



**PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF
TIPE INVESTIGASI KELOMPOK UNTUK MENINGKATKAN
KREATIVITAS SISWA SMA NEGERI 1 PEMALANG**

skripsi

**disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika**

oleh

**Urip Nurwijayanto Prabowo
NIM 4201408037**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2012

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang
panitia ujian skripsi pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Siti Khanafiyah, M.Si.
NIP. 195205211976032001

Dra. Langlang H, M.App.Sc.
NIP. 196807221992032001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Dr. Khumaedi, M.Si.
NIP. 196306101989011002

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok
untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMA Negeri 1 Pemalang.

disusun oleh

Urip Nurwijayanto Prabowo

4201408037

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada
tanggal September 2012

Panitia :

Ketua

Sekretaris

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.
NIP. 196310121988031001

Dr. Khumaedi, M.Si.
NIP. 196306101989011002

Penguji I

Dr. Sunyoto Eko Nugroho
NIP.196501071989011001

Penguji II / Pembimbing I

Penguji III/ Pembimbing II

Dra. Siti Khanafiyah, M.Si.
NIP. 195205211976032001

Dra. Langlang H, M.App.Sc.
NIP. 196807221992032001

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila kemudian hari terbukti terdapat pagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Semarang, September 2012

Penulis,

Urip Nurwijayanto Prabowo

NIM 4201408037

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- Allah dulu, Allah lagi, Allah terus (Yusuf Mansyur)
- Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya (Q.S. Al-Baqoroh:286).

Persembahan

- Untuk Allah SWT.
- Untuk Ibu dan Ayahku tercinta.
- Untuk Almarhum Embah Jasin
- Untuk Kakak dan adikku tercinta.
- Untuk Eyang atas semangat dan dukungannya.
- Untuk keluarga Guslat Mipa.
- Untuk sahabatku eko mei, suwito, opan, ateng, predi, saprol, pejuang skripsi kos pojok

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMA Negeri 1 Pemalang”. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Dra. Siti Khanafiyah, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih pula atas ide dan masukan yang telah diberikan.
5. Dra. Langlang H, M.App.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan menjadi dosen pembimbing II dan meluangkan waktu serta memberikan bimbingan, saran, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
6. Dr. Ani Rusilowati, M.Pd, selaku Dosen Wali yang telah membimbing selama penulis belajar di jurusan fisika ini.
7. Seluruh Dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis selama belajar di UNNES.

8. Dra Rishi Mardiningsih, M.Pd., selaku Kepala SMA Negeri 1 Pemalang yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Pemalang.
9. Efa Mai Inaningsih, S.Pd selaku guru Fisika SMA Negeri 1 Pemalang, atas bantuan dan dukungan dalam penelitian.
10. Seluruh siswa kelas XI IPA 3 SMA Negeri 1 Pemalang tahun pelajaran 2011/2012.
11. Ibu, Bapak, kakak serta adikku yang telah memberikan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.
12. Eyang yang selalu memberi semangat dan dukungan.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari keterbatasan kemampuan yang dimiliki sehingga skripsi ini jauh dari sempurna. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca. Amin.

Semarang, September 2012

Penulis

ABSTRAK

Prabowo, Urip Nurwijayanto. 2012. *Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMA Negeri 1 Pemalang*. Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dra. Siti Khanafiyah, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Dra. Langlang H, M.App.Sc.

Kata kunci: model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok, kreativitas

Hasil observasi awal di kelas XI IPA III SMA Negeri 1 Pemalang menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang masih sering digunakan adalah metode ceramah sehingga siswa tidak aktif. Kegiatan laboratorium juga jarang dilakukan sehingga siswa merasa takut melakukan kesalahan dalam pembelajaran. Selain itu tingkat ketuntasan siswa pada ulangan harian I dan III semester gasal masih di bawah ketuntasan klasikal. Pada proses pengerjaan soal terdapat banyak siswa yang menyelesaikan permasalahan fisika hanya menggunakan cara seperti yang diberikan oleh guru mereka. Hal ini mengindikasikan kemampuan berpikir kreatif tidak terlatih dalam memecahkan masalah. Cara berpikir dan kepribadian siswa mencerminkan tingkat kreativitas siswa yang rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dalam meningkatkan kreativitas siswa dan mengetahui peningkatan kreativitas siswa melalui penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok pada sub pokok bahasan fluida dinamis.

Model pembelajaran investigasi kelompok merupakan pembelajaran yang dikembangkan dengan asumsi bahwa untuk meningkatkan kreativitas siswa dapat ditempuh melalui pengembangan proses kreatif menuju kesadaran dan pengembangan alat bantu yang secara eksplisit mendukung kreativitas

Subyek penelitian adalah siswa kelas XI IPA 3. Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas yang dilaksanakan dalam tiga topik. Tiap topik terdiri dari empat tahap kegiatan, yaitu perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi. Tes tertulis digunakan untuk mengukur kreativitas dalam aspek kognitif, angket digunakan untuk mengukur kreativitas dalam aspek afektif dan observasi digunakan untuk mengukur kreativitas dalam aspek psikomotorik. Hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis deskriptif presentase dan untuk mengetahui peningkatan hasil penelitian digunakan uji gain.

Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa kreativitas siswa dalam dimensi kognitif, afektif, dan psikomotorik meningkat diiringi oleh peningkatan ketuntasan belajar klasikal. Berdasarkan penelitian disimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok pada sub pokok bahasan fluida dinamis dapat meningkatkan kreativitas siswa kelas XI IPA 3. Oleh karena itu, model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dapat diterapkan oleh guru sebagai model pembelajaran untuk meningkatkan kreativitas siswa.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Penegasan Istilah	5
1.6 Sistematika Skripsi	7
1.6.1 Bagian Pendahuluan	7
1.6.2 Bagian Isi	7
1.6.1 Bagian Akhir Skripsi	8
2. LANDASAN TEORI	9
2.1 Hakikat Belajar dan Pembelajaran Fisika	9
2.2 Pembelajaran Kooperatif	10
2.2.1 Hakikat Pembelajaran Kooperatif	10
2.2.2 Ciri-Ciri Pembelajaran Kooperatif	11
2.2.3 Pelaksanaan Pembelajaran Kooperatif	12

2.3 Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok.....	14
2.3.1 Hakikat Investigasi Kelompok.....	14
2.3.2 Ciri-Ciri Investigasi Kelompok.....	15
2.3.3 Pelaksanaan Investigasi Kelompok.....	16
2.4 Kreativitas.....	18
2.4.1 Hakikat Kreativitas	18
2.4.2 Dimensi Kreativitas	20
2.5 Tinjauan Materi Tentang Fluida Dinamis	27
2.5.1 Persamaan Kontinuitas.....	27
2.5.2 Hukum Bernoulli	29
2.6 Kerangka Berpikir	35
3. METODE PENELITIAN.....	38
3.1 Tempat dan Subjek Penelitian	38
3.2 Faktor yang Diteliti.....	38
3.3 Desain Penelitian.....	39
3.4 Metode Pengumpulan Data	40
3.4.1 Tes Tertulis	40
3.4.2 Angket.....	44
3.4.3 Observasi.....	45
3.5 Metode Analisis Data	46
3.5.1 Analisis Tes Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif.....	46
3.5.2 Analisis Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif	46
3.5.3 Analisis Kreativitas Siswa dalam Dimensi Psikomotor.....	48
3.5.4 Analisis Persentase Ketuntasan Hasil Belajar.....	49
3.5.5 Analisis Peningkatan Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif, Afektif, dan Psikomotorik.....	49
3.6 Indikator Keberhasilan	50
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Penelitian.....	51
4.1.1 Deskripsi Proses Pembelajaran Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok dalam Melatih	

Kreativitas Siswa.....	51
4.1.2 Kreativitas dalam Dimensi Kognitif.....	54
4.1.3 Kreativitas dalam Dimensi Afektif.....	60
4.1.4 Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor.....	63
4.2 Keterbatasan Penelitian.....	68
5. PENUTUP.....	69
5.1 Simpulan.....	69
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Kriteria Penilaian Kreativitas dalam Dimensi Afektif.....	48
3.2. Kriteria Penilaian Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor.....	49
4.1. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif	55
4.2. Kategori Kreativitas dalam Dimensi Kognitif	55
4.3. Nilai Lembar Diskusi Kelompok	56
4.4. Skor Angket Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif	60
4.5. Kategori Kreativitas dalam Dimensi Afektif Menggunakan Teknik Skala Likert.....	61
4.6. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Psikomotor.....	64
4.7. Kategori Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Bagan Jenis Perilaku dan Kemampuan Psikomotorik	
Taksonomi Simpson	26
2.2. Aliran Fluida pada Pipa yang Berbeda Luas Penampang	27
2.3. Aliran Fluida pada Pipa yang Berbeda Luas Penampang dan Ketinggian.....	29
2.4. Kecepatan Aliran Zat Cair pada Lubang yang Dipengaruhi Ketinggian Lubang.....	31
2.5. Venturimeter Dilengkapi Manometer	32
2.6. Venturimeter Tanpa Dilengkapi Manometer	34
3.1. Desain <i>One-Shot Case Study</i>	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus	74
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Topik I.....	75
3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Topik II.....	88
4. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Topik III	94
5. Kisi-Kisi Soal Uji Coba Topik I.....	109
6. Kisi-Kisi Soal Uji Coba Topik II.....	111
7. Kisi-Kisi Soal Uji Coba Topik III	113
8. Soal Uji Coba Topik I.....	115
9. Soal Uji Coba Topik II	122
10. Soal Uji Coba Topik III.....	131
11. Tugas Mandiri	139
12. Kunci Jawaban Tugas Mandiri.....	142
13. Lembar Diskusi	151
14. Kunci Jawaban Lembar Diskusi.....	156
15. Hasil Analisis Soal Uji Coba Topik I.....	166
16. Contoh Perhitungan Validitas Soal Uji Coba Topik I.....	168
17. Contoh Perhitungan Reliabilitas Soal Uji Coba Topik I	170
18. Contoh Perhitungan Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba Topik I.....	172
19. Contoh Perhitungan Daya Pembeda Soal Uji Coba Topik I	173
20. Hasil Analisis Soal Uji Coba Topik II.....	175
21. Hasil Analisis Soal Uji Coba Topik III	177

22. Soal Post Tes Topik I	179
23. Soal Post Tes Topik II	180
24. Soal Post Tes Topik III.....	181
25. Kunci Jawaban Soal Post Tes Topik I.....	183
26. Kunci Jawaban Soal Post Tes Topik II.....	186
27. Kunci Jawaban Soal Post Tes Topik III	189
28. Kisi-Kisi Angket Uji Coba.....	192
29. Angket Uji Coba.....	193
30. Daftar Nama dan Kode Responden Angket Uji Coba.....	195
31. Analisis Skala Sikap Angket Uji Coba	196
32. Hasil Analisis Angket Uji Coba	200
33. Contoh Perhitungan Validitas Angket Uji Coba	204
34. Contoh Perhitungan Reliabilitas Angket Uji Coba	207
35. Lembar Observasi Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor	208
36. Kisi-Kisi Penilaian Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor	209
37. Hasil Analisis Angket Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif Topik I.....	210
38. Hasil Analisis Angket Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif Topik II	212
39. Hasil Analisis Angket Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif Topik III	214
40. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif Topik I.....	216

41. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi	
Kognitif Topik II	217
42. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi	
Kognitif Topik III	218
43. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif	219
44. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi	
Psikomotor Topik I	220
45. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi	
Psikomotor Topik III	221
46. Rekapitulasi Nilai Lembar Diskusi	222
47. Hasil Uji Signifikansi Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif	223
48. Hasil Uji Signifikansi Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif	224
49. Hasil Uji Signifikansi Kreativitas Siswa dalam Dimensi Psikomotor	225
50. Dokumentasi Penelitian	226
51. Surat Penetapan Dosen pembimbing	227
52. Surat Ijin Penelitian	228
53. Surat Keterangan Penelitian	229

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasal 19 PP nomor 19 tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan menyebutkan bahwa proses pembelajaran yang bermakna haruslah mampu memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi berkembangnya kreativitas dan kemandirian sesuai dengan bakat dan minat peserta didik. Perkembangan kreativitas siswa sangat diperlukan dalam pendidikan. Menurut Munandar (2009), kreativitas sangat penting bagi pertumbuhan dan keberhasilan pribadi serta sangat berperan untuk pembangunan Indonesia.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru fisika, tingkat ketuntasan hasil ujian siswa kelas XI IPA III SMA Negeri 1 Pemalang tergolong rendah. Pada ujian harian I semester gasal, sebanyak 17,5% siswa mencapai ketuntasan dan 42,5% siswa mencapai ketuntasan pada ujian harian III. Pada proses pengerjaan soal terdapat banyak siswa yang menyelesaikan permasalahan fisika hanya menggunakan cara seperti yang diberikan oleh guru mereka. Ketika permasalahan yang dihadapi agak berbeda penyajiannya, siswa merasa kesulitan untuk menyelesaikannya. Siswa cenderung takut melakukan kesalahan ketika mengerjakan soal dengan cara penyelesaian selain yang diajarkan guru. Hal ini disebabkan cara berpikir siswa masih konvergen. Cara berpikir divergen seperti berpikir kreatif jarang dilatih. Sementara itu, proses pembelajaran umumnya

masih berlangsung dengan metode ceramah, sedangkan kegiatan laboratorium jarang dilakukan karena keterbatasan waktu, mengejar materi, dan sarana prasarana yang kurang memadai seperti: banyak alat yang rusak dan jumlah alat yang kurang. Metode pembelajaran lain seperti diskusi sesekali digunakan namun selama kegiatan pembelajaran berlangsung, sebagian besar siswa cenderung tidak aktif dan tidak berusaha menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh guru.

Cara berpikir konvergen dan kepribadian siswa mencerminkan tingkat kreativitas siswa yang rendah. Hal ini sejalan dengan pendapat Carl Rogers bahwa tiga kondisi dari pribadi yang kreatif adalah (1) keterbukaan terhadap pengalaman (2) kemampuan menilai situasi sesuai patokan pribadi seseorang, dan (3) kemampuan untuk bereksperimen, untuk bermain dengan konsep-konsep (Munandar, 2009: 34).

Kemampuan guru dalam menggunakan strategi pembelajaran sangat diperlukan guna memancing dan meningkatkan kreativitas siswa. Strategi mengajar yang dapat meningkatkan kreativitas salah satunya adalah memberikan kesempatan kepada anak untuk memiliki topik atau kegiatan belajar sampai batas tertentu (Munandar, 2009: 116). Menurut Lubis, salah satu prasyarat utama bagi berkembangnya kreativitas suatu bangsa adalah kebebasan (Munandar, 2009: 127).

Menurut Trianto (2007: 59), model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok merupakan salah satu model pembelajaran yang diawali dengan guru membagi kelas menjadi beberapa kelompok dengan anggota 5-6

siswa yang heterogen. Kemudian guru memberikan suatu permasalahan dan siswa melakukan penyelidikan yang mendalam atas permasalahan tersebut. Siswa diberi kebebasan menggunakan berbagai buku dan sumber belajar lain seperti artikel dari internet dalam menyelesaikan permasalahan. Pada kegiatan laboratorium yang dilakukan, siswa diberi kebebasan untuk menentukan alat yang diperlukan dan metode analisis data. Selain itu, siswa diberi kebebasan melakukan penyelidikan dengan cara yang ditentukan oleh masing-masing kelompok. Kelompok yang berhasil menyelesaikan permasalahan terlebih dahulu berhak mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya dengan cara dan media yang ditentukan sendiri oleh siswa, kemudian teman-teman sekelasnya menanggapi hasil presentasi. Guru membimbing siswa mengambil kesimpulan di akhir pembelajaran.

Menurut Mafune, model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* dapat dipakai guru untuk mengembangkan kreativitas siswa baik secara perorangan maupun kelompok (Rusman, 2010: 222). Hal ini sejalan dengan penelitian Utama (2007) terhadap mahasiswa yang menyatakan bahwa penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan prestasi akademik mahasiswa.

Dari uraian di atas, maka peneliti beranggapan penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dirasa cocok dan diharapkan mampu mengatasi permasalahan dan mampu meningkatkan kreativitas siswa kelas XI IPA 3. Berdasarkan hal tersebut, peneliti melakukan penelitian dengan

judul Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa SMA Negeri 1 Pemalang.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bagaimana penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok pada sub pokok bahasan fluida dinamis dalam meningkatkan kreativitas siswa kelas XI IPA 3 SMA Negeri 1 Pemalang?
- Bagaimana peningkatan kreativitas siswa kelas XI IPA 3 SMA Negeri 1 Pemalang melalui penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok pada sub pokok bahasan fluida dinamis?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mendeskripsikan penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok pada sub pokok bahasan fluida dinamis dalam meningkatkan kreativitas siswa kelas XI IPA 3 SMA Negeri 1 Pemalang.
- Mengetahui peningkatan kreativitas siswa kelas XI IPA 3 SMA Negeri 1 Pemalang melalui penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok pada sub pokok bahasan fluida dinamis.

1.4 Manfaat Penelitian

Bagi guru

- Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan yang bermanfaat bagi guru untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika sehingga dapat memberikan ruang yang cukup bagi berkembangnya kreativitas.

Bagi sekolah

- Memberikan masukan dan menjadi bahan pertimbangan untuk perbaikan kualitas proses pembelajaran fisika.

1.5 Penegasan Istilah

Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok

Model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok diawali dengan kegiatan guru membagi kelas menjadi beberapa kelompok dengan anggota 4 siswa yang heterogen. Kelompok dibentuk dengan mempertimbangkan keakraban dan kemampuan akademik masing-masing siswa. Guru memberikan lembar diskusi yang berisi pertanyaan dan permasalahan mengenai materi fluida dinamis kepada pada tiap kelompok untuk diselidiki. Selanjutnya masing-masing kelompok melakukan penyelidikan yang mendalam atas topik permasalahan yang didapat kelompok. Siswa diberi kebebasan untuk menggunakan berbagai sumber belajar seperti buku dan artikel yang terkait dengan materi fluida dinamis. Siswa menyiapkan dan mempresentasikan laporannya kepada seluruh kelas setelah berhasil menjawab semua pertanyaan dalam lembar diskusi. Guru membimbing siswa dalam proses presentasi.

Pada pertemuan selanjutnya, siswa melakukan kegiatan laboratorium berupa kegiatan praktikum mengenai materi yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya. Siswa diberi kebebasan dalam menggunakan alat praktikum, menentukan langkah kerja dan cara analisis data berdasarkan hasil diskusi masing-masing kelompok. Siswa melakukan kegiatan laboratorium kemudian mempresentasikan hasilnya di depan kelas. Guru membimbing siswa dalam proses presentasi dan memberikan evaluasi di akhir pembelajaran.

Kreativitas

Menurut Munandar (2009: 25), kreativitas adalah kemampuan umum untuk menciptakan sesuatu yang baru, sebagai kemampuan untuk memberikan gagasan-gagasan baru yang dapat diterapkan dalam pemecahan masalah, atau sebagai kemampuan untuk melihat hubungan-hubungan baru antara unsur-unsur yang sudah ada sebelumnya.

Kreativitas yang dikaji dalam penelitian adalah kreativitas yang terdiri dari:

- Dimensi kognitif yaitu kemampuan berpikir kreatif, meliputi: berpikir lancar (*fluency*), berpikir luwes (*flexibility*), berpikir rasional, keterampilan elaborasi, keterampilan menilai (mengevaluasi).
- Dimensi afektif yaitu sikap dan kepribadian kreatif, meliputi: kebebasan dalam ungkapan diri, kepercayaan terhadap gagasan sendiri, kemandirian dalam memberi pertimbangan, kelenturan dalam berpikir, minat terhadap kegiatan kreatif.

- Dimensi psikomotor yaitu keterampilan kreatif, meliputi: menyusun tujuan praktikum, menyusun langkah kerja, menggunakan peralatan praktikum kreatif, membaca hasil praktikum atau pengukuran, kelengkapan data yang diukur dan kesesuaian dengan tujuan praktikum, kecepatan mengerjakan praktikum.

1.6 Sistematika Skripsi

Sistematika penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1.6.1 Bagian pendahuluan

Bagian pendahuluan skripsi berisi lembar judul, lembar persetujuan pembimbing, lembar pengesahan, lembar pernyataan, lembar motto dan persembahan, kata pengantar, lembar abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

1.6.2 Bagian isi

Bagian isi skripsi terdiri dari

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah dan sistematika skripsi.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang hakekat belajar dan pembelajaran fisika, pengertian model pembelajaran kooperatif, pengertian model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok, pengertian kreativitas, tinjauan materi fluida dinamis, dan kerangka berpikir.

Bab III Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang tempat dan waktu penelitian, rancangan dan alur penelitian, prosedur penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil-hasil penelitian dan pembahasan. Hasil penelitian meliputi pendeskripsian penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok yang dapat meningkatkan kreativitas dan peningkatan kreativitas siswa dalam aspek kognitif, afektif dan psikomotorik yang disajikan dalam bentuk tabel. Selanjutnya dilakukan pembahasan yang berisi penafsiran terhadap hasil penelitian yang diperoleh kemudian diintegrasikan dengan teori yang sudah ada, serta memodifikasi teori yang sudah ada.

Bab V Penutup

Bab ini berisi simpulan dari hasil penelitian dan saran-saran yang perlu diberikan setelah mengetahui hasil penelitian.

1.6.3 Bagian akhir skripsi

Bagian akhir skripsi berisi daftar pustaka dan lampiran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hakikat Belajar dan Pembelajaran Fisika

Menurut Usman (1995: 5), belajar diartikan sebagai proses perubahan tingkah laku pada diri individu berkat adanya interaksi antara individu dan individu dengan lingkungannya. Setiap orang disadari atau tidak selalu mengalami proses belajar. Belajar memiliki peranan penting di dalam perkembangan, kebiasaan, sikap, keyakinan, tujuan, kepribadian, dan persepsi manusia. Dengan demikian, belajar merupakan suatu proses perilaku individu serta interaksi individu dengan individu lainnya dengan mengerahkan semua kemampuan yang dimiliki untuk menuju arah yang lebih baik.

Perubahan sebagai hasil proses belajar dapat ditunjukkan dalam berbagai bentuk seperti berubah pengetahuan, pemahaman, sikap dan tingkah laku, keterampilan, kecakapan dan kemampuan, daya reaksi, daya penerimaan, serta aspek lain yang ada pada individu.

Sains atau fisika bukanlah sekedar bangun pengetahuan, cara-cara pengumpulan dan pembuktian pengetahuan, sebab sains atau fisika juga merupakan aktivitas sosial yang menggabungkan nilai-nilai kemanusiaan seperti rasa ingin tahu, kreativitas, imajinasi, dan keindahan. Oleh karena itu, dalam belajar fisika siswa harus dapat merasakan bahwa nilai-nilai itu sebagai bagian dari pengalamannya. Siswa harus dapat merasakan bahwa sains sebagai proses

untuk perluasan wawasan dan peningkatan pemahaman tentang alam dan segala isinya (Mundilarto, 2002: 6).

Menurut Heuvelen, tujuan pembelajaran fisika yaitu: (1) mengembangkan keterampilan yang diperlukan untuk memecahkan masalah nyata; (2) belajar untuk merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah; (3) belajar keterampilan yang diperlukan untuk mendesain suatu sistem dan suatu komponen atau suatu proses; (4) mengembangkan kemampuan agar berfungsi secara efektif dalam suatu tim antar disiplin; (5) belajar keterampilan yang diperlukan untuk membangkitkan kemampuan belajar sepanjang hayat; dan (6) belajar untuk berkomunikasi secara efektif (Wiyanto, 2008: 14).

Pendidikan sains atau fisika harus dapat membantu siswa dalam mengembangkan pemahaman dan kebiasaan berpikir dalam memenuhi kebutuhan hidupnya maupun mengatasi berbagai masalah yang dihadapi (Mundilarto, 2002: 4).

2.2 Pembelajaran Kooperatif

2.2.1 Hakikat Pembelajaran Kooperatif

Menurut Johnson, pembelajaran kooperatif adalah teknik pengelompokan siswa dalam kelompok kecil yang umumnya terdiri dari 4-5 orang untuk bekerja secara terarah untuk mencapai tujuan belajar bersama (Rusman, 2010: 204). Menurut Suprijono (2010: 54), pembelajaran kooperatif adalah konsep yang lebih luas meliputi semua jenis kerja kelompok termasuk bentuk-bentuk yang lebih dipimpin oleh guru atau diarahkan oleh guru.

2.2.2 Ciri-ciri Pembelajaran Kooperatif

Menurut Roger & David Johnson, semua kerja kelompok tidak bisa dianggap pembelajaran kooperatif. Lima unsur model pembelajaran gotong royong harus diterapkan untuk mencapai hasil yang maksimal, yaitu saling ketergantungan positif, tanggung jawab perseorangan, tatap muka, komunikasi antaranggota dan evaluasi proses kelompok (Lie, 2004 31).

Menurut Rusman (2010: 207), model pembelajaran kooperatif memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Pembelajaran secara tim

Tim merupakan tempat untuk mencapai tujuan pembelajaran, sehingga tim harus mampu membuat setiap siswa saling bekerja sama dan belajar.

- Pembelajaran didasarkan pada manajemen kooperatif

Manajemen kooperatif memberikan beberapa fungsi dalam pelaksanaan pembelajaran. Fungsi manajemen sebagai perencanaan pelaksanaan menunjukkan bahwa pembelajaran kooperatif dilaksanakan sesuai dengan perencanaan dan langkah-langkah pembelajaran yang sudah ditentukan. Fungsi manajemen sebagai organisasi menunjukkan bahwa pembelajaran kooperatif memerlukan perencanaan yang matang agar proses pembelajaran berjalan efektif. Fungsi manajemen sebagai kontrol menunjukkan bahwa dalam pembelajaran kooperatif perlu ditentukan kriteria keberhasilan baik melalui tes maupun nontes.

- Terdapat kemauan untuk bekerja sama

Pembelajaran secara tim akan mencapai hasil yang maksimal jika siswa mau bekerja sama dalam tim.

- Keterampilan bekerja sama

Kemauan bekerja sama dalam tim diwujudkan dalam suatu aktivitas pembelajaran guna mencapai tujuan pembelajaran. Siswa didorong untuk mau dan sanggup berinteraksi dan berkomunikasi dengan anggota lain.

2.2.3 Pelaksanaan Pembelajaran Kooperatif

Pelaksanaan prosedur model pembelajaran kooperatif akan memungkinkan pendidik mengelola kelas dengan lebih efektif (Lie, 2004: 29). Menurut Suprijono (2010: 65), model pembelajaran kooperatif terdiri dari enam fase, yaitu:

- *Present Goals and Set* (Menyampaikan Tujuan dan Mempersiapkan Siswa)

Pada fase ini guru menjelaskan tujuan pembelajaran kooperatif. Hal ini bertujuan agar siswa memahami dengan jelas prosedur dan aturan dalam pembelajaran, sehingga siswa menjadi lebih siap dan tidak merasa kebingungan melaksanakan pembelajaran kooperatif.

- *Present Information* (Menyajikan Informasi)

Pada fase ini guru mempresentasikan informasi kepada siswa secara verbal. Informasi yang disampaikan meliputi motivasi dan apersepsi mengenai materi pembelajaran.

- *Organize Students Into Learning Team* (Mengorganisasikan Siswa dalam Tim-Tim Belajar)

Pada fase ini guru memberikan penjelasan kepada siswa tentang tata cara pembentukan tim belajar. Selanjutnya guru membimbing siswa untuk membentuk tim belajar. Guru harus menjelaskan bahwa siswa harus saling bekerja sama di dalam kelompok. Penyelesaian tugas kelompok harus menjadi tujuan kelompok.

- *Assist Team Work and Study* (Membantu Kerja Tim dan Belajar)

Pada fase ini guru mendampingi tim-tim belajar, mengingatkan tentang tugas-tugas yang dikerjakan siswa dan waktu yang dialokasikan. Guru mendampingi sekaligus mengawasi kinerja siswa dalam tim agar tidak ada siswa yang menjadi *free-rider* atau siswa yang hanya menggantungkan tugas kelompok pada siswa lain. Pada fase ini guru dapat memberikan bantuan berupa petunjuk, pengarahan, atau meminta beberapa siswa mengulangi hal yang sudah ditunjukkan guru.

- *Test on The Materials* (Mengevaluasi)

Pada fase ini guru melakukan evaluasi dengan menggunakan teknik tes atau nontes yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran.

- *Provide Recognition* (Memberikan Pengakuan atau Penghargaan)

Pada fase ini guru memberikan pengakuan, penghargaan, atau hadiah (*reward*) kepada siswa atau kelompok. Pemberian hadiah dapat berdasarkan individu siswa yang dapat bekerja dengan baik sesuai ketentuan guru, atau

berdasarkan kompetisi, yaitu siswa atau kelompok yang bekerja dengan hasil terbaik akan mendapatkan hadiah.

2.3 Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok

2.3.1 Hakikat Investigasi kelompok

Model pembelajaran investigasi kelompok termasuk dalam pembelajaran kooperatif dengan metode spesialisasi tugas (*Finding Out* atau *Discubrimiento*) yang secara eksplisit menekankan bahwa tidak ada anak yang memiliki rangkaian kemampuan yang setara. Sebaliknya, tiap anak memiliki sesuatu yang unik dan khas untuk dijadikan kontribusi terhadap tugas kelompok (Slavin, 2010: 213). Menurut Trianto (2007: 59), model pembelajaran ini pertama kali dikembangkan oleh Thelan. Dalam perkembangannya model ini diperluas dan dipertajam oleh Sharan dari Universitas Tel Aviv.

Model pembelajaran investigasi kelompok dilandaasi oleh filosofi belajar John Dewey. Pandangan Dewey terhadap kooperasi di dalam kelas sebagai sebuah prasyarat untuk bisa menghadapi berbagai masalah kehidupan yang kompleks dalam masyarakat demokrasi. Kelas adalah sebuah tempat bekerja sama secara kreatif antara guru dan murid untuk membangun proses pembelajaran yang didasarkan pada perencanaan mutual dari berbagai pengalaman, kapasitas, dan kebutuhan mereka masing-masing (Slavin, 2010: 215). Pemikiran Dewey yang utama tentang pendidikan adalah: (1) siswa hendaknya aktif, *learning by doing*; (2) belajar hendaknya didasari motivasi intrinsik; (3) pengetahuan adalah berkembang, tidak bersifat tetap; (4) kegiatan belajar hendaknya sesuai dengan

kebutuhan dan minat siswa; (5) pendidikan harus mencakup kegiatan belajar dengan prinsip saling memahami dan saling menghormati satu sama lain, artinya prosedur demokratis sangat penting; dan (6) kegiatan belajar hendaknya berhubungan dengan dunia nyata (Santyasa, 2007: 13).

Menurut Rusman (2010: 223), asumsi yang digunakan sebagai acuan dalam pengembangan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation*, yaitu (1) untuk meningkatkan kreativitas siswa dapat ditempuh melalui pengembangan proses kreatif menuju kesadaran dan pengembangan alat bantu yang secara eksplisit mendukung kreativitas; (2) komponen emosional lebih penting daripada intelektual, yang tak rasional lebih penting daripada yang rasional; dan (3) untuk meningkatkan peluang keberhasilan dalam memecahkan suatu masalah harus lebih dahulu memahami komponen emosional dan irrasional.

2.3.2 Ciri-ciri Investigasi kelompok

Model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Para siswa bekerja dalam kelompok-kelompok kecil dan memiliki independensi terhadap guru. Siswa tidak terikat dengan satu cara memecahan masalah yang diberikan oleh guru. Siswa bebas menentukan cara memecahkan masalah masalah berdasarkan diskusi kelompok. Siswa juga bebas menentukan sumber belajar yang digunakan.
- Kegiatan-kegiatan siswa terfokus pada upaya menjawab pertanyaan yang telah dirumuskan. Seluruh kegiatan yang dilakukan dalam kelompok dilakukan

dengan satu tujuan yaitu memecahkan masalah dan pertanyaan yang diperoleh kelompok tersebut.

- Kegiatan belajar siswa akan selalu mempersyaratkan mereka untuk mengumpulkan sejumlah data, menganalisis data, dan mencapai beberapa kesimpulan. Hal ini dilakukan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang dilaksanakan yaitu memecahkan permasalahan yang dihadapi.
- Siswa akan menggunakan pendekatan yang beragam di dalam belajar. Siswa diberikan kebebasan dalam menentukan cara pemecahan masalah sehingga berbagai perspektif dari tiap siswa dapat muncul.
- Hasil-hasil dari penelitian siswa dipertukarkan di antara seluruh siswa. Hal ini dilakukan pada saat presentasi di kelas. Siswa lain diberi kesempatan menanggapi, bertanya dan mengajukan pendapat terhadap hasil diskusi kelompok.

2.3.3 Pelaksanaan Investigasi Kelompok

Menurut Sharan, langkah-langkah pelaksanaan model pembelajaran model investigasi kelompok meliputi enam fase, yaitu:

- Memilih topik

Siswa memilih sub topik khusus di dalam suatu daerah masalah umum yang biasanya ditetapkan oleh guru. Selanjutnya siswa diorganisasikan menjadi dua sampai enam anggota kelompok yang berorientasi tugas. Komposisi kelompok hendaknya heterogen secara akademis maupun etnis.

- Perencanaan kooperatif

Siswa dan guru merencanakan prosedur pembelajaran, tugas dan tujuan khusus yang konsisten dengan subtopik yang telah dipilih pada tahap pertama.

- Implementasi

Siswa menetapkan rencana yang telah mereka kembangkan di dalam tahap kedua. Kegiatan pembelajaran hendaknya melibatkan ragam aktivitas dan keterampilan yang luas dan hendaknya mengarahkan siswa kepada jenis-jenis sumber belajar yang berbeda baik di dalam maupun di luar sekolah. Guru secara ketat mengikuti kemajuan tiap kelompok dan menawarkan bantuan bila diperlukan.

- Analisis dan sintesis

Siswa menganalisis dan mensintesis informasi yang diperoleh pada tahap ketiga dan merencanakan bagaimana informasi tersebut diringkas dan disajikan dengan cara yang menarik sebagai bahan untuk dipresentasikan kepada seluruh kelas.

- Presentasi hasil final

Beberapa atau semua kelompok menyajikan hasil penyalidikannya dengan cara yang menarik kepada seluruh kelas dengan tujuan agar siswa yang lain saling terlibat satu sama lain dalam pekerjaan mereka dan memperoleh perspektif luas pada topik itu. Kegiatan presentasi dibimbing oleh guru.

- Evaluasi

Siswa dan guru mengevaluasi tiap peran kelompok terhadap kerja kelas sebagai suatu keseluruhan. Evaluasi yang dilakukan dapat berupa penilaian individu atau kelompok (Trianto, 2007: 59-61).

2.4 Kreativitas

2.4.1 Hakikat Kreativitas

Menurut Guilford, kreativitas adalah suatu proses mental unik yang dapat menghasilkan sesuatu yang baru, berbeda dan orisinal mencakup jenis pemikiran spesifik (Satiadarma, 2002: 107). Menurut Munandar (2009: 25), kreativitas pada dasarnya merupakan kemampuan umum untuk menciptakan sesuatu yang baru, kemampuan untuk memberikan gagasan-gagasan baru yang dapat diterapkan dalam pemecahan masalah, atau kemampuan untuk melihat hubungan-hubungan baru antara unsur-unsur yang sudah ada sebelumnya.

Rhodes menganalisis lebih dari 40 definisi tentang kreativitas kemudian menyimpulkan bahwa pada umumnya kreativitas dirumuskan dalam istilah pribadi (*person*), proses dan produk. Kreativitas dapat pula ditinjau dari kondisi pribadi dan lingkungan yang mendorong (*press*). Rhodes menyebut keempat definisi tentang kreativitas ini sebagai “*Four P’s of Creativity: Person, Process, Press, Product*”. Kebanyakan definisi kreativitas berfokus pada salah satu dari empat P ini atau kombinasinya (Munandar, 2009: 20).

Definisi Pribadi

Menurut Hulbeck, tindakan kreatif muncul dari keunikan keseluruhan kepribadian dalam interaksi dengan lingkungan (Munandar, 2009: 20).

Menurut Munandar (2009: 21), dimensi kepribadian atau motivasi meliputi ciri-ciri seperti fleksibilitas, toleransi terhadap kedwihartian, dorongan untuk berprestasi dan mendapat pengakuan, keuletan dalam menghadapi rintangan dan pengambilan resiko yang moderat.

Definisi Proses

Definisi proses yang terkenal adalah definisi Torrance tentang kreativitas yang pada dasarnya menyerupai langkah-langkah dalam metode ilmiah, yaitu:

... the process of (1) sensing difficulties, problems, gaps in information, missing elements, and something asked; (2) making guesses and formulation hypotheses about these deficiencies; (3) evaluating and testing these guesses and hypotheses; (4) possibly revising and retesting them; and finally (5) communicating the results.

Definisi Torrance ini meliputi seluruh proses kreatif dan ilmiah mulai dari menyampaikan masalah sampai dengan menyampaikan hasil (Munandar, 2009: 21).

Menurut Wallas, langkah-langkah proses kreatif yang sampai sekarang masih banyak diterapkan dalam pengembangan kreativitas meliputi tahap persiapan, inkubasi, iluminasi, dan verifikasi (Munandar, 2009: 21).

Definisi Produk

Menurut Haefele, kreativitas adalah kemampuan untuk membuat kombinasi-kombinasi baru yang mempunyai makna sosial. Definisi Haefele ini menunjukkan bahwa tidak keseluruhan produk itu harus baru tetapi bisa merupakan kombinasi unsur-unsur yang sudah ada sebelumnya (Munandar, 2009: 21).

Definisi *Press*

Kategori keempat dari definisi dan pendekatan terhadap kreativitas menekankan faktor "*press*" atau dorongan, baik dorongan internal (dari diri sendiri berupa keinginan dan hasrat untuk mencipta atau bersibuk diri secara kreatif) maupun dorongan eksternal dari lingkungan sosial dan psikologis. Mengenai "*press*" dari lingkungan, ada lingkungan yang tidak menghargai imajinasi atau fantasi, dan menekankan kreativitas dan inovasi. Kreativitas juga tidak akan berkembang dalam kebudayaan yang terlalu menekankan tradisi, dan kurang terbuka terhadap perubahan dan perkembangan baru (Munandar, 2009: 22).

2.4.2 Dimensi Kreativitas

Kreativitas merupakan suatu konstruk yang multi dimensional, terdiri dari berbagai dimensi, meliputi dimensi kognitif yaitu kemampuan berpikir kreatif, dimensi afektif yaitu sikap dan kepribadian kreatif dan dimensi psikomotor yaitu keterampilan kreatif (Munandar, 2009: 59).

Dimensi Kognitif (Berpikir Kreatif)

Ciri-ciri kemampuan berpikir kreatif menurut Munandar meliputi lima kemampuan berpikir, yaitu: berpikir lancar (*fluency*), berpikir luwes (*flexibility*), berpikir rasional, keterampilan elaborasi, dan keterampilan menilai atau mengevaluasi (Satiadarma, 2003: 111-112).

- Berpikir Lancar (*Fluency*)

Kemampuan berpikir lancar menyebabkan seseorang mampu mencetuskan banyak gagasan, jawaban penyelesaian masalah, dan pertanyaan. Orang kreatif mampu memberikan banyak cara atau saran untuk pemecahan masalah. Siswa yang mampu berpikir lancar memiliki ciri-ciri mampu memberikan banyak kemungkinan jawaban, gagasan, saran, atau pertanyaan yang diajukan.

- Berpikir Luwes (*Flexibility*)

Kemampuan berpikir luwes mendorong orang kreatif mampu menghasilkan gagasan, jawaban, atau pertanyaan yang bervariasi karena dia mampu melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda. Siswa yang mampu berpikir luwes memiliki ciri-ciri mampu menghasilkan jawaban yang bervariasi dengan sudut pandang yang berbeda dan dapat mencari pemecahan masalah dari berbagai segi.

- Berpikir rasional

Kemampuan berpikir rasional mendorong orang kreatif melahirkan ungkapan-ungkapan yang baru dan unik karena mereka sanggup memikirkan yang tidak lazim untuk mengungkapkan dirinya atau mampu menemukan kombinasi-kombinasi yang tidak biasa dari unsur-unsur yang biasa. Siswa

yang mampu berpikir rasional memiliki ciri-ciri mampu memberikan jawaban atas pertanyaan yang diberikan menurut pemikirannya sendiri dan berbeda dengan orang lain (orisinal).

- Keterampilan elaborasi

Keterampilan elaborasi meliputi kemampuan memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk. Siswa yang memiliki keterampilan elaborasi memiliki ciri-ciri mampu memperinci jawaban atau suatu gagasan menjadi lebih jelas.

- Keterampilan menilai (Mengevaluasi)

Keterampilan menilai yakni kemampuan menentukan patokan penilaian sendiri dan menentukan suatu pertanyaan benar, suatu rencana sehat, atau suatu tindakan bijaksana sehingga mampu mengambil suatu keputusan sesuai situasi yang dihadapinya. Siswa yang memiliki keterampilan menilai memiliki ciri-ciri mampu menyimpulkan mengenai masalah yang dipecahkan.

Dimensi Afektif (Sikap dan Kepribadian Kreatif)

Karakter kreatif pada jenjang SMA berdasarkan pedoman sekolah mengenai Pengembangan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa (2010: 41) memiliki indikator sebagai berikut:

- Mengajukan suatu pikiran baru tentang suatu pokok bahasan

Siswa mampu memberikan cara-cara dan sudut pandang dalam mempelajari suatu materi dan pemecahan masalah yang berbeda dari guru

- Menerapkan hukum, teori, atau prinsip yang sedang dipelajari dalam aspek kehidupan masyarakat.

Siswa mampu memberikan contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari mengenai materi yang dipelajari.

Menurut Munandar (2009: 70), sikap kreatif dioperasionalisasi dalam dimensi sebagai berikut:

- Keterbukaan terhadap pengalaman baru

Siswa memiliki minat belajar mengenai berbagai materi yang belum diketahui dan kegiatan laboratorium yang belum pernah dilakukan.

- Kelenturan dalam berpikir

Siswa mampu berpikir menggunakan berbagai cara dan sudut pandang dalam memecahkan masalah. Siswa tidak terpaku pada suatu cara berpikir.

- Kebebasan dalam ungkapan diri

Siswa aktif dalam diskusi, bertanya, dan menyampaikan pendapat serta gagasan-gagasan sendiri.

- Menghargai fantasi

Siswa mampu memperagakan atau membayangkan hal-hal yang belum pernah terjadi, menggunakan khayalan tetapi mengetahui perbedaan antara khayalan dan kenyataan. Siswa juga mampu menghargai fantasi dari siswa lain.

- Minat terhadap kegiatan kreatif

Siswa memiliki motivasi dan minat yang kuat dalam melakukan kegiatan-kegiatan yang melibatkan proses berpikir kreatif seperti pemecahan masalah, kegiatan laboratorium, dan kegiatan kreatif lainnya.

- Kepercayaan terhadap gagasan sendiri

Siswa tidak mudah terpengaruh pemikiran orang lain dan mampu mempertahankan gagasan sendiri berdasarkan sumber-sumber yang benar meskipun bertentangan dengan pendapat siswa yang lain.

- Kemandirian dalam memberi pertimbangan

Siswa berani memberi pertimbangan mengenai kelebihan dan kekurangan mengenai suatu jawaban, tidak takut gagal atau mendapat kritik, dan tidak ragu-ragu.

Dimensi Psikomotor (Keterampilan Kreatif)

Hasil belajar psikomotor nampak dalam bentuk keterampilan dan kemampuan bertindak individu. Menurut Simpson, ada tujuh tingkatan perilaku dari psikomotor, yakni:

- Tingkat persepsi

Tingkat persepsi mencakup kemampuan memilah-milah hal-hal secara khas dan menyadari adanya perbedaan yang khas tersebut. Misalnya pemilihan warna, angka 6, 9 dan huruf.

- Tingkat persiapan

Tingkat persiapan mencakup kemampuan penempatan diri dalam keadaan siap jika terjadi suatu gerakan atau rangkaian gerakan. Kemampuan ini mencakup jasmani dan rohani. Misalnya posisi start lomba lari.

- Gerakan terbimbing (Respon terbimbing)

Gerakan terbimbing mencakup kemampuan melakukan gerakan sesuai contoh atau gerakan peniruan. Misalnya meniru gerak tari dan membuat lingkaran di atas pola.

- Gerakan yang terbiasa

Gerakan yang terbiasa mencakup kemampuan melakukan gerakan-gerakan tanpa contoh. Misalnya melakukan lompat tinggi dengan tepat.

- Tingkat respon yang kompleks

Tingkat respon yang kompleks mencakup kemampuan melakukan gerakan atau keterampilan yang terdiri dari banyak tahap secara lancar, efisien, dan tepat. Misalnya bongkar pasang peralatan secara cepat.

- Penyesuaian pola gerak (Adaptasi)

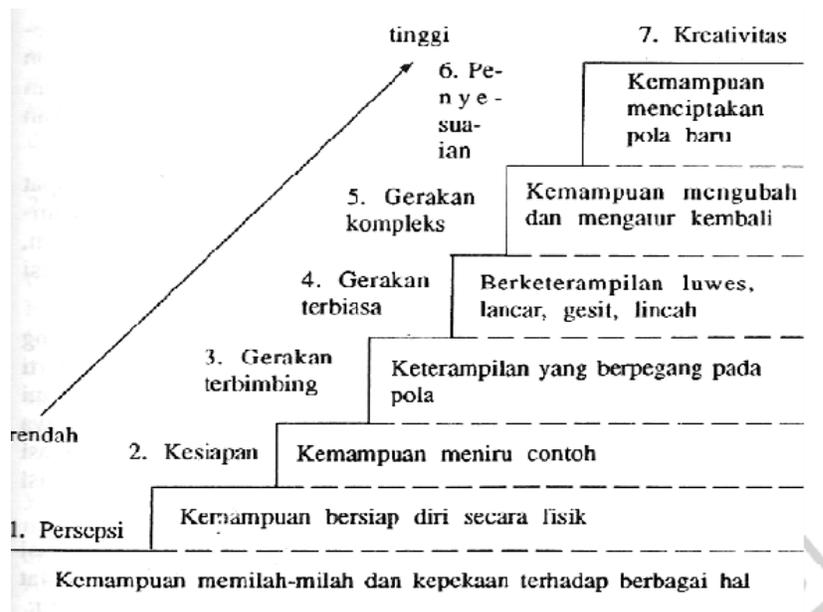
Penyesuaian pola gerakan (adaptasi) mencakup kemampuan mengadakan perubahan dan penyesuaian pola gerak-gerak dengan persyaratan khusus yang berlaku. Misalnya kemampuan bertanding.

- Tingkat kreativitas

Tingkat kreativitas ini merupakan tingkatan paling tinggi pada aspek psikomotorik. Kreativitas mencakup kemampuan melahirkan pola gerak-gerak

yang baru atas dasar prakarsa sendiri. Misalnya membuat tari kreasi baru dan membuat pola kerja baru (Dimiyati, 2010: 27-29).

Tingkatan perilaku dari psikomotor menurut Simpson digambarkan dalam bagan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bagan Jenis Perilaku dan Kemampuan Psikomotorik Taksonomi Simpson.

Gerakan kreatif merupakan gerakan-gerakan pada tingkat tertinggi untuk mengkomunikasikan peran. Semakin tinggi tingkat gerakan (kesulitan semakin tinggi) maka gerakan tersebut semakin kreatif. Pada kegiatan laboratorium siswa menentukan pola kerja atas prakarsa sendiri untuk mendapatkan data percobaan yang digunakan untuk mengkomunikasikan tujuan dari kegiatan yang dilakukan. Siswa juga diberikan kebebasan untuk memilih dan menentukan tujuan dalam kegiatan yang dilakukan. Menurut Semiawan (1987: 10), pengembangan kreativitas dalam aspek psikomotor dilakukan dengan menyediakan sarana dan

prasarana yang memungkinkan pengembangan keterampilan dalam membuat karya-karya yang produktif dan inovatif.

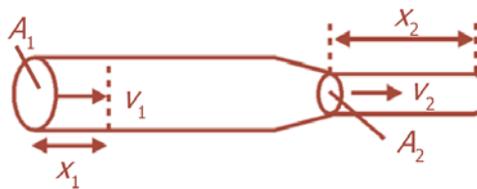
Menurut Leighbody, penilaian hasil belajar psikomotor meliputi:

- Kemampuan menggunakan alat dan sikap kerja.
- Kemampuan menganalisis suatu pekerjaan dan menyusun urutan-urutan pengerjaan.
- Kecepatan mengerjakan tugas.
- Kemampuan membaca gambar dan atau simbol.
- Keserasian bentuk dengan yang diharapkan dan atau ukuran yang telah ditentukan (Depdiknas, 2008: 5).

2.5 Materi Fluida Dinamis

Fluida dinamis adalah fluida yang mengalir atau bergerak terhadap sekitarnya.

2.5.1 Persamaan Kontinuitas



Gambar 2.2 Aliran Fluida pada Pipa yang Berbeda Luas Penampang.

Gambar 2.2 menunjukkan aliran fluida ideal dalam sebuah pipa yang berbeda penampangnya. Kecepatan fluida pada penampang A_1 adalah v_1 dan pada penampang A_2 sebesar v_2 . Dalam selang waktu waktu Δt partikel-partikel dalam fluida bergerak sejauh $x = v \Delta t$ sehingga massa fluida Δm yang melalui

penampang A_1 dalam waktu Δt adalah $\Delta m_1 = \rho \cdot V = \rho \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t$. Dengan cara yang sama, maka besarnya massa fluida Δm_2 yang melalui penampang A_2 adalah:

$$\Delta m_2 = \rho \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$$

Karena fluida ideal, maka massa fluida yang melalui penampang A_1 sama dengan massa fluida yang melalui A_2 , sehingga:

$$\Delta m_1 = \Delta m_2$$

$$\rho \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t = \rho \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan:

$$A_1 = \text{luas penampang 1 (m}^2\text{)}$$

$$A_2 = \text{luas penampang 2 (m}^2\text{)}$$

$$v_1 = \text{kecepatan aliran fluida pada penampang 1 (m/s)}$$

$$v_2 = \text{kecepatan aliran fluida pada penampang 2 (m/s)}$$

Persamaan (2.1) disebut sebagai persamaan kontinuitas.

Persamaan kontinuitas menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tunak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya.

Pada pipa yang luas penampangnya kecil, maka alirannya besar.

Hasil kali $A \cdot v$ adalah debit, yaitu banyaknya fluida yang mengalir melalui suatu penampang tiap satuan waktu. Debit dinyatakan dengan persamaan:

$$Q = A \cdot v \text{ atau } Q = \frac{A \cdot v \cdot t}{t}$$

karena $v \cdot t = x$ dan $A \cdot x = V$, maka:

$$Q = \frac{V}{t}$$

dengan:

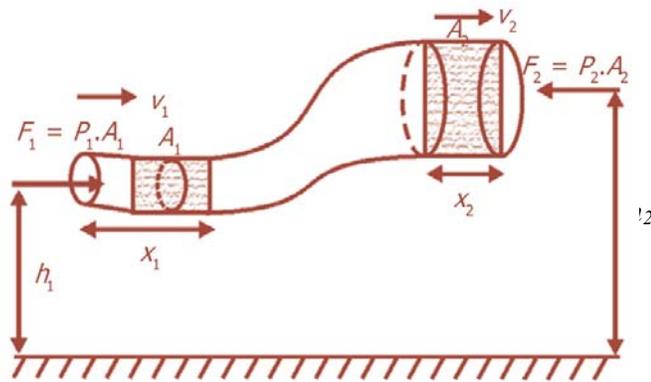
Q = debit (m^3/s)

V = volume fluida (m^3)

t = waktu (s)

2.5.2 Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli membahas hubungan antara kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi.



Gambar 2.3 Aliran Fluida pada Pipa yang Berbeda Luas Penampang dan Ketinggian.

Pada Gambar 2.3, fluida mengalir melalui pipa yang luas penampang dan ketinggiannya berbeda. Fluida mengalir dari penampang A_1 ke ujung pipa dengan penampang A_2 karena adanya perbedaan tekanan kedua ujung pipa. Apabila massa jenis fluida ρ , laju aliran fluida pada penampang A_1 adalah v_1 , dan pada penampang A_2 sebesar v_2 . Bagian fluida sepanjang $x_1 = v_1 \cdot t$ bergerak ke kanan oleh gaya $F_1 = P_1 \cdot A_1$ yang ditimbulkan tekanan P_1 . Setelah selang waktu t , bagian fluida pada penampang A_2 bergerak sejauh $x_2 = v_2 \cdot t$. Gaya F_1 melakukan usaha sebesar:

$$W_1 = +F_1 \cdot x_1 = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1$$

Sementara itu, gaya F_2 melakukan usaha sebesar:

$$W_2 = - F_2 \cdot x_2 = - P_2 \cdot A_2 \cdot x_2$$

(tanda negatif karena gaya F_2 berlawanan dengan arah gerak fluida).

Sehingga usaha total yang dilakukan adalah:

$$W = W_1 + W_2$$

$$W = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot x_2$$

karena $A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_2 = V$ dan $V = \frac{m}{\rho}$, maka:

$$W = P_1 \frac{m}{\rho} - P_2 \frac{m}{\rho} = (P_1 - P_2) \frac{m}{\rho}$$

W adalah usaha total yang dilakukan pada bagian fluida yang volumenya $V = A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_2$, yang akan menjadi tambahan energi mekanik total pada bagian fluida tersebut.

$$\begin{aligned} \Delta Em &= \Delta Ek + \Delta Ep \\ &= \left(\frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2 \right) + (mgh_2 - mgh_1) \end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} W &= \Delta Em \\ (P_1 - P_2) \frac{m}{\rho} &= \left(\frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2 \right) + (mgh_2 - mgh_1) \end{aligned}$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2 \dots\dots\dots(2.2)$$

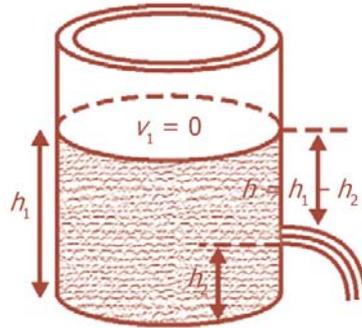
Atau di setiap titik pada fluida yang bergerak berlaku:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$$

Persamaan (2.2) disebut Persamaan Bernoulli.

Penerapan Hukum Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari diuraikan berikut ini.

Teori Toricelli



Gambar 2.4. Kecepatan Aliran Zat Cair pada Lubang yang Dipengaruhi Ketinggian Lubang.

Persamaan Bernoulli dapat digunakan untuk menentukan kecepatan zat cair yang keluar dari lubang pada dinding tabung (Gambar 2.4). Dengan menganggap diameter tabung lebih besar dibandingkan diameter lubang, maka permukaan zat cair pada tabung turun perlahan-lahan, sehingga kecepatan v_1 dapat dianggap nol.

Titik 1 (permukaan) dan 2 (lubang) terbuka terhadap udara sehingga tekanan pada kedua titik sama dengan tekanan atmosfer, $P_1 = P_2$, sehingga persamaan Bernoulli dinyatakan:

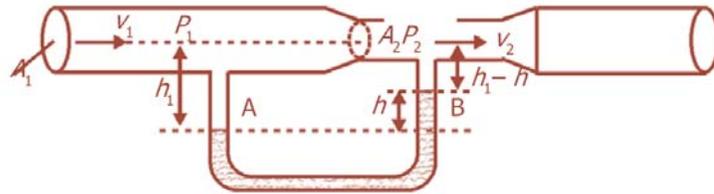
$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 = 0 + \rho g h_1$$

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g(h_1 - h_2)$$

$$v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots(2.3)$$

Persamaan (2.3) disebut teori Torricelli, yang menyatakan bahwa kecepatan aliran zat cair pada lubang sama dengan kecepatan benda yang jatuh bebas dari ketinggian yang sama.

Venturimeter



Gambar 2.5 Venturimeter Dilengkapi Manometer.

Venturimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran zat cair dalam pipa. Zat cair dengan massa jenis ρ mengalir melalui pipa yang luas penampangnya A_1 . Pada bagian pipa yang sempit memiliki luas penampang A_2 .

Venturimeter yang dilengkapi manometer yang berisi zat cair dengan massa jenis ρ_2 , seperti Gambar 2.5. Berdasarkan persamaan kontinuitas, pada titik 1 dan 2 dapat dinyatakan:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} \dots\dots\dots(2.4)$$

Berdasarkan persamaan Bernoulli, berlaku:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

karena $h_1 = h_2$, maka:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dari persamaan (2.4) dan (2.6)

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho \left[\frac{A_1^2}{A_2^2}\right] v_1^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 \left[\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_2^2}\right] \dots \dots \dots (2.6)$$

Berdasarkan persamaan tekanan hidrostatik, pada manometer berlaku:

$$P_A = P_1 + \rho g h_1$$

$$P_B = P_2 + \rho g (h_1 - h) + \rho' g h$$

Titik A dan B berada pada satu bidang mendatar, maka berlaku Hukum Pokok Hidrostatika.

$$P_A = P_B$$

$$P_1 + \rho g h_1 = P_2 + \rho g (h_1 - h) + \rho' g h$$

$$P_1 = P_2 - \rho g h + \rho' g h$$

$$P_1 - P_2 = \rho' g h - \rho g h$$

$$P_1 - P_2 = (\rho' - \rho) g h \dots \dots \dots (2.7)$$

Dari persamaan (2.6) dan (2.7), diperoleh:

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 \left[\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_2^2}\right] = (\rho' - \rho) g h$$

Sehingga

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2(\rho' - \rho) g h}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$$

dengan:

v_1 = laju aliran fluida pada pipa besar (m/s)

A_1 = luas penampang pipa besar (m²)

A_2 = luas penampang pipa kecil (m²)

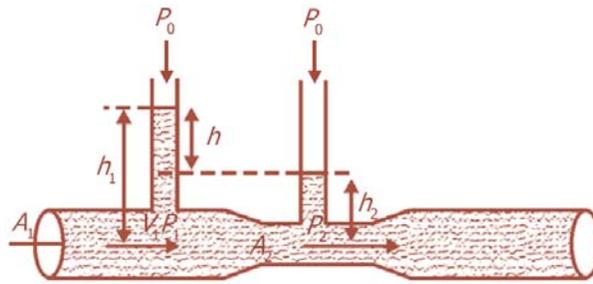
ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

ρ' = massa jenis fluida dalam manometer (kg/m^3)

h = selisih tinggi permukaan fluida pada manometer (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Venturimeter tanpa dilengkapi manometer pada dasarnya sama dengan venturimeter yang dilengkapi manometer. Perbedaannya pada tabung manometer diganti dengan pipa pengukur beda tekanan seperti pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Venturimeter Tanpa Dilengkapi Manometer.

Berdasarkan persamaan tekanan hidrostatik, maka tekanan pada titik 1 dan 2 adalah:

$$P_1 = P_0 + \rho g h_1$$

$$P_2 = P_0 + \rho g h_2$$

Selisih tekanan pada kedua penampang adalah:

$$P_1 - P_2 = \rho g (h_1 - h_2) = \rho g h \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan menggabungkan persamaan 2.6 dan 2.9 diperoleh:

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 \left[\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_2^2} \right] = \rho g h$$

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}}$$

2.6 Kerangka berpikir

Pembelajaran fisika di sekolah pada umumnya hanya menekankan pada ranah kognitif yang meliputi pengetahuan, ingatan, dan hafalan. Padahal hakikat belajar adalah suatu proses perilaku dan interaksi individu untuk menuju arah yang lebih baik. Interaksi individu menuntut adanya pengalaman fisik dan keaktifan siswa, bukan hanya kegiatan menghafal. Hal ini sejalan dengan prinsip pembelajaran fisika, bahwa sains atau fisika merupakan aktivitas sosial yang menggabungkan nilai-nilai kemanusiaan seperti rasa ingin tahu, kreativitas, imajinasi, dan keindahan. Belajar fisika harus dapat membuat siswa merasakan nilai-nilai itu sebagai bagian dari pengalamannya.

Pembelajaran kooperatif merupakan pembelajaran yang sesuai dengan kondisi siswa. Pada pembelajaran kooperatif, siswa belajar melalui kegiatan penyelidikan berkelompok yang akan membantu siswa meningkatkan interaksi individu dan menghasilkan pengalaman yang membuat pengetahuan mudah diingat dan bertahan lama.

Permasalahan pembelajaran yang lain adalah guru biasanya tidak mendorong siswa mengajukan pertanyaan dan menggunakan daya imajinasinya, mengajukan masalah-masalah sendiri, mencari jawaban-jawaban terhadap masalah atau menunjukkan banyak inisiatif. Apabila hal ini terus berlangsung maka kreativitas siswa dikhawatirkan tidak dapat berkembang. Guru harus mengupayakan pembelajaran yang memungkinkan siswa memahami dan menguasai pelajaran fisika, meningkatkan interaksi siswa, serta meningkatkan kreativitas dalam aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Model pembelajaran

yang memenuhi kriteria ini adalah model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok.

Model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok merupakan model pembelajaran berkelompok. Setiap kelompok bekerja memecahkan suatu permasalahan berdasarkan metode investigasi yang telah mereka rumuskan dan mempresentasi hasil masing-masing kelompok. Pada akhir pembelajaran guru bersama siswa melakukan evaluasi pembelajaran.

Pada pelaksanaan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok, kemampuan berpikir kreatif siswa dapat dioptimalkan dengan pemberian kesempatan dan kebebasan dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi. Pemecahan masalah dapat dilakukan dengan berbagai cara sehingga mengharuskan siswa untuk membentuk kombinasi dan merakit kembali gagasan baru dengan gagasan yang telah dimilikinya sejak semula. Berpikir kreatif dalam pemecahan masalah dapat dilakukan dengan cara berpikir lancar, berpikir luwes, berpikir rasional, keterampilan elaborasi dan keterampilan menilai.

Pada proses diskusi terjadi interaksi antar siswa dan lingkungan yang dapat membentuk sikap dan kepribadian kreatif siswa. Siswa yang bersikap dan berkepribadian kreatif merupakan siswa yang memiliki kebebasan dalam ungkapan diri, kepercayaan terhadap gagasan sendiri, kemandirian dalam memberi pertimbangan, kelenturan dalam berpikir, minat terhadap kegiatan kreatif. Minat siswa pada kegiatan kreatif ditumbuhkan melalui kegiatan laboratorium, sehingga bukan hanya sikap kreatif siswa namun keterampilan kreatif siswa dapat dikembangkan. Keterampilan kreatif siswa yang

dikembangkan meliputi menyusun tujuan praktikum, menyusun langkah kerja, menggunakan peralatan praktikum kreatif, membaca hasil praktikum /pengukuran, kelengkapan data yang diukur dan kesesuaian dengan tujuan praktikum, kecepatan mengerjakan praktikum.

Model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok sesuai bila diterapkan dalam pembelajaran fisika pada sub pokok bahasan fluida dinamis. Hal ini karena materi fluida dinamis merupakan materi yang konsep dan fenomenanya dapat langsung diamati dalam kehidupan sehari-hari. Jika permasalahan yang diungkap dekat dengan kehidupan siswa, maka siswa merasa mudah untuk menyelidiki dan menjawab permasalahan. Selain itu, banyaknya persamaan matematis pada materi fluida dinamis biasanya membuat siswa bingung dan jenuh sehingga perlu suatu pembelajaran yang membangkitkan semangat dan keaktifan siswa dalam belajar.

Pelaksanaan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dalam pembelajaran materi fluida dinamis ditunjang dengan RPP, tugas mandiri, lembar diskusi, angket, lembar observasi dan soal evaluasi di akhir topik yang disesuaikan dengan model pembelajaran. Kreativitas siswa dilatih dalam model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok melalui kegiatan penyelidikan pemecahan masalah yang tertuang dalam lembar diskusi. Kreativitas siswa dalam aspek kognitif diamati melalui tes tertulis di setiap akhir topik. Kreativitas siswa dalam aspek afektif dapat diketahui berdasarkan angket yang dibagikan kemudian diisi siswa. Kreativitas siswa dalam aspek psikomotorik dilatih melalui kegiatan laboratorium kemudian diamati melalui observasi.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Pemalang dengan alamat Jalan Jend Gatot Subroto no 51, Kabupaten Pemalang. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI IPA 3 tahun pelajaran 2011/2012 berjumlah 40 siswa, terdiri dari 16 laki-laki dan 24 perempuan.

3.2. Faktor yang Diteliti

Faktor yang diteliti dalam penelitian ini adalah :

- Pelaksanaan penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok pada sub pokok bahasan fluida dinamis dalam melatih kreativitas siswa.
- Peningkatan kreativitas siswa, meliputi dimensi kognitif yaitu berpikir kreatif, dimensi afektif yaitu sikap dan kepribadian kreatif dan dimensi psikomotor yaitu keterampilan kreatif. Dimensi kognitif diukur menggunakan tes uraian, dimensi afektif diukur menggunakan angket dan dimensi psikomotor diukur menggunakan lembar observasi.

3.3. Desain Penelitian

Desain yang digunakan pada penelitian adalah *pre experimental design* dengan jenis *one-shot case study*. Pada penelitian ini hanya menggunakan satu kelas eksperimen dan tidak menggunakan kelas kontrol. Desain penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:



(Arikunto, 2006:85)

Gambar 3.1. Desain *One-Shot Case Study*

Keterangan :

X = perlakuan/*treatment*

O = hasil sesudah perlakuan

Penelitian diawali dengan melakukan studi pendahuluan yang dilakukan dengan 3 cara untuk mencari informasi tentang data yang akan dikumpulkan. Cara pertama yang ditempuh dalam studi penelitian ini adalah mengumpulkan dokumen (*paper*) mengenai nilai hasil belajar siswa, teori dan laporan penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini. Cara kedua adalah melakukan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika mengenai metode pembelajaran yang biasa dilakukan, motivasi, minat dan perilaku siswa terhadap fisika dan situasi pembelajaran di kelas. Cara ketiga adalah peninjauan langsung ke lokasi penelitian untuk melihat secara langsung proses pembelajaran dan fasilitas pembelajaran.

Kegiatan selanjutnya adalah menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Diskusi dan Tugas Mandiri yang akan digunakan

dalam pembelajaran. Setelah RPP, Lembar Diskusi dan Tugas Mandiri dibuat, selanjutnya disusun soal tes berupa tes uraian, angket dan lembar observasi.

Pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dilakukan pada satu kelas yang telah ditentukan. Sebelum pembelajaran, siswa diberi tugas mandiri agar siswa mempelajari terlebih dahulu materi pada pembelajaran yang akan dilakukan. Kemudian siswa diberi perlakuan berupa penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok yang dilakukan selama 6 kali pertemuan yang terdiri dari 3 sub pokok bahasan yaitu debit dan asas kontinuitas, hukum Bernoulli serta Toricelli dan venturimeter. Pada akhir pembelajaran, siswa diberi postes dan lembar angket. Postes digunakan untuk mengetahui tingkat kreativitas siswa dalam dimensi kognitif dan angket digunakan untuk mengetahui tingkat kreativitas siswa dalam dimensi afektif setelah perlakuan. Penilaian lembar observasi dilakukan pada saat praktikum berlangsung untuk mengetahui tingkat kreativitas siswa dalam dimensi psikomotor. Tahap akhir dari penelitian ini adalah menganalisis data dan membahas hasil penelitian untuk mencapai kesimpulan.

3.4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

3.4.1 Tes Tertulis

Tes tertulis yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk tes uraian untuk mengetahui kemampuan kreativitas siswa dalam dimensi kognitif atau kemampuan berpikir kreatif.

Tes tertulis diujicobakan terlebih dahulu pada siswa selain objek penelitian, yaitu siswa kelas XI IPA 4 SMA Negeri 1 pemalang tanggal 7 Mei 2012. Hasil uji coba tes tertulis kemudian dianalisis berdasarkan perhitungan validitas, reliabilitas, indeks kesukaran dan daya pembeda.

Validitas

Menurut Arikunto (2007: 72), perhitungan validitas dapat dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi *product moment* dengan angka kasar sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

dengan

r_{xy} = koefisien *product moment*

$\sum X$ = skor soal

$\sum Y$ = skor total

N = jumlah sampel

Dengan taraf signifikan tertentu dari hasil perhitungan didapat $r_{hit} \geq r_{tab}$ maka dikatakan item soal nomor tersebut valid.

Hasil analisis uji coba menggunakan harga r_{tabel} dengan taraf signifikansi 5%, untuk soal topik I dari jumlah 16 soal diperoleh 10 soal yang valid dan 6 soal yang tidak valid, untuk soal topik II dari jumlah 15 soal diperoleh 10 soal yang valid dan 5 soal yang tidak valid, dan untuk soal topik III dari jumlah seluruh 14 soal diperoleh 10 soal yang valid dan 4 soal yang tidak valid. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 15, Lampiran 20 dan Lampiran 21.

Reliabilitas

Menurut Arikunto (2007: 109), rumus yang digunakan untuk mencari reliabilitas soal tes bentuk uraian adalah sebagai berikut.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right)$$

dengan

r_{11} = reliabilitas yang dicari

n = banyak item soal

$\sum \sigma_b^2$ = jumlah varian

σ_t^2 = varian total.

Varians dicari dengan menggunakan rumus:

$$\sigma_b^2 = \frac{\sum x}{N} - \frac{(\sum x)^2}{N^2}$$

Nilai r_{hitung} dibandingkan dengan harga r_{tabel} dengan taraf signifikansi 5%.

Jika nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka soal dikatakan reliabel. Hasil analisis uji coba soal uraian untuk soal topik I diperoleh $r_{11} = 0,602$; topik II diperoleh $r_{11} = 0,651$; dan topik III diperoleh $r_{11} = 0,733$. Dengan demikian soal tersebut reliabel karena $r_{11} > r_{tabel}$. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 15, Lampiran 20 dan Lampiran 21.

Tingkat Kesukaran

Menurut Arifin (2009: 135), tingkat kesukaran soal uraian dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$TK = \frac{\text{rata - rata}}{\text{skor maksimal tiap soal}}$$

Tingkat kesukaran soal dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Soal dengan $0,00 \leq TK \leq 0,3$ adalah soal sukar

Soal dengan $0,31 \leq TK \leq 0,7$ adalah soal sedang

Soal dengan $0,71 \leq TK \leq 1$ adalah soal mudah

Pada hasil analisis uji coba soal topik I diperoleh 5 soal mudah, 10 soal yang sedang, dan 1 soal sukar. Pada uji coba soal topik II diperoleh 7 soal mudah, 7 soal sedang, dan 1 soal sukar. Sedangkan uji coba soal topik III diperoleh 10 soal mudah dan 4 soal sedang. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 15, Lampiran 20 dan Lampiran 21.

Daya Pembeda

Menurut Arifin (2009: 133), daya pembeda untuk soal bentuk uraian ditentukan dengan persamaan berikut:

$$DP = \frac{\bar{X}KA - \bar{X}KB}{\text{Skor Maks}}$$

dengan

DP : daya pembeda

$\bar{X}KA$: rata- rata dari kelompok atas;

$\bar{X}KB$: rata- rata dari kelompok bawah;

Skor Maks : skor maksimum

Daya pembeda soal dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Soal dengan $DP \geq 0,4$ memiliki kriteria sangat baik

Soal dengan $0,30 \leq DP \leq 0,39$ memiliki kriteria baik

Soal dengan $0,20 \leq DP \leq 0,29$ memiliki kriteria cukup dan soal perlu perbaikan

Soal dengan $DP \leq 0,19$ memiliki kriteria kurang baik dan soal harus dibuang

Dari hasil analisis, soal topik I diperoleh 6 soal dalam kriteria baik, 4 soal dalam kriteria cukup, dan 6 soal soal dalam kriteria kurang baik sehingga dibuang. Pada soal topik II diperoleh 1 soal dalam kriteria baik, 9 soal dalam kriteria cukup, dan 5 soal soal dalam kriteria kurang baik sehingga dibuang. Pada soal topik III diperoleh 4 soal dalam kriteria baik, 6 soal dalam kriteria cukup, dan 4 soal soal dalam kriteria kurang baik sehingga dibuang. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 15, Lampiran 20 dan Lampiran 21.

3.4.2 Angket

Angket dibagikan kepada siswa kemudian diisi oleh siswa di akhir pembelajaran pada setiap topik. Angket ini digunakan untuk mengetahui kreativitas siswa dalam dimensi afektif atau sikap dan kepribadian kreatif.

Angket diujicobakan terlebih dahulu pada siswa selain objek penelitian, yaitu siswa kelas XI IPA 4 dan XI IPA 5 SMA Negeri 1 pemalang tanggal 7 Mei 2012. Hasil uji coba angket kemudian dianalisis berdasarkan perhitungan validitas, dan reliabilitas.

Validitas

Perhitungan validitas angket dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi *product moment* dengan angka kasar seperti perhitungan validitas pada tes uraian.

Hasil analisis uji coba untuk angket, dari jumlah 27 pernyataan diperoleh 19 pernyataan yang valid dan 8 pernyataan yang tidak valid. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 32.

Reliabilitas

Perhitungan reliabilitas angket dilakukan dengan menggunakan persamaan yang sama dengan perhitungan reliabilitas pada tes uraian.

Hasil analisis uji coba angket diperoleh $r_{11} = 0,749$. Dengan demikian angket tersebut reliabel karena $r_{11} > r_{tabel}$. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 32.

3.4.3 Observasi

Observasi yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah observasi langsung yang berarti mengadakan pengamatan secara langsung terhadap subyek yang diteliti selama proses pembelajaran berlangsung.. Hasil observasi diisikan pada lembar observasi. Lembar observasi ini digunakan untuk mengetahui kreativitas siswa dalam dimensi psikomotor atau keterampilan kreatif.

Untuk mengetahui validitas instrumen yang berupa lembar observasi, dalam penelitian ini digunakan validitas konstruksi (*construct validity*). Menurut Arikunto (2007: 65), kevalidan suatu instrumen dapat terpenuhi karena instrumen tersebut telah dirancang dengan baik, mengikuti teori dan ketentuan yang ada. Instrumen yang disusun penulis berdasarkan teori penyusunan instrumen dan telah dikonsultasikan dengan dosen pembimbing sebagai tenaga ahli, sehingga secara logis sudah valid. Dengan demikian dapat disimpulkan jika validitas konstruksi

terpenuhi maka instrumen tidak perlu diuji kondisinya tetapi langsung digunakan setelah instrumen tersebut disusun.

3.5. Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menghitung kreativitas siswa dalam dimensi kognitif, afektif dan psikomotorik.

3.5.1. Analisis Tes Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif

Kemampuan berpikir kreatif siswa, dihitung dengan rumus :

$$Nilai = \frac{\sum skor \text{ yang diperoleh}}{\sum skor \text{ maksimal}} \times 100$$

(Arikunto, 2007: 236)

Kemampuan berpikir kreatif dibedakan mejadi 4 kategori :

$81,25 < x \leq 100$: kategori sangat kreatif

$62,50 < x \leq 81,25$: kategori kreatif

$43,75 < x \leq 62,50$: kategori kurang kreatif

$25,00 < x \leq 43,75$: kategori sangat kurang kreatif

Dengan x adalah nilai yang diperoleh siswa (Tim Peneliti Program Pasca Sarjana UNY dalam Salik (2008)).

3.5.2. Analisis Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif

Kreativitas siswa dalam dimensi afektif diukur menggunakan angket.

Menurut Azwar (2011: 156), perhitungan kreativitas siswa dalam dimensi afektif dilakukan dengan menggunakan teknik skala model Likert dengan persamaan:

$$T = 50 + 10 \left[\frac{X - \bar{X}}{s} \right]$$

dengan

\bar{X} = mean skor kelompok

X = skor responden pada skala sikap yang hendak diubah menjadi skor T

s = deviasi standar kelompok

Untuk menentukan kategori data kreativitas siswa dalam aspek afektif dilakukan dengan menggunakan analisis deskriptif presentase melalui langkah sebagai berikut:

- 1) Menentukan persentase skor ideal (skor maksimal)

$$\begin{aligned} \% \text{ skor ideal} &= \frac{\text{skor maks}}{\text{skor maks}} \times 100\% \\ &= \frac{4,7}{4,7} \times 100\% = 100\% \end{aligned}$$

- 2) Menentukan persentase skor terendah (skor minimal)

$$\begin{aligned} \% \text{ skor terendah} &= \frac{\text{skor minimal}}{\text{skor maks}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{4,7} \times 100\% = 0\% \end{aligned}$$

- 3) Menentukan range persentase = 100% - 0% = 100%

- 4) Menentukan banyak interval yang dikehendaki = 5

- 5) Menentukan lebar interval = 100% : 5 = 20%

Menentukan deskripsi kualitatif untuk setiap interval. Berdasarkan perhitungan di atas, maka kriteria penilaian untuk kreativitas dalam ranah afektif adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Kriteria Penilaian Kreativitas dalam Dimensi Afektif

Nilai	Kriteria
$81\% \leq T \leq 100\%$	Sangat kreatif
$61\% \leq T \leq 80\%$	Kreatif
$41\% \leq T \leq 60\%$	Cukup kreatif
$21\% \leq T \leq 40\%$	Kurang kreatif
$0\% \leq T \leq 20\%$	Tidak kreatif

3.5.3. Analisis Kreativitas Siswa dalam Dimensi Psikomotor

Data hasil observasi kreativitas siswa dalam dimensi psikomotor dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Nilai} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100$$

(Arikunto, 2007: 236)

Untuk menentukan kategori data kreativitas siswa dalam dimensi psikomotor dilakukan menggunakan skala penilaian dengan 5 kategori. Menurut Arifin (2009, 234), cara menentukan rentang skor skala penilaian pada penilaian psikomotor adalah:

- 1) Menentukan skor terendah = $1 \times 6 = 6$
- 2) Menentukan skor tertinggi = $3 \times 6 = 18$
- 3) Menentukan interval skor terendah dan tertinggi = $18 - 6 = 12$
- 4) Menentukan interval nilai tiap kategori pada skala penilaian dengan cara membagi interval skor terendah dan tertinggi dengan jumlah kategori = $\frac{12}{5} =$

2,4

Berdasarkan perhitungan di atas, maka kriteria penilaian kreativitas dalam dimensi psikomotor ditentukan sebagai berikut:

Tabel 3.2. Kriteria Penilaian Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor

Skor	Kriteria
$15,7 \leq \text{skor} \leq 18$	Sangat kreatif
$13,3 \leq \text{skor} \leq 15,6$	Kreatif
$10,9 \leq \text{skor} \leq 13,2$	Cukup kreatif
$8,5 \leq \text{skor} \leq 10,8$	Kurang kreatif
$6 \leq \text{skor} \leq 8,4$	Tidak kreatif

3.5.4. Analisis Persentase Ketuntasan Hasil Belajar

Persentase ketuntasan belajar siswa secara klasikal dihitung dengan menggunakan rumus deskriptif persentase sebagai berikut :

$$\text{Tingkat ketuntasan belajar} = \frac{\sum \text{siswa yang tuntas belajar}}{\sum \text{siswa}} \times 100\%$$

(Aqib, 2010: 41)

3.5.5. Analisis Peningkatan Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif, Afektif dan Psikomotorik

Peningkatan kreativitas siswa dalam dimensi kognitif, afektif, dan psikomotorik dari satu topik ke topik berikutnya dihitung menggunakan uji gain dengan rumus:

$$(g) = \frac{(S_{post}) - (S_{pre})}{100\% - (S_{pre})}$$

dengan

g (gain) = gain ternormalisasi (normal gain)

S_{pre} = nilai rata-rata pada topik I

S_{post} = nilai rata-rata pada topik II

Savinainen & Scott mengklasifikasikan g (gain) sebagai berikut:

g tinggi = $(g) \geq 0,7$

g sedang = $0,3 \leq (g) < 0,7$

g rendah = $(g) < 0,3$

(Wiyanto, 2008: 86)

3.6 Indikator Keberhasilan

Indikator keberhasilan dalam pembelajaran ini tercermin dari adanya peningkatan hasil belajar siswa pada setiap topik berupa peningkatan kreativitas siswa dalam dimensi kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Berdasarkan penilaian aspek kemampuan kognitif di SMA Negeri 1 Pemalang, siswa dikatakan tuntas belajar jika hasil belajar siswa mencapai 75% secara individual. Menurut Mulyasa (2007: 254), keberhasilan pembelajaran untuk aspek kemampuan berpikir atau kemampuan kognitif siswa dapat diketahui dari hasil tes, jika hasil belajar siswa mencapai 85% secara klasikal maka pembelajaran telah berhasil. Pada penilaian aspek afektif dan aspek psikomotorik, seorang siswa dikatakan tuntas belajar jika hasil belajar siswa mencapai 75% secara individual dan ketuntasan klasikal 75% (Mulyasa, 2007: 256-257).

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1.1. Deskripsi Proses Pembelajaran Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok dalam Melatih Kreativitas Siswa

Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dalam penelitian pada materi sub pokok bahasan fluida dinamis dilakukan dalam tiga topik. Topik I membahas materi debit dan asas kontinuitas, topik II membahas materi hukum Bernoulli dan topik III membahas materi teori Toricelli dan venturimeter. Pelaksanaan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dalam penelitian ini ditunjang dengan RPP, tugas mandiri, lembar diskusi, angket, lembar observasi dan soal evaluasi di akhir topik.

Adapun sintaks pembelajaran dengan penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dalam penelitian ini yaitu:

- Guru melakukan tanya jawab dengan siswa tentang permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi.
- Guru meminta siswa mengumpulkan tugas yang diberikan sebelumnya mengenai pemahaman materi yang akan dipelajari kemudian melakukan apersepsi berkaitan dengan materi yang akan dibahas.

- Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari empat siswa dan membagikan lembar diskusi kepada tiap kelompok.
- Setiap kelompok memilih referensi buku atau sumber belajar lain yang dapat digunakan untuk menjawab permasalahan dalam lembar diskusi. (Pada pertemuan sebelumnya siswa diberi tugas untuk membawa buku dan artikel dari internet atau majalah yang membahas materi pembelajaran).
- Siswa melakukan diskusi untuk menjawab pertanyaan yang tertera pada lembar diskusi, selanjutnya siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas secara bergantian.
- Guru membimbing siswa melalui diskusi kelas untuk mengambil kesimpulan tentang materi pembelajaran.
- Kegiatan pembelajaran dilanjutkan dengan kegiatan praktikum jika materi memungkinkan untuk dilaksanakan praktikum sederhana.
- Guru membimbing siswa melalui diskusi kelas untuk menentukan tujuan, langkah kerja dan cara analisis data dalam kegiatan praktikum mengenai materi yang telah dipelajari siswa.
- Siswa melakukan kegiatan praktikum secara berkelompok dengan bimbingan guru kemudian siswa menganalisis hasil praktikum, membuat kesimpulan, menyusun laporan.
- Siswa mempresentasikan laporan hasil praktikum di depan kelas secara bergantian.
- Guru membimbing siswa untuk membuat kesimpulan dan mengevaluasi kegiatan praktikum yang telah dilakukan siswa.

- Siswa mengerjakan soal evaluasi di akhir topik.

Pada penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok berdasarkan sintaks di atas, siswa dilatih belajar secara mandiri. Pada pembelajaran ini siswa juga diberi kebebasan untuk menentukan sendiri berbagai referensi sumber belajar, cara pemecahan masalah, cara analisis dan kegiatan laboratorium. Kegiatan pembelajaran ini sejalan dengan pendapat Dimiyati (2010: 116) bahwa belajar menyangkut apa yang harus dikerjakan murid-murid untuk dirinya sendiri sehingga inisiatif pun harus datang dari murid-murid sendiri. Guru adalah pembimbing dan pengarah yang mengemudikan perahu, tetapi tenaga untuk menggerakkan perahu tersebut haruslah berasal dari murid yang belajar.

Pada pembelajaran ini siswa diberi kebebasan sehingga siswa dapat melatih dan meningkatkan kreativitas siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Munandar (2009: 116) bahwa strategi mengajar yang dapat meningkatkan kreativitas salah satunya adalah memberikan kesempatan kepada anak untuk memilih topik atau kegiatan belajar sampai batas tertentu. Selain itu menurut Lubis, salah satu prasyarat utama bagi berkembangnya kreativitas suatu bangsa adalah kebebasan (Munandar, 2009: 127).

Siswa antusias mengikuti kegiatan presentasi dengan aktif bertanya, menjawab maupun menanggapi presentasi kelompok lain. Siswa semakin merasa bebas mengungkapkan dan mengekspresikan diri serta tidak merasa takut mengemukakan pendapat sehingga kreativitas siswa dapat berkembang. Hal ini disebabkan karena guru selalu mendorong dan memberikan bimbingan kepada siswa. Menurut Rogers, sumber dari kreativitas adalah kecenderungan untuk

mengaktualisasi diri, mewujudkan potensi, dorongan untuk berkembang dan menjadi matang, kecenderungan untuk mengekspresikan dan mengaktifkan semua kemampuan organisme (Munandar, 2009: 18).

Model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok menggunakan sintaks pembelajaran di atas dapat melatih dan meningkatkan kreativitas. Hal ini sejalan dengan pendapat Mafune bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* dapat dipakai guru untuk mengembangkan kreativitas siswa baik secara perorangan maupun kelompok (Rusman, 2010: 222). Selain itu berdasarkan penelitian Utama (2007) terhadap mahasiswa, menyatakan bahwa penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan prestasi akademik mahasiswa.

4.1.2. Kreativitas dalam Dimensi Kognitif

Kreativitas dalam dimensi kognitif diukur menggunakan tes tertulis pada akhir pembelajaran tiap topik. Analisis tes berdasarkan kriteria kemampuan berpikir kreatif siswa meliputi: berpikir lancar (*fluency*), berpikir luwes (*flexibility*), berpikir rasional, keterampilan elaborasi dan keterampilan menilai (mengevaluasi). Rekapitulasi kreativitas siswa dalam aspek kognitif pada topik I, II dan III dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif

No	Kemampuan	Topik I	Topik II	Topik III
		Nilai rata-rata tiap aspek	Nilai rata-rata tiap aspek	Nilai rata-rata tiap aspek
1	Berpikir lancar (<i>fluency</i>)	75,42	85	88,38
2	Berpikir luwes (<i>flexibility</i>)	70,63	81,88	98,46
3	Berpikir rasional	65	71,88	90,79
4	Keterampilan elaborasi	74,79	91,04	71,38
5	Keterampilan menilai (mengevaluasi)	81,67	74,58	93,86
	Rata-rata	73,5	80,88	88,58
	Nilai tertinggi	88,33	91,67	91,67
	Nilai terendah	55	60	65,83
	Nilai rata-rata	73,5	80,88	88,58
	Ketuntasan klasikal (%)	52,5	72,5	87,5
	<i>Gain score (g)</i>	0,100 (rendah)		0,095 (rendah)

Hasil perhitungan nilai ini dikategorikan seperti disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Kategori Kreativitas dalam Dimensi Kognitif

Kategori	Topik I	Topik II	Topik III
	Jumlah siswa (%)	Jumlah siswa (%)	Jumlah siswa (%)
Sangat Kreatif	32,5	67,5	80
Kreatif	52,5	27,5	20
Kurang Kreatif	15	5	0
Sangat Kurang Kreatif	0	0	0

Rekapitulasi nilai lembar diskusi kelompok pada topik I, II dan III dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Nilai Lembar Diskusi Kelompok

	Topik I	Topik II	Topik III
Nilai tertinggi	96	80	95
Nilai terendah	58	55	70
Nilai rata-rata	77,8	69,8	82,6
Ketuntasan klasikal (%)	80	30	90

Berdasarkan data yang diperoleh, terlihat bahwa kreativitas dalam dimensi kognitif atau berpikir kreatif meningkat pada topik II dan topik III. Peningkatan kemampuan berpikir kreatif juga terlihat seiring dengan meningkatnya jumlah siswa yang termasuk kategori sangat kreatif dan kreatif dalam klasifikasi kemampuan berpikir kreatif.

Kemampuan berpikir lancar pada topik I telah mencapai indikator keberhasilan. Hal ini disebabkan pada proses diskusi tiap siswa memiliki pola pikir yang berbeda dalam memecahkan masalah sehingga dari diskusi akan didapatkan berbagai cara dan jawaban sebagai solusi dari permasalahan, artinya siswa dituntut untuk berpikir divergen. Proses berpikir divergen dapat melatih kreativitas siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Diakidoy & Constantinou (2001) bahwa berpikir divergen merupakan komponen dasar dari kreativitas dan merupakan kebalikan dari berpikir konvergen. Pada topik II dan III kemampuan berpikir lancar mengalami peningkatan. Peningkatan ini disebabkan oleh kegiatan diskusi dalam pembelajaran yang membuat siswa dapat lebih bebas untuk mengemukakan berbagai pendapat dan cara penyelesaian masalah yang dihadapi. Hal ini sesuai dengan pendapat Satiadarma (2003: 119-120) bahwa metode atau teknik belajar kreatif berorientasi pada pengembangan potensi berpikir siswa,

yakni mengaktifkan fungsi berpikir divergen melalui teknik-teknik seperti sumbang saran, daftar penulisan gagasan, dan teknik pemecahan masalah yang merangsang siswa untuk berpikir tentang berbagai kemungkinan yang dapat dilakukan (berpikir divergen).

Kemampuan berpikir luwes, berpikir rasional dan berpikir elaborasi siswa pada topik I belum memenuhi indikator yang telah ditetapkan. Hal ini disebabkan kemampuan kreatif siswa belum terbiasa dilatih dengan model pembelajaran yang diterapkan. Hal ini sejalan dengan pendapat Awang & Ramly (2008: 22) bahwa kreativitas harus dipraktekkan sampai pemikiran kita menjadi nyaman dengan teknik berpikir kreatif. Pada topik II dan III kemampuan berpikir luwes, berpikir rasional dan berpikir elaborasi siswa semakin meningkat. Peningkatan tersebut terjadi karena siswa telah terbiasa dengan model pembelajaran yang diterapkan.

Kemampuan menilai pada topik I sudah memenuhi indikator keberhasilan karena pembelajaran dilakukan melalui diskusi kelompok. Melalui diskusi kelompok, siswa lebih aktif mengemukakan pendapat dan bekerjasama sehingga siswa lebih mudah untuk menyimpulkan mengenai pemecahan suatu masalah. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata lembar diskusi dan ketuntasan klasikal siswa yang telah mencapai indikator ketuntasan. Selain itu, sejalan dengan penelitian Aziz *et al.* (2006: 98) bahwa dalam diskusi kelompok, kemampuan kerjasama siswa dapat meningkat. Peningkatan rata-rata kemampuan kerjasama siswa ini terjadi karena selama pembelajaran siswa terlibat aktif. Potensi siswa lebih diberdayakan dengan dihadapkan pada keterampilan-keterampilan sosial yang mengakibatkan siswa

secara aktif menemukan konsep melalui kerjasama serta mengkomunikasikan hasil fikirannya kepada orang lain.

Kemampuan elaborasi menurun dari topik II ke topik III. Hal ini disebabkan siswa mengalami kesulitan dalam melakukan penurunan rumus dan analisis data pada materi hukum Toricelli dan venturimeter. Siswa kesulitan memerinci dan menggambarkan secara lebih jelas langkah penurunan persamaan secara sistematis. Kemampuan evaluasi juga menurun dari topik I ke topik II karena materi hukum Bernoulli merupakan hukum fisika yang bersifat abstrak. Hukum Bernoulli didapatkan berdasarkan penurunan matematis. Siswa merasa kesulitan karena kurang menguasai kemampuan matematis yang terlihat dari nilai rata-rata lembar diskusi dan ketuntasan klasikal yang belum memenuhi indikator keberhasilan. Hal ini sejalan dengan pendapat Mundilarto (2003: 18) bahwa dalam memecahkan soal fisika seringkali juga diperlukan perhitungan-perhitungan matematis sebagai konsekuensi penggunaan rumus-rumus fisika. Hal ini sebagian besar akan menimbulkan kesulitan tersendiri.

Dari hasil analisis pada Tabel 4.1 diketahui bahwa ketuntasan klasikal kreativitas siswa dalam dimensi kognitif siswa pada topik I dan topik II belum memenuhi indikator keberhasilan karena ketuntasan klasikal belum mencapai 85%. Pembelajaran pada topik I dan topik II belum mencapai hasil yang diharapkan karena siswa siswa belum terbiasa dengan langkah-langkah pembelajaran menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Anni (2009: 2-3) bahwa belajar merupakan perubahan perilaku yang terjadi karena didahului oleh pengalaman.

Pada topik III ketuntasan klasikal kreativitas siswa pada dimensi kognitif telah mencapai indikator keberhasilan. Hal ini dikarenakan siswa sudah mulai terbiasa dengan model pembelajaran yang diterapkan. Sebagian besar siswa sudah dapat berdiskusi secara kelompok maupun kelas secara baik. Selain itu pencapaian ketuntasan klasikal dan peningkatan kreativitas siswa pada topik III dapat terjadi karena guru selalu memberikan dorongan dan motivasi kepada siswa. Hal ini sesuai dengan pendapat Munandar (2009: 109-110) bahwa cara membangkitkan kreativitas di sekolah adalah dengan mendorong motivasi intrinsik siswa dan guru menggunakan falsafah mengajar yang mendorong anak secara keseluruhan. Falsafah mengajar tersebut memiliki prinsip bahwa belajar adalah sangat penting, anak patut dihargai, anak hendaknya menjadi pelajar yang aktif, anak perlu merasa nyaman, anak harus mempunyai rasa memiliki, guru merupakan narasumber.

Ketuntasan kemampuan kreativitas siswa dalam aspek kognitif dan peningkatan jumlah siswa yang masuk dalam kriteria kreatif dan sangat kreatif membuktikan bahwa dengan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dapat digunakan sebagai salah satu model pembelajaran untuk meningkatkan kreativitas dalam aspek kognitif yaitu kemampuan berpikir kreatif. Hal ini sejalan dengan penelitian Utama (2007) terhadap mahasiswa yang menyatakan bahwa penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan prestasi akademik mahasiswa. Selain itu menurut Mafune, model pembelajaran kooperatif

tipe *group investigation* dapat dipakai guru untuk mengembangkan kreativitas siswa baik secara perorangan maupun kelompok (Rusman, 2010: 222).

Peningkatan kreativitas dalam dimensi kognitif pada topik I ke topik II dan dari topik II ke topik III termasuk dalam kriteria rendah. Hal ini disebabkan pengembangan kreativitas siswa membutuhkan waktu yang cukup lama dan terus menerus. Hal ini sejalan dengan pendapat Khanafiyah & Rusilowati (2010) bahwa untuk meningkatkan kreativitas secara maksimal, pembelajaran perlu dilakukan secara bertahap dan terus menerus.

4.1.3. Kreativitas dalam Dimensi Afektif

Penilaian hasil belajar afektif meliputi penilaian terhadap kebebasan dalam ungkapan diri, kepercayaan terhadap gagasan sendiri, kemandirian dalam memberi pertimbangan, kelenturan dalam berpikir dan minat terhadap kegiatan kreatif. Hasil analisis angket disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Skor Angket Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif

Keterangan	Topik I	Topik II	Topik III
	Skor rata-rata	Skor rata-rata	Skor rata-rata
1. Kebebasan dalam ungkapan diri	1,81	2,20	2,58
2. Kepercayaan terhadap gagasan sendiri	1,75	2,03	2,39
3. Kemandirian dalam memberi pertimbangan	2,51	2,80	2,92
4. Kelenturan dalam berpikir	2,17	2,49	2,68
5. Minat terhadap kegiatan kreatif	1,70	2,04	2,17
Rata-rata	2	2,31	2,55
Skor tertinggi	43,85	56,10	62,81
Skor terendah	25,97	31,37	40,18
Skor rata-rata	36,64	42,85	47,92
<i>Gain score (g)</i>	0,173 (rendah)	0,117 (rendah)	0,310 (sedang)

Hasil analisis nilai angket siswa menggunakan teknik skala Likert dikategorikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.5. Kategori Kreativitas dalam Dimensi Afektif Menggunakan Teknik Skala Likert

Skor T	Kategori	Topik I	Topik II	Topik III
		Jumlah siswa (%)	Jumlah siswa (%)	Jumlah siswa (%)
99,89 – 124,88	Sangat Kreatif	0	0	5
74,92 – 99,88	Kreatif	0	7,5	12,5
49,95 – 74,91	Cukup Kreatif	37,5	37,5	40
24,98 – 49,94	Kurang Kreatif	45	47,5	42,5
0 – 24,97	Tidak kreatif	17,5	7,5	0

Berdasarkan hasil analisis data, kreativitas siswa dalam aspek afektif dari topik I ke topik II dan dari topik II ke topik III mengalami peningkatan. Peningkatan ini terjadi karena selama proses pembelajaran guru menggunakan pendekatan empat P sebagai unsur penting dari kreativitas. Pendekatan empat P meliputi pengembangan kreativitas ditinjau dari aspek pribadi, pendorong, proses dan produk. Hal ini sejalan dengan pendapat Rhodes tentang kreativitas bahwa pada umumnya kreativitas dirumuskan dalam istilah pribadi (*person*), proses dan produk. Kreativitas dapat pula ditinjau dari kondisi pribadi dan lingkungan yang mendorong (*press*). Rhodes menyebut keempat definisi tentang kreativitas ini sebagai “*Four P’s of Creativity: Person, Process, Press, Product*” (Munandar, 2009: 20).

Melalui aspek pribadi, guru memahami bahwa setiap siswa merupakan pribadi-pribadi unik dengan bakatnya masing-masing. Guru menghargai keunikan

pribadi dengan memberikan kebebasan pada siswa untuk bertanya, memberikan pendapat dan mengembangkan ide-idenya dalam proses diskusi dan presentasi di kelas. Hal ini sejalan dengan pendapat Munandar (2009: 45) bahwa setiap orang pada dasarnya memiliki bakat kreatif dan kemampuan untuk mengungkapkan dirinya secara kreatif, meskipun masing-masing dalam bidang dan dalam kadar yang berbeda-beda. Pada dunia pendidikan yang paling penting ialah bahwa bakat tersebut dapat dan perlu dikembangkan dan ditingkatkan.

Melalui aspek pribadi, guru membimbing siswa untuk memecahkan permasalahan dan melakukan kegiatan praktikum dengan langkah-langkah sesuai dengan metode ilmiah. Hal ini bertujuan agar siswa dapat memecahkan permasalahan secara sistematis dan sesuai dengan kaidah ilmiah. Perilaku guru ini sesuai dengan pendapat Torrance (Munandar, 2009: 21) bahwa kreativitas pada dasarnya menyerupai langkah-langkah dalam metode ilmiah yang meliputi seluruh proses kreatif dan ilmiah mulai dari menyampaikan masalah sampai dengan menyampaikan hasil.

Selanjutnya berdasarkan aspek pendorong, guru memberikan dorongan positif kepada siswa karena menurut Satiadarma (2003: 117), terlepas dari seberapa jauh prestasi anak memenuhi standar orang dewasa, mereka harus didorong untuk kreatif dan bebas dari ejekan dan kritik yang sering kali dilontarkan pada anak yang kreatif. Guru juga mendorong siswa untuk percaya pada kemampuan sendiri karena menurut Munandar (2009: 12), suasana non-otoriter, ketika belajar atas prakarsa sendiri dapat berkembang, ketika guru menaruh kepercayaan terhadap kemampuan anak untuk berpikir dan berani

mengemukakan gagasan baru serta ketika anak diberi kesempatan untuk bekerja sesuai dengan minat dan kebutuhannya maka kemampuan kreatif dapat tumbuh dengan subur.

Dorongan yang diberikan guru juga dapat mamupuk semangat siswa untuk membuat produk-produk secara kreatif karena menurut Munandar (2009: 46), jika siswa memiliki bakat dan diberi dorongan (internal maupun eksternal) untuk bersibuk diri secara kreatif, maka produk-produk kreatif yang bermakna dengan sendirinya akan timbul.

Pengembangan kreativitas dalam dimensi afektif sangat penting dilakukan karena menurut Munandar (2009: 11), pengembangan kreativitas siswa tidak hanya memperhatikan pengembangan kemampuan berpikir kreatif tetapi juga pemupukan sikap dan ciri-ciri kepribadian kreatif.

Peningkatan kreativitas dalam dimensi afektif pada topik I ke topik II dan dari topik II ke topik III termasuk dalam kriteria rendah. Hal ini disebabkan pengembangan kreativitas siswa membutuhkan waktu yang cukup lama dan terus menerus. Hal ini sejalan dengan penelitian Khanafiyah (2010) bahwa untuk meningkatkan kreativitas secara maksimal, pembelajaran perlu dilakukan secara bertahap dan terus menerus.

4.1.4. Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor

Penilaian kreativitas dalam dimensi psikomotor meliputi penilaian terhadap kegiatan menyusun tujuan praktikum, menyusun langkah kerja, menggunakan peralatan praktikum kreatif, membaca hasil praktikum atau pengukuran, kelengkapan data yang diukur dan kesesuaian dengan tujuan

praktikum, serta kecepatan mengerjakan praktikum. Penilaian dilakukan dengan menggunakan metode observasi selama pembelajaran berlangsung. Hasil observasi dan analisis data disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Psikomotor

Keterangan	Topik I	Topik II
	Nilai rata-rata	Nilai rata-rata
Kreativitas dalam dimensi psikomotor	1. Menyusun tujuan praktikum	93,3
	2. Menyusun langkah kerja	73,3
	3. Menggunakan peralatan praktikum kreatif	36,7
	4. Membaca hasil praktikum /pengukuran	80
	5. Kelengkapan data yang diukur dan kesesuaian dengan tujuan praktikum	83,3
	6. Kecepatan mengerjakan praktikum	66,7
Rata-rata	62,78	81,67
Nilai tertinggi	77,78	88,89
Nilai terendah	50	72,22
Nilai rata-rata	62,78	81,67
Ketuntasan klasikal (%)	20	80
<i>Gain score(g)</i>	0,301 (sedang)	

Hasil perhitungan nilai ini dikategorikan seperti disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Kategori Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor

Kategori	Topik I	Topik III
	Jumlah siswa (%)	Jumlah siswa (%)
Sangat Kreatif	0	20
Kreatif	20	60
Cukup Kreatif	50	20
Kurang Kreatif	30	0
Tidak Kreatif	0	0

Berdasarkan hasil pengamatan pada topik I, aspek menyusun tujuan praktikum, menyusun langkah kerja dan menggunakan peralatan kreatif belum memenuhi indikator ketuntasan. Hasil ini disebabkan siswa belum terlatih untuk bekerja melalui proses kreatif sehingga siswa kurang memiliki inisiatif dalam melakukan kegiatan praktikum. Hal ini sejalan dengan pendapat Simpson bahwa kreativitas dalam taksonomi kemampuan psikomotor mencakup kemampuan melahirkan pola gerak-gerak yang baru atas dasar prakarsa sendiri (Dimiyati, 2010: 27-29). Pada topik III aspek-aspek tersebut meningkat karena siswa telah memiliki inisiatif untuk melahirkan pola-pola kerja sendiri.

Aspek membaca hasil praktikum/pengukuran dan kelengkapan data yang diukur pada topik I telah mencapai indikator ketuntasan karena alat pengukuran yang digunakan memiliki skala yang jelas dan mudah digunakan siswa. Pada topik I siswa mengukur volume menggunakan gelas ukur berskala dan mengukur waktu menggunakan stopwatch. Ketelitian pengukuran dipengaruhi oleh kemampuan siswa dalam penggunaan alat ukur. Hal ini sejalan dengan pendapat Dimiyati (2009: 144) bahwa mengukur merupakan kegiatan membandingkan sesuatu yang diukur dengan satuan ukur tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Kegiatan mengukur erat kaitannya dengan penggunaan alat ukur. Sedangkan pada topik III aspek membaca hasil praktikum/pengukuran mengalami penurunan, hal ini dikarenakan siswa menggunakan skala yang kecil yaitu millimeter dalam mengukur diameter selang menggunakan penggaris. Siswa kesulitan sehingga ketelitian siswa dalam pengukuran kurang.

Pada topik I, nilai aspek kecepatan mengerjakan praktikum belum memenuhi indikator ketuntasan karena banyak kelompok yang belum dapat menyelesaikan praktikum sehingga guru memberikan waktu tambahan sampai semua siswa selesai melakukan praktikum. Guru berusaha menghindari kegiatan yang dapat membatasi pertumbuhan kreativitas siswa yaitu dengan membatasi waktu praktikum. Hal ini karena menurut Satiadarma (2003: 117), untuk menjadi kreatif, kegiatan anak seharusnya jangan diatur sedemikian rupa sehingga hanya sedikit waktu bebas bagi mereka untuk bermain-main dengan gagasan-gagasan dan konsep-konsep dan mencobanya dalam bentuk baru dan orisinal. Pada topik III, kreativitas siswa sudah mulai terbentuk sehingga siswa lebih cepat dalam mengerjakan praktikum meskipun beberapa kelompok masih memerlukan waktu tambahan untuk menyelesaikan praktikum.

Pada topik III, aspek penggunaan alat praktikum yang dibuat siswa sendiri secara kreatif semakin meningkat. Hal ini karena guru selalu memberi dorongan, bimbingan serta berusaha memfasilitasi siswa untuk menghasilkan suatu produk secara kreatif. Hal ini sejalan dengan pendapat Satiadarma (2003: 10) bahwa pengembangan kreativitas dalam dimensi psikomotorik dilakukan dengan menyediakan sarana dan prasarana pendidikan yang memungkinkan siswa mengembangkan keterampilannya dalam membuat karya-karya yang produktif dan inovatif.

Kegiatan laboratorium yang dilakukan merupakan kegiatan pendalaman materi dengan memberikan pengalaman langsung kepada siswa dalam pembelajaran sehingga materi akan lebih mudah diingat dan bertahan lama. Hal

ini sejalan dengan pendapat Mundilarto (2003: 6) bahwa siswa dapat belajar dengan lebih mudah tentang sesuatu hal yang nyata dan dapat diamati melalui pancainderanya. Dengan menggunakan pengalamannya siswa sedikit demi sedikit dapat mengembangkan kemampuannya untuk memahami konsep-konsep yang abstrak serta memanipulasi simbol-simbol, berpikir logis, dan melakukan generalisasi. Kebanyakan siswa sangat tergantung pada kehadiran contoh-contoh konkret terutama tentang ide-ide baru. Selain itu menurut Mundilarto (2002: 24), melalui kegiatan, misalnya kegiatan laboratorium, siswa dapat mempelajari sains melalui pengamatan langsung terhadap gejala-gejala maupun proses sains, dapat melatih keterampilan ilmiah, dapat menanamkan dan mengembangkan sikap ilmiah. Hal inilah yang menyebabkan peningkatan kreativitas dalam dimensi psikomotorik.

Kreativitas siswa dalam aspek psikomotorik dari topik I ke topik III dalam pembelajaran dengan penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok pada materi fluida dinamis mengalami peningkatan dengan kriteria sedang. Hal ini disebabkan oleh dorongan guru terhadap kreativitas siswa melalui kegiatan praktikum. Dorongan guru dilakukan dengan cara memberikan kebebasan pada siswa untuk menentukan alat yang akan digunakan dalam kegiatan praktikum bahkan siswa diperkenankan membuat alat sendiri serta diberi kebebasan dalam menentukan langkah kerja dan cara analisis data. Siswa tidak terpaku pada satu cara yang ditentukan guru dalam melakukan kegiatan praktikum sehingga kreativitas siswa dapat meningkat. Hal ini sejalan dengan pendapat Arasteh bahwa salah satu hambatan kreativitas adalah apabila pekerjaan menuntut

konformitas dengan pola standar serta keharusan mengikuti perintah dan peraturan tertentu, sebagaimana halnya dengan kebanyakan pekerjaan rutin, hal itu akan membekukan kreativitas (Satiadarma, 2003: 114).

Selain itu menurut Munandar (2009: 46), anak perlu diberi kesempatan untuk bersibuk diri secara kreatif untuk mengembangkan kreativitas. Pendidikan hendaknya dapat merangsang anak untuk melibatkan dirinya dalam kegiatan kreatif, dengan membantu mengusahakan sarana dan prasarana yang diperlukan.

4.2. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain:

1. Pelaksanaan penelitian membutuhkan waktu lebih banyak daripada pelaksanaan waktu yang direncanakan dalam RPP.
2. Pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok membagi siswa dalam kelompok-kelompok kecil sehingga guru harus memberikan bimbingan dan arahan secara berulang kepada tiap-tiap kelompok.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- Pelaksanaan pembelajaran menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok dalam melatih kreativitas siswa di SMA Negeri 1 Pemalang dengan memberikan kebebasan kepada siswa dalam menggunakan berbagai buku dan sumber belajar lain seperti artikel dari internet, menentukan alat praktikum serta metode analisis data sehingga mampu meningkatkan kreativitas siswa dan melatih siswa untuk belajar secara mandiri.
- Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok pada sub pokok bahasan fluida dinamis dapat meningkatkan kreativitas siswa di SMA Negeri 1 Pemalang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai rata-rata kreativitas dalam dimensi kognitif, afektif dan psikomotorik setiap topik meningkat.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disampaikan saran kepada peneliti pendidikan yang ingin mengembangkan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok hendaknya memperhatikan manajemen waktu pembelajaran agar dalam penelitian selanjutnya dapat berjalan sesuai waktu yang telah direncanakan. Selain itu, peneliti hendaknya melaksanakan kegiatan

pembagian kelompok sebelum pembelajaran berlangsung sehingga kegiatan pembelajaran dapat berjalan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anni, Catharina Tri. 2009. *Psikologi Belajar (Edisi Revisi)*. Semarang: UNNES
- Aqib, Zainal. 2010. *Penelitian Tindakan Kelas (untuk Guru SD, SLB dan TK)*. Bandung: Yrama Widya.
- Arifin, Z. 2009. *Evaluasi Instruksional Prinsip-Teknik-Prosedur*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- _____. 2007. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Awang, H. & I. Ramly. 2008. Creative Thinking Skill Approach Through Problem Based Learning: Pedagogy and Practice in the Engineering classroom. *International Journal of Human and Social Science*, 3(1): 18-23.
- Aziz *et all*. 2006. Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif dengan Memanfaatkan Alat Peraga Sains Fisika (Materi Tata Surya) untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Bekerjasama Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 4(2): 94-99.
- Azwar, S. 2011. *Sikap Manusia Teori dan Pengukurannya*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Depdiknas. 2008. *Pengembangan Perangkat Penilaian Psikomotor*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Diakidoy, I.A.N. & C.P. Constantinou. 2001. Creativity in Physics: Response Fluency and Task Specificity. *Creativity Research Journal*, 13: 401-410.
- Dimiyati. 2010. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Haryadi, B. 2009. *Fisika : untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
- Lie, A. 2004. *Cooperative Learning*. Jakarta: Grasindo.
- Kanginan, Marthen. 2006. *Fisika untuk SMA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Kemntrian Pendidikan Nasional. 2010. *Pengembangan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa*. Jakarta: Kemntrian Pendidikan Nasional.

- Khanafiyah, S. & A. Rusilowati. 2010. Penerapan Pendekatan Modified Free Inquiry Sebagai Upaya Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa Calon Guru dalam Mengembangkan Jenis Eksperimen dan Pemahaman Terhadap Materi Fisika. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 27(2): 170-176.
- Mulyasa. E. 2007. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Sebuah Pendekatan Praktis*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Munandar, U. 2009. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Mundilarto. 2002. *Kapita Selekta Pendidikan Fisika*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rusman. 2010. *Model-Model Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Salik, Umdatus. 2008. *Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Instruction (PBI) Sub Pokok Bahasan Pemantulan Cahaya Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas VIII Semester 2 SMP Negeri 1 Talang Tegal Tahun Pelajaran 2007/2008*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Santayasa, I. W. 2007. *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Makalah disajikan dalam Pelatihan tentang Penelitian Tindakan Kelas bagi Guru-Guru SMP dan SMA di Nusa Penida, 29 Juni s.d 1 Juli 2007
- Satiadarma, M. 2003. *Mendidik Kecerdasan*. Jakarta: Pustaka Populer Obor.
- Semiawan, C, dkk. 1987. *Memupuk Bakat dan Kreativitas Siswa Sekolah Menengah*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Slavin, R. E. 2010. *Cooperative Learning*. Bandung: Nusa Media.
- Suprijono, A. 2010. *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi PAIKEM*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Sutama. 2007. Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Group Investigation* untuk Pengembangan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Varidika*. 19 (1) : 1-14
- Tipler, P.A. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik (ed3)*. Terjemahan oleh Soegijono, B. 1996. Jakarta: Erlangga.
- Trianto. 2007. *Model-Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Usman, U. 2008. *Menjadi Guru Profesional*. Bandung: Rosdakarya.

Wiyanto. 2008. *Menyiapkan Guru Sains Mengembangkan Kompetensi Laboratorium*. Semarang: UNNES PRESS.

Lampiran 1

Silabus

Satuan Pendidikan : SMA

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/2

Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber / Bahan / Alat
3.2 Menganalisis hukum-hukum yang berhubungan dengan fluida statik dan dinamik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari	Fluida dinamik	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan diskusi dan diteruskan dengan melakukan percobaan untuk menganalisis konsep debit dan asas kontinuitas. Melakukan diskusi untuk menganalisis hukum Bernoulli Melakukan diskusi dan diteruskan dengan melakukan percobaan untuk menganalisis penerapan hukum Bernoulli pada venturimeter dan toricelli 	<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan pengertian debit dan asas kontinuitas beserta persamaannya Menjelaskan hukum bernoulli beserta persamaannya Menjelaskan persamaan pada toricelli dan tabung venturimeter sebagai penerapan dari hukum bernoulli Memberikan contoh penerapan tdan toricelli dalam kehidupan sehari-hari 	Kreativitas dalam dimensi kognitif, afektif dan psikomotorik	8 jam	<p><u>Sumber:</u> Buku paket Fisika</p> <p><u>Bahan:</u> lembar kerja, hasil kerja siswa, bahan presentasi</p> <p><u>Alat:</u> gelas ukur, venturimeter, selang, botol, air</p>

Lampiran 2

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Topik I

Satuan Pendidikan	: SMA
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XI/2
Alokasi Waktu	: 4 jam pelajaran (4x45 menit)

STANDAR KOMPETENSI

3. Menerapkan konsep dan prinsip mekanika klasik sistem kontinu dalam menyelesaikan masalah.

KOMPETENSI DASAR

- 3.2 Menganalisis hukum-hukum yang berhubungan dengan fluida statik dan dinamik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

MATERI PEMBELAJARAN

Konsep debit, asas kontinuitas.

A. Indikator

1. Kognitif

a. Produk

- 1) Mendeskripsikan konsep dan persamaan debit.
- 2) Mendeskripsikan konsep dan persamaan asas kontinuitas.
- 3) Memahami hubungan antara volume fluida yang mengalir dan waktu fluida mengalir.
- 4) Memahami kecepatan fluida mengalir pada suatu penampang yang luasnya berbeda.
- 5) Mengaplikasikan prinsip debit, asas kontinuitas dan dalam permasalahan sehari-hari.
- 6) Menerapkan hubungan

$$Q = \frac{V}{t}$$

dan

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

untuk menyelesaikan permasalahan.

b. Proses

Melakukan diskusi kelas untuk mempelajari teori mengenai konsep debit, asas kontinuitas, kemudian melakukan percobaan untuk memperdalam konsep mengenai debit, asas kontinuitas, meliputi:

- 1) Merumuskan masalah
- 2) Menyusun langkah kerja
- 3) Mengidentifikasi variable-variabel
- 4) Menyusun data percobaan

- 5) Menganalisis data
- 6) Menyimpulkan

2. Psikomotor

- a. Melakukan percobaan untuk mengetahui hubungan antara volume fluida yang mengalir dan waktu fluida mengalir.
- b. Melakukan percobaan untuk mengetahui kecepatan fluida mengalir pada suatu penampang yang luasnya berbeda.
- c. Mengukur volume fluida dan waktu.
- d. Mengukur diameter lubang.

3. Afektif

- a. Karakter: kreatif.
- b. Mengajukan suatu pikiran baru tentang suatu pokok bahasan dan menerapkan hukum/teori/prinsip yang sedang dipelajari dalam aspek kehidupan masyarakat

B. Tujuan Pembelajaran

1. Kognitif

a. Produk

1. Siswa dapat mendeskripsikan konsep dan persamaan debit melalui diskusi kelompok.
2. Siswa dapat mendeskripsikan konsep dan persamaan asas kontinuitas melalui diskusi kelompok.
3. Siswa dapat melakukan percobaan kecepatan fluida mengalir pada suatu penampang yang luasnya berbeda menggunakan seperangkat alat percobaan.
4. Siswa dapat melakukan percobaan untuk mencari hubungan volume fluida yang mengalir dengan waktu fluida mengalir menggunakan seperangkat alat percobaan.
5. Siswa dapat mengaplikasikan prinsip debit, asas kontinuitas untuk memecahkan permasalahan sehari-hari.
6. Siswa dapat menerapkan hubungan $Q = \frac{V}{t}$ dan $A_1.v_1 = A_2.v_2$ untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

b. Proses

Siswa diberi permasalahan mengenai materi yang akan dipelajari yaitu mengenai debit dan asas kontinuitas, kemudian siswa secara berkelompok melakukan diskusi mengenai debit dan asas kontinuitas. Siswa melakukan percobaan untuk memperdalam materi yang telah didiskusikan dengan disediakan seperangkat alat percobaan mengenai debit dan asas kontinuitas. Siswa dapat melakukan percobaan untuk menyelidiki mencari hubungan antara volume fluida yang mengalir dan waktu fluida mengalir serta menentukan kecepatan fluida mengalir pada suatu penampang yang

luasnya berbeda sesuai rincian tugas yang ditentukan meliputi: merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variable-variabel, menyusun data percobaan, mengkomunikasikan data percobaan, menganalisis data, menyimpulkan.

2. Psikomotorik:

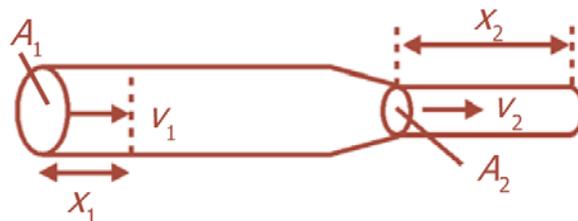
- Siswa terampil melakukan percobaan menggunakan seperangkat alat percobaan mengenai debit dan asas kontinuitas.
- Siswa dapat mengukur volume zat fluida menggunakan gelas ukur.
- Siswa dapat mengukur waktu menggunakan stopwatch.
- Siswa dapat mengukur diameter penampang aliran air menggunakan penggaris.

3. Afektif:

- Terlibat aktif dalam pembelajaran dan menunjukkan karakter kreatif.
- Mampu mengajukan suatu pikiran baru tentang suatu pokok bahasan dan menerapkan hukum/teori/prinsip yang sedang dipelajari dalam aspek kehidupan masyarakat.

C. Materi Pembelajaran

Debit dan Kontinuitas



Gambar diatas menunjukkan aliran fluida ideal dalam sebuah pipa yang berbeda penampangnya. Kecepatan fluida pada penampang A_1 adalah v_1 dan pada penampang A_2 sebesar v_2 .

Dalam selang waktu Δt partikel-partikel dalam fluida bergerak sejauh $x = v \Delta t$ sehingga massa fluida Δm yang melalui penampang A_1 dalam waktu Δt adalah $\Delta m_1 = \rho \cdot V = \rho \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t$

Dengan cara yang sama, maka besarnya massa fluida Δm_1 yang melalui penampang A_2 adalah $\Delta m_2 = \rho \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$

Karena fluida ideal, maka massa fluida yang melalui penampang A_1 sama dengan massa fluida yang melalui A_2 , sehingga:

$$\Delta m_1 = \Delta m_2$$

$$\rho \cdot A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t = \rho \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan:

A_1 = luas penampang 1 (m^2)

A_2 = luas penampang 2 (m^2)

v_1 = kecepatan aliran fluida pada penampang 1 (m/s)

v_2 = kecepatan aliran fluida pada penampang 2 (m/s)

Persamaan (2.1) disebut sebagai persamaan kontinuitas.

Persamaan kontinuitas menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tunak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Pada pipa yang luas penampangnya kecil, maka alirannya besar.

Hasil kali $A.v$ adalah debit, yaitu banyaknya fluida yang mengalir melalui suatu penampang tiap satuan waktu, dirumuskan:

$$Q = A.v \text{ atau } Q = \frac{A.v t}{t}$$

karena $v.t = x$ dan $A.x = V$, maka:

$$Q = \frac{V}{t}$$

dengan:

Q = debit (m^3/s)

V = volume fluida (m^3)

t = waktu (s)

D. Model dan Metode Pembelajaran :

Model Pembelajaran : Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok.

Metode Pembelajaran : Tugas; Kerja kelompok; Diskusi-Tanya Jawab; Praktikum.

E. Sumber Belajar

1. Haryadi, Bambang. 2009. *Fisika : untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
2. Kanginan, Marthen. 2007. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga
3. Sunardi dan Etsa Indra Irawan. 2007. *Fisika bilingual untuk SMA/MA kelas XI*. Bandung : Yramada Widya.
4. Tugas mandiri, lembar diskusi, LKS
5. Jaringan IT

F. Alat/Bahan

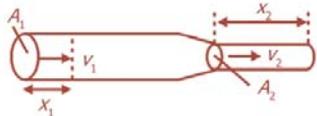
1. Venturimeter
2. Stopwatch
3. Mistar/penggaris
4. Fluida
5. Gelas ukur

G. Kegiatan Belajar Mengajar

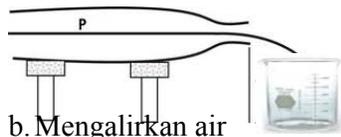
2 x Pertemuan (4 x 45 menit)

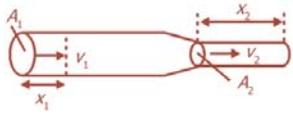
Jenis kegiatan	Kegiatan guru	Kegiatan siswa	Waktu (menit)
Pendahuluan	<p>1. Memberikan salam pembuka.</p> <p>2. Motivasi: Melakukan tanya jawab dengan siswa tentang permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi debit dan asas kontinuitas.</p> <p>3. Meminta siswa mengumpulkan tugas mengenai pemahaman konsep debit dan asas kontinuitas.</p> <p>4. Apersepsi: Menanyakan kepada siswa mengenai sifat- sifat fluida dinamis sebagai pengetahuan awal untuk mempelajari materi debit dan asas kontinuitas.</p>	<p>1. Menjawab salam.</p> <p>2. Motivasi: Merespon dengan menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru sesuai dengan pengetahuan awal yang dimiliki siswa.</p> <p>3. Mengumpulkan tugas mengenai pemahaman konsep debit dan asas kontinuitas.</p> <p>4. Apersepsi: Menjawab pertanyaan guru dengan jawaban:</p> <p>a) Alirannya tunak (<i>steady</i>), yaitu kecepatan setiap partikel fluida pada satu titik tertentu adalah tetap, baik besar maupun arahnya. Aliran tunak terjadi pada aliran yang pelan.</p> <p>b) Alirannya tak rotasional, artinya pada setiap titik partikel fluida tidak memiliki momentum sudut terhadap titik tersebut. Alirannya mengikuti garis arus (<i>streamline</i>).</p> <p>c) Tidak kompresibel (tidak termampatkan), artinya fluida tidak mengalami perubahan volume (massa jenis) karena pengaruh tekanan.</p> <p>d) Tak kental, artinya tidak mengalami gesekan baik dengan lapisan fluida di sekitarnya maupun dengan</p>	10

		dinding tempat yang dilaluinya. Kekentalan pada aliran fluida berkaitan dengan viskositas.	
Inti	<p>1. Tahap memilih topik</p> <p>a) Membagi siswa menjadi sepuluh kelompok, tiap kelompok terdiri dari 3 – 4 siswa.</p> <p>b) Membagi materi diskusi berupa lembar diskusi kepada setiap kelompok.</p> <p>1) Lima kelompok mendapatkan materi mengenai debit dalam fluida.</p> <p>2) Lima kelompok lain mendapatkan materi mengenai asas kontinuitas.</p> <p>2. Tahap perencanaan kooperatif dan implementasi</p> <p>a) Membimbing siswa dalam memilih dan menentukan referensi buku atau sumber lain yang dapat digunakan untuk menjawab lembar diskusi. (sebelumnya siswa diberi tugas untuk membawa buku yang membahas mengenai materi debit dan asas kontinuitas, artikel dari internet atau majalah yang membahas konsep debit dan asas kontinuitas).</p>	<p>1. Tahap memilih topik</p> <p>a) Membentuk kelompok yang terdiri dari 3 – 4 siswa.</p> <p>b) Mendapatkan materi diskusi untuk tiap kelompok berupa lembar diskusi yang membahas materi debit pada fluida atau asas kontinuitas.</p> <p>2. Tahap perencanaan kooperatif dan implementasi.</p> <p>a) Menentukan buku referensi diskusi diantaranya. Sunardi dan Etsa Indra Irawan. 2007. <i>Fisika bilingual untuk SMA/MA kelas XI</i>. Bandung : Yramada Widya. Kanginan, Marthen. 2007. <i>Fisika untuk SMA/MA Kelas XI</i>. Jakarta : Erlangga Foster, Bob. 2004. <i>Terpadu Fisika SMA untuk Kelas XI</i>. Jakarta : Erlangga. artikel dari internet atau majalah yang membahas konsep debit dan asas kontinuitas, contoh artikel Budiyanto. 2012. <i>Fluida Dinamis dan Persamaan Kontinuitas</i>. (http://budisma.web.id, 6</p>	80

	<p>3. Tahap analisis dan sintesis</p> <p>a) Membimbing siswa untuk melakukan diskusi kelompok.</p>	<p>Maret 2012)</p> <p>3. Tahap analisis dan sintesis</p> <p>a) Melakukan diskusi untuk menjawab pertanyaan yang tertera pada lembar diskusi, sehingga dapat menghasilkan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kelompok 1 <p>Debit yaitu banyaknya fluida yang mengalir melalui suatu penampang tiap satuan waktu, dirumuskan:</p> $Q = A \cdot v \text{ atau } Q = \frac{A \cdot v \cdot t}{t}$ <p>karena $v \cdot t = x$ dan $A \cdot x = V$, maka:</p> $Q = \frac{V}{t}$ <p>dengan:</p> <p>Q = debit (m^3/s) V = volume fluida (m^3) t = waktu (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kelompok 2 <p>Persamaan kontinuitas menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tunak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya.</p>  $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$ <p>dengan:</p> <p>A_1 = luas penampang 1 (m^2) A_2 = luas penampang 2 (m^2) v_1 = kecepatan aliran fluida pada penampang 1 (m/s) v_2 = kecepatan aliran fluida pada penampang 2 (m/s)</p> <p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Menyajikan dan</p>	
--	--	--	--

	<p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Membimbing siswa dari kelompok 1 dan kelompok 2 untuk menyajikan dan merefleksikan hasil diskusi kelompok di depan kelas, sementara siswa lain memberikan tanggapan.</p> <p>b) Membimbing siswa menarik kesimpulan materi debit dan asas kontinuitas.</p> <p>c) Melakukan refleksi materi yang telah dikuasai siswa melalui tanya jawab</p>	<p>merefleksikan hasil diskusi di depan kelas secara bergantian.</p> <p>b) Mengambil kesimpulan tentang materi debit dan asas kontinuitas bersama-sama.</p> <p>c) Melakukan tanya jawab dengan guru.</p>	
	<p>1. Tahap perencanaan kooperatif</p> <p>a) Melakukan tanya jawab dengan siswa mengenai tujuan praktikum dan langkah kerja dalam praktikum debit dan asas kontinuitas.</p>	<p>1. Tahap perencanaan kooperatif</p> <p>a) Menentukan tujuan dan langkah kerja praktikum, menentukan pembagian tugas dalam praktikum.</p> <p>1) Praktikum 1 : debit fluida</p> <p>- Tujuan</p> <p>a. Menentukan debit pada fluida yang mengalir</p> <p>- Landasan teori</p> <p>Debit yaitu banyaknya fluida yang mengalir melalui suatu penampang tiap satuan waktu, dirumuskan:</p> $Q = A \cdot v \text{ atau } Q = \frac{A \cdot v \cdot t}{t}$ <p>karena $v \cdot t = x$ dan $A \cdot x = V$, maka:</p> $Q = \frac{V}{t}$ <p>dengan:</p>	60

		<p> Q = debit (m^3/s) V = volume fluida (m^3) t = waktu (s) </p> <p>- Langkah kerja</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Merangkai alat seperti gambar berikut  <ol style="list-style-type: none"> b. Mengalirkan air kedalam gelas ukur selama 5 sekon, dan menampung air yang mengalir dalam gelas ukur c. Mencatat waktu dan volume air yang mengalir pada tabel d. Mengulangi langkah diatas dengan selang waktu 10, 15, 20, 25 sekon e. Mencatat hasilnya pada tabel <p>- Rencana Analisis</p> $Q = \frac{V}{t}$ <p>dengan:</p> <p> Q = debit (m^3/s) V = volume fluida (m^3) t = waktu (s) </p> <p>2) Praktikum 2 : asas kontinuitas</p> <p>- Tujuan</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Menentukan kecepatan aliran air pada selang <p>- Landasan Teori</p> <p>Persamaan kontinuitas menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tunak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik</p>	
--	--	---	--

	<p>2. Tahap implementasi</p> <p>a) Membimbing siswa melakukan praktikum</p>	<p>dengan luas penampangnya</p>  <p>$A_1.v_1 = A_2.v_2$</p> <p>dengan:</p> <p>A_1 = luas penampang 1 (m^2)</p> <p>A_2 = luas penampang 2 (m^2)</p> <p>v_1 = kecepatan aliran fluida pada penampang 1 (m/s)</p> <p>v_2 = kecepatan aliran fluida pada penampang 2 (m/s)</p> <p>- Langkah kerja</p> <ol style="list-style-type: none"> Menghitung luas permukaan pada tiap selang. Memasang selang 1 pada keran secara horizontal Mengalirkan air melalui keran kedalam gelas ukur selama 5 sekon, dan menampung air yang mengalir dalam gelas ukur Mencatat waktu dan volume air yang mengalir pada tabel Mengulangi langkah diatas menggunakan selang 2 kemudian selang 3 yang memiliki diameter berbeda <p>- Rencana Analisis</p> <p>$A_1.v_1 = A_2.v_2$</p> <p>$v_2 = (A_1.v_1)/A_2$</p> <p>2. Tahap implementasi</p> <p>a) Melaksanakan 2 jenis</p>	
--	---	---	--

	<p>3. Tahap analisis dan sintesis</p> <p>a) Membimbing siswa untuk berdiskusi menyimpulkan dan membuat laporan praktikum</p> <p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Membimbing siswa dari kelompok 1 dan kelompok 2 untuk menyajikan dan merefleksikan hasil praktikum kelompok di depan kelas, sementara siswa lain memberikan tanggapan</p> <p>b) Membimbing siswa menganalisis hasil praktikum kelompok 1 dan kelompok 2</p> <p>c) Melakukan refleksi materi yang telah dikuasai siswa melalui tanya jawab.</p>	<p>praktikum secara bergantian sesuai dengan tujuan dan langkah kerja yang telah ditentukan sebelumnya</p> <p>Kelompok 1 : menghitung volume air yang mengalir dalam suatu penampang dengan selang waktu yang berbeda untuk menentukan debit.</p> <p>Kelompok 2 : menghitung volume air yang mengalir pada suatu penampang dengan luas yang berbeda-beda untuk menentukan kecepatan aliran air di tiap luas penampang yang berbeda tersebut.</p> <p>3. Tahap analisis dan sintesis</p> <p>a) Menganalisa hasil praktikum, membuat kesimpulan, menyusun laporan dan merencanakan bentuk presentasi yang akan dilakukan</p> <ul style="list-style-type: none"> - kelompok 1: menghitung debit air dari praktikum yang telah dilakukan dengan persamaan $Q = V/t$ - kelompok 2: menghitung kecepatan aliran air dari praktikum yang telah dilakukan dengan persamaan $v_2 = (A_1 v_1)/A_2$ <p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Menyajikan dan merefleksikan hasil praktikum di depan kelas secara bergantian</p> <p>b) Menganalisis hasil praktikum</p>	
--	--	---	--

		kelompok 1 dan kelompok 2. c) Menjawab pertanyaan yang diberikan guru.	
Penutup	5. Tahap evaluasi a) Memberikan soal post test kepada siswa	5. Tahap evaluasi a) Mengerjakan soal post test	30

H. Penilaian

1. Teknik penilaian
 - a. Aspek kognitif : tes tertulis
 - b. Aspek afektif : angket
 - c. Aspek psikomotor : lembar observasi
2. Bentuk instrument
 - a. Tes pilihan essay
 - b. LKS
 - c. Lembar diskusi kelompok
 - d. Tugas mandiri
 - e. Lembar observasi

Pustaka

- Haryadi, Bambang. 2009. *Fisika : untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
- Kanginan, Marthen. 2007. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga
- Sunardi dan Etsa Indra Irawan. 2007. *Fisika bilingual untuk SMA/MA kelas XI* . Bandung : Yramada Widya.
- Suprijono, Agus. 2010. *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi PAIKEM*. Yogyakarta : Pustaka Belajar.

Lampiran 3

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Topik II

Satuan Pendidikan : SMA
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/2
 Alokasi Waktu : 3jam pelajaran (3x45 menit)

STANDAR KOMPETENSI

3. Menerapkan konsep dan prinsip mekanika klasik sistem kontinu dalam menyelesaikan masalah.

KOMPETENSI DASAR

- 3.2 Menganalisis hukum-hukum yang berhubungan dengan fluida statik dan dinamik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

MATERI PEMBELAJARAN

Hukum Bernoulli.

A. Indikator

1. Kognitif

a. Produk

- 1) Mendeskripsikan konsep dan persamaan hukum Bernoulli.
- 2) Memahami hubungan kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi.
- 3) Mengaplikasikan prinsip hukum Bernoulli dalam permasalahan sehari-hari.
- 4) Menerapkan hubungan

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$$
 untuk menyelesaikan permasalahan.

b. Proses

Melakukan diskusi kelompok untuk mempelajari teori mengenai hukum Bernoulli.

2. Psikomotor

- a. Melakukan diskusi kelompok untuk menentukan hukum Bernoulli dari hubungan kecepatan aliran fluida, ketinggian dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi.

3. Afektif

- a. Karakter: kreatif.

- b. Keterampilan sosial: mengajukan suatu pikiran baru tentang suatu pokok bahasan dan menerapkan hukum/teori/prinsip yang sedang dipelajari dalam aspek kehidupan masyarakat.

B. Tujuan Pembelajaran

1. Kognitif

a. Produk

1. Siswa dapat mendeskripsikan konsep hukum Bernoulli melalui diskusi kelompok.
2. Siswa mampu mendapatkan persamaan hukum Bernoulli dari hubungan kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi melalui diskusi kelompok..
3. Siswa dapat mengaplikasikan prinsip debit, asas kontinuitas dan hukum Bernoulli untuk memecahkan permasalahan sehari-hari yang berhubungan dengan hukum Bernoulli.
4. Siswa dapat menerapkan persamaan $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$, untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

b. Proses

Siswa dapat menentukan persamaan hukum Bernoulli dari hubungan kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi melalui seperangkat lembar diskusi yang disediakan.

2. Psikomotorik:

- a. Siswa melakukan diskusi kelompok untuk menentukan hukum Bernoulli dari hubungan kecepatan aliran fluida, ketinggian dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi.

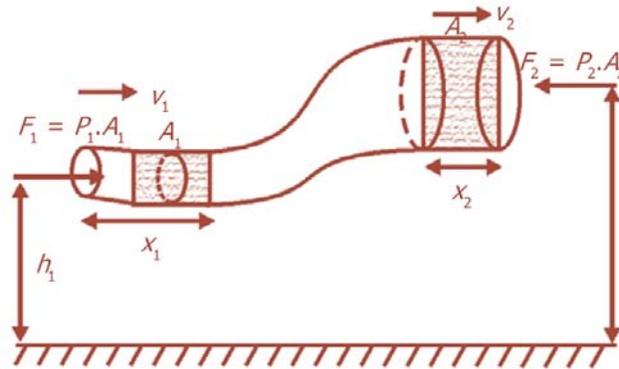
3. Afektif:

- a. Memiliki karakter/kepribadian kreatif.
- b. Mengajukan suatu pikiran baru tentang suatu pokok bahasan dan menerapkan hukum/teori/prinsip yang sedang dipelajari dalam aspek kehidupan masyarakat.

C. Materi Pembelajaran

Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli membahas hubungan antara kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi.



Gambar 1. Kekekalan energy pada aliran fluida.

Pada gambar 1, fluida mengalir dari penampang A_1 ke ujung pipa dengan penampang A_2 karena adanya perbedaan tekanan kedua ujung pipa. Apabila massa jenis fluida ρ , laju aliran fluida pada penampang A_1 adalah v_1 , dan pada penampang A_2 sebesar v_2 . Bagian fluida sepanjang $x_1 = v_1 \cdot t$ bergerak ke kanan oleh gaya $F_1 = P_1 \cdot A_1$ yang ditimbulkan tekanan P_1 . Setelah selang waktu t , fluida pada penampang A_2 terdorong oleh gaya F_2 sejauh $x_2 = v_2 \cdot t$. Gaya F_1 melakukan usaha sebesar:

$$W_1 = +F_1 \cdot x_1 = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1$$

Sementara itu, gaya F_2 melakukan usaha sebesar:

$$W_2 = -F_2 \cdot x_2 = -P_2 \cdot A_2 \cdot x_2$$

(tanda negatif karena gaya F_2 berlawanan dengan arah gerak fluida).

Sehingga usaha total yang dilakukan adalah:

$$W = W_1 + W_2$$

$$W = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot x_2$$

karena $A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_2 = V$ dan $V = \frac{m}{\rho}$, maka:

$$W = P_1 \frac{m}{\rho} - P_2 \frac{m}{\rho} = (P_1 - P_2) \frac{m}{\rho}$$

W adalah usaha total yang dilakukan pada bagian fluida yang volumenya $V = A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_2$, yang akan menjadi tambahan energi mekanik total pada bagian fluida tersebut.

$$Em = \Delta Ek + \Delta Ep$$

$$= \left(\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right) + (m g h_2 - m g h_1)$$

Sehingga

$$W = \Delta Em$$

$$(P_1 - P_2) \frac{m}{\rho} = \left(\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right) + (m g h_2 - m g h_1)$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Atau di setiap titik pada fluida yang bergerak berlaku:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{konstan}$$

D. Model dan Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran:Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok.

Metode Pembelajaran :Tugas; Kerja kelompok; Diskusi-Tanya Jawab; Praktikum.

E. Sumber Belajar

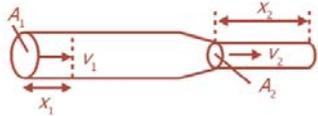
1. Haryadi, Bambang. 2009. *Fisika : untuk SMA/MA Kelas XI*.Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
2. Kanginan, Marthen. 2007. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga
3. Sunardi dan Etsa Indra Irawan. 2007. *Fisika bilingual untuk SMA/MA kelas XI*.Bandung : Yramada Widya.
4. LKS dan Kunci Jawaban LKS
5. Jaringan IT

F. Alat/Bahan

1. LCD

G. Kegiatan Belajar Mengajar

Jenis kegiatan	Kegiatan guru	Kegiatan siswa	Waktu (menit)
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan salam pembuka. 2. Motivasi: Melakukan tanya jawab dengan siswa tentang permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi hukum Bernoulli. 3. Meminta siswa mengumpulkan tugas mengenai pemahaman konsep hukum Bernoulli. 4. Apersepsi: Menanyakan kepada siswa mengenai konsep debit dan asas kontinuitas sebagai pengetahuan awal untuk mempelajari hukum Bernoulli. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjawab salam. 2. Motivasi: Merespon guru dengan menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru sesuai dengan pengetahuan awal yang dimiliki siswa. 3. Mengumpulkan tugas mengenai pemahaman konsep hukum Bernoulli. 4. Apersepsi: Menjawab pertanyaan guru dengan jawaban: <ol style="list-style-type: none"> a) Debit yaitu banyaknya fluida yang mengalir melalui suatu penampang tiap satuan waktu, dirumuskan: 	10

		$Q = A \cdot v \text{ atau } Q = \frac{A \cdot vt}{t}$ <p>karena $v \cdot t = x$ dan $A \cdot x = V$, maka: $Q = \frac{V}{t}$ dengan: $Q = \text{debit (m}^3/\text{s)}$ $V = \text{volume fluida (m}^3\text{)}$ $t = \text{waktu (s)}$</p> <p>b) Persamaan kontinuitas menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tunak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya.</p>  <p> $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$ dengan: $A_1 = \text{luas penampang 1 (m}^2\text{)}$ $A_2 = \text{luas penampang 2 (m}^2\text{)}$ $v_1 = \text{kecepatan aliran fluida pada penampang 1 (m/s)}$ $v_2 = \text{kecepatan aliran fluida pada penampang 2 (m/s)}$</p>	
Inti	<ol style="list-style-type: none"> Tahap memilih topik <ol style="list-style-type: none"> Membagi siswa menjadi sepuluh kelompok, tiap kelompok terdiri dari 3 – 4 siswa. Membagi materi diskusi berupa lembar diskusi kepada setiap kelompok mengenai materi hukum Bernoulli. Tahap perencanaan kooperatif dan implementasi. <ol style="list-style-type: none"> Membimbing siswa dalam 	<ol style="list-style-type: none"> Tahap memilih topik <ol style="list-style-type: none"> Membentuk kelompok yang terdiri dari 3 – 4 siswa. Mendapatkan materi diskusi untuk tiap kelompok berupa lembar diskusi yang membahas materi hukum Bernoulli. Tahap perencanaan kooperatif dan implementasi. <ol style="list-style-type: none"> Menentukan buku referensi 	80

	<p>memilih dan menentukan referensi buku atau sumber lain yang dapat digunakan untuk menjawab lembar diskusi. (sebelumnya siswa diberi tugas untuk membawa buku, artikel dari internet atau majalah yang membahas hukum Bernoulli).</p> <p>3. Tahap analisis dan sintesis</p> <p>a) Membimbing siswa untuk melakukan diskusi kelompok.</p> <p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Membimbing siswa untuk menyajikan dan merefleksikan hasil diskusi kelompok di depan kelas, sementara siswa lain memberikan tanggapan.</p> <p>b) Membimbing siswa menarik</p>	<p>diskusi diantaranya. Sunardi dan Etsa Indra Irawan. 2007. <i>Fisika Bilingual untuk SMA/MA Kelas XI</i>. Bandung : Yramada Widya.</p> <p>Kanginan, Marthen. 2007. <i>Fisika untuk SMA/MA Kelas XI</i>. Jakarta : Erlangga</p> <p>Foster, Bob. 2004. <i>Terpadu Fisika SMA untuk Kelas XI</i>. Jakarta : Erlangga.</p> <p>artikel dari internet atau majalah yang membahas hukum Bernoulli, contoh artikel <i>Hukum Bernoulli</i>(http://gudangmateri.com,9 Mei 2012).</p> <p>3. Tahap analisis dan sintesis</p> <p>a) Melakukan diskusi untuk menjawab pertanyaan yang tertera pada lembar diskusi, sehingga dapat menyimpulkan: Hukum Bernoulli membahas mengenai hubungan antara kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi. Persamaan hukum Bernoulli</p> $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho h_2$ <p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Menyajikan dan merefleksikan hasil diskusi di depan kelas secara bergantian.</p> <p>b) Mengambil kesimpulan</p>	
--	--	--	--

	kesimpulan materi hukum Bernoulli. c) Melakukan refleksi materi yang telah dikuasai siswa melalui tanya jawab.	tentang materi hukum Bernoulli bersama-sama. c) Melakukan tanya jawab dengan guru.	
Penutup	5. Tahap evaluasi a) Memberikan soal post test kepada siswa.	5. Tahap evaluasi a) Mengerjakan soal post test.	30

H. Penilaian

1. Teknik penilaian
 - a. Aspek kognitif : tes tertulis.
 - b. Aspek afektif : angket.
 - c. Aspek psikomotor : lembar observasi.
2. Bentuk instrument
 - a. Tes pilihan essay
 - b. LKS
 - c. Lembar diskusi kelompok
 - d. Tugas mandiri
 - e. Lembar observasi

Pustaka

- Haryadi, Bambang. 2009. *Fisika : untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
- Kanginan, Marthen. 2007. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga
- Sunardi dan Etsa Indra Irawan. 2007. *Fisika bilingual untuk SMA/MA kelas XI*. Bandung : Yramada Widya.
- Suprijono, Agus. 2010. *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi PAIKEM*. Yogyakarta : Pustaka Belajar.

Lampiran 4

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Topik III

Satuan Pendidikan : SMA
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/2
 Alokasi Waktu : 4jam pelajaran (4x45 menit)

STANDAR KOMPETENSI

3. Menerapkan konsep dan prinsip mekanika klasik sistem kontinu dalam menyelesaikan masalah.

KOMPETENSI DASAR

- 3.2 Menganalisis hukum-hukum yang berhubungan dengan fluida statik dan dinamik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

MATERI PEMBELAJARAN

Teori Toricelli dan venturimeter.

A. Indikator

1. Kognitif

a. Produk

- 1) Mendeskripsikan konsep dan persamaan pada tabung venturimeter.
- 2) Mendeskripsikan konsep dan persamaan teori Toricelli.
- 3) Memahami hubungan antara kecepatan air yang mengalir dan luas penampang air yang mengalir serta ketinggian air pada pipa pada venturimeter.
- 4) Memahami hubungan antara kecepatan air yang mengalir pada lubang tangki yang bocor dengan ketinggian lubang air pada tangki.
- 5) Mengaplikasikan prinsip tabung venturimeter dan teori Toricelli dalam permasalahan sehari-hari.
- 6) Menerapkan hubungan

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}}$$

dan

$$V = \sqrt{2gh}$$

untuk menyelesaikan masalah.

b. Proses

Melakukan diskusi kelas untuk mempelajari teori mengenai venturimeter dan Toricelli, kemudian melakukan percobaan untuk memperdalam konsep mengenai venturimeter dan teori Toricelli, meliputi:

- 1) Merumuskan masalah
- 2) Menyusun hipotesis

- 3) Mengidentifikasi variable-variabel
- 4) Menyusun data percobaan
- 5) Menganalisis data
- 6) Menyimpulkan

2. Psikomotor

- a. Menganalisis suatu percobaan dan menyusun urutan pengerjaannya.
- b. Melakukan percobaan untuk mengetahui hubungan antara kecepatan air yang mengalir dan luas penampang air yang mengalir serta ketinggian air pada pipa pada venturimeter.
- c. Melakukan percobaan untuk mengetahui hubungan antara kecepatan air yang mengalir pada lubang tangki yang bocor dengan ketinggian lubang air pada tangki.
- d. Mengukur diameter lubang.
- e. Mengukur ketinggian air.
- f. Mengukur jarak pancaran air.

3. Afektif

- a. Karakter: kreatif.
- b. Mengajukan suatu pikiran baru tentang suatu pokok bahasan dan menerapkan hukum/teori/prinsip yang sedang dipelajari dalam aspek kehidupan masyarakat.

B. Tujuan Pembelajaran

1. Kognitif

a. Produk

1. Siswa dapat mendeskripsikan konsep dan persamaan dari penerapan hukum Bernoulli pada venturimeter melalui diskusi kelompok.
2. Siswa dapat mendeskripsikan konsep dan persamaan dari penerapan hukum Bernoulli pada teori Toricelli melalui diskusi kelompok.
3. Siswa dapat melakukan percobaan pengaruh luas penampang air yang mengalir serta ketinggian air dengan kecepatan air yang mengalir pada pipa pada venturimeter menggunakan seperangkat alat percobaan.
4. Siswa dapat melakukan percobaan untuk mengetahui kecepatan air yang mengalir pada lubang tangki yang bocor dengan ketinggian lubang air pada tangki menggunakan seperangkat alat percobaan.
5. Siswa dapat mengaplikasikan prinsip venturimeter dan teori Toricelli untuk memecahkan permasalahan sehari-hari.
6. Siswa dapat menerapkan hubungan $v_1 = v_2 \sqrt{\frac{2gh}{v_1^2 - v_2^2}}$ dan $V = \sqrt{2gh}$ untuk menyelesaikan masalah.

b. Proses

Siswa diberi permasalahan mengenai materi yang akan dipelajari yaitu mengenai venturimeter dan teori Toricelli kemudian siswa secara berkelompok melakukan diskusi mengenai venturimeter dan Toricelli. Siswa melakukan percobaan untuk memperdalam materi yang telah didiskusikan dengan disediakan seperangkat alat percobaan mengenai venturimeter dan teori Toricelli, siswa dapat melakukan percobaan untuk mencari hubungan antara luas penampang air yang mengalir serta ketinggian air dengan kecepatan air yang mengalir pada pipa pada venturimeter serta hubungan kecepatan air yang mengalir pada lubang tangki yang bocor dengan ketinggian lubang air pada tangki sesuai rincian tugas yang ditentukan meliputi: merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variable-variabel, menyusun data percobaan, mengkomunikasikan data percobaan, menganalisis data, menyimpulkan.

2. Psikomotorik

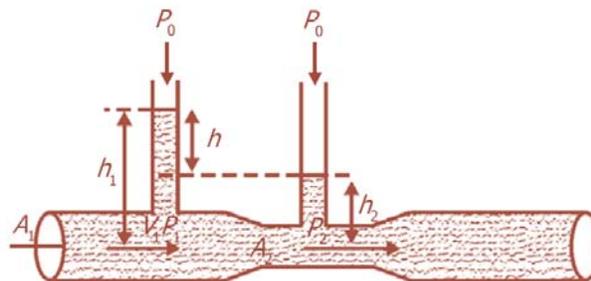
- Siswa terampil melakukan percobaan menggunakan seperangkat alat percobaan mengenai venturimeter dan teori Toricelli,.
- Siswa dapat mengukur diameter penampang tempat aliran air, ketinggian air pada pipa dan jarak pancaran air menggunakan penggaris.

3. Afektif

- Terlibat aktif dalam pembelajaran dan menunjukkan karakter kreatif.
- Mampu mengajukan suatu pikiran baru tentang suatu pokok bahasan dan menerapkan hukum/teori/prinsip yang sedang dipelajari dalam aspek kehidupan masyarakat dalam diskusi dan praktikum.

C. Materi Pembelajaran

- Venturimeter



Gambar 1. Tabung venturimeter

Venturimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran zat cair dalam pipa. Zat cair dengan massa jenis ρ mengalir melalui pipa

yang luas penampangnya A_1 . Pada bagian pipa yang sempit luas penampangnya A_2 .

Berdasarkan persamaan kontinuitas, pada titik 1 dan 2 dapat dinyatakan:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} \dots \dots \dots (i)$$

Berdasarkan persamaan Bernoulli, didapatkan:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left[\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_2^2} \right] \dots \dots \dots (ii)$$

Berdasarkan persamaan tekanan hidrostatik, maka tekanan pada titik 1 dan 2 adalah:

$$P_1 = P_0 + \rho g h_1$$

$$P_2 = P_0 + \rho g h_2$$

Selisih tekanan pada kedua penampang adalah:

$$P_1 - P_2 = \rho g (h_1 - h_2) = \rho g h \dots \dots \dots (iii)$$

Dengan menggabungkan persamaan ii dan iii di atas diperoleh:

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}}$$

dengan:

v_1 = laju aliran fluida pada pipa besar (m/s)

A_1 = luas penampang pipa besar (m^2)

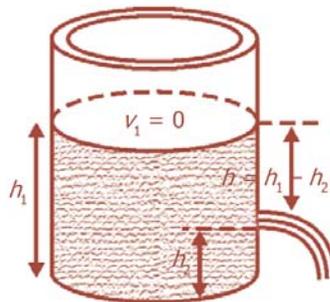
A_2 = luas penampang pipa kecil (m^2)

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

h = selisih tinggi permukaan fluida pada venturimeter (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

b. Teori Toricelli



Gambar 2. Tangki yang bocor

Persamaan Bernoulli dapat digunakan untuk menentukan kecepatan zat cair yang keluar dari lubang pada dinding tabung (Gambar 2). Dengan menganggap diameter tabung lebih besar dibandingkan diameter lubang, maka permukaan zat cair pada tabung turun perlahan-lahan, sehingga kecepatan v_1 dapat dianggap nol.

Titik 1 (permukaan) dan 2 (lubang) terbuka terhadap udara sehingga tekanan pada kedua titik sama dengan tekanan atmosfer, $P_1 = P_2$, sehingga persamaan Bernoulli dinyatakan:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 &= 0 + \rho gh_1 \\ \frac{1}{2}\rho v_2^2 &= \rho g (h_1 - h_2) \\ v &= \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh}\end{aligned}$$

Persamaan di atas disebut teori Torricelli, yang menyatakan bahwa kecepatan aliran zat cair pada lubang sama dengan kecepatan benda yang jatuh bebas dari ketinggian yang sama.

D. Model dan Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran:Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok.

Metode Pembelajaran :Tugas; Kerja kelompok; Diskusi-Tanya Jawab; praktikum.

E. Sumber Belajar

1. Haryadi, Bambang. 2009. *Fisika : untuk SMA/MA Kelas XI*.Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
2. Kanginan, Marthen. 2007. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga
3. Sunardi dan Etsa Indra Irawan. 2007. *Fisika bilingual untuk SMA/MA kelas XI*.Bandung : Yramada Widya.
4. LKS dan Kunci Jawaban LKS
5. Jaringan IT

F. Alat/Bahan

1. Venturimeter
2. Botol aqua 1,5 L
3. Mistar/penggaris
4. Air

G. Kegiatan Belajar Mengajar

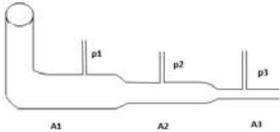
Jenis kegiatan	Kegiatan guru	Kegiatan siswa	Waktu (menit)
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan salam pembuka. 2. Motivasi: Melakukan tanya jawab dengan siswa tentang permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi venturimeter dan teori Toricelli. - Alat yang digunakan PDAM untuk menghitung laju aliran air yang mengalir dalam pipa. -Ada yang pernah melihat tangki 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjawab salam. 2. Motivasi: Merespon dengan menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru sesuai dengan pengetahuan awal yang dimiliki siswa. -venturimeter. -ya, menggunakan persamaan Toricelli. 	10

	<p>yang bocor? Air menyembur melalui lubang dengan kecepatan tertentu, bagaimanakah cara menentukan kecepatan semburan air?</p> <p>3. Meminta siswa mengumpulkan tugas mengenai pemahaman konsep tabung venturimeter dan teori Toricelli.</p> <p>4. Apersepsi: Menanyakan kepada siswa mengenai konsep hukum Bernoulli sebagai pengetahuan awal untuk mempelajari teori Toricelli dan venturimeter.</p>	<p>3. Mengumpulkan tugas mengenai pemahaman konsep tabung venturimeter dan teori Toricelli..</p> <p>4. Apersepsi: Menjawab pertanyaan guru dengan jawaban: Hukum Bernoulli membahas mengenai hubungan antara kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi. Persamaan hukum Bernoulli $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$</p>	
Inti	<p>1. Tahap memilih topik</p> <p>a) Membagi siswa menjadi sepuluh kelompok, tiap kelompok terdiri dari 3 – 4 siswa.</p> <p>b) Membagi materi diskusi berupa lembar diskusi kepada setiap kelompok.</p> <p>1) Lima kelompok mendapatkan materi mengenai tabung venturimeter.</p> <p>2) Lima kelompok lain mendapatkan materi teori Toricelli.</p> <p>2. Tahap perencanaan kooperatif dan implementasi.</p> <p>a) Membimbing siswa dalam</p>	<p>1. Tahap memilih topik</p> <p>a) Membentuk kelompok yang terdiri dari 3 – 4 siswa.</p> <p>b) Mendapatkan materi diskusi untuk tiap kelompok berupa lembar diskusi yang membahas materi tabung venturimeter dan teori Toricelli..</p> <p>2. Tahap perencanaan kooperatif dan implementasi.</p> <p>a) Menentukan buku referensi</p>	80

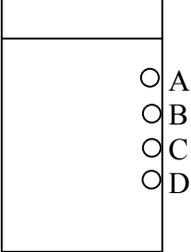
	<p>memilih dan menentukan referensi buku atau sumber lain yang dapat digunakan untuk menjawab lembar diskusi. (sebelumnya siswa diberi tugas untuk membawa buku, artikel dari internet atau majalah yang membahas tabung venturimeter dan teori Toricelli).</p> <p>3. Tahap analisis dan sintesis</p> <p>a) Membimbing siswa untuk melakukan diskusi kelompok.</p>	<p>diskusi diantaranya.</p> <p>Sunardi dan Etsa Indra Irawan. 2007. <i>Fisika bilingual untuk SMA/MA kelas XI</i>. Bandung : Yramada Widya.</p> <p>Kanginan, Marthen. 2007. <i>Fisika untuk SMA/MA Kelas XI</i>. Jakarta : Erlangga</p> <p>Foster, Bob. 2004. <i>Terpadu Fisika SMA untuk Kelas XI</i>. Jakarta : Erlangga.</p> <p>artikel dari internet atau majalah yang membahas venturimeter dan teori Toricelli, contoh artikel <i>Hukum Bernoulli</i>(http://gudangmateri.com,9 Mei 2012).</p> <p>3. Tahap analisis dan sintesis</p> <p>a) Melakukan diskusi untuk menjawab pertanyaan yang tertera pada lembar diskusi, sehingga dapat menghasilkan</p> <p>- Kelompok 1</p> <p>Venturimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran zat cair dalam pipa. Zat cair dengan massa jenis ρ mengalir melalui pipa yang luas penampangnya A_1. Pada bagian pipa yang sempit luas penampangnya A_2.</p> <p>Untuk menentukan kecepatan v_1 pada penampang A_1 menggunakan persamaan :</p> $v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}}$ <p>dengan:</p>	
--	--	--	--

		<p> v_1 = laju aliran fluida pada pipa besar (m/s) A_1 = luas penampang pipa besar (m^2) A_2 = luas penampang pipa kecil (m^2) ρ = massa jenis fluida (kg/m^3) h = selisih tinggi permukaan fluida pada venturimeter (m) g = percepatan gravitasi (m/s^2) </p> <p>- Kelompok 2</p> <p>Persamaan Bernoulli dapat digunakan untuk menentukan kecepatan zat cair yang keluar dari lubang pada dinding tabung. Dengan menganggap diameter tabung lebih besar dibandingkan diameter lubang, maka permukaan zat cair pada tabung turun perlahan-lahan, sehingga kecepatan v_1 dapat dianggap nol.</p> <p>Teori Torricelli, menyatakan bahwa kecepatan aliran zat cair pada lubang sama dengan kecepatan benda yang jatuh bebas dari ketinggian yang sama. Persamaan teori Torricelli adalah</p> $v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh}$ <p>dengan:</p> <p> v = laju aliran fluida yang keluar pada lubang (m/s) h_1 = ketinggian fluida dalam bejana (m^2) h_2 = kedalaman lubang kebocoran dihitung dari dasar tabung (m^2) ρ = massa jenis fluida (kg/m^3) </p>	
--	--	---	--

	<p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Membimbing siswa dari kelompok 1 dan kelompok 2 untuk menyajikan dan merefleksikan hasil diskusi kelompok di depan kelas, sementara siswa lain memberikan tanggapan.</p> <p>b) Membimbing siswa menarik kesimpulan materi tabung venturimeter dan teori Toricelli.</p> <p>c) Melakukan refleksi materi yang telah dikuasai siswa melalui tanya jawab.</p>	<p>h = selisih tinggi permukaan fluida dan lubang kebocoran (m)</p> <p>g = percepatan gravitasi (m/s^2)</p> <p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Menyajikan dan merefleksikan hasil diskusi di depan kelas secara bergantian.</p> <p>b) Mengambil kesimpulan tentang materi tabung venturimeter dan teori Toricelli bersama-sama.</p> <p>c) Melakukan tanya jawab dengan guru.</p>	
	<p>1. Tahap perencanaan kooperatif</p> <p>a) Melakukan tanya jawab dengan siswa mengenai tujuan praktikum dan langkah kerja dalam praktikum tabung venturimeter dan teori Toricelli.</p>	<p>1. Tahap perencanaan kooperatif</p> <p>a) Menentukan tujuan dan langkah kerja praktikum, menentukan pembagian tugas dalam praktikum</p> <p>1) Praktikum 1 : tabung venturimeter</p> <p>- Tujuan</p> <p>b. Menentukan percepatan gravitasi melalui percobaan tabung venturimeter.</p> <p>- Landasan teori</p> <p>Venturimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran zat</p>	60

		<p>cair dalam pipa. Zat cair dengan massa jenis ρ mengalir melalui pipa yang luas penampangnya A_1. Pada bagian pipa yang sempit luas penampangnya A_2.</p> <p>Untuk menentukan kecepatan v_1 pada penampang A_1 menggunakan persamaan :</p> $v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}}$ <p>dengan:</p> <p>v_1 = laju aliran fluida pada pipa besar (m/s) A_1 = luas penampang pipa besar (m^2) A_2 = luas penampang pipa kecil (m^2) ρ = massa jenis fluida (kg/m^3) h = selisih tinggi permukaan fluida pada venturimeter (m) g = percepatan gravitasi (m/s^2)</p> <p>- Langkah kerja</p> <ol style="list-style-type: none"> Merangkai alat seperti gambar berikut:  <ol style="list-style-type: none"> Menghitung luas penampang pipa venturimeter pada A_1, A_2, A_3. Mengalirkan air kedalam venturimeter melalui lubang pipa besar di sebelah kiri. Mengitung debit air 	
--	--	--	--

		<p>yang mengalir.</p> <p>e. Mengamati dan mengukur ketinggian air pada p_1, p_2, p_3.</p> <p>f. Mencatat hasilnya pada tabel.</p> <p>- Rencana Analisis</p> $V_1 = Q/A_1$ $g = \frac{v_1^2 (A_1^2 - A_2^2)}{2A_2^2 h}$ <p>dengan:</p> <p>Q = debit fluida (m^3/s)</p> <p>v_1 = laju aliran fluida pada pipa besar (m/s)</p> <p>A_1 = luas penampang pipa besar (m^2)</p> <p>A_2 = luas penampang pipa kecil (m^2)</p> <p>ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)</p> <p>h = selisih tinggi permukaan fluida pada venturimeter (m)</p> <p>g = percepatan gravitasi (m/s^2)</p> <p>2) Praktikum 2 : teori Toricelli</p> <p>- Tujuan</p> <p>a. Menentukan percepatan gravitasi melalui percobaan Toricelli.</p> <p>- Landasan Teori</p> <p>Persamaan Bernoulli dapat digunakan untuk menentukan kecepatan zat cair yang keluar dari lubang pada dinding tabung. Dengan menganggap diameter tabung lebih besar dibandingkan diameter lubang, maka permukaan</p>	
--	--	---	--

		<p>zat cair pada tabung turun perlahan-lahan, sehingga kecepatan v_1 dapat dianggap nol.</p> <p>Teori Torricelli, menyatakan bahwa kecepatan aliran zat cair pada lubang sama dengan kecepatan benda yang jatuh bebas dari ketinggian yang sama. Persamaan teori Torricelli adalah</p> $v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh}$ <p>dengan:</p> <p>v = laju aliran fluida yang keluar pada lubang (m/s)</p> <p>h_1 = ketinggian fluida dalam bejana (m^2)</p> <p>h_2 = kedalaman lubang kebocoran dihitung dari dasar tabung (m^2)</p> <p>ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)</p> <p>h = selisih tinggi permukaan fluida dan lubang kebocoran (m)</p> <p>g = percepatan gravitasi (m/s^2)</p> <p>- Langkah kerja</p> <p>a. Merangkai alat seperti gambar berikut:</p>  <p>b. Mengukur ketinggian pada lubang A, B, C, D, E diukur dari dasar</p>	
--	--	---	--

	<p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Membimbing siswa dari kelompok 1 dan kelompok 2 untuk menyajikan dan merefleksikan hasil praktikum kelompok di depan kelas, sementara siswa lain memberikan tanggapan.</p> <p>b) Membimbing siswa menganalisis hasil praktikum kelompok 1 dan kelompok 2.</p> <p>c) Melakukan refleksi materi yang telah dikuasai siswa melalui tanya jawab.</p>	<p>pada lubang kebocoran tangki untuk menentukan percepatan gravitasi berdasarkan percobaan dan teori Toricelli.</p> <p>3. Tahap analisis dan sintesis</p> <p>a) Menganalisa hasil praktikum, membuat kesimpulan, menyusun laporan dan merencanakan bentuk presentasi yang akan dilakukan.</p> <p>- kelompok 1: menentukan percepatan gravitasi menggunakan persamaan:</p> $g = \frac{v_1^2 (A_1^2 - A_2^2)}{2A_2^2 h}$ <p>- kelompok 2: menentukan percepatan gravitasi menggunakan persamaan:</p> $g = \frac{Q^2}{2 h A^2}$ <p>4. Tahap presentasi hasil final</p> <p>a) Menyajikan dan merefleksikan hasil praktikum di depan kelas secara bergantian.</p> <p>b) Menganalisis hasil praktikum kelompok 1 dan kelompok 2.</p> <p>c) Menjawab pertanyaan yang diberikan guru.</p>	
Penutup	<p>5. Tahap evaluasi</p> <p>a) Memberikan soal post test kepada siswa.</p>	<p>5. Tahap evaluasi</p> <p>a) Mengerjakan soal post test.</p>	30

H. Penilaian

1. Teknik penilaian
 - a. Aspek kognitif : tes tertulis

- b. Aspek afektif : angket
 - c. Aspek psikomotor : lembar observasi
2. Bentuk instrument
- a. Tes pilihan essay
 - b. LKS
 - c. Lembar diskusi kelompok
 - d. Tugas mandiri
 - e. Lembar observasi

Pustaka

- Haryadi, Bambang. 2009. *Fisika : untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional
- Kanginan, Marthen. 2007. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga
- Sunardi dan Etsa Indra Irawan. 2007. *Fisika bilingual untuk SMA/MA kelas XI*. Bandung : Yramada Widya.
- Suprijono, Agus. 2010. *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi PAIKEM*. Yogyakarta : Pustaka Belajar.

Lampiran 5

Kisi-Kisi Soal Uji Coba Topik 1

Satuan Pendidikan	:	SMA
Mata Pelajaran	:	Fisika
Materi Pokok	:	Fluida Dinamis
Jumlah Soal	:	16 butir
Alokasi Waktu	:	30 menit
Bentuk Soal	:	Uraian

I. Standar Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip mekanika klasik sistem kontinu dalam menyelesaikan masalah

II. Kompetensi Dasar

Menganalisis hukum-hukum yang berhubungan dengan fluida statik dan dinamik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

III. Indikator

No.	Indikator	Aspek						Jumlah
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	
1.	Mendesripsikan debit dalam fluida dan asas kontinuitas.				1, 2, 7			3

2.	Memformulasikan debit dalam fluida dan asas kontinuitas.		5, 6, 14	12			11, 13	6
3.	Menerapkan konsep debit dan asas kontinuitas dalam kehidupan sehari-hari.			3, 4		8, 9, 10, 15	16	7
Jumlah			3	3	3	4	3	26

Keterangan:

C1 = Pengetahuan atau ingatan

C2 = Pemahaman

C3 = Aplikasi

C4 = Analisis

C5 = Sintesis

C6 = Evaluasi

Lampiran 6

Kisi-Kisi Soal Uji Coba Topik II

Satuan Pendidikan	:	SMA
Mata Pelajaran	:	Fisika
Materi Pokok	:	Fluida Dinamis
Jumlah Soal	:	15 butir
Alokasi Waktu	:	45 menit
Bentuk Soal	:	Uraian

I. Standar Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip mekanika klasik sistem kontinu dalam menyelesaikan masalah.

II. Kompetensi Dasar

Menganalisis hukum-hukum yang berhubungan dengan fluida statik dan dinamik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

III. Indikator

No.	Indikator	Aspek						Jumlah
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	
1	Mendesripsikan konsep dan persamaan hukum Bernoulli.		3	5,11	1	7,13	9,10	8
2	Menganalisis penerapan hukum Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari.			2,8	4	6,14,15		6

3	Memahami hubungan antara kecepatan aliran fluida, ketinggian, tekanan menggunakan konsep usaha energi.					12		1
Jumlah			1	4	2	6	2	15

Keterangan:

C1 = Pengetahuan atau ingatan

C2 = Pemahaman

C3 = Aplikasi

C4 = Analisis

C5 = Sintesis

C6 = Evaluasi

Lampiran 7

Kisi-Kisi Soal Uji Coba Topik III

Satuan Pendidikan : SMA
 Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Fluida Dinamis
 Jumlah Soal : 14 butir
 Alokasi Waktu : 45 menit
 Bentuk Soal : Uraian

I. Standar Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip mekanika klasik sistem kontinu dalam menyelesaikan masalah

II. Kompetensi Dasar

Menganalisis hukum-hukum yang berhubungan dengan fluida statik dan dinamik serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari

III. Indikator

No.	Indikator	Aspek						Jumlah
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	
1	Mendeskripsikan konsep dan persamaan teori Toricelli		10,	2	7,8		9	5

2	Menganalisis konsep Bernoulli pada venturimeter.			3,5		12,13	11	5
3	Menganalisis penerapan teori Toricelli dalam kehidupan sehari-hari		4	6	14			3
4	Menganalisis penerapan venturimeter dalam kehidupan sehari-hari			1				1
Jumlah			2	5	3	2	2	14

Keterangan:

C1 = Pengetahuan atau ingatan

C2 = Pemahaman

C3 = Aplikasi

C4 = Analisis

C5 = Sintesis

C6 = Evaluasi

Lampiran 8

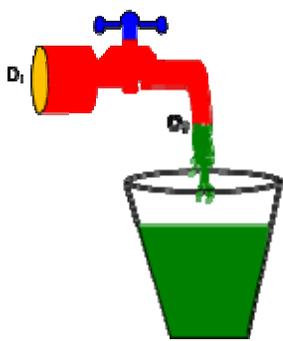
Soal Uji Coba Topik 1

NO	SOAL	JAWABAN	SKOR	ASPEK (C1, C2, C3, C4, C5, C6)	ASPEK KREATIVITAS
1	Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi debit pada fluida! Jelaskan hubungan dari tiap faktor tersebut!	<p>Faktor yang mempengaruhi debit dalam fluida adalah</p> <p>V = volume fluida yang mengalir t = waktu fluida mengalir v = kecepatan fluida mengalir A = luas penampang tempat mengalirnya fluida</p> <p>Semakin besar volume fluida yang keluar dari suatu penampang dengan waktu tertentu maka debit fluida semakin besar Semakin besar luas penampang aliran fluida maka debit fluida semakin besar Semakin besar kecepatan aliran fluida maka debit fluida semakin besar</p>	<p>2</p> <p>4</p>	C4	Berpikir lancar
2	Sebutkan faktor-faktor yang berpengaruh pada asas kontinuitas! Jelaskan hubungan dari tiap faktor tersebut!	<p>Faktor yang berpengaruh pada asas kontinuitas adalah</p> <p>A = luas penampang (m^2) v = kecepatan aliran fluida pada penampang (m/s)</p> <p>Jika luas penampang 2 lebih besar dari penampang 1 maka luas kecepatan fluida di penampang 1 lebih besar daripada kecepatan aliran fluida pada penampang 2. Begitu pula sebaliknya.</p>	<p>2</p> <p>4</p>	C4	Berpikir lancar

3	Sebutkan dan jelaskan contoh penerapan konsep debit pada fluida dalam kehidupan sehari-hari!	<p>contoh dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>a) Kita sering mendengar istilah debit air. Misalnya debit air PAM menurun di musim kemarau.</p> <p>b) Kita menggunakan istilah debit sungai untuk menentukan kecepatan sungai dalam mengisi suatu waduk.</p>	<p>3</p> <p>3</p>	C3	Berpikir lancar
4	Sebutkan dan jelaskan contoh penerapan asas kontinuitas dalam kehidupan sehari-hari!	<p>contoh:</p> <p>a) Ketika menyiram tanaman kira menutup ujung selang menggunakan jari agar luas penampang lubang selang menjadi lebih kecil. Hal ini bertujuan agar kecepatan aliran air menjadi lebih besar sehingga air dapat memancar lebih jauh.</p> <p>b) Pada usaha cuci motor, ujung penyemprot airnya menggunakan lubang yang sangat kecil, hal ini bertujuan agar kecepatan aliran air yang dihasilkan besar</p>	<p>3</p> <p>3</p>	C3	Berpikir lancar
5	<p>Fluida mengalir melalui pipa dengan tiga penampang yang berbeda. Perbandingan luas ketiga penampang $A : B : C = 4 : 1 : 3$</p> <p>a. Apabila pada penampang A, kecepatan aliran fluida 6 m/s, kecepatan aliran air di B dan C adalah.....m/s</p> <p>b. Hitunglah debit air yang</p>	<p>Diketahui : $A_A : A_B : A_C = 4 : 1 : 3$</p> <p>Ditanya : a. V_B dan V_C jika $V_A = 6$ m/s</p> <p>b. Q....?</p> <p>Jawab :</p> <p>a. Persamaan debit konstan</p> $Q_A = Q_B = Q_C$ <p>1. $A_A \cdot v_A = A_B \cdot v_B$</p> $4 \cdot 6 = 1 \cdot v_B$ $v_B = 24 \text{ m/s}$ <p>2. $A_A \cdot v_A = A_C \cdot v_C$</p> $4 \cdot 6 = 3 \cdot v_C$	<p>1</p> <p>1</p> <p>2</p>	C2	Berpikir luwes

	mengalir pada pipa tersebut!	$v_C = 8 \text{ m/s}$ b. Karena debit konstan $Q_A = Q_B = Q_C$ maka $Q = A_A \cdot v_A$ $= 4 \cdot 6$ $= 24 \text{ m}^3/\text{s}$ Sehingga nilai $Q_A = Q_B = Q_C = 24 \text{ m}^3/\text{s}$	2		
6	Fluida mengalir dalam pipa yang diameternya berbeda-beda, kelajuan air di titik A yang jari-jarinya 3 cm adalah 8 m/det, berapakah kelajuan air di titik B, dan C bila jari jari masing-masing 1 cm dan 5 cm?	Diketahui : $A_A = \pi(0,03 \text{ m})^2$, $A_B = \pi(0,01 \text{ m})^2$, $A_C = \pi(0,05 \text{ m})^2$ Ditanya : v_B dan v_C Jawab : Debit air di ketiga titik tersebut sama maka: $Q = v_A A_A = v_B A_B = v_C A_C$ $v_B = \frac{Q}{A_B} = \frac{(8 \text{ m/det}) \pi (0,03 \text{ m})^2}{\pi (0,01 \text{ m})^2} = 72 \text{ m/det}$ $v_C = \frac{Q}{A_C} = \frac{(8 \text{ m/det}) \pi (0,03 \text{ m})^2}{\pi (0,05 \text{ m})^2} = 2,88 \text{ m/det}$	1 1 2 2	C2	Berpikir luwes
7	Jelaskan hubungan antara asas kontinuitas dengan debit!	Asas kontinuitas menyatakan bahwa debit air pada suatu penampang akan selalu sama meskipun luas penampangnya berbeda. $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$ $Q_1 = Q_2$	3 3	C4	Berpikir luwes
8	Ani menyiram bunga dengan keran yang dihubungkan	Ujung selang yang ditekan menyebabkan lubang selang makin kecil yang berarti luas penampang ujung selang	3	C5	Berpikir orisinal

	dengan selang. Saat ujung selang ditekan maka air memancar semakin jauh. Mengapa demikian?	semakin kecil. Karena debit air sama maka semakin kecil luas penampang, semakin besar kecepatan air yang mengalir sehingga air akan memancar keluar dari selang lebih jauh.	3		
9	Apa yang terjadi apabila suatu fluida ideal mengalir melalui pipa berpenampang besar menuju pipa berpenampang kecil?	Saat fluida mengalir pada penampang besar menuju pipa penampang kecil maka kelajuan fluida akan semakin besar dibandingkan melewati pipa penampang besar karena sesuai dengan asas kontinuitas terdapat kesetaraan A dan v , jika A semakin kecil maka v semakin besar.	4 2	C5	Berpikir orisinal
10	Jika kalian pergi kesungai, kalian akan menjumpai sungai tersebut memiliki bagian yang lebar dan sempit. Perhatikan aliran sungai pada bagian yang lebar dan sempit. Pada bagian manakah aliran air paling besar? Jelaskan!	Kelajuan paling besar pada bagian sungai yang sempit Menurut hukum kontinuitas jika fluida mengalir dengan aliran tunak maka massa fluida yang masuk sama dengan massa fluida yang keluar. Kelajuan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Semakin besar luas penampang maka semakin kecil laju fluida jadi bagian sungai yang sempit memiliki kelajuan yang lebih besar	2 4	C5	Berpikir orisinal
11	Buktikan bahwa untuk menghitung daya yang dibangkitkan oleh air bermassa jenis ρ dan mengalir dengan ketinggian h dengan debit air sebesar Q adalah $P = \rho Qgh$!	Sejumlah massa air m yang berada pada ketinggian h memiliki energi potensial $E_p = mgh$ Daya P yang dibangkitkan oleh energi potensial $P = \frac{E_p}{t}$ $P = \frac{mgh}{t}$ Karena $m = \rho V$, maka	1 1 2	C6	Keterampilan elaborasi

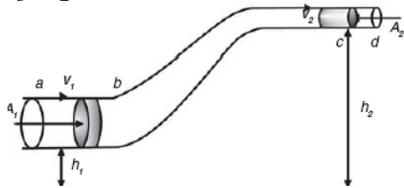
		$P = \rho gh$ $P = \rho gh$ $P = \rho gh$ karena $Q = A v$, maka $P = \rho Qgh$	1 1		
12	<p>Ahmad mengisi ember yang memiliki kapasitas 20 liter dengan air dari sebuah kran seperti gambar berikut!</p>  <p>Jika luas penampang kran dengan diameter D_1 adalah 2 cm^2 dan kecepatan aliran air di kran adalah 10 m/s. Tentukan:</p>	<p>Diketahui : $A_1 = 2 \text{ cm}^2 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ $v_1 = 10 \text{ m/s}$ Ditanya : a) debit air b) waktu Jawab:</p> <p>a) Debit air $Q = A_1 v_1 = (2 \times 10^{-4})(10)$ $Q = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>b) Waktu yang diperlukan untuk mengisi ember $V = 20 \text{ liter} = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $Q = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ $t = V / Q$ $t = (20 \times 10^{-3} \text{ m}^3) / (2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s})$ $t = 10 \text{ sekon}$</p>	1 1 2 2	C3	Keterampilan elaborasi

	a) Debit air b) Waktu yang diperlukan untuk mengisi ember				
13	Air mengalir kontinu dari saluran keluar sebuah keran yang mempunyai diameter d dengan laju mula-mula V_0 . Tentukan diameter arus pada jarak h dibawah saluran air tersebut! (abaikan hambatan udara dan tetesan air dianggap tidak terbentuk)	<p>Air keluar melalui penampang keran dengan diameter d dan kecepatan awal V_0 saat keluar dari selang, air dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi sebesar g sehingga setelah melewati suatu jarak ketinggian tertentu kecepatannya menjadi</p> $v^2 = v_0^2 + 2ah$ $v = \sqrt{v_0^2 + 2ah}$ <p>Sehingga berlaku asas kontinuitas</p> $v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$ $v_0 \cdot \frac{1}{4} \Pi d_1^2 = \sqrt{v_0^2 + 2ah} \cdot \frac{1}{4} \Pi d_2^2$ $v_0 \cdot d^2 = \sqrt{v_0^2 + 2ah} \cdot d_2^2$ $d_2^2 = d^2 \frac{v_0}{\sqrt{v_0^2 + 2ah}}$ $d_2 = d \left[\frac{v_0}{\sqrt{v_0^2 + 2ah}} \right]^{\frac{1}{2}}$	1 2 3	C6	Keterampilan elaborasi
14	Air mengalir pada pipa A ke B, apabila luas penampang A dan B masing-masing $a \text{ m}^2$	<p>Diketahui : $A_A = a \text{ m}^2$ $A_B = b \text{ m}^2$ $v_A = p \text{ m/s}$</p>	1	C2	Keterampilan evaluasi

	dan $b \text{ m}^2$ dan kecepatan aliran air di A dan B masing-masing $p \text{ m/s}$ dan $q \text{ m/s}$, maka sesuai persamaan kontinuitas akan didapatkan hubungan.....	$v_B = q \text{ m/s}$ Ditanya : $Q...?$ Jawab : Sesuai dengan persamaan kontinuitas maka hubungan yang mungkin bisa terjadi adalah sebagai berikut $Q_A = Q_B$ $A_A \cdot v_A = A_B \cdot v_B$ $a \cdot p = b \cdot q$ atau $\frac{a}{b} = \frac{q}{p}$	1		
			4		
15	Ketika kita akan mengisi air bak mandi, agar cepat terisi penuh kita membuka keran air secara maksimal, mengapa demikian? Jelaskan!	Ketika kita akan mengisi air bak mandi, agar cepat terisi penuh kita membuka keran air secara maksimal agar luas penampang aliran air bertambah Maka debit air semakin besar. Jika debit bertambah maka laju pengisian air semakin besar sehingga pengisian air bisa berlangsung dalam waktu yang lebih singkat.	3	C5	Keterampilan evaluasi
			3		
16	Mengapa arus air dari sebuah keran menjadi semakin sempit sewaktu jatuh? Jelaskan!	Air keluar melalui penampang keran dengan luas A_1 dan kecepatan awal V_0 , kemudian saat keluar dari selang, air dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi sebesar g sehingga semakin kebawah maka kecepatan air semakin besar. Sesuai persamaan kontinuitas jika kecepatan pada penampang kedua semakin besar maka luas penampangnya semakin kecil sehingga pada arus air dari sebuah keran semakin sempit sewaktu jatuh.	4	C6	Keterampilan evaluasi
			2		

	diletakkan pada bidang mendatar. Jika kecepatan aliran air pada diameter besar 2 m/s dan tekanannya 10^5 Pa. Berapakah kecepatan dan tekanan air pada diameter kecil?	<p>$v_1 = 2$ m/s $P_1 = 10^5$ Pa</p> <p>Ditanya: a. v_2 b. P_2</p> <p>Jawab:</p> <p>a. $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$ Karena $A = \frac{1}{4} \pi d^2$, maka: $d_1^2 \cdot v_1 = v_2 \cdot d_2^2$ $v_2 = \frac{d_1^2}{d_2^2} \cdot v_1 = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \cdot v_1$ $v_2 = \left(\frac{0,08}{0,04}\right)^2 \cdot 2$ $v_2 = 8$ m/s</p> <p>b. Berdasarkan hukum Bernoulli untuk $h_1 = h_2$, maka $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$ $10^5 + (2 \times 10^3) = P_2 + (32 \times 10^3)$ $P_2 = 10^5 - (0,3 \times 10^5)$ $= 0,7 \times 10^5$ Pa</p>	1		
			2		
				2	
4	Pak Aris ingin mengalirkan air PAM memasuki rumah melalui pipa berdiameter 2 cm dengan tekanan 4 atm (1 atm = 1×10^5 Pa). Pipa mengalir menuju kamar mandi lantai kedua dengan ketinggian 5m dengan diameter pipa 1cm. Jika kelajuan aliran air	<p>Diketahui: $d_1 = 2$ cm = 2×10^{-2} m $P_1 = 4$ atm = 4×10^5 Pa $v_1 = 3$ m/s $h_1 = 0$ $h_2 = 5$ m $d_2 = 1$ cm = 1×10^{-2} m</p> <p>Ditanya: a. v_2</p>	1	C4	Berpikir luwes

masukannya adalah 3 m/s. Hitunglah kelajuan, debit, dan tekanan air pada ujung keran di lantai kedua!



Jawab

b. Q

c. P_2

Kita misalkan bahwa pipa masukan kerumah sebagai titik 1 dan pipa bak mandi sebagai pipa 2

a. Menurut persamaan kontinuitas

$$\begin{aligned} A_1 \cdot v_1 &= A_2 \cdot v_2 \\ \left(\frac{1}{4}\right)\pi d_1^2 \cdot v_1 &= \left(\frac{1}{4}\right)\pi d_2^2 \cdot v_2 \\ d_1^2 \cdot v_1 &= d_2^2 \cdot v_2 \\ 2^2 \cdot 3 &= 1^2 \cdot v_2 \\ v_2 &= 12 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } Q &= A \cdot v \\ &= \left(\frac{1}{4}\right)\pi d_2^2 \cdot v_2 \\ &= \left(\frac{1}{4}\right)\pi 1 \cdot 10^{-2} \cdot 12 \\ &= 3\pi \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

c. Jika ρ air = 1000 kg/ m³ dan $g = 10$ m/ s², maka

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Karena $h_1 = 0$ maka

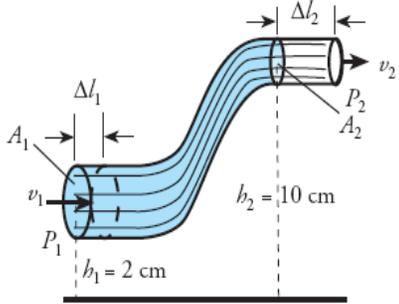
$$\begin{aligned} P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 - \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \rho g h_2 &= P_2 \\ 4 \times 10^5 + \frac{1}{2}(1000 \cdot 9) - \frac{1}{2}(1000 \cdot 144) - (1000 \cdot 10 \cdot 5) &= P_2 \\ P_2 &= 2,8 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 2,8 \text{ atm} \end{aligned}$$

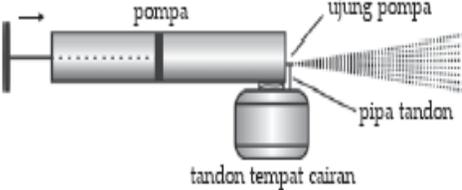
1

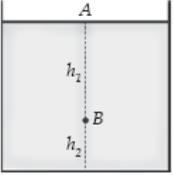
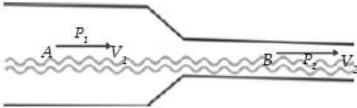
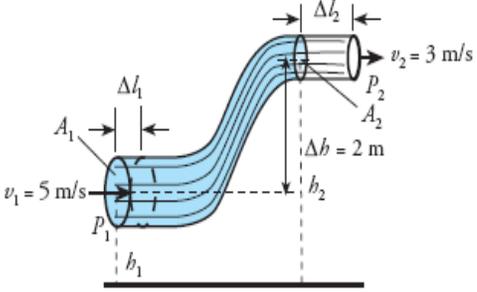
1

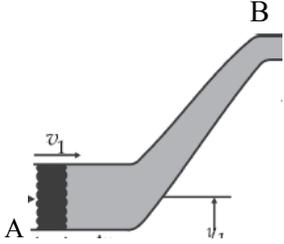
1

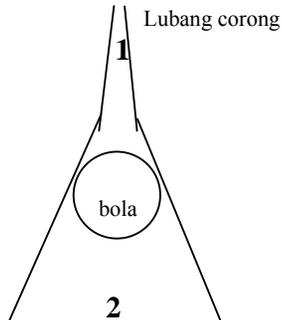
2

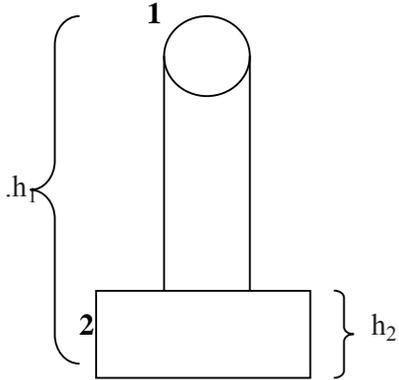
<p>5</p>	 <p>Sebuah pipa silinder yang dialiri air diletakkan mendatar. Perhatikan gambar. Kecepatan aliran air pada penampang pertama yaitu 3 m/s. Sementara, pada penampang kedua kecepatan alirannya 9 m/s. Apabila tekanan pada penampang pertama adalah 4.000 N/m², hitung tekanan di penampang kedua!</p>	<p>Diketahui: $v_1 = 3 \text{ m/s}$ $v_2 = 6 \text{ m/s}$ $h_1 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $h_2 = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ $P_1 = 4.000 \text{ N/m}^2$</p> <p>Ditanya: P_2</p> <p>Jawab:</p> <p>Untuk mencari P_2, gunakan persamaan: $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$ $4.000 + (\frac{1}{2} \times (1 \times 10^3) \times 3^2) + (1 \times 10^3) \times 9,8 \times 0,02 =$ $P_2 + (\frac{1}{2} \times (1 \times 10^3) \times 6^2) + (1 \times 10^3) \times 9,8 \times 0,1$ $8.696 = P_2 + 1.516$ $P_2 = 7.180 \text{ N/m}^3$</p> <p>Jadi, tekanan luas penampang kedua adalah 7.180 N/m³</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>3</p>	<p>C3</p>	<p>Berpikir luwes</p>
<p>6</p>	<p>Apabila 2 helai kertas tipis dipegang berdekatan. Apa yang terjadi apabila di antara kedua kertas itu ditiup? Jelaskan dengan asas Bernoulli!</p>	<p>Pada saat kertas ditiup maka kertas akan saling berdekatan</p> <p style="text-align: center;">Kertas Kertas</p> <p>Sesuai dengan persamaan Bernoulli</p> $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$	<p>2</p>	<p>C5</p>	<p>Berpikir orisinal</p>

		<p>Ketinggian kertas sama sehingga $h_2=h_1$ maka persamaan menjadi:</p> $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ <p>$v_1 = 0$ $v_2 = 0$ Maka $v_1 > v_2$ sehingga $P_2 > P_1$</p>	1 1 1 1		
7	<p>Bagaimanakah kecepatan fluida yang mengalir pada salah satu ujung penampang pipa mendatar jika perbedaan tekanan dengan ujung penampang lain semakin besar? Jelaskan!</p>	<p>Berdasarkan persamaan Bernoulli</p> $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$ <p>Karena pipa mendatar maka nilai $h=0$ Semakin besar tekanan maka kecepatannya semakin kecil, begitu pula sebaliknya</p>	2 4	C5	Berpikir orisinal
8	<p>Jelaskan prinsip kerja dari alat penyemprot berdasarkan hukum Bernoulli!</p> 	<p>Sesuai dengan persamaan Bernoulli</p> $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$ <p>Perbedaan ketinggian sangat kecil sehingga $h_2-h_1 \approx 0$ maka persamaan menjadi</p> $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ <p>$v_1 = 0$ $v_2 = 0$ Maka $v_1 > v_2$ sehingga $P_2 > P_1$</p>	1 1 1 1 2	C3	Berpikir orisinal
9	<p>Tentukanlah persamaan Bernoulli untuk fluida tidak bergerak!</p>	<p>Karena fluida diam, maka kecepatan $v_1 = v_2 = 0$. Oleh karena itu, diperoleh persamaan seperti berikut</p> $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$ $P_1 + 0 + \rho gh_1 = P_2 + 0 + \rho gh_2$	2 4	C6	Keterampilan elaborasi

		$P_1 - P_2 = \rho g(h_2 - h_1)$			
<p>10</p>	<p>Tentukanlah persamaan Bernoulli untuk fluida bergerak pada pipa horisontal!</p> 	<p>Karena pipa horisontal maka $h_1 = h_2$, persamaannya menjadi seperti berikut.</p> $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$ $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$ $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$	<p>2</p> <p>4</p>	<p>C6</p>	<p>Keterampilan elaborasi</p>
<p>11</p>	 <p>Pada pipa dengan luas penampang serba sama mengalir air dari bawah ke atas. Jika perbedaan ketinggian daerah alirannya adalah 2 meter dan besarnya laju aliran air tampak seperti pada</p>	<p>Diketahui: $\rho = 1.10^3 \text{ kg/m}^3$ $v_2 = 3 \text{ m/s}$ $v_1 = 5 \text{ m/s}$ $\Delta h = 2 \text{ m}$</p> <p>Ditanya: $P_1 - P_2$</p> <p>Jawab:</p> <p>Untuk mencari selisih tekanan, kita dapat mempergunakan persamaan:</p> $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_2 - \rho g h_1$ $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (h_2 - h_1)$ $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \times (1 \cdot 10^3) \times (9 - 25) + (1 \cdot 10^3) \times 10 \times 2$ $= (-8 \times 10^3) + (20 \times 10^3)$ $= 12 \times 10^3$ $= 1,2 \times 10^4 \text{ Pa}$ <p>Jadi, perbedaan tekanan air di dalam</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>3</p>	<p>C3</p>	<p>Keterampilan elaborasi</p>

	gambar, tentukanlah perbedaan tekanan air di dalam pipa sehingga air dapat mengalir ke atas!	pipa adalah $1,2 \times 10^4$ Pa. Tekanan di bawah lebih besar daripada tekanan di atas, sehingga air dapat naik.			
12	<p>Sejumlah fluida dalam pipa mengalir dari titik A ke titik B. Titik A lebih rendah daripada titik B, luas penampang A lebih besar daripada luas penampang B, kecepatan fluida di titik A lebih kecil daripada kecepatan di titik B. Bagaimanakah energi potensial, energi kinetik dan energi mekanik fluida di antara titik A dan titik B?</p> 	<p>Diketahui $h_A < h_B$ $A_A > A_B$ $v_A < v_B$ Ditanya : E_p, E_k, dan E_m? Jawab: Menurut rumus $E_p = mgh$ maka $E_{pA} < E_{pB}$ $E_k = \frac{1}{2} mv^2$, maka $E_{kA} < E_{kB}$ $E_m = E_p + E_k$, maka $E_{mA} < E_{mB}$</p>	2	C5	Keterampilan evaluasi
13	Tentukan perbedaan tekanan dalam suatu pipa horizontal agar kelajuan fluida yang mengalir di dalam pipa horizontal tersebut bertambah?	Dalam pipa mendatar horizontal tidak terdapat perbedaan ketinggian di antara bagian-bagian fluida, yaitu $h_1 = h_2$, maka persamaan Bernoulli menjadi seperti berikut:	1	C5	Keterampilan evaluasi
			2		

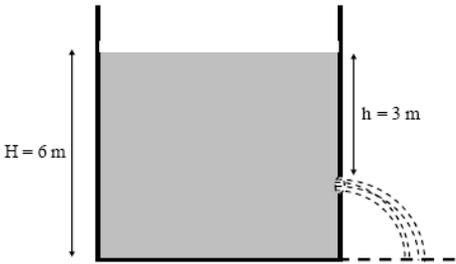
		$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$ $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho (v_2^2 - v_1^2)$ <p>Persamaan di atas menyatakan bahwa jika $v_2 < v_1$ maka $P_2 > P_1$ Jadi agar kelajuan airnya bertambah besar maka tekanannya pada pipa tersebut harus lebih kecil dari ujung pipa yang lain.</p>	3		
14	<p>Sebuah corong ditangkupkan dan di dalamnya ditempatkan sebuah bola pingpong (lihat gambar). Jika corong tidak ditiup, bola pingpong langsung jatuh tetapi jika corong ditiup cukup keras maka bola pingpong menempel pada lubang corong. Jelaskan peristiwa tersebut menggunakan asas Bernoulli!</p> 	<p>Sesuai dengan persamaan Bernoulli</p> $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$ <p>Perbedaan ketinggian sangat kecil sehingga $h_2 - h_1 \approx 0$ maka persamaan menjadi:</p> $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ <p>$v_1 \neq 0$ $v_2 = 0$ Maka $v_1 > v_2$ sehingga $P_2 > P_1$</p>	1 1 1 1 2	C5	Keterampilan evaluasi

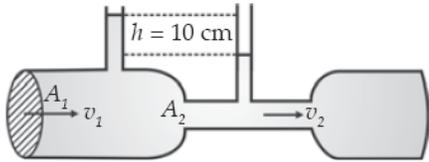
15	<p>Semakin tinggi cerobong asap maka semakin baik pengeluaran asap dari tempat perapian. Jelaskan pernyataan tersebut!</p> 	<p>Sesuai dengan persamaan Bernoulli</p> $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$ <p>Kecepatan aliran udara di ujung cerobong dan di tempat perapian sama maka $v_2 - v_1 = 0$, maka persamaannya menjadi:</p> $P_1 + \rho g h_1 = P_2 + \rho g h_2$ <p>Karena $h_1 > h_2$ sehingga $P_2 > P_1$</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p>C5</p>	<p>Keterampilan evaluasi</p>
----	--	---	---	------------------	-------------------------------------

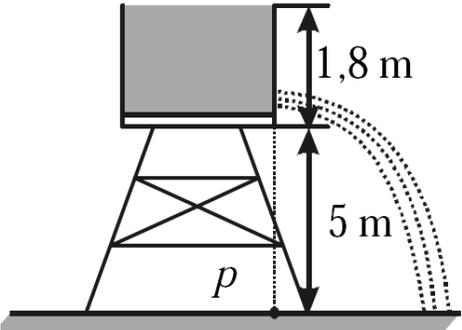
Lampiran 10

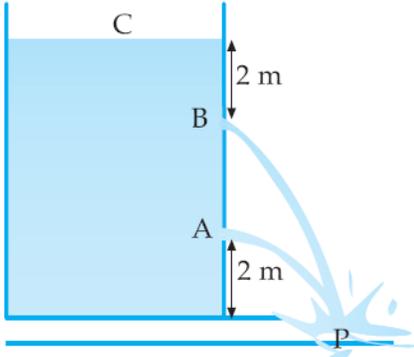
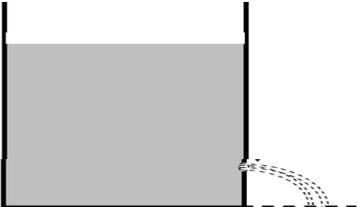
Soal Uji Coba Topik III

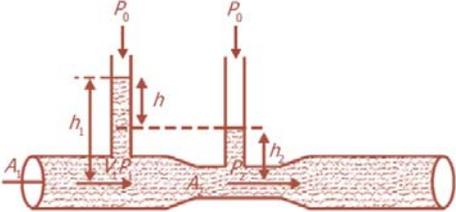
NO	SOAL	JAWABAN	SKOR	ASPEK (C1, C2, C3, C4, C5, C6)	ASPEK KREATIVITAS
1	Sebutkan dan jelaskan contoh penerapan venturimeter dalam kehidupan sehari-hari!	a. Perusahaan air minum menggunakan venturimeter untuk menghitung laju aliran air yang mengalir dalam pipa. b. Pengisian bahan bakar menggunakan venturimeter untuk menghitung laju aliran minyak yang mengalir melalui pipa.	3 3	C3	Berpikir Lancar
2	Sebutkan faktor yang mempengaruhi kecepatan fluida yang mengalir pada lubang tangki yang bocor!	Persamaan Toricelli adalah $v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh}$ Faktor yang mempengaruhi kecepatan aliran air pada lubang kebocoran tangki adalah g = percepatan gravitasi bumi h = jarak lubang kebocoran tangki dengan permukaan air pada tangki.	1 2.5 2.5	C4	Berpikir Lancar
3	Sebutkan faktor yang mempengaruhi kecepatan fluida yang mengalir pada tabung venturimeter!	Kecepatan aliran pada venturimeter dapat diketahui menggunakan persamaan $v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}}$	1	C4	Berpikir Lancar

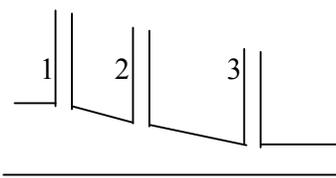
		<p>Faktor yang mempengaruhi kecepatan aliran air pada tabung venturimeter adalah</p> <p>A_1 = luas penampang pipa besar (m^2)</p> <p>A_2 = luas penampang pipa kecil (m^2)</p> <p>ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)</p> <p>h = selisih tinggi permukaan fluida pada venturimeter (m)</p> <p>g = percepatan gravitasi (m/s^2)</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>		
4	<p>Sebuah tangki terbuka terisi air setinggi 6m. Pada kedalaman 3m dari permukaan air terdapat sebuah kebocoran sehingga air memancar keluar dari lubang dan jatuh ke tanah sejauh R dari tangki. Tentukanlah jarak R!</p> 	<p>Diketahui: $h_1 = H = 6m$</p> <p>$h = h_1 - h_2 = 3m$</p> <p>$h_2 = h_1 - h = 3m$</p> <p>Ditanya : R</p> <p>Jawab :</p> $R = 2\sqrt{h_2 h}$ $= 2\sqrt{3 \cdot 3}$ $= 2 \cdot 3$ $= 6m$	<p>1</p> <p>1</p> <p>4</p>	C2	Berpikir Luwes

5	 <p>Air mengalir melalui pipa venturimeter seperti gambar di atas. Perbandingan luas penampang pipa besar dengan penampang pipa kecil adalah $\frac{A_1}{A_2} = 2$. Apabila beda tinggi air pada tabung kecil sebesar 10 cm dan $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka berapakah kelajuan air yang mengalir melalui penampang A_2?</p>	<p>Diketahui : $\frac{A_1}{A_2} = 2$ maka $\frac{A_2}{A_1} = \frac{1}{2}$ $h = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$</p> <p>Ditanya : v_2</p> <p>Jawab:</p> $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$ <p>Karena $v_1 = \frac{A_2 v_2}{A_1}$ dan $P_1 - P_2 = \rho g h$,</p> $\rho g h = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - (\frac{A_2}{A_1})^2 v_2^2)$ $2 g h = v_2^2 (1 - (\frac{A_2}{A_1})^2)$ $2 \cdot 10 \cdot 0,1 = v_2^2 (1 - 0,25)$ $2 = 0,75 v_2^2$ $v_2 = \sqrt{\frac{2}{0,75}}$ $v_2 = \sqrt{2,667}$ $v_2 = 1,633 \text{ m/s}$	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p>C3</p>	<p>Berpikir Luwes</p>
---	--	---	--	------------------	------------------------------

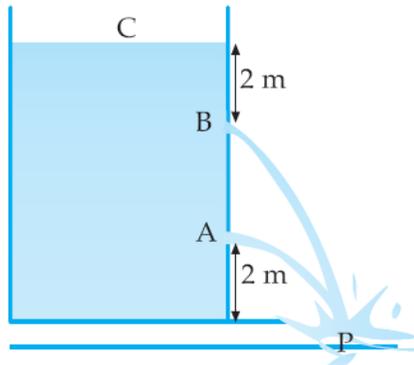
6	 <p>Gambar di samping menunjukkan sebuah reservoir yang penuh dengan air. Pada dinding bagian bawah reservoir itu bocor hingga air memancar sampai di tanah. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, Tentukanlah:</p> <ol style="list-style-type: none"> kecepatan air keluar dari bagian yang bocor; waktu yang diperlukan air sampai ke tanah; jarak pancaran maksimum di tanah diukur dari titik P. 	<p>Diketahui: $h_1 = 1,8 \text{ m}$, $h_2 = 5 \text{ m}$, dan $g = 10 \text{ m/s}^2$ Ditanya: a. v b. h_2 c. x</p> <p>jawab:</p> <ol style="list-style-type: none"> $v = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{(2) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (1,8 \text{ m})} = 6 \text{ m/s}$ $h_2 = \frac{1}{2}gt^2$ $t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{\frac{(2)(5\text{m})}{10}} = 1 \text{ sekon}$ $x = vt = (6 \text{ m/s}) (1\text{s}) = 6 \text{ m}$ atau $x = 2 \sqrt{(h_2)(h_1)} = 2 \sqrt{(1,8 \text{ m})(5 \text{ m})} = 6 \text{ m}$ 	1 1 2 1 1	C3	Berpikir Luwes
7	<p>Suatu tangki memiliki lubang kebocoran pada ketinggian h. Lubang kebocoran tersebut kemudian diperbesar luas penampangnya. Jika tangki kembali diisi, bagaimanakah kecepatan dan debit</p>	<p>Kecepatan fluida pada lubang kebocoran adalah $v = \sqrt{2gh}$ Jadi meskipun luas penampang lubang diperbesar, kecepatan fluida tetap. $Q = A \cdot v$</p>	1 2 1	C4	Berpikir Orisinal

	air yang mengalir pada lubang?	maka jika $A >$ maka $Q >$	2		
8	<p>Pada suatu bejana terdapat 2 kebocoran seperti gambar di bawah ini</p>  <p>Jika diameter lubang kebocoran A dan B adalah sama. Pada lubang manakah yang debit airnya lebih besar?</p>	$Q = A \cdot V$ $Q = A \sqrt{(h_1 - h_2)}$ <p>Maka</p> $A_1 = A_2$ $h_{1A} = h_{1B}$ $h_{2A} < h_{2B}$ $Q_A > Q_B$	1 1 1 1 1 1	C4	Berpikir Orisinal
9	 <p>Air yang memancar pada lubang kebocoran jatuh menyentuh tanah dan</p>	<p>Air yang keluar melalui lubang memiliki gerak parabola dengan sudut elevasi $\alpha = 0^\circ$, maka</p> $y = v_0 \sin \alpha t + (1/2)gt^2$ <p>karena $y = h$</p> $h_2 = (1/2)gt^2$ $t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$ <p>untuk jarak terjauh $x = v \cos \alpha t$</p> <p>menurut persamaan Toricelli $v = \sqrt{2gh}$</p>	1 1 1	C6	Keterampilan Elaborasi

	mencapai jarak tertentu dari tabung yang bocor. Tentukanlah jarak terjauh yang dicapai pancaran air tersebut!	$x = \sqrt{2gh} \cos \alpha \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$ $x = \sqrt{2gh} (1) \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$ $x = 2\sqrt{h_2 h}$ $x = 2\sqrt{h_2(h_1 - h_2)}$	2		
10	Bejana setinggi 2 m diisi penuh air. Pada bejana terjadi dua kebocoran yang berjarak 0,5 m dari atas dan 0,5 m dari bawah. Tentukan kecepatan aliran air yang bocor tersebut!	<p>Diketahui: untuk lubang 1, $h = 0,5$ m untuk lubang 2, $h = 2 - 0,5 = 1,5$ m Ditanya : v_1 dan v_2 Jawab:</p> $v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,5} = 3,16 \text{ m/s}$ $v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,5} = 5,48 \text{ m/s}$	1 1 2 2	C2	Keterampilan Elaborasi
11	 <p>Fluida mengalir pada venturimeter seperti gambar di atas. Tentukanlah kecepatan fluida di penampang 2!</p>	<p>Persamaan Bernoulli $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$ untuk pipa mendatar adalah $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$ Karena $v_1 = \frac{A_2 v_2}{A_1}$ dan $P_1 - P_2 = \rho g h$, maka $\rho g h = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - (\frac{A_2}{A_1})^2 v_2^2)$ $2 g h = v_2^2 (1 - (\frac{A_2}{A_1})^2)$</p>	1 1 1 1 2	C6	Keterampilan Elaborasi

		$v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}}$			
12	Tentukanlah besarnya beda tekanan pada venturimeter tanpa manometer berdasarkan prinsip tekanan hidrostatik!	<p>Tekanan hidrostatik dinyatakan dengan persamaan</p> $Ph = P_0 + \rho g h$ <p>Pada venturimeter berlaku</p> $P_1 = P_0 + \rho g h_1$ $P_2 = P_0 + \rho g h_2$ <p>Selisih tekanan pada kedua penampang adalah:</p> $P_1 - P_2 = \rho g(h_1 - h_2) = \rho g h$	1 3 2	C5	Keterampilan Evaluasi
13	<p>Air mengalir dari kiri ke kanan dalam suatu tabung seperti gambar di bawah ini. Pipa 1, 2 dan 3 memiliki tinggi dan diameter yang sama</p>  <p>Bandingkan tinggi permukaan air pada pipa 1, 2, 3!</p>	<p>persamaan kontinuitas</p> $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = A_3 \cdot v_3$ <p>Jika $A_1 > A_2 > A_3$ maka $v_1 < v_2 < v_3$</p> $\rho g(h_1 - h_2) = \frac{1}{2} \rho(v_2^2 - v_1^2)$ <p>$v_1 < v_2$ maka $h_1 > h_2$</p> $\rho g(h_2 - h_3) = \frac{1}{2} \rho(v_3^2 - v_2^2)$ <p>$v_2 < v_3$ maka $h_2 > h_3$</p> <p>Jadi $h_1 > h_2 > h_3$</p>	1 1 1 1 2	C5	Keterampilan Evaluasi
14	Sebuah bak air setinggi 20 m, di sisi bak dibuat 2 buah lubang yang masing -	Diketahui: untuk lubang A, $h_1 = 20$ m	1	C4	Keterampilan Evaluasi

masing berjarak 2 m dari permukaan dan dasar bak. Buktikan bahwa air yang dipancarkan dari A dan B akan jatuh di tanah pada tempat yang sama? Berapakah jarak tempat air jatuh ke bak? ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)



Ditanya : X_A dan X_B
Jawab:

$$h_2 = 2 \text{ m}$$

Untuk lubang B

$$h_1 = 20 \text{ m}$$

$$h_2 = 20 - 2 = 18 \text{ m}$$

Untuk lubang A

$$X_A = 2\sqrt{h_2(h_1 - h_2)}$$

$$= 2\sqrt{2(20 - 2)}$$

$$= 2 \cdot 6 = 12 \text{ m}$$

Untuk lubang B

$$X_B = 2\sqrt{h_2(h_1 - h_2)}$$

$$= 2\sqrt{18(20 - 18)}$$

$$= 2 \cdot 6 = 12 \text{ m}$$

Jadi air yang mengalir pada kedua lubang akan jatuh di tanah pada jarak yang sama yaitu 12 m

1

2

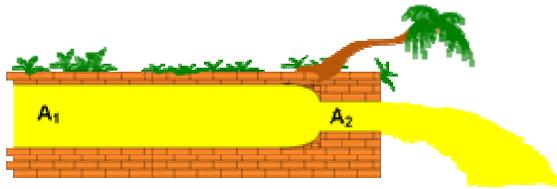
2

Lampiran 11

Tugas Mandiri

Debit Pada Fluida dan Asas Kontinuitas

1. Jelaskan yang dimaksud dengan debit beserta persamaannya!
2. Ahmad mengisi ember yang memiliki kapasitas 20 liter dengan air dari sebuah kran. Jika luas penampang kran adalah 2 cm^2 dan kecepatan aliran air di kran adalah 10 m/s tentukan:
 - a) Debit air
 - b) Waktu yang diperlukan untuk mengisi ember
3. Jika ember A diisi air dari sumber berupa selang yang memiliki luas penampang 5 cm^3 , dan ember B diisi air dari sumber berupa selang yang memiliki luas penampang 10 cm^3 jika volume ember sama dan kecepatan aliran air dari sumber selang sama maka ember manakah yang lebih cepat terisi penuh? jelaskan!
4. Sebuah keran mengalirkan air dengan debit $0,25 \text{ liter/s}$, jika keran tersebut digunakan untuk mengisi ember selama 1 menit, berapakah volume air yang keluar dari keran?
5. Jelaskan yang dimaksud dengan asas kontinuitas beserta persamaannya!
6. Air mengalir melalui pipa mendatar dengan diameter pada masing-masing ujungnya 6 cm dan 2 cm . Jika pada penampang besar, kecepatan air 2 m/s , berapakah kecepatan aliran air pada penampang kecil?
7. Pipa saluran air bawah tanah memiliki bentuk seperti gambar berikut!



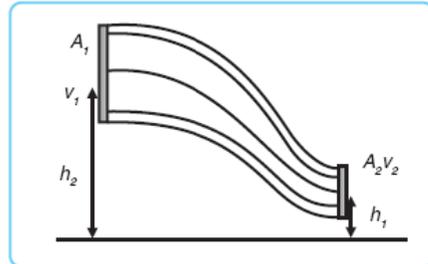
Jika luas penampang pipa besar adalah 5 m^2 , luas penampang pipa kecil adalah 2 m^2 dan kecepatan aliran air pada pipa besar adalah 15 m/s , tentukan kecepatan air saat mengalir pada pipa kecil!

8. Mengapa pada penyemprot air, lubang keluarnya air dibuat lebih kecil dari lubang selang? jelaskan!
9. Fluida mengalir melalui pipa dengan tiga penampang yang berbeda. Perbandingan luas ketiga penampang $A : B : C = 1 : 2 : 3$. Apabila pada penampang A, kecepatan aliran fluida 6 m/s , maka tentukanlah perbandingan kecepatan pada penampang B dan C!
10. Suatu pipa memiliki luas penampang yang berbeda. Jika luas penampang pipa besar adalah 7 m^2 , luas penampang pipa kecil adalah $3,5 \text{ m}^2$ dan kecepatan aliran air pada pipa besar adalah 12 m/s , tentukan kecepatan air saat mengalir pada pipa kecil!

Hukum Bernoulli

1. Turunkan persamaan matematis untuk mendapatkan persamaan hukum Bernoulli!

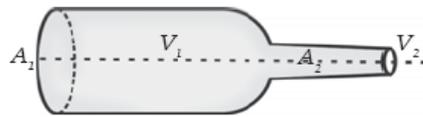
2.



Air mengalir melalui sebuah pipa yang berbentuk corong. Garis tengah lubang corong tempat air masuk 30 cm, sedangkan garis tengah lubang corong tempat air keluar 15 cm. Letak pusat lubang pipa yang kecil lebih rendah 60 cm daripada pusat lubang yang besar. Kecepatan aliran air dalam pipa itu 140 liter/s, sedangkan tekanan pada lubang

yang besar 77,5 cm Hg. Berapakah tekanan pada lubang yang kecil?

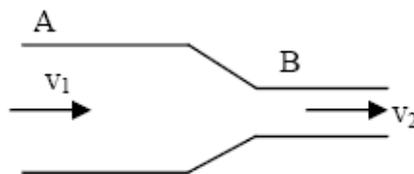
3.



Perhatikan gambar di samping! Besarnya diameter tabung besar dan kecil masing-masing 5 cm dan 3 cm. Jika Diketahui tekanan di sebesar $16 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ dan memiliki kecepatan 3

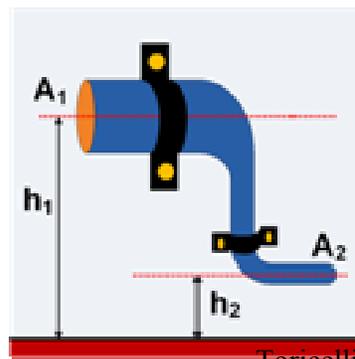
m/s, maka hitunglah tekanan dan kecepatan di !

4.



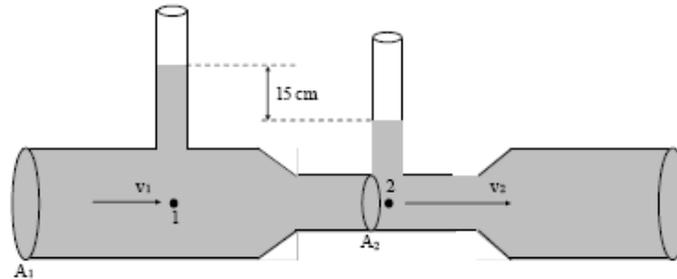
Pada gambar di samping pipa selindris diletakkan mendatar, diameter $A = 4 \text{ cm}$, $B = 2 \text{ cm}$. Jika kecepatan aliran di $A = 3 \text{ m/s}$ dan tekanannya 10^5 N/m^2 , tentukan kecepatan aliran dan tekanan di B! ($\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$).

5. Pipa untuk menyalurkan air menempel pada sebuah dinding rumah seperti terlihat pada gambar berikut! Perbandingan luas penampang pipa besar dan pipa kecil adalah 4 : 1.

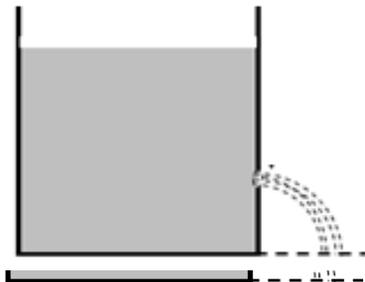


Posisi pipa besar adalah 5 m di atas tanah dan pipa kecil 1 m di atas tanah. Kecepatan aliran air pada pipa besar adalah 36 km/jam dengan tekanan $9,1 \times 10^5 \text{ Pa}$. Tentukan :
 a) Kecepatan air pada pipa kecil
 b) Selisih tekanan pada kedua pipa
 c) Tekanan pada pipa kecil ($\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

1. Tentukan kecepatan fluida memancar pada tangki yang bocor berdasarkan hukum Bernoulli!
2. Tentukan kecepatan fluida pada salah satu penampang tabung venturimeter berdasarkan hukum Bernoulli, asas kontinuitas dan tekanan hidrostatik!
3. A venturimeter with the big section area 10 cm^2 and small section area 5 cm^2 is used to measure the velocity of water flow. If the height difference of water surface is 15 cm . Calculate the velocity of water flow in the big and small section! ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



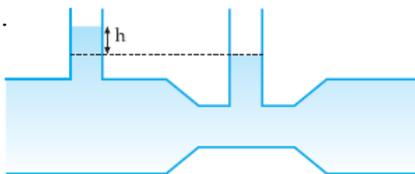
4.



Suatu bejana berisi air seperti tampak pada gambar. Tinggi permukaan zat cair 145 cm dan lubang kecil pada bejana 20 cm dari dasar bejana. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, Tentukan:

- a. kecepatan aliran air melalui lubang,
- b. jarak pancaran air yang pertama kali jatuh diukur dari dinding bejana!

5.



Melalui pipa venturi seperti gambar di samping, mengalir air sehingga selisih tinggi permukaan air pada kedua pembuluh sempit yang dipasang pada pipa venturi adalah 5 cm . Jika luas penampang besar dan kecil pada pipa venturi masing-masing 100 cm^2 dan 10 cm^2 dan $g = 10 \text{ m/s}^2$ serta massa jenis air 1 gr/cm^3 , hitunglah:

- a) Perbedaan tekanan di titik pada penampang besar dan kecil
- b) Kecepatan air yang masuk ke pipa venturi

Lampiran 12

Kunci Jawaban Tugas Mandiri

Debit Pada Fluida dan Asas Kontinuitas

1. Debit adalah laju mengalirnya air atau debit merupakan banyaknya fluida yang mengalir melalui suatu penampang tiap satuan waktu.

$$Q = \frac{V}{t}$$

dengan:

$$\begin{aligned} Q &= \text{debit (m}^3/\text{s)} \\ V &= \text{volume fluida (m}^3) \\ t &= \text{waktu (s)} \end{aligned}$$

Karena $V = A \cdot x$

$$x = v \cdot t$$

maka $V = A \cdot v \cdot t$, sehingga

$$Q = \frac{A \cdot v \cdot t}{t}$$

$$Q = A \cdot v$$

dengan:

$$\begin{aligned} Q &= \text{debit (m}^3/\text{s)} \\ A &= \text{luas penampang (m}^2) \\ v &= \text{kecepatan fluida mengalir (m/s)} \end{aligned}$$

2. Diketahui: $A = 2 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

$$V = 20 \text{ L} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Ditanya: a. Q

b. t untuk mengisi ember sampai penuh

Jawab:

$$\text{a. } Q = Av = (2 \cdot 10^{-4})(10) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{b. } t = V/Q = 2 \cdot 10^{-3} / 2 \cdot 10^{-3} = 1 \text{ s}$$

3. Lebih cepat terisi penuh ember b karena luas penampang sumber airnya lebih besar. Sesuai persamaan debit $Q = Av$, maka jika A semakin besar maka debit airnya semakin besar pula sehingga pengisian air menjadi lebih cepat.

4. Diketahui: $Q = 0,25 \text{ L/s}$

$$t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ s}$$

Ditanya: V

Jawab:

$$Q = V/t$$

$$V = Q \cdot t$$

$$= 0,25 \cdot 60$$

$$= 15 \text{ L} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

5. Asas kontinuitas menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tunak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Pada pipa yang luas penampangnya kecil maka alirannya besar begitu pula sebaliknya.

Asas kontinuitas menyatakan bahwa debit yang masuk pada suatu penampang luasan sama dengan debit yang keluar pada luasan yang lain meskipun luas penampangnya berbeda.

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

dengan:

$$A_1 = \text{luas penampang 1 (m}^2\text{)}$$

$$A_2 = \text{luas penampang 2 (m}^2\text{)}$$

$$v_1 = \text{kecepatan aliran fluida pada penampang 1 (m/s)}$$

$$v_2 = \text{kecepatan aliran fluida pada penampang 2 (m/s)}$$

6. Diketahui: $d_1 = 6 \text{ cm}$; $d_2 = 2 \text{ cm}$; $v_1 = 2 \text{ m/s}$

Ditanya: v_2

Jawab:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

$$\text{Karena } A = \frac{1}{4} \pi d^2, \text{ maka}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

$$\frac{2}{v_2} = \frac{4}{36}$$

$$v_2 = 18 \text{ m/s}$$

7. Diketahui: $A_1 = 5 \text{ m}^2$; $A_2 = 2 \text{ m}^2$; $v_1 = 15 \text{ m/s}$

Ditanya: v_2

Jawab:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$5 \cdot 15 = 2 \cdot v_2$$

$$v_2 = 37,5 \text{ m/s}$$

8. Sesuai dengan persamaan kontinuitas, jika penampang menjadi lebih kecil maka kecepatan aliran air menjadi semakin besar sehingga pada penyemprot air menggunakan lubang yang sangat kecil dibandingkan selangnya. Hal ini bertujuan agar kecepatan aliran air yang dihasilkan semakin besar sehingga jarak pancaran air semakin jauh dan dapat mengangkat kotoran.

9. Diketahui: $A_A : A_B : A_C = 1 : 2 : 3$

$$v_A = 6 \text{ m/s}$$

Ditanya: perbandingan $v_A : v_B : v_C$

Jawab:

$$Q_A = Q_B = Q_C$$

$$A_A \cdot v_A = A_B \cdot v_B$$

$$1 \cdot 6 = 2 \cdot v_B$$

$$v_B = 3 \text{ m/s}$$

$$A_A \cdot v_A = A_C \cdot v_C$$

$$1 \cdot 6 = 3 \cdot v_C$$

$$v_B = 2 \text{ m/s}$$

$$\text{Perbandingan } v_A : v_B : v_C = 6 : 3 : 2$$

10. Diketahui: $A_1 = 7 \text{ m}^2$; $A_2 = 3,5 \text{ m}^2$; $v_1 = 12 \text{ m/s}$

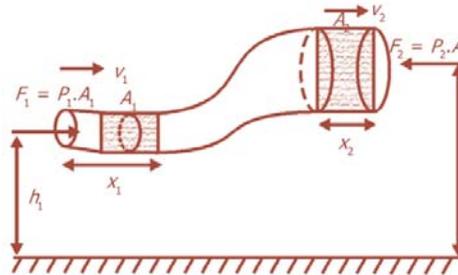
Ditanya: v_2

Jawab:

$$\begin{aligned} A_1 \cdot v_1 &= A_2 \cdot v_2 \\ 7 \cdot 12 &= 3,5 \cdot v_2 \\ v_2 &= 24 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Hukum Bernoulli

1.



Fluida mengalir dari penampang A_1 ke ujung pipa dengan penampang A_2 karena adanya perbedaan tekanan kedua ujung pipa. Apabila massa jenis fluida ρ , laju aliran fluida pada penampang A_1 adalah v_1 , dan pada penampang A_2 sebesar v_2 . Bagian fluida sepanjang $x_1 = v_1 \cdot t$ bergerak ke kanan oleh gaya $F_1 = P_1 \cdot A_1$ yang ditimbulkan tekanan P_1 . Setelah selang waktu t , fluida pada penampang A_2 terdorong oleh gaya F_2 sejauh $x_2 = v_2 \cdot t$. Gaya F_1 melakukan usaha sebesar:

$$W_1 = +F_1 \cdot x_1 = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1$$

Sementara itu, gaya F_2 melakukan usaha sebesar:

$$W_2 = -F_2 \cdot x_2 = -P_2 \cdot A_2 \cdot x_2$$

(tanda negatif karena gaya F_2 berlawanan dengan arah gerak fluida).

Sehingga usaha total yang dilakukan adalah:

$$W = W_1 + W_2$$

$$W = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot x_2$$

karena $A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_2 = V$ dan $V = \frac{m}{\rho}$, maka:

$$W = P_1 \frac{m}{\rho} - P_2 \frac{m}{\rho} = (P_1 - P_2) \frac{m}{\rho}$$

W adalah usaha total yang dilakukan pada bagian fluida yang volumenya $V = A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_2$, yang akan menjadi tambahan energi mekanik total pada bagian fluida tersebut.

$$Em = \Delta Ek + \Delta Ep$$

$$= \left(\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right) + (m g h_2 - m g h_1)$$

Sehingga

$$W = \Delta Em$$

$$(P_1 - P_2) \frac{m}{\rho} = \left(\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right) + (m g h_2 - m g h_1)$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Atau di setiap titik pada fluida yang bergerak berlaku:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{konstan}$$

2. Diketahui: $r_1 = 15 \text{ cm} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ m}$
 $A_1 = \pi (1,5 \times 10^{-1})^2 = 7,065 \times 10^{-2} \text{ m}^2$

$$r_2 = 7,5 \text{ cm} = 7,5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$A_2 = \pi (7,5 \times 10^{-2})^2 = 1,766 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$(h_1 - h_2) = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$P_1 = 77,5 \text{ cm Hg} = 1,02 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$Q_2 = 140 \text{ L/s} = 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ditanya: $P_1 = \dots$

Jawab:

$$Q_2 = A_2 v_2$$

$$0,14 = 1,766 \times 10^{-2} v_2$$

$$v_2 = 7,93 \text{ m/s}$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$7,065 \times 10^{-2} \times v_1 = 1,766 \times 10^{-2} \times 7,93$$

$$v_1 = 1,98 \text{ m/s}$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 - \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \rho g h_2$$

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) + \rho g (h_1 - h_2)$$

$$P_2 = 1,02 \times 10^5 + \frac{1}{2} \cdot 1000 (1,98^2 - 7,93^2) + 1000 \cdot 10 \cdot 0,6$$

$$P_2 = 1,02 \times 10^5 + 29480 + 6000$$

$$P_2 = 1,02 \times 10^5 + 35480$$

$$P_2 = 6,652 \times 10^4 \text{ Pa}$$

3. Diketahui: $P_1 = 16 \times 10^4 \text{ N/m}^3$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$v_1 = 3 \text{ m/s}$$

$$d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d_2 = 3 \text{ cm}$$

Ditanya: a. v_2

b. P_2

Jawab:

$$a. \quad v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$$

$$v_1 \cdot \frac{1}{4} \pi d_1^2 = v_2 \cdot \frac{1}{4} \pi d_2^2$$

$$v_1 \cdot d_1^2 = v_2 \cdot d_2^2$$

$$. 25 \cdot 10^{-4} = v_2 \cdot 9 \cdot 10^{-4}$$

$$v_2 = 8,33 \text{ m/s}$$

$$b. \quad P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2)$$

$$= 16 \cdot 10^4 + \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot (3^2 - 8,333^2)$$

$$= 16 \cdot 10^4 + 500 (9 - 69,3)$$

$$= 16 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^4$$

$$= 13 \cdot 10^4 \text{ N/m}^3$$

4. Diketahui: $P_A = 10^5 \text{ N/m}^3$
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $v_A = 3 \text{ m/s}$
 $d_A = 4 \text{ cm}$
 $d_B = 2 \text{ cm}$

- Ditanya: a. v_B
 b. P_B

Jawab:

$$a. \quad v_A \cdot A_A = v_B \cdot A_B \quad b. \quad P_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = P_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$$

$$v_1 \cdot d_1^2 = v_2 \cdot d_2^2$$

$$3 \times 16 \times 10^4 = v_2 \cdot 4 \times 10^{-4} \quad 10^5 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 9 = P_B + \frac{1}{2} \times 1000 \times 144$$

$$v_2 = 12 \text{ m/s} \quad P_B = 10^5 - 67500$$

$$P_B = 3,25 \times 10^4 \text{ N/m}^2$$

5. Diketahui: $h_1 = 5 \text{ m}$
 $h_2 = 1 \text{ m}$
 $v_1 = 36 \text{ km/jam} = 10 \text{ m/s}$
 $P_1 = 9,1 \times 10^5 \text{ Pa}$
 $A_1 : A_2 = 4 : 1$

- Ditanya: a. v_2
 b. $P_1 - P_2$
 c. P_2

Jawab:

- a) Kecepatan air pada pipa kecil

Persamaan Kontinuitas :

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$(4)(10) = (1)(v_2)$$

$$v_2 = 40 \text{ m/s}$$

- b) Selisih tekanan pada kedua pipa

Dari Persamaan Bernoulli :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (h_2 - h_1)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} (1000)(40^2 - 10^2) + (1000)(10)(1 - 5)$$

$$P_1 - P_2 = (500)(1500) - 40000 = 750000 - 40000$$

$$P_1 - P_2 = 710000 \text{ Pa} = 7,1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

- c) Tekanan pada pipa kecil

$$P_1 - P_2 = 7,1 \times 10^5$$

$$9,1 \times 10^5 - P_2 = 7,1 \times 10^5$$

$$P_2 = 2,0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

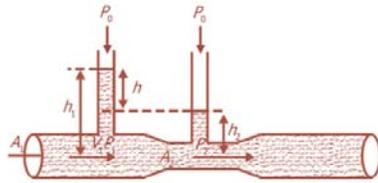
Toricelli dan Venturimeter

1. Dengan menganggap diameter tabung tangki lebih besar dibandingkan diameter lubang, maka permukaan zat cair pada tabung turun perlahan-lahan, sehingga kecepatan v_1 dapat dianggap nol.

Titik 1 (permukaan) dan 2 (lubang) terbuka terhadap udara sehingga tekanan pada kedua titik sama dengan tekanan atmosfer, $P_1 = P_2$, sehingga persamaan Bernoulli dinyatakan:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 &= 0 + \rho gh_1 \\ \frac{1}{2}\rho v_2^2 &= \rho g(h_1 - h_2) \\ v &= \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh}\end{aligned}$$

- 2.



Berdasarkan persamaan kontinuitas, pada titik 1 dan 2 dapat dinyatakan:

$$\begin{aligned}A_1 \cdot v_1 &= A_2 \cdot v_2 \\ v_2 &= \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} \dots \dots \dots (i)\end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan Bernoulli, di dapatkan:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 \left[\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_2^2} \right] \dots \dots \dots (ii)$$

Berdasarkan persamaan tekanan hidrostatis, maka tekanan pada titik 1 dan 2 adalah:

$$\begin{aligned}P_1 &= P_0 + \rho gh_1 \\ P_2 &= P_0 + \rho gh_2\end{aligned}$$

Selisih tekanan pada kedua penampang adalah:

$$P_1 - P_2 = \rho g(h_1 - h_2) = \rho gh \dots \dots \dots (iii)$$

Dengan menggabungkan persamaan ii dan iii di atas diperoleh:

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}}$$

dengan:

v_1 = laju aliran fluida pada pipa besar (m/s)

A_1 = luas penampang pipa besar (m^2)

A_2 = luas penampang pipa kecil (m^2)

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

h = selisih tinggi permukaan fluida pada venturimeter (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

3. Diketahui: $A_1 = 10 \text{ cm}^2 = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
 $A_2 = 5 \text{ cm}^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
 $h = 15 \text{ cm} = 15 \times 10^{-2} \text{ m}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

Ditanya: v_2

Jawab:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2gh}{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}} = \sqrt{\frac{2 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 15 \times 10^{-2} \text{ m}}{\left(\frac{10 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{5 \times 10^{-4} \text{ m}^2}\right)^2 - 1}} = 1 \text{ m/s}$$

untuk menentukan kecepatan v_2 menggunakan persamaan kontinuitas

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$$

$$= \frac{10 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{5 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \times 1$$

$$= 2 \text{ m/s}$$

4. Diketahui: $h_2 = 145 \text{ cm} = 1,45 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $h_1 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

Ditanya: a. $v = \dots ?$

b. $x = \dots ?$

Jawab:

$$\text{a. } v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10 (1,45 - 0,2)}$$

$$= 5 \text{ m/s}$$

b. Jarak pancaran air

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$0,2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$t = 0,2 \text{ sekon}$$

$$x = v \cdot t$$

$$= 5 \cdot 0,2 = 1 \text{ m}$$

5. Diketahui: $\rho = 1 \text{ gr/cm}^3$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$h = 5 \text{ cm}$$

$$A_1 = 100 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 10 \text{ cm}^2$$

Ditanya : a. $P_1 - P_2$ b. v_1

Jawab:

$$a. P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot h$$

$$= 1 \cdot 1000 \cdot 5 = 5000 \text{ dyne/cm}^2$$

$$b. v_2^2 = \frac{2 \cdot A_1 (P_1 - P_2)}{\rho (A_1^2 - A_2^2)}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{100.000.000}{9900}} = 100,5 \text{ cm/s}$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$v_1 = \frac{1005}{100}$$

$$v_1 = 10,05 \text{ cm/s}$$

Lampiran 13

Lembar Diskusi
DEBIT PADA FLUIDA DINAMIS

Kelompok :

- | | |
|----|----|
| 1. | 2. |
| 3. | 4. |

Jawablah soal-soal di bawah ini melalui diskusi kelompok!

NO	
1.	Dalam suatu berita mengenai daerah yang banjir, kalian pasti sering mendengar bahwa banjir disebabkan oleh debit air yang bertambah. Menurut kalian, apakah yang dimaksud dengan debit dalam materi fluida? Jawab:
2.	Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi debit dalam materi fluida? jelaskan hubungan dari tiap faktor tersebut! Jawab:
3.	Tuliskan persamaan matematis dari debit pada materi fluida! Jawab:
4.	Saat kita mengisi bak mandi, maka kita membuka lubang keran sampai maksimal. Jelaskan tujuan dari membuka keran sampai maksimal! Jawab:
5.	Sebutkan dan jelaskan contoh penerapan konsep debit dalam materi fluida pada kehidupan sehari-hari! Jawab:

ASAS KONTINUITAS PADA FLUIDA DINAMIS

Kelompok :

- | | |
|----|----|
| 1. | 2. |
| 3. | 4. |

Jawablah soal-soal di bawah ini melalui diskusi kelompok!

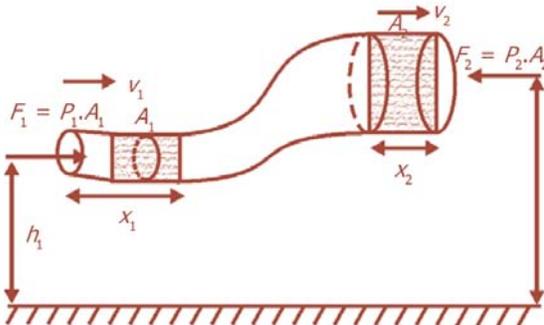
NO	
1.	<p>Saat kalian menyiram air menggunakan selang, biasanya kalian menutup selang dengan jari kalian agar air bisa memancar jauh. Bagaimanakah hubungan antara menutup lubang dengan jari dengan jarak pancaran air yang jauh?</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
2.	<p>Jelaskan yang dimaksud dengan asas kontinuitas!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
3.	<p>Turunkan persamaan matematis untuk mendapatkan persamaan asas kontinuitas!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
4	<p>Sebuah pipa lurus memiliki dua macam penampang, masing-masing dengan luas penampang 200 mm^2 dan 100 mm^2. Pipa tersebut diletakkan secara horisontal, sedangkan air di dalamnya mengalir dari penampang besar ke penampang kecil. Jika kecepatan arus di penampang besar adalah 2 m/s, tentukanlah:</p> <p>a. kecepatan arus air di penampang kecil, dan</p> <p>b. volume air yang mengalir setiap menit.</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
5.	<p>Sebutkan dan jelaskan contoh penerapan asas kontinuitas dalam kehidupan sehari-hari!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

HUKUM BERNOULLI

Kelompok :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Kerjakanlah soal-soal di bawah ini melalui diskusi kelompok

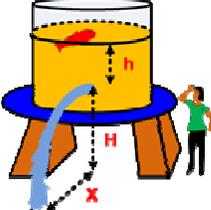
NO	
1.	<p>Jelaskan yang dimaksud dengan usaha! bagaimanakah hubungan antara usaha dengan tekanan? Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
2.	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Perhatikan gambar diatas. Berdasarkan konsep kesetaraan kekekalan energi mekanik dan usaha total, turunkan persamaan hukum Bernoulli! Jawab:</p> <p>.....</p>
3.	<p>Tuliskan kesimpulan yang kalian dapatkan mengenai hukum Bernoulli! Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
4.	<p>Sebutkan dan jelaskan contoh penerapan dari hukum Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari! Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

TEORI TORICELLI

Kelompok :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Kerjakanlah soal-soal di bawah ini melalui diskusi kelompok

NO	
1.	<p>Jelaskan yang dimaksud dengan tekanan hidrastatis !tuliskan persamaan matematis dari tekanan hidrostatis!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
2.	<p>Air yang memancar pada lubang kebocoran membentuk lintasan parabola sampai jatuh ke tanah. Tentukanlah faktor-faktor yang mempengaruhi jarak terjauh yang dicapai air yang memancar (x) berdasarkan persamaan parabola!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
3.	<p>Tentukan kecepatan fluida memancar pada tangki yang bocor berdasarkan hukum bernoulli!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
4.	<p>Peristiwa kebocoran pada tangki pertama kali di teliti oleh Toricelli, sehingga peristiwa ini disebut sebagai teori Toricelli. Jelaskan yang dimaksud dengan teori toricelli!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
5.	<p>Tangki air dengan lubang kebocoran diperlihatkan gambar berikut!</p>  <p>Jarak lubang ke tanah adalah 10 m dan jarak lubang ke permukaan air adalah 3,2 m. Tentukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Kecepatan keluarnya air b) Jarak mendatar terjauh yang dicapai air <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
6.	<p>Sebutkan dan jelaskan contoh penerapan dari teori toricelli dalam kehidupan sehari-hari!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

VENTURIMETER

Kelompok :

- | | |
|----|----|
| 1. | 2. |
| 3. | 4. |

Kerjakanlah soal-soal di bawah ini melalui diskusi kelompok

NO	
1.	<p>Jelaskan yang dimaksud sebagai tabung venturimeter!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
2.	<p>Gambarkan dan jelaskan bagian-bagian pada tabung venturimeter!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
3.	<p>Turunkan kecepatan fluida pada salah satu penampang tabung venturimeter berdasarkan hukum Bernoulli!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
4.	<p>Tentukan kecepatan fluida pada salah satu penampang tabung venturimeter berdasarkan hukum Bernoulli, asas kontinuitas dan tekanan hidrostatik!</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
5.	<p>Sebuah pipa silindris dengan diameter pada pipa 1 adalah 8 cm dan pipa 2 adalah 4 cm diletakkan pada bidang mendatar. Jika ketinggian air pada pipa 1 adalah 20 cm dan pada pipa 2 adalah 12 cm, berapakah kecepatan air pada pipa 1?</p> <p>Jawab:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Lampiran 14

Kunci Jawaban Lembar Diskusi

DEBIT PADA FLUIDA DINAMIS

1. Debit diartikan sebagai laju mengalirnya air atau debit merupakan banyaknya fluida yang mengalir melalui suatu penampang tiap satuan waktu.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi debit adalah volume dan waktu
 - Hubungan debit dan volume adalah berbanding lurus, semakin besar volume air yang mengalir maka debit air semakin besar dan sebaliknya
 - Hubungan debit dan waktu adalah berbanding terbalik, semakin besar waktu air mengalir maka debit air semakin kecil dan sebaliknya

Selain itu dari persamaan debit yang lain diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi debit fluida adalah luas penampang dan kecepatan aliran fluida

 - Hubungan antara debit dan luas penampang adalah berbanding lurus, yaitu semakin besar luas penampang maka debit air yang mengalir semakin besar, begitu pula sebaliknya.
 - Hubungan antara debit dan kecepatan aliran fluida adalah berbanding lurus, yaitu semakin besar kecepatan aliran fluida maka debit air yang mengalir semakin besar, begitu pula sebaliknya.

$$3. Q = \frac{V}{t}$$

dengan:

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{volume fluida (m}^3\text{)}$$

$$t = \text{waktu (s)}$$

Karena $V = A \cdot x$

$$x = v \cdot t$$

$$\text{maka } V = A \cdot v \cdot t$$

$$\text{sehingga } Q = \frac{A \cdot v \cdot t}{t}$$

$$Q = A \cdot v$$

dengan:

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$v = \text{kecepatan fluida mengalir (m/s)}$$

4. Ketika kita akan mengisi air bak mandi, kita membuka keran air secara maksimal agar cepat terisi penuh. Saat keran dibuka secara maksimal maka luas penampang aliran air bertambah sehingga volume air yang mengalir lebih banyak karena air dapat mengalir lebih lancar dan lebih banyak. Hal ini

menyebabkan debit air semakin besar. Jika debit bertambah maka laju pengisian air semakin besar sehingga pengisian air bisa berlangsung dalam waktu yang lebih singkat.

5. Contoh penerapan konsep debit dalam kehidupan sehari-hari
 - Kita sering menggunakan istilah **debit** air. Misalnya debit air PAM menurun di musim kemarau.
 - Pipa saluran air yang berasal dari PDAM memiliki diameter yang lebih besar daripada pipa saluran air pada rumah-rumah penduduk karena debit air yang berasal dari tempat penyimpanan air PDAM lebih besar daripada debit air pada pipa saluran air di rumah penduduk.
 - Pengosongan air pada bak mandi atau kolam renang umumnya lebih lama daripada pengisiannya hal ini disebabkan karena pada saat pengisiannya debit airnya besar sedangkan pada pengosongan, debit airnya kecil karena lubang pengosongan bak mandi atau kolam diameternya kecil.

ASAS KONTINUITAS PADA FLUIDA DINAMIS

1. Pada saat kita menutup lubang selang dengan jari, kita memperkecil luas penampang selang. Terdapat gaya tekan air pada selang maka jika luas permukaan diperkecil maka tekanannya semakin besar sehingga dapat memancar lebih jauh.
2. Asas kontinuitas menyatakan bahwa pada fluida tak kompresibel dan tunak, kecepatan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Pada pipa yang luas penampangnya kecil, maka alirannya besar.
Asas kontinuitas menyatakan debit yang masuk pada suatu penampang luasan sama dengan debit yang keluar pada luasan yang lain meskipun luas penampangnya berbeda.
3. $Q_1 = Q_2$
 $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$
 dengan:
 $A_1 =$ luas penampang 1 (m^2)
 $A_2 =$ luas penampang 2 (m^2)
 $v_1 =$ kecepatan aliran fluida pada penampang 1 (m/s)
 $v_2 =$ kecepatan aliran fluida pada penampang 2 (m/s)
4. Diketahui: $A_1 = 200 \text{ mm}^2$, $A_2 = 100 \text{ mm}^2$, dan $v_1 = 2 \text{ m/s}$.
 Ditanya: a) v_2
 b) Q
 Jawab :
 a. $A_1 v_1 = A_2 v_2$
 $(200 \text{ mm}^2) (2 \text{ m/s}) = (100 \text{ mm}^2) v_2$
 $v_2 = 4 \text{ m/s}$
 b. $Q = \frac{V}{t} = Av$
 $V = Avt$
 $V = (200 \times 10^{-6} \text{ m}^2) (2 \text{ m/s}) (60 \text{ s}) = 2,4 \times 10^{-4} \text{ m}^3$.
5. Contoh penerapan asas kontinuitas dalam kehidupan sehari-hari
 - Pada usaha cuci motor, ujung penyemprot airnya menggunakan lubang yang sangat kecil dibandingkan selangnya, hal ini bertujuan agar kecepatan aliran air yang dihasilkan besar.
 - Penggunaan jarum suntik menggunakan prinsip asas kontinuitas.

HUKUM BERNOULLI

1. Usaha merupakan hasil dari gaya yang dikerjakan pada suatu benda

$$W = F \cdot s$$

Karena $P = F/A$ maka $F = P \cdot A$, Sehingga

$$W = P \cdot A \cdot s$$

Jika s kita sebut juga x sebagai komponen jarak, maka

$$W = P \cdot A \cdot x$$

2. Fluida mengalir dari penampang A_1 ke ujung pipa dengan penampang A_2 karena adanya perbedaan tekanan kedua ujung pipa. Apabila massa jenis fluida ρ , laju aliran fluida pada penampang A_1 adalah v_1 , dan pada penampang A_2 sebesar v_2 . Bagian fluida sepanjang $x_1 = v_1 \cdot t$ bergerak ke kanan oleh gaya $F_1 = P_1 \cdot A_1$ yang ditimbulkan tekanan P_1 . Setelah selang waktu t , fluida pada penampang A_2 terdorong oleh gaya F_2 sejauh $x_2 = v_2 \cdot t$. Gaya F_1 melakukan usaha sebesar:

$$W_1 = +F_1 \cdot x_1 = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1$$

Sementara itu, gaya F_2 melakukan usaha sebesar:

$$W_2 = -F_2 \cdot x_2 = -P_2 \cdot A_2 \cdot x_2$$

(tanda negatif karena gaya F_2 berlawanan dengan arah gerak fluida).

Sehingga usaha total yang dilakukan adalah:

$$W = W_1 + W_2$$

$$W = P_1 \cdot A_1 \cdot x_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot x_2$$

karena $A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_2 = V$ dan $V = \frac{m}{\rho}$, maka:

$$W = P_1 \frac{m}{\rho} - P_2 \frac{m}{\rho} = (P_1 - P_2) \frac{m}{\rho}$$

W adalah usaha total yang dilakukan pada bagian fluida yang volumenya $V = A_1 \cdot x_1 = A_2 \cdot x_2$, yang akan menjadi tambahan energi mekanik total pada bagian fluida tersebut.

$$\begin{aligned} Em &= \Delta Ek + \Delta Ep \\ &= \left(\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right) + (mgh_2 - mgh_1) \end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} W &= \Delta Em \\ (P_1 - P_2) \frac{m}{\rho} &= \left(\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right) + (mgh_2 - mgh_1) \end{aligned}$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Atau di setiap titik pada fluida yang bergerak berlaku:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$$

3. Hukum Bernoulli merupakan hukum yang membahas mengenai hubungan antara kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi.

Persamaan hukum Bernoulli adalah $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2$

Atau

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$$

4. Contoh alat yang menggunakan prinsip hukum Bernoulli adalah alat penyemprot. Apabila pengisap ditekan, udara keluar dengan cepat melalui lubang sempit pada ujung pompa. Berdasarkan Hukum Bernoulli, pada tempat yang kecepatannya besar, tekanannya akan mengecil. Akibatnya, tekanan udara pada bagian atas penampung lebih kecil daripada tekanan udara pada permukaan cairan dalam penampung. Karena perbedaan tekanan ini cairan akan bergerak naik dan tersembur keluar dalam bentuk kabut bersama semburan udara pada ujung pompa.
Contoh lain adalah peristiwa kebocoran pada tangki dan tabung venturimeter.

TEORI TORICELLI

1. Tekanan hidrostatis merupakan tekanan yang dipengaruhi oleh kedalaman zat cair

$$Ph = \rho \cdot g \cdot h$$

2. Air yang keluar melalui lubang memiliki gerak parabola dengan sudut elevasi $\alpha = 0^\circ$, maka

$$y = v_0 \sin \alpha t + (1/2)gt^2$$

karena $y = h$

$$h_2 = (1/2)gt^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

untuk jarak terjauh $x = v \cos \alpha t$

menurut persamaan Toricelli $v = \sqrt{2gh}$

$$x = \sqrt{2gh} \cos \alpha \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

$$x = \sqrt{2gh} (1) \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

$$x = 2\sqrt{h_2h}$$

$$x = 2\sqrt{h_2(h_1 - h_2)}$$

Faktor yang berpengaruh pada x adalah ketinggian lubang

3. Dengan menganggap diameter tabung tangki lebih besar dibandingkan diameter lubang, maka permukaan zat cair pada tabung turun perlahan-lahan, sehingga kecepatan v_1 dapat dianggap nol.

Titik 1 (permukaan) dan 2 (lubang) terbuka terhadap udara sehingga tekanan pada kedua titik sama dengan tekanan atmosfer, $P_1 = P_2$, sehingga persamaan Bernoulli dinyatakan:

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 = 0 + \rho gh_1$$

$$\frac{1}{2}\rho v_2^2 = \rho g(h_1 - h_2)$$

$$v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh}$$

4. Teori Torricelli, yang menyatakan bahwa kecepatan aliran zat cair pada lubang sama dengan kecepatan benda yang jatuh bebas dari ketinggian yang sama.

Kecepatan aliran pada lubang kebocoran dapat dicari menggunakan persamaan

$$v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh}$$

5. Diketahui: $h = 3,2$ m, $H = 10$ m

Ditanya: a) v

b) X

Jawab: a) Kecepatan keluarnya air

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2 \times 10 \times 3,2} = 8 \text{ m/s}$$

b) Jarak mendatar terjauh yang dicapai air

$$X = 2\sqrt{hH}$$

$$X = 2\sqrt{3,2 \times 10} = 8\sqrt{2} \text{ m}$$

6. Contoh penerapan dari teori Toricelli dalam kehidupan sehari-hari

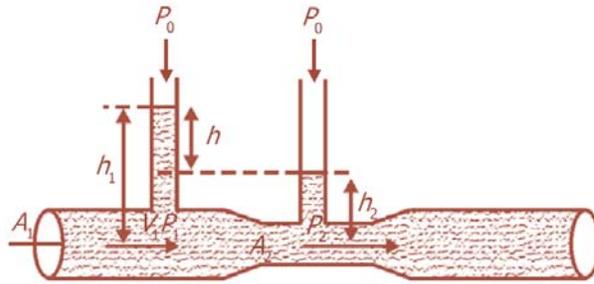
- Kebocoran pada tandon penampungan air
- Pada bak mandi yang sedang dikuras airnya maka lubang pembuangan dibuka. Semakin lama maka jaran pancaran airnya semakin kecil hal ini disebabkan karena kecepatan aliran air semakin berkurang pula. Semakin lama dibuka maka volume air semakin berkurang menyebabkan ketinggian air dalam bak juga berkurang maka kecepatannya juga berkurang sesuai dengan persamaan $v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh}$

VENTURIMETER

1. Tabung venturimeter merupakan tabung dimana memiliki luas penampang yang berbeda-beda dan setiap penampang terhubung dengan suatu pipa yang dirangkai secara vertikal.

Tabung venturimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kelajuan fluida

- 2.

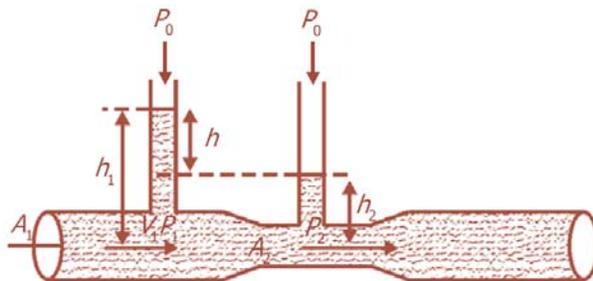


- h_1 = ketinggian pipa 1 (m)
 h_2 = ketinggian pipa 2 (m)
 A_1 = luas penampang 1 (m^2)
 A_2 = luas penampang 2 (m^2)

3. $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 - P_1 - \rho g h_1)}{\rho}}$$

- 4.



Berdasarkan persamaan kontinuitas, pada titik 1 dan 2 dapat dinyatakan:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} \dots\dots\dots(i)$$

Berdasarkan persamaan Bernoulli, di dapatkan:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left[\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_2^2} \right] \dots \dots \dots (ii)$$

Berdasarkan persamaan tekanan hidrostatik, maka tekanan pada titik 1 dan 2 adalah:

$$P_1 = P_0 + \rho g h_1$$

$$P_2 = P_0 + \rho g h_2$$

Selisih tekanan pada kedua penampang adalah:

$$P_1 - P_2 = \rho g (h_1 - h_2) = \rho g h \dots \dots \dots (iii)$$

Dengan menggabungkan persamaan ii dan iii di atas diperoleh:

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}}$$

dengan:

v_1 = laju aliran fluida pada pipa besar (m/s)

A_1 = luas penampang pipa besar (m^2)

A_2 = luas penampang pipa kecil (m^2)

ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)

h = selisih tinggi permukaan fluida pada venturimeter (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

5. Diketahui: $D_1 = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$

$$A_1 = 5,024 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$D_2 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$A_2 = 0,314 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$h_1 = 0,2 \text{ m}$$

$$h_2 = 0,12 \text{ m}$$

Ditanya : v_1 ?

Jawab :

$$h = h_1 - h_2$$

$$= 0,2 - 0,12 = 0,08 \text{ m}$$

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{(A_1^2 - A_2^2)}}$$

$$v_1 = 5,024 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 0,08}{(25,24 \cdot 10^{-6} - 0,098 \cdot 10^{-6})}}$$

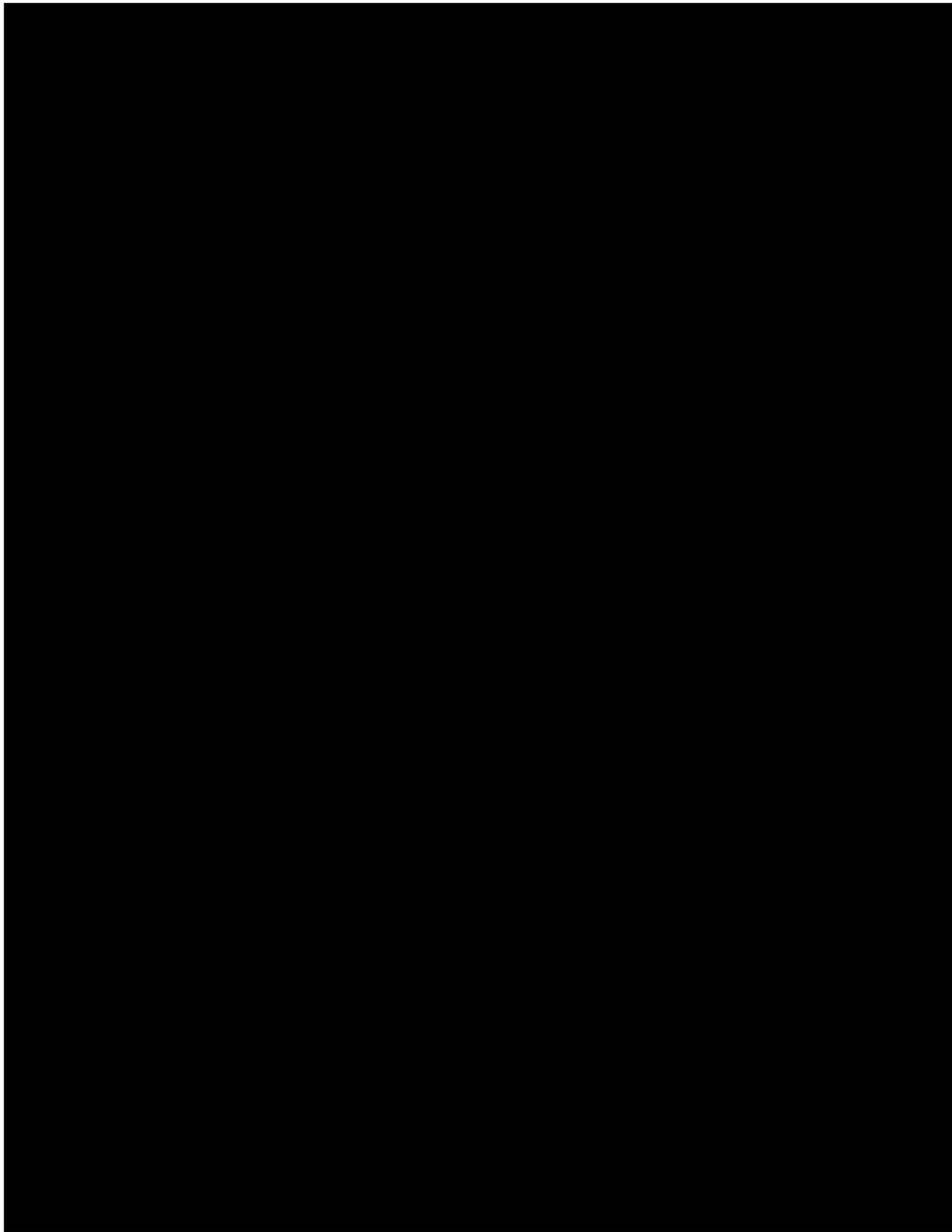
$$v_1 = 5,024 \cdot 10^{-3} \sqrt{\frac{1,6}{(25,152 \cdot 10^{-6})}}$$

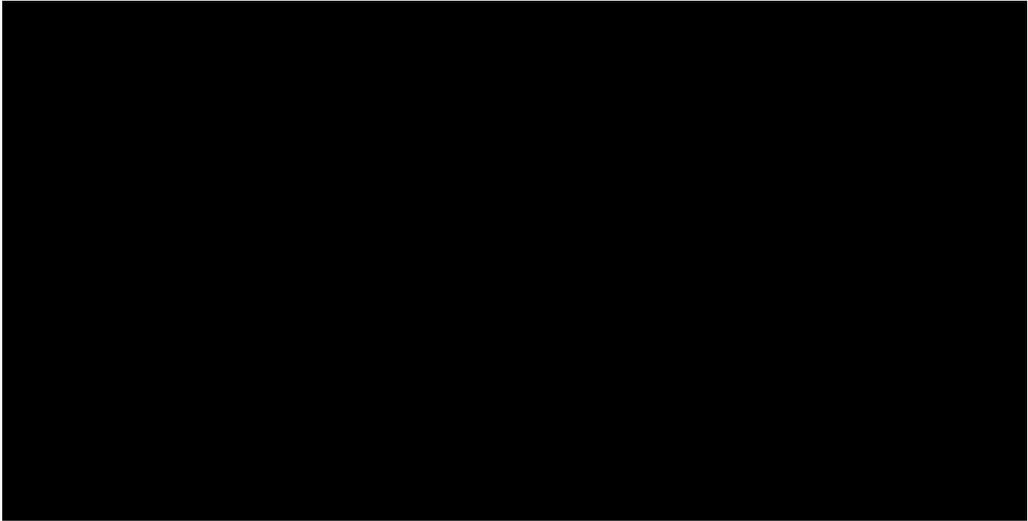
$$v_1 = 5,024 \cdot 10^{-3} \cdot 0,04 \cdot 10^{-3}$$

$$v_1 = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

Lampiran 15

Hasil Analisis Soal Uji Coba Topik I





Lampiran 16

Contoh Perhitungan Validitas Soal Uji Coba Topik I**Rumus:**

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan :

 r_{xy} = koefisien product moment $\sum X$ = skor butir soal $\sum Y$ = skor total N = jumlah sampel**Kriteria:**Butir soal dikatakan valid jika $r_{xy} > r_{\text{tabel}}$.**Perhitungan:**

Berikut perhitungan validitas butir soal no. 1, untuk butir soal yang lain dihitung dengan cara yang sama.

NO	Kode Responden	Nomor Soal	X ²	Y	Y ²	XY1
		1				
1	A4-37	6	36	71	5041	426
2	A4-29	2	4	70	4900	140
3	A4-01	6	36	68	4624	408
4	A4-23	6	36	66	4356	396
5	A4-02	2	4	66	4356	132
6	A4-25	2	4	66	4356	132
7	A4-26	2	4	65	4225	130
8	A4-07	2	4	65	4225	130
9	A4-05	2	4	63	3969	126
10	A4-19	3	9	62	3844	186
11	A4-17	6	36	61	3721	366
12	A4-21	4	16	61	3721	244
13	A4-11	2	4	61	3721	122

14	A4-10	2	4	60	3600	120
15	A4-35	4	16	60	3600	240
16	A4-09	2	4	58	3364	116
17	A4-32	3	9	58	3364	174
18	A4-36	2	4	57	3249	114
19	A4-18	6	36	56	3136	336
20	A4-20	1	1	56	3136	56
21	A4-22	2	4	56	3136	112
22	A4-34	6	36	56	3136	336
23	A4-30	2	4	54	2916	108
24	A4-24	6	36	53	2809	318
25	A4-33	3	9	52	2704	156
26	A4-08	3	9	52	2704	156
27	A4-15	2	4	50	2500	100
28	A4-27	2	4	49	2401	98
29	A4-31	1	1	49	2401	49
30	A4-28	2	4	48	2304	96
31	A4-03	2	4	45	2025	90
32	A4-14	2	4	42	1764	84
33	A4-13	2	4	38	1444	76
34	A4-06	2	4	36	1296	72
35	A4-16	2	4	35	1225	70
36	A4-04	2	4	33	1089	66
JUMLAH		106	406	1998	114362	6081

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{(36 \times 6081) - (106 \times 1998)}{\sqrt{\{(36 \times 406) - 11236\} \{(36 \times 114362) - 3992004\}}} = 0,347$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan $N = 36$, diperoleh $r_{\text{tabel}} = 0,329$.

Karena $r_{xy} > r_{\text{tabel}}$ maka untuk butir soal no. 1 valid.

Lampiran 17

Contoh Perhitungan Reliabilitas Soal Uji Coba Topik 1

Rumus:

$$r_{11} = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right]$$

Kriteria:

Apabila $r_{11} > r_{\text{tabel}}$, maka soal tersebut reliabel.

Perhitungan:

1. Varians total

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N}}{N} \\ &= \frac{114362 - \frac{(1998)^2}{36}}{36} \\ &= 96,472 \end{aligned}$$

2. Varians butir

$$\begin{aligned} \sigma_i^2 &= \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}}{N} \\ \sigma_1^2 &= \frac{11236 - \frac{(106)^2}{36}}{36} \\ &= 2,608 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk σ_2^2 sampai dengan σ_{16}^2 sama seperti σ_1^2 .

Hasil penjumlahan σ_1^2 sampai σ_{16}^2 adalah $\sum \sigma_i^2 = 39,9$

Koefisien reliabilitas

$$r_{11} = \left[\frac{16}{16-1} \right] \left[1 - \frac{(39,9)^2}{96,472} \right] = 0,602$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan $N = 36$ diperoleh $r_{\text{tabel}} = 0,329$. Karena $r_{11} > r_{\text{tabel}}$ maka dapat disimpulkan bahwa instrumen tersebut reliabel.

Lampiran 18

Contoh Perhitungan Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba Topik I

Rumus:

$$\text{Tingkat kesukaran} = \frac{\text{rata - rata}}{\text{skor maksimal tiap soal}}$$

Kriteria:

TK	Kriteria
$0,00 < TK < 0,31$	Sukar
$0,30 < TK < 0,71$	Sedang
$0,70 < TK < 1,00$	Mudah

Perhitungan:

Berikut perhitungan tingkat kesukaran untuk soal no.1, dan untuk butir soal yang lain dihitung dengan cara yang sama.

Rata-rata skor = 2,944

Skor maksimal tiap soal = 6

$$\text{Tingkat Kesukaran} = \frac{2,944}{6} = 0,491$$

Karena 0,491 berada di antara 0,30 dan 0,71 , maka soal no.1 termasuk soal sedang.

Lampiran 19

Contoh Perhitungan Daya Pembeda Soal Uji Coba Topik I

Rumus:

$$DP = \frac{\bar{X}KA - \bar{X}KB}{Skor Maks}$$

dengan

DP : daya pembeda

$\bar{X}KA$: rata- rata dari kelompok atas;

$\bar{X}KB$: rata- rata dari kelompok bawah;

Skor Maks : skor maksimum

Kriteria:

Soal dengan $DP \geq 0,4$ memiliki kriteria sangat baik

Soal dengan $0,30 \leq DP \leq 0,39$ memiliki kriteria baik

Soal dengan $0,20 \leq DP \leq 0,29$ memiliki kriteria cukup dan soal perlu perbaikan

Soal dengan $DP \leq 0,19$ memiliki kriteria kurang baik dan soal harus dibuang

Perhitungan:

KELOMPOK ATAS		
No	Kode	X
1	A4-37	6
2	A4-29	2
3	A4-01	6
4	A4-23	6
5	A4-02	2
6	A4-25	2
7	A4-26	2
8	A4-07	2
9	A4-05	2
10	A4-19	3

KELOMPOK BAWAH		
No	Kode	X
1	A4-15	2
2	A4-27	2
3	A4-31	1
4	A4-28	2
5	A4-03	2
6	A4-14	2
7	A4-13	2
8	A4-06	2
9	A4-16	2
10	A4-04	2

Berikut perhitungan daya pembeda untuk soal no.1, dan untuk butir soal yang lain dihitung dengan cara yang sama.

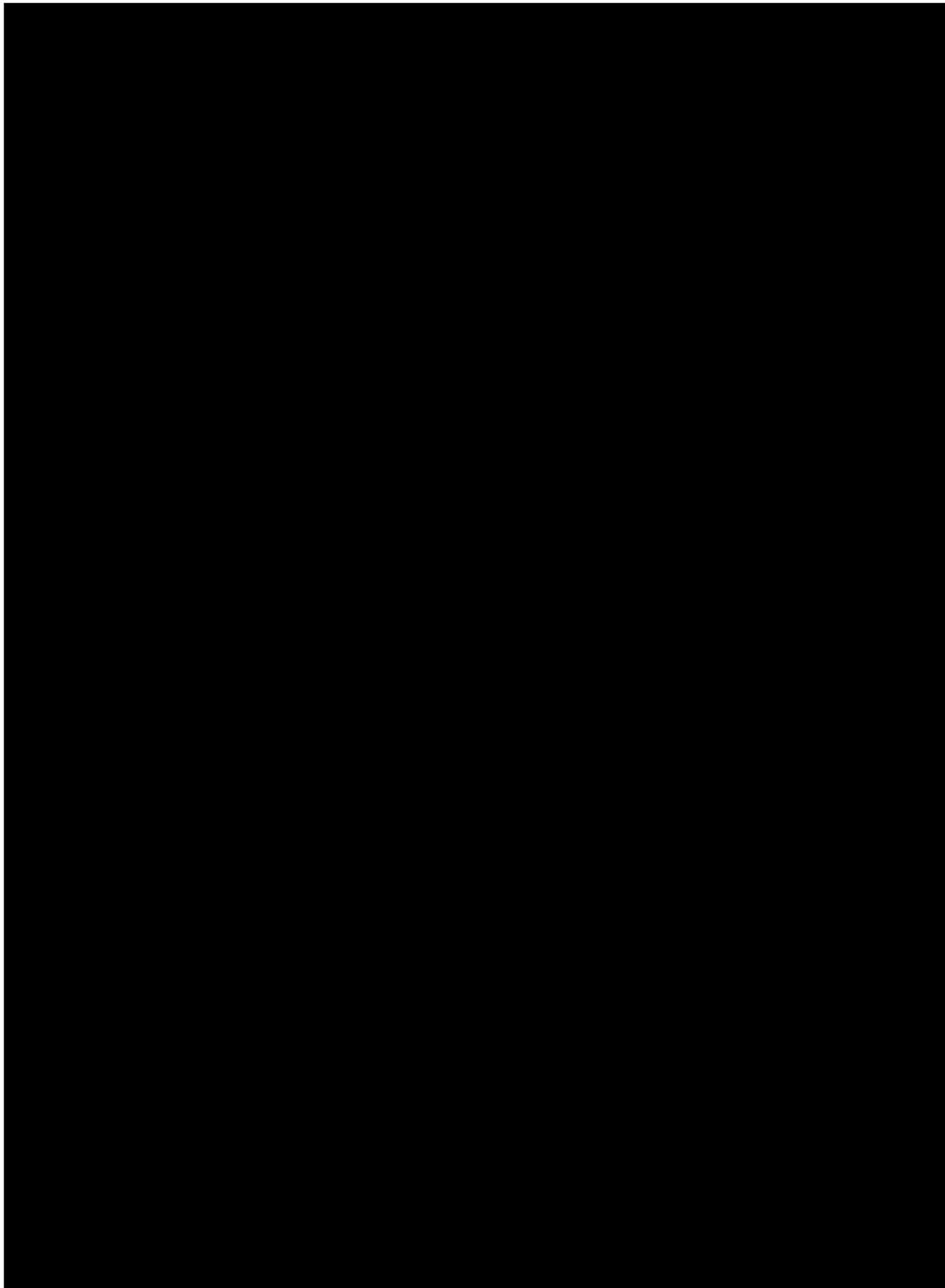
Perhitungan daya pembeda sebagai berikut:

$$DP = \frac{3,3 - 1,9}{6} = 0,233$$

Karena 0,233 berada di antara 0,20 dan 0,30 , maka soal no.1 memiliki kriteria cukup

Lampiran 20

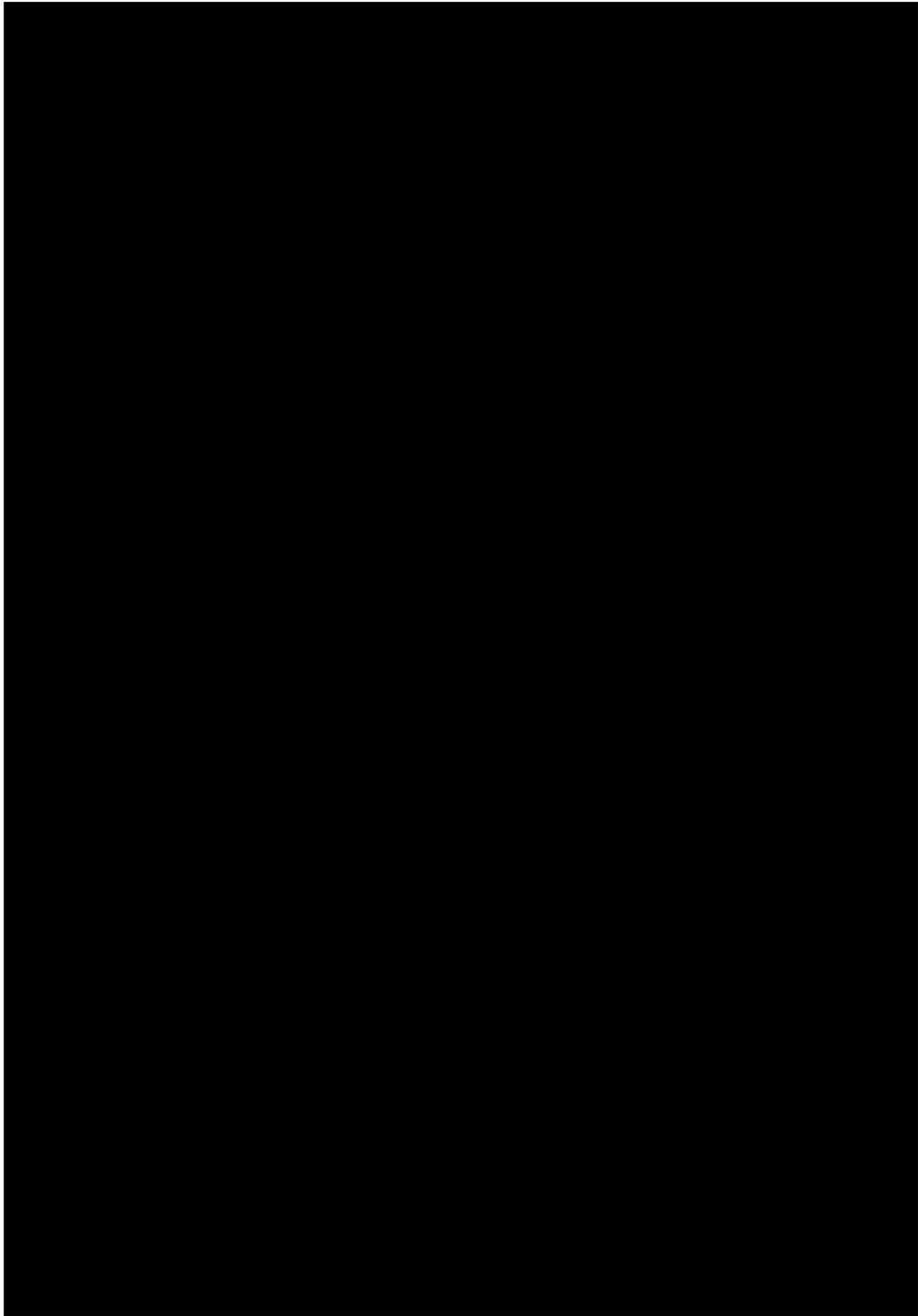
Hasil Analisis Soal Uji Coba Topik II

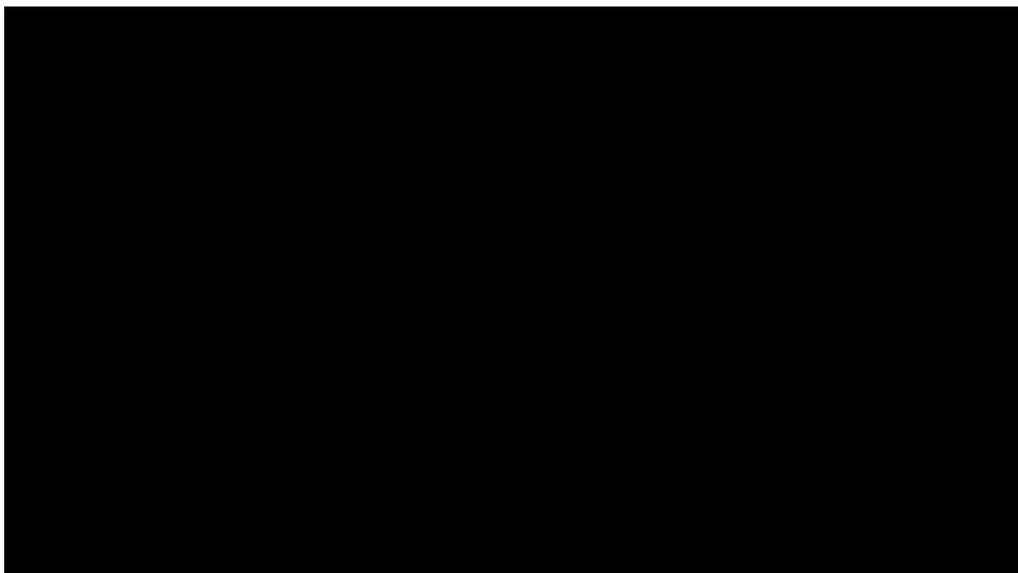




Lampiran 21

Hasil Analisis Soal Uji Coba Topik III

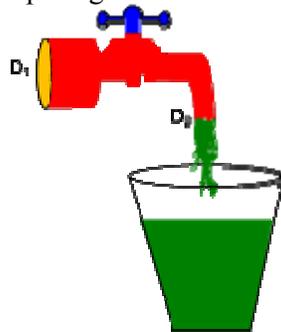




Lampiran 22

Soal Post Tes Topik I

1. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi debit pada fluida! jelaskan hubungan dari tiap faktor tersebut!
2. Sebutkan faktor-faktor yang berpengaruh pada asas kontinuitas! jelaskan hubungan dari tiap faktor tersebut!
3. Fluida mengalir melalui pipa dengan tiga penampang yang berbeda. Perbandingan luas ketiga penampang $A : B : C = 4 : 1 : 3$
 - a. Apabila pada penampang A, kecepatan aliran fluida 6 m/s , kecepatan aliran air di B dan C adalah.....m/s
 - b. Hitunglah debit air yang mengalir pada pipa tersebut!
4. Jelaskan hubungan antara asas kontinuitas dengan debit!
5. Ani menyiram bunga dengan keran yang dihubungkan dengan selang. Saat ujung selang ditekan maka air memancar semakin jauh. Mengapa demikian?
6. Jika kalian pergi kesungai, kalian akan menjumpai sungai tersebut memiliki bagian yang lebar dan sempit. Perhatikan aliran sungai pada bagian yang lebar dan sempit. Pada bagian manakah aliran air paling besar? jelaskan!
7. Buktikan bahwa untuk menghitung daya yang dibangkitkan oleh air bermassa jenis ρ dan mengalir dengan ketinggian h dengan debit air sebesar Q adalah $P = \rho Qgh$!
8. Ahmad mengisi ember yang memiliki kapasitas 20 liter dengan air dari sebuah kran seperti gambar berikut!



Jika luas penampang kran dengan diameter D_2 adalah 2 cm^2 dan kecepatan aliran air di kran adalah 10 m/s tentukan:

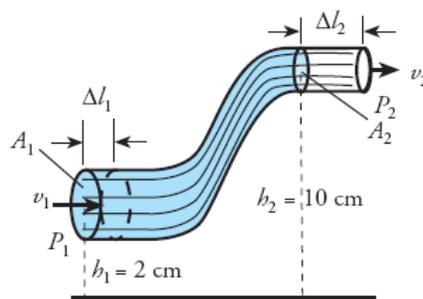
- a. Debit air
 - b. Waktu yang diperlukan untuk mengisi ember
9. Air mengalir pada pipa A ke B, apabila luas penampang A dan B masing-masing a dan b dan kecepatan aliran air di A dan B masing-masing $p \text{ m/s}$ dan $q \text{ m/s}$, maka sesuai persamaan kontinuitas akan didapatkan hubungan.....
 10. Ketika kita akan mengisi air bak mandi, agar cepat terisi penuh kita membuka keran air secara maksimal, mengapa demikian? jelaskan!

Lampiran 23

Soal Post Tes Topik II

1. Sebutkan faktor-faktor yang berpengaruh pada kecepatan fluida di ujung suatu penampang yang memiliki perbedaan ketinggian dengan ujung penampang lain!
2. Sebutkan dan jelaskan contoh penerapan hukum Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari!
3. Sebuah pipa silindris dengan diameter berbeda masing-masing 8 cm dan 4 cm diletakkan pada bidang mendatar. Jika kecepatan aliran air pada diameter besar 2 m/s dan tekanannya 10^5 Pa. Berapakah kecepatan dan tekanan air pada diameter kecil?

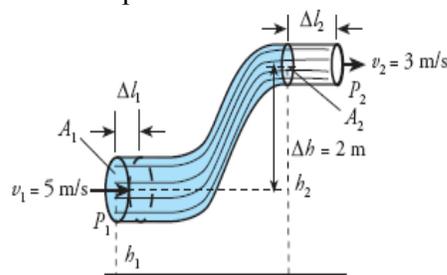
4.



Sebuah pipa silinder yang dialiri air diletakkan mendatar. Perhatikan gambar. Kecepatan aliran air pada penampang pertama yaitu 3 m/s. Sementara, pada penampang kedua kecepatan alirannya 9 m/s. Apabila tekanan pada penampang pertama adalah 4.000 N/m^2 , hitung tekanan di penampang kedua!

5. Apabila 2 helai kertas tipis dipegang berdekatan. Apa yang terjadi apabila di antara kedua kertas itu ditiup? Jelaskan dengan asas Bernoulli!
6. Bagaimanakah kecepatan fluida yang mengalir pada salah satu ujung penampang pipa mendatar jika perbedaan tekanan dengan ujung penampang lain semakin besar? Jelaskan!
7. Tentukanlah persamaan Bernoulli untuk fluida tidak bergerak!

8.



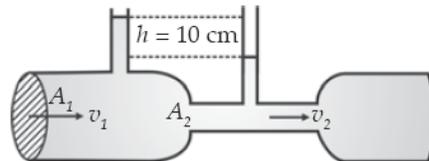
Pada pipa dengan luas penampang serba sama mengalir air dari bawah ke atas. Jika perbedaan ketinggian daerah alirannya adalah 2 meter dan besarnya laju aliran air tampak seperti pada gambar, tentukanlah perbedaan tekanan air di dalam pipa sehingga air dapat mengalir ke atas!

9. Sejumlah fluida dalam pipa mengalir dari titik A ke titik B. Titik A lebih rendah daripada titik B, luas penampang A lebih besar daripada luas penampang B, kecepatan fluida di titik A lebih kecil daripada kecepatan di titik B. Bagaimanakah energi potensial, energi kinetik dan energi mekanik fluida di antara titik A dan titik B?
10. Tentukan perbedaan tekanan dalam suatu pipa horizontal agar kelajuan fluida yang mengalir di dalam pipa horizontal tersebut bertambah?

Lampiran 24

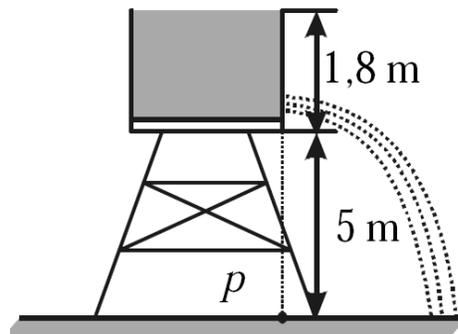
Soal Post Tes Topik III

1. Sebutkan dan jelaskan contoh penerapan venturimeter dalam kehidupan sehari-hari!
2. Sebutkan faktor yang mempengaruhi kecepatan fluida yang mengalir pada tabung venturimeter!
- 3.



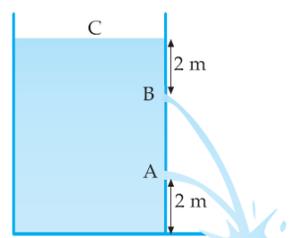
Air mengalir melalui pipa venturimeter seperti gambar di atas. Perbandingan luas penampang pipa besar dengan penampang pipa kecil adalah $\frac{A_1}{A_2} = 2$. Apabila beda tinggi air pada tabung kecil sebesar 10 cm dan $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka berapakah kelajuan air yang mengalir melalui penampang A_2 ?

- 4.



Gambar di samping menunjukkan sebuah reservoir yang penuh dengan air. Pada dinding bagian bawah reservoir itu bocor hingga air memancar sampai di tanah. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, Tentukanlah:

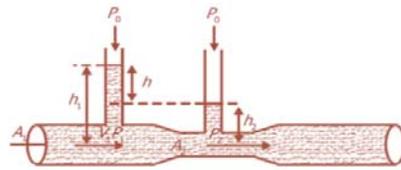
- a. kecepatan air keluar dari bagian yang bocor;
 - b. waktu yang diperlukan air sampai ke tanah;
 - c. jarak pancaran maksimum di tanah diukur dari titik P.
5. Suatu tangki memiliki lubang kebocoran pada ketinggian h . Lubang kebocoran tersebut kemudian diperbesar luas penampangnya. Jika tangki kembali diisi, bagaimanakah kecepatan dan debit air yang mengalir pada lubang?
 6. Pada suatu bejana terdapat 2 kebocoran seperti gambar di bawah ini



Jika diameter lubang kebocoran A dan B adalah sama. Pada lubang manakah yang debit airnya lebih besar?

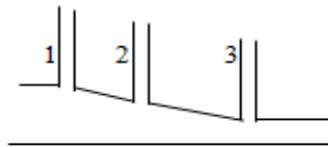
7. Bejana setinggi 2 m diisi penuh air. Pada bejana terjadi dua kebocoran yang berjarak 0,5 m dari atas dan 0,5 m dari bawah. Tentukan kecepatan aliran air yang bocor tersebut!

8.



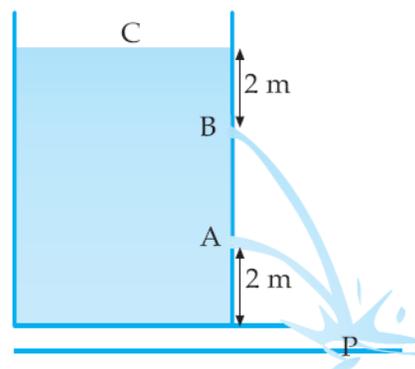
Fluida mengalir pada venturimeter seperti gambar di atas. Tentukanlah kecepatan fluida di penampang 2!

9.



Air mengalir dari kiri ke kanan dalam suatu tabung seperti gambar di bawah ini. Pipa 1, 2 dan 3 memiliki tinggi dan diameter yang sama. Bandingkan tinggi permukaan air pada pipa 1, 2, 3!

10.



Sebuah bak air setinggi 20 m, di sisi bak dibuat 2 buah lubang yang masing - masing berjarak 2 m dari permukaan dan dasar bak. Buktikan bahwa air yang dipancarkan dari A dan B akan jatuh di tanah pada tempat yang sama? Berapakah jarak tempat air jatuh ke bak? ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

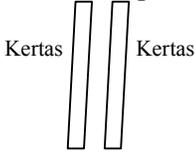
Lampiran 25

Kunci Jawaban Soal Post Tes Topik I

NO	JAWABAN	SKOR	SKOR TOTAL
1	<p>Faktor yang mempengaruhi debit dalam fluida adalah</p> <p>V = volume fluida yang mengalir t = waktu fluida mengalir v = kecepatan fluida mengalir A = luas penampang tempat mengalirnya fluida</p> <p>Semakin besar volume fluida yang keluar dari suatu penampang dengan waktu tertentu maka debit fluida semakin besar</p> <p>Semakin besar waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan fluida dalam volume tertentu maka debit fluida semakin kecil</p> <p>Semakin besar luas penampang aliran fluida maka debit fluida semakin besar</p> <p>Semakin besar kecepatan aliran fluida maka debit fluida semakin besar</p>	<p>2</p> <p>4</p>	6
2	<p>Faktor yang berpengaruh pada asas kontinuitas adalah</p> <p>A = luas penampang (m^2) v = kecepatan aliran fluida pada penampang (m/s)</p> <p>Jika luas penampang 2 lebih besar dari penampang 1 maka luas kecepatan fluida di penampang 1 lebih besar daripada kecepatan aliran fluida pada penampang 2. Begitu pula sebaliknya.</p>	<p>2</p> <p>4</p>	6
3	<p>Diketahui : $A_A : A_B : A_C = 4 : 1 : 3$ Ditanya : a. V_B dan V_C jika $V_A = 6$ m/s a. $Q \dots ?$</p> <p>Jawab :</p> <p>a. Persamaan debit konstan</p> $Q_A = Q_B = Q_C$ <p>1. $A_A \cdot v_A = A_B \cdot v_B$ $4 \cdot 6 = 1 \cdot v_B$ $v_B = 24$ m/s</p> <p>2. $A_A \cdot v_A = A_C \cdot v_C$ $4 \cdot 6 = 3 \cdot v_C$ $v_C = 8$ m/s</p> <p>b. Karena debit konstan $Q_A = Q_B = Q_C$ maka</p> $Q = A_A \cdot v_A$ $= 4 \cdot 6$ $= 24 \text{ m}^3/\text{s}$	<p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>2</p>	6

	Sehingga nilai $Q_A = Q_B = Q_C = 24 \text{ m}^3/\text{s}$		
4	Asas kontinuitas menyatakan bahwa debit air pada suatu penampang akan selalu sama meskipun luas penampangnya berbeda. $A_1.v_1 = A_2.v_2$ $Q_1 = Q_2$	3 3	6
5	Ujung selang yang ditekan menyebabkan lubang selang makin kecil yang berarti luas penampang ujung selang semakin kecil. Karena debit air sama maka semakin kecil luas penampang, semakin besar kecepatan air yang mengalir sehingga air akan memancar keluar dari selang lebih jauh.	3 3	6
6	Kelajuan paling besar pada bagian sungai yang sempit Menurut hukum kontinuitas jika fluida mengalir dengan aliran tunak maka massa fluida yang masuk sama dengan massa fluida yang keluar. Kelajuan aliran fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Semakin besar luas penampang maka semakin kecil laju fluida jadi bagian sungai yang sempit memiliki kelajuan yang lebih besar	2 4	6
7	Sejumlah massa air m yang berada pada ketinggian h memiliki energi potensial $E_p = mgh$ Daya P yang dibangkitkan oleh energi potensial $P = \frac{E_p}{t}$ $P = \frac{mgh}{t}$ Karena $m = \rho V$, maka $P = \frac{mgh}{t}$ $P = \frac{(\rho V) gh}{t}$ $P = \rho \frac{V}{t} gh$ karena $Q = \frac{V}{t}$, maka $P = \rho Qgh$	1 1 2 1 1	6
8	Diketahui : $A_2 = 2 \text{ cm}^2 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ $v_2 = 10 \text{ m/s}$ Ditanya : a) debit air b) waktu Jawab: a) Debit air $Q = A_2 v_2 = (2 \times 10^{-4})(10)$ $Q = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	1 1 2	6

	<p>b) Waktu yang diperlukan untuk mengisi ember</p> $V = 20 \text{ liter} = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $Q = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ $t = V/Q$ $t = (20 \times 10^{-3} \text{ m}^3)/(2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s})$ $t = 10 \text{ sekon}$	2	
9	<p>Diketahui : $A_A = a \text{ m}^2$ $A_B = b \text{ m}^2$ $v_A = p \text{ m/s}$ $v_B = q \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : $Q \dots ?$</p> <p>Jawab :</p> <p>Sesuai dengan persamaan kontinuitas maka hubungan yang mungkin bisa terjadi adalah sebagai berikut</p> $Q_A = Q_B$ $A_A \cdot v_A = A_B \cdot v_B$ $a \cdot p = b \cdot q$ <p>atau</p> $\frac{a}{b} = \frac{q}{p}$	1 1 4	6
10	<p>Ketika kita akan mengisi air bak mandi, agar cepat terisi penuh kita membuka keran air secara maksimal agar luas penampang aliran air bertambah</p> <p>Maka debit air semakin besar. Jika debit bertambah maka laju pengisian air semakin besar sehingga pengisian air bisa berlangsung dalam waktu yang lebih singkat.</p>	3 3	6

4	<p>Diketahui: $v_1 = 3 \text{ m/s}$ $v_2 = 6 \text{ m/s}$ $h_1 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $h_2 = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ $P_1 = 4.000 \text{ N/m}^2$</p> <p>Ditanya: P_2</p> <p>Jawab:</p> <p>Untuk mencari P_2, gunakan persamaan: $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2 + \rho g h_2$ $4.000 + (\frac{1}{2} \times (1 \times 10^3) \times 3^2) + (1 \times 10^3) \times 9,8 \times 0,02 =$ $P_2 + (\frac{1}{2} \times (1 \times 10^3) \times 6^2) + (1 \times 10^3) \times 9,8 \times 0,1$ $8.696 = P_2 + 1.516$ $P_2 = 7.180 \text{ N/m}^3$</p>	1 1 1 3	6
5	<p>Pada saat kertas ditiup maka kertas akan saling berdekatan</p>  <p>Sesuai dengan persamaan Bernoulli $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$ Ketinggian kertas sama sehingga $h_2 = h_1$ maka persamaan menjadi: $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$ $v_1 \neq 0$ dan $v_2 = 0$ Maka $v_1 > v_2$ sehingga $P_2 > P_1$</p>	2 1 1 1 1	6
6	<p>Berdasarkan persamaan Bernoulli $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{konstan}$ Karena pipa mendatar maka nilai $h = 0$ Semakin besar tekanan maka kecepatannya semakin kecil, begitu pula sebaliknya</p>	2 4	6
7	<p>Karena fluida diam, maka kecepatan $v_1 = v_2 = 0$. Oleh karena itu, diperoleh persamaan seperti berikut</p> $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$ $P_1 + 0 + \rho g h_1 = P_2 + 0 + \rho g h_2$ $P_1 - P_2 = \rho g (h_2 - h_1)$	2 4	6
8	<p>Diketahui: $\rho = 1.103 \text{ kg/m}^3$ $v_2 = 3 \text{ m/s}$ $v_1 = 5 \text{ m/s}$ $\Delta h = 2 \text{ m}$</p>	1	6

	<p>Ditanya: $P_1 - P_2$ Jawab: Untuk mencari selisih tekanan, kita dapat mempergunakan persamaan: $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_2 - \rho gh_1$ $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (h_2 - h_1)$ $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \times (1 \cdot 10^3) \times (9 - 25) + (1 \cdot 10^3) \times 10 \times 2$ $= (-8 \times 10^3) + (20 \times 10^3)$ $= 12 \times 10^3$ $= 1,2 \times 10^4 \text{ Pa}$</p> <p>Jadi, perbedaan tekanan air di dalam pipa adalah $1,2 \times 10^4 \text{ Pa}$. Tekanan di bawah lebih besar daripada tekanan di atas, sehingga air dapat naik.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>3</p>	
9	<p>Diketahui $h_A < h_B$ $A_A > A_B$ $v_A < v_B$ Ditanya : E_p, E_k, dan E_m? Jawab: Menurut rumus $E_p = mgh$ maka $E_{pA} < E_{pB}$ $E_k = \frac{1}{2} mv^2$, maka $E_{kA} < E_{kB}$ $E_m = E_p + E_k$, maka $E_{mA} < E_{mB}$</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	6
10	<p>Dalam pipa mendatar horisontal tidak terdapat perbedaan ketinggian di antara bagian-bagian fluida, yaitu $h_1 = h_2$, maka persamaan Bernoulli menjadi seperti berikut: $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2$ $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$ $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$</p> <p>Persamaan di atas menyatakan bahwa jika $v_2 < v_1$ maka $P_2 > P_1$ Jadi jika kelajuan airnya bertambah besar maka tekanannya menjadi kecil.</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>	

Kunci Jawaban Soal Pos Tes Topik III

NO	JAWABAN	SKOR	SKOR TOTAL
1	a. Perusahaan air minum menggunakan venturimeter untuk menghitung laju aliran air yang mengalir dalam pipa. b. Pengisian bahan bakar menggunakan venturimeter untuk menghitung laju aliran minyak yang mengalir melalui pipa.	3 3	 6
2	Kecepatan aliran pada venturimeter dapat diketahui menggunakan persamaan $v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{A_1^2 - A_2^2}}$ Faktor yang mempengaruhi kecepatan aliran air pada tabung venturimeter adalah A_1 = luas penampang pipa besar (m^2) A_2 = luas penampang pipa kecil (m^2) ρ = massa jenis fluida (kg/m^3) h = selisih tinggi permukaan fluida pada venturimeter (m) g = percepatan gravitasi (m/s^2)	1 1 1 1 1 1	 6
3	Diketahui : $\frac{A_1}{A_2} = 2$ maka $\frac{A_2}{A_1} = \frac{1}{2}$ $h = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ Ditanya : v_2 jawab: $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$ Karena $v_1 = \frac{A_2 v_2}{A_1}$ dan $P_1 - P_2 = \rho g h$, maka $\rho g h = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - (\frac{A_2}{A_1})^2 v_2^2)$ $2 g h = v_2^2 (1 - (\frac{A_2}{A_1})^2)$ $2 \cdot 10 \cdot 0,1 = v_2^2 (1 - 0,25)$ $2 = 0,75 v_2^2$ $v_2 = \sqrt{\frac{2}{0,75}}$ $v_2 = \sqrt{2,667}$ $v_2 = 1,633 \text{ m/s}$	1 1 1 1 2	 6
4	Diketahui: $h_1 = 1,8 \text{ m}$, $h_2 = 5 \text{ m}$, dan $g = 10 \text{ m/s}^2$ Ditanya: a. v b. h_2 c. x jawab:	1 1	 6

	<p>a. $v = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{(2) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (1,8 \text{ m})} = 6 \text{ m/s}$</p> <p>b. $h_2 = \frac{1}{2}gt^2$</p> $t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = \sqrt{\frac{(2)(5\text{m})}{10}} = 1 \text{ sekon}$ <p>c. $x = vt = (6 \text{ m/s})(1\text{s}) = 6 \text{ m}$ atau $x = 2 \sqrt{(h_2)(h_1)} = 2 \sqrt{(1,8 \text{ m})(5 \text{ m})} = 6 \text{ m}$</p>	2 1 1	
5	<p>Kecepatan fluida pada lubang kebocoran adalah $v = \sqrt{2gh}$ Jadi meskipun luas penampang lubang diperbesar, kecepatan fluida tetap. $Q = A \cdot v$ maka jika $A >$ maka $Q >$</p>	1 2 1 2	6
6	<p>$Q = A \cdot V$ $Q = A \sqrt{(h_1 - h_2)}$</p> <p style="text-align: center;">$A_1 = A_2$ $h_{1A} = h_{1B}$ $h_{2A} < h_{2B}$</p> <p>Maka</p> <p style="text-align: center;">$Q_A > Q_B$</p>	1 1 1 1 1 1	6
7	<p>Diketahui: untuk lubang 1, $h = 0,5 \text{ m}$ untuk lubang 2, $h = 2 - 0,5 = 1,5 \text{ m}$ Ditanya : v_1 dan v_2 Jawab:</p> $v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,5} = 3,16 \text{ m/s}$ $v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,5} = 5,48 \text{ m/s}$	1 1 2 2	6
8	<p>Persamaan Bernoulli $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$ untuk pipa mendatar adalah $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$ Karena $v_1 = \frac{A_2 v_2}{A_1}$ dan $P_1 - P_2 = \rho g h$, maka</p> $\rho g h = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 v_2^2)$ $2 g h = v_2^2 \left(1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right)$	1 1 1 1 2	6

	$v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}}$		
9	<p>persamaan kontinuitas $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = A_3 \cdot v_3$ Jika $A_1 > A_2 > A_3$ maka $v_1 < v_2 < v_3$</p> <p>$\rho g(h_1 - h_2) = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$ $v_1 < v_2$ maka $h_1 > h_2$ $\rho g(h_2 - h_3) = \frac{1}{2} \rho (v_3^2 - v_2^2)$ $v_2 < v_3$ maka $h_2 > h_3$ Jadi $h_1 > h_2 > h_3$</p>	<p>1 1 1 1 2</p>	6
10	<p>Diketahui: untuk lubang A, $h_1 = 20$ m $h_2 = 2$ m Untuk lubang B $h_1 = 20$ m $h_2 = 20 - 2 = 18$ m Ditanya : X_A dan X_B Jawab:</p> <p>Untuk lubang A $X_A = 2\sqrt{h_2(h_1 - h_2)}$ $= 2\sqrt{2(20 - 2)}$ $= 2 \cdot 6 = 12 \text{ m}$</p> <p>Untuk lubang B $X_B = 2\sqrt{h_2(h_1 - h_2)}$ $= 2\sqrt{18(20 - 18)}$ $= 2 \cdot 6 = 12 \text{ m}$</p> <p>Jadi air yang mengalir pada kedua lubang akan jatuh di tanah pada jarak yang sama yaitu 12 m</p>	<p>1 1 2 2</p>	6

Lampiran 28

Kisi-Kisi Angket Uji Coba

DIMENSI	INDIKATOR	NO. BUTIR	
		(-)	(+)
Mengajukan suatu pikiran baru tentang suatu pokok bahasan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ kebebasan dalam ungkapan diri ➤ kepercayaan terhadap gagasan sendiri ➤ kemandirian dalam memberi pertimbangan 	24,25,26,27 18,19,20 13,14,15	1,2 5,6,7 11,12
Menerapkan hukum/teori/prinsip yang sedang dipelajari dalam aspek kehidupan masyarakat	<ul style="list-style-type: none"> ➤ kelenturan dalam berpikir ➤ minat terhadap kegiatan kreatif 	8,9,10 3,4	16,17 21,22,23
Jumlah		15	12
		27	

Lampiran 29

Angket Uji Coba

Nama :

Kelas :

No absen :

Bacalah pernyataan-pernyataan dibawah ini dengan cermat dan isilah jawaban anda pada kolom yang telah disediakan. Anda tidak perlu takut untuk mengisi setiap pernyataan berikut ini, karena tidak berpengaruh terhadap nilai yang diperoleh. Jawablah seluruh pernyataan yang ada sesuai dengan kondisi anda sesungguhnya.

Dalam mengisi setiap pernyataan, berilah tanda (V) pada kolom yang tersedia, sesuai dengan alternatif yang anda anggap paling tepat.

Keterangan :

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

E : Entahlah

TS : Tidak Setuju

STS :Sangat Tidak Setuju

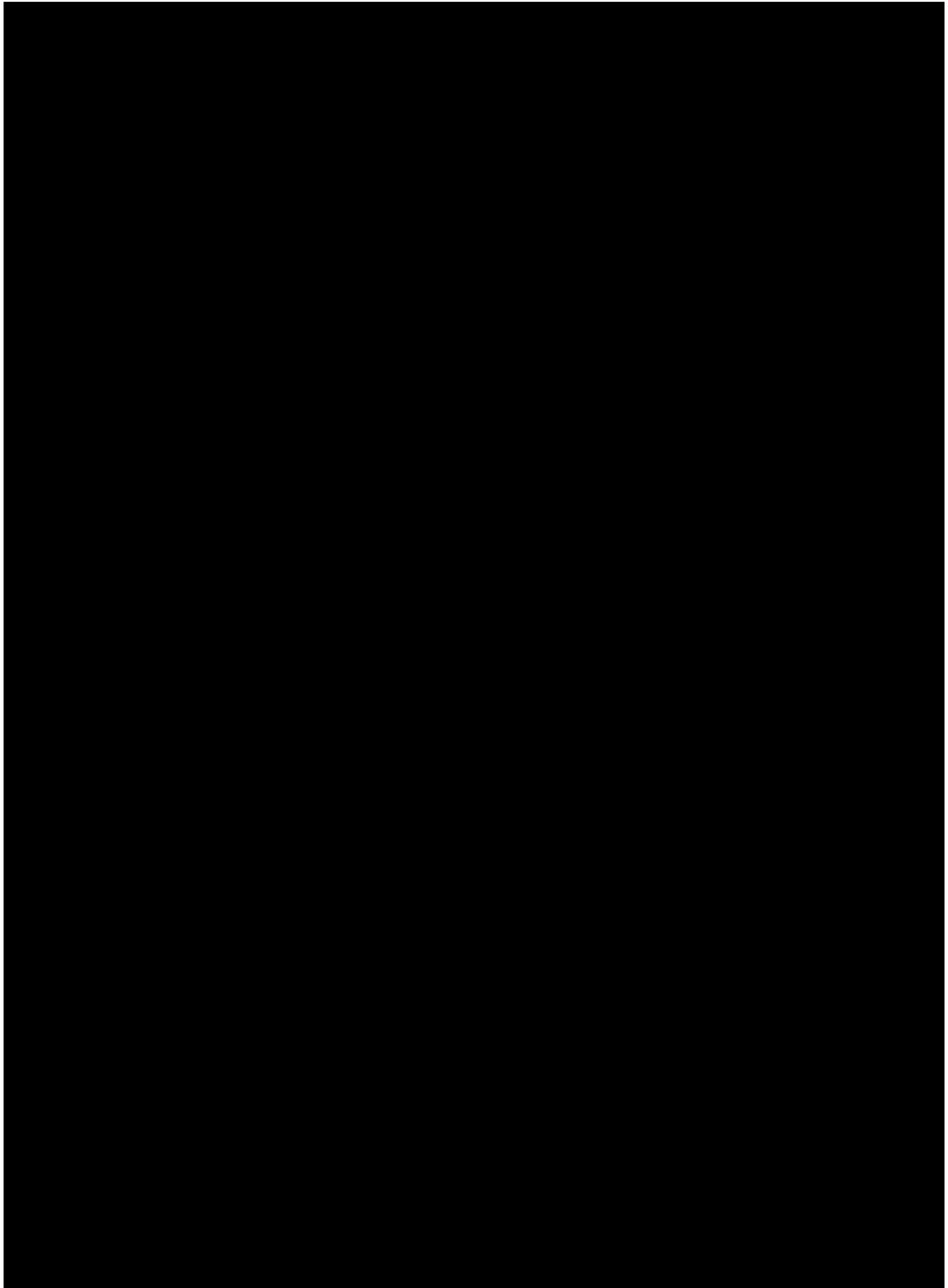
Atas kejujuran dan partisipasi yang anda berikan dalam pengisian angket ini, saya ucapkan terima kasih.

No	Pernyataan	SS	S	E	TS	STS
1.	Dalam pembelajaran saya suka mengikuti kegiatan diskusi atau kegiatan presentasi.					
2.	Saya berusaha memberikan tanggapan saya terhadap permasalahan yang terjadi.					
3.	Menurut saya mengikuti pelajaran fisika melalui praktikum sangat menyibukkan.					
4.	Saya lebih suka jika belajar dengan diterangkan dan mencatat saja.					
5.	Saya berpegang pada pendapat saya yang sesuai dengan sumber yang saya baca.					
6.	Saya bersemangat mengerjakan soal saya rasa sulit.					
7.	Saya berpendapat bahwa jawaban teman saya yang pintar belum tentu lebih benar daripada jawaban saya.					
8.	Saya senang jika dapat menyelesaikan soal fisika hanya dengan cara yang diberikan guru.					
9.	Saya tidak pernah mencoba mengerjakan soal yang penyelesaiannya belum pernah saya kerjakan.					
10.	Saya bingung jika menjumpai masalah fisika yang mempunyai banyak cara penyelesaian.					

11.	Saya ragu kalau eksperimen yang dilakukan teman itu benar, maka saya harus melihat dan membuktikan sendiri.					
12.	Saya suka memberikan pendapat saya saat diskusi kelompok.					
13.	Saya selalu setuju dengan pendapat-pendapat teman lainnya saat diskusi kelompok.					
14.	Saya menunggu hasil pekerjaan orang lain untuk tugas fisika yang sulit.					
15.	Saat diskusi, saya lebih suka diam karena teman saya yang pintar sudah memberi pendapat.					
16.	Saya mengerjakan permasalahan fisika dengan cara cepat yang berbeda dengan teman lainnya maupun guru.					
17.	Setiap belajar teori fisika, saya memikirkan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.					
18.	Menurut saya, jika penyelesaian tidak sesuai dengan kunci jawaban maka penyelesaian itu salah.					
19.	Saya ragu akan kebenaran hasil pekerjaan fisika.					
20.	Dalam ujian/ulangan saya merasa gugup dan cemas ketika menjawab pertanyaan.					
21.	Saya senang melakukan hal-hal yang belum bisa dilakukan orang lain.					
22.	Saya berupaya sendiri dalam menyelesaikan tugas sebelum bertanya pada teman.					
23.	Saya selalu merasa penasaran terhadap suatu permasalahan mengenai materi belajar.					
24.	Jika diberi kesempatan bertanya oleh guru, saya malu bertanya.					
25.	Jika ada bagian dari pelajaran fisika yang kurang jelas, saya bersikap biasa saja.					
26.	Saya takut jika ditanya oleh guru pada saat pelajaran.					
27.	Saya senang diam dalam proses belajar mengajar daripada memberikan jawaban yang salah.					

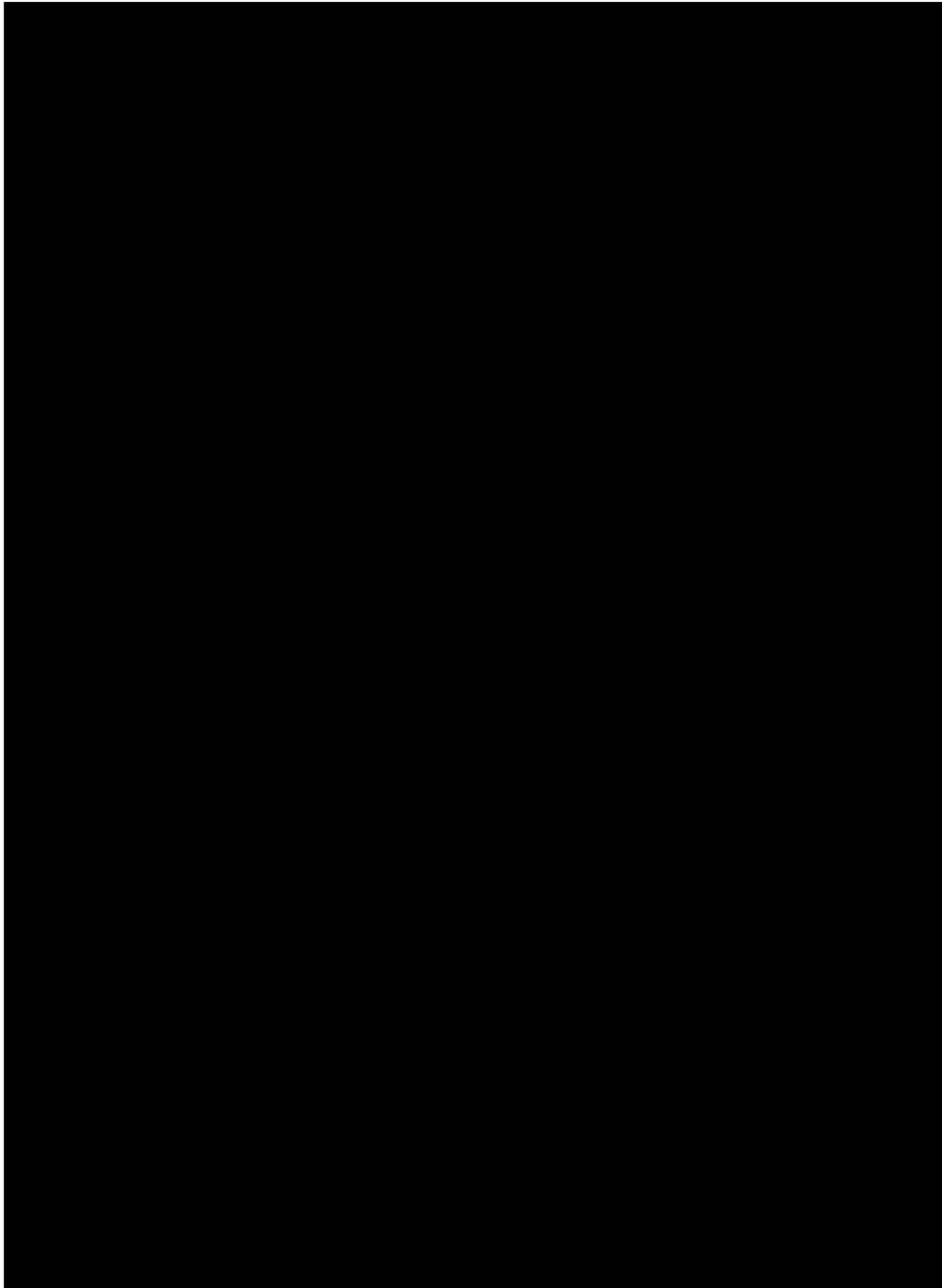
Lampiran 30

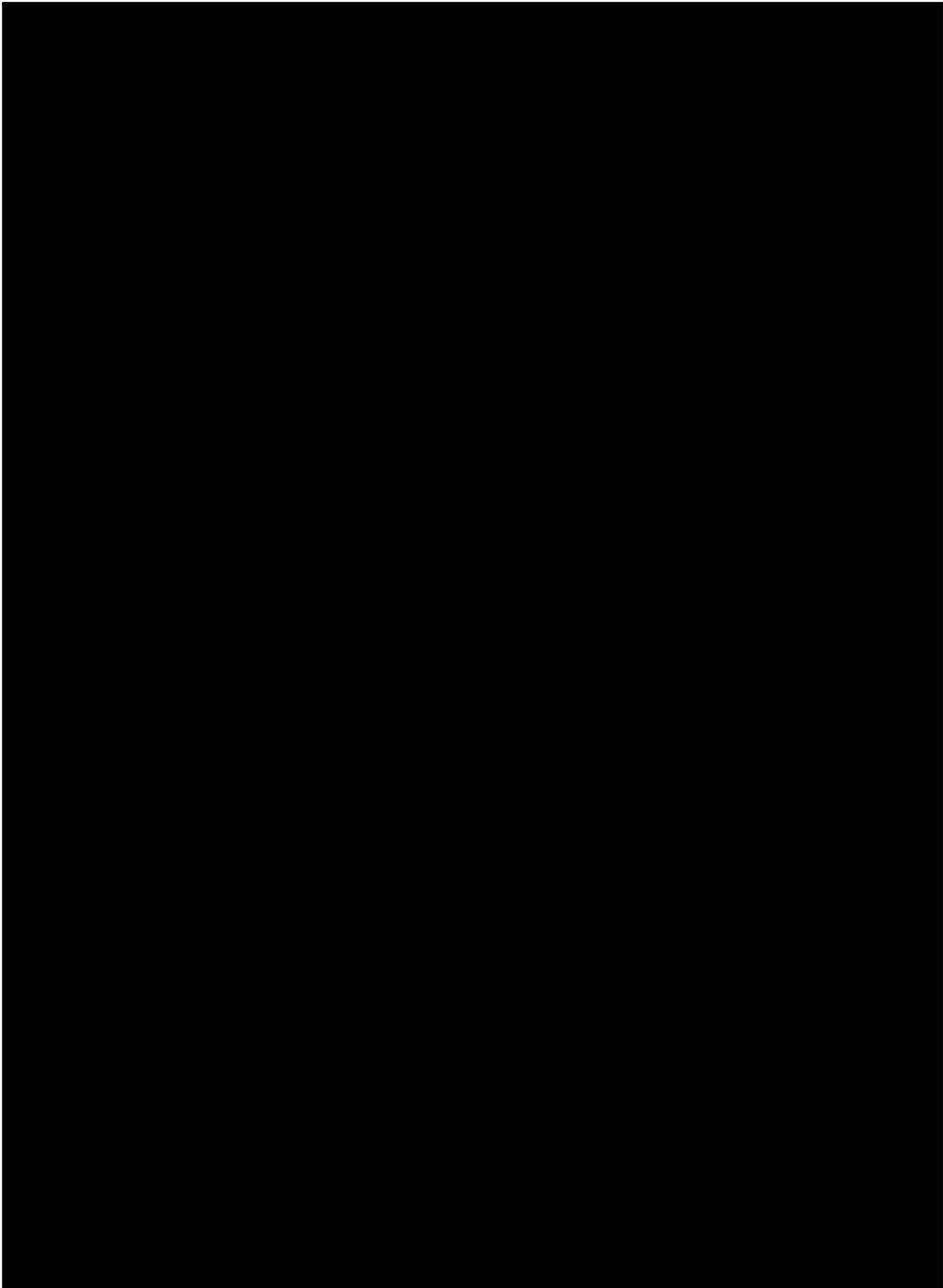
Daftar Nama dan Kode Responden Angket Uji Coba

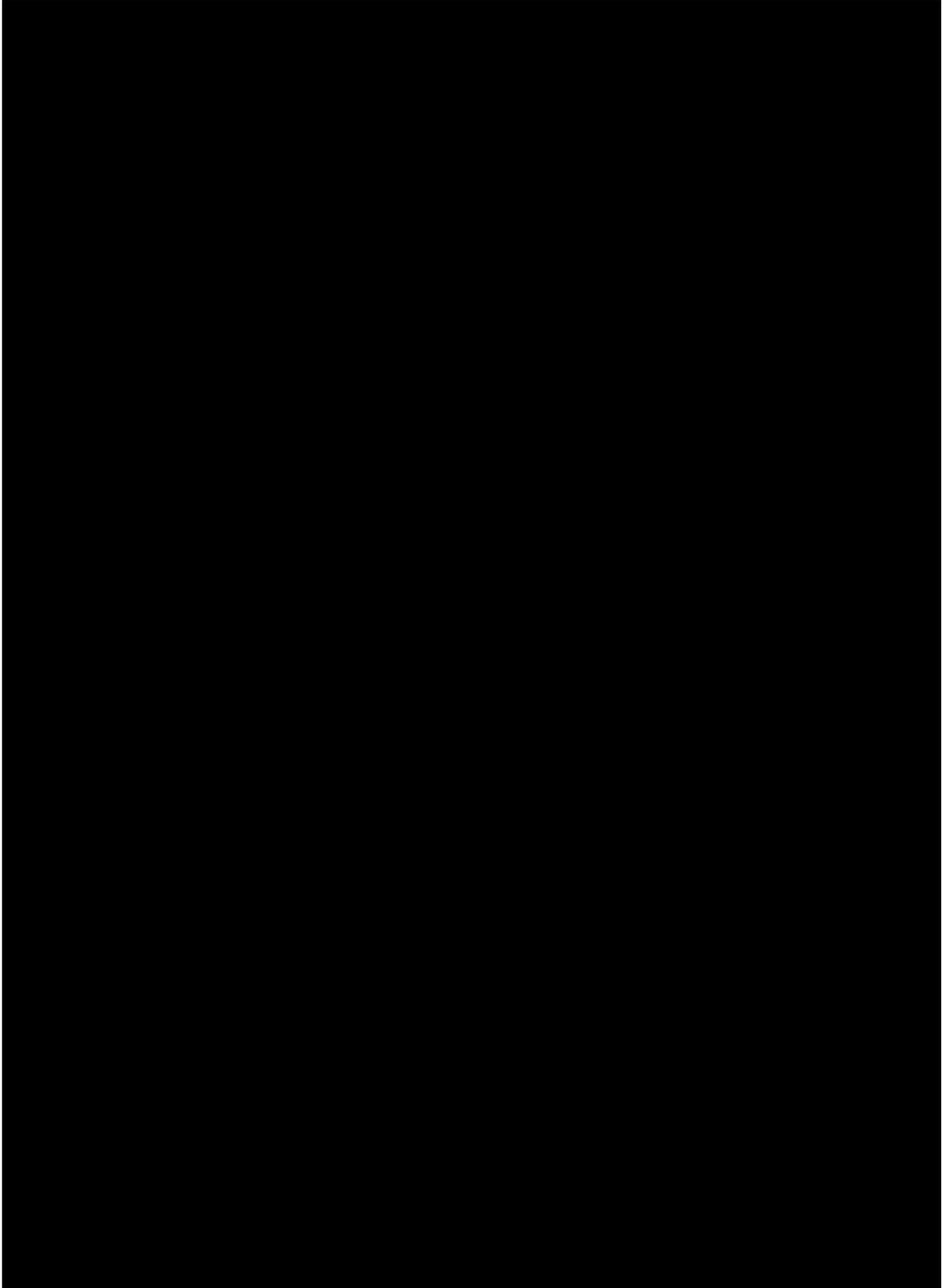


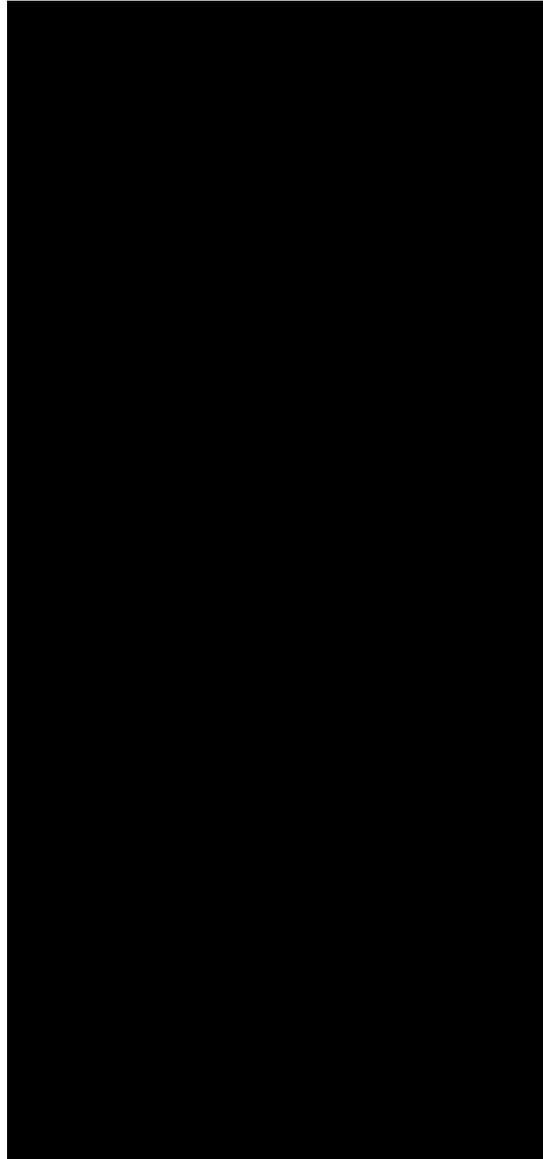
Lampiran 31

Analisis Skala Sikap Angket Uji Coba



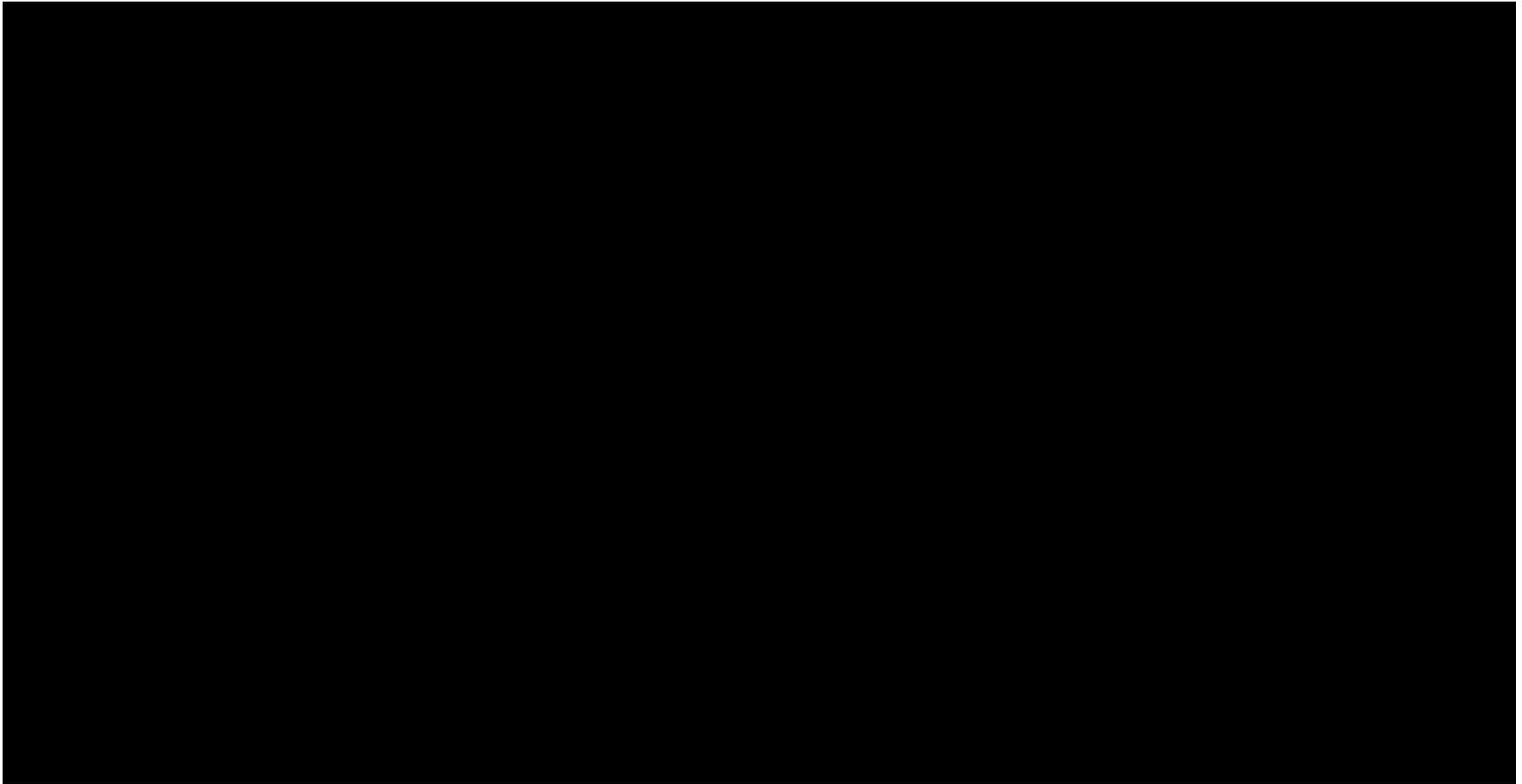


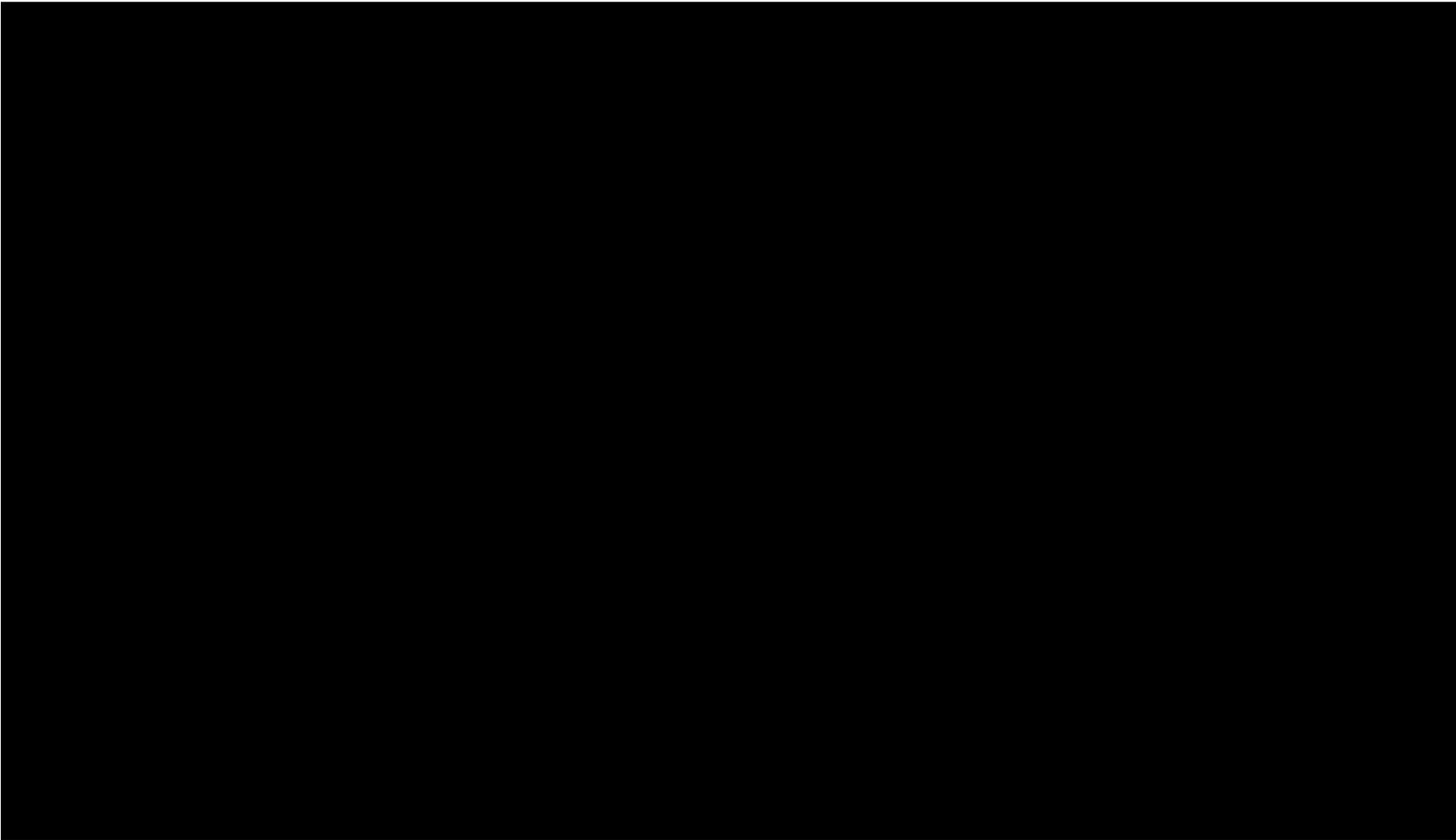


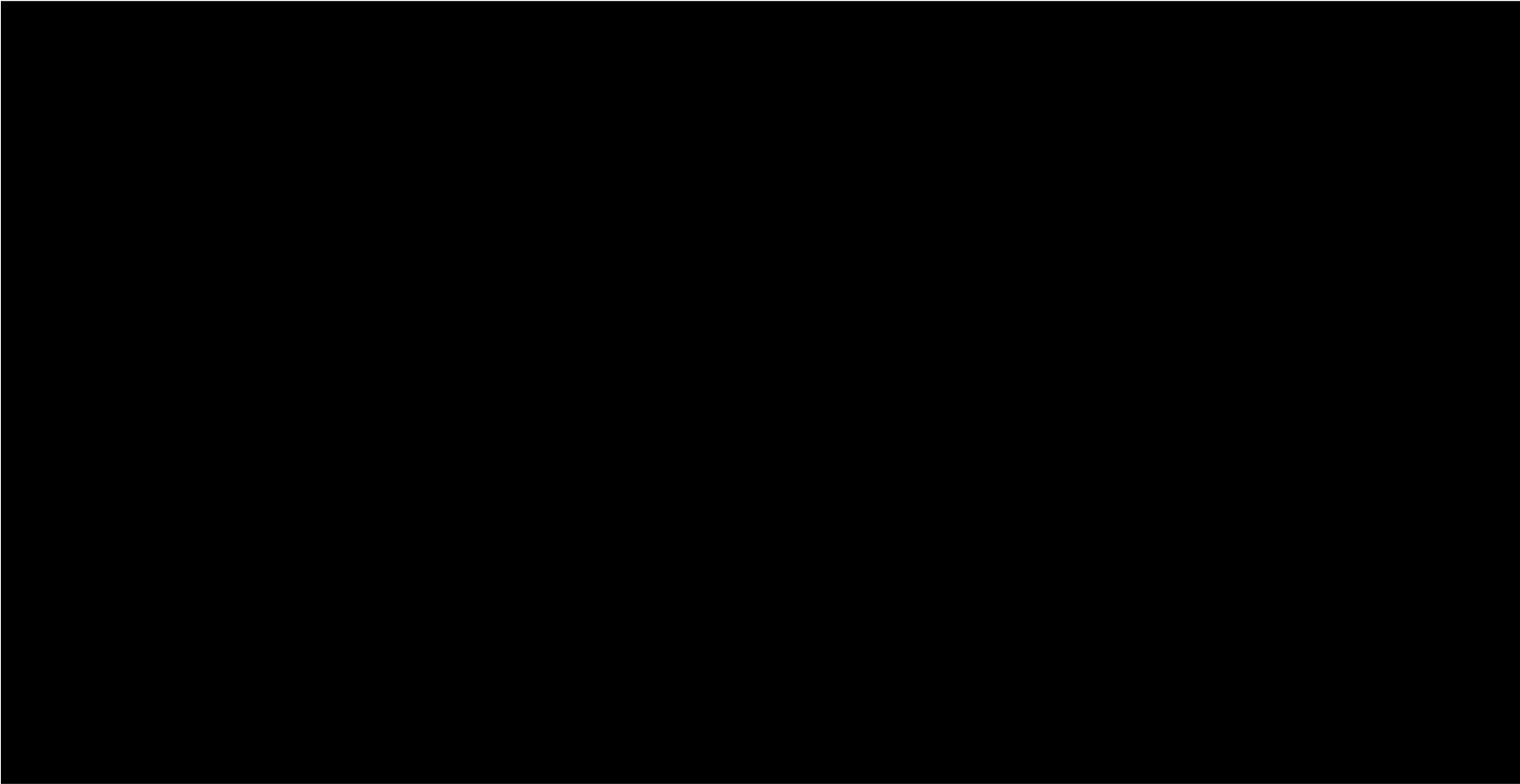


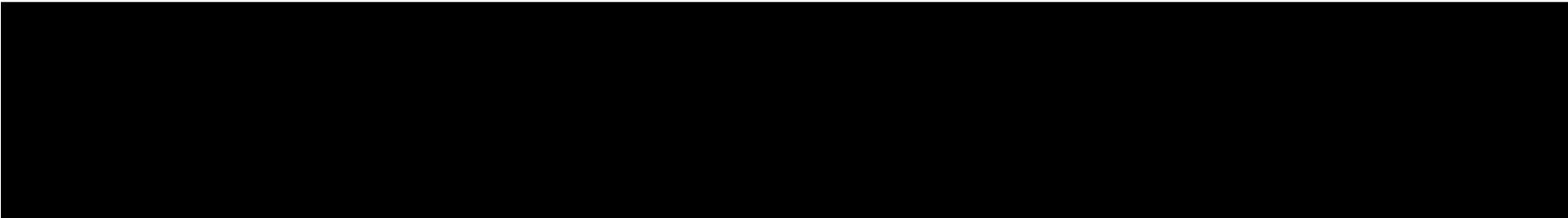
Lampiran 32

Hasil Analisis Angket Uji Coba









Lampiran 33

Contoh Perhitungan Validitas Angket Uji Coba**Rumus:**

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan :

r_{xy} = koefisien product moment

$\sum X$ = skorbutirangket

$\sum Y$ = skor total

N = jumlahsampel

Kriteria:

Butir angket dikatakan valid jika $r_{xy} > r_{\text{tabel}}$.

Perhitungan:

Berikut perhitungan validitas butir untuk angket no.1, untuk butir angket yang lain dihitung dengan cara yang sama.

NO	KodeResponden	Nomor Item	X ²	Y	Y ²	XY
		1				
1	A4-01	2.897	8.39	36.95	1365	107
2	A4-02	2.897	8.39	44.01	1937	127
3	A4-04	2.897	8.39	52.53	2760	152
4	A4-05	2.897	8.39	43.28	1873	125
5	A4-06	2.897	8.39	32.52	1057	94.2
6	A4-07	2.897	8.39	28.29	800.5	82
7	A4-08	3.609	13	40.69	1656	147
8	A4-09	2.897	8.39	31.31	980.3	90.7
9	A4-10	2.897	8.39	44.22	1956	128
10	A4-11	2.897	8.39	33.6	1129	97.3
11	A4-03	2.897	8.39	26.48	701.1	76.7

12	A4-13	2.897	8.39	43.47	1889	126
13	A4-14	2.897	8.39	19.56	382.6	56.7
14	A4-15	2.897	8.39	23.23	539.5	67.3
15	A4-16	2.897	8.39	41.68	1737	121
16	A4-17	2.897	8.39	49.33	2434	143
17	A4-18	0	0	41.32	1707	0
18	A4-19	2.897	8.39	32.59	1062	94.4
19	A4-20	3.609	13	45.16	2040	163
20	A4-21	0.698	0.49	33.42	1117	23.3
21	A4-22	2.897	8.39	31.01	961.5	89.8
22	A4-23	2.897	8.39	36.4	1325	105
23	A4-24	0	0	37.83	1431	0
24	A4-25	2.897	8.39	34.53	1193	100
25	A4-26	2.897	8.39	40.16	1613	116
26	A4-27	3.609	13	33.13	1098	120
27	A4-28	1.207	1.46	31.38	984.7	37.9
28	A4-29	3.609	13	28.75	826.7	104
29	A4-30	2.897	8.39	34.82	1212	101
30	A4-31	3.609	13	34.8	1211	126
31	A4-32	2.897	8.39	25.04	626.8	72.5
32	A4-33	3.609	13	48.22	2325	174
33	A4-34	0.698	0.49	28	783.9	19.5
34	A4-35	0.698	0.49	49.17	2417	34.3
35	A4-36	2.897	8.39	29.88	892.7	86.6
36	A4-37	2.897	8.39	59.32	3519	172
37	A5-01	2.897	8.39	50.8	2581	147
38	A5-02	1.207	1.46	27.36	748.4	33
39	A5-03	2.897	8.39	27.74	769.5	80.4
40	A5-04	2.897	8.39	30.75	945.3	89.1
41	A5-05	1.207	1.46	25.66	658.3	31
42	A5-06	2.897	8.39	34.58	1196	100
43	A5-07	2.897	8.39	37.61	1415	109
44	A5-09	2.897	8.39	32.29	1043	93.5
45	A5-10	1.207	1.46	39.19	1536	47.3
46	A5-11	1.207	1.46	53.45	2857	64.5
47	A5-12	3.609	13	34.21	1170	123
48	A5-13	2.897	8.39	28.82	830.8	83.5
49	A5-14	2.897	8.39	13.92	193.8	40.3
50	A5-15	2.897	8.39	36.85	1358	107
51	A5-16	2.897	8.39	27.12	735.2	78.6
52	A5-17	3.609	13	41.23	1700	149
53	A5-18	2.897	8.39	37.71	1422	109
54	A5-19	0.698	0.49	28.86	832.8	20.1

55	A5-20	2.897	8.39	18.52	343	53.7
56	A5-21	2.897	8.39	25.34	642.3	73.4
57	A5-22	3.609	13	41.53	1725	150
58	A5-23	2.897	8.39	37.02	1370	107
59	A5-24	0.698	0.49	40.3	1624	28.1
60	A5-25	1.207	1.46	50.97	2598	61.5
61	A5-26	2.897	8.39	26.57	705.9	77
62	A5-27	1.207	1.46	35.39	1252	42.7
63	A5-28	2.897	8.39	40.74	1660	118
64	A5-29	2.897	8.39	37.15	1380	108
65	A5-30	2.897	8.39	32.74	1072	94.9
66	A5-31	2.897	8.39	28.7	823.8	83.1
67	A5-32	2.897	8.39	38.39	1474	111
68	A5-33	2.897	8.39	25.61	655.9	74.2
69	A5-34	2.897	8.39	25.33	641.7	73.4
70	A5-35	2.897	8.39	27.96	781.5	81
71	A5-36	0.698	0.49	26.73	714.2	18.7
72	A5-37	3.609	13	30.43	925.7	110
73	A5-38	3.609	13	33.64	1132	121
74	A5-39	1.207	1.46	36.46	1329	44
75	A5-40	3.609	13	34.49	1190	124
	JUMLAH	193.3	565	2628	97575	6742

$$r_{xy} = \frac{(75 \times 6742) - (193,3 \times 2628)}{\sqrt{\{(75 \times 565) - 37369\} \{(75 \times 2628) - 97575\}}} = -0.005$$

Pada uji coba angket digunakan $r_{\text{tabel}} = 0,30$.

Karena $r_{xy} < r_{\text{tabel}}$ maka untuk butir angket no. 1 tidak valid.

Lampiran 34

Contoh Perhitungan Reliabilitas Angket Uji Coba**Rumus:**

$$r_{11} = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_i^2} \right]$$

Kriteria:

Apabila $r_{11} > r_{\text{tabel}}$, maka butir angket tersebut reliabel.

Perhitungan:

3. Varians total

$$\begin{aligned} \sigma_i^2 &= \frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N}}{N} \\ &= \frac{97575 - \frac{(2628)^2}{75}}{75} \\ &= 72,984 \end{aligned}$$

4. Varians butir

$$\begin{aligned} \sigma_i^2 &= \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}}{N} \\ \sigma_1^2 &= \frac{565,3 - \frac{(193,3)^2}{75}}{75} \\ &= 0,894 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk σ_2^2 sampai dengan σ_{27}^2 sama seperti σ_1^2 .

Hasil penjumlahan σ_1^2 sampai σ_{27}^2 adalah $\sum \sigma_i^2 = 20,35$

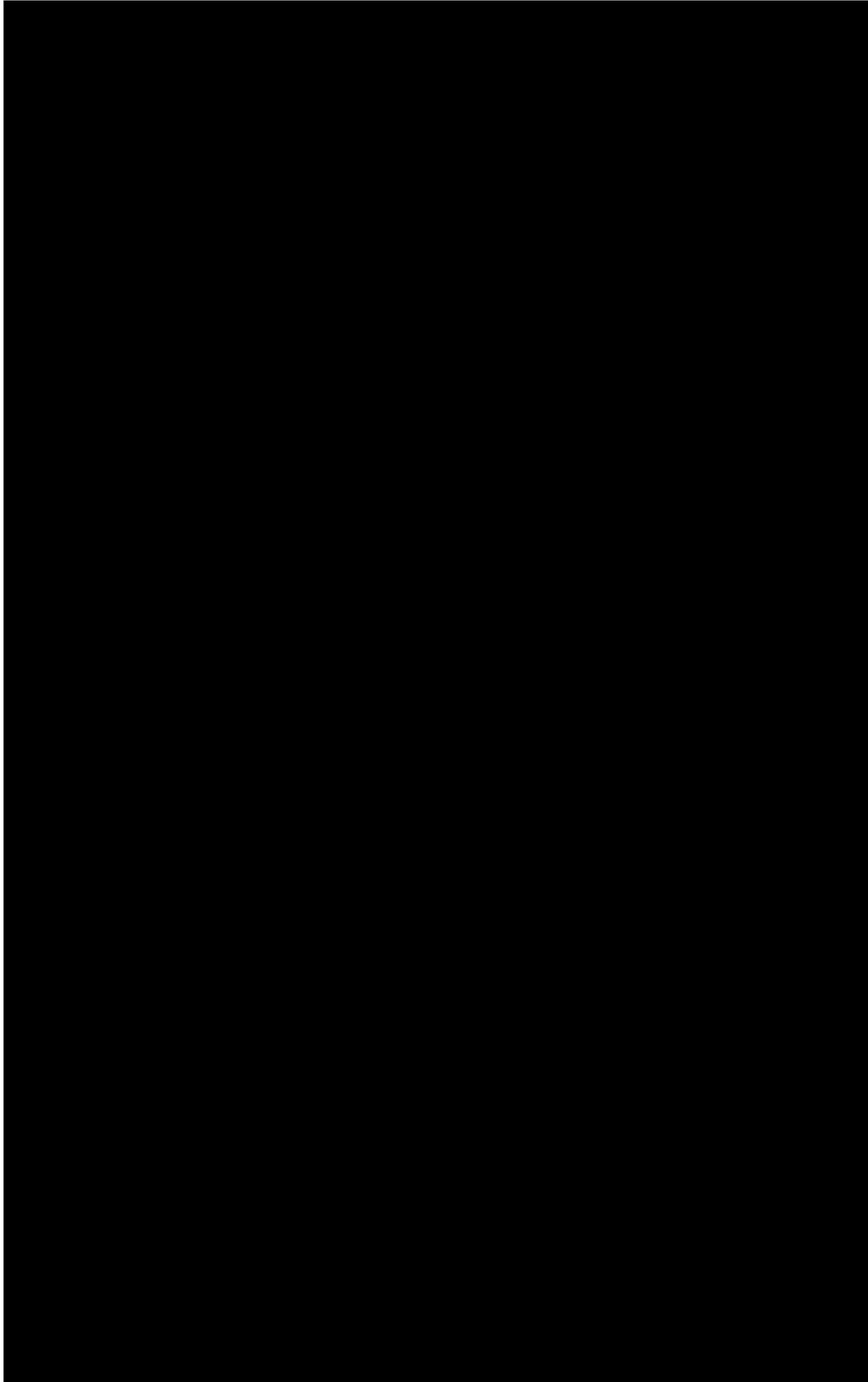
Koefisien reliabilitas

$$r_{11} = \left[\frac{27}{27-1} \right] \left[1 - \frac{(20,35)^2}{72,984} \right] = 0,749$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan $N = 75$ diperoleh $r_{\text{tabel}} = 0,227$. Karena $r_{11} > r_{\text{tabel}}$ maka dapat disimpulkan bahwa instrumen tersebut reliabel.

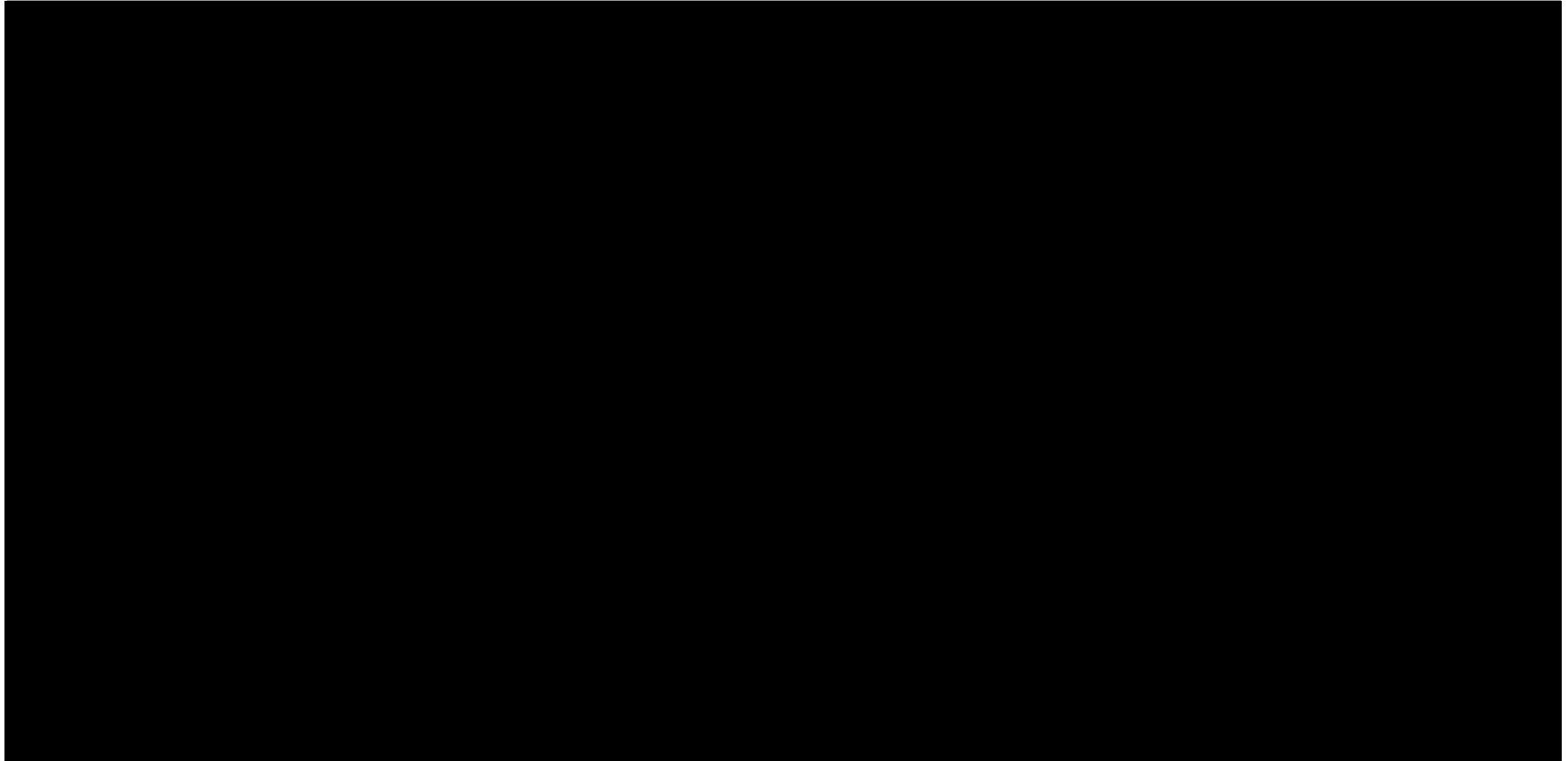
Lampiran 35

Lembar Observasi Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor



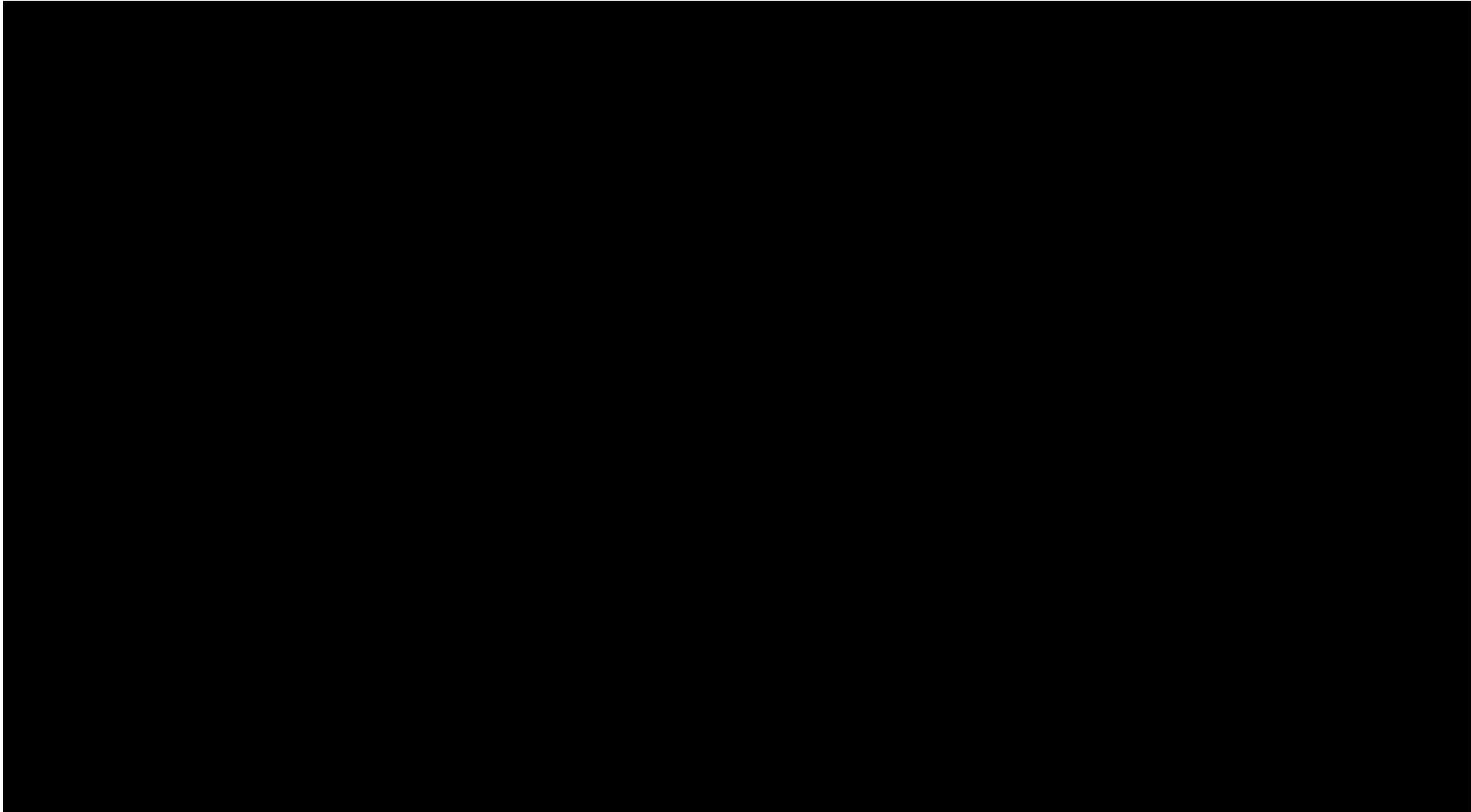
Lampiran 36

Kisi-Kisi Penilaian Kreativitas dalam Dimensi Psikomotor



Lampiran 37

Hasil Analisis Angket Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif Topik I

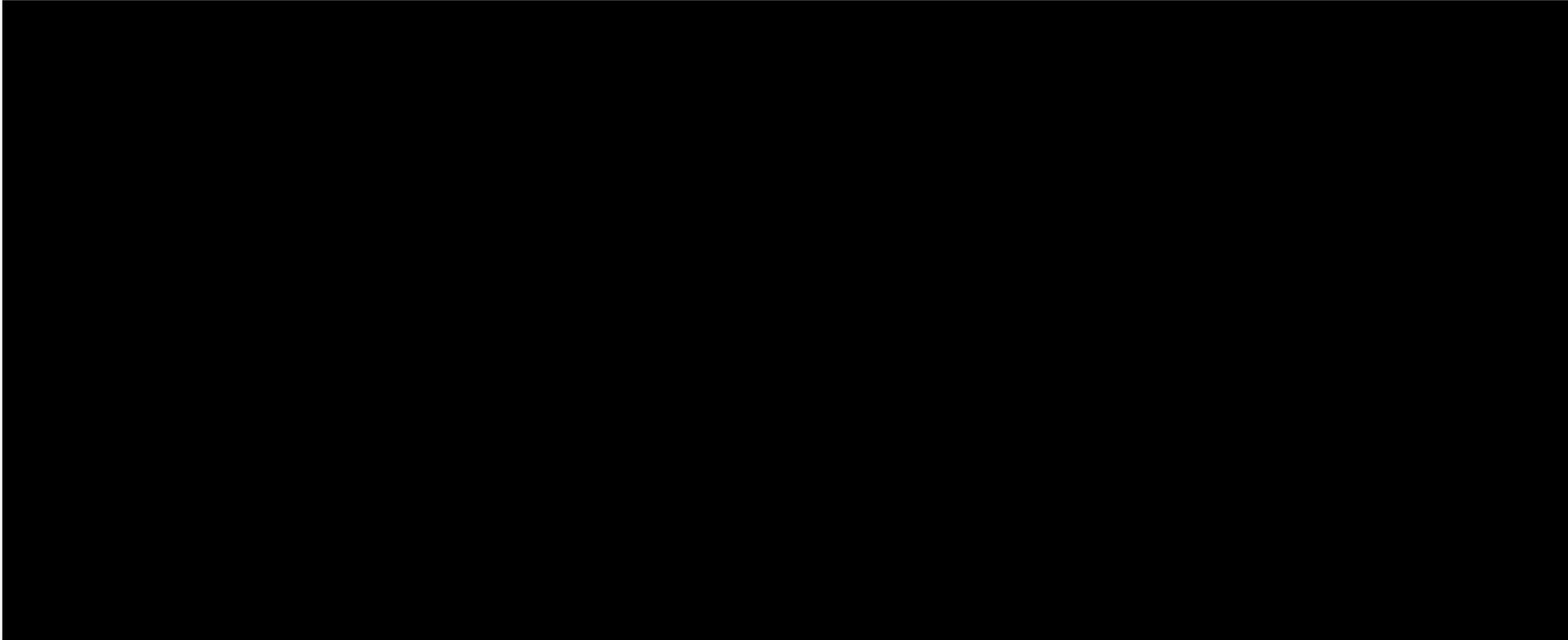




Lampiran 38

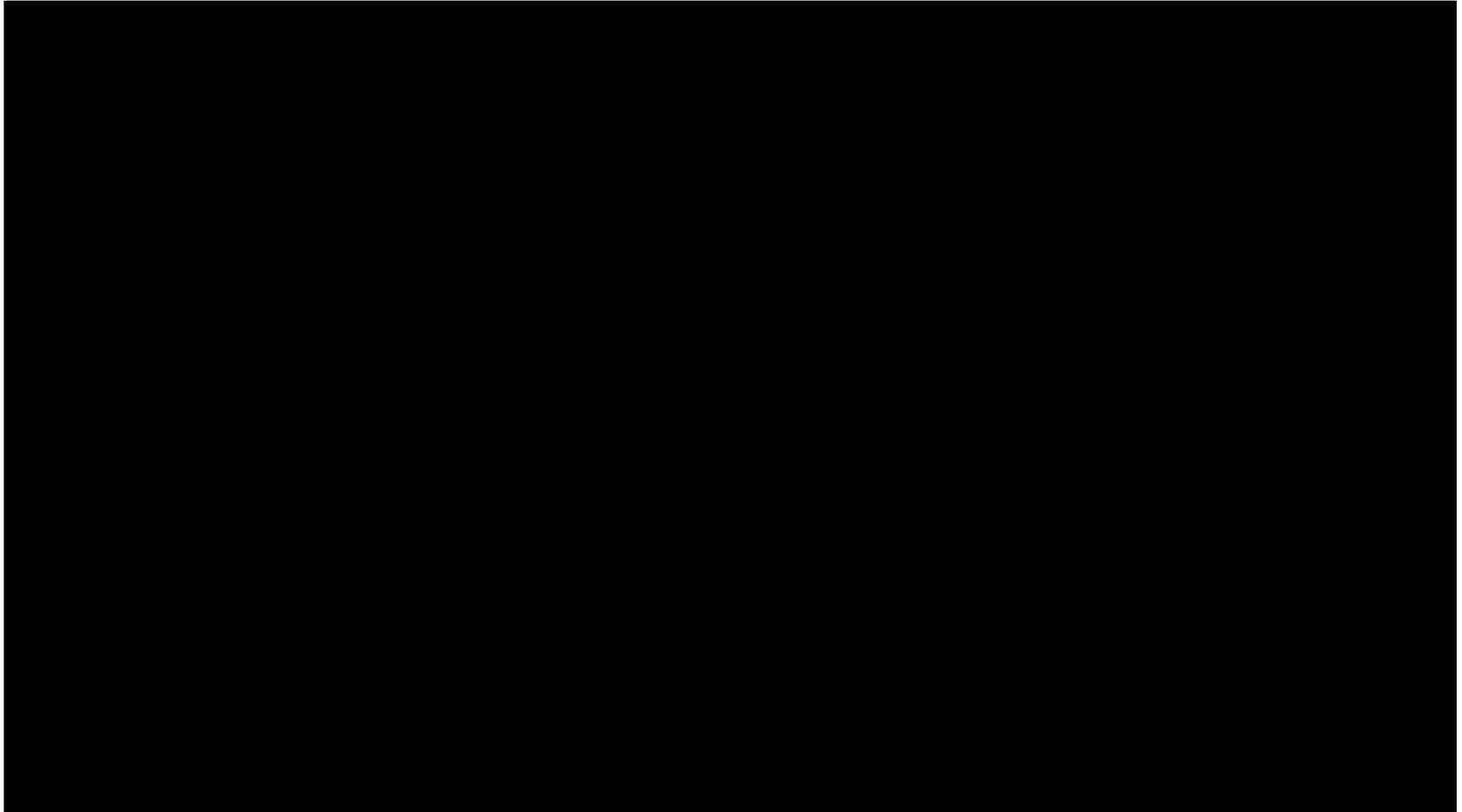
Hasil Analisis Angket Kreativitas Siswa Dalam Dimensi Afektif Topik II

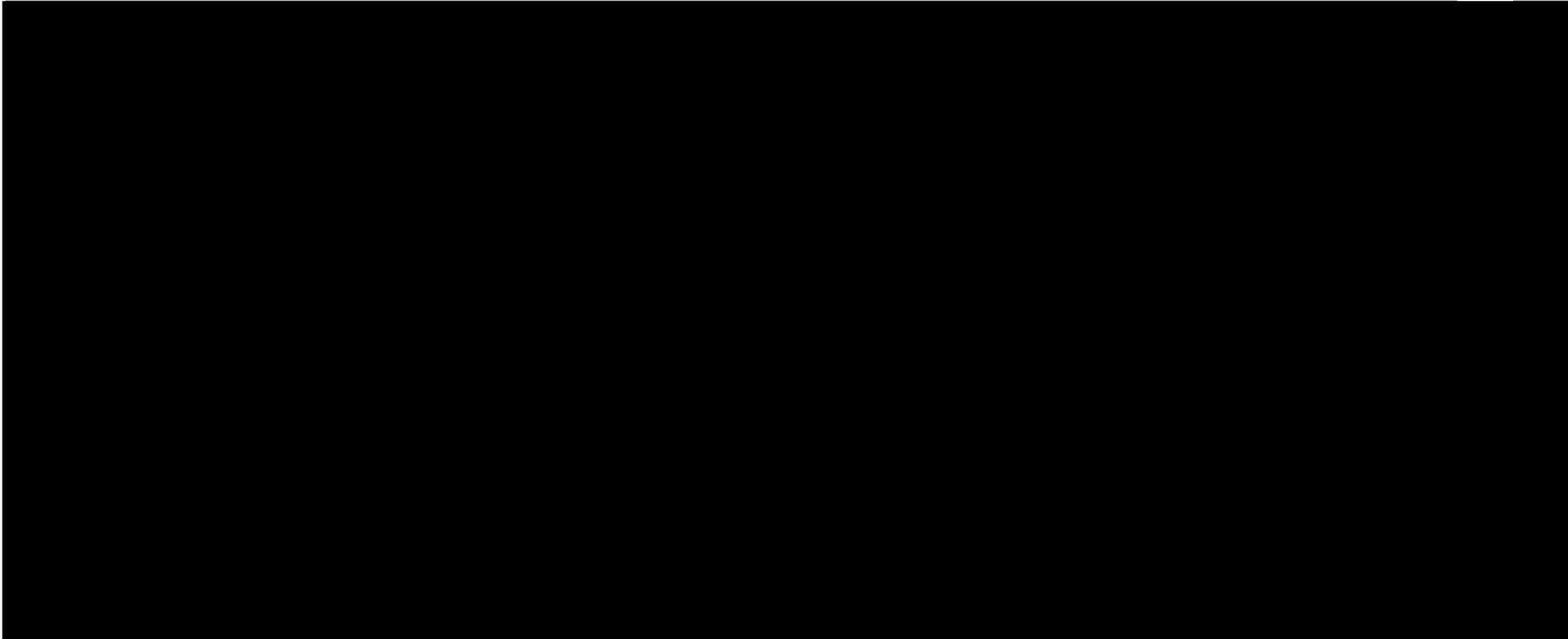




Lampiran 39

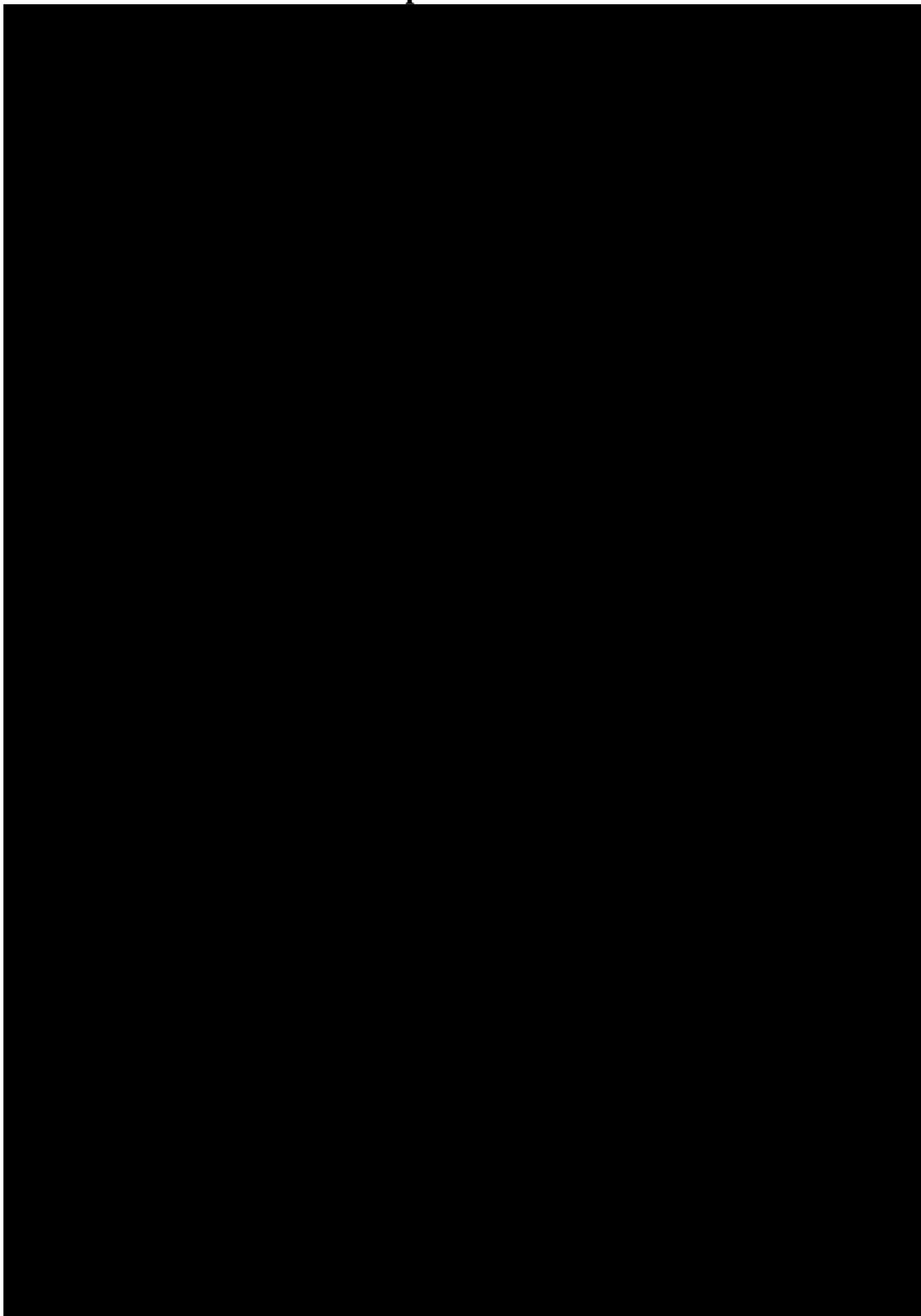
Hasil Analisis Angket Kreativitas Siswa Dalam Dimensi Afektif Topik III





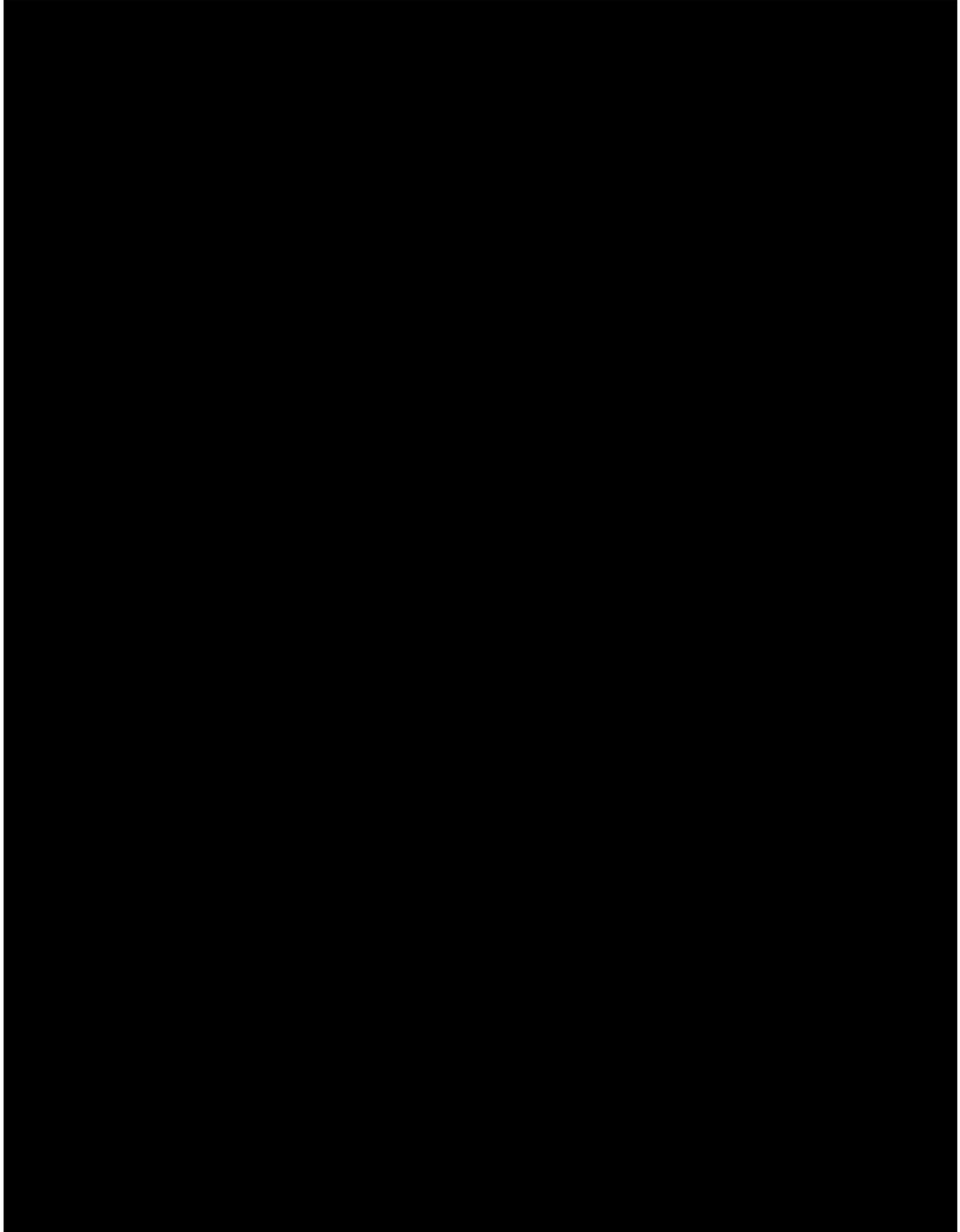
Lampiran 40

**Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif
Topik I**



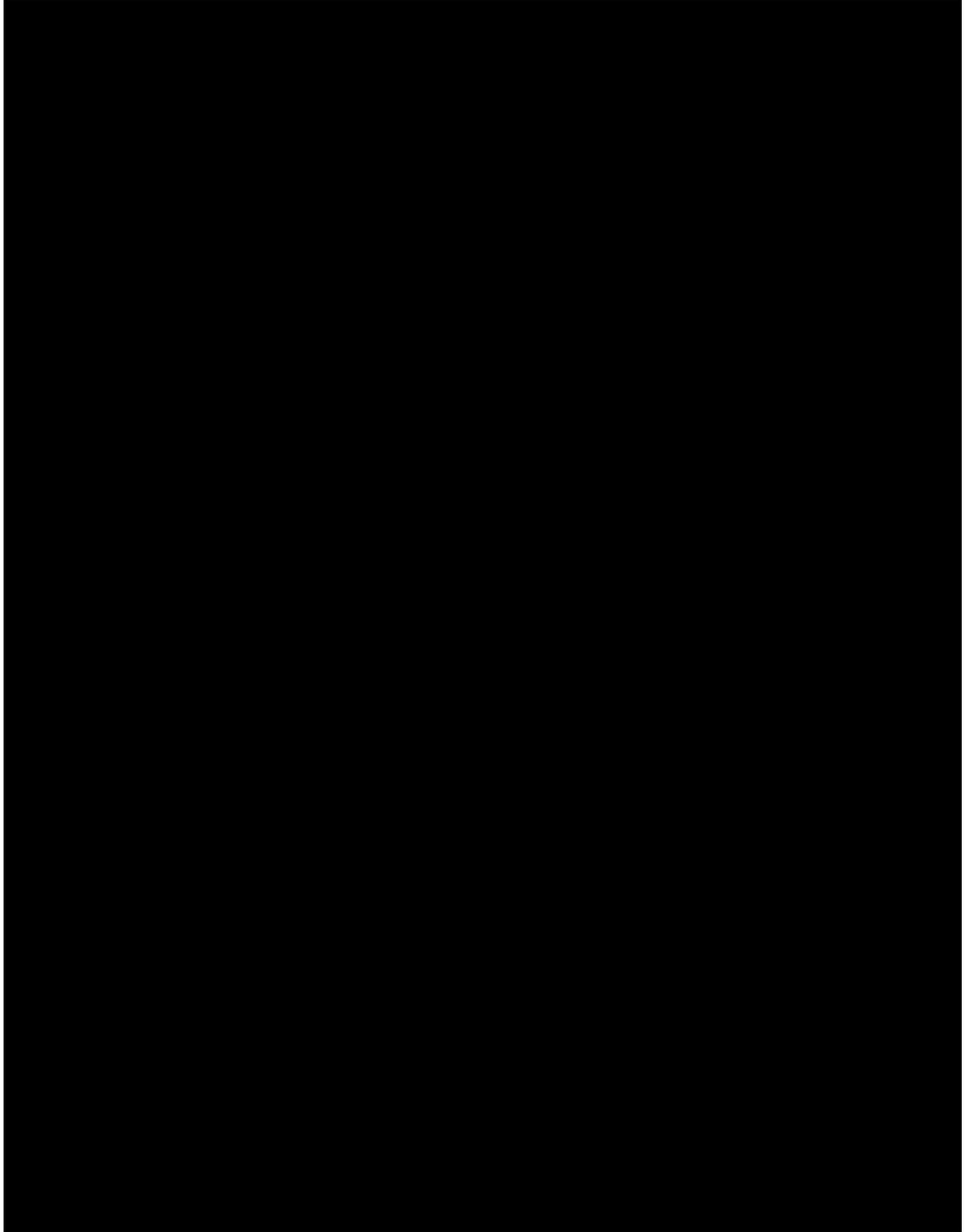
Lampiran 41

**Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif
Topik II**



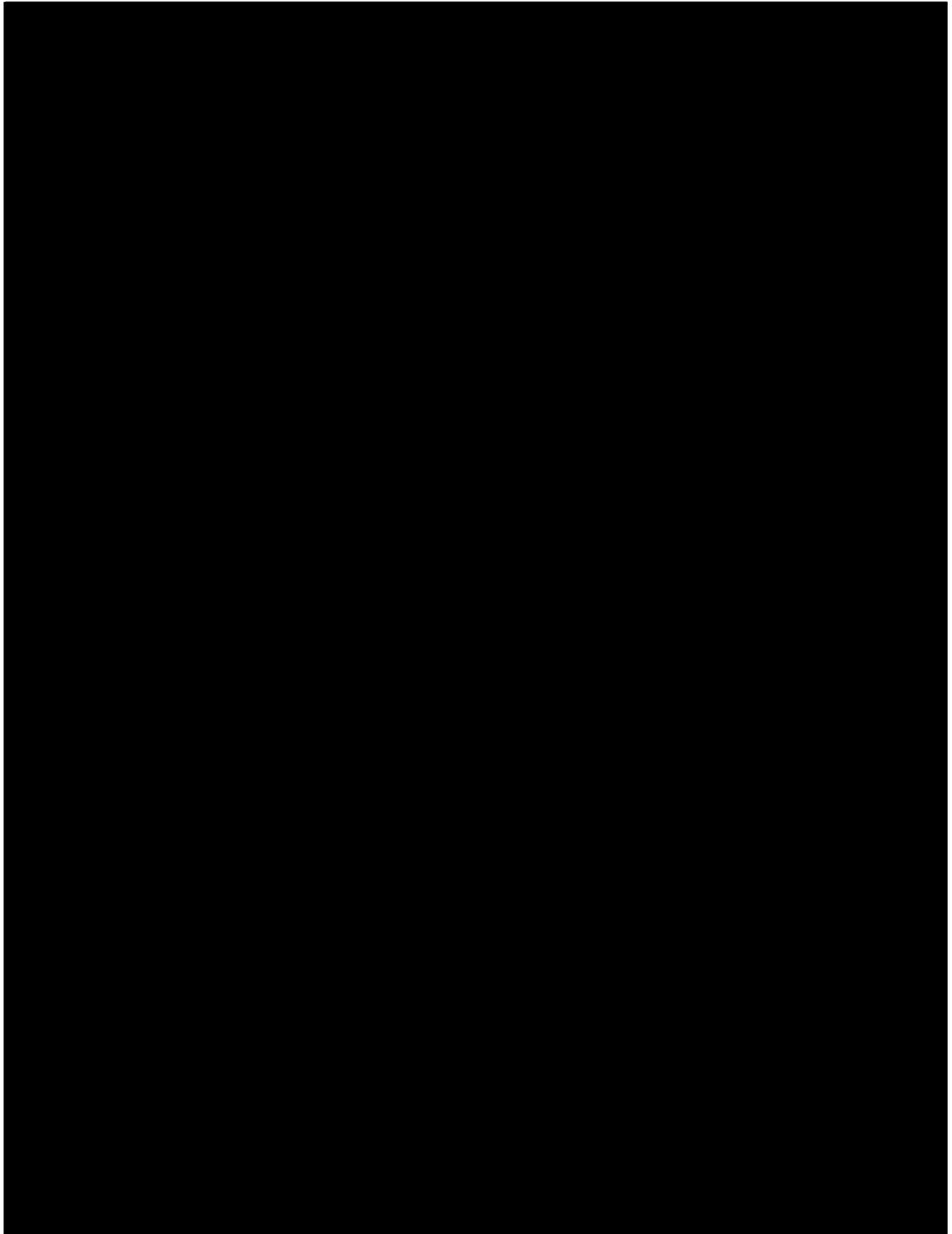
Lampiran 42

**Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Kognitif
Topik III**



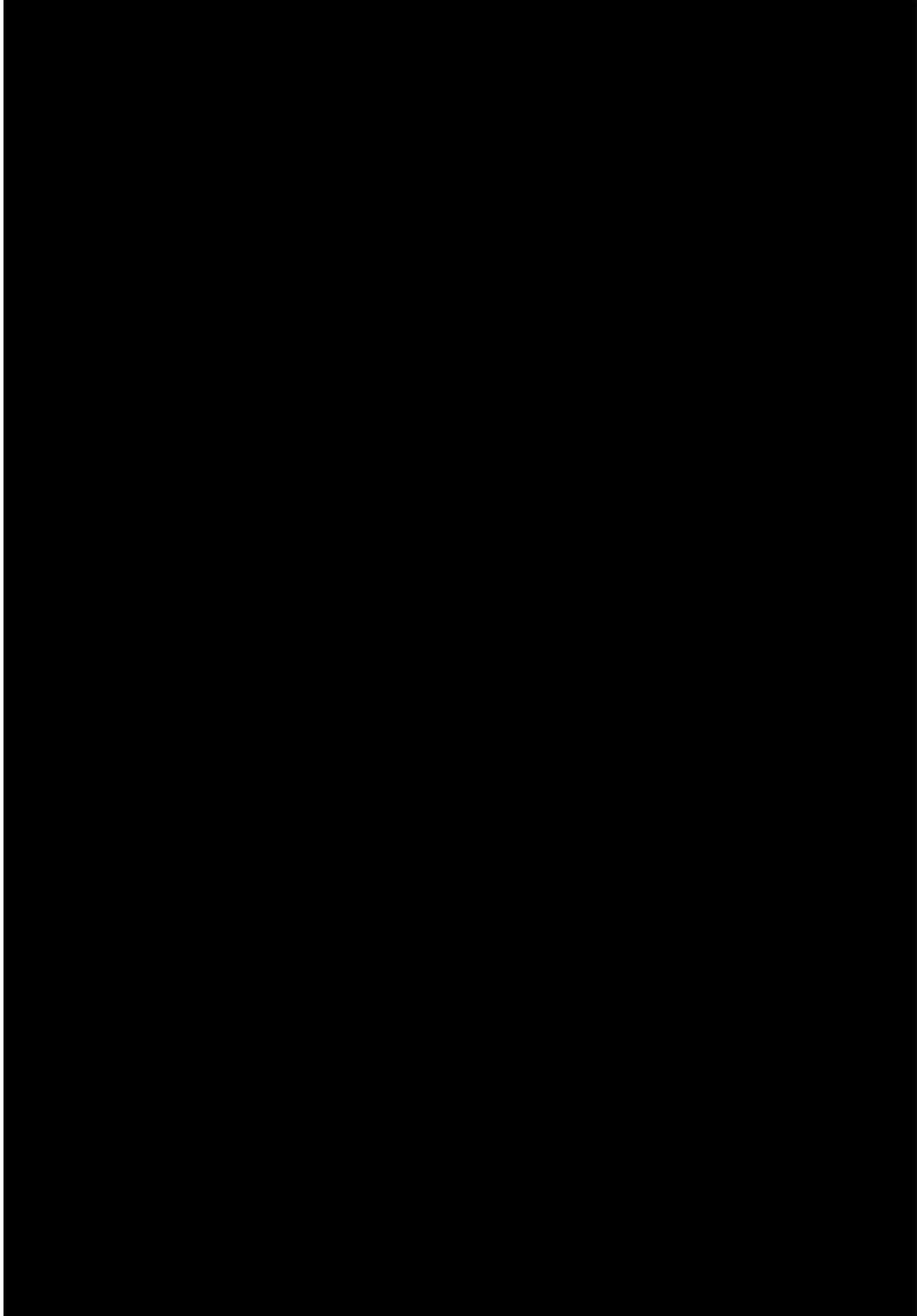
Lampiran 43

Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif



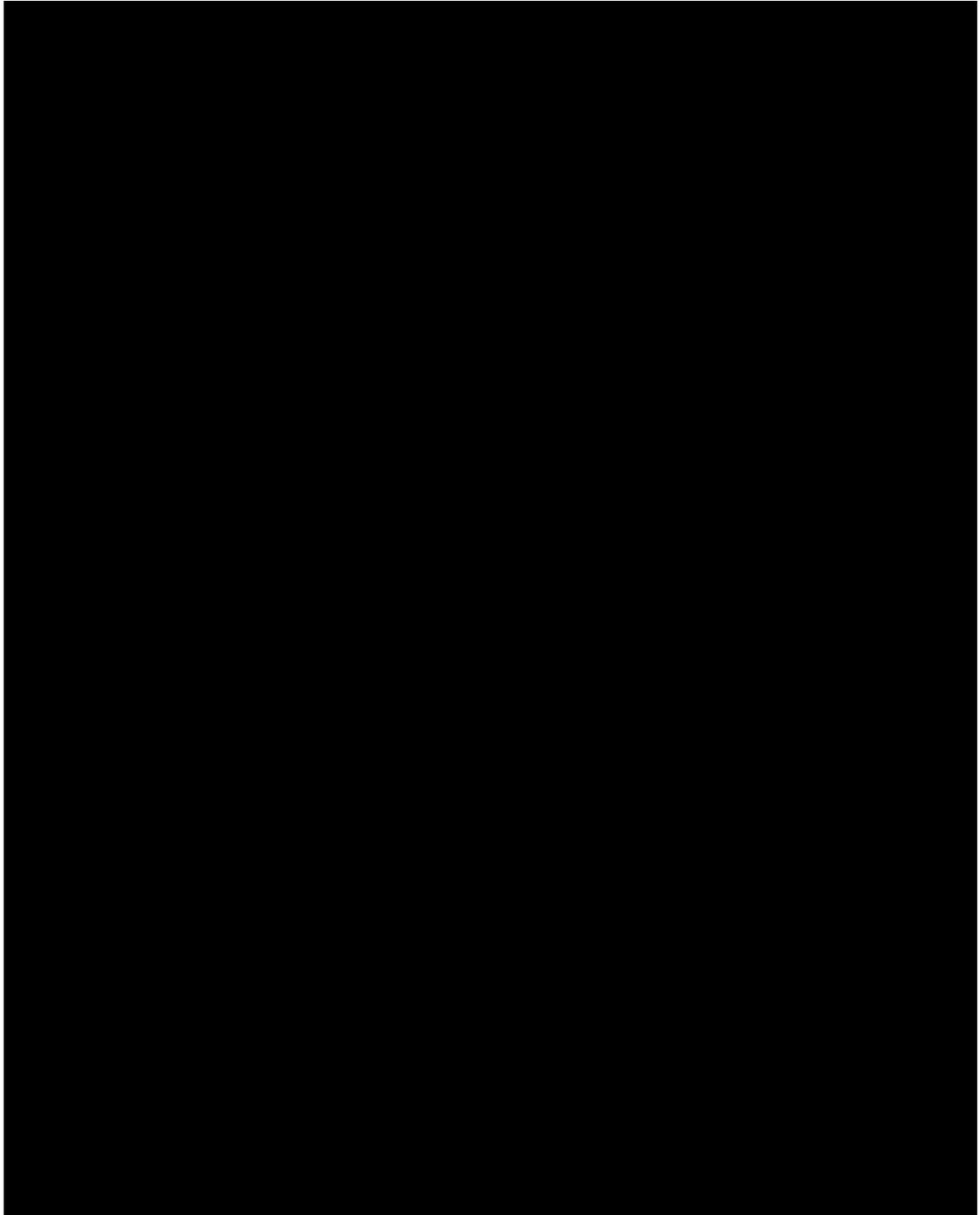
Lampiran 44

**Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Psikomotor
Topik I**



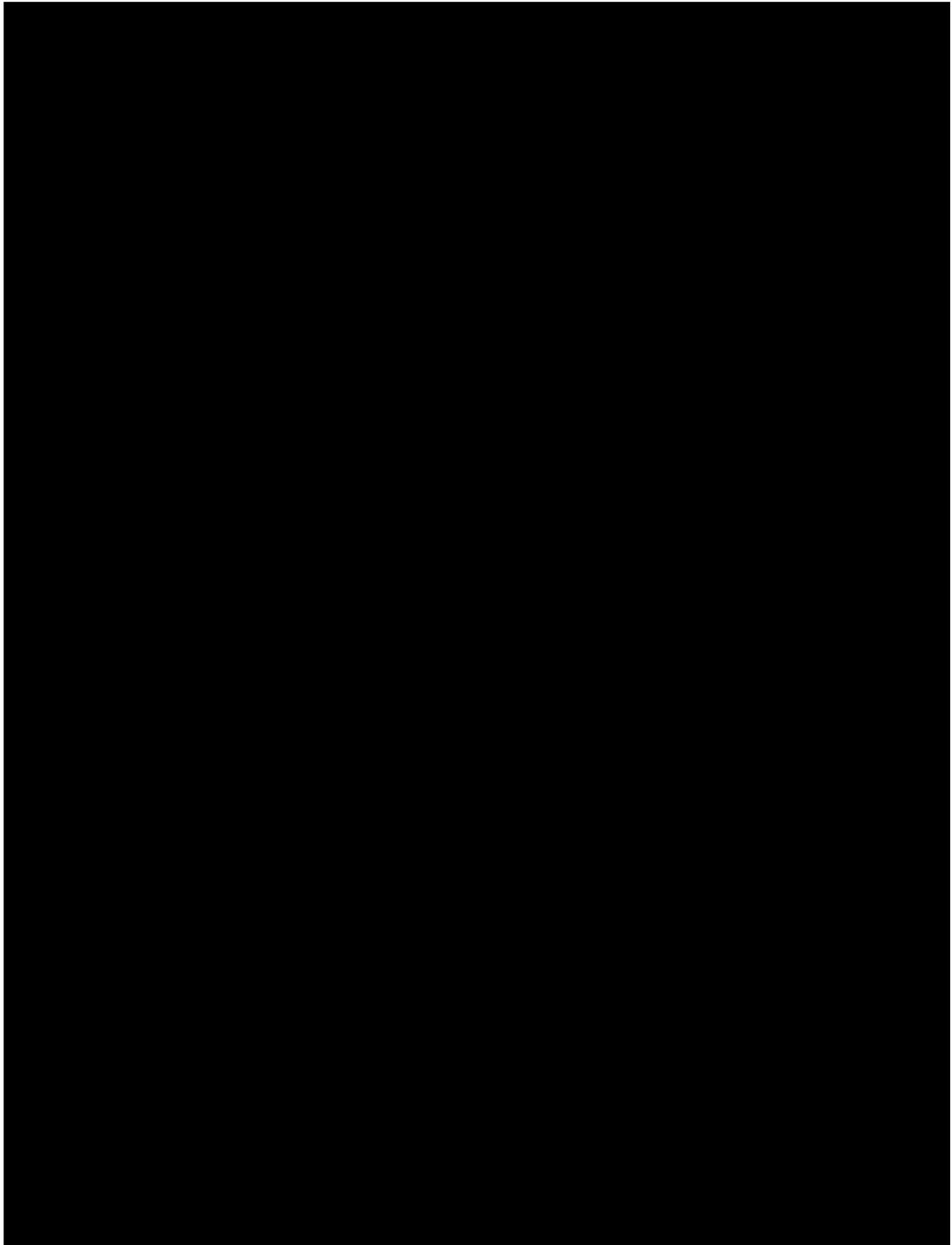
Lampiran 45

**Rekapitulasi Nilai Kreativitas Siswa dalam Dimensi Psikomotor
Topik III**



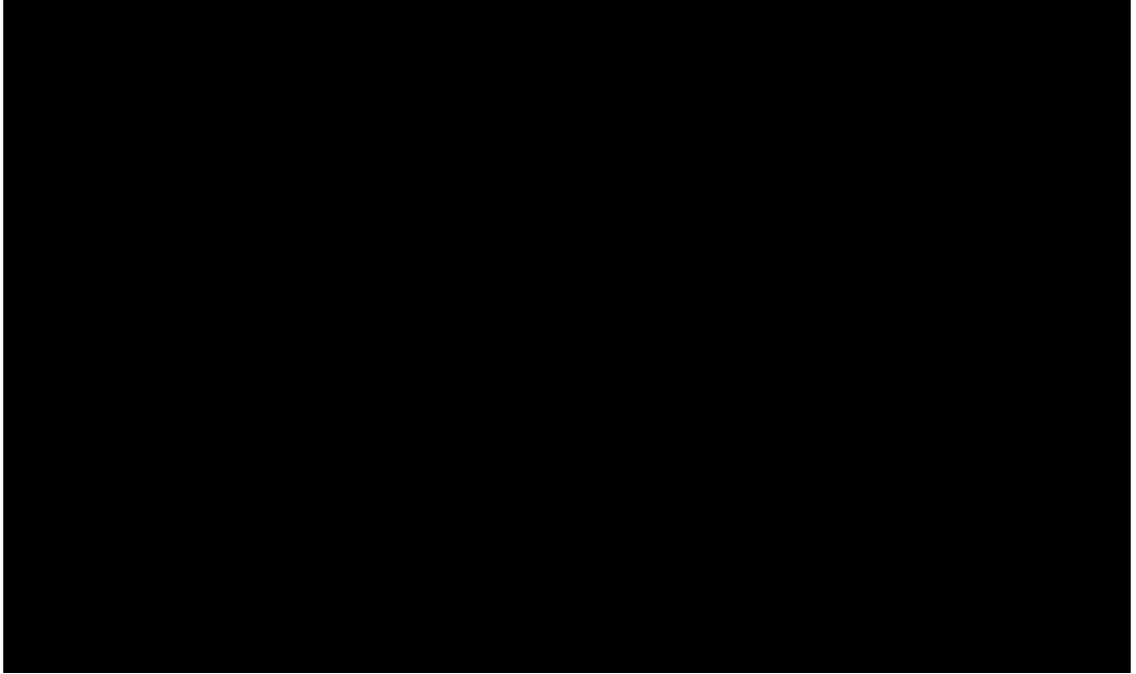
Lampiran 46

Rekapitulasi Nilai Lembar Diskusi



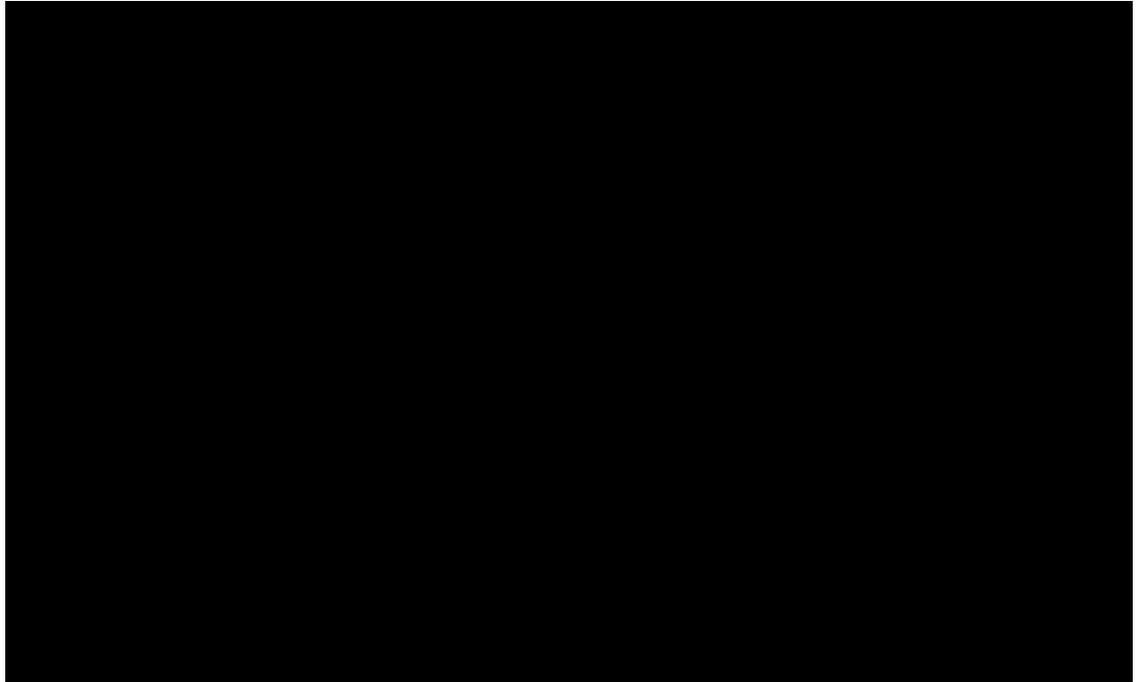
Lampiran 47

**Hasil Uji Signifikansi Kreativitas Siswa dalam Dimensi
Kognitif**



Lampiran 48

Hasil Uji Signifikansi Kreativitas Siswa dalam Dimensi Afektif



Lampiran 49

**Hasil Uji Signifikansi Kreativitas Siswa dalam Dimensi
Psikomotor**



Dokumentasi Penelitian



Siswa melakukan diskusi kelompok untuk meninjau permasalahan pada



Guru membimbing siswa dalam menyimpulkan hasil pembelajaran



Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok di hadapan seluruh siswa di

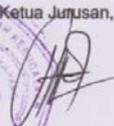


Siswa melakukan kegiatan praktikum dan observer mengamati serta



Siswa mengerjakan soal postes pada akhir pembelajaran

Surat Penetapan Dosen Pembimbing

	<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM JURUSAN FISIKA Gedung D7 Lt 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229 Telepon: 0248508034 Laman: .surel:</p>
<p>Nomor : 37/UN37.1.4.3/PP/2012 Lamp. : - Hal : Usulan Pembimbing</p>	
<p>Yth. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang</p>	
<p>Merujuk Keputusan Rektor Unnes Nomor 164/O/2004 tentang Pedoman Penyusunan Skripsi Mahasiswa Program S1 pasal 7 mengenai penentuan pembimbing, dengan ini saya usulkan</p>	
1.	<p>Nama : Dra. Siti Khanafiyah, M.Si NIP : 195205211976032001 Pangkat/Golongan : IV/b - Pembina Tk. I Jabatan Akademik : Lektor Kepala Sebagai Pembimbing I</p>
2.	<p>Nama : Dra Langlang Handayani, M.App.Sc NIP : 196807221992032001 Pangkat/Golongan : III/d - Penata Tk. I Jabatan Akademik : Lektor Kepala Sebagai Pembimbing II</p>
<p>Dalam penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa</p>	
Nama	: URIP NURWIJAYANTO PRABOWO
NIM	: 4201408037
Prodi	: Pendidikan Fisika
Topik	: penerapan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok untuk meningkatkan kreativitas dan hasil belajar siswa sma negeri 1 pemalang
<p>Untuk itu, mohon diterbitkan surat penetapannya.</p>	
<p>Semarang, 21 Februari 2012 Ketua Jurusan,   Dr. Khumaedi, M.Si. NIP. 196306101989011002</p>	
 4201408037	

Lampiran 52

Surat Ijin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Gedung D5 Lt.1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang Kode Pos 50229, Telp. (024)8508112
Telp. Dekan (024)8508005, Jurusan Matematika (024)8508032; Fisika (024)8508034; Kimia (024)8508035; Biologi (024)8508033
Fax (024)8508005; Website: <http://mpa.unnes.ac.id>; Email: mpa@unnes.ac.id

No : 3186 /UN37.1.4/LT/2012 -
Lamp : -
Hal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth. Kepala SMA Negeri 1 Pemalang
Di Pemalang

Dengan hormat,
Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Urip Nurwijayanto Prabowo
NIM : 4201408037
Prodi : Pendidikan Fisika
Judul : Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok
Untuk Meningkatkan Kreativitas dan Hasil Belajar Siswa SMA Negeri 1
Pemalang
Tempat : SMA Negeri 1 Pemalang
Waktu : Mei - Juni 2012

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

03 April 2012



Urip Nurwijayanto, M.Si
021988031001
FM-05-AKD-24

Lampiran 53

Surat Keterangan Penelitian



PEMERINTAH KABUPATEN PEMALANG
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAH RAGA
SMA NEGERI 1 PEMALANG

SURAT KETERANGAN
Nomor : 422.8 / 294 / 2012

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dra. Rishi Mardinarsih, M.Pd.
Jabatan : Kepala SMA Negeri 1 Pemalang

dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : URIP NURWIJAYANTO PRABOWO
NIM : 4201408037
Jurusan : Fisika / Pendidikan Fisika
Fakultas : UNNES

yang bersangkutan telah melakukan penelitian untuk penyusunan Skripsi/Tugas Akhir di SMA Negeri 1 Pemalang, dengan judul "PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE INVESTIGASI KELOMPOK UNTUK MENINGKATKAN KREATIVITAS DAN HASIL BELAJAR SISWA SMA NEGERI 1 PEMALANG".

Demikian Surat Keterangan ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Pemalang, 2 Juni 2012
Kepala Sekolah

Dra. Rishi Mardinarsih, M.Pd.
NIP. 19600723 198403 2 006



layanan diutamakan
atau ditandatangani

Reg. Number 3021175

Jalan Jendral Gatot Subroto Pemalang 52319 Prov. Jawa Tengah
Telepon (0284) 321437 Faximile (0284) 325226
e-mail : smansa_pml@yahoo.com website : sman1-pemalang.sch.id