila Afi Salma	K-19
20	Nadifa Khaerunisa	K-20
21	Nava Hanantari	K-21
22	Nayla Taqia	K-22
23	Nicola Arya Yanuardi	K-23
24	Niken Putri Purnama Sari	K-24
25	Qurrota A'Yun Vina En Navi	K-25
26	Ratih Sesotya Wardhani	K-26
27	Rezonan Fitra Maheswara	K-27
28	Rigelkent Patria Antaris	K-28
29	Rizkytha Hatma Putri	K-29
30	Saskia Ngesti Wulandari	K-30
31	Shofi Aulia Rahma	K-31
32	Vannisa Widawati	K-32

Lampiran 31

DAFTAR NILAI *PRE TEST* DAN *POST TEST*

Kelas Eksperimen

No	Kode	Kritis		Kreatif	
		Pre test	*Post test*	*Pre test*	*Post test*
1	E-01	35	50	40	50
2	E-02	20	70	30	70
3	E-03	35	80	35	80
4	E-04	25	45	25	60
5	E-05	45	60	35	60
6	E-06	40	65	45	65
7	E-07	30	60	30	55
8	E-08	35	55	40	75
9	E-09	30	45	30	70
10	E-10	45	80	40	90
11	E-11	20	55	20	55
12	E-12	35	50	35	50
13	E-13	40	55	30	55
14	E-14	45	60	45	60
15	E-15	50	60	50	60
16	E-16	45	55	40	55
17	E-17	35	65	35	50
18	E-18	30	70	30	60
19	E-19	35	65	35	60
20	E-20	45	60	40	55
21	E-21	30	55	25	50
22	E-22	30	60	25	50
23	E-23	45	75	45	75
24	E-24	25	60	25	65
25	E-25	35	65	35	65
26	E-26	25	65	30	70
27	E-27	50	65	50	65
28	E-28	30	50	35	45
29	E-29	30	85	25	75
30	E-30	25	60	20	50
31	E-31	30	65	35	65
32	E-32	25	45	20	55
Rata-rata		34.38	61.09	33.75	61.41

Kelas Kontrol

No	Kode	Kritis		Kreatif	
		Pre test	*Post test*	*Pre test*	*Post test*
1	K-01	35	60	35	55
2	K-02	45	55	45	60
3	K-03	25	35	25	40
4	K-04	25	45	25	45
5	K-05	20	35	20	25
6	K-06	25	35	30	40
7	K-07	30	35	30	45
8	K-08	20	25	20	40
9	K-09	40	45	35	45
10	K-10	30	35	30	30
11	K-11	40	55	35	50
12	K-12	40	40	40	40
13	K-13	45	40	40	45
14	K-14	30	40	35	40
15	K-15	45	50	45	55
16	K-16	30	30	25	35
17	K-17	35	40	30	40
18	K-18	25	35	30	50
19	K-19	30	50	25	55
20	K-20	35	50	35	60
21	K-21	35	45	35	45
22	K-22	35	45	40	50
23	K-23	25	30	30	35
24	K-24	40	45	40	50
25	K-25	30	45	30	55
26	K-26	25	45	35	50
27	K-27	30	35	30	35
28	K-28	35	35	35	65
29	K-29	40	50	40	65
30	K-30	40	40	45	55
31	K-31	50	40	45	50
32	K-32	30	40	35	50
Rata-rata		33.28	41.56	33.59	46.88

Lampiran 32

UJI HOMOGENITAS

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (varians nilai kelas kontrol dan eksperimen homogen)

H_a : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (varians nilai kelas kontrol dan eksperimen tidak homogen)

Jika nilai *Levene's test* signifikan (probabilitas < 0,05) maka H_0 ditolak yang menandakan bahwa kedua kelompok memiliki varians berbeda (data tidak homogen). Jika nilai *Levene's test* tidak signifikan (probabilitas > 0,05) maka H_0 diterima yang menandakan bahwa kedua kelompok memiliki varians yang sama (data bersifat homogen).

Keterampilan Berpikir Kritis

Test of Homogeneity of Variances

Keterampilan Berpikir Kritis

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.209	1	62	.649

Keterampilan Berpikir Kreatif

Test of Homogeneity of Variances

Keterampilan Berpikir Kreatif

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.956	1	62	.332

Lampiran 33

UJI NORMALITAS

1. Berpikir Kritis

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Kategori	N	Asymp. Sig. (2-tailed)
Pretest Eksperimen	32	.166[c]
Posttest Eksperimen		.092[c]
Pretest Kontrol		.197[c]
Posttest Kontrol		.076[c]

2. Berpikir Kreatif

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

Kategori	N	Asymp. Sig. (2-tailed)
Pretest Eksperimen	32	.200[c]
Posttest Eksperimen		.073[c]
Pretest Kontrol		.098[c]
Posttest Kontrol		.200[c]

*) a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.
c. Lilliefors Significance Correction.

INDEPENDENT SAMPLES T TEST

H_0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam penerapan pembelajaran fisika berpendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) terhadap keterampilan belajar abad 21 dibandingkan penerapan pembelajaran biasa.

H_a : Ada perbedaan yang signifikan dalam penerapan pembelajaran fisika berpendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) terhadap keterampilan belajar abad 21 dibandingkan penerapan pembelajaran biasa.

Dengan kriteria pengujian hipotesis jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka Ho diterima.

Keterampilan Berpikir Kritis

Independent Samples Test

		T-test for Equality of Means					
						95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
Nilai	*Posttest* Kritis	8.148	62	.000	19.063	14.386	23.739
	Posttest Kreatif	5.819	62	.000	14.375	9.436	19.314

HASIL *PAIRED SAMPLES T TEST*

H_0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran fisika berpendekatan *science, technology, engineering, and mathematics* (STEM) terhadap keterampilan belajar abad 21.

H_a : Ada perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran fisika berpendekatan *science, technology, engineering, and mathematics* (STEM) terhadap keterampilan belajar abad 21.

Dengan kriteria jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka Ho diterima.

Paired Samples Test

	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval of the Difference				
			Lower	Upper			
Nilai Pretest Kritis – Nilai Posttest Kritis	-26.094	12.097	-30.455	-21.732	-12.202	31	.000
Nilai Pretest Kreatif – Nilai Posttest Kreatif	-27.656	11.569	-31.827	-23.485	-13.523	31	.000

Lampiran 36

UJI *N-GAIN* KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

KELAS EKSPERIMEN

NO	KODE	KRITIS			
		Pretest	Posttest	<g>	Kriteria
1	E-01	35	50	0.23	Rendah
2	E-02	20	70	0.63	Sedang
3	E-03	35	80	0.69	Sedang
4	E-04	25	45	0.27	Rendah
5	E-05	45	60	0.27	Rendah
6	E-06	40	65	0.42	Sedang
7	E-07	30	60	0.43	Sedang
8	E-08	35	55	0.31	Sedang
9	E-09	30	45	0.21	Rendah
10	E-10	45	80	0.64	Sedang
11	E-11	20	55	0.44	Sedang
12	E-12	35	50	0.23	Rendah
13	E-13	40	55	0.25	Rendah
14	E-14	45	60	0.27	Rendah
15	E-15	50	60	0.20	Rendah
16	E-16	45	55	0.18	Rendah
17	E-17	35	65	0.46	Sedang
18	E-18	30	70	0.57	Sedang
19	E-19	35	65	0.46	Sedang
20	E-20	45	60	0.27	Rendah
21	E-21	30	55	0.36	Sedang
22	E-22	30	60	0.43	Sedang
23	E-23	45	75	0.55	Sedang
24	E-24	25	60	0.47	Sedang
25	E-25	35	65	0.46	Sedang
26	E-26	25	65	0.53	Sedang
27	E-27	50	65	0.30	Sedang
28	E-28	30	50	0.29	Sedang
29	E-29	30	85	0.79	Tinggi
30	E-30	25	60	0.47	Sedang
31	E-31	30	65	0.50	Sedang
32	E-32	25	45	0.27	Rendah
Rata-rata		34.38	61.09	0.40	Sedang

KELAS KONTROL

NO	KODE	KRITIS			
		Pretest	Posttest	<g>	Kriteria
1	K-01	35	60	0.38	Sedang
2	K-02	45	55	0.18	Rendah
3	K-03	25	35	0.13	Rendah
4	K-04	25	45	0.27	Rendah
5	K-05	20	35	0.19	Rendah
6	K-06	25	35	0.13	Rendah
7	K-07	30	35	0.07	Rendah
8	K-08	20	25	0.06	Rendah
9	K-09	40	45	0.08	Rendah
10	K-10	30	35	0.07	Rendah
11	K-11	40	55	0.25	Rendah
12	K-12	40	40	0.00	Tetap
13	K-13	45	40	-0.09	Turun
14	K-14	30	40	0.14	Rendah
15	K-15	45	50	0.09	Rendah
16	K-16	30	30	0.00	Rendah
17	K-17	35	40	0.08	Rendah
18	K-18	25	35	0.13	Rendah
19	K-19	30	50	0.29	Sedang
20	K-20	35	50	0.23	Rendah
21	K-21	35	45	0.15	Rendah
22	K-22	35	45	0.15	Rendah
23	K-23	25	30	0.07	Rendah
24	K-24	40	45	0.08	Rendah
25	K-25	30	45	0.21	Rendah
26	K-26	25	45	0.27	Rendah
27	K-27	30	35	0.07	Turun
28	K-28	35	35	0.00	Tetap
29	K-29	40	50	0.17	Rendah
30	K-30	40	40	0.00	Tetap
31	K-31	50	40	-0.20	Turun
32	K-32	30	40	0.14	Rendah
Rata-rata		33.28	41.56	0.11	Rendah

UJI N-GAIN TIAP INDIKATOR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Kelas Eksperimen

No	Kode	KRITIS											
		Indikator 1		Indikator 2		Indikator 3						Indikator 4	
		SOAL 1		SOAL 3		SOAL 2		SOAL 5		*Pretest* Mean	*Posttest* Mean	SOAL 4	
1	E-01	50	50	75	25	50	50	0	75	25	63	0	50
2	E-02	50	50	25	50	25	100	0	75	13	88	0	75
3	E-03	75	50	25	100	50	50	0	100	25	75	25	100
4	E-04	25	75	50	75	25	25	0	25	13	25	25	50
5	E-05	50	50	0	75	75	100	25	25	50	63	75	50
6	E-06	50	75	50	50	0	50	50	50	25	50	50	100
7	E-07	75	75	0	75	75	50	0	50	38	50	0	50
8	E-08	25	50	50	0	50	50	25	75	38	63	25	100
9	E-09	25	25	50	50	25	50	0	50	13	50	50	50
10	E-10	75	75	75	100	75	75	0	75	38	75	0	75
11	E-11	50	50	0	75	0	50	0	50	0	50	50	50
12	E-12	50	50	50	0	50	50	25	50	38	50	0	100
13	E-13	75	50	50	75	25	50	25	50	25	50	25	50
14	E-14	50	50	50	75	75	100	0	25	38	63	50	50
15	E-15	50	75	25	50	75	100	50	25	63	63	50	50
16	E-16	50	50	0	50	75	100	25	25	50	63	75	50
17	E-17	50	75	50	75	25	100	25	25	25	63	25	50
18	E-18	75	75	25	75	25	50	0	75	13	63	25	75

19	E-19	50	75	25	50	0	25	50	100	25	63	50	75
20	E-20	75	50	50	50	50	50	25	75	38	63	25	75
21	E-21	50	50	50	50	50	50	0	50	25	50	0	75
22	E-22	50	50	50	75	50	50	0	75	25	63	0	50
23	E-23	50	75	50	75	75	100	0	50	38	75	50	75
24	E-24	75	50	0	50	50	50	0	75	25	63	0	75
25	E-25	50	75	50	75	25	50	25	50	25	50	25	75
26	E-26	50	50	50	75	25	75	0	50	13	63	0	75
27	E-27	50	75	50	75	75	100	0	25	38	63	75	50
28	E-28	50	50	25	50	50	50	25	25	38	38	0	75
29	E-29	75	75	0	100	50	50	0	100	25	75	25	100
30	E-30	50	75	25	75	50	50	0	50	25	50	0	50
31	E-31	50	100	50	50	0	50	0	50	0	50	50	75
32	E-32	50	25	25	50	50	50	0	50	25	50	0	50
Rata-rata		53.91	60.16	35.94	61.72	43.75	62.50	11.72	54.69	27.73	58.59	26.56	67.19
<g>		0.14		0.40		0.33		0.49		0.43		0.55	
Keterangan		Rendah		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang	

Kelas Kontrol

No	Kode	KRITIS											
		Indikator 1		Indikator 2		Indikator 3						Indikator 4	
		SOAL 1		SOAL 3		SOAL 2		SOAL 5		*Pretest* Mean	*Posttest* Mean	SOAL 4	
1	K-01	50	50	50	100	50	50	0	25	25	38	25	75
2	K-02	75	50	75	75	50	50	0	25	25	38	25	75
3	K-03	50	50	0	25	25	25	25	50	25	38	25	25
4	K-04	50	25	25	50	25	50	25	25	25	38	0	75

5	K-05	25	50	25	50	50	50	0	25	25	38	0	0
6	K-06	50	50	25	25	0	25	25	25	13	25	25	50
7	K-07	25	25	50	25	25	50	50	50	38	50	0	25
8	K-08	0	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
9	K-09	50	50	50	75	75	50	0	25	38	38	25	50
10	K-10	50	50	25	25	25	25	0	25	13	25	50	50
11	K-11	50	50	25	75	50	75	25	0	38	38	50	75
12	K-12	50	50	50	50	25	25	25	25	25	25	50	50
13	K-13	50	50	25	50	50	50	50	25	50	38	50	25
14	K-14	50	25	25	75	25	25	25	25	25	25	25	50
15	K-15	75	50	50	75	25	50	50	25	38	38	25	50
16	K-16	75	50	25	50	50	25	0	25	25	25	0	0
17	K-17	50	50	50	75	50	25	0	25	25	25	25	25
18	K-18	50	25	0	75	0	25	50	25	25	25	25	25
19	K-19	50	25	0	75	25	50	25	25	25	38	50	75
20	K-20	50	50	50	50	75	50	0	25	38	38	0	75
21	K-21	50	75	75	50	50	25	0	25	25	25	0	50
22	K-22	50	50	50	75	50	25	0	0	25	13	25	75
23	K-23	25	25	50	50	25	25	0	25	13	25	25	25
24	K-24	75	50	25	50	75	75	0	0	38	38	25	50
25	K-25	25	25	25	75	25	50	25	25	25	38	50	50
26	K-26	50	50	25	50	25	50	0	25	13	38	25	50
27	K-27	50	50	50	50	25	25	25	25	25	25	0	25
28	K-28	75	50	25	25	25	25	25	50	25	38	25	50
29	K-29	75	50	25	50	75	75	0	25	38	50	25	50
30	K-30	50	25	50	50	75	50	0	25	38	38	25	50

31	K-31	50	50	75	50	50	25	25	25	38	25	50	50
32	K-32	50	50	25	50	50	50	25	0	38	25	0	50
Rata-rata		50.00	44.53	35.94	54.69	39.84	40.63	16.41	24.22	28.13	32.42	24.22	46.09
<g>		-0.05		0.34		0.02		0.13		0.06		0.32	
Keterangan		Turun		Sedang		Rendah		Rendah		Rendah		Sedang	

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator 1 : Memberikan alasan efektif

Indikator 2 : Menganalisis

Indikator 3 : Mengidentifikasi besaran tertentu

Indikator 4 : Menyimpulkan

REKAPITULASI LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN KOMUNIKASI TULIS

Kelas Eksperimen

NO	KODE	PERTEMUAN 1						PERTEMUAN 2						PERTEMUAN 3					
		I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET
1	E-01	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	3	4	2	9	60	Sdg	4	4	4	12	80	Tg
2	E-02	3	4	2	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
3	E-03	3	3	3	9	60	Sdg	4	4	4	12	80	Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
4	E-04	2	2	2	6	40	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg
5	E-05	4	3	2	9	60	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
6	E-06	2	2	2	6	40	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg
7	E-07	3	3	2	8	53	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	4	5	4	13	87	Sgt Tg
8	E-08	4	3	2	9	60	Sdg	4	3	2	9	60	Sdg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
9	E-09	3	2	2	7	47	Rdh	4	3	2	9	60	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg
10	E-10	3	4	2	9	60	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
11	E-11	3	2	2	7	47	Rdh	4	3	2	9	60	Sdg	3	4	3	10	67	Sdg
12	E-12	3	4	2	9	60	Sdg	4	3	2	9	60	Sdg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
13	E-13	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	2	10	67	Sdg	5	3	5	13	87	Sgt Tg
14	E-14	3	3	3	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	4	4	5	13	87	Sgt Tg
15	E-15	3	2	2	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg
16	E-16	3	3	3	9	60	Sdg	4	4	2	10	67	Sdg	4	4	5	13	87	Sgt Tg
17	E-17	4	3	2	9	60	Sdg	4	3	2	9	60	Sdg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
18	E-18	4	3	2	9	60	Sdg	4	4	2	10	67	Sdg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
19	E-19	2	2	2	6	40	Rdh	2	3	2	7	47	Rdh	2	3	2	7	47	Rdh
20	E-20	4	3	2	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	4	4	3	11	73	Sdg

21	E-21	3	3	2	8	53	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
22	E-22	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	2	10	67	Sdg	4	4	3	11	73	Sdg
23	E-23	3	2	2	7	47	Rdh	4	3	2	9	60	Sdg	4	4	3	11	73	Sdg
24	E-24	3	3	3	9	60	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
25	E-25	3	3	2	8	53	Sdg	4	3	2	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg
26	E-26	3	3	3	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
27	E-27	3	2	2	7	47	Rdh	4	3	2	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg
28	E-28	3	3	3	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
29	E-29	3	3	2	8	53	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
30	E-30	3	3	3	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	4	4	4	12	80	Tg
31	E-31	3	2	2	7	47	Rdh	4	3	2	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg
32	E-32	3	2	3	8	53	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	4	5	5	14	93	Sgt Tg
RATA-RATA						53	Sdg					64	Sdg					83	Tg

Kelas Kontrol

NO	KODE	PERTEMUAN 1						PERTEMUAN 2						PERTEMUAN 3					
		I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET
1	K-01	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh
2	K-02	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg
3	K-03	3	2	1	6	40	Rdh	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh
4	K-04	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	3	1	6	40	Rdh	2	3	1	6	40	Sgt Rdh
5	K-05	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
6	K-06	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	3	1	6	40	Rdh	2	3	2	7	47	Rdh
7	K-07	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
8	K-08	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	3	2	2	7	47	Rdh

9	K-09	3	3	2	8	53	Sdg	4	3	2	9	60	Sdg	4	4	3	11	73	Tg
10	K-10	2	3	2	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg
11	K-11	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg
12	K-12	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh
13	K-13	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
14	K-14	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	2	3	2	7	47	Rdh
15	K-15	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
16	K-16	3	3	1	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg
17	K-17	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	3	2	1	6	40	Rdh
18	K-18	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	2	3	1	6	40	Rdh
19	K-19	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
20	K-20	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg
21	K-21	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg	3	4	3	10	67	Sdg
22	K-22	3	2	3	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg
23	K-23	3	2	2	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg
24	K-24	3	2	3	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg	3	4	3	10	67	Sdg
25	K-25	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg	3	3	4	10	67	Sdg
26	K-26	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
27	K-27	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	3	1	6	40	Rdh	2	3	2	7	47	Rdh
28	K-28	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	3	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh
29	K-29	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	1	7	47	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
30	K-30	3	2	1	6	40	Rdh	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
31	K-31	3	2	1	6	40	Rdh	3	2	1	6	40	Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
32	K-32	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	3	3	1	7	47	Rdh
RATA-RATA						43	Rdh					48	Rdh					55	Sdg

Lampiran 39

UJI *N-GAIN* KETERAMPILAN KOMUNIKASI TULIS

Kelas Eksperimen

NO	KODE	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	E-01	0.40	0.50	0.70
2	E-02	0.17	0.80	0.83
3	E-03	0.50	1.00	1.00
4	E-04	0.22	0.14	0.33
5	E-05	0.33	1.00	1.00
6	E-06	0.22	0.14	0.33
7	E-07	0.29	0.60	0.71
8	E-08	0.00	1.00	1.00
9	E-09	0.25	0.00	0.25
10	E-10	0.33	1.00	1.00
11	E-11	0.25	0.17	0.38
12	E-12	0.00	1.00	1.00
13	E-13	0.29	0.60	0.71
14	E-14	0.17	0.60	0.67
15	E-15	0.13	0.14	0.25
16	E-16	0.17	0.60	0.67
17	E-17	0.00	0.83	0.83
18	E-18	0.17	0.80	0.83
19	E-19	0.11	0.00	0.11
20	E-20	0.17	0.20	0.33
21	E-21	0.29	0.80	0.86
22	E-22	0.29	0.20	0.43
23	E-23	0.25	0.33	0.50
24	E-24	0.33	1.00	1.00
25	E-25	0.14	0.17	0.29
26	E-26	0.17	1.00	1.00
27	E-27	0.25	0.17	0.38
28	E-28	0.17	1.00	1.00
29	E-29	0.29	0.80	0.86
30	E-30	0.17	0.40	0.50
31	E-31	0.25	0.17	0.38
32	E-32	0.29	0.80	0.86
RATA-RATA		0.22	0.56	0.66
KRITERIA		Rendah	Sedang	Sedang

Kelas Kontrol

NO	KODE	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	K-01	0.11	0.00	0.11
2	K-02	0.14	0.17	0.29
3	K-03	0.00	0.11	0.11
4	K-04	0.10	0.00	0.10
5	K-05	0.11	0.13	0.22
6	K-06	0.10	0.11	0.20
7	K-07	0.10	0.22	0.30
8	K-08	0.00	0.20	0.20
9	K-09	0.14	0.33	0.43
10	K-10	0.13	0.14	0.25
11	K-11	0.14	0.17	0.29
12	K-12	0.11	0.00	0.11
13	K-13	0.11	0.13	0.22
14	K-14	0.11	0.00	0.11
15	K-15	0.11	0.13	0.22
16	K-16	0.13	0.29	0.38
17	K-17	0.11	-0.13	0.00
18	K-18	0.11	-0.13	0.00
19	K-19	0.11	0.13	0.22
20	K-20	0.14	0.17	0.29
21	K-21	0.14	0.17	0.29
22	K-22	0.14	0.17	0.29
23	K-23	0.13	0.14	0.25
24	K-24	0.14	0.17	0.29
25	K-25	0.14	0.17	0.29
26	K-26	0.11	0.13	0.22
27	K-27	0.10	0.11	0.20
28	K-28	0.10	0.11	0.20
29	K-29	0.11	0.13	0.22
30	K-30	0.00	0.22	0.22
31	K-31	0.00	0.22	0.22
32	K-32	0.00	0.20	0.20
RATA-RATA		0.10	0.13	0.22
KRITERIA		Rendah	Rendah	Rendah

REKAPITULASI LEMBAR OBSERVASI TIAP INDIKATOR

KETERAMPILAN KOMUNIKASI TULIS

Kelas Eksperimen

NO	KODE	Pertemuan 1						Pertemuan 2						Pertemuan 3					
		I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)
1	E-01	2	40	2	40	1	20	3	60	4	80	2	40	4	80	4	80	4	80
2	E-02	3	60	4	80	2	40	4	80	3	60	3	60	5	100	5	100	4	80
3	E-03	3	60	3	60	3	60	4	80	4	80	4	80	5	100	5	100	5	100
4	E-04	2	40	2	40	2	40	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60
5	E-05	4	80	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60	5	100	5	100	5	100
6	E-06	2	40	2	40	2	40	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60
7	E-07	3	60	3	60	2	40	4	80	3	60	3	60	4	80	5	100	4	80
8	E-08	4	80	3	60	2	40	4	80	3	60	2	40	5	100	5	100	5	100
9	E-09	3	60	2	40	2	40	4	80	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60
10	E-10	3	60	4	80	2	40	4	80	4	80	3	60	5	100	5	100	5	100
11	E-11	3	60	2	40	2	40	4	80	3	60	2	40	3	60	4	80	3	60
12	E-12	3	60	4	80	2	40	4	80	3	60	2	40	5	100	5	100	5	100
13	E-13	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	2	40	5	100	3	60	5	100
14	E-14	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	3	60	4	80	4	80	5	100

15	E-15	3	60	2	40	2	40	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60
16	E-16	3	60	3	60	3	60	4	80	4	80	2	40	4	80	4	80	5	100
17	E-17	4	80	3	60	2	40	4	80	3	60	2	40	5	100	5	100	4	80
18	E-18	4	80	3	60	2	40	4	80	4	80	2	40	5	100	5	100	4	80
19	E-19	2	40	2	40	2	40	2	40	3	60	2	40	2	40	3	60	2	40
20	E-20	4	80	3	60	2	40	4	80	3	60	3	60	4	80	4	80	3	60
21	E-21	3	60	3	60	2	40	4	80	3	60	3	60	5	100	5	100	4	80
22	E-22	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	2	40	4	80	4	80	3	60
23	E-23	3	60	2	40	2	40	4	80	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60
24	E-24	3	60	3	60	3	60	4	80	4	80	3	60	5	100	5	100	5	100
25	E-25	3	60	3	60	2	40	4	80	3	60	2	40	4	80	3	60	3	60
26	E-26	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	3	60	5	100	5	100	5	100
27	E-27	3	60	2	40	2	40	4	80	3	60	2	40	4	80	3	60	3	60
28	E-28	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	3	60	5	100	5	100	5	100
29	E-29	3	60	3	60	2	40	4	80	3	60	3	60	5	100	5	100	4	80
30	E-30	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	3	60	4	80	4	80	4	80
31	E-31	3	60	2	40	2	40	4	80	3	60	2	40	4	80	3	60	3	60
32	E-32	3	60	2	40	3	60	4	80	3	60	3	60	4	80	5	100	5	100
RATA-RATA		61		55		44		76		66		49		84		84		79	
KRITERIA		Sedang		Sedang		Rendah		Tinggi		Sedang		Rendah		Tinggi		Tinggi		Tinggi	

Kelas Kontrol

NO	KODE	Pertemuan 1						Pertemuan 2						Pertemuan 3					
		I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)
1	K-01	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	3	60	3	60	1	20
2	K-02	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	3	60
3	K-03	3	60	2	40	1	20	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20
4	K-04	2	40	2	40	1	20	2	40	3	60	1	20	2	40	3	60	1	20
5	K-05	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	3	60	3	60	2	40
6	K-06	2	40	2	40	1	20	2	40	3	60	1	20	2	40	3	60	2	40
7	K-07	2	40	2	40	1	20	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	2	40
8	K-08	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	3	60	2	40	2	40
9	K-09	3	60	3	60	2	40	4	80	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60
10	K-10	2	40	3	60	2	40	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60
11	K-11	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	3	60
12	K-12	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	3	60	3	60	1	20
13	K-13	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	3	60	3	60	2	40
14	K-14	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	2	40	3	60	2	40
15	K-15	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	3	60	3	60	2	40
16	K-16	3	60	3	60	1	20	3	60	3	60	2	40	4	80	3	60	3	60
17	K-17	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	3	60	2	40	1	20
18	K-18	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	2	40	3	60	1	20
19	K-19	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	3	60	3	60	2	40
20	K-20	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	3	60
21	K-21	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60
22	K-22	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	3	60

23	K-23	3	60	2	40	2	40	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60
24	K-24	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60
25	K-25	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	3	60	3	60	3	60	4	80
26	K-26	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	3	60	3	60	2	40
27	K-27	2	40	2	40	1	20	2	40	3	60	1	20	2	40	3	60	2	40
28	K-28	2	40	2	40	1	20	2	40	3	60	1	20	3	60	3	60	1	20
29	K-29	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20	3	60	3	60	2	40
30	K-30	3	60	2	40	1	20	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	2	40
31	K-31	3	60	2	40	1	20	3	60	2	40	1	20	3	60	3	60	2	40
32	K-32	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	3	60	3	60	1	20
RATA-RATA		55		45		28		57		56		31		61		61		43	
KRITERIA		Sedang		Rendah		Sgt Rendah		Sedang		Sedang		Sgt Rendah		Sedang		Sedang		Rendah	

UJI *N-GAIN* TIAP INDIKATOR KETERAMPILAN KOMUNIKASI TULIS

Kelas Eksperimen

NO	KODE	Indikator 1			Indikator 2			Indikator 3		
		<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	E-01	0.33	0.50	0.67	0.67	0.00	0.67	0.25	0.67	0.75
2	E-02	0.50	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	0.33	0.50	0.67
3	E-03	0.50	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00
4	E-04	0.33	0.00	0.33	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33
5	E-05	0.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00
6	E-06	0.33	0.00	0.33	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33
7	E-07	0.50	0.00	0.50	0.00	1.00	1.00	0.33	0.50	0.67
8	E-08	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
9	E-09	0.50	-1.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33
10	E-10	0.50	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00
11	E-11	0.50	-1.00	0.00	0.33	0.50	0.67	0.00	0.33	0.33
12	E-12	0.50	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
13	E-13	0.50	1.00	1.00	0.50	-1.00	0.00	0.00	1.00	1.00
14	E-14	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	1.00	1.00
15	E-15	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33
16	E-16	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	-0.50	1.00	1.00
17	E-17	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.67	0.67
18	E-18	0.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00	0.67	0.67
19	E-19	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
20	E-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.33	0.00	0.33

21	E-21	0.50	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.33	0.50	0.67
22	E-22	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.33	0.33
23	E-23	0.50	0.00	0.50	0.33	0.50	0.67	0.00	0.33	0.33
24	E-24	0.50	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
25	E-25	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33
26	E-26	0.50	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
27	E-27	0.50	0.00	0.50	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33
28	E-28	0.50	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
29	E-29	0.50	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.33	0.50	0.67
30	E-30	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50
31	E-31	0.50	0.00	0.50	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33
32	E-32	0.50	0.00	0.50	0.33	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
RATA-RATA		0.38	0.39	0.64	0.17	0.52	0.68	0.08	0.62	0.65
KRITERIA		Sedang	Sedang	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang

Kelas Kontrol

NO	KODE	Indikator 1			Indikator 2			Indikator 3		
		<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	K-01	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
2	K-02	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33
3	K-03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00
4	K-04	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
5	K-05	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.25	0.25
6	K-06	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.25	0.25
7	K-07	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33	0.00	0.25	0.25
8	K-08	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25

9	K-09	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.33	0.33
10	K-10	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33
11	K-11	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33
12	K-12	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
13	K-13	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.25	0.25
14	K-14	0.00	-0.50	-0.50	0.33	0.00	0.33	0.00	0.25	0.25
15	K-15	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.25	0.25
16	K-16	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.25	0.33	0.50
17	K-17	0.00	0.00	0.00	0.33	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
18	K-18	0.00	-0.50	-0.50	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
19	K-19	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.25	0.25
20	K-20	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33
21	K-21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.33	0.00	0.33
22	K-22	0.00	0.50	0.50	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
23	K-23	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33
24	K-24	0.00	0.00	0.00	0.33	0.50	0.67	0.00	0.00	0.00
25	K-25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.50	0.67
26	K-26	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.25	0.25
27	K-27	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.25	0.25
28	K-28	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
29	K-29	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.25	0.25
30	K-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.25	0.25
31	K-31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.25	0.25
32	K-32	0.00	0.33	0.33	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00
RATA-RATA		0.04	0.08	0.11	0.19	0.08	0.27	0.06	0.16	0.21
KRITERIA		Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

REKAPITULASI LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN KOMUNIKASI LISAN

Kelas Eksperimen

NO	KODE	PERTEMUAN 1						PERTEMUAN 2						PERTEMUAN 3					
		I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET
1	E-01	4	3	2	9	60	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	5	4	4	13	87	Sgt Tg
2	E-02	3	3	2	8	53	Sdg	3	4	2	9	60	Sdg	4	4	4	12	80	Tg
3	E-03	4	3	1	8	53	Sdg	4	5	2	11	73	Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
4	E-04	4	4	2	10	67	Sdg	5	4	3	12	80	Tg	5	4	4	13	87	Sgt Tg
5	E-05	3	3	3	9	60	Sdg	4	5	3	12	80	Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
6	E-06	3	3	2	8	53	Sdg	4	3	2	9	60	Sdg	4	4	4	12	80	Tg
7	E-07	4	3	2	9	60	Sdg	4	4	4	12	80	Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
8	E-08	3	3	2	8	53	Sdg	5	4	3	12	80	Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
9	E-09	3	3	2	8	53	Sdg	4	5	4	13	87	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
10	E-10	4	3	2	9	60	Sdg	5	5	3	13	87	Sgt Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
11	E-11	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	4	4	4	12	80	Tg
12	E-12	4	3	2	9	60	Sdg	5	4	3	12	80	Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg

13	E-13	3	3	2	8	53	Sdg	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	3	11	73	Tg
14	E-14	4	4	3	11	73	Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
15	E-15	3	3	2	8	53	Sdg	4	5	4	13	87	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
16	E-16	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	4	4	4	12	80	Tg
17	E-17	4	4	2	10	67	Sdg	5	4	4	13	87	Sgt Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
18	E-18	4	4	3	11	73	Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
19	E-19	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	3	3	2	8	53	Sdg
20	E-20	3	3	2	8	53	Sdg	5	5	4	14	93	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
21	E-21	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	4	12	80	Tg	4	5	4	13	87	Sgt Tg
22	E-22	4	3	2	9	60	Sdg	5	4	5	14	93	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
23	E-23	3	3	3	9	60	Sdg	5	5	4	14	93	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
24	E-24	3	3	2	8	53	Sdg	4	3	3	10	67	Sdg	4	4	4	12	80	Tg
25	E-25	4	3	2	9	60	Sdg	5	5	4	14	93	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
26	E-26	4	4	2	10	67	Sdg	4	4	4	12	80	Tg	5	4	4	13	87	Sgt Tg
27	E-27	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	4	4	4	12	80	Tg
28	E-28	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	5	4	4	13	87	Sgt Tg
29	E-29	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	5	3	4	12	80	Tg

30	E-30	4	3	2	9	60	Sdg	5	4	3	12	80	Tg	5	4	4	13	87	Sgt Tg
31	E-31	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	4	4	3	11	73	Tg
32	E-32	3	3	2	8	53	Sdg	4	4	4	12	80	Tg	4	4	4	12	80	Tg
RATA-RATA						57	Sdg					78	Tg					88	Sgt Tg

Kelas Kontrol

NO	KODE	PERTEMUAN 1						PERTEMUAN 2						PERTEMUAN 3					
		I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET
1	K-01	3	2	1	6	40	Rdh	4	4	3	11	73	Tg	4	4	3	11	73	Sdg
2	K-02	3	2	1	6	40	Rdh	2	2	2	6	40	Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh
3	K-03	3	2	2	7	47	Rdh	2	2	2	6	40	Rdh	2	2	2	6	40	Rdh
4	K-04	4	2	1	7	47	Rdh	2	2	2	6	40	Rdh	2	2	2	6	40	Rdh
5	K-05	3	2	1	6	40	Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	3	2	1	6	40	Rdh
6	K-06	3	2	2	7	47	Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh
7	K-07	3	2	1	6	40	Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh
8	K-08	2	1	1	4	27	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh
9	K-09	4	2	1	7	47	Rdh	5	4	3	12	80	Tg	4	4	3	11	73	Sdg
10	K-10	3	3	1	7	47	Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	3	1	6	40	Sdg

11	K-11	3	2	1	6	40	Rdh	1	2	2	5	33	Sgt Rdh	1	1	1	3	20	Sgt Rdh
12	K-12	3	2	1	6	40	Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh
13	K-13	3	2	2	7	47	Rdh	1	2	1	4	27	Sgt Rdh	1	1	1	3	20	Sgt Rdh
14	K-14	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	1	2	1	4	27	Sgt Rdh	1	2	1	4	27	Sgt Rdh
15	K-15	4	2	1	7	47	Rdh	3	2	2	7	47	Rdh	3	2	2	7	47	Sdg
16	K-16	2	1	2	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh
17	K-17	2	1	1	4	27	Sgt Rdh	2	1	1	4	27	Sgt Rdh	2	1	1	4	27	Sgt Rdh
18	K-18	3	2	1	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Sgt Rdh	1	1	1	3	20	Sgt Rdh
19	K-19	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	1	1	4	27	Sgt Rdh	2	1	1	4	27	Sgt Rdh
20	K-20	3	2	1	6	40	Rdh	2	1	2	5	33	Rdh	2	1	2	5	33	Sgt Rdh
21	K-21	3	2	1	6	40	Rdh	2	1	2	5	33	Rdh	2	1	2	5	33	Sgt Rdh
22	K-22	3	2	1	6	40	Rdh	2	2	1	5	33	Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh
23	K-23	3	1	1	5	33	Sgt Rdh	2	1	1	4	27	Sgt Rdh	2	1	1	4	27	Sgt Rdh
24	K-24	3	2	1	6	40	Rdh	2	2	2	6	40	Rdh	2	2	2	6	40	Sdg
25	K-25	3	2	1	6	40	Rdh	2	1	2	5	33	Sgt Rdh	2	1	2	5	33	Sgt Rdh
26	K-26	2	3	1	6	40	Rdh	1	2	1	4	27	Sgt Rdh	1	2	1	4	27	Sgt Rdh

27	K-27	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh
28	K-28	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh	2	2	1	5	33	Sgt Rdh
29	K-29	3	2	1	6	40	Rdh	2	2	2	6	40	Sgt Rdh	2	2	2	6	40	Sdg
30	K-30	3	3	1	7	47	Rdh	1	2	2	5	33	Sgt Rdh	1	2	2	5	33	Sgt Rdh
31	K-31	3	2	1	6	40	Rdh	2	1	1	4	27	Sgt Rdh	2	1	1	4	27	Sgt Rdh
32	K-32	3	2	1	6	40	Rdh	4	3	2	9	60	Sdg	3	2	2	7	47	Sdg
RATA-RATA						40	Rdh					36	Rdh					35	Sgt Rdh

Lampiran 43

UJI *N-GAIN* KETERAMPILAN KOMUNIKASI LISAN

Kelas Eksperimen

NO	KODE	UJI *N-GAIN*		
		<g> Pertemuan 1-2	<g> Pertemuan 2-3	<g> Pertemuan 1-3
1	E-01	0.33	0.50	0.7
2	E-02	0.14	0.50	0.6
3	E-03	0.43	0.75	0.9
4	E-04	0.40	0.33	0.6
5	E-05	0.50	0.67	0.8
6	E-06	0.14	0.50	0.6
7	E-07	0.50	0.67	0.8
8	E-08	0.57	0.67	0.9
9	E-09	0.71	1.00	1.0
10	E-10	0.67	0.50	0.8
11	E-11	0.43	0.25	0.6
12	E-12	0.50	0.67	0.8
13	E-13	0.00	0.43	0.4
14	E-14	0.75	1.00	1.0
15	E-15	0.71	1.00	1.0
16	E-16	0.43	0.25	0.6
17	E-17	0.60	0.50	0.8
18	E-18	1.00	0.00	1.0
19	E-19	0.00	0.30	0.3
20	E-20	0.86	1.00	1.0
21	E-21	0.57	0.33	0.7
22	E-22	0.83	1.00	1.0
23	E-23	0.83	1.00	1.0
24	E-24	0.29	0.40	0.6
25	E-25	0.83	1.00	1.0
26	E-26	0.40	0.33	0.6
27	E-27	0.43	0.25	0.6
28	E-28	0.43	0.50	0.7
29	E-29	0.43	0.25	0.6
30	E-30	0.50	0.33	0.7
31	E-31	0.43	0.00	0.4
32	E-32	0.57	0.00	0.6
RATA-RATA		0.51	0.53	0.7
KRITERIA		Sedang	Sedang	Sedang

Kelas Kontrol

NO	KODE	UJI *N-GAIN*		
		<g> Pertemuan 1-2	<g> Pertemuan 2-3	<g> Pertemuan 1-3
1	K-01	0.56	0.0	0.56
2	K-02	0.00	-0.1	-0.11
3	K-03	-0.13	0.0	-0.13
4	K-04	-0.13	0.0	-0.13
5	K-05	-0.11	0.1	0.00
6	K-06	-0.25	0.0	-0.25
7	K-07	-0.11	0.0	-0.11
8	K-08	0.09	0.0	0.09
9	K-09	0.63	-0.3	0.50
10	K-10	-0.25	0.1	-0.13
11	K-11	-0.11	-0.2	-0.33
12	K-12	-0.11	0.0	-0.11
13	K-13	-0.38	-0.1	-0.50
14	K-14	-0.10	0.0	-0.10
15	K-15	0.00	0.0	0.00
16	K-16	0.00	0.0	0.00
17	K-17	0.00	0.0	0.00
18	K-18	-0.33	0.0	-0.33
19	K-19	-0.10	0.0	-0.10
20	K-20	-0.11	0.0	-0.11
21	K-21	-0.11	0.0	-0.11
22	K-22	-0.11	0.0	-0.11
23	K-23	-0.10	0.0	-0.10
24	K-24	0.00	0.0	0.00
25	K-25	-0.11	0.0	-0.11
26	K-26	-0.22	0.0	-0.22
27	K-27	0.00	0.0	0.00
28	K-28	0.00	0.0	0.00
29	K-29	0.00	0.0	0.00
30	K-30	-0.25	0.0	-0.25
31	K-31	-0.22	0.0	-0.22
32	K-32	0.33	-0.3	0.11
RATA-RATA		-0.05	-0.03	-0.07
KRITERIA		Turun	Turun	Turun

REKAPITULASI LEMBAR OBSERVASI TIAP INDIKATOR

KETERAMPILAN KOMUNIKASI LISAN

Kelas Eksperimen

NO	KODE	Pertemuan 1						Pertemuan 2						Pertemuan 3					
		I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)
1	E-01	4	80	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60	5	100	4	80	4	80
2	E-02	3	60	3	60	2	40	3	60	4	80	2	40	4	80	4	80	4	80
3	E-03	4	80	3	60	1	20	4	80	5	100	2	40	5	100	5	100	4	80
4	E-04	4	80	4	80	2	40	5	100	4	80	3	60	5	100	4	80	4	80
5	E-05	3	60	3	60	3	60	4	80	5	100	3	60	5	100	5	100	4	80
6	E-06	3	60	3	60	2	40	4	80	3	60	2	40	4	80	4	80	4	80
7	E-07	4	80	3	60	2	40	4	80	4	80	4	80	5	100	5	100	4	80
8	E-08	3	60	3	60	2	40	5	100	4	80	3	60	5	100	5	100	4	80
9	E-09	3	60	3	60	2	40	4	80	5	100	4	80	5	100	5	100	5	100
10	E-10	4	80	3	60	2	40	5	100	5	100	3	60	5	100	5	100	4	80
11	E-11	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60	4	80	4	80	4	80
12	E-12	4	80	3	60	2	40	5	100	4	80	3	60	5	100	5	100	4	80
13	E-13	3	60	3	60	2	40	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60
14	E-14	4	80	4	80	3	60	5	100	5	100	4	80	5	100	5	100	5	100

15	E-15	3	60	3	60	2	40	4	80	5	100	4	80	5	100	5	100	5	100
16	E-16	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60	4	80	4	80	4	80
17	E-17	4	80	4	80	2	40	5	100	4	80	4	80	5	100	5	100	4	80
18	E-18	4	80	4	80	3	60	5	100	5	100	5	100	5	100	5	100	5	100
19	E-19	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	3	60	3	60	2	40
20	E-20	3	60	3	60	2	40	5	100	5	100	4	80	5	100	5	100	5	100
21	E-21	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	4	80	4	80	5	100	4	80
22	E-22	4	80	3	60	2	40	5	100	4	80	5	100	5	100	5	100	5	100
23	E-23	3	60	3	60	3	60	5	100	5	100	4	80	5	100	5	100	5	100
24	E-24	3	60	3	60	2	40	4	80	3	60	3	60	4	80	4	80	4	80
25	E-25	4	80	3	60	2	40	5	100	5	100	4	80	5	100	5	100	5	100
26	E-26	4	80	4	80	2	40	4	80	4	80	4	80	5	100	4	80	4	80
27	E-27	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60	4	80	4	80	4	80
28	E-28	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60	5	100	4	80	4	80
29	E-29	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60	5	100	3	60	4	80
30	E-30	4	80	3	60	2	40	5	100	4	80	3	60	5	100	4	80	4	80
31	E-31	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	3	60	4	80	4	80	3	60
32	E-32	3	60	3	60	2	40	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80
RATA-RATA		68		63		41		85		83		66		93		89		83	
KRITERIA		Sedang		Sedang		Rendah		Sangat Tinggi		Tinggi		Sedang		Sangat Tinggi		Sangat Tinggi		Tinggi	

Kelas Kontrol

NO	KODE	Pertemuan 1						Pertemuan 2						Pertemuan 3					
		I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)
1	K-01	3	60	2	40	1	20	4	80	4	80	3	60	4	80	4	80	3	60
2	K-02	3	60	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	2	40
3	K-03	3	60	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40
4	K-04	4	80	2	40	1	20	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40
5	K-05	3	60	2	40	1	20	3	60	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20
6	K-06	3	60	2	40	2	40	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20
7	K-07	3	60	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20
8	K-08	2	40	1	20	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20
9	K-09	4	80	2	40	1	20	4	80	4	80	3	60	5	100	4	80	3	60
10	K-10	3	60	3	60	1	20	2	40	3	60	1	20	2	40	2	40	1	20
11	K-11	3	60	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	2	40	2	40
12	K-12	3	60	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20
13	K-13	3	60	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	2	40	1	20
14	K-14	2	40	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20
15	K-15	4	80	2	40	1	20	3	60	2	40	2	40	3	60	2	40	2	40
16	K-16	2	40	1	20	2	40	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20
17	K-17	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20	1	20
18	K-18	3	60	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
19	K-19	2	40	2	40	1	20	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20	1	20
20	K-20	3	60	2	40	1	20	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40
21	K-21	3	60	2	40	1	20	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40
22	K-22	3	60	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20

23	K-23	3	60	1	20	1	20	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20	1	20
24	K-24	3	60	2	40	1	20	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40
25	K-25	3	60	2	40	1	20	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40
26	K-26	2	40	3	60	1	20	1	20	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20
27	K-27	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20
28	K-28	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40	1	20
29	K-29	3	60	2	40	1	20	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40
30	K-30	3	60	3	60	1	20	1	20	2	40	2	40	1	20	2	40	2	40
31	K-31	3	60	2	40	1	20	2	40	1	20	1	20	2	40	1	20	1	20
32	K-32	3	60	2	40	1	20	3	60	2	40	2	40	4	80	3	60	2	40
RATA-RATA		57		39		23		41		37		29		41		38		30	
KRITERIA		Sedang		Rendah		Sangat Rendah		Rendah		Rendah		Sangat Rendah		Rendah		Rendah		Sangat Rendah	

UJI *N-GAIN* TIAP INDIKATOR KETERAMPILAN KOMUNIKASI LISAN

Kelas Eksperimen

NO	KODE	Indikator 1			Indikator 2			Indikator 3		
		<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	E-01	0.00	1.00	1.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.67
2	E-02	0.00	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	-0.50	0.67	0.67
3	E-03	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	-0.50	0.67	0.75
4	E-04	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.50	0.67
5	E-05	0.50	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.50	0.50
6	E-06	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	-0.50	0.67	0.67
7	E-07	0.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.50	0.00	0.67
8	E-08	1.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00	0.50	0.67
9	E-09	0.50	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00
10	E-10	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.50	0.67
11	E-11	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.67
12	E-12	1.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00	0.50	0.67
13	E-13	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	-0.50	0.33	0.33
14	E-14	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00
15	E-15	0.50	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00
16	E-16	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.67
17	E-17	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.67
18	E-18	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00
19	E-19	0.00	0.33	0.33	0.00	0.33	0.33	-0.33	0.25	0.25
20	E-20	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00

21	E-21	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	0.50	0.00	0.67
22	E-22	1.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
23	E-23	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00
24	E-24	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.67
25	E-25	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00
26	E-26	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67
27	E-27	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.67
28	E-28	0.50	1.00	1.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.67
29	E-29	0.50	1.00	1.00	0.50	-1.00	0.00	0.00	0.50	0.67
30	E-30	1.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.67
31	E-31	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.33
32	E-32	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.67
RATA-RATA		0.58	0.32	0.82	0.55	0.21	0.70	0.08	0.47	0.71
KRITERIA		Sedang	Sedang	Tinggi	Sedang	Rendah	Sedang	Rendah	Sedang	Tinggi

Kelas Kontrol

NO	KODE	Indikator 1			Indikator 2			Indikator 3		
		<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	K-01	0.50	0.00	0.50	0.67	0.00	0.67	0.50	0.00	0.50
2	K-02	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25
3	K-03	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	K-04	-2.00	0.00	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25
5	K-05	0.00	-0.50	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	K-06	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	-0.33	0.00	-0.33
7	K-07	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	K-08	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00

9	K-09	0.00	1.00	1.00	0.67	0.00	0.67	0.50	0.00	0.50
10	K-10	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.50	-0.50	0.00	0.00	0.00
11	K-11	-1.00	0.00	-1.00	-0.33	0.25	0.00	0.00	0.25	0.25
12	K-12	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	K-13	-1.00	0.00	-1.00	-0.33	0.25	0.00	-0.33	0.00	-0.33
14	K-14	-0.33	0.00	-0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	K-15	-1.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25
16	K-16	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	-0.33	0.00	-0.33
17	K-17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	K-18	-1.00	0.00	-1.00	-0.33	0.00	-0.33	0.00	0.00	0.00
19	K-19	0.00	0.00	0.00	-0.33	0.00	-0.33	0.00	0.00	0.00
20	K-20	-0.50	0.00	-0.50	-0.33	0.00	-0.33	0.25	0.00	0.25
21	K-21	-0.50	0.00	-0.50	-0.33	0.00	-0.33	0.25	0.00	0.25
22	K-22	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	K-23	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	K-24	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25
25	K-25	-0.50	0.00	-0.50	-0.33	0.00	-0.33	0.25	0.00	0.25
26	K-26	-0.33	0.00	-0.33	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00
27	K-27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	K-28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	K-29	-0.50	0.00	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25
30	K-30	-1.00	0.00	-1.00	-0.50	0.00	-0.50	0.25	0.00	0.25
31	K-31	-0.50	0.00	-0.50	-0.33	0.00	-0.33	0.00	0.00	0.00
32	K-32	0.00	0.50	0.50	0.00	0.33	0.33	0.25	0.00	0.25
RATA-RATA		-0.44	0.03	-0.41	-0.06	0.01	-0.04	0.07	0.02	0.09
KRITERIA		Turun	Rendah	Turun	Turun	Rendah	Turun	Rendah	Rendah	Rendah

REKAPITULASI LEMBAR OBSERVASI KETERAMPILAN KOLABORASI

Kelas Eksperimen

NO	KODE	PERTEMUAN 1						PERTEMUAN 2						PERTEMUAN 3					
		I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET
1	E-01	2	2	2	6	40	Rdh	5	4	5	14	93	Sgt Tg	5	4	5	14	93	Sgt Tg
2	E-02	3	3	3	9	60	Sdg	4	5	3	12	80	Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
3	E-03	4	3	5	12	80	Tg	4	5	5	14	93	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
4	E-04	2	3	3	8	53	Sdg	4	5	4	13	87	Tg	4	5	5	14	93	Sgt Tg
5	E-05	3	3	3	9	60	Sdg	4	4	5	13	87	Tg	4	5	5	14	93	Sgt Tg
6	E-06	2	3	3	8	53	Sdg	3	4	3	10	67	Sdg	4	4	3	11	73	Tg
7	E-07	3	4	4	11	73	Tg	4	4	5	13	87	Sdg	5	4	5	14	93	Sgt Tg
8	E-08	3	3	3	9	60	Sdg	4	3	4	11	73	Tg	4	4	4	12	80	Tg
9	E-09	2	2	3	7	47	Rdh	4	4	4	12	80	Tg	5	5	4	14	93	Sgt Tg
10	E-10	4	3	3	10	67	Sdg	4	5	4	13	87	Sgt Tg	4	5	4	13	87	Sgt Tg
11	E-11	3	3	3	9	60	Sdg	4	4	4	12	80	Tg	5	4	4	13	87	Sgt Tg
12	E-12	4	3	3	10	67	Sdg	4	5	4	13	87	Sgt Tg	4	5	3	12	80	Tg

13	E-13	2	2	2	6	40	Rdh	3	3	3	9	60	Sdg	4	4	3	11	73	Tg
14	E-14	3	3	4	10	67	Sdg	4	5	4	13	87	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
15	E-15	3	3	3	9	60	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	5	4	4	13	87	Sgt Tg
16	E-16	3	3	3	9	60	Sdg	3	4	4	11	73	Tg	4	4	4	12	80	Tg
17	E-17	2	3	3	8	53	Sdg	4	5	4	13	87	Sgt Tg	4	5	4	13	87	Sgt Tg
18	E-18	4	4	4	12	80	Tg	4	5	5	14	93	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
19	E-19	1	1	1	3	20	Sgt Rdh	3	3	3	9	60	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg
20	E-20	3	3	4	10	67	Sdg	4	4	5	13	87	Sgt Tg	4	4	5	13	87	Sgt Tg
21	E-21	4	3	3	10	67	Sdg	4	4	3	11	73	Tg	4	5	4	13	87	Sgt Tg
22	E-22	4	4	4	12	80	Tg	4	5	5	14	93	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
23	E-23	3	3	3	9	60	Sdg	4	4	4	12	80	Tg	4	4	4	12	80	Tg
24	E-24	4	4	3	11	73	Tg	4	4	3	11	73	Tg	4	4	4	12	80	Tg
25	E-25	3	3	3	9	60	Sdg	4	5	5	14	93	Sgt Tg	5	5	5	15	100	Sgt Tg
26	E-26	3	3	3	9	60	Sdg	3	4	3	10	67	Sdg	4	4	4	12	80	Tg
27	E-27	2	3	2	7	47	Rdh	3	4	4	11	73	Tg	4	4	3	11	73	Tg
28	E-28	3	4	3	10	67	Sdg	5	4	3	12	80	Tg	5	4	4	13	87	Sgt Tg
29	E-29	3	4	3	10	67	Sdg	5	4	4	13	87	Sgt Tg	5	4	4	13	87	Sgt Tg

30	E-30	2	3	2	7	47	Rdh	4	5	5	14	93	Sgt Tg	4	5	5	14	93	Sgt Tg
31	E-31	2	2	2	6	40	Rdh	3	4	4	11	73	Tg	3	3	4	10	67	Sdg
32	E-32	2	2	3	7	47	Rdh	4	5	4	13	87	Sgt Tg	4	4	3	11	73	Tg
RATA-RATA						59	Sdg					81	Tg					86	Sgt Tg

Kelas Kontrol

NO	KODE	PERTEMUAN 1						PERTEMUAN 2						PERTEMUAN 3					
		I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET	I-1	I-2	I-3	SKOR	N (%)	KET
1	K-01	4	4	4	12	80	Rdh	2	2	2	6	40	Rdh	2	2	2	6	40	Rdh
2	K-02	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	2	2	2	6	40	Rdh
3	K-03	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
4	K-04	2	2	3	7	47	Rdh	1	2	1	4	27	Sdg	3	3	3	9	60	Sdg
5	K-05	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
6	K-06	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
7	K-07	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
8	K-08	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
9	K-09	4	4	4	12	80	Sdg	2	2	2	6	40	Sdg	2	2	2	6	40	Sdg
10	K-10	4	3	2	9	60	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
11	K-11	4	3	4	11	73	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
12	K-12	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
13	K-13	3	3	2	8	53	Sdg	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
14	K-14	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh

15	K-15	3	3	3	9	60	Sdg	2	2	2	6	40	Sdg	2	2	2	6	40	Sdg
16	K-16	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
17	K-17	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
18	K-18	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
19	K-19	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
20	K-20	3	2	2	7	47	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
21	K-21	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
22	K-22	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
23	K-23	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
24	K-24	4	3	4	11	73	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
25	K-25	2	3	2	7	47	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
26	K-26	3	2	2	7	47	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
27	K-27	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
28	K-28	2	2	2	6	40	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
29	K-29	4	3	4	11	73	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
30	K-30	4	3	3	10	67	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
31	K-31	3	2	2	7	47	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
32	K-32	4	3	4	11	73	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh	1	1	1	3	20	Rdh
RATA-RATA						50	Sdg					22	Sgt Rdh					24	Sgt Rdh

Lampiran 47

UJI *N-GAIN* KETERAMPILAN KOLABORASI

Kelas Eksperimen

NO	KODE	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	E-01	0.89	0.00	0.89
2	E-02	0.50	0.67	0.83
3	E-03	0.67	1.00	1.00
4	E-04	0.71	0.50	0.86
5	E-05	0.67	0.50	0.83
6	E-06	0.29	0.20	0.43
7	E-07	0.50	0.50	0.75
8	E-08	0.33	0.25	0.50
9	E-09	0.63	0.67	0.88
10	E-10	0.60	0.00	0.60
11	E-11	0.50	0.33	0.67
12	E-12	0.60	-0.50	0.40
13	E-13	0.33	0.33	0.56
14	E-14	0.60	1.00	1.00
15	E-15	0.33	0.50	0.67
16	E-16	0.33	0.25	0.50
17	E-17	0.71	0.00	0.71
18	E-18	0.67	1.00	1.00
19	E-19	0.50	0.00	0.50
20	E-20	0.60	0.00	0.60
21	E-21	0.20	0.50	0.60
22	E-22	0.67	1.00	1.00
23	E-23	0.50	0.00	0.50
24	E-24	0.00	0.25	0.25
25	E-25	0.83	1.00	1.00
26	E-26	0.17	0.40	0.50
27	E-27	0.50	0.00	0.50
28	E-28	0.40	0.33	0.60
29	E-29	0.60	0.00	0.60
30	E-30	0.88	0.00	0.88
31	E-31	0.56	-0.25	0.44
32	E-32	0.75	-1.00	0.50
RATA-RATA		0.53	0.26	0.65
KRITERIA		Sedang	Rendah	Sedang

Kelas Kontrol

NO	KODE	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	K-01	-2.00	0.00	-2.00
2	K-02	-0.33	0.25	0.00
3	K-03	-0.33	0.00	-0.33
4	K-04	-0.38	0.45	0.25
5	K-05	-0.33	0.00	-0.33
6	K-06	-0.33	0.00	-0.33
7	K-07	-0.33	0.00	-0.33
8	K-08	-0.33	0.00	-0.33
9	K-09	-2.00	0.00	-2.00
10	K-10	-1.00	0.00	-1.00
11	K-11	-2.00	0.00	-2.00
12	K-12	-0.33	0.00	-0.33
13	K-13	-0.71	0.00	-0.71
14	K-14	-0.33	0.00	-0.33
15	K-15	-0.50	0.00	-0.50
16	K-16	-0.33	0.00	-0.33
17	K-17	-0.33	0.00	-0.33
18	K-18	-0.33	0.00	-0.33
19	K-19	-0.33	0.00	-0.33
20	K-20	-0.50	0.00	-0.50
21	K-21	-0.33	0.00	-0.33
22	K-22	-0.33	0.00	-0.33
23	K-23	-0.33	0.00	-0.33
24	K-24	-2.00	0.00	-2.00
25	K-25	-0.50	0.00	-0.50
26	K-26	-0.50	0.00	-0.50
27	K-27	-0.33	0.00	-0.33
28	K-28	-0.33	0.00	-0.33
29	K-29	-2.00	0.00	-2.00
30	K-30	-1.40	0.00	-1.40
31	K-31	-0.50	0.00	-0.50
32	K-32	-2.00	0.00	-2.00
RATA-RATA		-0.56	0.02	-0.53
KRITERIA		Turun	Rendah	Turun

REKAPITULASI LEMBAR OBSERVASI TIAP INDIKATOR

KETERAMPILAN KOLABORASI

Kelas Eksperimen

NO	KODE	Pertemuan 1						Pertemuan 2						Pertemuan 3					
		I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)
1	E-01	2	40	2	40	2	40	5	100	4	80	5	100	5	100	4	80	5	100
2	E-02	3	60	3	60	3	60	4	80	5	100	3	60	5	100	5	100	4	80
3	E-03	4	80	3	60	5	100	4	80	5	100	5	100	5	100	5	100	5	100
4	E-04	2	40	3	60	3	60	4	80	5	100	4	80	4	80	5	100	5	100
5	E-05	3	60	3	60	3	60	4	80	4	80	5	100	4	80	5	100	5	100
6	E-06	2	40	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	4	80	4	80	3	60
7	E-07	3	60	4	80	4	80	4	80	4	80	5	100	5	100	4	80	5	100
8	E-08	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	4	80	4	80	4	80	4	80
9	E-09	2	40	2	40	3	60	4	80	4	80	4	80	5	100	5	100	4	80
10	E-10	4	80	3	60	3	60	4	80	5	100	4	80	4	80	5	100	4	80
11	E-11	3	60	3	60	3	60	4	80	4	80	4	80	5	100	4	80	4	80
12	E-12	4	80	3	60	3	60	4	80	5	100	4	80	4	80	5	100	3	60
13	E-13	2	40	2	40	2	40	3	60	3	60	3	60	4	80	4	80	3	60
14	E-14	3	60	3	60	4	80	4	80	5	100	4	80	5	100	5	100	5	100

15	E-15	3	60	3	60	3	60	4	80	4	80	3	60	5	100	4	80	4	80
16	E-16	3	60	3	60	3	60	3	60	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80
17	E-17	2	40	3	60	3	60	4	80	5	100	4	80	4	80	5	100	4	80
18	E-18	4	80	4	80	4	80	4	80	5	100	5	100	5	100	5	100	5	100
19	E-19	1	20	1	20	1	20	3	60	3	60	3	60	3	60	3	60	3	60
20	E-20	3	60	3	60	4	80	4	80	4	80	5	100	4	80	4	80	5	100
21	E-21	4	80	3	60	3	60	4	80	4	80	3	60	4	80	5	100	4	80
22	E-22	4	80	4	80	4	80	4	80	5	100	5	100	5	100	5	100	5	100
23	E-23	3	60	3	60	3	60	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80
24	E-24	4	80	4	80	3	60	4	80	4	80	3	60	4	80	4	80	4	80
25	E-25	3	60	3	60	3	60	4	80	5	100	5	100	5	100	5	100	5	100
26	E-26	3	60	3	60	3	60	3	60	4	80	3	60	4	80	4	80	4	80
27	E-27	2	40	3	60	2	40	3	60	4	80	4	80	4	80	4	80	3	60
28	E-28	3	60	4	80	3	60	5	100	4	80	3	60	5	100	4	80	4	80
29	E-29	3	60	4	80	3	60	5	100	4	80	4	80	5	100	4	80	4	80
30	E-30	2	40	3	60	2	40	4	80	5	100	5	100	4	80	5	100	5	100
31	E-31	2	40	2	40	2	40	3	60	4	80	4	80	3	60	3	60	4	80
32	E-32	2	40	2	40	3	60	4	80	5	100	4	80	4	80	4	80	3	60
RATA-RATA		57		59		60		78		86		80		87		88		83	
KRITERIA		Sedang		Sedang		Sedang		Tinggi		Sgt Tinggi		Tinggi		Sgt Tinggi		Sgt Tinggi		Tinggi	

Kelas Kontrol

NO	KODE	Pertemuan 1						Pertemuan 2						Pertemuan 3					
		I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)	I-1	N (%)	1-2	N (%)	1-3	N (%)
1	K-01	4	80	4	80	4	80	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40
2	K-02	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	2	40	2	40	2	40
3	K-03	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
4	K-04	2	40	2	40	3	60	1	20	2	40	1	20	3	60	3	60	3	60
5	K-05	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
6	K-06	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
7	K-07	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
8	K-08	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
9	K-09	4	80	4	80	4	80	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40
10	K-10	4	80	3	60	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
11	K-11	4	80	3	60	4	80	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
12	K-12	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
13	K-13	3	60	3	60	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
14	K-14	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
15	K-15	3	60	3	60	3	60	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40
16	K-16	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
17	K-17	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
18	K-18	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
19	K-19	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
20	K-20	3	60	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
21	K-21	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
22	K-22	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20

23	K-23	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
24	K-24	4	80	3	60	4	80	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
25	K-25	2	40	3	60	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
26	K-26	3	60	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
27	K-27	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
28	K-28	2	40	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
29	K-29	4	80	3	60	4	80	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
30	K-30	4	80	3	60	3	60	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
31	K-31	3	60	2	40	2	40	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
32	K-32	4	80	3	60	4	80	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
RATA-RATA		53		48		49		22		23		22		24		24		24	
KRITERIA		Sedang		Rendah		Rendah		Sgt Rendah		Sgt Rendah		Sgt Rendah		Sgt Rendah		Sgt Rendah		Sgt Rendah	

UJI *N-GAIN* TIAP INDIKATOR KETERAMPILAN KOLABORASI

Kelas Eksperimen

NO	KODE	Indikator 1			Indikator 2			Indikator 3		
		<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	E-01	1.00	0.00	1.00	0.67	0.00	0.67	1.00	0.00	1.00
2	E-02	0.50	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.50	0.50
3	E-03	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
4	E-04	0.67	0.00	0.67	1.00	0.00	1.00	0.50	1.00	1.00
5	E-05	0.50	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
6	E-06	0.33	0.50	0.67	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
7	E-07	0.50	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
8	E-08	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50
9	E-09	0.67	1.00	1.00	0.67	1.00	1.00	0.50	0.00	0.50
10	E-10	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.50
11	E-11	0.50	1.00	1.00	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50
12	E-12	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.50	-1.00	0.00
13	E-13	0.33	0.50	0.67	0.33	0.50	0.67	0.33	0.00	0.33
14	E-14	0.50	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00
15	E-15	0.50	1.00	1.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50
16	E-16	0.00	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50
17	E-17	0.67	0.00	0.67	1.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.50
18	E-18	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00
19	E-19	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50
20	E-20	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	1.00	0.00	1.00

21	E-21	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50
22	E-22	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
23	E-23	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50
24	E-24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50
25	E-25	0.50	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00
26	E-26	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.50
27	E-27	0.33	0.50	0.67	0.50	0.00	0.50	0.67	-1.00	0.33
28	E-28	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50
29	E-29	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50
30	E-30	0.67	0.00	0.67	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00
31	E-31	0.33	0.00	0.33	0.67	-1.00	0.33	0.67	0.00	0.67
32	E-32	0.67	0.00	0.67	1.00	0.00	0.67	0.50	-1.00	0.00
RATA-RATA		0.41	0.38	0.67	0.62	0.09	0.67	0.46	0.06	0.59
KRITERIA		Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah	Sedang

Kelas Kontrol

NO	KODE	Indikator 1			Indikator 2			Indikator 3		
		<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3	<g> P 1-2	<g> P 2-3	<g> P 1-3
1	K-01	-2.00	0.00	-2.00	-2.00	0.00	-2.00	-2.00	0.00	-2.00
2	K-02	-0.33	0.25	0.00	-0.33	0.25	0.00	-0.33	0.25	0.00
3	K-03	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
4	K-04	-0.33	0.50	0.33	0.00	0.33	0.33	-1.00	0.33	0.00
5	K-05	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
6	K-06	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
7	K-07	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
8	K-08	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33

9	K-09	-2.00	0.00	-2.00	-2.00	0.00	-2.00	-2.00	0.00	-2.00
10	K-10	-3.00	0.00	-3.00	-1.00	0.00	-1.00	-0.33	0.00	-0.33
11	K-11	-3.00	0.00	-3.00	-1.00	0.00	-1.00	-3.00	0.00	-3.00
12	K-12	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
13	K-13	-1.00	0.00	-1.00	-1.00	0.00	-1.00	-0.33	0.00	-0.33
14	K-14	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
15	K-15	-0.50	0.00	-0.50	-0.50	0.00	-0.50	-0.50	0.00	-0.50
16	K-16	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
17	K-17	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
18	K-18	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
19	K-19	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
20	K-20	-1.00	0.00	-1.00	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
21	K-21	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
22	K-22	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
23	K-23	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
24	K-24	-3.00	0.00	-3.00	-1.00	0.00	-1.00	-3.00	0.00	-3.00
25	K-25	-0.33	0.00	-0.33	-1.00	0.00	-1.00	-0.33	0.00	-0.33
26	K-26	-1.00	0.00	-1.00	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
27	K-27	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
28	K-28	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
29	K-29	-3.00	0.00	-3.00	-1.00	0.00	-1.00	-3.00	0.00	-3.00
30	K-30	-3.00	0.00	-3.00	-1.00	0.00	-1.00	-1.00	0.00	-1.00
31	K-31	-1.00	0.00	-1.00	-0.33	0.00	-0.33	-0.33	0.00	-0.33
32	K-32	-3.00	0.00	-3.00	-1.00	0.00	-1.00	-3.00	0.00	-3.00
RATA-RATA		-1.03	0.02	-0.99	-0.60	0.02	-0.58	-0.82	0.02	-0.78
KRITERIA		Turun	Rendah	Turun	Turun	Rendah	Turun	Turun	Rendah	Turun

Lampiran 50

UJI *N-GAIN* KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF KELAS EKSPERIMEN

NO	KODE	KREATIF			
		Pretest	Posttest	<g>	Kriteria
1	E-01	40	50	0.17	Rendah
2	E-02	30	70	0.57	Sedang
3	E-03	35	80	0.69	Sedang
4	E-04	25	60	0.47	Sedang
5	E-05	35	60	0.38	Sedang
6	E-06	45	65	0.36	Sedang
7	E-07	30	55	0.36	Sedang
8	E-08	40	75	0.58	Sedang
9	E-09	30	70	0.57	Sedang
10	E-10	40	90	0.83	Tinggi
11	E-11	20	55	0.44	Sedang
12	E-12	35	50	0.23	Rendah
13	E-13	30	55	0.36	Sedang
14	E-14	45	60	0.27	Rendah
15	E-15	50	60	0.20	Rendah
16	E-16	40	55	0.25	Rendah
17	E-17	35	50	0.23	Rendah
18	E-18	30	60	0.43	Sedang
19	E-19	35	60	0.38	Sedang
20	E-20	40	55	0.25	Rendah
21	E-21	25	50	0.33	Sedang
22	E-22	25	50	0.33	Sedang
23	E-23	45	75	0.55	Sedang
24	E-24	25	65	0.53	Sedang
25	E-25	35	65	0.46	Sedang
26	E-26	30	70	0.57	Sedang
27	E-27	50	65	0.30	Sedang
28	E-28	35	45	0.15	Rendah
29	E-29	25	75	0.67	Sedang
30	E-30	20	50	0.38	Sedang
31	E-31	35	65	0.46	Sedang
32	E-32	20	55	0.44	Sedang
Rata-rata		33.75	61.41	0.41	Sedang

KELAS KONTROL

NO	KODE	KREATIF			
		Pretest	Posttest	<g>	Kriteria
1	K-01	35	55	0.31	Sedang
2	K-02	45	60	0.27	Rendah
3	K-03	25	40	0.20	Rendah
4	K-04	25	45	0.27	Rendah
5	K-05	20	25	0.06	Rendah
6	K-06	30	40	0.14	Rendah
7	K-07	30	45	0.21	Rendah
8	K-08	20	40	0.25	Rendah
9	K-09	35	45	0.15	Rendah
10	K-10	30	30	0.07	Rendah
11	K-11	35	50	0.23	Rendah
12	K-12	40	40	0.00	Tetap
13	K-13	40	45	0.08	Rendah
14	K-14	35	40	0.08	Rendah
15	K-15	45	55	0.18	Rendah
16	K-16	25	35	0.13	Rendah
17	K-17	30	40	0.14	Rendah
18	K-18	30	50	0.29	Rendah
19	K-19	25	55	0.40	Sedang
20	K-20	35	60	0.38	Sedang
21	K-21	35	45	0.15	Rendah
22	K-22	40	50	0.17	Rendah
23	K-23	30	35	0.07	Rendah
24	K-24	40	50	0.17	Rendah
25	K-25	30	55	0.36	Sedang
26	K-26	35	50	0.23	Rendah
27	K-27	30	35	0.07	Rendah
28	K-28	35	65	0.46	Sedang
29	K-29	40	65	0.42	Sedang
30	K-30	45	55	0.18	Rendah
31	K-31	45	50	0.09	Rendah
32	K-32	35	50	0.23	Rendah
Rata-rata		33.59	46.88	0.20	Rendah

UJI N-GAIN TIAP INDIKATOR KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF

Kelas Eksperimen

NO	KODE	KREATIF													
		Indikator 1						Indikator 2						Indikator3	
		SOAL1		SOAL4		Pretest mean	Posttest mean	SOAL2		SOAL5		Pretest mean	Posttest mean	SOAL3	
1	E-01	75	50	0	50	38	50	50	50	0	75	25	63	75	25
2	E-02	75	50	0	75	38	63	50	100	0	50	25	75	25	75
3	E-03	75	75	25	100	50	88	50	50	0	75	25	63	25	100
4	E-04	25	50	25	75	25	63	25	50	0	50	13	50	50	75
5	E-05	25	50	50	50	38	50	75	100	25	25	50	63	0	75
6	E-06	50	100	50	50	50	75	25	50	50	75	38	63	50	50
7	E-07	75	50	0	50	38	50	75	50	0	75	38	63	0	50
8	E-08	50	50	25	100	38	75	50	50	25	75	38	63	50	100
9	E-09	50	75	50	75	50	75	0	100	25	50	13	75	25	50
10	E-10	75	75	0	100	38	88	50	75	0	100	25	88	75	100
11	E-11	50	50	50	50	50	50	0	50	0	50	0	50	0	75
12	E-12	50	50	0	100	25	75	50	50	25	50	38	50	50	0
13	E-13	50	50	25	50	38	50	25	50	25	50	25	50	25	75
14	E-14	50	50	50	50	50	50	75	100	0	25	38	63	50	75

15	E-15	75	75	50	50	63	63	75	100	25	25	50	63	25	50
16	E-16	50	50	50	50	50	50	75	100	25	25	50	63	0	50
17	E-17	50	50	25	25	38	38	25	100	25	25	25	63	50	50
18	E-18	75	75	25	50	50	63	25	50	0	50	13	50	25	75
19	E-19	0	50	50	100	25	75	50	50	25	50	38	50	75	50
20	E-20	50	50	25	50	38	50	50	50	25	75	38	63	50	50
21	E-21	25	50	0	50	13	50	50	50	0	50	25	50	50	50
22	E-22	25	75	0	50	13	63	50	50	0	50	25	50	50	25
23	E-23	50	50	50	75	50	63	75	75	0	100	38	88	50	75
24	E-24	75	50	0	100	38	75	50	50	0	75	25	63	0	50
25	E-25	50	50	25	50	38	50	25	75	25	50	25	63	50	100
26	E-26	50	75	0	50	25	63	50	100	0	50	25	75	50	75
27	E-27	50	50	50	50	50	50	100	100	25	50	63	75	25	75
28	E-28	75	50	0	50	38	50	50	50	25	25	38	38	25	50
29	E-29	50	50	25	100	38	75	50	50	0	75	25	63	0	100
30	E-30	25	50	0	50	13	50	50	50	0	50	25	50	25	50
31	E-31	50	75	50	75	50	75	0	50	25	50	13	50	50	75
32	E-32	25	50	0	75	13	63	50	50	0	50	25	50	25	50
Rata-rata		50.78	57.81	24.22	64.84	37.50	61.33	46.88	66.41	12.50	54.69	29.69	60.55	35.16	63.28
<g>		0.14		0.54		0.38		0.37		0.48		0.44		0.43	
Keterangan		Rendah		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang		Sedang	

Kelas Kontrol

NO	KODE	KREATIF													
		Indikator 1						Indikator 2						Indikator3	
		SOAL1		SOAL4		Pretest mean	Posttest mean	SOAL2		SOAL5		Pretest mean	Posttest mean	SOAL3	
1	E-01	50	100	25	50	38	75	50	50	0	25	25	38	50	50
2	E-02	75	100	25	50	50	75	50	50	0	50	25	50	75	50
3	E-03	50	50	25	50	38	50	25	25	25	50	25	38	0	25
4	E-04	50	25	0	50	25	38	25	50	25	25	25	38	25	75
5	E-05	25	25	25	25	25	25	0	25	25	25	13	25	25	25
6	E-06	50	75	25	25	38	50	0	25	25	25	13	25	50	50
7	E-07	25	50	50	50	38	50	50	50	25	50	38	50	0	25
8	E-08	25	25	25	25	25	25	25	50	25	50	25	50	0	50
9	E-09	50	50	25	0	38	25	50	50	0	75	25	63	50	50
10	E-10	25	50	25	0	25	25	50	25	0	25	25	25	50	50
11	E-11	50	50	25	50	38	50	50	75	25	0	38	38	25	75
12	E-12	50	50	50	50	50	50	25	25	25	25	25	25	50	50
13	E-13	50	75	25	25	38	50	50	50	50	25	50	38	25	50

14	E-14	50	25	50	50	50	38	25	25	25	25	25	25	25	75
15	E-15	75	50	25	50	50	50	25	50	50	25	38	38	50	100
16	E-16	50	50	0	0	25	25	25	25	0	25	13	25	50	75
17	E-17	50	50	25	25	38	38	50	25	0	25	25	25	25	75
18	E-18	75	50	25	50	50	50	0	50	50	25	25	38	0	75
19	E-19	50	50	25	50	38	50	25	50	25	25	25	38	0	100
20	E-20	50	75	0	75	25	75	75	50	0	25	38	38	50	75
21	E-21	75	50	0	50	38	50	50	25	0	25	25	25	50	75
22	E-22	50	50	50	75	50	63	50	75	0	0	25	38	50	50
23	E-23	50	25	25	25	38	25	50	50	0	50	25	50	25	25
24	E-24	75	50	25	50	50	50	75	75	0	0	38	38	25	75
25	E-25	25	75	50	50	38	63	0	75	50	25	25	50	25	50
26	E-26	50	50	50	50	50	50	25	50	0	25	13	38	50	75
27	E-27	50	50	0	50	25	50	50	25	25	25	38	25	25	25
28	E-28	50	75	25	25	38	50	50	75	25	100	38	88	25	50
29	E-29	50	75	25	50	38	63	75	75	0	50	38	63	50	75
30	E-30	75	75	25	75	50	75	75	50	0	50	38	50	50	25

31	E-31	50	100	25	50	38	75	50	50	25	25	38	38	75	25
32	E-32	75	75	0	50	38	63	50	50	25	0	38	25	25	75
Rata-rata		51.56	57.03	25.00	42.19	38.28	49.61	39.84	46.88	17.19	31.25	28.52	39.06	34.38	57.03
<g>		0.11		0.23		0.18		0.12		0.17		0.15		0.35	
Keterangan		Rendah		Rendah		Rendah		Rendah		Rrendah		Rendah		Sedang	

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator 1 : Memberikan alasan efektif

Indikator 2 : Menganalisis

Indikator 3 : Mengidentifikasi besaran tertentu

Indikator 4 : Menyimpulkan

REKAPITULASI ANGKET RESPONS PESERTA DIDIK

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Kriteria penilaian angket respons

Skor (%)	**Kriteria**
81,25 < skor ≤ 100	Sangat Efektif
62,50 < skor ≤ 81,25	Efektif
43,75 < skor ≤ 62,50	Cukup Efektif
25,00 < skor ≤ 43,75	Tidak Efektif

NO	KODE	NOMOR ITEM																						JML SKOR	N (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
1	E-01	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	83	94
2	E-02	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	69	78
3	E-03	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	74	84
4	E-04	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	70	80
5	E-05	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	72	82
6	E-06	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
7	E-07	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	68	77
8	E-08	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
9	E-09	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	70	80

10	E-10	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	68	77
11	E-11	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	72	82
12	E-12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
13	E-13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
14	E-14	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	70	80
15	E-15	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	71	81
16	E-16	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	68	77
17	E-17	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	70	80
18	E-18	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	71	81
19	E-19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
20	E-20	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	76	86
21	E-21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
22	E-22	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	72	82
23	E-23	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	70	80
24	E-24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
25	E-25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	70	80
26	E-26	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	76	86
27	E-27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
28	E-28	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	68	77
29	E-29	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
30	E-30	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	69	78
31	E-31	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	70	80
32	E-32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66	75
RATA-RATA																									79
KETERANGAN																									Efektif

Lampiran 53

ANALISIS ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TIAP INDIKATOR

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Kriteria penilaian angket respon peserta didik

Skor (%)	Kriteria
81,25 < skor ≤ 100	Sangat Efektif
62,50 < skor ≤ 81,25	Efektif
43,75 < skor ≤ 62,50	Cukup Efektif
25,00 < skor ≤ 43,75	Tidak Efektif

NO	KODE	INDIKATOR 1				INDIKATOR 2												INDIKATOR 3					
		5	6	7	8	1	2	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	3	4	11	12	21	22
1	E-01	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4
2	E-02	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4
3	E-03	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4
4	E-04	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	E-05	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	E-06	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	E-07	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	E-08	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	E-09	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
10	E-10	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	E-11	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
12	E-12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
13	E-13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	E-14	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	E-15	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3
16	E-16	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	E-17	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	E-18	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3
19	E-19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	E-20	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4
21	E-21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	E-22	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4
23	E-23	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	E-24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
25	E-25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
26	E-26	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4
27	E-27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
28	E-28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3

29	E-29	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
30	E-30	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
31	E-31	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
32	E-32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL SKOR		107	106	102	102	101	100	97	99	101	101	105	104	103	102	100	101	98	101	99	97	99	102
N (%)		84	83	80	80	79	78	76	77	79	79	82	81	80	80	78	79	77	79	77	76	77	80
RATA-RATA		81.45				79.04												77.60					
KRITERIA		Sangat Efektif				Efektif												Efektif					

Keterangan

Indikator 1 : Tanggapan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran fisika berbasis STEM

Indikator 2 : Pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap pengembangan keterampilan belajar abad 21 peserta didik

Indikator 3 : Kesesuaian implementasi STEM dalam pembelajaran fisika

Lampiran 54

DOKUMENTASI

Kelas Eksperimen

Pelaksanaan tes

Kegiatan diskusi kelompok

Peserta didik kelas eksperimen mengangkat tangan sebelum menyampaikan pendapat

Perwakilan salah
satu kelompok sedang menyampaikan hasil diskusi

Peserta didik melakukan kegiatan percobaan sederhana

Salah satu kelompok sedang menyampaikan hasil percobaan sederhana

Kelas Kontrol

Pelaksanaan tes

Peserta didik diminta menonton video tentang balon udara dan berdiskusi

Kegiatan diskusi dengan teman sebangku

Pembelajaran pada kelas kontrol yang berpusat pada guru

Peserta didik kelas kontrol mengerjakan tugas mandiri di UKBM

Penyampaian materi oleh guru

Lampiran 55

SURAT KETERANGAN PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING

UNNES

KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor: 1197/UN37.1.4/TO.06/2019
Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2019/2020

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Fisika/Pend. Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Fisika/Pend. Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat :
1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;

Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Fisika/Pend. Fisika Tanggal 2 Oktober 2019

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada:

Nama	: Dra. DWI YULIANTI, M.Si
NIP	: 196007221984032001
Pangkat/Golongan	: IV/c
Jabatan Akademik	: Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama	: NOVIA KRISETYANINGRUM
NIM	: 4201416051
Jurusan/Prodi	: Fisika/Pend. Fisika
Topik	: Implementasi Pembelajaran Berpendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Belajar Abad 21

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG
TANGGAL : 2 Oktober 2019

Dr. Sugianto, M.Si.
NIP 196102191993031001

Tembusan
1. Wakil Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal

4201416051
FM-03-AKD-24/Rev. 00