



**ANALISIS PENERAPAN METODE KUMON
BERDASARKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITS
SISWA**

Skripsi

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

oleh

Zuniar Musrifin
4201410034

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke dalam Sidang

Panitia Ujian Skripsi pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 15 Desember 2016

Semarang, 15 Desember 2016

Pembimbing I



Drs. Sukiswo Supeni E, M. Si

NIP 195610291986011001

Pembimbing II



Prof. Dr. Hartono, M.Pd

NIP 196108101986011001

PERNYATAAN

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



Semarang,

Zuniar Musrifin

4201410034

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Analisis Penerapan Metode Kumon Berdasarkan Kemampuan Berpikir
Kritis Siswa

disusun oleh

Zuniar Musrifin

4201410034

telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada
tanggal 17 Desember 2015



Panitia
Ketua

Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si,Akt

NIP 196412231988031001

Sekretaris

Dr. Khumaedi, M.Si

NIP 196306101989011002

Ketua Penguji

Dr. Sugianto, M.Si.

NIP 196102191993031001

Anggota Penguji/
Pembimbing I

Drs. Sukiswo Supeni E, M. Si

NIP 195610291986011001

Anggota Penguji/
Pembimbing II

Prof. Dr. Hartono, M.Pd

NIP 196108101986011001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- *Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. (Q.S Alam Nasyrah: 6).*
- *Tidaklah kelembutan terdapat pada sesuatu melainkan akan menghiasinya, dan tidaklah dicabut dari sesuatu kecualiakan menjelekkannya (HR. Muslim: 2594)*
- *Jangan meremehkan kekuatan seorang manusia, karena Tuhan sedikitpun tidak pernah (Donny Dhirgantoro).*
- *Karena segala sesuatu diciptakan 2 kali, dalam dunia imajinasi dan dunia nyata (Donny Dhirgantoro).*

PERSEMBAHAN

- Untuk Bapak, Ibu, Kakak-kakakku (Mba Yani, Mba Eti, Mas Oim, Mba Asih, Mas Arif, Mba Yuli), serta dek Novi yang selalu memberikan kasih sayang, motivasi dan do'a disetiap langkahku

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan inayah-Nya yang senantiasa tercurah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Penerapan Metode Kumon Kemampuan Berpikir Kritis Siswa”.

Terselesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan petunjuk, saran, bimbingan dan dorongan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Wiyanto, M.Si, dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Khumaedi, M.Si, ketua jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si, selaku dosen pembimbing 1 dan dosen wali yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan arahan, ide, saran dan masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Prof. Dr. Hartono, M.Pd, dosen pembimbing 2 yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan arahan, ide, saran dan masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
6. Drs. Maikal Soedijarto, Kepala Sekolah SMA Negeri 2 Ungaran yang telah memberi izin dan kemudahan dalam pelaksanaan penelitian;
7. Sri Indihartati, M.Pd., guru fisika kelas XI IPA SMA Negeri 2 Ungaran yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian;

8. Siswa kelas XI SMA Negeri 2 Ungaran Tahun Ajaran 2014/2015, yang telah bersedia menjadi responden penelitian;
 9. Para riders (oot, anam, singgih, willy, miftah) yang telah memberikan masukan dan dorongan.
 10. Teman-teman mahasiswa jurusan fisika angkatan 2010;
 11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dan doa dari awal sampai akhir penulisan skripsi ini.
- Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya, lembaga, masyarakat dan pembaca pada umumnya.

Semarang,

Penulis

ABSTRAK

Musrifin, Z. 2015. *Analisis Penerapan Metode Kumon Berdasarkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Drs. Sukiswo Supeni Edie, M. Si. dan Pembimbing Pendamping Prof. Dr. Hartono, M. Pd

Kata kunci : Metode Kumon, berpikir kritis

Mata pelajaran fisika menuntut intelektualitas yang relatif tinggi. Keterampilan berpikir sangat diperlukan ketika mempelajari pelajaran fisika. Pelajaran fisika adalah pelajaran yang mengajarkan berbagai pengetahuan yang dapat mengembangkan daya nalar, analisa, dan berpikir kritis sehingga hampir semua persoalan yang berkaitan dengan alam dapat dimengerti. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk menganalisis penerapan metode Kumon ditinjau dari kemampuan berpikir kritis.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan desain *Pre Eksperimental Design* tipe *One Group Pretest-Posttest Design*. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa SMA Negeri 2 Ungaran kelas XI IPA5 sebagai kelompok eksperimen. Instrumen dalam penelitian terdiri atas instrumen tes tertulis berbentuk uraian untuk mengetahui peningkatan berpikir kritis. Pengambilan data tes tertulis diperoleh dari nilai hasil *pretest* dan *posttest*. Pengolahan data dengan menggunakan analisis uji gain.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis mengalami peningkatan . Peningkatan tersebut terjadi pada aspek mengamati sebesar 38,53%, mengukur sebesar 50,58%, menganalisis 53,67%, dan mengevaluasi sebesar 55,3%. Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika dengan metode Kumon dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA kelas XI IPA pada.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	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	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Penegasan Istilah.....	7
2. LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8

2.1.1 Belajar dan Pembelajaran	8
2.1.2 Metode Kumon	9
2.1.3 Hasil Belajar	12
2.1.4 Kemampuan Berpikir Kritis	13
2.2 Tinjauan Materi	18
2.2.1 Torsi	18
2.2.2 Momen Inersia	20
2.2.2.1 Momen Inersia Diskrit	20
2.2.2.2 Momen Inersia Sistem Kontinu	21
2.2.3 Hubungan Momen Gaya dan Momen Inersia	26
2.2.4 Usaha dan Energi dalam Gerak Rotasi	27
2.2.5 Momen Sudut dan Hukum Kekekalan Momentum Sudut	29
2.3 Kerangka Berfikir	32
2.4 Hipotesis	33
3. METODE PENELITIAN	34
3.1 Lokasi dan Subyek Penelitian	34
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	34
3.2.1 Populasi	34
3.2.2 Sampel	34
3.3 Variabel Penelitian	35
3.3.1 Variabel Bebas	35
3.3.2 Variabel Terikat	35
3.4 Desain Penelitian	35

3.5	Alur Penelitian	36
3.6	Metode Pengumpulan Data	38
3.6.1	Metode Dokumentasi	38
3.6.2	Metode Tes	38
3.7	Instrumen Penelitian	38
3.8	Teknik Analisis Data	39
3.8.1	Analisis Uji Coba Instrumen	39
3.8.1.1	Validitas	39
3.8.1.2	Reliabilitas	40
3.8.1.3	Taraf Kesukaran	41
3.8.1.4	Daya Pembeda	41
3.8.2	Teknik Analisis Data Awal	42
3.8.2.1	Uji Homogenitas	42
3.8.2.2	Uji Normalitas	43
3.8.3	Teknik Analisis Data Akhir	44
3.8.3.1	Uji Normalitas	44
3.8.3.2	Uji Kesamaan Varians	45
3.8.3.3	Uji Perbedaan Rata-Rata	45
3.8.3.4	Uji Hipotesis Penelitian (Uji Gain)	46
3.8.3.5	Persentase Ketuntasan Belajar Klasikal	47
4.	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	48
4.1	Deskripsi Penerapan Metode Kumon	48
4.2	Hasil Penelitian	50

4.3 Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis	56
4.4 Pembahasan	58
5. PENUTUP	62
5.1 Simpulan.....	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Momen Inersia Benda-benda Unifor dengan Berbagai Bentuk	24
3.1 Desain Penelitian	36
4.1 Rekapitulasi Nilai Tiap Aspek pada Pre-test dan Post-test.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Aplikasi Torsi pada Baut	18
2.2 Partikel Bermassa m Berotasi Mengelilingi Sumbunya dengan Jari-jari R	19
2.3 Benda A dan B yang Sedang Berotasi	20
2.4 Batang bermassa M dibagi menjadi elemen kecil-kecil bermassa dm dengan panjang dl	21
2.5 Batang diputar terhadap sumbu yang melalui ujung batang	22
2.6 Batang dirotasikan terhadap sumbu yang tegak lurus batang yang berada di tengah batang.....	23
2.7 Gaya F bekerja pada sebuah partikel p pada benda tegar menghasilkan torsi τ	26
2.8 Roda Bergerak	28
2.9 Sebuah bola pejal yang menggelinding tanpa slip pada suatu permukaan datar	28
2.10 Arah putaran keempat jari menunjukkan arah rotasi, sedangkan ibu jari menunjukkan arah momentum sudut.....	30
2.11 Kerangka Berpikir.....	33
3.1 Alur penelitian	37
4.1 Rekapitulasi Nilai Akhir Berpikir Kritis Peserta Didik	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Kisi-Kisi Soal Uji Coba	62
2 Soal Uji Coba	63
3 Perhitungan Validitas Instrumen, Daya Pembeda, Perhitungan Taraf Kesukaran, dan Reliabilitas	68
4 Uji Normalitas Nilai Awal	69
5 Uji Homogenitas Sampel	71
6 Silabus	72
7 RPP Pertemuan 1	75
8 RPP Pertemuan 2	80
9 RPP Pertemuan 3	85
10 <i>Worksheet 1</i>	90
11 <i>Worksheet 2</i>	94
12 <i>Worksheet 3</i>	98
13 Kunci Jawaban <i>Worksheet 1</i>	102
14 Kunci Jawaban <i>Worksheet 2</i>	103
15 Kunci Jawaban <i>Worksheet 3</i>	106
16 Kisi –Kisi Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	107
17 Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	108
18 Kunci Jawaban Soal <i>Pretest/Posttest</i>	109
19 Hasil <i>Pre-Test</i> Dan <i>Post-Test</i> Kelas Eksperimen	111
20 Uji Normalitas Nilai <i>Pretest</i> Kelompok Eksperimen	112

21 Uji Normalitas Nilai <i>Posttest</i> Kelompok Eksperimen	113
22 Uji Kesamaan Dua Varians Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> pada Kelompok Eksperimen	114
23 Uji Perbedaan Dua Rata-Rata (Uji t-Pihak Kanan) Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> pada Kelompok Eksperimen.....	115
24 Uji <i>Normalized Gain</i> <g>	116
25 Kriteria Penskoran Kemampuan Berpikir Kritis	117
26 Interval Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis.....	119
27 Analisis Kemampuan Berpikir Kritis saat <i>Pretest</i>	120
28 Analisis Kemampuan Berpikir Kritis saat <i>Posttest</i>	121
29 Dokumentasi Suasana Pembelajaran	122

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mata pelajaran fisika menuntut intelektualitas yang relatif tinggi. Keterampilan berpikir sangat diperlukan ketika mempelajari pelajaran fisika. Di samping itu mata pelajaran fisika merupakan salah satu mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang sangat memerlukan keberadaan fasilitas dan media pembelajaran serta kecakapan matematika dalam menyelesaikan suatu persoalan.

Pelajaran fisika adalah pelajaran yang mengajarkan berbagai pengetahuan yang dapat mengembangkan daya nalar, analisa, dan berpikir kritis sehingga hampir semua persoalan yang berkaitan dengan alam dapat dimengerti. Untuk dapat mengerti fisika secara luas, maka harus dimulai dengan kemampuan pemahaman konsep dasar yang ada pada pelajaran fisika. Berhasil atau tidaknya seorang siswa dalam memahami tentang pelajaran fisika sangat ditentukan oleh pemahaman konsep.

Kemampuan berpikir kritis merupakan hidup yang penting serta dapat mengembangkan ketrampilan siswa (Hove, 2011). Pada kenyataannya, ada tiga jenis proses berpikir yaitu berpikir kreatif, menjaga dan mengaplikasikan ilmu pengetahuan, dan berpikir kritis sangat penting untuk mengembangkan kemampuan berpikir lainnya, yaitu kemampuan untuk membuat keputusan dan

penyelesaian masalah. Pada umumnya pembelajaran fisika di sekolah dianggap pelajaran yang sulit, masih menekankan pada hafalan rumus-rumus, sulit dalam memahami konsep, sulit dalam perhitungan dan sulit memahami soal-soal fisika tersebut.

Pelajaran fisika pada umumnya dianggap sebagai pelajaran yang menakutkan bagi siswa. Kebanyakan siswa menganggap fisika identik dengan menghafal rumus-rumus, sulit dalam memahami konsep, sulit dalam perhitungan dan sulit memahami soal-soal fisika tersebut. Sedangkan rumus itu sendiri dalam pembelajaran fisika sangatlah banyak jika harus dihafalkan, sehingga hal ini membuat siswa menjadi takut dan enggan terhadap mata pelajaran fisika. Akan tetapi, pada hakikatnya rumus adalah penyederhanaan dari konsep-konsep yang ada untuk mempermudah dalam menyelesaikan persoalan yang ada.

. Kemampuan memecahkan masalah merupakan tujuan utama dari pembelajaran fisika. Oleh karena itu pembelajar fisika sangat erat kaitannya dengan perhitungan, dimana perhitungan digunakan sebagai salah satu cara untuk memecahkan masalah dalam persoalan fisika. Banyak sekali persoalan-persoalan fisika yang pemecahannya memerlukan perhitungan matematis. Semua materi pembelajaran fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA) mencakup keterampilan dalam menghitung untuk menyelesaikan persoalan-persoalan yang ada. Hal ini menjadikan pembelajaran fisika di kelas tidak luput dari pembelajaran matematika.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di SMA N 2 Ungaran kelas XI IPA, menunjukkan bahwa kegiatan belajar mengajar masih banyak menggunakan

metode ceramah yang berpusat pada guru, sedangkan siswa lebih banyak pasif. Pembelajaran kurang interaktif karena sedikitnya siswa yang bertanya pada guru dan kurangnya diskusi antar siswa. Hal ini mengakibatkan siswa kesulitan dalam memahami materi fisika. Selain itu permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran fisika kelas XI IPA adalah kurangnya keaktifan berpikir kritis siswa. Masalah ini berdampak bukan saja pada hasil belajar siswa pada pelajaran fisika pada saat itu, tetapi juga untuk masa yang akan datang. Observasi awal yang penulis lakukan dan diskusi dengan guru mata pelajaran menunjukkan bahwa rata-rata nilai ulangan harian dan nilai Ujian Nasional siswa pada mata pelajaran fisika masih rendah. Salah satu cara untuk memperoleh pengetahuan fisika yang baik dan untuk mengatasi berbagai kelemahan dalam proses belajar mengajar adalah dengan menerapkan model pembelajaran yang baik.

Pembelajaran efektif untuk mata pelajaran fisika yang erat kaitannya dengan proses perhitungan sebagai penyelesaiannya sangatlah bermacam-macam salah satunya dengan *Kumon method*. Medina (1989) dalam penelitiannya menyatakan bahwa siswa kelas 7 yang mempelajari matematika dengan menggunakan *Kumon method* lebih mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan siswa kelas 8 yang mempelajari matematika tidak menggunakan *Kumon method*. Saat CAT (*California Achievement Test*) siswa kelas 7 memperoleh skor lebih bagus dibandingkan dengan kelas 8.

Selain itu, Fuller (1992) dalam jurnal internasional researchgate menyatakan sebagian besar tanpa disadari di tengah maraknya seruan untuk mengajar matematika yang lebih baik. Kumon diam-diam membantu jutaan siswa (dari anak

kecil hingga orang dewasa. 75% adalah anak-anak SD). meskipun konservatif dalam diksi dan perangkat (termasuk 5000 lembar kerja yang harus diselesaikan dalam "standar" waktu), hal ini tetaplah berpusat pada siswa dalam praktek. Metode ini mempertimbangkan tuntutan, teori, metode, catatan matematika Kumon dari sudut pandang teori pendidikan, ilmu kognitif, dan pengolahan bahasa. Hal ini menganggap bahwa belajar matematika adalah sintatik dan sematik, dengan alasan bahwa posisi relatif lebih tepat untuk membantu siswa dalam berpikir lebih tinggi.

Pelajaran fisika di SMA mempelajari materi yang saling berkaitan, antara materi yang diajarkan sebelumnya dengan materi yang selanjutnya, dimana materi sebelumnya merupakan dasar bagi materi selanjutnya. Selain itu, dimana dalam pembelajaran maupun penyelesaiannya diperlukan perhitungan matematik. Maka untuk pelajaran fisika yang tidak lepas dari matematik dapat menggunakan *Kumon method*. Selain itu metode yang digunakan yaitu bertingkat dapat melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya dan sebagai salah satu alternatif pembelajaran inovatif yang dapat mengembangkan keterampilan berkomunikasi dan proses interaksi di antara individu yang dapat digunakan sebagai sarana interaksi sosial di antara siswa dan meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah dan hasil belajar, peneliti ingin menyampaikan gagasan baru dengan penelitian yang berjudul:

“Analisis Penerapan Metode Kumon Berdasarkan Kemampuan Berpikir Kritis”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bagaimana ketrampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran menggunakan Metode Kumon?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka penelitian ini bertujuan :
Untuk menganalisis penerapan metode Kumon ditinjau dari kemampuan berpikir kritis.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Siswa

- a. Dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keaktifan dirinya.
- b. Dapat meningkatkan suasana pembelajaran yang lebih menyenangkan.

2. Bagi Guru

- a. Sebagai bahan pertimbangan untuk memilih model pembelajaran yang tepat sehingga kemampuan berpikir kritis siswa menjadi lebih baik.
- b. Memberi informasi kepada guru untuk menggunakan model pembelajaran yang inovatif dan kreatif.

3. Bagi Sekolah

- a. Memberikan kontribusi dalam rangka perbaikan proses belajar mengajar.

- b. Memiliki guru yang terampil dan berkompeten sehingga dapat meningkatkan mutu kualitas sekolah.

4. Bagi Peneliti

- a. Dapat menjadi sarana untuk memperoleh pengalaman langsung dalam memilih model yang tepat dalam pembelajaran.
- b. Dapat menambah pengetahuan dan pemahaman tentang pembelajaran dengan menggunakan metode Kumon.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, terdapat berbagai masalah yang harus dihadapi, sehingga pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Pengaruh penerapan metode Kumon berdasarkan kemampuan berpikir kritis siswa
- (2) Kemampuan berpikir kritis siswa yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah.

1.6 Penegasan Istilah

1. Analisis

Analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa mengetahui keadaan sebenarnya.

Analisis yang dimaksud dalam skripsi ini adalah menyelidiki pengaruh metode Kumon terhadap kemampuan berpikir kritis.

2. Metode Kumon

Metode Kumon adalah sistem belajar yang memberikan program belajar secara perseorangan, sesuai dengan kemampuan yang memungkinkan anak menggali potensi dirinya dan mengembangkan secara maksimal.

3. Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah kemampuan siswa untuk dapat memecahkan masalah yang sedang dan akan terjadi sehingga dapat menyimpulkannya dengan tepat. Berpikir kritis menurut Heger dan Kaye dalam Syah (2010: 226) ialah berpikir dengan penuh pertimbangan akal sehat yang dipusatkan pada pengambilan keputusan untuk mempercayai atau mengingkari sesuatu dan melakukan atau menghindari sesuatu.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Belajar dan Pembelajaran

Belajar merupakan proses penting bagi perubahan perilaku setiap orang dan belajar itu mencakup segala sesuatu yang dipikirkan dan dikerjakan oleh seseorang. Oleh karena itu dalam menguasai konsep tentang dasar belajar, seseorang mampu memahami bahwa aktivitas belajar itu memegang peranan penting dalam proses psikologis. Belajar merupakan proses penting bagi perubahan perilaku setiap orang dan belajar itu mencakup segala sesuatu yang dipikirkan dan dikerjakan oleh seseorang (Rifa'I, 2010: 82).

Pembelajaran merupakan seperangkat peristiwa yang mempengaruhi peserta didik untuk memperoleh kemudahan dalam berinteraksi dengan lingkungan. Suatu pembelajaran bersifat internal jika peserta didik melakukan *self instruction* dan bersifat eksternal jika pembelajara bersumber dari pendidik yang disebut *teaching* atau pengajaran. Beberapa pengertian tersebut menjelaskan bahwa pembelajaran yang efektif adalah pendidikan yang memberi kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir agar memahami apa yang dipelajari, dan memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk memilih bahan pelajaran dan cara mempelajarinya sesuai dengan minat dna kemampuannya (Rifa'I dan Anni 2010).

Pembelajaran fisika di sekolah saat ini masih didominasi oleh kegiatan guru. Dalam arti guru aktif mengajar dan peserta didik pasif dalam belajar. Ketika belajar fisika kebanyakan siswa hanya terfokus pada pemahaman yang terbatas, sehingga siswa akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep fisika secara menyeluruh. Siswa biasanya memahami konsep berdasarkan contoh soal maupun contoh dari guru pada saat pembelajaran yang sebelumnya. Dalam mengerjakan soal-soal siswa lebih sering menggunakan rumus-rumus jadi atau cara cepat. Oleh sebab itu, sudah selayaknya jika pembelajaran fisika di sekolah dilaksanakan dengan model pembelajaran efektif yang menyenangkan.

2.1.2 Metode Kumon

Herdian (2009) mengatakan bahwa metode pembelajaran kumon adalah suatu pembelajaran dengan mengkaitkan antara konsep, keterampilan, kerja individu, serta menjaga suasana nyaman menyenangkan. Bahwa pembelajarannya dirancang sedemikian rupa sehingga anak-anak dapat mengerjakan dengan kemampuannya sendiri, bahkan memungkinkan bagi anak-anak untuk mempelajari bahan pelajaran di atas tingkatan kelasnya di sekolah.

Metode kumon pertama kali dikembangkan oleh Toru kumon, seorang berkebangsaan Jepang dan seorang guru matematika di Jepang pada tahun 1954, ia pertama kali menyusunnya sendiri bahan pelajaran matematika untuk membimbing anaknya belajar matematika. Ia kemudian merancang suatu metode agar anaknya dapat belajar secara efektif, sistematis serta memiliki dasar-dasar matematika yang kuat. Setelah terbukti dalam keberhasilan yang dicapai anaknya

maka ia menyebarkan metode tersebut ke seluruh Jepang sehingga metode tersebut dikenal dengan metode kumon.

Adapun prinsip dasar metode kumon yang telah disebarluaskan ke Indonesia pada Oktober 1993 ini adalah pengakuan tentang potensi dan kemampuan individu setiap siswa. Sesuai dengan misi yang telah ditetapkan pada metode Kumon yaitu dengan menggali potensi yang ada pada setiap individu dan dengan mengembangkan kemampuan secara maksimal, maka akan terbentuk manusia yang sehat dan berbakat yang dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi masyarakat. Filosofi Kumon sendiri “ pertama dari semuanya, tujuan dari metode Kumon bukan mengajarkan anak-anak kemampuan matematika dan aritmatika, namun merupakan metode pendidikan yang menggunakan aritmatika dan matematika untuk menggali penuh potensial dari setiap anak.

Menurut Winarno (2009: 34) sintaks metode Kumon adalah:

- 1) Penyampaian tujuan pembelajaran dan mempersiapkan siswa.
- 2) Sajian konsep pengetahuan awal secara singkat.
- 3) Memberikan *worksheet* atau lembar kerja siswa (LKS) yang dikerjakan oleh siswa secara individu.
- 4) Guru langsung mengoreksi *worksheet* yang telah dikerjakan siswa, jika jawaban siswa benar maka guru memberikan *worksheet* lanjutan yang lebih sulit dari *worksheet* sebelumnya, jika jawaban siswa belum benar maka guru akan memberikan *worksheet* yang sama dengan *worksheet* sebelumnya sampai siswa mengerjakan *worksheet* tersebut dengan benar. Karena banyaknya siswa

maka dalam pengoreksian *worksheet* dibantu siswa yang telah selesai mengerjakan *worksheet* dengan berpedoman pada buku penyelesaian.

- 5) Lima kali salah, guru kemudian memberi bimbingan.
- 6) Pemberian perluasan latihan mandiri.

Adapun sintaks metode Kumon menurut Lukman (2008) sebagaimana dikutip oleh Maftukhi (2011) merinci metode kumon ini kedalam 8 tahap, yaitu:

- 1) Mula-mula, guru menyajikan konsep dan siswa memperhatikan penyajian tersebut.
- 2) Kemudian siswa mengambil buku saku yang telah disediakan, menyerahkan lembar kerja PR yang sudah dikerjakannya di rumah, dan mengambil lembar kerja yang telah dipersiapkan guru untuk dikerjakan siswa pada hari tersebut.
- 3) Siswa duduk dan mulai mengerjakan lembar kerjanya. Karena pelajaran diprogram sesuai dengan kemampuan masing-masing, biasanya siswa dapat mengerjakan lembar kerja tersebut dengan lancar.
- 4) Setelah selesai mengerjakan, lembar kerja diserahkan kepada guru untuk diperiksa dan diberi nilai. Sementara lembar kerjanya dinilai, siswa berlatih dengan alat bantu belajar.
- 5) Setelah lembar kerja selesai diperiksa dan diberi nilai, guru mencatat hasil belajar hari itu pada "Daftar Nilai". Hasil ini nantinya akan dianalisa untuk penyusunan program belajar berikutnya.
- 6) Bila ada bagian yang masih salah, siswa diminta untuk membetulkan bagian tersebut hingga semua lembar kerjanya memperoleh nilai 100. Tujuannya, agar siswa menguasai pelajaran dan tidak mengulangi kesalahan yang sama.

- 7) Jika siswa sampai mengulang 5 kali, maka guru melakukan pendekatan kepada siswa dan menanyakan tentang kesulitan-kesulitan yang dihadapi.
- 8) Setelah selesai, siswa mengikuti latihan secara lisan. Sebelum pulang, guru memberikan evaluasi terhadap pekerjaan siswa hari itu dan memberitahu materi yang akan dikerjakan siswa pada hari berikutnya.

2.1.3 Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan perubahan perilaku yang diperoleh peserta didik setelah mengalami kegiatan belajar. Perolehan aspek-aspek perubahan perilaku tersebut tergantung pada apa yang dipelajari oleh peserta didik (Rifa'i, 2010: 85).

Benyamin S. Bloom menyampaikan tiga taksonomi yang disebut dengan ranah belajar, yaitu: ranah kognitif (*cognitive domain*), ranah afektif (*affective domain*), dan ranah psikomotorik (*psychomotoric domain*). Ranah kognitif berkaitan dengan hasil berupa pengetahuan, kemampuan dan kemahiran intelektual. Ranah kognitif mencakup kategori pengetahuan (*knowledge*), pemahaman (*comprehension*), penerapan (*application*), analisis (*analysis*), sintesis (*synthesis*), dan penilaian (*evaluation*). Ranah afektif berkaitan dengan perasaan, sikap, minat dan nilai. Kategori tujuannya mencerminkan hirarkhi yang bertentangan dengan keinginan untuk menerima sampai dengan pembentukan pola hidup. Kategori tujuan peserta didikan afektif adalah penerimaan (*receiving*), penanggapi (*responding*), penilaian (*valuing*), pengorganisasian (*organization*), pembentukan pola hidup (*organization by a value complex*). Dan Ranah psikomotorik berkaitan dengan kemampuan fisik seperti keterampilan motorik dan

syaraf, manipulasi objek, dan koordinasi syaraf. Penjabaran ranah psikomotorik ini sangat sukar karena seringkali tumpang tindih dengan ranah kognitif dan afektif. Kategori jenis perilaku untuk ranah psikomotorik menurut Elizabeth Simpson adalah persepsi (*perception*), kesiapan (*set*), gerakan terbimbing (*guided respons*), gerakan terbiasa (*mechanism*), gerakan kompleks (*complex overt response*), penyesuaian (*adaption*), kreativitas (*originality*).

Taksonomi Bloom pada ranah kognitif yang telah direvisi oleh Anderson dan Krathwohl pada tahun 2011 sebagaimana dikutip oleh Utari yakni: mengingat atau *remembering* yang termasuk kategori C1, memahami atau *understanding* yang termasuk kategori C2, mengaplikasikan atau *applying* yang termasuk kategori C3, menganalisis atau *analyzing* yang termasuk kategori C4, mengevaluasi atau *evaluating* yang termasuk kategori C5, dan menciptakan atau *creating* yang termasuk kategori C6.

Hasil belajar yang diteliti dalam penelitian ini adalah hasil belajar pada ranah kognitif. Hasil ini diperoleh melalui nilai *pretest* dan *posttest*. Menurut Sudjana (2010: 117), *pre-test* artinya tes pada siswa sebelum pelajaran dimulai atau sebelum proses pembelajaran dilaksanakan, sedangkan *post-test* artinya tes yang diberikan setelah proses pembelajaran berakhir. Hasil belajar pada ranah kognitif ini digunakan sebagai hasil dari kemampuan berpikir siswa.

2.1.4 Kemampuan Berpikir Kritis

Berpikir melibatkan manipulasi otak terhadap informasi, seperti saat kita membentuk konsep, terlibat dalam pemecahan masalah, melakukan penalaran,

dan membuat keputusan. Berpikir kritis adalah proses mental untuk menganalisis informasi (Suryosubroto, 2010: 193). Informasi didapatkan melalui pengamatan, pengalaman, komunikasi, dan membaca. Tujuan dari berpikir kritis adalah untuk mencapai pemahaman yang mendalam. Berpikir kritis dapat digunakan untuk saat memecahkan masalah, mengambil tindakan moral dan mengambil keputusan (Kesuma, 2010: 31). Peserta didik yang mampu berpikir kritis dalam menghadapi suatu masalah dalam pembelajaran diharapkan dapat menyelesaikan dengan baik dan dapat mencapai hasil belajar yang maksimal

Kategori berpikir kritis menurut Carin & Sund (Dwijananti & Yulianti :2010), yaitu:

- *Mengklasifikasi*

Mengklasifikasi adalah kegiatan mengelompokkan atau memisahkan objek/data atau membuat sesuatu ke dalam bagan yang diambil dari pengamatan. Mengklasifikasi dapat dilakukan dengan mengamati persamaan, perbedaan, dan hubungan saling keterkaitan satu sama lain.

- *Mengasumsi*

Asumsi disebut juga perkiraan, pranggapan, atau perandaian. Asumsi adalah perkiraan atau premis yang menyatakan bahwa sesuatu itu benar untuk tujuan perkembangan teoritis.

- *Memprediksi dan hipotesis*

Memprediksi adalah kegiatan membuat sebuah dugaan sementara dan dapat diuji coba untuk mengetahui kebenaran dugaan tersebut berdasarkan alasan tertentu.

- *Membuat kesimpulan dan menginferensi*

Menyimpulkan dapat diartikan sebagai suatu keterampilan untuk menginterpretasikan keadaan suatu objek atau peristiwa berdasarkan fakta. Membuat kesimpulan berawal dari pengumpulan data, kemudian melalui eksperimen dibuat kesimpulan sementara berdasarkan informasi yang dimiliki sampai batas waktu tertentu.

- *Menginterpretasi data*

Menginterpretasi data adalah kegiatan menjelaskan dan menafsirkan fakta, data, informasi, atau peristiwa dalam tabel, diagram, grafik, dan dapat juga menerangkan sesuatu dengan grafik atau tabel. Sebagai contoh, membuat tabel pengamatan dan menuliskan data hasil percobaan ke dalam tabel tersebut. Bentuk tabel yang dibuat dapat mempermudah seseorang dalam menafsirkan data yang diperoleh.

- *Mengukur*

Mengukur adalah membandingkan objek pada satuan perubahan standar tertentu. Melalui mengukur dapat diperoleh besar atau nilai suatu besaran yang dibandingkan untuk dimanfaatkan dalam langkah penyelidikan selanjutnya.

- *Merancang sebuah penyelidikan untuk memecahkan masalah*

Merancang penyelidikan dibutuhkan dalam percobaan agar kegiatan yang dilakukan secara sistematis dan terarah sehingga dapat mengurangi pemborosan waktu, tenaga, dan biaya serta hasil percobaan yang tidak sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

- *Mengamati*

Mengamati adalah kegiatan menggunakan satu atau lebih indera untuk mencari informasi termasuk juga menggunakan alat. Mengamati dapat secara langsung dengan panca indera untuk memperoleh informasi, dan dapat menggunakan peralatan lain yang memberikan informasi khusus dan tepat. Kemampuan mengamati dapat dikembangkan dengan cara mengajak siswa untuk melihat, mendengarkan, membau, dan merasakan segala sesuatu yang ada di sekitarnya.

- *Meminimalkan kesalahan percobaan*

Suatu percobaan sebaiknya dilakukan dengan penuh rancangan yang matang untuk mengurangi kesalahan dalam melakukan percobaan.

- *Mengevaluasi*

Mengevaluasi adalah kegiatan untuk mengambil keputusan, menyatakan pendapat, memberi penilaian berdasarkan kriteris-kriteris tertentu baik kualitatif maupun kuantitatif.

- *Menganalisis*

Menganalisis adalah kegiatan menguraikan suatu bahan (fenomena, atau bahan pelajaran) ke dalam unsur-unsurnya, kemudian menghubungkannya bagian

dengan bagian dengan cara disusun dan diorganisasikan. Kemampuan ini merupakan tingkat intelektual yang lebih tinggi daripada pemahaman dan penerapan, karena memerlukan pemahaman isi dan bentuk struktural materi yang dipelajari.

Upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis perlu memperhatikan unsur dan indikator yang terdapat dalam berpikir kritis. Unsur berpikir kritis menurut Ennis (1996: 4) adalah sebagai berikut:

- *Focus* (fokus)

Langkah awal dari berpikir kritis adalah mengidentifikasi masalah dengan baik. Permasalahan yang menjadi fokus bias terdapat dalam kesimpulan sebuah argumen.

- *Reasons* (alasan)

Apakah alasan-alasan yang disampaikan logis atau tidak untuk disimpulkan seperti yang tercantum dalam fokus.

- *Inference* (kesimpulan)

Jika alasannya tepat, apakah alasan itu cukup untuk sampai pada kesimpulan yang diberikan.

- *Situation* (situasi)

Apabila pikiran sudah fokus kemudian mencocokkan dengan situasi yang sebenarnya.

- *Clarity* (kejelasan)

Harus ada kejelasan mengenai istilah-istilah yang dipakai dalam argumen tersebut sehingga tidak terjadi kesalahan dalam membuat kesimpulan.

- *Overview* (tinjauan ulang)

Artinya kita perlu mengecek apa yang sudah ditemukan, diputuskan, diperhatikan, dipelajari, dan disimpulkan.

Keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan pada penelitian ini meliputi 4 indikator, yaitu:

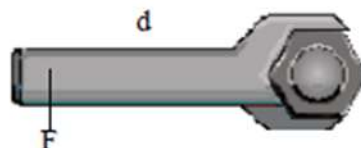
1. Mengamati
2. Mengukur
3. Menganalisis
4. Mengevaluasi

Peneliti memilih keempat indikator tersebut karena keempat indikator tersebut mudah untuk diukur.

2.2 Tinjauan Materi Dinamika Rotasi

2.2.1 Torsi

Momen gaya merupakan besaran yang dipengaruhi oleh gaya dan lengan. Lihat pada *Gambar 2.1*, untuk memutar baut diperlukan lengan d dan gaya F . Besar momen gaya *didefinisikan* sebagai hasil kali antara gaya yang bekerja dengan lengan yang saling tegak lurus.



Gambar 2.1 aplikasi torsi pada baut

$$\tau = d \times F$$

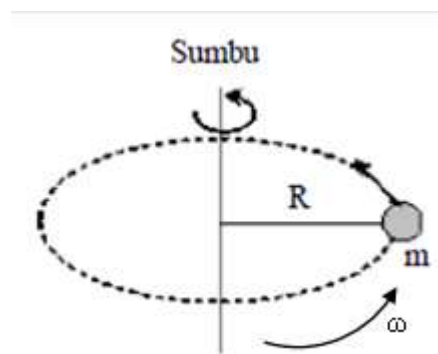
Torsi adalah besaran vector. Besarnya diberikan oleh

$$\tau = d F \sin \theta$$

2.2.2 Momen Inersia

2.2.2.1 Momen Inersia Diskrit (Partikel)

Inersia berarti lambam atau mempertahankan diri. Momen inersia berarti besaran yang nilainya tetap pada suatu gerak rotasi. Besaran ini analog dengan massa pada gerak translasi atau lurus.

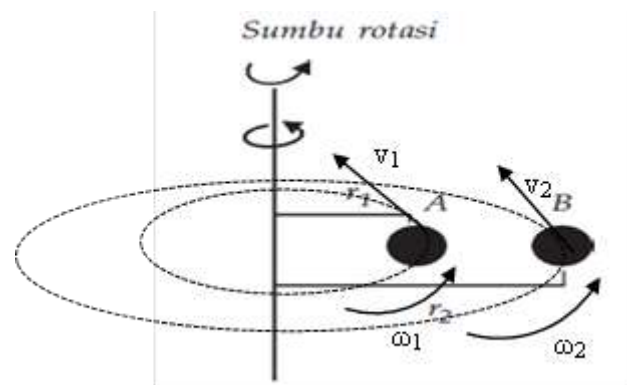


Gambar 2.2 Partikel bermassa m berotasi mengelilingi sumbunya dengan jari-jari R .

Besarnya momen inersia sebuah partikel yang berotasi dengan jari-jari R seperti pada Gambar 2.2 di atas didefinisikan sebagai hasil kali massa dengan kuadrat jari-jarinya.

$$I = m R^2$$

Tinjau sistem yang terdiri atas 2 benda. Benda A dan benda B dihubungkan dengan batang ringan yang tegar dengan sebuah batang tegak yang merupakan sumbu rotasi kedua benda. Kemudian kedua benda dirotasikan dengan kecepatan sudut yang sama sebesar ω . Benda A berjarak r_1 dari sumbu rotasi dan benda B berjarak r_2 dari sumbu rotasinya. Besar momen inersia bergantung pada massanya dan juga jaraknya dari sumbu rotasi. Semakin jauh dari sumbu rotasi maka momen inersianya akan semakin besar. Pada benda B benda di atas manakah yang memiliki momen inersia yang lebih besar? Kedua benda bermassa sama, tetapi $r_2 > r_1$ sehingga momen inersia benda B lebih besar daripada benda A. Dengan demikian, kita bisa melihat bahwa momen inersia menunjukkan sebaran massanya. Semakin besar jaraknya yang berarti semakin tersebar, maka momen inersianya semakin besar.



Gambar 2.3 Benda A dan B yang sedang berotasi

Untuk sistem dengan dua benda seperti pada gambar maka momen inersia sistem adalah $I_A + I_B$. Bila suatu system terdiri atas banyak partikel maka momen inersia totalnya merupakan jumlah momen inersia masing-masing partikel.

$$I = \sum m r^2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots$$

Pada sistem dua benda di atas momen inersia totalnya adalah:

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2$$

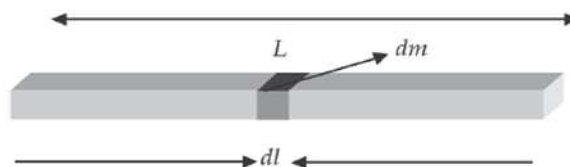
Gambar 2.3 benda A berjarak r_1 dari sumbu dan B berjarak r_2 dari sumbu rotasi. Kedua benda massanya sama, momen inersia benda B lebih besar daripada momen inersia benda kedua. Momen inersia total adalah jumlah antara momen inersia A dan B.

2.2.2.2 Momen Inersia Sistem Kontinu (Benda Tegar)

Sebuah benda tegar terdiri atas sejumlah partikel yang terpisah satu dengan yang lainnya serta jaraknya tetap. Momen inersianya merupakan jumlah dari momen inersia semua partikel itu, yakni $I = \sum m r^2$. Akan tetapi, untuk sebuah benda yang memiliki distribusi massa yang kontinu, atau tidak dapat dipisahkan berlaku persamaan

$$I = \int r^2 dm$$

Sebuah benda bermassa M berbentuk batang dengan panjang L tampak seperti gambar 2.4



Gambar 2.4 Batang bermassa M dibagi menjadi elemen kecil-kecil bermassa dm dengan panjang dl .

Kita bisa membagi batang di atas menjadi n buah elemen dl . Setiap panjang dl bermassa sebesar dm . Total massa adalah $\sum dm = M$. Batang tadi memiliki kerapatan yang homogen, artinya kerapatan di setiap titik adalah sama. Misalnya kerapatan diberi simbol α besarnya kerapatan adalah massa total dibagi dengan panjangnya, yaitu sebesar

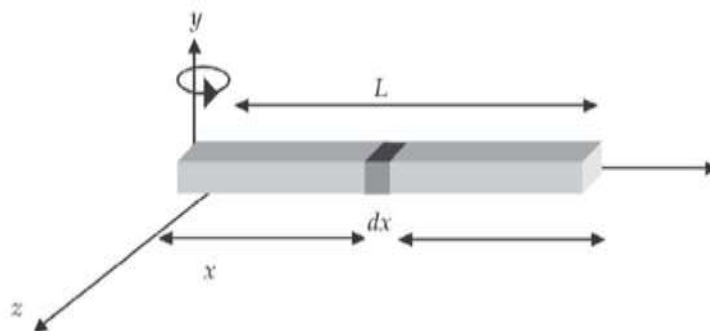
$$\alpha = \frac{M}{L}$$

maka bisa dicari besarnya dm sebagai

$$dm = \alpha dl = \frac{M}{L} dl$$

Satuan kerapatan pada masalah ini adalah satuan massa persatuan panjang atau kg/m .

Jika batang tadi memiliki momen inersia terhadap porosnya yang terdapat di salah satu ujungnya seperti gambar 2.5



Gambar 2.5 Batang diputar terhadap sumbu yang melalui ujung batang

Besarnya momen inersia adalah tiap elemen dm adalah:

$$I = \sum r^2 dm$$

karena sistemnya kontinu maka tanda Σ diganti dengan integral dan m diganti dengan dm sehingga didapatkan:

$$I = \int_0^L r^2 dm$$

Nilai r bervariasi yaitu mulai dari 0 atau r di ujung batang di posisi $x = 0$ sampai L atau nilai r di ujung yang lainnya. Dengan menggunakan dm pada persamaan $dm = \frac{m}{l} dl$ dan mengingat $dl = dx$ karena batang terletak pada sumbu x maka:

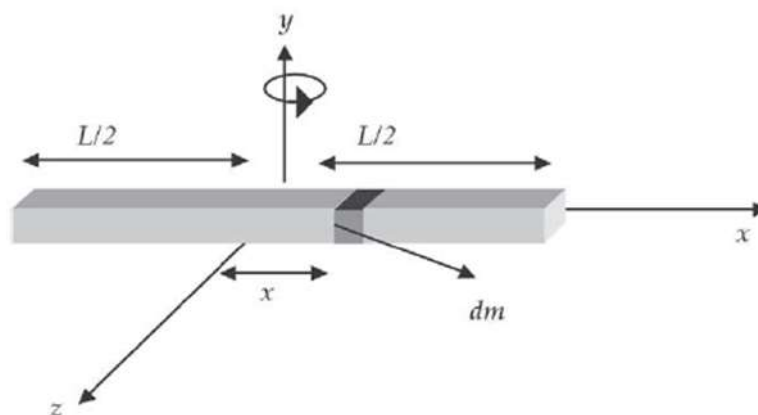
$$I = \int_0^L x^2 \frac{M}{L} dx$$

$$I = \frac{M}{L} \int_0^L x^2 dx$$

$$I = \frac{M}{L} \left[\frac{x^3}{3} \right]_0^L$$

$$I = \frac{ML^2}{3}$$

Jika sumbu rotasi pada batang bergeser, misalkan sumbu rotasi bergeser sehingga sumbu rotasi melewati bagian tengah batang seperti gambar 2.6



Gambar 2.6 Batang dirotasikan terhadap sumbu yang tegak lurus batang yang berada di tengah batang

masih menggunakan persamaan yang sama, namun batas untuk dx bukan dari 0 sampai L tetapi dari $-\frac{L}{2}$ sampai $\frac{L}{2}$, sehingga momen inersia batang adalah:

$$I = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 \frac{M}{L} dx$$

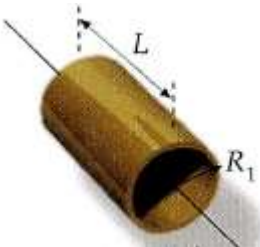
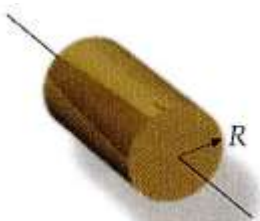
$$I = \frac{M}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 dx$$

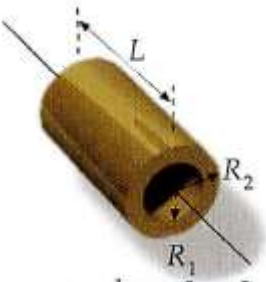
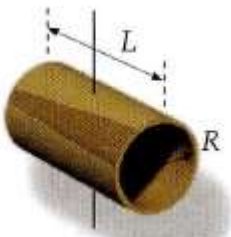
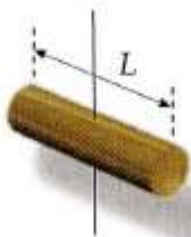
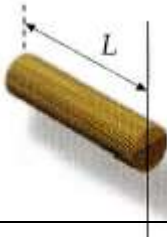
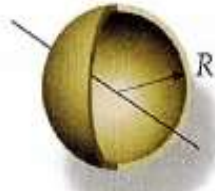
$$I = \frac{M}{3L} \left[\frac{L^3}{2} - \frac{-L^3}{2} \right]$$

$$I = \frac{M L^2}{12}$$

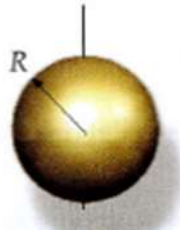
Tampak bahwa momen inersia batang akan berbeda jika sumbu rotasinya berbeda. Momen inersia untuk berbagai bentuk benda tegar dapat dilihat pada tabel momen inersia.

Tabel 2.1 Momen Inersia Benda-Benda Uniform Dengan Berbagai Bentuk

Benda	Gambar	Poros	Momen Inersia
Kulit Silinder		sumbu	$I = M R^2$
			

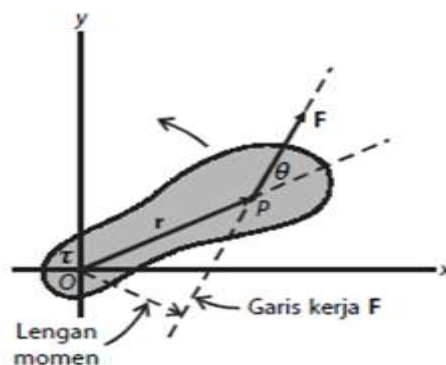
Silinder Pejal		Sumbu	$I = \frac{1}{2} M R^2$
Silinder Berongga		Sumbu	$I = \frac{1}{2} M (R_1^2 + R_2^2)$
Kulit Silinder		Pusat	$I = \frac{1}{2} M R^2 + \frac{1}{12} M L^2$
Batang tipis			$I = \frac{M L^2}{12}$
Batang tipis			$I = \frac{M L^2}{3}$
Bola berongga			$I = \frac{2}{3} M R^2$

Bola pejal



$$I = \frac{2}{5} M R^2$$

2.2.3 Hubungan Momen Gaya dan Momen Inersia



Gambar 2.7 Gaya F bekerja pada sebuah partikel p pada benda tegar menghasilkan torsi τ

Sebuah benda tegar bermassa m berotasi terhadap titik O . telah diketahui bahwa pada benda tegar yang berotasi, gaya yang bekerja pada benda meliputi seluruh bagian benda, tetapi fokus pada gambar di atas diwakili oleh titik P yang berjarak r dari titik sumbu rotasi. Gaya tangensial F bekerja di titik P sehingga benda bergerak rotasi dengan percepatan tangensial a_t konstan. Menurut Hukum II Newton, besar gaya tangensial tersebut adalah

$$F_t = m a_t$$

Jika ruas kanan dan kiri pada persamaan tersebut dikalikan dengan r , akan diperoleh

$$F_t r = m a_t r$$

Hubungan antara percepatan tangensial (a_t) dan percepatan sudut (α) adalah $a_t = \alpha r$. Oleh karena itu diperoleh

$$F_t r = m r^2 \alpha$$

Telah diketahui $\tau = F_t r$. Oleh karena F_t tegak lurus r , maka didapat persamaan momen gaya sebesar

$$\tau = m r^2 \alpha$$

$$\tau = I \alpha$$

Keterangan:

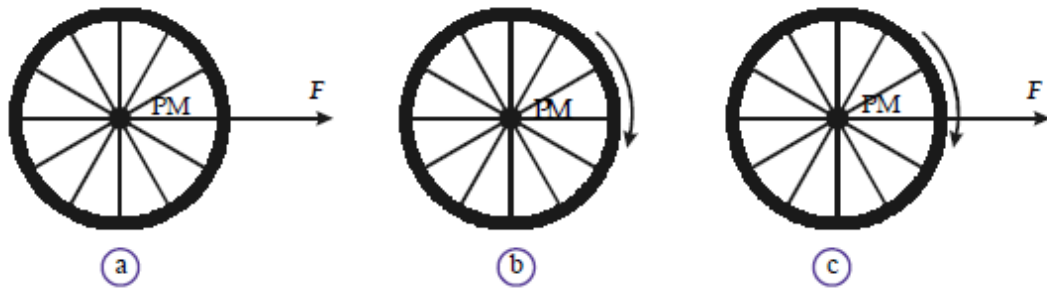
τ = besar momen gaya (Nm)

I = momen inersia (kgm^2)

α = besar percepatan sudut (rad/s)

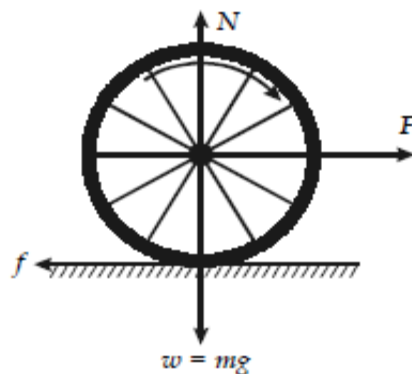
2.2.4 Usaha dan Energi dalam Gerak Rotasi

Gerak menggelinding adalah perpaduan antara gerak rotasi dengan gerak translasi. Perhatikanlah gambar 2.8. Gerak translasi dicontohkan pada gambar 2.8a. Pada gambar tersebut, gaya F bekerja di pusat massa (PM) roda sehingga roda berpindah atau bertranslasi. Pada gambar 2.8b, gaya F bekerja di jari-jari roda sehingga menyebabkan roda berotasi pada pusat massanya. Jika kedua jenis gerak yang dilakukan pada gambar 2.8a dan 2.8b disatukan, roda akan menggelinding, seperti yang terlihat pada gambar 2.8c.



- Gambar 2.8 a) Roda bergerak translasi karena ditarik dengan gaya yang bekerja pada titik pusat massanya (PM).
 b) Roda berotasi pada titik pusat massanya (PM).
 c) Roda menggelinding.

Dalam melakukan gerak menggelinding, dibutuhkan gaya gesek antara benda dengan permukaan. Jika tidak ada gaya gesek maka benda tersebut akan tergelincir atau slip (benda hanya melakukan gerak translasi).



Gambar 2.9 Sebuah bola pejal yang menggelinding tanpa slip pada suatu permukaan datar.

Dari uraian gaya-gaya yang bekerja pada roda di atas dapat dilihat bahwa gaya normal N , gaya F , dan gaya berat w bekerja pada titik pusat massa roda. Gaya F menyebabkan benda bertranslasi. Gaya gesek f menimbulkan momen gaya

pada roda sebesar τ sehingga roda dapat berotasi dan menggelinding tanpa slip. Dapat disimpulkan bahwa gaya gesek yang bekerja pada benda, memegang peranan penting agar benda dapat menggelinding sempurna tanpa slip.

Dalam kehidupan sehari-hari, konsep menggelinding tanpa slip ini dapat ditemukan pada desain ban kendaraan, misalnya mobil dan motor. Desain permukaan ban kendaraan dirancang sedemikian rupa agar gesekan yang ditimbulkan saat ban bersentuhan dengan jalan, dapat membuat roda menggelinding sempurna tanpa slip.

Ketika sedang menggelinding, benda memiliki energi kinetik yang terbagi atas dua jenis, yaitu energi kinetik translasi dan energi kinetik rotasi.

Untuk benda yang bergerak translasi, energi kinetiknya adalah energi kinetik translasi, yaitu

$$E_{K_{\text{trans}}} = \frac{1}{2} m v^2$$

Sedangkan, pada benda yang berotasi murni, energi kinetiknya adalah energi kinetik rotasi, yaitu

$$E_{K_{\text{rot}}} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Pada benda yang menggelinding, gerak benda merupakan perpaduan antara gerak translasi dan gerak rotasi. Oleh karena itu, energi kinetik yang dimiliki benda adalah energi kinetik total, yaitu

$$E_{K_{\text{tot}}} = E_{K_{\text{trans}}} + E_{K_{\text{rot}}}$$

$$E_{K_{\text{tot}}} = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

2.2.5 Momentum Sudut dan Hukum Kekekalan Momentum Sudut

Momentum sudut didefinisikan sebagai perkalian antara momen inersia dan kecepatan sudut. Secara matematis, ditulis sebagai berikut.

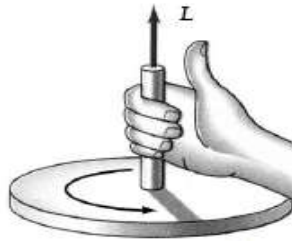
$$L = I \omega$$

dengan:

I = momen inersia (kgm^2),

ω = kecepatan sudut (rad/s), dan

L = momentum sudut (kgm^2/s).



Gambar 2.10 Arah putaran keempat jari menunjukkan arah rotasi, sedangkan ibu jari menunjukkan arah momentum sudut.

Momentum sudut merupakan besaran vektor karena memiliki besar dan arah. Arah momentum sudut dapat ditentukan dengan aturan tangan kanan, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas.

Apabila jari-jari benda yang melakukan gerak rotasi jauh lebih kecil dibandingkan dengan jarak benda itu terhadap sumbu rotasi r , momentum sudut benda itu dinyatakan sebagai momentum sudut partikel yang secara matematis dituliskan sebagai

$$L = m v r$$

Jika momen gaya luar sama dengan nol, berlaku Hukum Kekekalan Momentum Sudut, yaitu momentum sudut awal akan sama besar dengan momentum sudut akhir. Secara matematis, pernyataan tersebut ditulis sebagai berikut.

$$L_{\text{awal}} = L_{\text{akhir}}$$

$$I_1\omega_1 + I_2\omega_2 = I_1\omega_1' + I_2\omega_2'$$

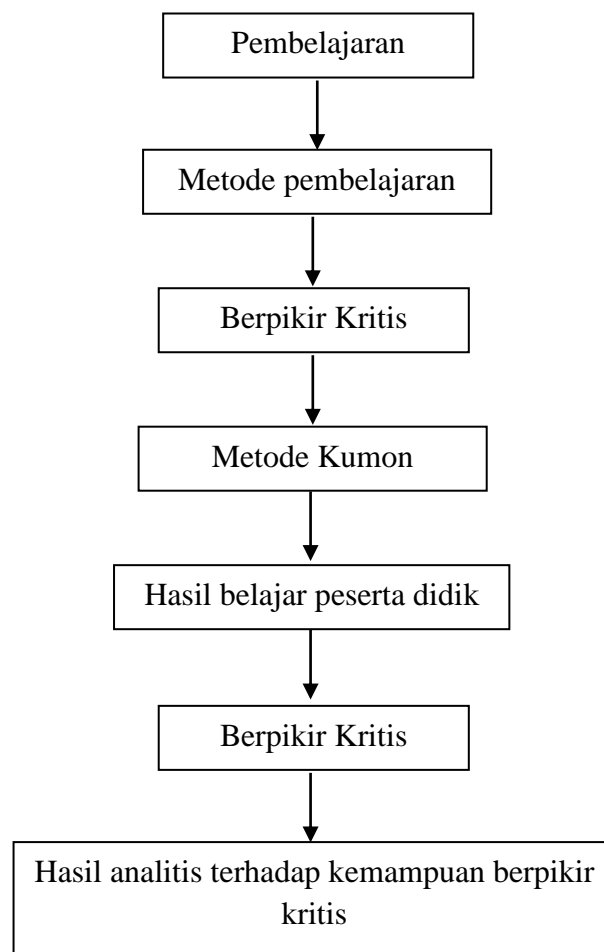
Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa apabila I bertambah besar, ω akan semakin kecil. Sebaliknya, apabila ω semakin besar maka I akan mengecil. Prinsip ini diaplikasikan oleh pemain es skating dalam melakukan putaran (*spinning*). Saat akan memulai putaran badan, pemain es skating merentangkan lengannya (momen inersia pemain akan semakin besar karena jarak lengan dengan badan bertambah). Kemudian, ia merapatkan kedua lengannya ke arah badan agar momen inersianya mengecil sehingga putaran badannya akan semakin cepat (kecepatan sudutnya membesar).

2.3 Kerangka Berpikir

Pembelajaran dengan metode konvensional yang pada umumnya dilaksanakan oleh guru masih kurang memperhatikan peningkatan kemampuan berpikir siswa. Guru masih menjadi pemain dan siswa penonton, guru aktif dan siswa pasif. Siswa tidak mengalami pengalaman belajar sendiri untuk mendapatkan pengetahuan baru dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah. Akibatnya siswa cenderung pasif dan kemampuan berpikirnya cenderung tidak berkembang.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Kumon. Metode Kumon adalah salah satu metode pembelajaran alternatif yang bisa dipraktikkan pada mata pelajaran fisika. Metode ini mirip dengan model pembelajaran Direct Instruction bedanya hanyalah pada repetisi yaitu pengulangan yang bermakna pendalaman, perluasan, pemantapan dengan cara peserta didik dilatih dengan cara pemberian tugas. Metode Kumon menganggap bahwa pembelajaran akan efektif jika dilakukan secara bertahap dan berulang jika tahapan tertentu gagal dilalui.

Penggunaan metode Kumon pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik



Gambar 2.11 Kerangka Berpikir

2.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa yang telah memperoleh pembelajaran dengan metode Kumon.
- (2) Terjadi penurunan kemampuan berpikir kritis siswa yang telah memperoleh pembelajaran dengan metode Kumon.
- (3) Kemampuan berpikir kritis siswa yang telah memperoleh pembelajaran dengan metode Kumon adalah tetap atau tidak berubah.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Subyek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 2 Ungaran. Subyek penelitian ini kelas XI program IPA semester 2 tahun ajaran 2014/2015. Dalam penelitian ini penulis mengambil kelas XI IPA 5

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

3.2.1 Populasi

Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian (Arikunto, 2010: 173). Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA SMAN 2 Ungaran semester 2 tahun pelajaran 2013/2014 yang terdiri dari lima kelas, yaitu XI IPA 1, XI IPA 2, XI IPA 3, XI IPA 4, dan XI IPA 5.

3.2.2 Sampel

Sampel adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti (Arikunto, 2010: 174). Pengambilan sampel dalam penelitian ini, peneliti memilih langsung kelas yang akan dijadikan sampel penelitian yaitu dipilih 1 kelas dari populasi yang berdistribusi normal sebagai sampel

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari satu kelas. Satu kelas tersebut diberikan perlakuan berupa pembelajaran dengan metode Kumon.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2007: 2). Penelitian ini terdiri atas dua variabel yaitu:

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel dependen (terikat) (Sugiyono, 2007: 4). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *Kumon Method*.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2007: 4). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui penerapan metode Kumon terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada bab dinamika rotasi. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian eksperimen ini adalah *Pre Eksperimental Design* tipe *One- Group Pre test-Post test Design*. Desain penelitian yang dilaksanakan disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Desain Penelitian

Kelompok	<i>Pre test</i>	X	<i>Post test</i>
Pembelajaran metode			
sampel	O ₁	Kumon	O ₂

keterangan :

O₁ : *Pre test*

O₂ : *Post test*

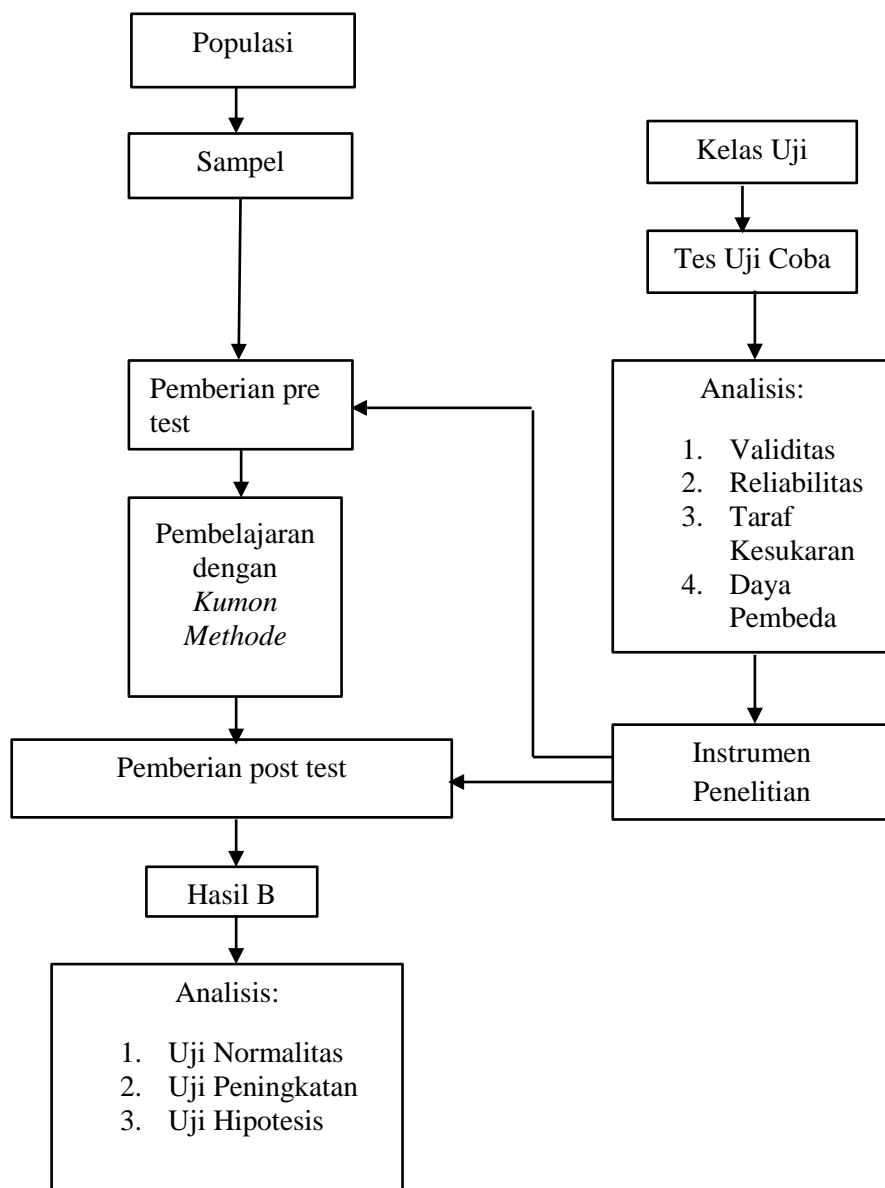
3.5 Alur Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- (1) Menentukan populasi dan memilih sampel dari populasi yang sudah ada.
- (2) Berdasarkan nilai rapot semester satu, kemudian melakukan uji homogenitas dan uji normalitas.
- (3) Menentukan langkah-langkah pembelajaran yang akan dilakukan dengan menggunakan metode Kumon.
- (4) Menyusun kisi-kisi tes dan membuat instrumen uji coba.
- (5) Instrumen uji coba diujikan pada kelas uji coba yang sudah diajarkan materi dinamika rotasi. Hasil data uji coba kemudian dianalisis untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda.
- (6) Soal-soal yang memenuhi syarat, kemudian dipilih untuk dijadikan soal kemampuan berpikir kritis siswa pada sampel.

- (7) Melaksanakan penelitian pada kelas pada sampel menggunakan metode Kumon.
- (8) Melaksanakan tes hasil belajar pada sampel.
- (9) Menganalisis data tes hasil belajar.

Alur penelitian dalam penelitian eksperimen ini ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Alur penelitian

3.6 Metode Pengumpulan Data

3.6.1 Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi yaitu mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, lengger, agenda, dan sebagainya (Arikunto, 2010: 274). Metode ini digunakan untuk mengetahui data awal berupa data nilai raport semester satu dan nama-nama siswa kelas XI IPA 5.

3.6.2 Metode Tes

Tes adalah serentetan pertanyaan atau latihan serta alat lain yang digunakan untuk mengukur keterampilan, pengetahuan inteligensi, kemampuan atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok (Arikunto, 2010: 193).

Metode tes digunakan untuk mengetahui perubahan kemampuan berpikir kritis siswa. Bentuk tes yang digunakan adalah tes uraian. Tes uraian dalam penelitian ini digunakan untuk mendapatkan data pemahaman konsep siswa yang akan dianalisis sebagai jawaban dari permasalahan yang dirumuskan serta untuk menguji hipotesis yang telah diajukan. Tes yang diujikan berupa *pre test* dan *post test*.

3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal tes tertulis. Bentuk dari soal tes tertulis yang digunakan adalah bentuk soal uraian. Instrumen soal tes tertulis mula-mula diujikan pada siswa kelas XII IPA SMA untuk

mengetahui kelayakannya. Setelah terbukti bahwa instrumen soal tes layak digunakan, instrumen digunakan pada siswa kelas XI IPA. Hasil dari tes tertulis kemudian dianalisis untuk mengetahui perubahan kemampuan berpikir kritis pada bab dinamika rotasi.

3.8 Teknik Analisis Data

3.8.1 Analisis Uji Coba Instrumen

3.8.1.1 Validitas

Menurut Sugiyono (2007: 353), secara teknis validitas isi dapat dibantu dengan menggunakan kisi-kisi instrument. Dalam kisi-kisi itu terdapat variabel yang diteliti, indikator sebagai tolok ukur dan nomor butir (item) pertanyaan atau pernyataan yang telah dijabarkan dari indikator. Dengan kisi-kisi instrument itu maka pengujian validitas dapat dilakukan dengan mudah dan sistematis. Menurut Arikunto (2013: 87), untuk validitas butir soal dihitung dengan menggunakan rumus korelasi *product moment* yaitu:

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

keterangan:

- r_{XY} = koefisien korelasi
- X = skor tiap butir soal
- Y = skor total yang diperoleh dari tiap subjek
- N = jumlah peserta tes

Kemudian harga r_{xy} yang diperoleh dikonsultasikan dengan r tabel *product moment* dengan taraf signifikan 5%. Jika harga $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka butir soal yang diuji bersifat valid. Berdasarkan perhitungan pada lampiran 4, untuk uji coba 1 diperoleh hasil bahwa butir soal nomor 1 sampai 9 valid sedangkan butir soal nomor 10 tidak valid. Untuk uji coba 2 diperoleh hasil bahwa butir soal nomor 1,2,3,4,5,6,8,10 valid sedangkan butir soal nomor 7 dan 9 tidak valid.

3.8.1.2 Reliabilitas

Menurut Arikunto (2013: 122) rumus yang digunakan untuk mencari reliabilitas soal tes bentuk uraian adalah rumus sebagai berikut:

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

keterangan:

r_{11} = reliabilitas yang dicari

n = banyak item soal

$\sum \sigma_b^2$ = Jumlah varian skor tiap-tiap item

σ_t^2 = varian total.

Untuk mencari varians butir:

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

Kemudian nilai r_{hitung} dikonsultasikan dengan harga r_{tabel} dengan taraf signifikansi 5%. Jika nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka soal dikatakan reliabel. Berdasarkan

perhitungan pada lampiran 4, diperoleh besarnya nilai $r_{hitung} = 1,11$. Dengan harga $r_{tabel} = 0,388$, maka instrument tes dinyatakan reliabel.

3.8.1.3 Taraf Kesukaran

Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah atau terlalu sukar. Menurut Arikunto (2013: 223), persamaan yang digunakan untuk menentukan indeks kesukaran yaitu:

$$P = \frac{B}{JS}$$

keterangan:

P = indeks kesukaran

B = banyaknya siswa yang menjawab soal dengan benar

JS = jumlah seluruh siswa peserta tes

Menurut ketentuan yang sering diikuti, indeks kesukaran sering diklasifikasikan sebagai berikut:

(1) $0,71 \leq P \leq 1,00$, soal termasuk kriteria mudah

(2) $0,31 \leq P \leq 0,70$, soal termasuk kriteria sedang

(3) $0,00 \leq P \leq 0,30$, soal termasuk kriteria sukar

Berdasarkan perhitungan pada lampiran 4, untuk uji coba 1 semuanya termasuk dalam kriteria mudah. Untuk uji coba 2 soal nomor 1,2,3,4,5,6,8 termasuk dalam kriteria mudah sedangkan soal nomor 7,9,10 termasuk dalam kriteria sukar.

3.8.1.4 Daya Pembeda

Menurut Arikunto (2013: 226), daya pembeda soal adalah kemampuan sesuatu soal untuk membedakan antara siswa yang berkemampuan tinggi dengan

siswa yang berkemampuan rendah. Rumus untuk menentukan indeks diskriminasi adalah:

$$DP = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} = P_A - P_B$$

keterangan:

DP = daya pembeda

J_A = banyaknya peserta kelompok atas

J_B = banyaknya peserta kelompok bawah

B_A = banyaknya peserta kelompok atas yang menjawab soal dengan benar

B_B = banyaknya peserta kelompok bawah yang menjawab soal dengan benar

P_A = proporsi peserta kelompok atas yang menjawab benar

P_B = proporsi peserta kelompok bawah yang menjawab benar

Dalam penelitian ini, peneliti hanya mengambil 27% skor teratas sebagai kelompok atas dan 27% skor terbawah sebagai kelompok bawah.

Klasifikasi daya pembeda adalah sebagai berikut:

(1) $0,00 \leq DP \leq 0,20$ = tidak baik

(2) $0,21 \leq DP \leq 0,40$ = cukup

(3) $0,41 \leq DP \leq 0,70$ = baik

(4) $0,71 \leq DP \leq 1,00$ = baik sekali

Berdasarkan perhitungan pada lampiran 4, untuk uji coba 1 soal nomor 1,5,8,10 termasuk kriteria daya pembeda yang tidak baik, soal nomor 2,3,4 termasuk kriteria daya pembeda yang cukup, soal nomor 6,9 termasuk kriteria daya pembeda yang sangat baik, dan soal nomor 7 termasuk kriteria sangat baik. Untuk

uji coba 2 soal nomor 1,7,9,10 termasuk kriteria daya pembeda yang tidak baik, soal nomor 2,3 termasuk kriteria daya pembeda yang cukup, soal nomor 4,5,6 termasuk kriteria daya pembeda yang sangat baik, dan soal nomor 8 termasuk kriteria sangat baik.

3.8.2 Teknik Analisis Data Awal

3.8.2.1 Uji Homogenitas

Uji homogenitas untuk mengetahui seragam tidaknya varians sampel-sampel yang akan diambil dari populasi yang sama. Dalam penelitian ini jumlah sampel yang diteliti ada 1 kelas. Data yang digunakan dalam uji homogenitas populasi adalah data nilai raport semester 1. Hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

$$H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \dots = \sigma_8^2$$

H_a = paling sedikit satu tanda sama dengan tidak berlaku

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- 1) Menghitung S^2 dari masing-masing kelas
- 2) Menghitung varians gabungan dari semua kelas dengan rumus

$$S^2 = \frac{\sum (n_i - 1) S_i^2}{\sum (n_i - 1)}$$

- 3) Menghitung harga satuan B dengan rumus

$$B = (\log S^2) \sum (n_i - 1)$$

- 4) Menghitung nilai statis chi kuadrat (χ^2) dengan rumus

$$\chi^2 = (\ln 10) [B - \sum (n_i - 1) \log S_i^2]$$

Kriteria pengujiannya adalah jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{(1-\alpha)(k-1)}$ dengan $d_k = k-1$ dan k adalah jumlah kelas, maka masing-masing kelas dalam populasi mempunyai varians yang sama atau homogen (Sudjana 2006: 263).

Berdasarkan perhitungan pada lampiran 6, diperoleh besarnya nilai $\chi^2_{hitung} = 1,13184$. Dengan harga $\chi^2_{tabel} = 3,84$, maka kedua kelas dinyatakan homogen.

3.8.2.2 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menentukan data dalam kelompok sampel berdistribusi normal atau tidak. Hipotesis statistika yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 = \text{Data berdistribusi normal}$$

$$H_1 = \text{Data tidak berdistribusi normal}$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

keterangan:

$$\chi^2 = \text{harga chi-kuadrat}$$

$$f_o = \text{frekuensi hasil pengamatan}$$

$$f_h = \text{frekuensi diharapkan}$$

Hasil perhitungan nilai χ^2 dikonsultasikan dengan nilai χ^2 pada tabel jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ dengan $d_k = k-1$ (k adalah banyaknya kelas interval) dengan taraf signifikansi 5 % maka data terdistribusi normal (Arikunto 2010: 333).

Berdasarkan perhitungan pada lampiran 4, nilai χ^2_{hitung} pada kelas eksperimen adalah 5, maka dapat disimpulkan bahwa kelas eksperimen memiliki data yang terdistribusi normal

3.8.3 Teknik Analisis Data Akhir

3.8.3.1 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menentukan data dalam kelompok sampel berdistribusi normal atau tidak. Data yang digunakan adalah data *pre test*. Hipotesis statistika yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 = \text{Data berdistribusi normal}$$

$$H_1 = \text{Data tidak berdistribusi normal}$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

keterangan:

$$\chi^2 = \text{harga chi-kuadrat}$$

$$f_o = \text{frekuensi hasil pengamatan}$$

$$f_h = \text{frekuensi diharapkan}$$

Hasil perhitungan nilai χ^2 dikonsultasikan dengan nilai χ^2 pada tabel jika $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{\text{tabel}}$ dengan $d_k = k-1$ (k adalah banyaknya kelas interval) dengan taraf signifikansi 5 % maka data terdistribusi normal (Arikunto 2010: 333).

Perhitungan normalitas untuk data *post test* dilakukan sama seperti pada perhitungan normalitas data *pre test*.

3.8.3.2 Uji Kesamaan Varians

Untuk menentukan rumus t-test, maka perlu diuji dulu varians sampel homogen atau tidak. Hipotesis statistik yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_a = \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Pengujian homogenitas varians digunakan uji F dengan rumus sebagai berikut:

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}}$$

Hasil perhitungan nilai F dikonsultasikan dengan nilai F pada tabel jika $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$ dengan $d_k = k-1$ (k adalah banyaknya kelas) dengan taraf signifikansi 5 % maka kedua kelompok mempunyai varians yang tidak berbeda (Sugiyono, 2007: 140).

3.8.3.3 Uji Perbedaan Rata-Rata

Dalam penelitian ini digunakan rumus t-test satu pihak, yaitu uji fihak kanan untuk mengetahui bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah diberi pembelajaran dengan metode Kumon lebih baik dibandingkan dengan sebelum diberi pembelajaran dengan menggunakan metode Kumon. Data yang digunakan adalah data *pre-test* yang telah dianalisis normalitasnya. Hipotesis statistik yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

$$H_0 = \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 = \mu_1 > \mu_2$$

Rumus yang digunakan adalah:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

keterangan:

\bar{x}_1 : rata-rata nilai pada posttest

\bar{x}_2 : rata-rata nilai pada pretest

n_1 : jumlah siswa pada posttest

n_2 : jumlah siswa pada pretest

s : simpangan baku

Selanjutnya harga t dibandingkan dengan harga t tabel dengan $dk = n_1 + n_2 - 2$ dan taraf kesalahan 5%, jika harga t hitung lebih kecil atau sama dengan harga t tabel maka H_0 diterima dan H_a ditolak (Sugiyono 2007: 124).

Perhitungan untuk data *post test* dilakukan sama seperti pada perhitungan data *pre test*.

3.8.3.4 Uji Hipotesis Penelitian (Uji Gain)

Uji gain dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui besarnya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum diberi perlakuan dan setelah mendapatkan perlakuan. Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dapat dihitung menggunakan rumus normal gain sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle}{100\% - \langle S_{pre} \rangle} \quad (\text{Wiyanto, 2008: 86})$$

keterangan:

$\langle g \rangle$ = besarnya faktor g

$\langle S_{pre} \rangle$ = Skor rata-rata *pre-test*

$\langle S_{post} \rangle$ = Skor rata-rata *post-test*

Simbol $\langle S_{pre} \rangle$ dan $\langle S_{post} \rangle$ masing-masing menyatakan skor rata-rata *pre-test*

dan *post-test* setiap individu yang dinyatakan dalam persen. Besarnya faktor $\langle g \rangle$ dikategorikan sebagai berikut.

Tinggi : $g > 0,7$ atau dinyatakan dalam persen $g > 70\%$

Sedang: $0,3 < g \leq 0,7$ atau dinyatakan dalam persen $30 < g \leq 70\%$

Rendah: $g \leq 0,3$. atau dinyatakan dalam persen $g \leq 30\%$

3.8.3.5 *Persentase Ketuntasan Belajar Klasikal*

Persentase ketuntasan belajar klasikal dari masing-masing kelompok dapat diketahui dengan rumus:

$$\text{Persentase ketuntasan belajar} = \frac{\text{jumlah siswa dengan nilai} \geq 70}{\text{jumlah siswa}} \times 100\%$$

Kriteria: Tuntas jika $\% \geq 85\%$ dan tidak tuntas jika $\% < 85\%$

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Penerapan Metode Kumon

Pembelajaran dengan metode Kumon bertujuan untuk menganalisis penerapan metode Kumon. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh metode Kumon terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Langkah yang dilakukan sebagai berikut : pertama, siswa diberikan *worksheet*. Sebelum mengerjakan, guru memberikan materi tentang bab yang akan disampaikan. *Worksheet* digunakan sebagai proses untuk memperoleh pengaruh kemampuan berpikir kritis siswa dari materi yang diajarkan. Dalam proses pengerjaan *worksheet* peserta didik dapat melaksanakannya sesuai dengan langkah-langkah yang tersusun di *worksheet*. Dalam *worksheet* ini terdapat beberapa tingkatan soal yang harus dikerjakan oleh peserta didik.

Langkah kedua, peserta didik mengerjakan *worksheet* dimulai dari tingkat 1. Dalam *worksheet* yang telah dibagikan kepada setiap peserta didik, didesain untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Langkah ketiga, peserta didik yang telah usai mengerjakan *worksheet* tingkat pertama langsung memberikan jawaban kepada guru untuk dikoreksi.

Langkah keempat, jika jawaban peserta didik benar, maka guru memberikan *worksheet* lanjutan atau tingkat selanjutnya. Jika jawaban peserta didik salah, guru memberikan *worksheet* sebelumnya sampai peserta didik mengerjakan *worksheet* tersebut dengan benar. Peserta didik yang telah mengerjakan *worksheet*

sebelumnya dengan benar dapat membantu peserta didik lain yang belum benar menjawab *worksheet* tersebut.

Langkah kelima, jika masih ada peserta didik yang belum benar dalam mengerjakan *worksheet* sebanyak tiga kali, guru akan memberikan bimbingan.

Langkah-langkah yang diterapkan di dalam pembelajaran dengan menerapkan metode Kumon tersebut sesuai dengan sintaks yang dikemukakan Winarno (2009: 34) dalam pembelajaran langsung dengan *Kumon Method*, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Penyampaian tujuan pembelajaran dan mempersiapkan siswa.
- 2) Sajian konsep pengetahuan awal secara singkat.
- 3) Memberikan *worksheet* atau lembar kerja siswa (LKS) yang dikerjakan oleh siswa secara individu.
- 4) Guru langsung mengoreksi *worksheet* yang telah dikerjakan siswa, jika jawaban siswa benar maka guru memberikan *worksheet* lanjutan yang lebih sulit dari *worksheet* sebelumnya, jika jawaban siswa belum benar maka guru akan memberikan *worksheet* yang sama dengan *worksheet* sebelumnya sampai siswa mengerjakan *worksheet* tersebut dengan benar. Karena banyaknya siswa maka dalam pengoreksian *worksheet* dibantu siswa yang telah selesai mengerjakan *worksheet* dengan berpedoman pada buku penyelesaian.
- 5) Lima kali salah, guru kemudian memberi bimbingan.
- 6) Pemberian perluasan latihan mandiri.

Strategi ini dilandasi pada prinsip yang dikemukakan oleh John Dewey dalam Hamalik (2009:212). Prinsip yang didasarkan pada asumsi bahwa peserta didik

dapat memperoleh lebih banyak pengalaman dengan cara keterlibatan secara aktif dan personal, dibandingkan dengan bila mereka hanya melihat materi dan konsep. Selain itu metode Kumon memiliki 3 keistimewaan sesuai dengan pendapat Winarno (2009:34) dalam tesisnya yaitu: sesuai dengan kemampuan anak karena sebelum belajar ada tes penempatan, bahan pelajaran tersusun atas langkah-langkah kecil (*small steps*) sehingga memperoleh kemampuan dasar yang kuat untuk mencapai tingkat yang lebih tinggi, dan anak mengerjakan soal secara mandiri bertahap dari tingkat yang lebih mudah sampai tingkat yang lebih sulit,

Kemampuan berpikir kritis ini dilatihkan pada keseluruhan rangkaian pembelajaran melalui pemberian soal-soal pada *worksheet* atau LKS. Ini sesuai dengan pendapat Priatna (2007:91-92), yang menyatakan bahwa, untuk dapat menghantarkan peserta didik pada kegiatan berpikir logis (kemampuan aplikasi, kemampuan analisis, kemampuan sintesis, dan kemampuan evaluasi) hendaknya membiasakan peserta didik untuk selalu tanggap terhadap permasalahan yang dihadapi dengan menjawab pertanyaan “mengapa”, “apa”, dan “bagaimana”. Apabila peserta didik mampu menjawab pertanyaan tersebut, maka akan mampu merefleksikan hasilnya dalam masalah dan kehidupan sehari-hari.

4.2 Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan metode kumon berdasarkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI IPA SMA pada bab dinamika rotasi. Penelitian ini merupakan *penelitian Pre Eksperimental Design tipe One-Group Pre test-Post test design*, yaitu penelitian dengan satu kelompok,

dimana dalam desain penelitian ini terdapat suatu kelompok diberi treatment (perlakuan) dan selanjutnya diobservasi hasilnya (treatment adalah sebagai variabel independen dan hasil adalah sebagai variabel dependen). Dalam eksperimen ini subjek diberikan pre-test sebelum diberi perlakuan.

Langkah awal sebelum melakukan penelitian, peneliti menyusun perangkat pembelajaran terlebih dahulu. Perangkat ini seperti silabus dan RPP dikonsultasikan kepada guru atau ahli pendidikan di sekolah objek penelitian. Hal ini bertujuan untuk menyesuaikan dengan materi yang relevan dengan kontekstual yang ada di lapangan.

Penyusunan soal *worksheet* menuntut siswa untuk menemukan sendiri konsep dari soal-soal yang ada. Setiap siswa didorong untuk mengetahui jawaban setiap soal dengan caranya sendiri. Hal ini ditekankan pada soal-soal yang bertingkat, dimana siswa harus belajar, membaca, berpikir, dan berlatih mengerjakan soal-soal yang ada.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan maret 2015, dimana pada saat itu kelas XII sedang persiapan untuk ujian nasional seperti try out dan juga ujian sekolah. Pada waktu itu terjadi beberapa kali pengurangan jam. Hal ini sangat mempengaruhi proses penelitian di dalam kelas., seperti mengerjakan *worksheet* yang pada perencanaannya selesai pada satu kali pertemuan ternyata harus dilanjutkan pada pertemuan selanjutnya.

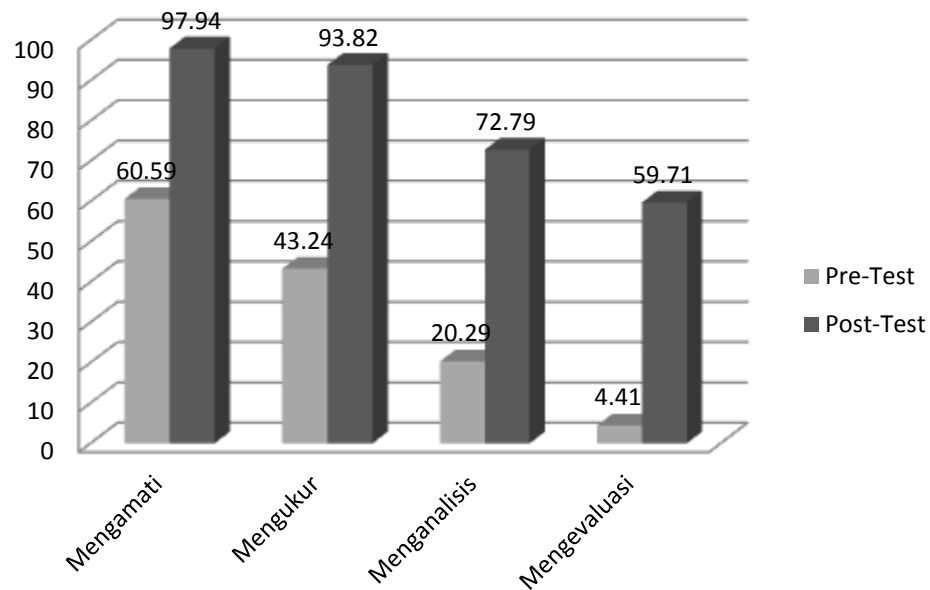
Pembelajaran dengan metode Kumon pada *worksheet* I membahas materi Torsi dan Momen Inersia. Pada proses penelitian ini siswa diberi penjelasan sedikit oleh guru tentang materi yang akan dipelajari. Kemudian siswa diminta

menemukan konsep sendiri dari buku-buku atau literature yang dimiliki. Selanjutnya siswa akan diberikan *worksheet* untuk dikerjakan.

Pada pertemuan pertama , sebagian besar siswa belum mampu mengerjakan soal-soal *worksheet*. Hal ini dikarenakan siswa masih kesulitan dalam pembelajaran dengan metode Kumon. Siswa terbiasa mendapatkan materi terlebih dahulu dengan matang, dan *worksheet* hanya untuk latihan saja. Sedangkan di sini *worksheet* diberikan agar siswa mampu belajar secara mandiri berdasarkan tingkatannya. Akibatnya alokasi waktu untuk mengerjakan *worksheet* habis hanya untuk mengerjakan soal tingkat I atau soal dengan tingkatan mudah. Selain itu banyak siswa yang berpendapat, mereka merasa kurang atau membutuhkan waktu lebih untuk mengerjakan *worksheet*.

Setelah selesai mengerjakan worksheet tingkat I, lembar jawab dikumpulkan kepada guru atau peneliti. Di sini guru atau peneliti akan mengoreksi jawaban dari siswa. Setelah dikoreksi siswa yang belum tuntas diminta untuk membetulkan kembali jawabannya, sedangkan yang mengerjakan dengan benar siswa tersebut lanjut ke soal tingkat selanjutnya. Karena keterbatasan waktu maka siswa yang sudah benar dalam menjawab membantu atau membimbing temannya yang masih belum benar dalam mengerjakan worksheet

Kemampuan berpikir kritis peserta didik diperoleh dari hasil post test pada akhir pertemuan. Nilai tersebut diambil sebagai nilai akhir kemampuan berpikir kritis peserta didik. Rekapitulasi nilai akhir tiap aspek kemampuan berpikir kritis peserta didik disajikan pada gambar 4.1. Perhitungan selengkapnya berada pada lampiran .



Gambar 4.1 Rekapitulasi Nilai Akhir Berpikir Kritis Peserta Didik

Dari hasil tes kemampuan berpikir kritis peserta didik yang diperoleh dari penelitian yang telah dilaksanakan kemudian dikoreksi dan ditransformasikan dalam catatan sebagai bahan pertimbangan mengambil kesimpulan. Berikut hasil dari kemampuan berpikir kritis tiap aspek dalam setiap soal.

Table 4.1 Rekapitulasi Nilai Tiap Aspek pada Pre-test dan Post-test

No Soal	Aspek											
	Mengamati			Mengukur			Menganalisis			Mengevaluasi		
	Pre-test	Post-test	gain	Pre-test	Post-test	gain	Pre-test	Post-test	gain	Pre-test	Post-test	gain
1	94	100	1	94	100	1	30	86	0,8	9	76	0,82
2	100	100		41	100	1	20	96	0,95	0	68	0,68
3	26	99	0,99	13	91	0,9	8.8	61	0,57	1.5	44	0,43
4	59	97	0,93	57	100	1	40	97	0,95	12	93	0,92
5	24	94	0,92	20	82	0,78	2.2	51	0,5	0	25	0,25
	\bar{X} gain		0,96	\bar{X} gain		0,92	\bar{X} gain		0,75	\bar{X} gain		0,62

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa untuk rata-rata gain tertinggi adalah aspek mengamati, selanjutnya adalah mengukur, menganalisis, dan yang terakhir adalah mengevaluasi.

Aspek mengamati dalam penelitian ini mengalami peningkatan yang baik yaitu sebesar 38,53%, dan memiliki peningkatan gain rata-rata tertinggi yaitu sebesar 0,96. Hal ini disebabkan karena peserta didik pada dasarnya sudah memiliki kemampuan aspek ini. Selain itu, kemampuan mengamati termasuk kategori yang mudah dipelajari oleh peserta didik.

Aspek mengukur dalam penelitian ini mengalami peningkatan yang baik pula, dapat dilihat dengan peningkatan gain yang bagus yaitu sebesar 0,92. Hal ini karena peserta didik sudah mulai terbiasa menggunakan keterampilan ini dan pada dasarnya sudah memiliki kemampuan aspek ini. Namun mereka belum dapat melaksanakannya dengan baik. Hal ini dapat diperbaiki dengan cara pengulangan atau melakukannya terus-menerus. Jadi dapat dikatakan bahwa, peserta didik tidak akan mengalami kesulitan yang berarti jika telah terbiasa melakukan keterampilan yang dimaksud. Sebagai contoh orang yang terbiasa bekerja dengan komputer dan juga ada orang lain yang punya komputer tetapi jarang dipakai jika sama-sama diberikan tugas menggunakan komputer, maka orang yang terbiasa menggunakan komputer akan lebih cepat dalam menyelesaikan tugas. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan Hamalik (2009:27) bahwa belajar dapat diartikan sebagai proses perubahan perilaku akibat pengalaman dan latihan.

Aspek menganalisis dalam penelitian ini mengalami peningkatan yang baik. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya kemampuan berpikir kritis peserta didik

pada aspek menganalisis sebesar 53,67% dan rata-rata gain sebesar 0,72. Peningkatan ini disebabkan karena peserta didik mulai terbiasa menggunakan aspek ini. Peserta didik mampu memfokuskan pemikirannya terhadap bagian tertentu di dalam satu permasalahan yang terdiri dari banyak bagian, bagaimana kerja tiap bagian, pengaruh bagian tersebut terhadap permasalahan dan akibat yang ditimbulkan jika bagian tersebut tidak dapat bekerja dengan baik. Siswa mampu memfokuskan pada permasalahan dan kemudian mencoba mencari solusinya yang semakin mengerucut dan semakin tepat.

Kemampuan mengevaluasi dalam penelitian ini juga dimaksudkan sebagai kemampuan pengambil keputusan. Kemampuan mengevaluasi tergantung pada kemampuan pemahaman konsep, menganalisis, dan beberapa kemampuan lain yang harus dikuasai peserta didik. Ketika peserta didik telah memahami suatu permasalahan dan telah melakukan analisis dari permasalahan tersebut maka peserta didik tersebut tinggal mengevaluasi dan memutuskan solusi yang akan diambil sebagai bentuk hasil akhir.

Aspek mengevaluasi dalam penelitian ini mengalami peningkatan namun masih rendah. Jika dilihat dari rata-rata gain yang sebesar 0.62 masih dianggap sedang. Hal ini dikarenakan peserta didik sudah mulai terlatih mengevaluasi hasil dari analisisnya walaupun masih ada kesalahan. Selain itu, dalam mengevaluasi diperlukan kemampuan dan keterampilan terpadu. Hal ini berarti untuk mengevaluasi diperlukan kemampuan-kemampuan yang lain seperti mengobservasi, menganalisis data, dan kemampuan lain. Kemampuan mengevaluasi peserta didik yang masih rendah dapat ditingkatkan dengan

membiasakan peserta didik untuk mengevaluasi. Ini senada dengan pendapat Hamalik (2009:28), bahwa belajar adalah latihan-latihan pembentukan kebiasaan secara otomatis.

Secara keseluruhan, metode Kumon dapat berjalan dengan baik. Beberapa kelebihan model pembelajaran ini yakni: (1) Anak mengerjakan soal secara mandiri bertahap dari tingkat yang mudah sampai tingkat yang lebih sulit, (2) Mengembangkan kebiasaan belajar yang baik dan kemampuan belajar mandiri, dan (3) Kumon mengajak anak disiplin. Meskipun demikian, ada beberapa kendala yang dialami siswa selama pembelajaran yakni: (1) Tidak semua siswa dalam satu kelas memiliki kemampuan yang sama, (2) Anak belajar secara perorangan sehingga dimungkinkan tumbuh rasa individualism, (3) Kedisiplinan kumon kadang membuat anak-anak menjadi tidak kreatif . Oleh karena itu, peneliti melakukan beberapa usaha untuk mengatasi kendala tersebut, antara lain: (1) peneliti berusaha membuat soal worksheet dari tingkatan yang mudah yang memungkinkan siswa bisa tumbuh secara serentak saat mengerjakan soal, (2) peneliti mewajibkan siswa yang telah selesai atau sudah benar dalam mengerjakan worksheet untuk membantu membimbing temannya dalam mengerjakan.

Gambaran umum dari hasil penelitian yang telah dilakukan secara keseluruhan, dapat terlihat bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik mengalami peningkatan dengan kriteria sesuai dengan indikator keberhasilan penelitian. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya nilai rata-rata gain pada tiap aspek. Peningkatan ini disebabkan karena perubahan metode yang digunakan,

yakni menggunakan metode Kumon. Salah satu jurus yang membuat metode ini efektif adalah metode belajarnya. Di program Kumon, pembelajarannya disesuaikan dengan kemampuan masing-masing siswa. Karena sesuai dengan potensinya masing-masing, akan lebih mudah bagi siswa mempelajarinya.

Kumon menilai kunci keberhasilan belajar adalah dengan banyak berlatih. Tak heran bila selama belajar dengan Metode Kumon siswa akan mendapat banyak porsi latihan. Dalam metode Kumon siswa yang sudah punya kemampuan cukup yang bisa maju ke tingkat lebih tinggi. Bagi yang belum cukup akan terus mendapat pengulangan, sehingga nantinya ia tidak mendapat kesulitan saat mengerjakan bahan pelajaran yang lebih tinggi.

Selain itu dalam metode Kumon memberlakukan sistem nilai 100, artinya tiap latihan harus benar dikerjakan semua sebelum bisa berganti lembar pelajaran. Siswa yang melakukan kesalahan harus memperbaiki sendiri sampai mendapat nilai 100. Cara ini dinilai efektif agar siswa tidak lagi melakukan kesalahan yang sama.

Namun, kenaikan tingkat sering kali tidak terasa. Ini karena perubahan bahan pelajaran dibuat sedemikian kecil, bahkan halus dan sistematis. Bahan pelajaran meningkat seiring dengan kemampuan penalaran sendiri, jarang sekali ia harus minta bantuan guru. Cara ini akan membentuk kebiasaan belajar mandiri yang berguna untuk menggali potensi diri sendiri.

Begitu metode ini sudah dimengerti siswa, ia bisa mempraktikkannya sendiri di rumah dengan berlatih soal-soal dan kesulitan-kesulitannya di sekolah. Bila terus dilatih, kemampuannya akan terus terasah. Bahkan metode

Kumon ini bisa juga diajarkan pada anak usia prasekolah. Karena belum bisa menulis, biasanya mereka diberi alat bantu berupa papan bilangan magnetik, jigsaw puzzle, kartu bilangan dan sebagainya, hal tersebut mampu membentuk kecenderungan siswa yang tentunya kecenderungan itu akan menyesuaikan dengan minat dan bakatnya. (Muftukhi, 2011)

Program Kumon tidak hanya mengajarkan cara berhitung tetapi juga dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk lebih fokus dalam mengerjakan sesuatu sehingga mampu meningkatkan kepercayaan diri siswa. Kemampuan tersebut akan terlihat dari kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal dengan cara mereka sendiri. Peserta program akan diajarkan dasar-dasar soal untuk bisa menyelesaikannya yang lebih sulit.

Menurut Yudi (2010), Metode Kumon juga bermanfaat untuk mempelajari matematika yang lebih luas, misalnya untuk bidang aljabar, trigonometri, dan matematika tingkat lanjut. Di negara-negara lain, metode Kumon sudah dikembangkan untuk materi pelajaran lain seperti pelajaran bahasa Inggris, bahasa Jepang, bahasa Jerman, bahasa Perancis, dan sebagainya

Metode Kumon yang diberikan secara perorangan pada tingkatan dan porsi yang tepat akan mengembangkan kemampuan siswa. Selain itu belajar dalam waktu yang singkat dan rutin setiap harinya, maka dalam diri siswa akan terbentuk kemampuan berkonsentrasi, ketangkasan kerja, kemampuan berpikir, kebiasaan belajar dan rasa percaya diri yang merupakan dasar untuk mempelajari hal-hal lainnya.

Sesuai dengan pendapat Shita (Muftukhi:2011) Metode Kumon bukan hanya meningkatkan penguasaan matematika, tapi juga berbagai kemampuan belajar pada siswa, mulai dari konsentrasi dan ketangkasan kerja, semangat kebiasaan belajar mandiri, kebiasaan belajar setiap hari. Bila ia bisa menyelesaikan soal latihan matematika dari sekolah dengan cepat, maka ia bisa menggunakan sisa waktu untuk mempelajari ilmu lain. Alhasil, pelajaran lain pun pasti akan meningkat.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kemampuan berpikir kritis siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan metode Kumon mengalami peningkatan. Hal dapat dilihat pada hasil analisis belajar kognitif siswa dan peningkatan tiap indikator soal. Peningkatan tersebut terjadi pada aspek mengamati sebesar 38,53% dengan rata-rata gain 0,96, mengukur sebesar 50,58% dengan rata-rata gain 0,92, menganalisis 53,67% dengan rata-rata gain 0,75, dan mengevaluasi sebesar 55,3% dengan rata-rata gain 0,62.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Kepada peneliti yang hendak melakukan penelitian sejenis diharapkan memperhitungkan alokasi waktu, sehingga semua tahapan dalam pembelajaran dapat terlaksana dengan baik.
2. Kepada peneliti yang hendak melakukan penelitian sejenis diharapkan sebaiknya memanfaatkan alat peraga atau media lain yang telah tersedia dalam

memberikan materi sebelum memberikan *worksheet*, sehingga siswa memahami konsep lebih baik.

3. Kepada peneliti hendaknya melakukan penelitian minimal tiga kali siklus agar maksimal dalam mengukur variabel-variabel yang telah ditentukan sehingga dapat diketahui dengan jelas pengaruh metode Kumon.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Ennis, R.H. 1996. *Critical Thinking*. New Jersey:Practice-Hall, Inc.
- Fuller, T.H. 1992. *The Kumon Approach to Learning Mathematics: An educator's Perspective*.
- Hove, G.M. 2011. *Developing Critical Thinking Skills in the High School English Classroom*. American Psychological Association, 6th edition
- Hamalik, O. 2009. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara
- Herdian. 2009. *Model Pembelajaran Kumon*. Online. Available at <http://herdy07.wordpress.com/2010/05/27/Model-Pembelajaran-Kumon/> [accessed 05/09/14]
- Kesuma, Dharma, Dody H., Dadang S., & Gunawan U. 2010. *Contextual Teaching and Learning*. Yogyakarta: Rahayasa.
- Medina, S.L. 1989. *A Study of The Effects of The Kumon Method pon The Mathematical Development of A Group of Inner-City Junior High School Student*
- Muftukhi. 2010. *Metode Pembelajaran Kumon*. Online. Available at <http://muv-tukhi.blogspot.co.id/2011/02/metode-pembelajaran-kumon.html> [accessed 07/05/15]
- Priyatna, N. 2007. Pendekatan, Strategi, dan Model Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar. Online at google.co.id [accessed 05/05/15]
- Rifa'i, A. & C. T. Ani. 2010. *Psikologi Pendidikan*. Semarang: UNNES Press.
- Sudjana. 2010. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Sugiyono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.

- Suryosubroto, B. 2010. *Proses Belajar Mengajar di Sekolah*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Syah, M. 2010. *Psikologi Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Utari, R. n.d. *Taksonomi Bloom*. Pusdiklat KNPk : Widya Swara Madya.
- Winarno, A.N. 2009. *Tesis. Model Pembelajaran Langsung dengan Metode Kumon pada Pokok Bahasan Komposisi Fungsi dan Invers Fungsi di Madrasah Aliyah Kabupaten Ngawi*. Surakarta : Universitas Negeri Surakarta
Available at
http://digilib.uns.ac.id/download_file.php?isi_id=21217
[accessed 05/09/14]
- Wiyanto. 2008. *Menyiapkan Guru Sains Mengembangkan Kompetensi Laboratorium*. Semarang: UNNES Press.
- Yudi. 2010. *Metode Kumon Cara Efektif Belajar*. Online. Available at
<http://yudithea.blogspot.com/2010/04/metode-kumon-cara-efektif-belajar.html>
[accessed 07/05/15]
- Yulianti, Dwi & Dwijananti, P. 2010. Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Melalui Pembelajaran Problem Based Instruction Pada Mata Kuliah Fisika Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 6 (2010) 108-114

Lampiran 1

Kisi-Kisi Soal Uji Coba

No	Indikator	Nomor Soal						Jumlah Soal
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	
1.	Memformulasikan pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi benda tersebut.	15						1
2.	Memformulasikan momen inersia untuk berbagai bentuk benda tegar		1	3,4,18	2,17			6
3.	Mengungkap analogi hukum II Newton tentang gerak translasi dan gerak rotasi.				5,6,7			3
4.	Menganalisis masalah dinamika rotasi benda tegar untuk berbagai keadaan			8,9,10				3
5.	memformulasikan hukum kekekalan momentum sudut pada gerak rotasi				14	13,19		3
6.	Menerapkan hukum kekekalan momentum dalam berbagai keadaan yang berkaitan dengan gerak rotasi.				11,12 ,16	20		4

Lampiran 2

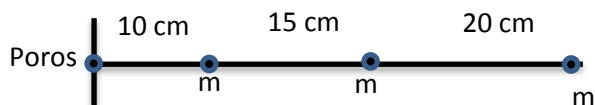
SOAL UJI COBA

Petunjuk:

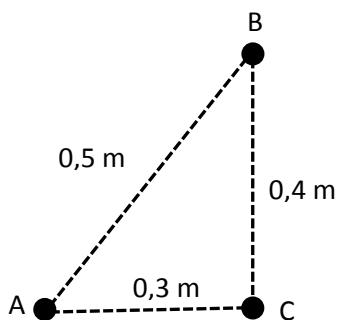
- 1) Berdoalah sebelum mengerjakan soal
- 2) Isilah identitas anda dalam lembar jawaban yang tersedia
- 3) Periksalah dan bacalah soal dengan seksama sebelum anda menjawabnya
- 4) Jawablah pertanyaan dengan singkat dan jelas

Kembalikanlah lembar soal dan lembar jawab pada pengawas

1. Tiga buah massa masing-masing 0,6 kg seperti pada gambar di bawah ini. Berapakah besar momen inersia sistem terhadap poros rotasi menuju ujung batang?

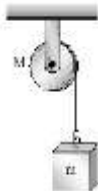


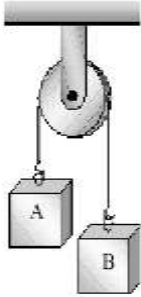
2.

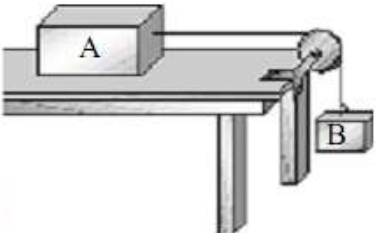



Tiga buah titik massa seperti gambar di samping. Ketiga titik massa terletak pada bagian ujung segitiga ABC. Hitunglah momen inersia benda, jika :

- a. Sumbu putar melalui A tegak lurus bidang gambar!
 - b. Sumbu putar melalui BC!
3. Sebuah silinder pejal dengan massa 5 kg ditarik dengan gaya sebesar 18 N melalui porosnya. Tentukanlah nilai percepatan benda tersebut!
 4. Sebuah silinder pejal bermassa 2 kg dan jari-jari 20 cm berada di atas lantai datar. Silinder ditarik gaya sebesar 12 N melalui porosnya sehingga dapat menggelinding. Tentukanlah :
 - a. Percepatan silinder
 - b. Percepatan sudut silinder

5.  Pada sistem katrol seperti gambar di samping, katrol memiliki jari-jari R dan bermassa M , sedangkan beban bermassa M diikatkan pada tali yang massanya diabaikan yang dililitkan pada katrol. Sistem dilepas sehingga bergerak dari keadaandiam. Jika semua gesekan diabaikan maka percepatan sudut rotasi katrol jika dinyatakan dalam percepatan gravitasi g sebesar.....

6.  Pada sistem katrol diketahui $m_A = 2$ kg, $m_B = 4$ kg, dan massa katrol 4 kg. Jari-jari katrol 15 cm dan $\omega = 10$ m/s². Tentukanlah percepatan sistem dan tegangan talinya jika sistem seperti gambar di samping!

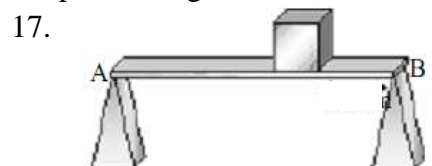
7.  Balok A memiliki massa 2 kg dihubungkan dengan balok B yang bermassa 3 kg menggunakan tali yang melalui katrol dengan massa katrol 2 kg dan berjari-jari 10 cm, sehingga dapat menggantung seperti gambar di samping. Berapakah besar percepatan sudut katrol jika gaya gesek pada sistem tersebut diabaikan?

8. Hitunglah besar energy kinetik rotasi bumi jika momen inersianya $9,83 \times 10^{37}$ kg m² dan bumi berputar dengan kecepatan sudut 7×10^5 rad/s !
9. Sebuah roda dengan jari-jari 20 cm, dan bermassa 4,5 kg berputar dengan kecepatan sudut 50 rad/s. jika roda dianggap silinder tipis berongga. Tentukanlah energy kinetic rotasi roda!
10. Sebuah bola pejal yang mempunyai berat 64 N dan jari-jari 10cm bergerak dengan kelajuan 32 m/s sambil berotasi. Tentukanlah energy kinetic bola tersebut!
11.  sebuah bola pejal digelindingkan dari bidang miring seperti gambar di samping. Berapakah kecepatan bola tersebut saat berada di titik B jika kondisi mula-mula bola diam?

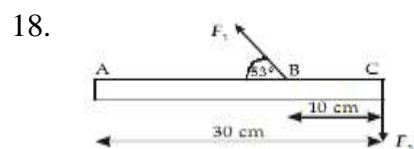
12. Sebuah silinder pejal dengan massa 2 kg dan jari-jarinya 12 cm menggelinding menuruni budang miring dengan sudut kemiringan 37° . Hitunglah besar percepatan silinder tersebut!
13. Seorang pemain ski berputar dengan kecepatan sudut 2,5 putaran per detik saat tangannya dilipatkan ke badan. Ketika tangannya direntangkan, kecepatan sudutnya menjadi 1,5 putaran per detik. Tentukan perbandingan momen inersia pemain ski saat tangannya direntangkan dan saat tangannya dirapatkan!
14. Sebuah komedi putar berputar dengan momen inersia 100 kg m² berputar dengan kecepatan anguler 40 rad/s. tiba-tiba ada 4 orang anak yang naik ke pinggir komedi putar. Massa

masing-masing anak 25 kg. hitung kecepatan putar komedi putar sekarang jika jari-jari komedi putar adalah 4 meter!

15. Sebutkan 3 contoh penggunaan torsi pada kehidupan nyata!
 16. Silinder pejal berjari-jari 8 cm dan massa 2kg. sedangkan bola pejal berjari-jari 5 cm dan massa 4 kg. jika kedua benda tadi berputar dengan poros melalui pusatnya maka tentukan perbandingan momen inersia silinder dan bola!



Sebuah papan panjangnya 2 meter di beri penopang tiap-tiap ujungnya seperti gambar di samping. Massa papan adalah 10 kg. Pada jarak 50 cm dari B diletakkan beban 80 N. Jika sistem dalam keadaan setimbang maka tentukan gaya tekan normal yang bekerja pada titik A dan B!



batang AC yang panjangnya 30 cm seperti pada gambar. Jika $BC = 10$ cm dan $F_1 = F_2 = 20$ N, berapakah momen gaya total terhadap titik A?

19. Jika torsi yang bekerja pada sebuah partikel terhadap poros yang melalui titik tertentu adalah nol, apa yang dapat kamu katakan tentang momentum sudutnya terhadap titik tersebut?
20. Silinder pejal, bola tipis berrongga, dan sebuah bola pejal diletakkan di puncak sebuah bidang miring. Semua benda tersebut memiliki massa dan jari-jari yang sama. Benda-benda tersebut kemudian dibebaskan pada saat yang bersamaan. bagaimana urutan benda-benda itu ketika mencapai dasar bidang? Jelaskan jawabanmu!

Lampiran 3

Analisis validitas, reliabilitas, daya pembeda dan taraf kesukaran																								
NO	KODE	NO SOAL										ΣY	ΣY ²	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₃ ²	X ₄ ²	X ₅ ²	X ₆ ²	X ₇ ²	X ₈ ²	X ₉ ²	X ₁₀ ²	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
1	UC-05	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	10000		100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2	UC-10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	10000		100	100	100	100	100	100	100	100	100	
3	UC-16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	10000		100	100	100	100	100	100	100	100	100	
4	UC-20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	10000		100	100	100	100	100	100	100	100	100	
5	UC-24	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	10000		100	100	100	100	100	100	100	100	100	
6	UC-07	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	98	9604		100	100	100	100	100	100	100	100	64	
7	UC-15	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	97	9409		100	49	100	100	100	100	100	100	100	
8	UC-01	10	8	10	10	10	10	10	10	10	8	96	9216		100	64	100	100	100	100	100	100	64	
9	UC-08	10	10	10	10	8	10	10	10	10	8	96	9216		100	100	100	100	64	100	100	100	64	
10	UC-14	10	10	10	10	8	10	10	10	10	8	96	9216		100	100	100	100	64	100	100	100	64	
11	UC-27	10	10	10	10	8	10	10	10	10	8	96	9216		100	100	100	100	64	100	100	100	64	
12	UC-29	10	8	10	10	8	10	10	10	10	8	94	8836		100	64	100	100	64	100	100	100	64	
13	UC-06	10	5	10	10	8	10	10	10	10	8	91	8281		100	25	100	100	64	100	100	100	64	
14	UC-09	10	5	10	10	8	10	10	10	10	8	91	8281		100	25	100	100	64	100	100	100	64	
15	UC-23	10	5	10	10	8	10	10	10	10	8	91	8281		100	25	100	100	64	100	100	100	64	
16	UC-28	10	5	10	10	8	10	10	10	10	8	91	8281		100	25	100	100	64	100	100	100	64	
17	UC-32	10,00	5,00	10,00	10,00	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00	8,00	91	8281		100	25	100	100	64	100	100	100	64	
18	UC-13	10	5	10	10	8	10	10	10	9	8	90	8100		100	25	100	100	64	100	100	100	64	
19	UC-03	10	5	10	10	10	10	10	10	5	8	88	7744		100	25	100	100	100	100	100	25	64	
20	UC-17	10	10	10	3	10	5	10	10	10	10	88	7744		100	100	100	9	100	25	100	100	100	
21	UC-18	10	8	10	10	10	10	2	10	5	8	83	6889		100	64	100	100	100	100	4	100	25	64
22	UC-19	10	10	10	10	8	10	2	10	5	8	83	6889		100	100	100	100	64	100	4	100	25	64
23	UC-26	10	5	10	10	8	7	10	10	5	8	83	6889		100	25	100	100	64	49	100	100	25	64
24	UC-02	10	10	10	10	8	10	2	10	6	6	82	6724		100	100	100	100	64	100	4	100	36	36
25	UC-22	10	8	10	10	8	10	2	10	5	8	81	6561		100	64	100	100	64	100	4	100	25	64
26	UC-25	10	10	10	10	8	7	2	10	3	8	78	6084		100	100	100	100	64	49	4	100	9	64
27	UC-30	10	5	10	10	8	10	2	10	5	8	78	6084		100	25	100	100	64	100	4	100	25	64
28	UC-31	10	5	10	10	8	10	2	10	5	8	78	6084		100	25	100	100	64	100	4	100	25	64
29	UC-04	10	5	10	10	8	5	2	10	6	8	74	5476		100	25	100	100	64	25	4	100	36	64
30	UC-11	10	5	10	10	8	0	0	10	10	10	73	5329		100	25	100	100	64	0	0	100	100	100
31	UC	0	5	2	3	8	7	2	10	10	8	55	3025		0	25	4	9	64	49	4	100	100	64
32	UC	10	5	2	2	5	5	0	4	5	8	46	2116		100	25	4	4	25	25	0	16	25	64
	ΣX	310	239	304	298	275	286	228	314	264	270	2788	247856											
	(ΣX) ²	96100	57121	92416	88804	75625	81796	51984	98596	69696	72900													
	Σ(X ²)	3100	1955	3008	2922	2405	2722	2136	3116	2362	2308													
	σ ²	-22.93	3.63	0.87	1.85	-1.11	2.69	14.81	-2.08	3.67	-1.41													
	Σσ _h ²	-0.20																						
	Σσ _e ²	-1966																						
	r ₁₁	1.11																						
	r _{xy}	0.46	0.50	0.76	0.64	0.67	0.60	0.81	0.59	0.54	0.34													
	r tabel	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39													
	Kriteria	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid													Tidak Valid
	MA	10.00	8.29	10.00	10.00	8.57	10.00	10.00	10.00	10.00	8.29													
	MB	8.57	5.71	7.71	7.86	7.57	6.29	1.43	9.14	6.29	8.29													
	DP	0.14	0.26	0.23	0.21	0.10	0.37	0.86	0.09	0.37	0.00													
	kriteria	Jelek	Cukup	Cukup	Cukup	Jelek	Baik	Sangat Baik	Jelek	Baik	Jelek													
	P	1.19	0.92	1.17	1.15	1.06	1.10	0.88	1.21	1.02	1.04													
	kriteria	mudah	mudah	mudah	mudah	mudah	mudah	mudah	mudah	mudah	mudah													
	keterangan	Dibuang	Dipaka	Dipaka	Dipaka	Dibuang	Dipaka	Dipakai	Dibuang	Dipaka	Dibuang													

26, maka r tabel = 0.388 , r hitung > r tabel maka soal Kriteria Reliabel

Lampiran 4

UJI NORMALITAS NILAI AWAL

KELAS XI IPA 5

Hipotesis :

H₀ : data terdistribusi normalH_a : data tidak terdistribusi normal

Uji Hipotesis :

Untuk menguji hipotesis tersebut digunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

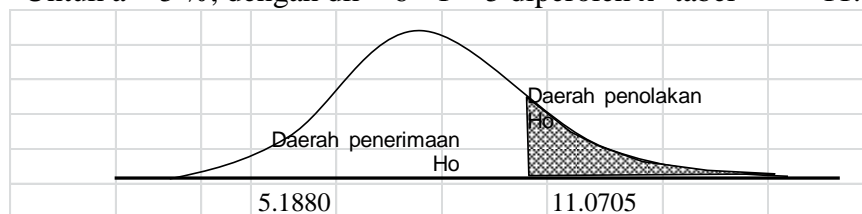
Kreteria :

H₀ diterima jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$

Pengujian hipotesis :

Nilai maksimal	=	86	Panjang kelas	=	3.13848
Nilai minimal	=	67	Rata-rata	=	73.697
Rentang	=	19	s	=	5.49138
Banyak kelas	=	6.054	n	=	34

Kelas interval		Batas Kelas	Z untuk batas kelas	Peluang untuk Z	Luas kelas untuk Z	Ei	Oi	(Oi-Ei) ² / Ei	
67	-	70	66.5	-1.31059	0.405002	0.1554025	5.283686	7.0	0.557514639
70.5	-	74	70	-0.67323	0.2496	0.2352933	7.999971	4.0	1.999978154
74	-	77	73.5	-0.03587	0.014307	0.2405508	8.178726	7.0	0.169879115
77.5	-	81	77	0.601493	0.226244	0.1660562	5.645911	7.0	0.324758204
81	-	84	80.5	1.238855	0.3923	0.0773868	2.631152	3.0	0.051706855
84.5	-	88	84	1.876217	0.469687	0.0220548	0.749863	2.0	2.084168672
			87	2.397312	0.491742				
							χ^2		5.188005637

Untuk $\alpha = 5\%$, dengan $dk = 6 - 1 = 5$ diperoleh $\chi^2_{tabel} = 11.0705$ 

Karena $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ maka data tersebut terdistribusi normal.

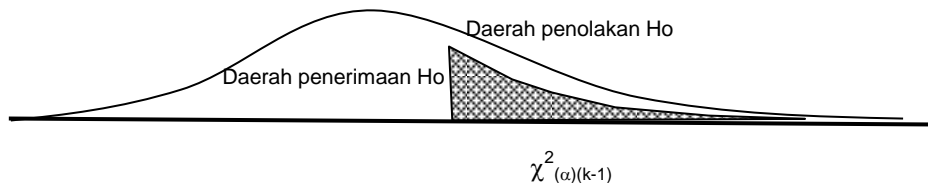
Lampiran 5

UJI HOMOGENITAS DATA**Hipotesis**

$$\begin{aligned} H_0 : & \quad \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \\ H_1 : & \quad \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \end{aligned}$$

Kriteria:

Ho diterima jika $\chi^2_{\text{hitung}} < \chi^2_{(1-\alpha)}(k-1)$

**PENGUJIAN HIPOTESIS**

Sampel	ni	dk = ni - 1	Si ²	(dk) Si ²	Log Si ²	(dk) log Si ²
XI IPA 4	33	32	19.778	632.9088	1.296191	41.478117
XI IPA 5	34	33	29.644	978.2355	1.471929	48.573673
Σ	67	65	49.422	1611.144	2.768121	90.05179

Varians gabungan dari kelompok sampel adalah:

$$S^2 = \frac{\sum(ni-1) Si^2}{\sum(ni-1)} = \frac{1611.144}{65} = 24.786837$$

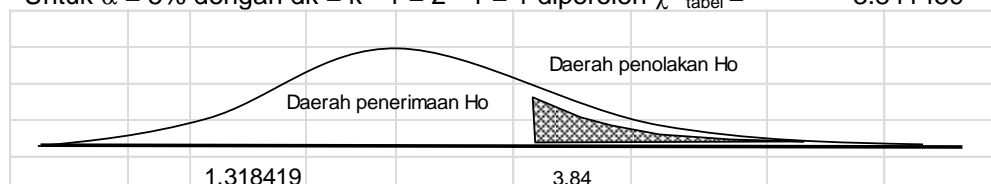
$$\text{Log } S^2 = 1.394221$$

Harga satuan B

$$\begin{aligned} B &= (\text{Log } S^2) \times \sum(ni - 1) \\ &= 1.394221 \times 65 \\ &= 90.62437 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi^2 &= (\text{Ln } 10) \{ B - \sum(ni-1) \log Si^2 \} \\ &= 2.302585 \{ 90.624 - 90.05179 \} \\ &= 1.318419 \end{aligned}$$

Untuk $\alpha = 5\%$ dengan $dk = k - 1 = 2 - 1 = 1$ diperoleh $\chi^2_{\text{tabel}} = 3.841459$



Karena $c^2_{\text{hitung}} < c^2_{\text{tabel}}$ maka data antar kelompok mempunyai varians yang sama

Lampiran 6

Silabus

Sekolah : SMA Negeri 2 Ungaran

Kelas / Semester : XI / 2 (dua)

Mata Pelajaran : Fisika

Materi : Dinamika Rotasi

Standar Kompetensi : 2. Menerapkan konsep dan prinsip mekanika klasik sistem kontinu dalam menyelesaikan masalah

Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian			Alokasi Waktu	Sumber Belajar
				Teknik	Bentuk	Instrumen		
2.1 Menformulasikan hubungan antara konsep torsi, momentum sudut, dan momen	Momen gaya dan momen inersia	Memformulasikan pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi benda tersebut.	Melakukan diskusi kelompok, tanya jawab, dan mengerjakan soal berlevel untuk mengetahui pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi benda	Soal dan tugas rumah	Tes uraian	Terlampir	2 x 45'	Purwoko dan Fendi. 2009. Fisika 2 SMA Kelas XI. Jakarta: Yudhistira. Tim Fisika. 2008. Fisika 2

inersia, berdasarkan hukum II Newton serta penerapannya dalam masalah benda tegar		Memformulasikan momen inersia untuk berbagai bentuk benda tegar	tersebut. Melakukan diskusi kelompok, tanya jawab, dan mengerjakan soal berlevel untuk menghitung momen inersia pada berbagai bentuk benda tegar.					untuk Kelas XI Semester 2 SMA/MA. Kudus: Multi Grafika. Buku Fisika SMA/MA untuk Kelas XI (BSE)
	Penerapan momen gaya dan momen inersia	Mengungkap analogi hukum II Newton tentang gerak translasi dan gerak rotasi.	Melakukan diskusi kelompok, tanya jawab, dan mengerjakan soal berlevel untuk mengetahui pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi benda tersebut.	Soal dan tugas rumah	Tes uraian	Terlampir	2 x 45'	Buku fisika yang relevan

	Hukum kekekalan energi rotasi	<p>Menganalisis dan memformulasikan energi kinetic pada gerak rotasi.</p> <p>Menganalisis dan memformulasikan hukum kekekalan momentum.</p> <p>Menerapkan hukum kekekalan momentum dalam berbagai keadaan yang berkaitan dengan gerak rotasi.</p>	Melakukan diskusi kelompok, tanya jawab, dan mengerjakan soal berlevel untuk mengetahui pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi benda tersebut.	Soal dan tugas rumah	Tes uraian	Terlampir	2 x 45'	
--	-------------------------------	---	--	----------------------	------------	-----------	---------	--

Semarang, Februari 2015

Mengetahui,

Guru Mata Pelajaran

Sri Indihartati, M. Pd

NIP. 196401261986012002

Peneliti

Zuniar Musrifin

NIM. 4201410034

Lampiran 7

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 2 Ungaran
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas / Program / Semester : XI / IPA / 2
Pertemuan Ke : 1
Materi Pokok : Dinamika Rotasi
Alokasi Waktu : 2 x 45 menit
KKM : 75

A. Standar Kompetensi

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

B. Kompetensi Dasar

- 2.1 Menformulasikan hubungan antara konsep torsi, momentum sudut, dan momen inersia, berdasarkan hukum II Newton serta penerapannya dalam masalah benda tegar

C. Indikator

1. Memformulasikan pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi benda tersebut.
2. Memformulasikan momen inersia untuk berbagai bentuk benda tegar

D. Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menunjukkan momen gaya atau torsi.
2. Siswa dapat menjelaskan pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi.
3. Siswa dapat menunjukkan pengaruh momen kelembaman terhadap gerak rotasi.
4. Siswa dapat merumuskan momen inersia pada berbagai bentuk benda tegar

E. Materi Ajar

- Momen Gaya (Torsi)
- Momen Inersia (Momen Kelembaman)

F. Pendekatan Metode / Model Pembelajaran

- **Model** :
 - *Kumon Method*
- **Metode** :
 - Tanya jawab
 - Diskusi
 - Pemberian tugas

G. Kegiatan Pembelajaran

	Kegiatan Belajar Mengajar	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dan mengkondisikan siswa. - Guru memberitahukan materi dan menyampaikan tujuan pembelajaran. - Guru memberikan motivasi dan apersepsi. 	15'
Inti	Eksplorasi : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru membimbing siswa dalam 	65'

	<p>pembentukan kelompok.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru membagi kelas menjadi 8 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 4-5 orang peserta didik. ➤ Guru memberikan sedikit penjelasan tentang pelaksanaan diskusi. ➤ Menjelaskan materi tentang torsi dan momen inersia ➤ Secara berkelompok, siswa mendiskusikan tentang dinamika rotasi. ➤ Memberikan <i>worksheet</i> pada masing-masing siswa ➤ Mengarahkan proses penyelidikan siswa dengan mengerjakan latihan dalam <i>worksheet</i> <p>Elaborasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Di dalam kelompok, siswa mengerjakan tugas yang diberikan oleh guru secara individu. ➤ Kemudian hasil pekerjaan siswa dikumpulkan untuk dikoreksi oleh observer. ➤ Setelah dikoreksi hasil dikembalikan kepada siswa. ➤ Jika di dalam satu kelompok masih ada yang salah, maka berdiskusi dengan anggota kelompok yang sudah benar. ➤ Apabila sampai 3x siswa masih salah dalam 	
--	--	--

	<p>mengerjakan, guru menjelaskan secara rinci di depan kelas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Setelah semua siswa bisa menjawab dengan benar. ➤ Maka lanjut ke persoalan dengan level yang lebih tinggi. ➤ Begitupun seterusnya. <p>Konfirmasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru memberi tugas rumah berupa latihan soal dari buku pegangan siswa. 	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing siswa untuk membuat kesimpulan mengenai dinamika rotasi. • Guru menutup pelajaran dan memberitahukan materi untuk pembelajaran selanjutnya. 	10'

H. Alat dan Media Pembelajaran

- Papan tulis, whiteboard, spidol
- Lembar tugas siswa

I. Alat Penilaian

- **Aspek yang dinilai** :
 - a) Kognitif : kuis (terlampir)
 - b) Aktivitas siswa : lembar observasi (terlampir)
- **Jenis tagihan** : tugas kelompok dan tugas individu
- **Bentuk tagihan** : tertulis

J. Sumber Belajar

- Purwoko dan Fendi. 2009. Fisika 2 SMA Kelas XI. Jakarta: Yudhistira.

- Tim Fisika. 2008. Fisika 2 untuk Kelas XI Semester 2 SMA/MA. Kudus: Multi Grafika.
- Buku Fisika SMA/MA untuk Kelas XI (BSE)
- Internet
-

Semarang, Febuari 2015

Mengetahui,

Guru Mata Pelajaran

Peneliti

Sri Indihartati, M. Pd

Zuniar Musrifin

NIP. 196401261986012002

NIM. 4201410034

Lampiran 8

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)

Satuan Pendidikan	: SMA Negeri 2 Ungaran
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas / Program / Semester	: XI / IPA / 2
Pertemuan Ke	: 2
Materi Pokok	: Dinamika Rotasi
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit
KKM	: 75

A. Standar Kompetensi

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

B. Kompetensi Dasar

- 2.1 Menformulasikan hubungan antara konsep torsi, momentum sudut, dan momen inersia, berdasarkan hukum II Newton serta penerapannya dalam masalah benda tegar

C. Indikator

1. Mengungkap analogi hukum II Newton tentang gerak translasi dan gerak rotasi.

D. Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menunjukkan momen gaya atau torsi.

2. Siswa dapat menjelaskan pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi.
3. Siswa dapat menunjukkan pengaruh momen kelembaman terhadap gerak rotasi.
4. Siswa dapat merumuskan momen inersia pada berbagai bentuk benda tegar.

E. Materi Ajar

- Penerapan momen gaya dan momen inersia

F. Pendekatan Metode / Model Pembelajaran

- **Model** :
 - *Kumon Method*
- **Metode** :
 - Tanya jawab
 - Diskusi
 - Pemberian tugas

G. Kegiatan Pembelajaran

	Kegiatan Belajar Mengajar	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dan mengkondisikan siswa. - Guru memberitahukan materi dan menyampaikan tujuan pembelajaran. - Guru memberikan motivasi dan apersepsi. 	15'
Inti	<p>Eksplorasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru membimbing siswa dalam pembentukan kelompok. ➤ Guru membagi kelas menjadi 8 kelompok 	65'

	<p>dengan masing-masing kelompok terdiri dari 4-5 orang peserta didik.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru memberikan sedikit penjelasan tentang pelaksanaan diskusi. ➤ Menjelaskan materi tentang menganalisis masalah dinamika rotasi benda tegar dan pemecahan masalah dinamika rotasi dengan hukum kekekalan energi ➤ Secara berkelompok, siswa mendiskusikan tentang dinamika rotasi. ➤ Memberikan <i>worksheet</i> pada masing-masing siswa ➤ Mengarahkan proses penyelidikan siswa dengan mengerjakan latihan dalam <i>worksheet</i> <p>Elaborasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Di dalam kelompok, siswa mengerjakan tugas yang diberikan oleh guru secara individu. ➤ Kemudian hasil pekerjaan siswa dikumpulkan untuk dikoreksi oleh observer. ➤ Setelah dikoreksi hasil dikembalikan kepada siswa. ➤ Jika di dalam satu kelompok masih ada yang salah, maka berdiskusi dengan anggota kelompok yang sudah benar. ➤ Apabila sampai 3x siswa masih salah dalam mengerjakan, guru menjelaskan secara rinci 	
--	---	--

	<p>di depan kelas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Setelah semua siswa bisa menjawab dengan benar. ➤ Maka lanjut ke persoalan dengan level yang lebih tinggi. ➤ Begitupun seterusnya. <p>Konfirmasi :</p> <p>Guru memberi tugas rumah berupa latihan soal dari buku pegangan siswa.</p>	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing siswa untuk membuat kesimpulan mengenai dinamika rotasi. • Guru menutup pelajaran dan memberitahukan materi untuk pembelajaran selanjutnya. 	10'

H. Alat dan Media Pembelajaran

- Papan tulis, whiteboard, spidol
- Lembar tugas siswa

I. Alat Penilaian

- **Aspek yang dinilai** :
 - a) Kognitif : kuis (terlampir)
 - b) Aktivitas siswa : lembar observasi (terlampir)
- **Jenis tagihan** : tugas individu
- **Bentuk tagihan** : tertulis

J. Sumber Belajar

- Purwoko dan Fendi. 2009. Fisika 2 SMA Kelas XI. Jakarta: Yudhistira.

- Tim Fisika. 2008. Fisika 2 untuk Kelas XI Semester 2 SMA/MA. Kudus: Multi Grafika.
- Buku Fisika SMA/MA untuk Kelas XI (BSE)
- Internet

Semarang, Febuari 2015

Mengetahui,

Guru Mata Pelajaran

Peneliti

Sri Indihartati, M. Pd

NIP. 196401261986012002

Zuniar Musrifin

NIM. 4201410034

Lampiran 9

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)

Satuan Pendidikan	: SMA Negeri 2 Ungaran
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas / Program / Semester	: XI / IPA / 2
Pertemuan Ke	: 3
Materi Pokok	: Dinamika Rotasi
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit
KKM	: 75

A. Standar Kompetensi

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

B. Kompetensi Dasar

- 2.1 Menformulasikan hubungan antara konsep torsi, momentum sudut, dan momen inersia, berdasarkan hukum II Newton serta penerapannya dalam masalah benda tegar

C. Indikator

1. Menganalisis dan memformulasikan energi kinetik pada gerak rotasi.
2. Menganalisis dan memformulasikan hukum kekekalan momentum.

3. Menerapkan hukum kekekalan momentum dalam berbagai keadaan yang berkaitan dengan gerak rotasi.

D. Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menunjukkan momen gaya atau torsi.
2. Siswa dapat menjelaskan pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi.
3. Siswa dapat menunjukkan pengaruh momen kelembaman terhadap gerak rotasi.
4. Siswa dapat merumuskan momen inersia pada berbagai bentuk benda tegar.

E. Materi Ajar

- Momen Gaya (Torsi)
- Momen Inersia (Momen Kelembaman)

F. Pendekatan Metode / Model Pembelajaran

- **Model** :
 - *Kumon Method*
- **Metode** :
 - Tanya jawab
 - Diskusi
 - Pemberian tugas

G. Kegiatan Pembelajaran

	Kegiatan Belajar Mengajar	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran dan mengkondisikan siswa. - Guru memberitahukan materi dan menyampaikan tujuan pembelajaran. - Guru memberikan motivasi dan apersepsi. 	15'

Inti	<p>Eksplorasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru membimbing siswa dalam pembentukan kelompok. ➤ Guru membagi kelas menjadi 8 kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 4-5 orang peserta didik. ➤ Guru memberikan sedikit penjelasan tentang pelaksanaan diskusi. ➤ Menjelaskan materi tentang hukum kekekalan momentum sudut ➤ Secara berkelompok, siswa mendiskusikan tentang dinamika rotasi. ➤ Memberikan <i>worksheet</i> pada masing-masing siswa ➤ Mengarahkan proses penyelidikan siswa dengan mengerjakan latihan dalam <i>worksheet</i> <p>Elaborasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Di dalam kelompok, siswa mengerjakan tugas yang diberikan oleh guru secara individu. ➤ Kemudian hasil pekerjaan siswa dikumpulkan untuk dikoreksi oleh observer. ➤ Setelah dikoreksi hasil dikembalikan kepada siswa. ➤ Jika di dalam satu kelompok masih ada yang salah, maka berdiskusi dengan anggota 	65'
-------------	--	-----

	<p>kelompok yang sudah benar.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Apabila sampai 3x siswa masih salah dalam mengerjakan, guru menjelaskan secara rinci di depan kelas. ➤ Setelah semua siswa bisa menjawab dengan benar. ➤ Maka lanjut ke persoalan dengan level yang lebih tinggi. ➤ Begitupun seterusnya. <p>Konfirmasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Guru memberi tugas rumah berupa latihan soal dari buku pegangan siswa. 	
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing siswa untuk membuat kesimpulan mengenai dinamika rotasi. • Guru menutup pelajaran dan memberitahukan materi untuk pembelajaran selanjutnya. 	10'

H. Alat dan Media Pembelajaran

- Papan tulis, whiteboard, spidol
- Lembar tugas siswa

I. Alat Penilaian

- **Aspek yang dinilai** :
 - a) Kognitif : kuis (terlampir)
 - b) Aktivitas siswa : lembar observasi (terlampir)
- **Jenis tagihan** : tugas kelompok dan tugas individu
- **Bentuk tagihan** : tertulis

J. Sumber Belajar

- Purwoko dan Fendi. 2009. Fisika 2 SMA Kelas XI. Jakarta: Yudhistira.
- Tim Fisika. 2008. Fisika 2 untuk Kelas XI Semester 2 SMA/MA. Kudus: Multi Grafika.
- Buku Fisika SMA/MA untuk Kelas XI (BSE)
- Internet

Semarang, Febuari 2015

Mengetahui,

Guru Mata Pelajaran

Peneliti

Sri Indihartati, M. Pd

NIP. 196401261986012002

Zuniar Musrifin

NIM. 4201410034

Lampiran 10

WORKSHEET

Nama :

Kelas :

Hari/ tanggal :

I. Kompetensi Dasar

2.1 Menformulasikan hubungan antara konsep torsi, momentum sudut, dan momen inersia, berdasarkan hukum II Newton serta penerapannya dalam masalah benda tegar

II. Indikator

1. Memformulasikan pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi benda tersebut.
2. Memformulasikan momen inersia untuk berbagai bentuk benda tegar

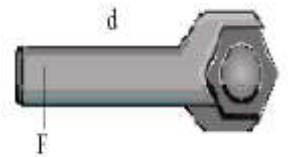
III. Ringkasan Materi

1. Momen Gaya

Momen gaya merupakan besaran yang dipengaruhi oleh gaya dan lengan. Lihat pada *Gambar*, untuk memutar baut diperlukan lengan d dan gaya F . Besar momen gaya *didefinisikan* sebagai hasil kali antara gaya yang bekerja dengan lengan yang saling tegak lurus. Bagaimana jika membutuhkan sudut tertentu? Besarnya dapat memenuhi persamaan berikut.

$$\tau = d \cdot F ; \text{ atau}$$

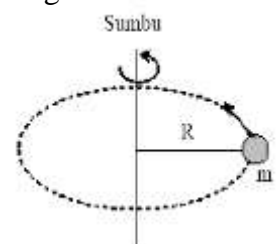
$$\tau = d F \sin \theta$$



2. Momen Inersia

Pada gerak rotasi ini, kalian dikenalkan besaran baru lagi yang dinamakan *momen inersia*. Inersia berarti lembam atau mempertahankan diri. Momen inersia berarti besaran yang nilainya tetap pada suatu gerak rotasi. Besaran ini analog dengan massa pada gerak translasi atau lurus.

Besarnya momen inersia sebuah partikel yang berotasi dengan jari-jari R seperti pada *Gambar* di samping didefinisikan sebagai hasil kali massa dengan kuadrat jari-jarinya. $I = m R^2$. Untuk sistem partikel atau benda tegar memenuhi hubungan



berikut.:

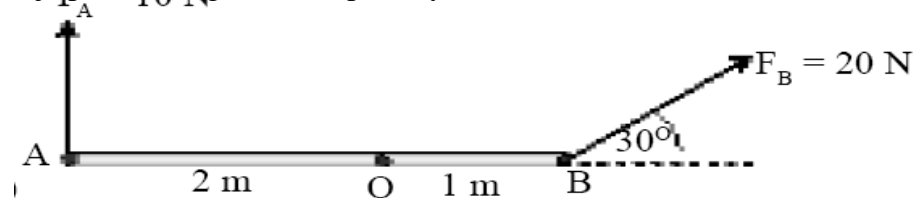
Sistem partikel : $I = \sum m R^2$

Benda tegar : $I = k m R^2$

k adalah nilai konstanta inersia yang besarnya tergantung pada suhu dan bentuk bendanya.

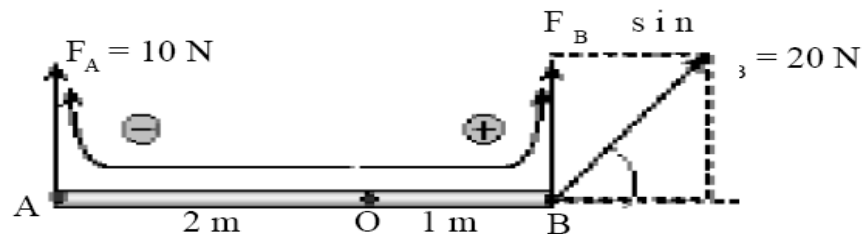
Contoh soal.

1. Batang AB bebas berputar di titik O seperti pada gambar di bawah ini. Panjang AB = 3 m, AO = 2 m dan OB = 1 m. Pada titik A bekerja gaya $F_A = 10$ N dan pada titik B bekerja gaya $F_B = 20$ N. Tentukan torsi yang bekerja pada batang dan arah putarnya.



Penyelesaian

Untuk menentukan torsi batang AB dapat digambarkan nilai t positif atau negatif dan gaya yang tegak lurus. Lihat Gambar di bawah ini.



Maka torsi di titik O memenuhi:

$$\tau_0 = (OA)F_A + \{- (OB)\} \cdot F_B \sin 30^\circ$$

$$= 2 \cdot 10 - 1 \cdot 20 = 0 \text{ Nm}$$

τ bernilai negatif berarti batang AB akan berotasi berlawanan jarum jam dengan poros di titik O.

2. Silinder pejal berjari-jari 8 cm dan massa 2 kg. Sedangkan bola pejal berjari-jari 5 cm dan massa 4 kg. Jika kedua benda tadi berotasi dengan poros melalui pusatnya maka tentukan perbandingan momen inersia silinder dan bola!

Penyelesaian

$$m_S = 2 \text{ kg}, R_S = 8 \text{ cm} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$m_B = 4 \text{ kg}, R_B = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Momen inersia silinder pejal :

$$I_S = m_S R_S^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (8 \cdot 10^{-2})^2 = 64 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$$

Momen inersia bola pejal :

$$I_B = m_B R_B^2$$

$$= \frac{2}{5} \cdot 4 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 = 40 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$$

Perbandingannya sebesar :

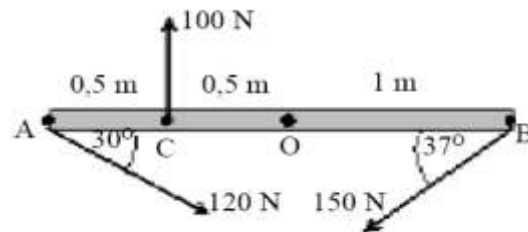
$$\frac{I_S}{I_B} = \frac{64 \cdot 10^{-4}}{40 \cdot 10^{-4}} = \frac{8}{5}$$

IV. Evaluasi

Kerjakan soal berikut mulai dari tingkat I sampai tingkat III

Tingkat I

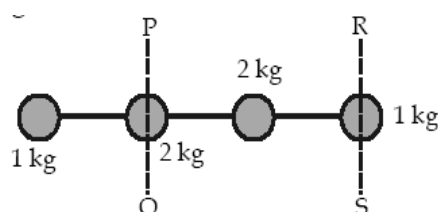
1. Batang AB yang panjangnya 2 m dipengaruhi tiga gaya seperti pada gambar. Tentukan torsi batang tersebut di titik O.



2. Roda tipis berjari-jari 30 cm dan massa 1 kg menggelinding bersama bola pejal berjari-jari 8 cm dan massa 15 kg. Tentukan perbandingan momen inersia bola dan roda.

Tingkat II

1. Sebuah jungkat-jungkit dengan panjang 3 meter, pada ujung-ujungnya dinaiki anak kecil. Ujung A dinaiki seorang anak dengan berat 25 kg yang berjarak 1,4 meter dari pusatnya. Ujung satunya dinaiki anak dengan berat 20 kg dan 15 kg dengan jarak 1 m dan 1,2 m dari pusat jungkat-jungkit. Hitunglah momen gaya total pada sumbu atau pusat jungkat-jungkit.
2. Empat partikel dihubungkan dengan batang kayu yang ringan dan massanya diabaikan seperti pada gambar berikut.

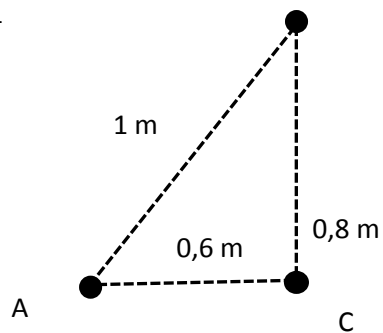


Jika jarak antarpartikel sama, yaitu 20 cm, berapakah momen inersia sistem partikel tersebut terhadap

- a. poros PQ;
- b. poros RS.

Tingkat III

1



Tiga buah titik massa seperti gambar di samping. Ketiga titik massa sebesar 10 gram terletak pada bagian ujung segitiga ABC. Hitunglah momen inersia benda, jika :

- Sumbu putar melalui A tegak lurus bidang gambar!
- sumbu putar melalui AC

Lampiran 11

WORKSHEET

Nama :

Kelas :

Hari/ tanggal :

V. Kompetensi Dasar

2.1 Menformulasikan hubungan antara konsep torsi, momentum sudut, dan momen inersia, berdasarkan hukum II Newton serta penerapannya dalam masalah benda tegar

VI. Indikator

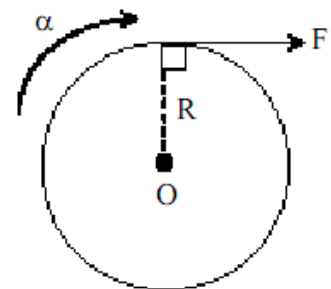
Mengungkap analogi hukum II Newton tentang gerak translasi dan gerak rotasi

VII. Ringkasan Materi

1. Gerak Rotasi

Kalian sudah belajar tentang keadaan benda yang memiliki resultan momen gaya nol, yaitu bendanya akan setimbang rotasi. Bagaimana jika resultan tidak nol? Jawabannya harus kalian hubungkan hukum II Newton. Pada hukum II Newton di kelas X, telah kalian pelajari untuk gerak translasi. Jika benda dipengaruhi gaya yang tidak nol maka benda itu akan mengalami percepatan. $\Sigma F = m a$.

Apabila hukum II Newton ini kalian terapkan pada gerak rotasi maka saat benda bekerja momen gaya yang tidak bekerja momen gaya yang tidak nol maka bendanya akan bergerak rotasi dipercepat. Perhatikan Gambar di samping!



Dari penjelasan di atas dapat dibuat simpulan hukum II Newton pada gerak translasi dan rotasi sebagai berikut.

Gerak translasi : $\Sigma F = m a$

Gerak rotasi : $\Sigma \tau = I \alpha$

a. Sistem benda

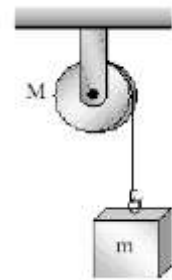
Sistem benda adalah gabungan beberapa benda yang mengalami gerak secara bersama-sama. Pada sistem benda bab ini dapat merupakan gabungan gerak translasi dan rotasi. Contohnya adalah sistem katrol dengan massa tidak diabaikan. Perhatikan contoh soal nomor 1!

b. Menggelinding

Kalian tentu sudah mengenal kata menggelinding, bahkan mungkin pernah jatuh dan menggelinding. Benda menggelinding adalah benda yang mengalami dua gerak langsung yaitu translasi dan rotasi. Contohnya seperti gerak roda sepeda, motor atau mobil yang berjalan. Selain berotasi roda juga bergerak translasi (lurus). Pada gerak yang menggelinding akan berlaku kedua syarat secara bersamaan dari persamaan di awal tadi. Coba cermati contoh no 2 berikut.!

Contoh soal

1. Pada sistem katrol di samping, hitunglah percepatan sistem katrol tersebut!



Penyelesaian :

Gerak Rotasi

$$\tau = d F \quad \tau = I \alpha$$

$$\tau = R \cdot T \quad \tau = \frac{1}{2} M \cdot R^2 \alpha$$

$$\tau = \tau$$

$$R \cdot T = \frac{1}{2} M \cdot R^2 \alpha$$

$$T = \frac{1}{2} M \cdot R \alpha$$

$$T = \frac{1}{2} M \cdot a$$

Gerak Translasi

$$\Sigma F = m a$$

$$W - T = m \cdot a$$

$$T = m \cdot g - m \cdot a$$

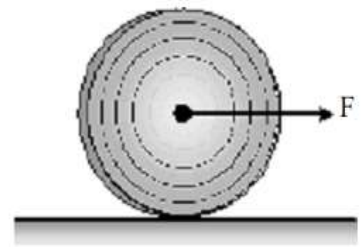
$$T = T$$

$$\frac{1}{2} M \cdot a = m \cdot g - m \cdot a$$

$$a (\frac{1}{2} M + m) = m \cdot g$$

$$a = \frac{m \cdot g}{(\frac{1}{2} M + m)}$$

2. Sebuah silinder pejal bermassa 2 kg dan jari-jari 20 cm berada di atas lantai datar. Silinder ditarik gaya $F = 12 \text{ N}$ melalui porosnya sehingga dapat menggelinding seperti pada Gambar di samping. Tentukan:
- percepatan silinder,
 - percepatan sudut silinder!



Penyelesaian :

a. Percepatan silinder

Perhatikan gaya-gaya yang bekerja pada silinder Gambar Silinder mengalami dua gerakan.

„ Rotasi:

$$\Sigma \tau = I \alpha$$

$$f \cdot R = \frac{1}{2} m R^2$$

$$f = \frac{1}{2} m \cdot a$$

„ Translasi:

$$\Sigma F = m a$$

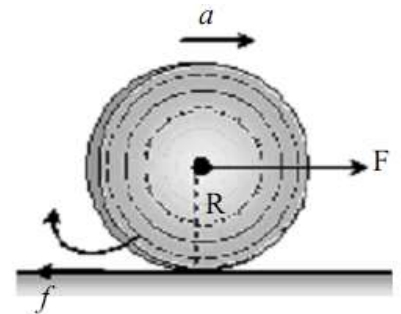
$$F - f = m a$$

$$12 - \frac{1}{2} m \cdot a = m \cdot a$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

b. Percepatan sudut silinder memenuhi:

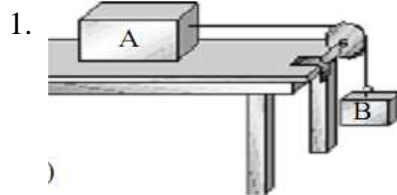
$$\alpha = a/R = 4/0,2 = 20 \text{ rad/s}^2$$



VIII. Evaluasi

Kerjakan soal berikut mulai dari tingkat I sampai tingkat III

Tingkat I

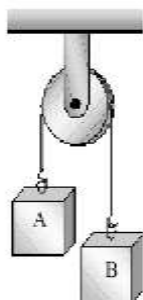


Balok A memiliki massa 2 kg dihubungkan dengan balok B yang bermassa 3 kg menggunakan tali yang melalui katrol dengan massa katrol 2 kg dan berjari-jari 10 cm, sehingga dapat menggantung seperti gambar di samping. Berapakah besar percepatan sudut katrol jika gaya gesek pada sistem tersebut diabaikan?

Tingkat II

1. Sebuah bola pejal menggelinding pada suatu lereng. Hitunglah berapa besar percepatan bola tersebut saat menuruni lereng jika lereng tersebut memiliki kemiringan sebesar 37° !

Tingkat III



Tentukanlah percepatan sistem katrol di samping!

Lampiran 12

WORKSHEET

Nama :

Kelas :

Hari/ tanggal :

I. Kompetensi Dasar

2.1 Menformulasikan hubungan antara konsep torsi, momentum sudut, dan momen inersia, berdasarkan hukum II Newton serta penerapannya dalam masalah benda tegar

II. Indikator

1. Menganalisis dan memformulasikan energi kinetik pada gerak rotasi.
2. Menganalisis dan memformulasikan hukum kekekalan momentum.
3. Menerapkan hukum kekekalan momentum dalam berbagai keadaan yang berkaitan dengan gerak rotasi.

III. Ringkasan Materi

1. Energi Gerak Rotasi

Sebuah benda yang bergerak rotasi juga memiliki energi kinetik dan dinamakan energi kinetik rotasi. Analog dengan energi kinetik translasi, energi kinetik rotasi dipengaruhi oleh besaran-besaran yang sama dengan massa yaitu I dan analog dengan kecepatan linier yaitu kecepatan anguler ω . Perhatikan persamaan berikut.

$$\text{Translasi} \quad : E_{kT} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{Rotasi} \quad : E_{kR} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\text{Menggelinding} : E_{kT\&T} = E_{kt} + E_{kR}$$

$$E_{kT\&T} = (1 + k) \frac{1}{2} m v^2$$

2. Momentum Sudut

Kalian sudah banyak mempelajari besaran-besaran yang analog antara besaran linier (gerak translasi) dengan besaran sudut (gerak rotasi). Analogi ini juga berlaku pada momentum. Pada gerak translasi benda memiliki momentum linier sedangkan pada gerak rotasi ada momentum sudut. Definisinya dapat dilihat pada persamaan berikut.

Linier : $p = m v$

Sudut : $L = I \omega$

3. Kekekakan Momentum Sudut

Momentum sudut memiliki hubungan dengan momen gaya. Masih ingat impuls dan momentum linier. Hubungan itu juga berlaku pada gerak rotasi. Hubungannya menjadi :

$$\tau \cdot \Delta t = \Delta L$$

$$\tau = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

Perumusan ini dapat memenuhi hubungan deferensial juga.

$$\tau = \frac{dL}{dt}$$

Masih ingat kekekalan momentum pada bab sebelum ini? Tentu masih ingat. Jika benda yang bergerak tidak bekerja gaya (impuls) maka momentumnya akan kekal. Konsep ini juga berlaku pada gerak rotasi. Perhatikan penjelasan berikut!

Jika pada benda yang berotasi tidak bekerja momen gaya ($\Sigma \tau = 0$) maka pada gerak benda itu akan terjadi kekekalan momentum sudut.

$$\tau = \frac{dL}{dt} = 0 \text{ berarti } L = \text{konstan, jadi berlaku :}$$

Lawal = Akhir

Contoh soal

1. Sebuah balok bermassa memiliki massa 600 gr dan jari-jari 5 cm. Bola tersebut menggelinding dengan kecepatan linier 10 m/s. Tentukan energi kinetik total bola tersebut!

Penyelesaian:

Momen inersia:

$$I = \frac{2}{3} m R^2$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 0,6 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2$$

$$= 10^{-3} \text{ kgm}^2$$

Kecepatan sudut:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{10}{0,05} = 200 \text{ rad/s}$$

Berarti energi mekanik totalnya sebesar:

$$\begin{aligned} E_{kToT} &= E_{kT} + E_{kR} \\ &= \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 10^2 + \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} (200)^2 = 50 \text{joule} \end{aligned}$$

Metode lain:

Energi kinetik benda menggelinding memenuhi:

$$\begin{aligned} E_{kToT} &= (1 + k) \frac{1}{2} m v^2 \\ &= (1 + 2/3) \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 10^2 = 50 \text{joule} \end{aligned}$$

2. Sebuah bola pejal bermassa 0,5 kg dan jari-jari 20 cm berotasi dengan kecepatan sudut 15 rad/s. Berapakah momentum sudut bola tersebut?

Penyelesaian:

Momentum sudut bola sebesar :

$$\begin{aligned} L &= I \omega \\ &= (2/5 mR^2) \cdot \omega \\ &= 2/5 \cdot 0,5 \cdot (0,2)^2 \cdot 15 \\ &= 0,12 \text{ kg m}^2/\text{s} \end{aligned}$$

IV. Evaluasi

Kerjakan soal berikut mulai dari tingkat I sampai tingkat III

Tingkat I

1. Silinder A bermassa 2 kg sedang berotasi dengan kecepatan sudut 60 rad/s. Kemudian ada silinder B yang berjari-jari sama dan massa 3 kg digabungkan pada silinder A dengan poros sama. Tentukan kecepatan sudut gabungan silinder tersebut!

Tingkat II

1. Sebuah komedi putar berputar dengan momen inersia 100 kg m^2 berputar dengan kecepatan angular 40 rad/s . tiba-tiba ada 4 orang anak yang naik ke pinggir komedi putar. Massa masing-masing anak 25 kg . hitung kecepatan putar komedi putar sekarang jika jari-jari komedi putar adalah 4 meter!

Lampiran 13

KUNCI JAWABAN WORKSHEET 1

Tingkat I

1. $\tau_0 = (\text{OA})F_A \sin 30^\circ + (\text{OB})F_B \sin 37^\circ + (\text{OC}) F_C$
 $\tau_0 = -60 + 90 + 50$
 $\tau_0 = 80 \text{ Nm}$
2. Momen inersia roda tipis :
 $I_S = m_R R_S^2$
 $= .1. (30 \cdot 10^{-2})^2 = 900 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$
 Momen inersia bola pejal :
 $I_B = m_B R_B^2$
 $= 2/5 \cdot 15. (8 \cdot 10^{-2})^2 = 48 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$
 Perbandingannya sebesar :

$$\frac{I_S}{I_B} = \frac{900 \cdot 10^{-4}}{48 \cdot 10^{-4}} = \frac{225}{12}$$

Tingkat II

1. $\tau_0 = -1,4 \cdot 25 + 1 \cdot 20 + 1,2 \cdot 15$
 $\tau_0 = -35 + 38$
 $\tau_0 = 3 \text{ Nm}$
2. a. $I_{PQ} = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + m_4 r_4^2$
 $I_{PQ} = 1 (0,2)^2 + 2 \cdot 0,2 + 2 (0,2)^2 + 1 (0,4)^2$
 $I_{PQ} = 0,28 \text{ kgm}^2$
 b. $I_{RS} = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + m_4 r_4^2$
 $I_{RS} = 1 (0,6)^2 + 2 \cdot (0,4)^2 + 2 (0,2)^2 + 1 (0)^2$
 $I_{RS} = 0,76 \text{ kgm}^2$

Tingkat III

1. $I = \sum m r^2$
 $I = m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2$
 $I = 0,1 (0,5)^2 + 0,2 (0,3)^2$
 $I = 0,057 \text{ kg m}^2$

Lampiran 15

KUNCI JAWABAN *WORKSHEET 2*

Tingkat I

a. Percepatan balok A dan B

Balok A : translasi

$$\Sigma F = m a$$

$$T_A = m_A a = 2 a$$

„ Balok B : translasi

$$\Sigma F = m a$$

$$30 - T_B = 3a$$

$$T_B = 30 - 3a$$

Katrol : berotasi

$$\Sigma \tau = I \alpha$$

$$(T_B - T_A) R = k m_k \cdot R^2 a/R$$

.

$$T_B - T_A = 1/2 \cdot 2 \cdot a$$

Substitusi T_A dan T_B dapat diperoleh:

$$(30 - 3a) - (2a) = a$$

$$30 = 6a \rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2$$

b. Percepatan sudut katrol sebesar:

$$\alpha = a/R$$

$$= 5/0,1 = 50 \text{ rad/s}^2$$

c. Tegangan talinya:

$$T_A = 2a = 2 \cdot 5 = 10 \text{ N}$$

$$T_B = 30 - 3a = 30 - 3 \cdot 5 = 15 \text{ N}$$

Tingkat II

$$\begin{aligned}\Sigma\tau &= I \alpha \\ f \cdot R &= \frac{2}{5} m R^2 \alpha \\ f &= \frac{2}{5} m \cdot a\end{aligned}$$

„ Translasi:

$$\begin{aligned}\Sigma F &= m a \\ W \sin \theta - f &= m a \\ W \sin \theta - \frac{2}{5} m \cdot a &= m a \\ m \cdot g \sin \theta &= m a + \frac{2}{5} m \cdot a \\ a &= \frac{5 g \sin \theta}{7}\end{aligned}$$

Tingkat III

$$\begin{aligned}\tau_B &= d F & \Sigma\tau &= I \alpha \\ T_B &= R \cdot T_B & \Sigma\tau &= \frac{1}{2} M \cdot R^2 \alpha \\ \tau_A &= d F \\ \tau_A &= R \cdot T_A\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma\tau &= \Sigma\tau \\ \tau_B - \tau_A &= \frac{1}{2} M \cdot R^2 \alpha \\ R \cdot T_B - R \cdot T_A &= \frac{1}{2} M \cdot R^2 \alpha \\ T_B - T_A &= \frac{1}{2} M \cdot a\end{aligned}$$

Tranlasi

$$\begin{aligned}\Sigma F &= m a & \Sigma F &= m a \\ W_B - T_B &= m \cdot a & T_A - W_A &= m \cdot a\end{aligned}$$

$$T_B = m_B \cdot a - m_B \cdot g$$

$$T_A = m_A \cdot g - m_A \cdot a$$

$$T_B - T_A = \frac{1}{2} M \cdot a$$

$$m_B \cdot a - m_B \cdot g - (m_A \cdot g - m_A \cdot a) = \frac{1}{2} M \cdot a$$

$$m_B \cdot g - m_A \cdot g = m_A \cdot a + m_B \cdot g + \frac{1}{2} M \cdot a$$

$$g(m_B - m_A) = a (m_A + m_B + \frac{1}{2} M)$$

$$a = \frac{g(m_B - m_A)}{(m_A + m_B + \frac{1}{2} M)}$$

Lampiran 15

KUNCI JAWABAN *WORKSHEET* 3

Tingkat I

1. Roda penggabungan silinder tersebut berlaku hukum kekekalan momentum sudut.

$$\begin{aligned}
 \text{Lawal} &= \text{Lakhir} \\
 IA \ vA + IB \ \omega B &= (IA + IB) \ \omega' \\
 \frac{1}{2} m_A R^2 \ \omega_A + \frac{1}{2} m_B R^2 \ \omega_B &= (\frac{1}{2} m_A R^2 + \frac{1}{2} m_B R^2) \ \omega' \\
 (\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 60) + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 0 &= (\frac{1}{2} \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 3) \ \omega' \\
 60 &= 2,5 \ \omega' \\
 \omega' &= 24 \text{ rad/s}
 \end{aligned}$$

Tingkat II

1.

$$\begin{aligned}
 \text{Lawal} &= \text{Lakhir} \\
 I. \ \omega &= (m R^2 + I) \ \omega' \\
 4000 &= 1700 \ \omega' \\
 \omega' &= 2,4 \text{ rad/s}
 \end{aligned}$$

Lampiran 16

Kisi-Kisi Soal Pretest dan Posttest Dinamika Rotasi

No	Indikator	Nomor Soal						Jumlah Soal
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	
1.	Memformulasikan pengaruh torsi pada sebuah benda dalam kaitannya dengan gerak rotasi benda tersebut.			1				
2.	Memformulasikan momen inersia untuk berbagai bentuk benda tegar		2					
3.	Mengungkap analogi hukum II Newton tentang gerak translasi dan gerak rotasi.				3			
4.	Menganalisis dan memformulasikan energi kinetic pada gerak rotasi.				4			
5.	Menganalisis dan memformulasikan hukum kekekalan momentum.					5		
6.	Menerapkan hukum kekekalan momentum dalam berbagai keadaan yang berkaitan dengan gerak rotasi.				3			

Lampiran 17

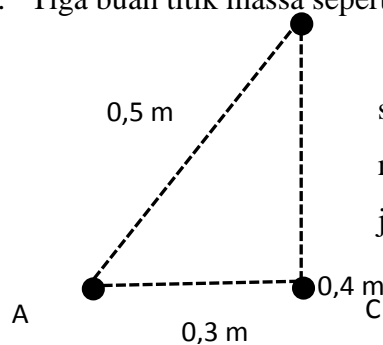
SOAL PRETEST/POSTTEST

Petunjuk:

- 1) Berdoalah sebelum mengerjakan soal
- 2) Isilah identitas anda dalam lembar jawaban yang tersedia
- 3) Periksalah dan bacalah soal dengan seksama sebelum anda menjawabnya
- 4) Jawablah pertanyaan dengan singkat dan jelas

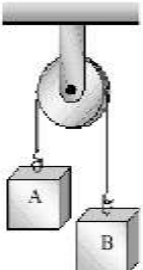
Kembalikanlah lembar soal dan lembar jawab pada pengawas

1. Tiga buah titik massa seperti gambar di samping.



Ketiga titik massa terletak pada bagian ujung segitiga ABC. Jika masing-masing titik memiliki massa sebesar 0,6, hitunglah momen inersia benda, jika :

- a. Sumbu putar melalui A tegak lurus bidang gambar!
 - b. Sumbu putar melalui BC!
2. Sebuah silinder pejal bermassa 2 kg dan jari-jari 20 cm berada di atas lantai datar. Silinder ditarik gaya sebesar 12 N melalui porosnya sehingga dapat menggelinding. Tentukanlah :
 - a. Percepatan silinder
 - b. Percepatan sudut silinder

3.  Pada sistem katrol diketahui $m_A = 2$ kg, $m_B = 4$ kg, dan massa katrol 4 kg. Jari-jari katrol 15 cm dan $g = 10$ m/s². Tentukanlah percepatan sistem dan tegangan talinya jika sistem seperti gambar di samping!

4. Sebuah roda dengan jari-jari 20 cm, dan bermassa 4,5 kg berputar dengan kecepatan sudut 50 rad/s. jika roda dianggap silinder tipis berongga.
Tentukanlah energy kinetic rotasi roda!
5. Sebuah komedi putar berputar dengan momen inersia 100 kg m^2 berputar dengan kecepatan anguler 40 rad/s. tiba-tiba ada 4 orang anak yang naik ke pinggir komedi putar. Massa masing-masing anak 25 kg. hitung kecepatan putar komedi putar sekarang jika jari-jari komedi putar adalah 4 meter!

Lampiran 18

$$\begin{aligned}
 1. \quad a. \quad \sum I_A &= m r^2 \\
 &= m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 \\
 &= 0,6 \cdot 0,3^2 + 0,6 \cdot 0,5^2 \\
 &= 0,054 + 0,15 \\
 &= 0,204 \text{ kgm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b. \quad \sum I_{BC} &= m r^2 \\
 &= 0,6 \cdot 0,3^2 \\
 &= 0,054 \text{ kgm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad a) \quad \sum \tau &= I \alpha \\
 f \cdot R &= \frac{1}{2} m R^2 \alpha \\
 f &= \frac{1}{2} m \cdot a
 \end{aligned}$$

$$\sum F = m a$$

$$F - f = m a$$

$$F - \frac{1}{2} m \cdot a = m a$$

$$F = \frac{3}{2} m a$$

$$a = \frac{2 F}{3 m}$$

$$a = \frac{2 \times 12}{3 \times 2}$$

$$a = 4 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}
 b) \quad a &= a/R \\
 &= 4/0,2 \\
 &= 20 \text{ rad/s}^2
 \end{aligned}$$

$$3. \quad a) \quad \tau_B = d F \qquad \sum \tau = I \alpha$$

$$T_B = R \cdot T_B \qquad \sum \tau = \frac{1}{2} M \cdot R^2 \alpha$$

$$\tau_A = d F$$

$$\tau_A = R \cdot T_A$$

$$\sum \tau = \sum \tau$$

$$\tau_B - \tau_A = \frac{1}{2} M \cdot R^2 \alpha$$

$$R \cdot T_B - R \cdot T_A = \frac{1}{2} M \cdot R^2 \alpha$$

$$T_B - T_A = \frac{1}{2} M \cdot a$$

Tranlasi

$$\Sigma F = m a$$

$$W_B - T_B = m \cdot a$$

$$T_B = m_B \cdot a - m_B \cdot g$$

$$T_B - T_A = \frac{1}{2} M \cdot a$$

$$\Sigma F = m a$$

$$T_A - W_A = m \cdot a$$

$$T_A = m_A \cdot g - m_A \cdot a$$

$$m_B \cdot a - m_B \cdot g - (m_A \cdot g - m_A \cdot a) = \frac{1}{2} M \cdot a$$

$$m_B \cdot g - m_A \cdot g = m_A \cdot a + m_B \cdot g + \frac{1}{2} M \cdot a$$

$$g(m_B - m_A) = a (m_A + m_B + \frac{1}{2} M)$$

$$a = \frac{g(m_B - m_A)}{(m_A + m_B + \frac{1}{2} M)}$$

$$a = \frac{10(4 - 2)}{(2 + 4 + 2)}$$

$$a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$\text{b) } T_A = m_A \cdot g - m_A \cdot a$$

$$= 2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 10$$

$$= 25 \text{ N}$$

$$T_B = m_B \cdot a - m_B \cdot g$$

$$= 4 \cdot 10 - 4 \cdot 2,5$$

$$= 30 \text{ N}$$

$$4. \text{ EK}_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$= \frac{1}{2} m R^2 50^2$$

$$= 225 \text{ J}$$

5.

$$\begin{aligned} L_{\text{awal}} &= L_{\text{akhir}} \\ I \cdot \omega &= (m R^2 + I) \omega' \\ 4000 &= 1700 \omega' \\ \omega' &= 2,4 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

Lampiran 19

Hasil *Pretest* dan *Posttest*

No	Kode	<i>Pre-test</i>
1	E - 2 - 01	30
2	E - 2 - 02	30
3	E - 2 - 03	54
4	E - 2 - 04	34
5	E - 2 - 05	16
6	E - 2 - 06	66
7	E - 2 - 07	42
8	E - 2 - 08	14
9	E - 2 - 09	14
10	E - 2 - 10	28
11	E - 2 - 11	46
12	E - 2 - 12	18
13	E - 2 - 13	14
14	E - 2 - 14	44
15	E - 2 - 15	32
16	E - 2 - 16	18
17	E - 2 - 17	34
18	E - 2 - 18	36
19	E - 2 - 19	32
20	E - 2 - 20	46
21	E - 2 - 21	34
22	E - 2 - 22	34
23	E - 2 - 23	18
24	E - 2 - 24	18
25	E - 2 - 25	14
26	E - 2 - 26	42
27	E - 2 - 27	30
28	E - 2 - 28	14
29	E - 2 - 29	46
30	E - 2 - 30	18
31	E - 2 - 31	66
32	E - 2 - 32	14
33	E - 2 - 33	18
34	E - 2 - 34	14

No	Kode	<i>Post-test</i>
1	E2 - 01	80
2	E2 - 02	86
3	E2 - 03	90
4	E2 - 04	74
5	E2 - 05	74
6	E2 - 06	92
7	E2 - 07	86
8	E2 - 08	82
9	E2 - 09	68
10	E2 - 10	80
11	E2 - 11	88
12	E2 - 12	86
13	E2 - 13	78
14	E2 - 14	82
15	E2 - 15	74
16	E2 - 16	74
17	E2 - 17	86
18	E2 - 18	76
19	E2 - 19	68
20	E2 - 20	76
21	E2 - 21	86
22	E2 - 22	84
23	E2 - 23	76
24	E2 - 24	66
25	E2 - 25	86
26	E2 - 26	88
27	E2 - 27	66
28	E2 - 28	86
29	E2 - 29	84
30	E2 - 30	78
31	E2 - 31	74
32	E2 - 32	82
33	E2 - 33	68
34	E2 - 34	68

Lampiran 20

UJI NORMALITAS *PRE-TEST*

Hipotesis :

H_o : data terdistribusi normal

H_a : data tidak terdistribusi normal

Uji Hipotesis :

Untuk menguji hipotesis tersebut digunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Kriteria :

H_o diterima jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$

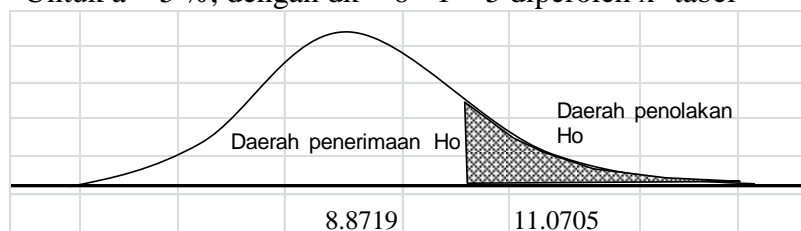
Pengujian hipotesis :

Nilai maksimal	= 66	Panjang kelas	= 8.7
Nilai minimal	= 14	Rata-rata (x)	= 31.13
Rentang	= 52	s	= 14.97
Banyak kelas	= 6	n	= 32

Kelas interval		Batas Kelas	Z untuk batas kelas	Peluang untuk Z	Luas kelas untuk Z	Ei	Oi	(Oi-Ei) ² / Ei
14.0 - 23.0	-	13.50	-1.18	0.38	0.19	5.9437	7.0	0.19
24.0 - 33.0	-	23.50	-0.51	0.19	0.26	8.25082	3.0	3.34
34.0 - 43.0	-	33.50	0.16	0.06	0.23	7.4496	8.0	0.04
44.0 - 53.0	-	43.50	0.83	0.30	0.14	4.37454	7.0	1.58
54.0 - 63.0	-	53.50	1.50	0.43	0.05	1.67005	3.0	1.06
64.0 - 72.50	-	63.50	2.16	0.48	0.02	0.66661	2.0	2.67
		72.50	1.80	0.46				
						χ^2		8.8719

Untuk a = 5 %, dengan dk = 6 - 1 = 5 diperoleh χ^2_{tabel} =

11.0705



Karena $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka data tersebut terdistribusi normal.

Lampiran 21

UJI NORMALITAS *POST-TEST*

Hipotesis :

H_o : data terdistribusi normal

H_a : data tidak terdistribusi normal

Uji Hipotesis :

Untuk menguji hipotesis tersebut digunakan rumus :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Kriteria :

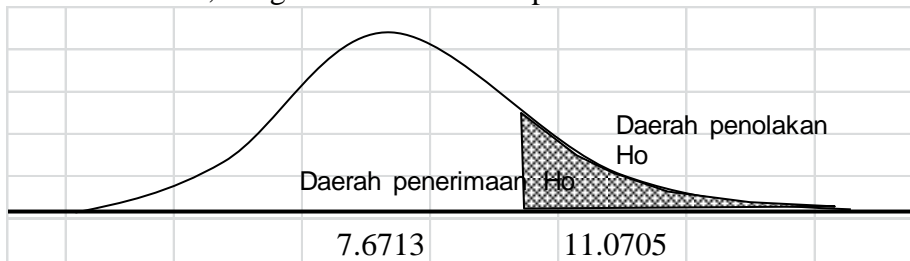
H_o diterima jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$

Pengujian hipotesis :

Nilai maksimal	= 92	Panjang kelas	= 4.3
Nilai minimal	= 66	Rata-rata (x)	= 79.18
Rentang	= 26	s	= 7.49
Banyak kelas	= 6	n	= 34

Kelas interval	Batas Kelas	Z untuk batas kelas	Peluang untuk Z	Luas kelas untuk Z	Ei	Oi	(O _i -E _i) ² / E _i
66.0 - 70.0	65.50	-1.83	0.47	0.09	3.038173	7.0	5.17
71.0 - 75.0	70.50	-1.16	0.38	0.19	6.407541	3.0	1.81
76.0 - 80.0	75.50	-0.49	0.19	0.26	8.789663	8.0	0.07
81.0 - 85.0	80.50	0.18	0.07	0.23	7.844296	7.0	0.09
86.0 - 90.0	85.50	0.84	0.30	0.13	4.554081	3.0	0.53
91.0 - 95.0	90.50	1.51	0.43	0.06	2.03736	2.0	0.00
	94.50	2.56	0.49				
					χ^2		7.6713

Untuk a = 5 %, dengan dk = 6 - 1 = 5 diperoleh $\chi^2_{tabel} = 11.0705$



Karena $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka data tersebut terdistribusi normal.

Lampiran 22

UJI KESAMAAN DUA VARIANS DATA ANTARA KELOMPOK POST-TEST DAN PRE-TEST

Hipotesis

$$\begin{aligned} H_0 &: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \\ H_a &: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \end{aligned}$$

Pengujian Hipotesis:

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus:

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}}$$

H_0 diterima apabila $F \leq F_{1/2\alpha (nb-1):(nk-1)}$

Dari data diperoleh:

Sumber variasi	post-test	pre-test
Jumlah	2692	1028
n	34	34
\bar{x}	79.18	30.24
Varians (s^2)	56.03	223.70
Standart deviasi (s)	7.49	14.96

Berdasarkan rumus di atas diperoleh:

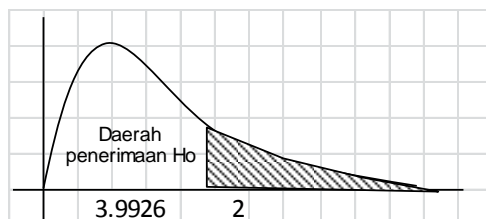
$$F = \frac{223.70}{56.03} = 3.9926$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan:

$$\text{dk pembilang} = nb - 1 = 34 - 1 = 33$$

$$\text{dk penyebut} = nk - 1 = 34 - 1 = 33$$

$$F_{(0.025)(29:29)} = 2$$



Karena F berada pada daerah penerimaan H_0 , maka dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok mempunyai varians yang tidak berbeda.

Lampiran 23

UJI PERBEDAAN DUA RATA-RATA DATA HASIL POST-TEST ANTARA KELAS EKSPERIMEN DAN KONTROL

Hipotesis

Ho: $\mu_1 \leq \mu_2$

Ha: $\mu_1 > \mu_2$

Uji Hipotesis

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

dengan

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Ho ditolak apabila $t > t_{(1-\alpha)(n_1+n_2-2)}$

Dari data diperoleh:

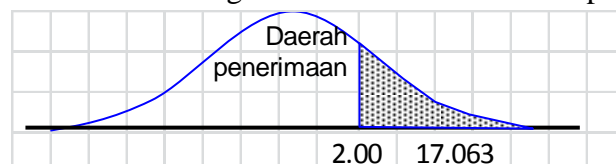
Sumber variasi	Kelompok Eksperimen	Kelompok Kontrol
Jumlah	2692	1028
n	34	34
\bar{x}	79.18	30.24
Varians (s^2)	56.0285	223.7005
Standart deviasi (s)	7.49	14.96

Berdasarkan rumus diatas diperoleh :

$$s = \sqrt{\frac{(34 - 1)56.03 + (34 - 1)223.70}{34 + 34 - 2}} = 11.8264$$

$$t = \frac{79.18 - 30.24}{11.8264 \sqrt{\frac{1}{34} + \frac{1}{34}}} = 17.063$$

Pada $\alpha = 5\%$ dengan $dk = 32 + 32 - 2 = 62$ diperoleh $t_{(0.95)(58)} = 2.00$



Karena t berada pada daerah penolakan H_0 , maka dapat disimpulkan bahwa post test lebih baik daripada pre-test

Lampiran 24

Uji Normalized Gain $\langle g \rangle$

RATA-RATA	KELOMPOK EKSPERIMEN
<i>PRE TEST</i>	31,13
<i>POST TEST</i>	79,18

Kriteria uji $\langle g \rangle$: $g > 0,7$ (tinggi)
: $0,3 < g < 0,7$ (sedang)
: $g < 0,3$ (rendah)

Kelompok Eksperimen

$$\begin{aligned} \langle g \rangle &= \frac{\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle}{100\% - \langle S_{pre} \rangle} \\ &= \frac{79,18 - 31,13}{100 - 31,13} \\ \langle g \rangle &= 0,70 \text{ (tinggi)} \end{aligned}$$

Lampiran 25

KRITERIA PENSKORAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Skor	Keterangan
1.	Mengamati	Dapat menuliskan variable-variabel yang diamati dengan benar.	2	Memenuhi indikator dengan lengkap
			1	Memenuhi indikator, namun hanya sebagian variable
			0	Sama sekali tidak memenuhi indikator
2.	Mengukur	Dapat mengubah besar atau nilai dari suatu besaran ke dalam satuan perubahan standar tertentu	2	Memenuhi indikator dengan lengkap
			1	Memenuhi indikator, namun hanya sebagian besaran atau nilai
			0	Sama sekali tidak memenuhi indikator
3.	Menganalisis	1. Dapat menghubungkan variable dengan benar. 2. Dapat menyelesaikan soal dengan benar	4	Memenuhi kedua indikator dengan benar .
			3	Mencoba memenuhi kedua indikator, namun hanya benar sebagian.
			2	Hanya memenuhi satu indikator.
			1	Mencoba memenuhi salah satu indikator, namun hanya benar sebagian.
			0	Sama sekali tidak memenuhi indikator
4.	Mengevaluasi	Dapat memberikan suatu kesimpulan dengan benar	2	Memenuhi indikator dengan lengkap Memenuhi indikator, namun hanya sebagian

		dan memberikan jawaban dengan baik	1 0	variable Sama sekali tidak memenuhi indicator
--	--	------------------------------------	--------	--

Nilai yang diperoleh adalah: $N = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$

Kriteria penilaian : Kategori sangat kritis : $81,25 < N \leq 100$

Kategori kritis : $62,5 < N \leq 81,25$

Kategori kurang kritis : $43,75 < N \leq 62,5$

Kategori sangat kurang kritis : $25 < N \leq 43,75$

Lampiran 26

Interval Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis

Langkah-langkah :

Skor maksimal	: 100%
Skor minimal	: 25%
Range	: 75%
Banyak interval	: 4
Lebar interval	: 18,75%

Deskripsi kualitatif untuk setiap interval :

Nilai	Kriteria
$81,25\% \leq N < 100\%$	Sangat kritis
$62,5\% \leq N < 81,25\%$	Kritis
$43,75\% \leq N < 62,5\%$	Cukup kritis
$25\% \leq N < 43,75\%$	Kurang kritis

Lampiran 27

ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PRE-TEST

No.	Kode	Nomor Soal																				Skor	Nilai					
		1				2				3				4				5										
		A	B	C	D	total	A	B	C	D	total	A	B	C	D	total	A	B	C	D	total	A	B	C	D	total		
1	E-01	2	2	1	0	5	2	1	1	0	2	0	0	0	0	0	2	2	2	0	6	0	0	0	0	0	13	26
2	E-02	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	2	2	2	0	6	0	0	0	0	0	15	30
3	E-03	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	1	1	3	0	5	2	2	3	1	8	2	2	1	0	5	27	54
4	E-04	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	2	2	3	1	8	0	0	0	0	0	17	34
5	E-05	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
6	E-06	2	2	4	2	10	2	1	1	0	4	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	0	0	0	0	0	30	60
7	E-07	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	2	2	3	0	7	2	2	1	0	5	21	42
8	E-08	2	2	1	0	5	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7	14
9	E-09	2	2	1	0	5	2	0	0	0	2	2	2	0	0	2	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	23	46
10	E-10	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	1	0	0	0	1	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	14	28
11	E-11	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	2	2	2	0	6	2	2	3	0	7	1	0	0	0	1	23	46
12	E-12	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
13	E-13	2	2	1	0	5	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14
14	E-14	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	2	2	1	0	5	2	2	3	0	7	1	0	0	0	1	22	44
15	E-15	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	2	2	3	0	7	1	0	0	0	1	17	34
16	E-16	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
17	E-17	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	1	0	0	0	1	2	2	3	0	7	0	0	0	0	0	17	34
18	E-18	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	1	0	0	0	1	2	2	3	0	7	1	0	0	0	1	18	36
19	E-19	2	2	1	0	5	2	1	0	0	3	1	0	0	0	1	2	2	1	0	5	1	0	0	0	1	15	30
20	E-20	2	2	4	2	10	2	1	1	0	4	1	0	0	0	1	2	2	3	1	8	0	0	0	0	0	23	46
21	E-21	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	1	0	0	0	1	2	2	3	0	7	0	0	0	0	0	17	34
22	E-22	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	2	2	3	1	8	0	0	0	0	0	17	34
23	E-23	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
24	E-24	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
25	E-25	2	2	1	0	5	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14
26	E-26	2	2	4	2	10	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	2	2	3	0	7	0	0	0	0	0	21	42
27	E-27	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	15	30
28	E-28	2	2	1	0	5	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14
29	E-29	0	0	0	0	10	2	1	1	0	4	1	0	0	0	1	2	2	3	0	7	1	0	0	0	1	23	46
30	E-30	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
31	E-31	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	2	2	3	0	7	2	2	3	1	8	2	1	1	0	4	28	56
32	E-32	0	0	0	0	0	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
33	E-33	2	2	1	0	5	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18
34	E-34	2	2	1	0	5	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14
	Jumlah	64	64	41	6	185	68	28	27	0	121	18	9	12	1	40	40	39	55	8	148	16	7	3	0	24	518	1036
	rata-rata	1.9	1.9	1.2	0	5.4	2	1	0.8	0	3.6	1	0.3	0.4	0	1.2	1.2	1.1	1.6	0.2	4.4	0.5	0.2	0.1	0	0.7	15.24	30.47
	persentase	94	94	30	9	54	100	41	20	0	36	26	13	8.8	1.5	12	59	57	40	12	44	24	10	2.2	0	7.1	30.47	30.47
	jumlah					206					147					138					15							
	rata-ra					41.20					29.40					27.60					3.00							
	%					60.59					43.24					20.29					4.41							
						mengamati					mengukur					menganalisis					mengevaluasi							

Keterangan:

A = mengamati

B = mengukur

C = menganalisis

D = mengevaluasi

Lampiran 28

ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS POST-TEST

No.	Kode	Nomor Soal																				Skor	Nilai					
		1					2					3					4							5				
		A	B	C	D	total	A	B	C	D	total	A	B	C	D	total	A	B	C	D	total	A	B	C	D	total		
1	E-01	2	2	4	2	10	2	2	2	1	7	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	1	2	0	5	40	80
2	E-02	2	2	4	2	10	2	2	2	1	7	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	43	86
3	E-03	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	2	2	3	0	7	45	90
4	E-04	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	2	2	4	2	10	2	1	2	0	5	37	74
5	E-05	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	2	2	4	2	10	2	1	2	0	5	37	74
6	E-06	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	46	92
7	E-07	2	2	4	2	10	2	2	2	1	7	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	43	86
8	E-08	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	4	1	9	2	2	3	1	8	41	82
9	E-09	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	0	0	0	2	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	34	68
10	E-10	2	2	4	2	10	2	2	2	1	7	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	1	2	0	5	40	80
11	E-11	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	44	88
12	E-12	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	4	1	9	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	45	90
13	E-13	2	2	3	1	8	2	2	2	1	7	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	1	3	0	6	39	78
14	E-14	2	2	3	1	8	2	2	2	1	7	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	41	82
15	E-15	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	2	2	4	2	10	2	1	2	0	5	37	74
16	E-16	2	2	4	2	10	2	2	2	1	7	2	2	1	0	5	2	2	4	2	10	2	1	2	0	5	37	74
17	E-17	2	2	4	2	10	2	2	2	1	7	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	43	86
18	E-18	2	2	3	1	8	2	2	2	1	7	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	2	1	0	0	3	38	76
19	E-19	2	2	4	2	10	2	1	2	0	5	2	2	0	0	4	2	2	3	1	8	2	2	2	1	7	34	68
20	E-20	2	2	2	1	7	2	2	2	1	7	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	38	76
21	E-21	2	2	3	1	8	2	2	2	1	7	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	43	86
22	E-22	2	2	4	2	10	2	2	2	1	7	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	2	1	7	42	84
23	E-23	2	2	2	1	7	2	2	2	1	7	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	38	76
24	E-24	2	2	2	1	7	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	35	70
25	E-25	2	2	4	2	10	2	2	2	1	7	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	43	86
26	E-26	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	44	88
27	E-27	2	2	4	2	10	2	0	0	0	2	2	2	2	1	7	2	2	4	2	10	2	2	0	0	4	33	66
28	E-28	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	4	1	9	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	43	86
29	E-29	2	2	4	2	10	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	42	84
30	E-30	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	2	1	1	0	4	2	2	4	2	10	2	1	2	0	5	39	78
31	E-31	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	2	1	3	1	7	1	2	3	1	7	2	1	0	0	3	37	74
32	E-32	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	0	2	4	1	7	41	82
33	E-33	2	2	3	1	8	2	2	4	2	10	1	1	1	0	3	2	2	4	2	10	1	1	1	0	3	34	68
34	E-34	2	2	4	2	10	2	2	4	2	10	2	1	1	0	4	1	2	3	1	7	1	1	1	0	3	34	68
	Jumlah	68	68	117	52	305	68	65	93	41	267	67	62	83	30	242	66	68	132	63	329	64	56	70	17	207	1350	2700
	rata-rata	2	2	3.4	2	9	2	2	2.7	1.2	7.9	2	1.8	2.4	0.9	7.1	1.9	2	3.9	1.9	9.7	1.9	1.6	2.1	0.5	6.1	39.71	79.41
	persentase	100	100	86	76	90	100	96	68	60	79	99	91	61	44	71	97	100	97	93	97	94	82	51	25	61	79.41	79.41
Variabel	jumlah	333					319					495					203											
	rata-rata	66.60					63.80					99.00					40.60											
	%	97.94					93.82					72.79					59.71											
		mengamati					mengukur					menganalisis					mengevaluasi											

Keterangan:

A = mengamati

B = mengukur

C = menganalisis

D = mengevaluasi

Lampiran 29

