

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN *MULTIPLE CHOICE TEST*
MODEL PISA MATERI DINAMIKA ROTASI UNTUK
MENGETAHUI LITERASI SAINS PESERTA DIDIK KELAS XI
MA NU 03 SUNAN KATONG**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh:

MUFIDATUL MUNAWAROH

NIM : 1708066032

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**

SEMARANG

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Mufidatul Munawaroh

NIM : 1708066032

Prodi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN *MULTIPLE CHOICE TEST*
MODEL PISA MATERI DINAMIKA ROTASI UNTUK
MENGETAHUI LITERASI SAINS PESERTA DIDIK KELAS XI
MA NU 03 SUNAN KATONG**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian / karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 08 Juli 2022

Pembuat Pernyataan,



Mufidatul Munawaroh

NIM: 1708066032



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA
Materi Dinamika Rotasi untuk Mengetahui Literasi Sains
Peserta Didik Kelas XI MA NU 03 Sunan Katong

Penulis : Mufidatul Munawaroh
NIM : 1708066032
Program Studi : Pendidikan Fisika

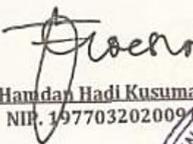
Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan
Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

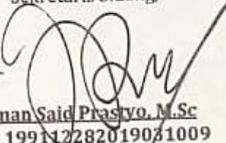
Semarang, 25 Agustus 2022

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Sekretaris Sidang,

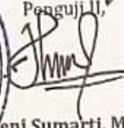

Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc.
NIP. 197703202009121002


Irman Said Prasetyo, M.Sc.
NIP. 199112282019031009

Penguji I,

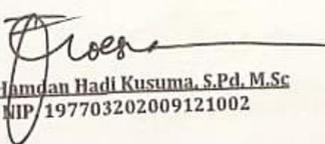
Penguji II,


Istikomah, M.Sc.
NIP. 1990112620190320215


Feni Sumarti, M.Si
NIP. 198710112019032009

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc.
NIP. 197703202009121002


Hartono, M.Sc.
NIP. 199009242019031006

NOTA DINAS

Semarang, 08 Juli 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Instrumen *Multiple Choice Test Model*
PISA Materi Dinamika Rotasi untuk Mengetahui
Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MA NU 03 Sunan
Katong

Nama : Mufidatul Munawaroh

NIM : 1708066032

Prodi : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I,



Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M. Sc.
NIP. 197703202009121002

NOTA DINAS

Semarang, 08 Juli 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Instrumen *Multiple Choice Test Model*
PISA Materi Dinamika Rotasi untuk Mengetahui
Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MA NU 03 Sunan
Katong

Nama : Mufidatul Munawaroh

NIM : 1708066032

Prodi : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II,



Hartono, M.Sc

NIP. 199009242019031006

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen *multiple choice test* model PISA (*Programme for International Student Assessment*), yang digunakan untuk mengetahui kemampuan literasi sains peserta didik kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong pada materi dinamika rotasi. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan atau *R&D (Research and Development)* dengan menggunakan model pengembangan dari *Borg and Gall*. Sampel yang digunakan dalam penelitian sebanyak 40 peserta didik dengan menggunakan teknik *Purposive Sampling*. Hasil instrumen dilakukan validasi ahli dan dianalisis validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran. Hasil produk yang dikembangkan berupa instrumen *multiple choice test* model PISA yang terdiri dari 16 butir soal dengan 4 opsi jawaban. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa kualitas produk instrumen memiliki kriteria sangat baik dengan persentase 88,6% dari validator ahli. Hasil analisis data secara keseluruhan menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong berada pada kategori cukup dengan persentase 64,53%. Kemampuan literasi sains peserta didik kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong masih berada pada tahap mampu menjelaskan fenomena secara ilmiah.

Kata Kunci: Pengembangan, Instrumen, Literasi Sains, *Programme for International Student Assessment (PISA)*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah, segala puji hanya milik Allah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan kasih sayang *Rahman Rahim*-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi berjudul “Pengembangan Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA Materi Dinamika Rotasi untuk Mengetahui Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MA NU 03 Sunan Katong” dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Pemungkas Kenabian, Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa umatnya pada cahaya kebenaran dan ilmu pengetahuan.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masing banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan sebab keterbatasan penulis. Karenanya kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa terbuka bagi siapa saja untuk disampaikan kepada penulis. Penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa ada bantuan, bimbingan maupun dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan Terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

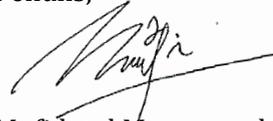
1. Rektor UIN Walisongo Semarang, Bapak Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M. Ag.
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, Bapak Dr. H. Ismail, M. Ag.
3. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang, Bapak Dr. Joko Budi Poernomo, M. Pd.
4. Dosen Pembimbing I, Bapak Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M. Sc., yang telah memberikan bimbingan, motivasi, kritik dan saran selama penelitian dan penyelesaian skripsi
5. Dosen Pembimbing II, Bapak Hartono, M. Sc yang telah memberikan bimbingan, motivasi, kritik dan saran selama penelitian penyelesaian skripsi
6. Dosen wali, Bapak Muhammad Izzatul Faqih, M. Pd., yang telah memberikan arahan, bimbingan dan motivasi selama studi di UIN Walisongo Semarang
7. Dosen Penguji, Bapak Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc., Bapak Irman Said Prastyo, M.Sc., Ibu Istikomah, M.Sc., Ibu Heni Sumarti, M.Si., yang telah menguji dan memberikan arahan demi perbaikan skripsi penulis,
8. Kepala Sekolah MA NU 03 Sunan Katong, Ibu Hj. Nur Izatul M, S. Ag., yang telah memberikan ijin penelitian
9. Guru Mapel Fisika, Ibu Nur Ulfah Citra Devi, S. Pd., yang telah memberikan bantuan, arahan dan dukungan dalam pengambilan data dalam penelitian ini

10. Kedua orang tua penulis, Bapak M. Badirin dan Ibu Tongimah, atas dukungan dan doa yang tiada henti-hentinya untuk penulis. Mas Syamsul, Mba Siti, Mba Yani atas dukungan fisik maupun materi dan doa untuk penulis. Segenap keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis
11. Mbah KH. Sahal Adzkiya beserta keluarga *ndalem* yang selalu memberikan dukungan moril dan materil kepada penulis
12. Segenap dosen UIN Walisongo Semarang yang telah membekali penulis ilmu pengetahuan selama studi hingga akhir penulisan skripsi.
13. Segenap sivitas akademika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah membantu penulis dalam administrasi dan perizinan selama penelitian dan skripsi
14. Teman-teman mahasiswa Pendidikan Fisika angkatan 2017 khususnya kelas PF A, laboran dan teman-teman asisten laboratorium fisika 2018-2021, teman-teman pengurus Asrama Muslimat NU, keluarga besar *Tarbiyah Librarian Club (TLC)* UIN Walisongo Semarang, keluarga besar Asrama Muslimat NU, yang telah menemani dan memberikan pengalaman kepada penulis selama berproses di Semarang

15. Keluarga besar MA Raudlatul Huda Adipala tempat penulis menerapkan ilmu yang diperoleh, atas segala doa dan dukungan
16. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis tidak bisa memberikan balasan apapun selain ucapan terimakasih teriring doa semoga Allah memberikan balasan dengan sebaik-baiknya balasan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan menambah khasanah keilmuan. Aamiin.

Semarang, 08 Juli 2022
Penulis,



Mufidatul Munawaroh
NIM. 1708066032

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Rumusan Masalah	8
D. Pembatasan Pengembangan	9
E. Tujuan Pengembangan	9
F. Manfaat Pengembangan	10
G. Asumsi Pengembangan	11
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA	13
A. Kajian Teori	13
1. Instrumen	13
2. Tes	14

3. PISA.....	16
4. Karakteristik Instrumen Model PISA	18
5. Literasi Sains	20
6. Tinjauan Materi Dinamika Rotasi	23
B. Kajian Penelitian yang Relevan	42
C. Kerangka Berpikir.....	44
BAB III METODE PENELITIAN	47
A. Model Pengembangan.....	47
B. Prosedur Pengembangan	48
C. Desain Uji Coba Produk.....	51
1. Desain Uji Coba	51
2. Subjek Uji Coba.....	52
D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	53
E. Teknik Analisis Data	54
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	66
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	66
1. Pengembangan Instrumen	66
2. Validasi Instrumen	69
B. Hasil Uji Coba Produk.....	75
C. Revisi Produk	77
D. Kajian Produk Akhir	80
1. Hasil Penelitian	80
2. Pembahasan	80
E. Keterbatasan Penelitian.....	88
BAB V PENUTUP	90

A. Kesimpulan	90
B. Saran.....	91
C. Implikasi.....	91
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	100
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	192

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kompetensi Sainifik dalam Literasi Sains	24
Tabel 2.2	Momen Inersia Sejumlah Benda	34
Tabel 2.3	Perbandingan Besaran pada Gerak Translasi dan Gerak Rotasi	36
Tabel 2.4	Titik Berat Benda	42
Tabel 3.1	Kriteria Instrumen	56
Tabel 3.2	Kriteria Daya Beda Soal <i>Multiple Choice Test</i>	59
Tabel 3.3	Kriteria Tingkat Kesukaran Soal	60
Tabel 3.4	Kategori Angket Respon Peserta Didik	63
Tabel 3.5	Tingkat Kemampuan Literasi Sains	65
Tabel 4.1	Hasil Kemampuan Literasi Sains Melalui Analisis Jawaban Peserta Didik	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tren Kemampuan Membaca, Matematika, dan Sains Indonesia	19
Gambar 2.2	Gaya yang Bekerja pada Benda Diubah-Ubah Tetapi Semua Besaran Lain Sama	25
Gambar 2.3	Jarak dari Poros ke Tempat Gaya Bekerja Diubah-Ubah dan Semua Besaran Lain Tetap Sama	26
Gambar 2.4	Sudut Antara Gaya dan Arah Gaya dari Poros Ke Gaya Diubah-Ubah dan Semua Besaran Lain Sama	27
Gambar 2.5	Benda Titik Bermassa m ditempatkan di Ujung Batang Tak Bermassa dengan Salah Satu Ujung Tongkat Menjadi Sumbu Putar. Benda Bermassa m Dapat Berputar Bebas terhadap Sumbu Putar	29
Gambar 2.6	Sistem Partikel yang Terdiri dari Sejumlah Partikel dengan Massa yang Berbeda dan Jarak dari Poros yang Berbeda.	31
Gambar 2.7	Sebuah Batang Bermassa m Dibagi Menjadi Bagian-Bagian Kecil Bermassa dm dengan Panjang dl .	32

Gambar 2.8	Momentum Sudut Sebuah Partikel yang Bergerak dalam Sebuah Lingkaran	35
Gambar 2.9	Contoh Keseimbangan Stabil	38
Gambar 2.10	Contoh Keseimbangan Tak Stabil	38
Gambar 2.11	Contoh Keseimbangan Netral	39
Gambar 2.12	Sistem Partikel yang Terdiri dari Dua Massa Dimana $m_1=m_2$	40
Gambar 2.13	Kerangka Berpikir dalam Penelitian	46
Gambar 3.1	Langkah Penelitian	47
Gambar 4.1	Contoh Stimulus Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA	68
Gambar 4.2	Tampilan Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA Di <i>Google Form</i>	70
Gambar 4.3	Hasil Validasi Ahli untuk Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA	72
Gambar 4.4	Stimulus Butir Soal Nomor 6 & 7 Sebelum Direvisi	73
Gambar 4.5	Stimulus Butir Soal Nomor 6 & 7 Sesudah Direvisi	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Kisi – Kisi Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model Pisa Materi Dinamika Rotasi	100
Lampiran 2	Kartu Soal Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model Pisa Materi Dinamika Rotasi	106
Lampiran 3	Draf Produk Akhir Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model Pisa Materi Dinamika Rotasi	130
Lampiran 4	Instrumen Angket Validasi Pengembangan Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model Pisa Materi Dinamika Rotasi	142
Lampiran 5	Hasil Validasi Ahli terhadap Produk Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA	160
Lampiran 6	Uji Homogenitas	161
Lampiran 7	Uji Normalitas	162
Lampiran 8	Hasil Uji Coba Skala Kecil terhadap Produk Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA	163
Lampiran 9	Ringkasan Hasil Uji Coba Skala Kecil terhadap Produk Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA	169

Lampiran 10	Hasil Angket Respon Peserta Didik pada Uji Coba Skala Kecil terhadap Produk Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA	170
Lampiran 11	Hasil Jawaban Peserta Didik pada Uji Coba Skala Besar Produk Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA	171
Lampiran 12	Hasil Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Menggunakan Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA	172
Lampiran 13	Hasil Wawancara Narasumber Analisis Kebutuhan	176
Lampiran 14	Draf Produk Awal Instrumen <i>Multiple Choice Test</i> Model PISA	179
Lampiran 15	Dokumentasi Penelitian Daring	190
Lampiran 16	Dokumentasi Penelitian	191

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan memiliki peranan penting dalam kehidupan dan kemajuan umat manusia. Pada dasarnya, pendidikan merupakan proses komunikasi yang mencakup transformasi pengetahuan, nilai-nilai maupun keterampilan-keterampilan, di dalam maupun di luar sekolah yang berlangsung sepanjang hayat (*life long process*) dari generasi ke generasi. Pendidikan merupakan suatu sistem yang kompleks dimana tiap komponen saling berinteraksi (Sulistiyono et al., 2013). Proses pendidikan di sekolah melibatkan tiga komponen sentral yakni pendidik, peserta didik dan tujuan pendidikan. Interaksi antara pendidik dan peserta didik menjadi penentu tercapai tidaknya tujuan pendidikan. Sekolah sebagai suatu lembaga formal, secara sistematis merancang lingkungan pendidikan berupa kurikulum agar tujuan pendidikan tercapai (Hamalik, 2007).

Pendidikan abad 21 dihadapkan pada tantangan pembentukan sumber daya manusia yang dapat menyesuaikan diri di era global. Pendidikan sains menjadi salah satu bekal dalam menghadapi tantangan di era global (Yuliati, 2017). Menurut Adeleke dan Joshua

(2015), ada dua tujuan pendidikan sains ditingkat sekolah menengah yaitu untuk mempromosikan literasi sains diantara warga negara sehingga mampu membuat keputusan berdasarkan informasi dan pemahaman, dan untuk mempersiapkan peserta didik di masa depan dengan pengetahuan dan keterampilan berbasis sains atau mempersiapkan peserta didik ke jenjang pendidikan tinggi maupun karir yang berhubungan dengan sains.

Para pembuat kebijakan telah berulang kali menyerukan pendidikan sains yang lebih baik dengan meningkatkan literasi sains. Seperti halnya Kurikulum 2013 yang menekankan peserta didik untuk mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan saintifik yang dimiliki (Widana, 2017). Kurikulum 2013 dikembangkan untuk membekali peserta didik memiliki kemampuan hidup sebagai individu dan warga negara yang beriman, produktif, kreatif, inovatif dan efektif. Dalam kurikulum ini, peserta didik diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, meningkatkan kreativitas, serta membangun kemandirian peserta didik untuk menyelesaikan masalah (Widana, 2017). Sesuai dengan (Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Nomor 81 A Tahun 2013 Tentang Implementasi Kurikulum, 2013), kemampuan saintifik peserta didik dapat dikembangkan melalui

proses pembelajaran yang terdiri dari lima pengalaman belajar yaitu: mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar atau mengasosiasikan dan mengkomunikasikan. Pembelajaran dengan proses tersebut dikenal sebagai pendekatan saintifik.

Pendekatan saintifik memiliki aspek-aspek yang terintegrasi dengan keterampilan proses dan metode ilmiah yang perlu diterapkan pada peserta didik. Hal ini sejalan dengan karakteristik pembelajaran IPA, termasuk Fisika (Hidayat et al., 2014). Mata pelajaran fisika merupakan salah satu ilmu yang mempelajari alam sekitar secara sistematis. Kajian atau materi fisika mencakup konsep dan informasi dengan latar belakang matematika yang cukup kompleks (Ozcan & Gercek, 2015). Sehingga pemahaman konsep dan kemampuan matematis sangat diperlukan untuk menyelesaikan berbagai persoalan dalam fisika. Fisika merupakan mata pelajaran yang dekat dengan kehidupan manusia. Salah satu konsep fisika yang banyak ditemukan pengaplikasiannya adalah materi dinamika rotasi. Materi dinamika rotasi merupakan materi fisika yang kompleks dan mendasar (Rafika, 2020). Dinamika rotasi merupakan salah satu bab dalam mata pelajaran Fisika yang dipelajari pada semester ganjil kelas XI di tingkat Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah. Pembahasan dinamika rotasi mencakup torsi, momen

inersia, energi kinetik rotasi, momentum sudut, kesetimbangan, titik berat dan lainnya.

Pemahaman konsep dalam pembelajaran fisika menjadi penting ditekankan. Peserta didik perlu mengintegrasikan konsep satu dengan konsep lainnya sehingga dapat menerapkan dalam kehidupan sehari-hari. Jika pemahaman pengetahuan dan konsep fisika, umumnya sains, dan aplikasinya dalam kehidupan nyata sudah dilakukan, dapat diartikan peserta didik memiliki literasi sains yang baik (Monosari, 2013). Namun, pada kenyataannya kemampuan literasi sains di kalangan peserta didik masih tergolong lemah. Dibuktikan hasil tes PISA (*Programme for International Student Assessment*) yang diselenggarakan oleh OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*). OECD merupakan organisasi yang menaungi negara anggota untuk memperbaiki kebijakan ekonomi negaranya dengan cara membandingkan ekonomi negaranya dengan negara lain di dunia. Tes PISA rutin dilakukan tiga tahun sekali menempatkan Indonesia pada urutan bawah dalam konteks literasi sains. Sekitar 600.000 peserta didik menyelesaikan tes PISA pada tahun 2018, mewakili lebih dari 32 juta anak usia 15 tahun (tingkat SMP) dari 79 negara dan ekonomi yang berpartisipasi (OECD, 2019a). Tahun 2018, Indonesia mendapatkan skor rata-rata 396

dimana skor rata-rata internasional negara yang tergabung dalam OECD adalah 489 (OECD, 2019b) dalam hal literasi sains. China adalah negara dengan skor literasi sains tertinggi dengan 590 poin, sementara Republik Dominika menjadi negara dengan skor terendah yakni 336 poin (OECD, 2019a).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sari, dkk (2017), faktor utama skor tingkat literasi sains peserta didik di Indonesia rendah disebabkan karena peserta didik tidak terlatih dalam menyelesaikan soal-soal PISA. Termasuk bahan ajar yang melatih siswa berpikir tingkat tinggi masih jarang, keterbatasan soal-soal serupa PISA serta minat baca peserta didik yang masih rendah. Sedangkan menurut Monosari (2013), kebanyakan soal-soal fisika belum mampu mengukur kemampuan berpikir konseptual dan hanya mengukur sedikit kemampuan kognitif peserta didik. Sedangkan soal-soal PISA digunakan untuk mengukur seluruh aspek kognitif yang melibatkan berpikir tingkat tinggi seperti bernalar, berargumen, berkomunikasi dan menggunakan strategi pemecahan masalah.

Literasi sains dalam PISA diartikan sebagai kemampuan menggunakan pengetahuan sains, mengidentifikasi pertanyaan, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti dalam rangka memahami serta

membuat keputusan berkenaan dengan alam (OECD, 2018). Kerangka literasi sains yang dikembangkan melalui tes PISA memiliki empat aspek penilaian yakni konteks, pengetahuan, dan kompetensi (Asyhari, 2019). Konteks berkaitan dengan masalah di kehidupan sehari-hari, lokal/nasional dan global di masa lalu, saat ini maupun masa depan yang menuntut pemahaman tentang sains dan teknologi. Pengetahuan merupakan pemahaman tentang fakta, konsep dan teori yang menjadi dasar pengetahuan ilmiah meliputi konten pengetahuan, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan epistemik. Kompetensi sains meliputi kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2018).

Pengukuran keterampilan literasi sains sangat penting dilakukan untuk mengetahui sejauh mana peserta didik memahami tentang konsep sains yang telah dipelajari sebelumnya (A Rusilowati et al., 2017). Penguatan standar penilaian menjadi salah satu yang perlu dilakukan untuk mengukur kemampuan literasi sains peserta didik. Pengembangan instrumen dipandang menjadi salah satu solusi dalam membiasakan peserta didik untuk berpikir sesuai aspek yang dituntut dalam literasi sains (Ani Rusilowati, 2018).

MA NU 03 Sunan Katong sebagai sekolah yang menerapkan kurikulum 2013, telah berupaya mendesain pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan saintifik peserta didik termasuk pembelajaran fisika. Namun, guru mata pelajaran fisika belum pernah menerapkan penilaian atau menguji peserta didiknya dengan soal-soal model PISA (Devi, Wawancara Pribadi, 19 April 2021). Hal ini menjadi salah satu penyebab peserta didik tidak terbiasa mengerjakan soal-soal literasi sains model PISA dan belum mengetahui sejauh mana kemampuan literasi peserta didik. Mengingat pentingnya kemampuan literasi sains bagi tiap peserta didik, maka peneliti mengembangkan instrumen yang dapat digunakan untuk melatih dan membiasakan peserta didik mengerjakan soal-soal literasi sains model PISA dan mengetahui kemampuan literasi sains peserta didik.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, peneliti mengembangkan instrumen *multiple choice* model PISA materi Dinamika Rotasi untuk mengetahui tingkat literasi sains peserta didik MA NU 03 Sunan Katong.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, identifikasi masalah yang muncul adalah sebagai berikut:

1. Literasi sains peserta didik di Indonesia menurut tes PISA masih tergolong rendah
2. Bahan ajar yang melatih siswa berpikir tingkat tinggi dan melibatkan literasi sains masih jarang
3. Peserta didik tidak terlatih dalam mengerjakan soal-soal model PISA
4. Keterbatasan soal-soal serupa PISA dalam pembelajaran sains
5. Kebanyakan soal-soal fisika belum mampu mengukur kemampuan berpikir konseptual dan hanya mengukur sedikit kemampuan kognitif peserta didik.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan instrumen *multiple choice test* model PISA materi Dinamika Rotasi untuk mengetahui literasi sains peserta didik kelas XI MA NU 03 Sunan Katong?
2. Bagaimana literasi sains peserta didik kelas XI MA NU 03 Sunan Katong yang diukur dengan instrumen *multiple choice test* model PISA pada materi Dinamika Rotasi?

D. Pembatasan Pengembangan

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peneliti mengembangkan instrumen sampai diperoleh kelayakan produk berupa validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran.
2. Peneliti mengembangkan instrumen *multiple choice test* model PISA pada aspek kompetensi sains dalam literasi sains.
3. Peneliti melakukan analisis untuk mengetahui tingkat literasi sains peserta didik
4. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Dinamika Rotasi.

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kelayakan instrumen *multiple choice test* model PISA materi Dinamika Rotasi untuk mengetahui literasi sains peserta didik kelas XI MA NU 03 Sunan Katong.
2. Mengetahui tingkat literasi sains peserta didik kelas XI MA NU 03 Sunan Katong yang sudah diuji menggunakan instrumen *multiple choice test* model PISA materi Dinamika Rotasi.

F. Manfaat Pengembangan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu bahan kajian dalam mengembangkan instrumen model PISA dan meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik di SMA/MA.

2. Secara Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam pengembangan instrumen model PISA dan upaya meningkatkan kemampuan literasi sains yang bermanfaat bagi:

- a. Bagi peserta didik, untuk melatih peserta didik agar terbiasa menyelesaikan soal-soal model PISA sehingga meningkatkan literasi sains peserta didik.
- b. Bagi guru mata pelajaran fisika, diharapkan bisa menjadi referensi untuk membiasakan peserta didiknya menyelesaikan soal-soal yang mengedepankan proses ilmiah sehingga mampu meningkatkan literasi sains peserta didik.
- c. Bagi peneliti lain, untuk dijadikan acuan mengenai pengembangan tes model PISA dengan fokus, topik dan setting yang berbeda sehingga

memperoleh perbandingan untuk memperkaya hasil penelitian dan menambah khasanah ilmu pengetahuan

G. Asumsi Pengembangan

Pengembangan instrumen yang digunakan untuk mengetahui tingkat literasi sains peserta didik didasarkan pada asumsi bahwa:

- a. Belum terdapat instrumen evaluasi model PISA pada materi dinamika rotasi yang mampu mengetahui tingkat literasi sains peserta didik kelas XI MIPA di MA NU 03 Sunan Katong
- b. Peserta didik mampu mengerjakan instrumen evaluasi model PISA yang telah dikembangkan dan di desain untuk dikerjakan secara daring.
- c. Instrumen evaluasi ini dapat digunakan sebagai salah satu sarana untuk mengetahui tingkat literasi sains peserta didik kelas XI MIPA di MA NU 03 Sunan Katong.

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Produk instrumen *multiple choice test* model PISA yang dikembangkan berupa instrumen tes dengan

tampilan artikel, gambar, maupun tabel menggunakan bahasa indonesia

- b. Produk instrumen *multiple choice test* model PISA yang dikembangkan sesuai dengan materi dinamika rotasi
- c. Produk instrumen *multiple choice test* model PISA yang dikembangkan dapat digunakan sebagai instrumen evaluasi baik *online* maupun *offline*
- d. Produk instrumen *multiple choice test* model PISA dapat diakses dengan mudah kapanpun dan dimanapun melalui sambungan internet karena sudah tersedia pada *Google Form*
- e. Sasaran produk instrumen *multiple choice test* model PISA adalah siswa kelas XI MIPA MA

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Instrumen

Meneliti adalah melakukan pengukuran sehingga harus memiliki alat ukur atau instrumen yang baik (Sugiyono, 2017). Alat ukur yang baik dapat mengukur secara tepat sesuai dengan ukuran yang ada. Sebab, segala sesuatu memiliki ukuran yang jelas. Sebagaimana firman Allah dalam Qur'an Surat Al-Furqan ayat 2 menyebutkan:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ

لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا ﴿٢﴾

Artinya: "Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu bagi-Nya dalam kekuasaan-(Nya), dan dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya." (QS. Al-Furqan [25]: 2)

Ketika melakukan pengukuran, instrumen atau alat ukur digunakan untuk mencapai hasil yang objektif dari pengukuran suatu objek yang diteliti (Purwanto, 2010). Instrumen penelitian merupakan

alat ukur yang digunakan untuk mengumpulkan data yang diinginkan.

Instrumen dapat diartikan sebagai alat bantu yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data atau informasi kuantitatif terhadap apa yang diteliti (Aminah, 2013). Dalam pendidikan, instrumen biasanya digunakan untuk mengukur prestasi belajar, hal-hal yang mempengaruhi hasil belajar, dan lainnya. Secara garis besar, instrumen terbagi menjadi dua jenis yakni non-tes dan tes. Instrumen non-tes contohnya seperti lembar observasi, wawancara, angket, dan lainnya. Sementara instrumen tes contohnya adalah tes bentuk objektif, tes bentuk uraian, tes lisan dan lainnya.

2. Tes

Tes dapat diartikan sebagai tugas atau rangkaian tugas berupa soal atau perintah/suruhan lain yang wajib dikerjakan oleh peserta didik. Hasil dari pelaksanaan tugas berupa data kualitatif maupun kuantitatif digunakan untuk menarik kesimpulan tertentu terhadap peserta didik. Selain itu, fungsi tes adalah sebagai alat ukur. Misalnya dalam tes prestasi belajar, aspek yang hendak diukur yakni tingkat kemampuan peserta didik dalam menguasai materi

pembelajaran yang telah diajarkan (Arifin, 2016). Tes dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yang dapat dibedakan dari berbagai sudut pandang. Jika dilihat dari pelaksanaannya, tes dibedakan menjadi tes tulis, lisan dan perbuatan. Sementara itu, tes tertulis dapat berupa tes uraian dan tes objektif. Terdapat beberapa bentuk tes objektif antara lain: benar-salah, menjodohkan, melengkapi dan pilihan ganda (*multiple choice*).

Bentuk tes pilihan ganda atau *multiple choice* merupakan tes yang sering digunakan untuk mengukur dan menilai dalam kegiatan pembelajaran (Wartoni & Benyamin, n.d.). Soal tes berbentuk pilihan ganda terdiri dari *stem* dan *option*. *Stem* diartikan sebagai pembawa pokok permasalahan atau keterangan, dan *option* merupakan pilihan jawaban. Arifin (2016) dalam bukunya *Evaluasi Pembelajaran; Prinsip, Teknik, dan Prosedur*, membagi tes pilihan ganda menjadi lima jenis:

- 1) *Distracters*, yaitu setiap pertanyaan atau pernyataan memiliki beberapa pilihan jawaban yang salah dan disediakan satu jawaban benar. Jenis ini biasa disebut dengan pilihan ganda biasa

- 2) Analisis hubungan antara hal, yaitu bentuk soal menganalisis hubungan antara pernyataan dan alasan (sebab akibat)
- 3) Variasi negatif, yaitu setiap pertanyaan atau pernyataan disediakan beberapa jawaban benar dan satu jawaban salah. Peserta didik ditugaskan memilih jawaban yang salah.
- 4) Variasi berganda, yaitu memilih beberapa kemungkinan jawaban yang semuanya benar, tetapi hanya satu yang paling benar.
- 5) Variasi tidak lengkap, yaitu pertanyaan atau pernyataan yang mempunyai beberapa kemungkinan jawaban yang belum lengkap. Peserta didik ditugaskan untuk mencari satu kemungkinan jawaban yang benar dan melengkapinya.

Penelitian ini mengembangkan instrumen tes berbentuk objektif berupa tes pilihan ganda atau *multiple choice test*. Tes objektif seringkali disebut tes dikotomi sebab jawaban soal hanya benar atau salah sehingga skornya hanya satu atau nol (Arifin, 2016).

3. PISA

Programme for International Student Assessment (PISA) merupakan penilaian tiga tahunan yang berfokus pada mata pelajaran inti di sekolah

yakni membaca, matematika dan sains. Penilaian yang dilakukan tidak hanya memastikan apakah siswa dapat mereproduksi pengetahuan, tetapi juga menilai seberapa baik siswa dapat mengeksploitasi apa yang telah mereka pelajari sehingga mampu menerapkan pengetahuan tersebut di lingkungan yang asing, baik di dalam maupun luar sekolah (OECD, 2018).

Pada tahun 1997 negara para anggota OECD membentuk program untuk memantau hasil sistem pendidikan di negaranya sehingga mengetahui pencapaian peserta didik dalam kerangka kerjasama internasional. Sehingga PISA mulai dilaksanakan pada tahun 2000 (Bybee et al., 2009). PISA merupakan studi tentang program penilaian peserta didik di tingkat internasional yang diselenggarakan oleh *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) yang bertujuan untuk mengukur sejauh mana ditingkat akhir pendidikan dasar (peserta didik usia 15 tahun) menguasai pengetahuan dan keterampilan untuk berpartisipasi sebagai warga negara atau anggota masyarakat yang membangun dan bertanggung jawab (Bidasari, 2017).

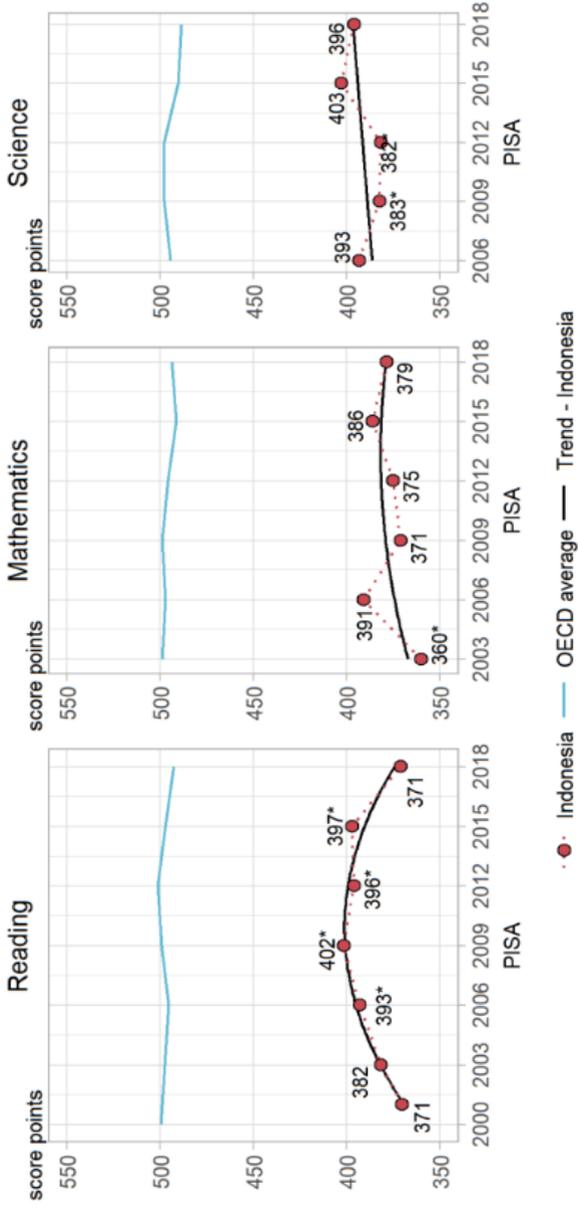
Para pembuat kebijakan di seluruh dunia menggunakan hasil studi PISA untuk mengukur pengetahuan dan keterampilan siswa di negaranya

dengan membandingkan dengan siswa di negara lain. Hal ini untuk menetapkan tolok ukur dan melakukan perbaikan hasil belajar, memahami kekuatan dan kelemahan, serta memperbaiki sistem pendidikan di negara mereka sendiri (OECD, 2018).

Sejak pertama pelaksanaan PISA, Indonesia sudah turut berpartisipasi dalam penilaian tiga tahunan ini. Hasil yang diperoleh peserta didik di Indonesia oleh penilaian PISA dari tahun ke tahun bisa dilihat pada Gambar 2.1. Dari grafik tren kemampuan membaca, matematika dan sains peserta didik di Indonesia dapat terlihat bahwa prestasi di bidang sains atau literasi sains tetap saja datar secara keseluruhan. Tidak ada peningkatan yang berarti dari tahun ke tahun. Meskipun demikian, Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan (Kabalitbang) menegaskan bahwa hasil PISA tidak hanya sekadar skor atau ranking. Hasil PISA juga menjabarkan perilaku anak, kondisi belajar anak, cara mengajar guru, dan lainnya (Kemdikbud, 2019).

4. Karakteristik Instrumen Model PISA

Instrumen literasi sains model PISA lebih fokus pada penerapan pemikiran ilmiah dalam kehidupan sehari-hari dan tindakan dalam pengetahuan praktis serta mengukur kemampuan prinsip ilmiah konteks



Gambar 2.1 Tren kemampuan membaca, matematika, dan sains Indonesia (Sumber Gambar: Laporan hasil tes PISA 2018 (OECD, 2019b)).

non akademik. Dalam hal ini peserta didik membutuhkan ketelitian membaca, memahami isi teks dan kemampuan penalaran logis (A Rusilowati et al., 2017). Pertanyaan-pertanyaan dalam PISA disusun berdasarkan stimulus misalnya teks, foto, gambar, tabel, grafik, diagram, maupun kombinasi diantaranya (Bybee et al., 2009). Siswa diminta untuk menganalisis, menuliskan alasan, komunikasi serta memecahkan masalah (Adawiyah, 2017). Dalam menyelesaikan soal-soal PISA diperlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan membiasakan diri untuk mengerjakan soal-soal yang memiliki tipe yang sama (Aisyah, 2013).

5. Literasi Sains

Framework PISA 2018 menjelaskan bahwa literasi ilmiah atau literasi sains adalah kemampuan untuk terlibat dengan masalah yang berhubungan dengan sains, dan gagasan tentang sains sebagai warga negara yang reflektif. Orang yang memiliki literasi ilmiah tinggi akan terlibat segala sesuatu yang berhubungan dengan Iptek. Hal ini membutuhkan kompetensi untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang inkuiri ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2018).

Seorang yang beriman akan menerapkan pengetahuan yang ia miliki dan menggunakan akal untuk selalu memikirkan alam (ciptaan Tuhan) dalam kehidupan sehari-hari. Sebagaimana dalam firman Allah dalam Al-Qur'an surat Ali 'Imran ayat 190-191 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ
 لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ
 جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ
 هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya:

(190). "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, "

(191). "(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka." (QS. Ali 'Imran [3]: 190-191).

Departemen Agama RI menafsirkan ayat 190 – 191 QS. Ali Imran, jika seorang mau menggunakan akal pikirannya untuk menganalisa fenomena alam akan dapat sampai pada bukti yang sangat nyata tentang keEsaan Tuhan (Arifah, 2017). Memikirkan

penciptaan langit dan bumi dengan menggunakan pengetahuan yang dimiliki merupakan bagian dari literasi sains.

National Research Council (NRC) dalam (Rusilowati et al., 2017) menjelaskan bahwa literasi sains adalah pemahaman pengetahuan, konsep dan proses ilmiah yang dibutuhkan oleh siapa saja untuk mengambil sebuah keputusan, partisipasi sosial dan budaya serta produktifitas ekonomi. Literasi sains sangat penting diketahui peserta didik agar dapat mengetahui lingkungan, kesehatan, ekonomi, dan masalah lain yang dihadapi masyarakat modern yang sangat tergantung pada teknologi dan ilmu pengetahuan yang terus berkembang. Salah satu hal pokok dari literasi sains yakni penerapan pemahaman ilmiah pada situasi kehidupan yang melibatkan sains (Bybee et al., 2009). Literasi sains sebagai kemampuan menggunakan pengetahuan sains, mengidentifikasi permasalahan, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti yang ada. Hal ini dalam rangka mengerti dan membuat keputusan tentang alam dan perubahan yang terjadi pada alam sebagai akibat dari aktivitas manusia (Diana et al., 2015)

Framework PISA 2018 (OECD, 2018) menegaskan bahwa literasi sains mencakup tiga aspek

yakni konteks, pengetahuan dan kompetensi. Konteks meliputi isu-isu personal, lokal/nasional dan global, baik yang telah lalu maupun yang sedang terjadi dimana menuntut pemahaman terhadap sains dan teknologi. Aspek pengetahuan meliputi pemahaman terhadap fakta, konsep, teori utama yang mendasari pengetahuan sains. Sementara aspek kompetensi mencakup kemampuan untuk memberikan eksplanasi terhadap fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan mendesain penyelidikan ilmiah, menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Kompetensi saintifik dalam literasi sains peserta didik yang dapat diukur diantaranya terdapat pada Tabel 2.1.

6. Tinjauan Materi Dinamika Rotasi

Benda tegar adalah benda dengan ikatan atom yang sangat kuat sehingga tidak terjadi gerakan relatif antar atom. Ciri utama dari benda tegar yakni bentuk benda tidak berubah meski dikenai gaya (Abdullah, 2016). Resultan gaya yang bekerja pada benda tegar dapat menyebabkan gerak translasi dan juga gerak rotasi atau berputar pada poros tertentu. Rotasi disebabkan oleh adanya torsi (Nurhudayah et al., 2019).

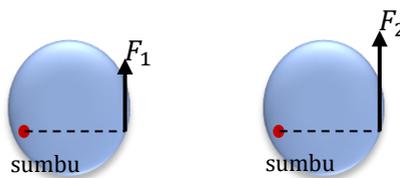
Tabel 2.1 Kompetensi Sainifik dalam Literasi sains

No	Kompetensi Sainifik yang Diukur dalam Literasi Sains	Indikator Kompetensi Sainifik
1	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> - Mengingat dan menerapkan penjelasan ilmiah yang sesuai (teori yang sesuai) - Mengidentifikasi, menggunakan dan mengaggas representasi dan penjelasan - Membuat dan menjustifikasi prediksi yang tepat - Mengaggas hipotesis untuk menjelaskan - Menjelaskan potensi implikasi dari pengetahuan ilmiah bagi masyarakat
2	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> - Mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan - Membedakan pertanyaan yang mungkin diselidiki secara ilmiah - Mengusulkan cara untuk mencari jawaban atas pertanyaan secara ilmiah - Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan tertentu secara ilmiah - Mendeskripsikan dan mengevaluasi cara-cara yang digunakan untuk memastikan reliabilitas data, objektivitas dan generalisabilitas penjelasan
3	Menafsirkan data dan bukti ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> - Transformasi dari data suatu representasi ke representasi yang lainnya - Menganalisis dan menafsirkan data serta menarik kesimpulan yang sesuai - Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains - Membedakan antara argumen yang didasarkan pada bukti, dan teori ilmiah yang didasarkan pada pertimbangan lain - Mengevaluasi argumen ilmiah dan bukti dari sumber yang berbeda (misalnya koran, internet, jurnal dan lainnya)

1) Momen Gaya

Benda yang diam hanya akan bergerak jika dikenai gaya atau pada benda tersebut bekerja sebuah gaya. Seperti pada gerak translasi, Hukum II Newton juga bekerja pada gerak rotasi. Benda yang diam akan berotasi jika pada benda tersebut bekerja suatu besaran yakni momen gaya atau torsi. Benda yang sedang berotasi akan mengalami perubahan kecepatan sudut jika pada benda tersebut juga bekerja momen gaya (Abdullah, 2016). Abdullah Mikrajuddin dalam bukunya *Fisika Dasar I* (2016) membuat perumpamaan sederhana untuk menentukan persamaan torsi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mengubah gaya yang bekerja pada benda yang sama dan jarak yang sama dari poros seperti terdapat pada Gambar 2.2



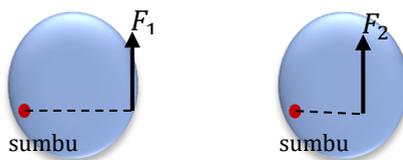
Gambar 2.2 Gaya yang bekerja pada benda diubah-ubah tetapi semua besaran lain sama (Abdullah, 2016).

Torsi menghasilkan percepatan rotasi. Semakin besar gaya yang diberikan maka

percepatan rotasi akan semakin besar. Ini berarti gaya sebanding dengan torsi sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (2.1).

$$\tau \propto F \quad (2.1)$$

- b. Mengubah jarak tempat gaya bekerja dari sumbu rotasi dengan tetap mempertahankan besar gaya yang bekerja seperti tampak pada Gambar 2.3.

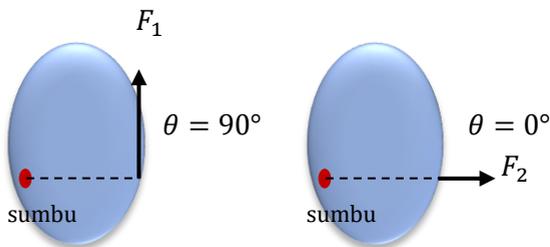


Gambar 2.3 Jarak dari poros ke tempat gaya bekerja diubah-ubah dan semua besaran lain tetap sama (Abdullah, 2016).

Teramati bahwa semakin besar jarak dari sumbu rotasi maka percepatan rotasi akan semakin besar yang berarti semakin besar jarak gaya yang bekerja pada benda ke poros, maka torsi akan semakin besar. Diketahui bahwa torsi juga sebanding dengan jarak dari sumbu seperti ditunjukkan Persamaan (2.2).

$$\tau \propto r \quad (2.2)$$

- c. Mengubah sudut diantara gaya dan vektor penghubung sumbu rotasi dengan gaya dengan jarak dan besar gayanya dibuat tetap seperti tampak pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sudut antara gaya dan arah gaya dari poros ke gaya diubah-ubah dan semua besaran lain sama (Abdullah, 2016)

Teramati bahwa semakin tegak lurus gaya dengan vektor penghubung sumbu rotasi dengan gaya, maka percepatan rotasi akan semakin besar. Hal ini menandakan makin tegak lurus gaya dengan vektor penghubung sumbu rotasi maka torsi akan semakin besar. Jika besar yang memiliki nilai makin besar jika sudut makin tegak lurus adalah $\sin \theta$, maka didapatkan Persamaan (2.3).

$$\tau \propto \sin \theta \quad (2.3)$$

Dari ketiganya, didapatkan kesimpulan bahwa torsi sebanding dengan gaya, sebanding dengan jarak gaya yang bekerja ke sumbu rotasi, dan sebanding dengan sinus sudut antara vektor posisi gaya yang bekerja dan vektor gaya itu sendiri. Dengan demikian, persamaan torsi dapat dituliskan seperti Persamaan (2.4).

$$\tau = r F \sin \theta \quad (2.4)$$

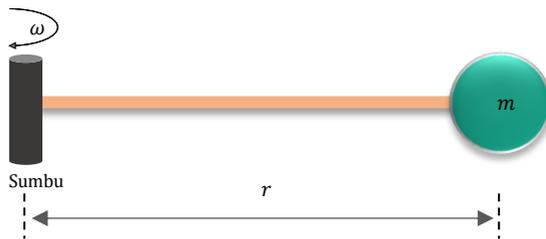
Dalam notasi vektor, torsi dapat ditulis sebagaimana persamaan (2.5)

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad (2.5)$$

2) Momen Inersia

Untuk memahami momen inersia, kita tinjau sebuah benda titik bermassa m yang ditempatkan di ujung sebuah tongkat. Jika massa tongkat dianggap nol dan panjang tongkat adalah r , kemudian salah satu ujung tongkat dikaitkan dengan poros. Hal ini menyebabkan benda m dapat berputar bebas terhadap poros tersebut seperti tampak pada Gambar 2.5.

Jika benda berotasi terhadap sumbu putar dengan kecepatan sudut ω , maka kecepatan benda ditunjukkan Persamaan (2.6). Sementara energi kinetik benda seperti ditunjukkan pada Persamaan (2.7) dan Persamaan (2.8).



Gambar 2.5 Benda titik bermassa m ditempatkan di ujung batang tak bermassa dengan salah satu ujung tongkat menjadi sumbu putar. Benda bermassa m dapat berputar bebas terhadap sumbu putar (Abdullah, 2016)

Kecepatan translasi benda,

$$v = \omega r \quad (2.6)$$

Energi kinetik didapat dari persamaan:

$$EK = \frac{1}{2} m v^2$$

$$EK = \frac{1}{2} m (\omega r)^2$$

$$EK = \frac{1}{2} (m r^2) \omega^2$$

Jika kita bandingkan energi kinetik pada benda, maka energi kinetik translasi dan energi kinetik

rotasi dapat dinyatakan seperti pada persamaan (2.7) dan persamaan (2.8).

- Energi kinetik translasi:

$$EK_T = \frac{1}{2} m v^2 \quad (2.7)$$

- Energi kinetik rotasi:

$$EK_R = \frac{1}{2} (m r^2) \omega^2 \quad (2.8)$$

Persamaan (2.7) dan Persamaan (2.8) memperlihatkan bahwa pada gerak rotasi, besaran $(m r^2)$ memiliki fungsi yang sangat mirip dengan m (massa) pada gerak translasi. Karena kemiripan fungsi tersebut, maka pada gerak rotasi, $m r^2$ didefinisikan sebagai momen inersia (I) (Abdullah, 2016). Sehingga benda titik yang berotasi terhadap sumbu putar atau poros yang berjarak r dari sumbu, momen inersianya memenuhi Persamaan (2.9)

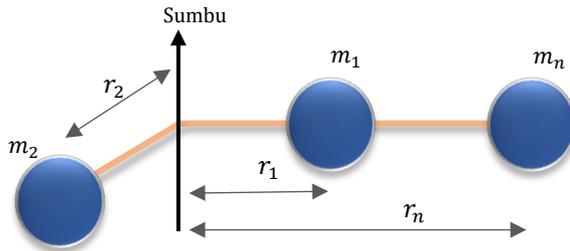
$$I = m r^2 \quad (2.9)$$

Dari Persamaan (2.8) dan (2.9), maka energi kinetik benda yang bergerak rotasi dapat ditunjukkan oleh Persamaan (2.10)

$$EK_R = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (2.10)$$

Bentuk persamaan energi kinetik rotasi diatas persis sama dengan bentuk persamaan energi kinetik untuk gerak translasi.

Momen inersia sejumlah partikel



Gambar 2.6 Sistem partikel yang terdiri dari sejumlah partikel dengan massa yang berbeda dan jarak dari poros yang berbeda (Abdullah, 2016)

Dari Gambar (2.6), momen inersia dari masing-masing partikel dapat dituliskan dalam Persamaan (2.11) sampai dengan Persamaan (2.13)

$$I_1 = m_1 r_1^2 \quad (2.11)$$

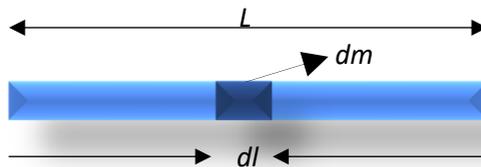
$$I_2 = m_2 r_2^2 \quad (2.12)$$

.....

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots = \sum_i m_i r_i^2 \quad (2.13)$$

(Serway & John W. Jewett, 2009)

Momen inersia di atas ditujukan untuk benda yang dianggap partikel. Benda tegar atau sistem kontinyu masing-masing memiliki momen inersia sesuai dengan bentuk benda tersebut. Sebagai contoh, menghitung momen inersia batang tipis dengan massa M dan panjang L yang diputar di salah satu ujungnya ditunjukkan oleh Gambar 2.7.



Gambar 2.7 sebuah batang bermassa M dibagi menjadi bagian-bagian kecil bermassa dm dengan panjang dl (Palupi et al., 2009).

Panjang batang tipis di atas dapat dibagi kecil-kecil menjadi n bagian dl . Setiap panjang dl memiliki massa dm sehingga total massanya $M = \sum dm$. Batang tipis memiliki kerapatan homogen yang berarti kerapatan tiap titik adalah sama. Jika misalnya kerapatan disimbolkan λ , maka besarnya kerapatan total adalah massa total dibagi panjangnya seperti terdapat pada Persamaan (2.14)

$$\lambda = \frac{M}{L} \quad (2.14)$$

Maka besar dm dapat ditulis seperti Persamaan (2.15)

$$dm = \lambda dl = \frac{M}{L} dl \quad (2.15)$$

Persamaan (2.16) menunjukkan besarnya momen inersia tiap elemen dm .

$$I = \sum r^2 dm \quad (2.16)$$

Karena sistem kontinyu, maka momen inersia benda dapat ditulis seperti pada Persamaan (2.17) dan (2.18)

$$I = \frac{M}{L} \int_0^L l^2 dl \quad (2.17)$$

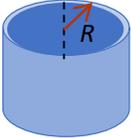
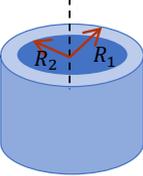
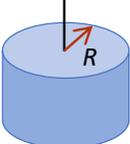
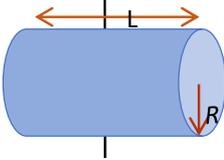
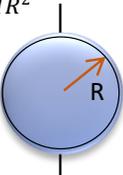
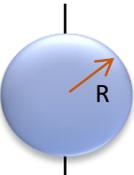
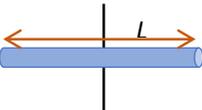
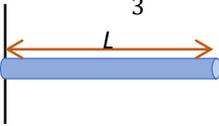
$$I = \frac{M}{L} \left[\frac{l^3}{3} \right]_0^L = \frac{M}{L} \left[\frac{L^3}{3} - \frac{0^3}{3} \right] = \frac{ML^3}{3} \quad (2.18)$$

Dengan cara yang sama, momen inersia sejumlah benda yang memiliki bentuk simetri dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

3) Momentum Sudut

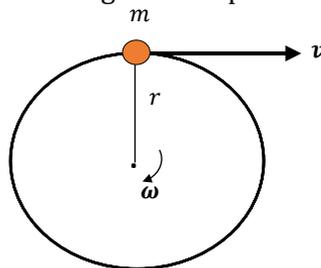
Sama halnya dengan momentum linier yang digunakan untuk menganalisis gerak translasi, pada gerak melingkar momentum sudut digunakan untuk membantu menganalisis benda-benda yang bergerak melingkar (Serway & John W. Jewett, 2009). Diilustrasikan sebuah partikel

Tabel 2.2 Momen Inersia Sejumlah Benda

<p>Kulit silinder terhadap sumbu yang melewati pusat silinder</p> $I = MR^2$ 	<p>Silinder berongga terhadap sumbu, $I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$</p> 
<p>Silinder pejal</p> $I = \frac{1}{2}MR^2$ 	<p>Silinder pejal berjari-jari R, panjangnya L terhadap diameter yang melalui pusat,</p> $I = \frac{1}{4}MR^2 + \frac{1}{12}ML^2$ 
<p>Kulit bola tipis berjari-jari R terhadap diameternya,</p> $I = \frac{2}{3}MR^2$ 	<p>Bola pejal berjari-jari R terhadap diameternya, $I = \frac{2}{5}MR^2$</p> 
<p>Batang tipis terhadap garis tegak lurus yang melalui pusat</p> $I = \frac{1}{12}ML^2$ 	<p>Batang tipis terhadap garis tegak lurus yang melalui salah satu ujungnya</p> $I = \frac{1}{3}ML^2$ 

(Abdullah, 2016)

yang bergerak dalam lingkaran berjari-jari r dengan kecepatan angular ω seperti Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Momentum sudut sebuah partikel yang bergerak dalam sebuah lingkaran (Tipler, 1998).

Dari Gambar 2.8 akan diperoleh persamaan momentum pada lingkaran yang dapat digunakan untuk merumuskan bentuk momentum sudut seperti pada Persamaan (2.19).

$$L = m v r = m (\omega r)r = m r^2 \omega$$

$$L = I \omega \quad (2.19)$$

Sifat momentum sudut pada gerak rotasi serupa dengan sifat momentum pada gerak translasi. Momen inersia pada gerak rotasi memiliki sifat yang serupa dengan sifat massa (m) dalam gerak translasi. Karenanya, persamaan-persamaan yang berlaku pada gerak translasi dapat digunakan dalam gerak rotasi dengan

mengganti besaran yang setara (Abdullah, 2016). Perbandingan besaran-besaran yang ada pada gerak translasi dan gerak rotasi dapat dilihat dalam Tabel 2.3. Perbandingan ini hanya berlaku untuk benda yang berotasi terhadap sumbu utama (Alonso & Finn, 2005).

Tabel 2.3 Perbandingan Besaran pada Gerak Translasi dan Gerak Rotasi

Gerak Translasi		Gerak Rotasi	
Posisi	x	Sudut	θ
Kecepatan	v	Kecepatan sudut	ω
Percepatan	a	Percepatan sudut	α
Massa	m	Momen inersia	I
Momentum	$p = m v$	Momentum sudut	$L = I \omega$
Gaya	F	Momen gaya	τ
Energi Kinetik Translasi	$EK_{trans} = \frac{1}{2} m v^2$	Energi Kinetik rotasi	$EK_{rot} = \frac{1}{2} I \omega^2$
Hukum kedua Newton	$F = m a$	Hukum kedua Newton	$\tau = I \alpha$

(Abdullah, 2016)

4) Keseimbangan

Benda dianggap sebagai suatu titik materi pada sistem partikel. Syarat mutlak agar suatu partikel tetap diam adalah gaya yang bekerja pada partikel tersebut sama dengan nol. Walaupun gaya pada benda nol, benda masih bisa berotasi sehingga syarat selanjutnya adalah torsi yang bekerja pada benda tersebut juga harus sama dengan nol. Kedua syarat inilah yang harus dipenuhi agar benda bisa mencapai titik keseimbangan (Tipler, 1998).

$$\text{Total gaya} = 0 \quad \sum F = 0 \quad (2.20)$$

$$\text{Total torsi} = 0 \quad \sum \tau = 0 \quad (2.21)$$

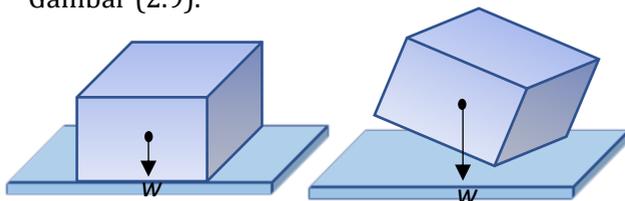
$\sum F = 0$ berarti benda terus diam atau bergerak lurus beraturan. Benda yang terus diam dengan $\sum F = 0$, disebut keseimbangan statis sistem partikel. Jika $\sum F = 0$, tetapi benda bergerak lurus beraturan, disebut keseimbangan kinetis (Nurhudyah et al., 2019).

Jenis Keseimbangan

a. Keseimbangan stabil

Terjadi apabila gaya atau torsi yang muncul karena perpindahan kecil dari benda tersebut memaksa benda itu untuk kembali ke titik setimbangnya. Gaya tersebut menyebabkan

titik berat benda lebih tinggi dari semula (Juanda, 2018). Contohnya seperti pada Gambar (2.9).

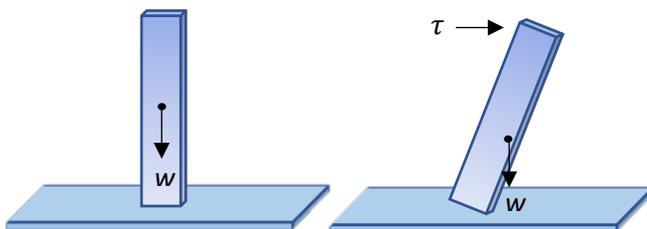


Gambar 2.9 contoh kesetimbangan stabil (Palupi et al., 2009)

Jika balok pada Gambar 2.9 dikenai gaya (rotasi) sedikit, maka gaya beratnya akan berusaha mengembalikan benda ke posisi semula.

b. Kesetimbangan tak stabil

Terjadi apabila gaya atau torsi yang muncul akibat perpindahan benda memaksa benda itu menjauhi posisi setimbangnya. Contohnya apabila ada sebuah balok yang berdiri, kemudian dikenai gaya (torsi) maka gaya beratnya (w) akan membuat balok terguling seperti tampak pada Gambar 2.10.

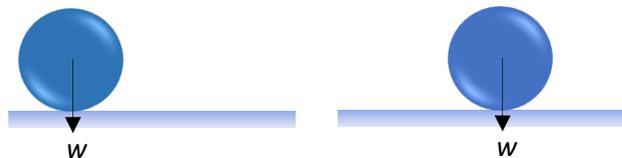


Gambar 2.10 contoh kesetimbangan tak stabil (Palupi et al., 2009)

Jika pada kesetimbangan stabil, benda akan kembali ke posisi semula atau titik beratnya bergeser ke titik yang lebih tinggi. Sedangkan dalam kesetimbangan tak stabil, posisi titik berat akan bergeser ke titik yang lebih rendah (Juanda, 2018).

c. Kesetimbangan netral/indeferen

Terjadi apabila ketika tidak ada torsi atau gaya yang menggerakannya untuk mendekati atau menjauhi titik setimbangnya (Nurhadiyah et al., 2019). Contohnya seperti bola yang dikenai sedikit gaya/torsi seperti tampak pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 contoh kesetimbangan netral (Palupi et al., 2009)

Titik berat pada benda setelah dikenai gaya tidak berubah. Akan tetapi posisi akhir benda akan berbeda dengan posisi awal benda.

5) Titik Berat



Gambar 2.12 Sistem partikel yang terdiri dari dua massa dimana $m_1=m_2$ (Palupi et al., 2009).

Jika kita memiliki sebuah sistem yang terdiri atas dua massa yang sama seperti tampak pada Gambar 2.12, m_1 di titik, x_1 dan m_2 di titik x_2 . Pusat massa atau titik berat sistem terletak di titik tengah yang dirumuskan dalam Persamaan (2.22)

$$X_0 = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2}{m_1 + m_2} \quad (2.22)$$

Jika sistem terdiri dari banyak benda bermassa, maka titik berat sistem tersebut dapat dirumuskan seperti Persamaan (2.23)

$$X_0 = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_N m_N}{m_1 + m_2 + \dots + m_N}$$

$$X_0 = \frac{\sum_{n=1}^N x_n m_n}{M} \quad (2.23)$$

Demikian pula dengan komponen ke arah sumbu y seperti ditunjukkan Persamaan (2.24)

$$Y_0 = \frac{y_1 m_1 + y_2 m_2 + \dots + y_N m_N}{m_1 + m_2 + \dots + m_N}$$

$$Y_0 = \frac{\sum_{n=1}^N y_n m_n}{M} \quad (2.24)$$

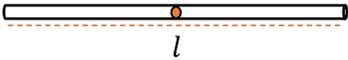
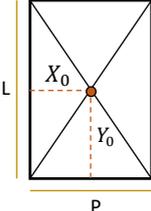
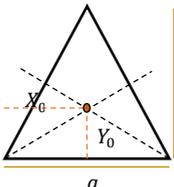
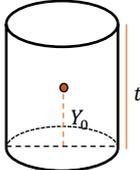
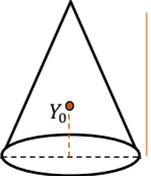
Beberapa benda memiliki ketentuan untuk menentukan titik beratnya sebagaimana Tabel 2.4.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Beberapa hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Adawiyah (2017), tentang *Pengembangan Instrumen Tes Berbasis Literasi Sains dalam Aspek Menjelaskan Fenomena Ilmiah Materi Pokok Energi* yang mengacu pada soal-soal model PISA. Pengembangan instrumen ini menghasilkan instrumen dengan validitas tinggi dengan keseluruhan penilaian memiliki hasil baik.
2. Penelitian Pulungan (2014), tentang *Pengembangan Instrumen Tes Literasi Matematika Model PISA* menghasilkan instrumen dengan kategori baik oleh validator ahli dan ditanggapi sangat baik oleh peserta didik. Instrumen yang dihasilkan juga memiliki

Tabel 2.4 Titik Berat Benda

Titik berat pada batang homogen	 <p style="text-align: center;">l</p> <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 5px; text-align: center;">Titik berat $(X_0) = \frac{1}{2} l$</div>
Titik berat pada bidang segi empat	 <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 5px; text-align: center;"> $(X_0) = \frac{1}{2} p$ $(Y_0) = \frac{1}{2} L$ </div>
Titik berat pada bidang segitiga	 <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 5px; text-align: center;"> $(X_0) = \frac{1}{2} a$ $(Y_0) = \frac{1}{3} t$ </div>
Titik berat pada bangun ruang tabung	 <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 5px; text-align: center;"> $(X_0) = 0$ $(Y_0) = \frac{1}{2} t$ </div>
Titik berat pada bangun kerucut pejal	 <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 5px; text-align: center;"> $(X_0) = 0$ $(Y_0) = \frac{1}{4} t$ </div>

(Abdullah, 2016)

reliabilitas dan mampu mengukur 7 variabel literasi matematika yang ditentukan.

3. Penelitian Septiani et al., (2019), tentang *Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains PISA Aspek Menjelaskan Fenomena Ilmiah Kelas VII* menghasilkan instrumen tes literasi sains yang valid dan reliabel. Instrumen tes ini digunakan untuk mengetahui tingkat literasi sains siswa SMP N 3 Bora yang menunjukkan kategori cukup.
4. Penelitian Novanti et al., (2018), tentang *Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains Siswa SMP Materi Tekanan Zat dan Penerapannya dalam Kehidupan Sehari-Hari* menghasilkan 21 soal yang valid dan reliabel.
5. Penelitian Sari et al., (2017), tentang *Desain Instrumen Soal IPA Serupa PISA (Programme for International Student Assessment) pada Sekolah Menengah Pertama* yang menghasilkan 60 butir soal dengan 19 tema yang mencakup aspek kompetensi, konteks dan konten sistem fisik PISA.
6. Penelitian Sinaga (2015), tentang *Pengembangan Soal Model PISA Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Terpadu Konten Fisika untuk Mengetahui Penalaran Siswa Kelas IX* menghasilkan 15 butir soal berbentuk

pilihan ganda dan uraian yang valid, reliabel dan praktis.

7. Penelitian A Rusilowati et al., (2017), tentang *The Development of Scientific Literacy Assessment to Measure Student's Scientific Literacy in Energy Theme* menghasilkan instrumen yang valid dan reliabel dan kategori baik. Profil keterampilan literasi sains siswa SMA Demak yang diukur menggunakan instrumen ini memiliki skor tertinggi 72% sementara yang terendah adalah 59%.

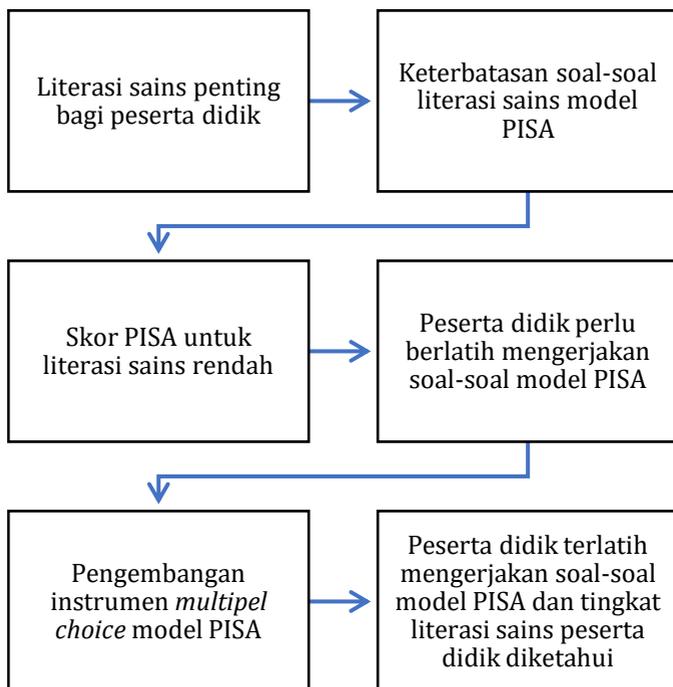
Penelitian Adawiyah (2017), Pulungan (2014), Novanti dkk. (2018), Sari dkk. (2017), Sinaga (2015) hanya membahas produk soal yang telah dikembangkan tanpa menjelaskan hasil kemampuan literasi subjek penelitian. Beberapa penelitian mengambil subjek peserta didik tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP), dan menggunakan model pengembangan yang berbeda dan menganalisis literasi sains dari aspek yang berbeda. Sementara pada penelitian yang dilakukan peneliti, setelah produk diketahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda, produk digunakan untuk memperoleh data tingkat kemampuan literasi sains peserta didik tingkat SMA/MA aspek kompetensi saintifik pada materi Dinamika Rotasi. Model pengembangan yang

digunakan yaitu model pengembangan dari *Borg and Gall* yang dibatasi hanya sampai tahap keenam.

C. Kerangka Berpikir

Kompetensi dasar pada penelitian ini adalah peserta didik mampu menyelesaikan soal literasi sains model PISA berupa *multiple choice test* yang telah disusun sedemikian rupa sehingga soal yang dihasilkan mengandung indikator-indikator literasi sains. Peneliti menggunakan indikator literasi sains dari framework PISA 2018 yang memuat tiga aspek yakni konteks, pengetahuan dan kompetensi. Namun karena keterbatasan pengetahuan dan waktu, maka peneliti hanya melakukan penelitian pengembangan soal pada aspek kompetensi dimana memiliki tiga indikator yakni: menjelaskan fenomena secara ilmiah; mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah; dan menafsirkan data dan bukti ilmiah.

Peneliti akan mengembangkan instrumen dalam bentuk *multiple choice test* berpendekatan indikator literasi sains. Setelah didapatkan instrumen yang valid dan reliabel, instrumen digunakan untuk mengukur literasi sains peserta didik. Kerangka berpikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Kerangka Berpikir dalam Penelitian

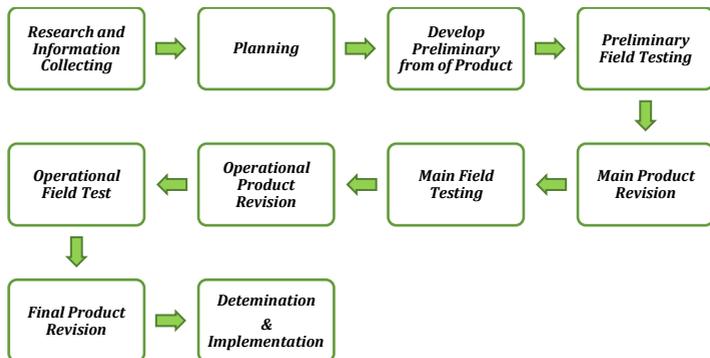
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2017). Hasil produk dari penelitian ini adalah Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA Materi Keseimbangan dan Dinamika Rotasi untuk mengetahui literasi sains peserta didik.

Penelitian ini akan menggunakan model pengembangan dari Borg & Gall (Gall & Borg, 2003) yang menjelaskan sepuluh langkah penelitian yang ditunjukkan Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Langkah Penelitian

B. Prosedur Pengembangan

Dari sepuluh tahapan yang telah disebutkan, langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini hanya sampai pada tahap enam. Sebab, pada tahap ini instrumen *Multiple Choice Test Model PISA Materi Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi* sudah dapat diketahui kelayakan produk berupa validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran instrumen. Sehingga instrumen sudah dapat digunakan untuk mengetahui literasi sains peserta didik. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Research and Information Collection*

Research and Information Collection merupakan langkah pertama dengan melakukan analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan dapat diartikan sebagai segala hal yang diperlukan sebagai bukti awal akan adanya potensi atau masalah (Lestari, 2019). Langkah selanjutnya adalah mencari informasi/studi pustaka terkait instrumen tes yang relevan dengan instrumen *Multiple Choice Test Model PISA Materi Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi* yang dikaji melalui artikel, jurnal, skripsi dan sumber lain.

2. *Planning*

Planning merupakan tahap yang dilakukan perencanaan terkait produk yang dikembangkan dan tujuan penelitian secara umum ditentukan yakni melakukan pengembangan instrumen *Multiple Choice Test Model PISA Materi Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi*.

3. *Develop Preliminary from of Product*

Develop Preliminary from of Product merupakan langkah pengembangan produk awal berdasarkan informasi yang diperoleh dari analisis kebutuhan dan kajian literatur yang sudah dilakukan sebelumnya (Gall & Borg, 2003) Langkah yang dilakukan adalah membuat dan mengembangkan instrumen *Multiple Choice Test Model PISA Materi Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi* yang sebelumnya telah direncanakan. Langkah penyusunan instrumen adalah sebagai berikut:

- 1) Menganalisis KD (Kompetensi Dasar) yang dapat dibuat soal *Multiple Choice Test Model PISA Materi Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi*
- 2) Menyusun kisi-kisi soal *Multiple Choice Test Model PISA Materi Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi*
- 3) Membuat kartu soal dan menulis butir soal sesuai kisi-kisi yang telah dibuat

4) Membuat pedoman penskoran dan kunci jawaban

Setelah dilakukan pengembangan produk awal, instrumen *Multiple Choice Test Model PISA Materi Keseimbangan dan Dinamika Rotasi* diuji validitas isi oleh validator. Uji validitas instrumen ini berdasar pada beberapa aspek yang akan dinilai sesuai dengan karakteristik soal-soal untuk mengetahui literasi sains peserta didik.

4. *Preliminary Field Testing*

Tahapan *Preliminary Field Testing* dilakukan untuk pengujian terbatas atau uji coba skala kecil terhadap beberapa responden untuk mengetahui pendapat dan respon terhadap produk yang dikembangkan (Gall & Borg, 2003). Setelah produk melewati uji validitas isi, langkah selanjutnya adalah mengujikan instrumen *Multiple Choice Test Model PISA Materi Keseimbangan dan Dinamika Rotasi* dalam skala kecil kepada peserta didik. Uji coba awal dilakukan untuk mengetahui reliabilitas, validitas butir soal, daya beda, dan tingkat kesukaran soal.

5. *Main Product Revision*

Tahapan *Main Product Revision* merupakan tindak lanjut terhadap hasil uji coba skala kecil yang diaktualisasikan dalam perbaikan produk yang akan dikembangkan (Gall & Borg, 2003). Produk instrumen

Multiple Choice Test Model PISA Materi Kestimbangan dan Dinamika Rotasi direvisi sesuai dengan hasil uji coba skala kecil dan saran atau masukan dari validator ahli.

6. *Main Field Testing*

Tahapan *Main Field Testing* merupakan langkah uji utama dalam penelitian setelah tahapan pengembangan telah dilaksanakan. Uji coba skala besar ditetapkan pada sampel yang telah ditetapkan. Hasil uji coba ini diharapkan mampu menjawab tujuan dalam penelitian yang akan dilakukan (Gall & Borg, 2003). Produk instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA Materi Kestimbangan dan Dinamika Rotasi yang telah direvisi kemudian diujikan ke subjek penelitian yang lebih besar. Pengujian ini untuk mengetahui literasi sains peserta didik kelas XI MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu Kendal.

C. **Desain Uji Coba Produk**

1. **Desain Uji Coba**

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap uji coba yaitu uji coba skala kecil dan uji coba skala besar. Uji coba skala kecil dilakukan untuk mengetahui kualitas produk yang dikembangkan sebagai bahan acuan menentukan produk mana yang dinyatakan

valid dan reliabel sehingga dapat digunakan untuk mencapai tujuan penelitian yang dilakukan.

Produk yang telah melalui uji coba skala kecil dan memiliki kualitas yang baik dapat digunakan untuk dilakukan uji skala besar. Hasil dari uji coba skala besar ini digunakan untuk mengetahui aspek-aspek yang menjadi tujuan dari penelitian pengembangan ini.

2. Subjek Uji Coba

Uji coba skala kecil dalam penelitian dilakukan pada peserta didik kelas XII MIPA MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu Kendal tahun ajaran 2021/2022 mulai 24 Februari 2022 sampai 3 Maret 2022 secara daring melalui *google form*. Uji coba skala besar produk diterapkan pada sampel peserta didik kelas XI MIPA tahun ajaran 2021/2022 yang diambil menggunakan *Purposive Sampling*. Teknik pengambilan sampel didasarkan pada asumsi bahwa dalam satu angkatan kelas XI MIPA mendapatkan materi dan kurikulum yang sama sehingga dapat dilakukan analisis dengan tujuan tertentu. Uji coba skala besar produk dilaksanakan secara daring melalui *google form* pada tanggal 1 Juni sampai dengan 25 Juni 2022.

D. Teknik Instrumen dan Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Tes

Tes digunakan untuk mengetahui literasi sains peserta didik menggunakan instrumen *multiple choice test* model PISA yang telah valid dan memenuhi kriteria yang lain. Instrumen akan diujikan pada sample penelitian untuk memperoleh data literasi sains peserta didik kelas XI di MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu.

2. Wawancara

Teknik wawancara digunakan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan terkait penelitian yang akan dilaksanakan sebelum, saat dan sesudah penelitian berlangsung. Narasumber dalam wawancara bisa berasal dari guru maupun peserta didik MA NU 03 Sunan Katong.

3. Angket/Kuesioner

Teknik pengumpulan data melalui angket digunakan untuk memperoleh data yang berkaitan dengan kualitas kelayakan produk yang akan diberikan kepada validator ahli untuk menilai instrumen yang dikembangkan. Angket berupa check list serta lembar komentar dan saran. lembar

penilaian menggunakan skala likert dengan skor 5 = sangat baik/sangat sesuai, 4 = baik/sesuai, 3 = cukup baik/cukup sesuai, 2 = kurang baik/kurang sesuai dan 1 = tidak baik/tidak sesuai.

Selain itu, angket akan digunakan untuk mengetahui tanggapan atau respon peserta didik terhadap instrumen *multiple choice test* Model PISA yang dihasilkan.

4. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan pengumpulan dokumen penting sebagai bukti penelitian dilakukan. Dokumentasi dilakukan untuk memperoleh data langsung dari tempat penelitian. Misalnya daftar nama peserta didik yang terlibat dalam penelitian, dan dokumentasi lainnya.

E. Teknik Analisis Data

1. Analisis Uji Coba

Analisis uji coba digunakan untuk mengetahui kualitas instrumen yang akan digunakan dalam penelitian. Instrumen yang akan digunakan harus dilakukan pengujian oleh ahli. Dengan ini diharapkan mampu menjadi tolok ukur hasil kualitas penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti.

a. Uji Validitas

1) Validitas Isi

Pengujian validitas isi dilakukan untuk menguji apakah isi instrumen mengukur secara tepat keadaan yang ingin diukur (Purwanto, 2010). Pengujian validitas isi dilakukan dengan meminta pertimbangan pakar atau ahli terhadap instrumen *Multiple Choice Test Model PISA* yang dikembangkan. Akan ada dua ahli yang diminta untuk memberikan penilaian, pertimbangan dan masukan. Yaitu dua dosen Pendidikan Fisika yang menguasai teknik evaluasi, dan menguasai konten materi. Pemberian penilaian dilakukan dengan memberikan *check list* pada angket yang telah dipersiapkan sebelumnya.

Instrumen *Multiple Choice Test Model PISA* divalidasi mencakup kelayakan materi, konstruksi dan bahasa. Analisis yang digunakan yakni Persamaan (3.1)

$$PK = \frac{S}{N} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

PK = Persentase Kelayakan

S = Skor yang diperoleh

N = Jumlah skor total

Instrumen dapat digolongkan sesuai dengan kriteria yang ada pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Kriteria Instrumen

Persentase Kelayakan	Kategori
PK < 21%	Sangat Tidak Layak
21% ≤ PK < 41%	Tidak Layak
41% ≤ PK < 61%	Cukup Layak
61% ≤ PK < 81%	Layak
81% ≤ PK ≤ 100%	Sangat Layak

(Arikunto & Jabar, 2009)

2) Validitas Empiris

Instrumen tes yang dikembangkan juga akan diuji validitas empirisnya atau uji validitas butir soal dengan menggunakan persamaan *product moment* yang terdapat pada Persamaan (3.2)

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (3.2)$$

Keterangan:

r_{XY} = koefisien korelasi antara variabel X dan Y

N = jumlah subjek

X = skor tiap butir soal

Y = skor total yang benar dari tiap subjek

Setelah diperoleh r_{XY} , nilai r_{XY} dibandingkan dengan r pada tabel (Arifin, 2016). Taraf signifikan yang digunakan yaitu 5%. Butir soal dikatakan valid jika $r_{hitung} > r_{tabel}$.

b. Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas soal menggunakan teknik *Cronbach's Alpha* atau Koefisien Alpha (Arifin, 2016) dengan rumus yang terdapat pada Persamaan (3.3)

$$\alpha = \frac{R}{R - 1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_x^2} \right) \quad (3.3)$$

Dengan varian butir soal diperoleh dari Persamaan (3.4)

$$\sigma_x^2 = P_i q_i \quad (3.4)$$

Keterangan:

α = Reliabilitas yang dicari

R = Jumlah butir soal

σ_i^2 = Varian butir soal

σ_x^2 = Varian skor total

P_i = Tingkat kesukaran soal

$q_i = (1 - P)$

Kriteria pengujian reliabilitas tes yaitu dari perhitungan α (reliabilitas) kemudian dibandingkan dengan r *product moment* pada tabel, dapat dikatakan reliabel apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$.

c. Daya Beda

Daya beda mengukur sejauh mana suatu butir soal dapat membedakan peserta didik yang sudah menguasai kompetensi dengan peserta didik yang belum atau kurang menguasai kompetensi berdasarkan kriteria tertentu (Arifin, 2016).

Menentukan daya beda dilakukan dengan Persamaan (3.5).

$$DP = \frac{n_T}{N_T} - \frac{n_R}{N_R} \quad (3.5)$$

Keterangan

DP= daya pembeda

n_T = Jumlah siswa kelompok tinggi yang menjawab benar

N_T = Jumlah Siswa kelompok tinggi

n_R = Jumlah siswa kelompok rendah yang menjawab benar

N_R = Jumlah Siswa kelompok rendah

Daya pembeda soal dapat diklasifikasikan sesuai dengan Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Daya Beda Soal *Multiple Choice*

Interval Daya Pembeda	Tingkat Daya Pembeda Soal
$0,40 \leq DP \leq 1,00$	Baik Sekali
$0,30 \leq DP < 0,40$	Baik
$0,20 \leq DP < 0,30$	Cukup
$0,00 \leq DP < 0,20$	Jelek

(Arifin, 2016)

d. Tingkat Kesukaran

Merupakan peluang untuk menjawab benar pada soal dengan tingkat kemampuan tertentu atau biasa dinyatakan dengan indeks. Indeks dinyatakan dengan proporsi yang besarnya antara 0,00 sampai dengan 1,00. Semakin besar indeks tingkat kesukaran, semakin mudah soal tersebut (Arifin, 2016).

Indeks kesukaran soal dapat dicari menggunakan Persamaan (3.6).

$$TK = \frac{\text{rata - rata } (\bar{x})}{\text{skor maksimum tiap soal}} \quad (3.6)$$

Dengan

$$(\bar{x}) = \frac{\text{jumlah skor peserta didik tiap soal}}{\text{jumlah peserta didik}} \quad (3.7)$$

Tingkat kesukaran soal dapat dikategorikan sesuai dengan kriteria tingkat kesukaran soal yang ada pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kriteria Tingkat Kesukaran Soal

Tingkat Kesukaran (TK)	Kategori
$0,00 \leq TK < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq TK < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq TK \leq 1,00$	Mudah

(Arifin, 2016)

2. Analisis Tahap Awal

a. Uji Homogenitas

Untuk menentukan dua atau lebih kelompok data sampel berasal dari populasi yang memiliki variansi sama, maka dilakukan uji homogenitas. Uji homogenitas dibagi menjadi dua yakni uji fisher dan uji barlet.

Pada penelitian ini digunakan uji fisher sebab hanya digunakan dalam dua kelompok data. Langkah-langkah pada uji fisher adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan taraf signifikansi α untuk menguji hipotesis

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ (Homogen)}$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ (Tidak Homogen)}$$

Dengan kriteria pengujian:

$$H_0 \text{ diterima jika } f_{hitung} < f_{tabel}$$

$$H_0 \text{ ditolak jika } f_{hitung} > f_{tabel}$$

- 2) Menghitung varian tiap data kelompok
 - 3) Menghitung nilai f_{hitung} dengan rumus

$$f_{hitung} = \frac{\text{varian terbesar}}{\text{varian terkecil}}$$
 - 4) Menentukan f_{tabel} untuk taraf signifikansi α , $dk_1 = dk_{pembilang} = n_a - 1$, dan $dk_2 = dk_{penyebut} = n_b - 1$
 - 5) Lakukan pengujian dengan membandingkan f_{hitung} dan f_{tabel}
- b. Uji Normalitas

Data hasil penelitian yang akan diolah menggunakan teknik statistik harus memiliki distribusi data yang normal. Untuk mengetahui distribusi data dalam keadaan normal atau tidak, perlu dilakukan uji normalitas data (Sugiyono, 2017).

Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan untuk menguji normalitas data yakni dengan Kertas Peluang dan Chi-Kuadrat. Dalam penelitian yang dilakukan, uji normalitas dilakukan dengan menguji data yang diperoleh dari nilai ujian sebelum tes materi kesetimbangan dan dinamika rotasi. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan teknik Chi-Kuadrat dengan Persamaan (3.8).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h} \quad (3.8)$$

Untuk mengetahui data terdistribusi normal atau tidak Chi-Kuadrat hitung dibandingkan dengan Chi-Kuadrat pada tabel. Jika $\chi_{hitung}^2 < \chi_{tabel}^2$ dengan taraf signifikan 5%, maka data terdistribusi normal.

3. Analisis Tahap Akhir

a. Analisis Angket Respon Peserta Didik

Angket ini digunakan untuk melihat respon peserta didik terhadap instrumen *multiple choice* model PISA yang akan dihasilkan. Angket berisi pertanyaan-pertanyaan positif dengan pilihan jawaban SS (sangat setuju), S (setuju), TS (tidak setuju), STS (sangat tidak setuju). Skala yang akan digunakan yakni skala likert. Skala likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang maupun sekelompok orang tentang suatu fenomena sosial (Sugiyono, 2017). Skor yang akan diberikan pada jawaban SS (sangat setuju) adalah 4, S (setuju) 3, TS (tidak setuju) 2, dan STS (sangat tidak setuju) 1. Untuk menganalisis angket respon peserta didik digunakan Persamaan (3.9)

$$N = \text{skor maks} \times 10 \text{ pertanyaan} = 4 \times 10 = 40$$

$$SP = \frac{S}{N} \times 4 \quad (3.9)$$

Keterangan:

SP = Skor yang diperoleh

S = Jumlah skor perolehan

N = Jumlah skor total

Adapun kategori angket respon peserta didik terhadap instrumen *multiple choice* model PISA dapat digolongkan sesuai dengan kategori yang ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kategori Angket Respon Peserta Didik

Interval	Kategori
$3,20 \leq SP \leq 4,00$	Sangat Baik
$2,80 \leq SP < 3,20$	Baik
$2,40 \leq SP < 2,80$	Cukup
$SP < 0,40$	Kurang

(Lestari, 2019)

b. Hasil Tes

Soal *Multiple Choice Test Model PISA* yang akan dikembangkan dalam penelitian ini mewakili setiap indikator literasi sains sesuai *framework* PISA 2018. Pengolahan hasil tes yang akan diperoleh dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- 1) Memberikan skor pada setiap hasil jawaban berdasarkan pedoman penskoran
- 2) Menghitung skor total dari hasil jawaban tes yang dilakukan
- 3) Menentukan persentase kompetensi literasi sains masing-masing peserta didik menggunakan rumus pada Persamaan (3.10)

$$NP = \frac{S}{SM} \times 100\% \quad (3.10)$$

Keterangan:

NP = nilai persentase kompetensi literasi sains

S = skor yang didapatkan peserta didik

SM = skor maksimum tes

- 4) Menghitung rata-rata skor untuk seluruh aspek kompetensi literasi sains menggunakan rumus pada Persamaan (3.11)

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{skor total peserta didik}}{\text{jumlah peserta didik}} \quad (3.11)$$

- 5) Menentukan tingkat kemampuan literasi sains (LS) peserta didik berdasarkan kriteria pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Tingkat Kemampuan Literasi Sains

Interval	Kategori
$85,0\% \leq LS \leq 100\%$	Sangat Baik
$75,0\% \leq LS < 85,0\%$	Baik
$59,0\% \leq LS < 75,0\%$	Cukup
$53,0\% \leq LS < 59,0\%$	Kurang
$LS < 53,0\%$	Sangat Kurang

(Purwanto, 2013)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

1. Pengembangan Instrumen

Pengembangan produk berupa instrumen test yang di desain untuk mengetahui kemampuan literasi sains peserta didik MA NU 03 Sunan Katong diawali dengan melakukan analisis kebutuhan dengan cara observasi lapangan dan wawancara kepada guru mapel. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan literasi peserta didik sehingga bisa digunakan sebagai acuan untuk mempersiapkan cara maupun proses pembelajaran selanjutnya agar mampu meningkatkan literasi peserta didik. Syofyan & Amir (2019) mengatakan bahwa pembelajaran sains berperan penting dalam membentuk peserta didik untuk memiliki kemampuan berpikir kritis, logis, kreatif, inovatif dan berdaya saing global untuk mempersiapkan sumber daya manusia yang berkualitas di abad 21.

Peserta didik yang menempuh jenjang sekolah menengah atas perlu dibentuk pola pikir, perilaku dan karakter yang dimiliki untuk bertanggung jawab terhadap dirinya sendiri demi mempersiapkan

pendidikan yang lebih tinggi maupun menghadapi tantangan kehidupan selanjutnya. Dengan literasi sains, peserta didik akan mampu belajar lebih lanjut dan hidup di masyarakat modern yang dominan dipengaruhi oleh perkembangan sains dan teknologi (Yuliati, 2017). Kemampuan literasi sains peserta didik akan coba diketahui melalui hasil pengembangan instrumen *multiple choice test* model PISA (*Programme of International Student Assessment*) yang dikembangkan oleh peneliti.

Instrumen test yang dikembangkan berupa soal pilihan ganda yang memenuhi karakteristik soal model PISA dengan indikator-indikator kompetensi saintifik yang diteliti oleh peneliti. Penyusunan instrumen tes diawali dengan menyusun dan mempersiapkan bahan-bahan referensi yang digunakan untuk menyusun kisi-kisi dan kartu soal sebagaimana terlampir dalam Lampiran 1 dan Lampiran 2. Tahapan selanjutnya adalah membuat soal dengan terlebih dahulu membuat stimulus berupa artikel, gambar, maupun tabel dengan merangkum informasi dari berbagai sumber.

Stimulus dalam soal model PISA berfungsi sebagai bahan literasi peserta didik dalam mengerjakan instrumen tes. Dengan membaca dan

keterampilan literasi yang baik, peserta didik akan mampu memahami stimulus yang diberikan dan bisa menjawab soal dengan benar. Contoh stimulus yang ada dalam instrumen *multiple choice Test* model PISA ditunjukkan oleh Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Contoh stimulus instrumen *multiple choice test* model PISA

Tahapan penyusunan selanjutnya adalah membuat stimulus dan soal yang telah disusun sebelumnya dalam tampilan *google form*. Pemilihan *google form* sebagai media untuk pelaksanaan uji coba skala kecil, uji coba skala besar dan pengisian angket didasarkan pada keefektifan dan kemudahan akses

evaluasi hasil belajar secara daring. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh (Utami, 2021), yang menjelaskan *google form* memiliki efektifitas dengan kategori baik digunakan untuk pelaksanaan evaluasi hasil belajar secara daring. Tampilan stimulus dan soal dalam *google form* tidak jauh berbeda dengan produk soal yang telah disusun sebelumnya. Diawali dengan petunjuk pengisian, pengisian data diri peserta didik, stimulus dan soal serta opsi jawaban yang bisa dipilih peserta didik seperti yang ditunjukkan Gambar 4.2.

Instrumen tes yang telah dikembangkan oleh peneliti belum mampu menganalisis secara menyeluruh kemampuan literasi peserta didik yang diambil menjadi sampel. Setiap keterampilan yang ada dalam proses pembelajaran membutuhkan tiap-tiap instrumen yang berbeda jika ingin mengetahuinya (Arifin, 2016).

2. Validasi Instrumen

Produk instrumen evaluasi berupa instrumen *multiple choice test* model PISA diharapkan mampu digunakan untuk mengetahui kemampuan literasi sains peserta didik dari sampel yang diteliti. Produk yang digunakan dalam suatu penelitian perlu melalui tahapan khusus untuk mengetahui kualitas produk

Petunjuk: Perhatikan gambar dan artikel berikut untuk menjawab soal No. 1

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 1: Seorang yang sedang mendorong daun pintu
Sumber gambar: [Looyunik](#)

Setelah belajar fisika tentang materi dinamika rotasi di sekolah, Rena mempraktekan penerapan konsep momen gaya di rumahnya. Ia mendorong lurus pintu rumah dengan gaya sebesar F di bagian ujung daun pintu sehingga terbuka sejauh 5 cm. Rena mengulangi kegiatan tadi dengan dorongan yang lebih kuat menjadi $2F$ sehingga pintu terbuka lebih lebar.

Rena kembali mendorong lurus daun pintu di bagian tengah. Dibutuhkan dorongan dua kali lebih kuat daripada saat mendorong di bagian ujung agar pintu bisa terbuka. Ketiga kalinya, Rena mencoba mendorong pintu pada bagian dekat engsel. Meski Rena mendorong dengan kuat, pintu hampir tidak terbuka sama sekali.

1. Agar dapat membuka pintu dengan lebar, tetapi dengan gaya paling kecil, Rena harus mendorong pintu di bagian.... ★

- a. Ujung daun pintu
- b. Tengah daun pintu
- c. Dekat engsel pintu
- d. Tepat di engsel pintu

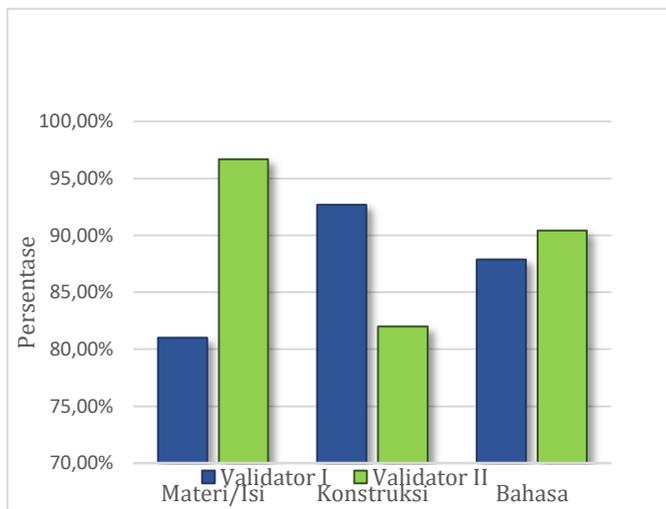


Gambar 4.2. Tampilan instrumen *multiple choice test* model PISA di *google form*

yang akan digunakan yakni validasi instrumen. Melalui tahapan ini diharapkan mampu menganalisis produk yang menggambarkan perilaku sampel secara nyata, tepat, akurat dan bersifat objektif (Arifin, 2016). Tahapan validasi instrumen pada produk yang telah dikembangkan membutuhkan bantuan dari beberapa ahli untuk mengetahui kualitas produk.

Kualitas produk yang dikembangkan dilakukan validasi pada beberapa aspek dasar meliputi aspek materi, aspek konstruksi, dan aspek bahasa. Sesuai dengan kriteria kelayakan suatu instrumen pada tabel 3.1 yang dijelaskan pada teknik analisis data, validasi materi pada instrumen *multiple choice test* model PISA dilakukan dengan bantuan validator ahli terkait aspek-aspek yang telah ditentukan peneliti. Hasil validasi pada instrumen oleh validator ahli sebagaimana terdapat pada Gambar 4.3

Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa pada aspek materi, produk instrumen *multiple choice test* model PISA mendapatkan persentase sebesar 81,0% dari Validator I dan 96,7% dari Validator II. Rata-rata persentase yang diperoleh adalah 88,8%. Pada aspek konstruksi, produk yang telah dikembangkan mendapatkan persentase 92,7% dari Validator I dan 82,0% dari Validator II dan rata-rata persentase yang



Gambar 4.3 Hasil Validasi Ahli untuk Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA

diperoleh adalah 87,3%. Pada aspek bahasa, produk instrumen *multiple choice test* model PISA memperoleh persentase dari Validator I dan Validator II masing-masing 87,9% dan 90,4%. Rata-rata yang diperoleh dalam aspek bahasa adalah 89,1%. Sehingga diperoleh rata-rata persentase validasi produk oleh dua validator ahli adalah 88,6%. Sesuai dengan kriteria kelayakan produk pada tabel 3.1, pada aspek materi atau isi, produk instrumen *multiple choice test* model PISA yang telah dikembangkan berada pada kriteria sangat layak.

Produk awal instrumen tes layak untuk digunakan dengan catatan-catatan dari validator. Instrumen tes yang telah dikembangkan mendapatkan masukan dari validator ahli. Diantaranya adalah penggunaan kalimat yang kurang tepat dalam menuliskan stimulus maupun pertanyaan seperti pada stimulus untuk soal nomor 6 dan 7 yang tampak pada Gambar 4.4. Validator memberikan masukan untuk memperbaiki susunan kalimat dan paragraf pada stimulus dengan terlebih dahulu menyebutkan kejadian kecelakaan di Osaka. Setelah itu paragraf selanjutnya tentang analisis terkait gaya gesek dan momen gaya yang berperan. Sehingga tampilan artikel stimulus pada soal nomor 6 dan 7 menjadi seperti pada Gambar 4.5.

Putaran roda mobil ketika bergerak di jalanan kasar menyebabkan roda menggelinding dengan baik. Putaran roda disebabkan karena adanya gaya gesekan antara roda dengan jalan. Karena gaya ini menyinggung roda, yang berarti tidak segaris dengan pusat massa, maka gaya tersebut menghasilkan momen gaya. Akibatnya akan timbul percepatan rotasi pada roda mobil. Gaya gesekan yang terjadi adalah gaya gesek statis karena tidak ada gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda. Gerak ini terjadi saat bagian permukaan roda turun di sisi depan, kemudian menempel di jalan, lalu naik kembali di sisi belakang.

Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan tinggi di jalan raya yang bersalju. Karena jalanan sangat licin roda mobil mengalami selip dan meluncur tanpa kendali dan tanpa bisa dihentikan. Hal ini menyebabkan kecelakaan beruntun yang melibatkan 130 kendaraan di Osaka, Jepang pada 19 Januari 2021 lalu.



Gambar 3: Kecelakaan beruntun di Osaka, Jepang
Sumber gambar: Tribun Jateng

Gambar 4.4. Stimulus soal nomor 6 dan 7 sebelum direvisi



Gambar 3: Kecelakaan beruntun di Osaki, Jepang
Sumber gambar: Tribun Jateng

Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan tinggi di jalan raya yang bersalju. Karena jalanan sangat licin roda mobil mengalami selip dan meluncur tanpa kendali dan tanpa bisa dihentikan. Hal ini menyebabkan kecelakaan beruntun yang melibatkan 130 kendaraan di Osaki, Jepang pada 19 Januari 2021 lalu.

Selain karena kecepatan tinggi, diketahui banyak kejadian sama terjadi karena ban mobil yang digunakan telah aus. Pada mobil yang bergerak di jalanan kasar dan ban mobil yang beralur dengan kembang-kembang kasar menyebabkan roda menggelinding dengan baik. Gaya yang terjadi adalah gaya gesek statis karena tidak ada gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda. Gerak ini terjadi saat bagian permukaan roda turun di sisi depan, kemudian menempel di jalan, lalu naik kembali di sisi belakang.

Putaran roda disebabkan karena adanya gaya gesekan antara roda dengan jalan. Karena gaya ini menyinggung roda, yang berarti tidak segaris dengan pusat massa, maka gaya tersebut menghasilkan momen gaya. Akibatnya akan timbul percepatan rotasi pada roda mobil. Percepatan rotasi mobil memiliki batas maksimum agar roda bisa menggelinding.

Gambar 4.5. Stimulus soal nomor 6 dan 7 sesudah direvisi

Validator juga memberi masukan tentang kalimat pada soal yang tidak menuju ke gambar atau tabel sebelumnya. Contohnya pada pertanyaan butir soal nomor 17 yang tidak merujuk pada Gambar 6. Masukan lain dari validator adalah tampilan tabel atau gambar yang tidak diberi judul, istilah asing yang tidak dicetak miring, penggunaan simbol fisika yang tidak dicetak tebal dan miring dan beberapa mengenai teknis penulisan. Sesuai dengan masukan yang diberikan, produk soal telah direvisi dengan memperbaiki tata tulis seperti yang dimaksudkan.

B. Hasil Uji Coba Produk

Produk yang telah dikembangkan peneliti dan telah melalui tahap validasi ahli perlu dilakukan uji coba terlebih dahulu sebelum diterapkan pada proses pengambilan data penelitian. Tahapan uji coba ini dilakukan dalam skala kecil dengan melibatkan beberapa responden. Hal ini perlu dilakukan guna memperoleh gambaran dan respon dari responden terhadap produk yang telah dikembangkan.

Uji coba skala kecil telah dilaksanakan pada 24 Februari 2022 sampai 3 Maret 2022 secara daring melalui *google form*. Pelaksanaan uji coba skala kecil dilakukan dengan memanfaatkan *WhatsApp Group* sebagai tempat berkomunikasi antara peneliti dengan responden. Peneliti memberikan pengarahan kepada responden terkait produk yang akan diujikan. Responden dalam uji coba skala kecil berjumlah 12 peserta didik kelas XII MIPA yang sebelumnya telah mendapatkan materi dan penjelasan mengenai materi dinamika rotasi. Hal ini didasarkan pada kriteria sampel uji coba skala kecil untuk populasi yang relatif kecil minimal berjumlah 20% dari sampel asli yang digunakan dalam penelitian (Alwi, 2015). Peneliti menggunakan 40 peserta didik sebagai sampel penelitian ini sehingga jumlah responden uji coba skala kecil telah memenuhi jumlah minimum tersebut.

Uji coba skala kecil digunakan untuk menganalisis produk instrumen *multiple choice test* model PISA yang telah dikembangkan peneliti mengenai validitas, reliabilitas, daya beda dan tingkat kesukaran soal. Tahapan ini dilakukan dengan cara menganalisis butir soal yang telah dikembangkan untuk mengetahui apakah butir soal termasuk dalam kategori baik, perlu diperbaiki, atau tidak digunakan (Alwi, 2015). Hasil uji coba skala kecil telah dianalisis oleh peneliti sebagaimana terdapat pada Lampiran 8.

Analisis butir soal pada uji coba skala kecil produk instrumen *multiple choice test* model PISA yang telah dikembangkan menghasilkan 16 butir soal dari total 30 butir soal yang memenuhi kriteria instrumen yang baik dari segi validitas, reliabilitas, daya beda maupun tingkat kesukaran soal sebagaimana ditunjukkan Lampiran 9. Instrumen soal yang dikembangkan peneliti terdiri dari stimulus, *stem* atau pembawa pokok permasalahan atau keterangan, dan empat *option* atau pilihan jawaban yang dapat dipilih responden. Empat opsi jawaban yang disediakan berfungsi sebagai pengecoh agar peserta didik lebih teliti dalam menjawab soal (Alwi, 2015).

Perhitungan analisis butir pada uji coba skala kecil sebagaimana ditunjukkan Lampiran 8 menghasilkan 14 butir soal yang tidak valid. Butir soal yang dinyatakan

tidak valid berarti tidak dapat digunakan dalam pengambilan data penelitian dan perlu dihapus dari produk instrumen yang telah dikembangkan. Enam belas butir soal yang telah dinyatakan valid siap digunakan dalam pengambilan data penelitian.

Pelaksanaan uji coba kecil selain menganalisis butir soal instrumen yang dikembangkan, peneliti juga membagikan angket secara daring kepada responden untuk mengetahui tanggapan responden terhadap produk instrumen yang dikembangkan peneliti. Melalui angket yang dibagikan responden diharapkan mampu memberikan penilaian terhadap produk instrumen pada aspek kesesuaian materi, kesesuaian *font* yang digunakan, kejelasan gambar dan stimulus, kejelasan dan ketepatan penggunaan Bahasa Indonesia, dan kemudahan akses produk instrumen. Hasil dari angket yang telah diisi responden seperti ditunjukkan oleh lampiran 10 menunjukkan produk yang telah dikembangkan mendapatkan skor 3,1 dimana sesuai kriteria pada Tabel 3.4 produk instrumen *multiple choice test* model PISA berada pada kategori baik.

C. Revisi Produk

Produk awal yang telah dikembangkan peneliti telah melakukan banyak revisi sesuai dengan masukan dan

saran dari para validator ahli sehingga produk siap dilakukan uji coba skala kecil. Tahap uji coba skala kecil menghasilkan 16 butir soal dari total 30 butir soal produk awal. Artinya hampir 50% butir soal yang tidak dapat digunakan karena tidak valid. Melalui angket respon peserta didik, dan wawancara dengan responden peneliti mengumpulkan masukan dan saran terkait dengan produk yang dikembangkan.

Lampiran 10 menunjukkan hasil jawaban responden tentang angket kelayakan produk yang dikembangkan peneliti. Jawaban responden menunjukkan bahwa terdapat aspek yang memperoleh persentase kurang dari 70% yakni aspek kejelasan stimulus dengan persentase sebesar 68%. Aspek kejelasan stimulus juga berkaitan dengan kejelasan gambar yang ditampilkan dalam produk instrumen yang mendapatkan persentase sebesar 70,8%. Karenanya peneliti melakukan wawancara untuk mengetahui tanggapan yang lebih detail dari salah satu responden terkait produk instrumen yang dikembangkan. Dari wawancara yang dilakukan, responden berpendapat bahwa tampilan stimulus dan gambar yang ada pada produk instrumen di *google form* tidak terlalu jelas. Selain itu, beberapa soal maupun opsi jawaban tampak menggunakan jenis huruf yang berbeda dari yang lain.

Peneliti melakukan perbaikan dan revisi pada aspek kejelasan stimulus dan gambar. Pada tahap pengembangan produk instrumen, peneliti menyiapkan draf produk instrumen dalam bentuk dokumen (*word*) untuk kemudian di *export* ke dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan di *google form*. Karena keterbatasan *tools* pada *google form* yang hanya menyediakan *upload* tulisan maupun gambar untuk masing-masing pertanyaan, peneliti berinisiatif terlebih dahulu mengkonversi stimulus menjadi bentuk gambar. Hal ini juga berlaku pada beberapa opsi jawaban yang mengharuskan konversi dari bentuk satu ke yang lain. Pada tahap ini dimungkinkan gambar yang dihasilkan memiliki kualitas yang kurang baik dan menimbulkan perbedaan jenis *font* yang digunakan dengan jenis *font* bawaan dari *google form*. Karenanya peneliti melakukan perbaikan kualitas gambar stimulus yang digunakan agar tampak lebih jelas dan perbedaan jenis *font* tidak terlihat.

Produk yang telah dilakukan perbaikan dan revisi dilakukan pengkajian ulang oleh responden untuk mengetahui perubahan yang ditampilkan. Responden menyatakan bahwa kejelasan gambar lebih baik dan sudah tidak ada perbedaan jenis *font* yang tampil di *google form*. Peneliti akhirnya dapat mengambil kesimpulan bahwa produk instrumen *multiple choice test* model PISA

pada materi dinamika rotasi sudah dapat digunakan untuk pengambilan data penelitian.

D. Kajian Produk Akhir

1. Hasil Penelitian

Produk yang dikembangkan peneliti berupa instrumen *multiple choice test* model PISA telah melalui tahapan validasi ahli dan uji skala kecil yang menunjukkan kualitas produk berada pada kriteria sangat baik dengan rerata persentase 88,6% dari validator ahli dan berada pada kriteria baik dengan skor rerata 3,1 setelah uji coba skala kecil. Tahapan selanjutnya adalah melakukan uji coba skala besar untuk mendapatkan data penelitian yang digunakan untuk mengetahui kemampuan literasi peserta didik kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong. Implementasi produk instrumen *multiple choice test* model PISA pada materi Dinamika Rotasi diawali dengan melakukan perizinan kepada pihak sekolah tempat implementasi produk, melakukan koordinasi dengan guru mata pelajaran fisika serta berkoordinasi dengan wali kelas baik kelas XI MIPA 1 maupun XI MIPA 2 secara langsung maupun daring.

Penelitian dimulai dengan meminta bantuan masing-masing wali kelas untuk meneruskan pesan

dan *link google form* dari peneliti terkait dengan produk Instrumen kepada peserta didik yang menjadi sampel melalui *WhatsApp Group* masing-masing kelas. Hal ini dilakukan karena sampel penelitian hanya tergabung melalui *WhatsApp Group* kelas yang digunakan untuk pembelajaran dan koordinasi bagi semua peserta didik dengan para guru mata pelajaran. Sehingga peneliti hanya diijinkan untuk berkoordinasi dengan wali kelas masing-masing. Peneliti memberikan penjelasan terkait tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan. Sampel dalam penelitian ini adalah 40 responden yang merupakan peserta didik kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu Kendal. Penelitian daring dilaksanakan mulai tanggal 01 Juni 2022 hingga 25 Juni 2022. Hasil jawaban dari sampel penelitian ditunjukkan lampiran 10 kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui kemampuan literasi sains peserta didik sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Kemampuan Literasi Sains Melalui Analisis Jawaban Peserta Didik

No	Keterangan	Indikator Kompetensi Sainifik			Jumlah Total
		K.1	K.2	K.3	
1	Jumlah Point	162	101	150	413
2	Presentase Literasi Sains	81,00%	63,13%	53,57%	64,53%
	Kategori	Baik	Cukup	Kurang	Cukup

2. Pembahasan

Penelitian yang telah dilaksanakan menganalisis kemampuan literasi sains peserta didik pada aspek kompetensi saintifik menggunakan instrumen model PISA yang telah dikembangkan. Enam belas butir soal mengandung tiga aspek literasi sains yang memiliki indikator-indikator kompetensi saintifik literasi sains meliputi:

a. Menjelaskan fenomena secara ilmiah (K.1)

Pada penelitian ini, kompetensi menjelaskan fenomena secara ilmiah menggunakan dua indikator yakni mengingat dan menerapkan penjelasan ilmiah yang sesuai (K.1.1) dan indikator mengidentifikasi, menggunakan dan mengaggas representasi dan penjelasan (K.1.2). Menjelaskan fenomena secara ilmiah terdapat pada butir soal nomor 1, 7, 10, 11 dan 12. Seperti terdapat pada Tabel 4.1, kemampuan literasi sains peserta didik pada kompetensi ini tergolong baik dengan persentase sebesar 81,00%. Sebagaimana terdapat pada Lampiran 12, pada kompetensi ini 16 Peserta Didik dapat menjawab soal dengan sangat baik, 11 Peserta Didik dalam kategori baik, 12 Peserta Didik berada pada kategori cukup, dan 1 Peserta Didik masih dalam kategori sangat

kurang dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah.

Kompetensi menjelaskan fenomena secara ilmiah bergantung pada pengetahuan tentang menjelaskan ide-ide sains. Menjelaskan beberapa fenomena membutuhkan lebih dari sekedar kemampuan mengingat, menggunakan teori, ide penjelasan, informasi dan fakta (OECD, 2018). Sesuai dengan hasil yang diperoleh menunjukkan kemampuan literasi peserta didik dalam aspek menjelaskan fenomena secara ilmiah sudah tergolong baik. Namun, perolehan hasil yang menunjukkan masih adanya Peserta Didik dalam kategori sangat kurang perlu menjadi perhatian.

b. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah (K.2)

Kompetensi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah dalam penelitian ini menggunakan satu indikator mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan (K.2.1). Butir soal yang memuat indikator tersebut adalah butir soal nomor 4, 6, 13 dan 14. Melalui analisis yang telah dilakukan pada kompetensi ini literasi sains peserta didik berada pada kategori cukup dengan

persentase sebesar 63,13%. Selain itu, 4 Peserta Didik dapat menjawab soal dalam kategori sangat baik, 16 Peserta Didik kategori baik, sementara itu 20 peserta didik berada pada kategori sangat kurang seperti ditunjukkan Lampiran 12. Hasil ini menunjukkan 50% peserta didik yang berada pada tingkat sangat kurang dalam menjawab soal yang secara tidak langsung menunjukkan kurangnya kemampuan literasi sains peserta didik dalam aspek mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah.

Indikator kompetensi saintifik dalam literasi sains mengacu pada data yang diperoleh dengan observasi dan eksperimen baik di laboratorium maupun di lapangan untuk menentukan prediksi yang kemudian diuji secara eskperimental (OECD, 2018). Hasil analisis yang telah dilakukan secara tidak langsung memberikan gambaran tentang kurangnya pengalaman eksperimen atau praktikum peserta didik. Banyak faktor yang mempengaruhi diantaranya karena dampak pembelajaran daring yang tidak bisa optimal jika melaksanakan pembelajaran berbasis eksperimen. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara peneliti dengan guru mapel Fisika MA

NU 03 Sunan Katong dimana peserta didik tidak bisa melakukan praktikum di laboratorium sejak pembelajaran jarak jauh. Dengan diketahuinya kemampuan literasi sains pada aspek mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah peserta didik, pihak-pihak yang berwenang bisa berusaha mengatasi permasalahan ini dengan menemukan solusi terbaik tentang pembelajaran eksperimental khususnya pada mapel sains. misalnya dengan memanfaatkan laboratorium virtual seperti *software PhET Collorado* secara daring.

c. Menafsirkan data dan bukti ilmiah (K.3)

Kompetensi menafsirkan data dan bukti ilmiah menggunakan dua indikator yaitu transformasi dari data suatu representasi ke representasi yang lain (K.3.1) dan mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains (K.3.3). Menafsirkan data dan bukti ilmiah terdapat pada butir soal nomor 2, 3, 5, 8, 9, 15 dan 16. Hasil penelitian dan setelah analisis dilakukan menunjukkan literasi sains peserta didik berada pada kategori kurang dalam kompetensi menafsirkan data dan bukti ilmiah dengan persentase 53,57%. Pada kompetensi ini 4 peserta

didik berada pada kategori sangat baik dalam menjawab soal, 5 peserta didik dalam kategori cukup, 11 peserta didik dalam kategori kurang, dan 20 peserta didik berada pada kategori sangat kurang. Hasil demikian ditunjukkan dalam Lampiran 12.

Kompetensi menafsirkan data dan bukti ilmiah biasanya dimulai dengan mencari pola melalui pembuatan tabel sederhana atau visualisasi grafik. Peserta didik yang memiliki kemampuan literasi sains diharapkan mampu memahami atau menggunakan prosedur yang tepat untuk mencapai kesimpulan yang tepat (OECD, 2018). Hasil ini menggambarkan bahwa mayoritas peserta didik berada dalam kategori kurang dalam hal menafsirkan data dan bukti ilmiah. Kurang terlatihnya peserta didik dalam memahami soal dalam bentuk tabel dimungkinkan menjadi salah satu sebab hasil penelitian yang demikian.

Hasil penelitian pada analisis kemampuan literasi sains peserta didik kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong secara menyeluruh menunjukkan hasil persentase sebesar 64,53% dengan kategori cukup. Pada tingkat kemampuan literasi sains, peserta didik

kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong masih berada pada tahap mampu menjelaskan fenomena secara ilmiah dibuktikan dengan hasil analisis yang menunjukkan jumlah peserta didik yang minimal berada pada kategori cukup (diatas 60%) hanya sampai bisa mengerjakan soal-soal kompetensi menjelaskan fenomena secara ilmiah. Sementara pada tahap mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah serta menafsirkan data dan bukti ilmiah, hasil analisis menunjukkan hanya sedikit peserta didik yang sudah sampai pada tahap ini.

Banyak faktor yang mempengaruhi kemampuan literasi peserta didik. Menurut Rusilowati (2018) upaya pemerintah untuk meningkatkan literasi sains peserta didik tidak dibarengi dengan penyediaan buku ajar berbasis literasi sains maupun soal kemampuan sains sebagai alat evaluasinya sehingga peserta didik tidak terlatih menyelesaikan soal-soal berbasis literasi sains. Sedangkan menurut Sinaga (2015), pembelajaran sains lebih banyak menggunakan hafalan dan dalam soal-soal evaluasi jarang mengaplikasikan sains ke dalam kasus-kasus yang berkenaan langsung dengan lingkungan dan teknologi. Sesuai dengan wawancara dengan guru mapel fisika di MA NU 03 Sunan Katong bahwa selama pembelajaran

guru belum pernah memberikan latihan soal atau bentuk evaluasi lain yang berbasis literasi sains. Hal ini menjadi salah satu faktor yang menyebabkan peserta didik MA NU 03 Sunan Katong berada pada kategori cukup dalam literasi sains. Masih banyak faktor yang mempengaruhi kemampuan literasi sains peserta didik. Dengan demikian perlu adanya sinergi dari berbagai pemangku kepentingan baik dalam skala kecil sesuai kebutuhan masing-masing sekolah maupun skala besar oleh berbagai pihak yang terlibat untuk sama-sama meningkatkan kemampuan literasi peserta didik.

Dengan diketahuinya kemampuan literasi sains peserta didik kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong pada Mata Pelajaran Fisika Materi Dinamika Rotasi melalui hasil analisis yang telah disebutkan, menunjukkan bahwa peneliti telah mampu mengembangkan suatu instrumen yang dapat digunakan dengan baik dalam menganalisis kemampuan literasi sains peserta didik.

E. Keterbatasan penelitian

Penelitian telah dilaksanakan secara daring sehingga terdapat keterbatasan yang dialami peneliti. Pengaplikasian soal model PISA kepada peserta didik yang

belum pernah mengerjakan soal serupa menjadi tantangan tersendiri bagi peserta didik karena dianggap soal Model PISA masing-masing. Hal ini membuat waktu pengerjaan oleh sampel lebih lama selain faktor pelaksanaan daring yang lebih fleksibel dalam hal waktu. Pada penelitian ini, peneliti hanya dapat menganalisis kemampuan literasi sains pada bagian kompetensi saintifik dengan lima indikator saja.

Pada pelaksanaan pengambilan data, peneliti tidak dapat mengamati secara langsung dan tidak bisa langsung berkomunikasi dengan semua sampel karena kebijakan sekolah tempat penelitian. Sehingga peneliti hanya mengandalkan komunikasi dengan wali kelas masing-masing agar tidak terdapat miskomunikasi. Pelaksanaan penelitian berlangsung lancar namun respon dari sampel yang cukup lama menyebabkan penelitian lebih lama dari tenggat waktu yang diberikan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan tahapan-tahapan yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Produk instrumen *multiple choice test* model PISA materi Dinamika rotasi mendapatkan kriteria sangat baik dengan persentase rata-rata 88,6% dari validator ahli. Produk instrumen *multiple choice test* model PISA materi Dinamika rotasi terdiri dari 16 butir soal dengan 4 opsi jawaban yang valid, reliabel, daya beda baik dan memiliki tingkat kesukaran mudah, sedang dan sukar.
2. Kemampuan literasi sains yang dianalisis menggunakan instrumen *multiple choice test* model PISA materi Dinamika rotasi peserta didik kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong secara keseluruhan berada pada kategori Cukup dengan persentase 64,53%. Sementara itu, kemampuan literasi sains peserta didik kelas XI MIPA MA NU 03 Sunan Katong berada pada tahap mampu menjelaskan fenomena secara ilmiah.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, peneliti memberikan saran kepada berbagai pihak sebagai bahan masukan di masa yang akan datang sebagai berikut:

1. Guru mapel fisika lebih sering memberikan latihan-latihan soal serupa PISA dalam aspek literasi sains untuk membiasakan dan melatih ketrampilan peserta didik.
2. Peneliti selanjutnya agar mampu mengembangkan instrumen tes model PISA pada aspek literasi sains yang memfasilitasi seluruh indikator-indikator literasi sains.
3. Peneliti selanjutnya dapat menganalisis literasi sains pada pokok bahasan yang lain tidak hanya pada materi dinamika rotasi
4. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan instrumen tes model PISA mengenai literasi sains secara lebih komprehensif.

C. Implikasi

Penelitian yang telah dilaksanakan adalah suatu penelitian pengembangan instrumen dimana hasil yang diperoleh diharapkan mampu menjadi referensi bagi semua pihak untuk mengetahui literasi

sains peserta didik khususnya tingkat SMA/MA. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi sarana bagi pihak-pihak yang bersangkutan untuk mengetahui hasil dari literasi sains peserta didik sehingga mampu membuat perubahan atau kebijakan untuk meningkatkan literasi sains peserta didik. Hasil penelitian ini memiliki implikasi yang positif untuk mengetahui kemampuan peserta didik dengan menggunakan instrumen yang telah dikembangkan. Literasi sains menjadi hal yang perlu ditingkatkan sebagai bekal peserta didik melanjutkan pendidikan maupun bekal untuk kehidupan di era global.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2016). *Fisika Dasar I*. Institut Teknologi Bandung.
- Adawiyah, R. (2017). *Pengembangan Instrumen Tes Berbasis Literasi Sains dalam Aspek Menjelaskan Fenomena Ilmiah Materi Pokok Energi*. UIN Sunan Kalijaga.
- Aisyah. (2013). Pengembangan Soal Tipe PISA di Sekolah Menengah Pertama. *Edumatica*, 03(01), 27–34.
- Alonso, M., & Finn, E. J. (2005). *Fundamental University Physics (Terjemah)* (2nd ed.). Erlangga.
- Alwi, I. (2015). Kriteria Empirik dalam Menentukan Ukuran Sampel pada Pengujian Hipotesis dan Analisis Butir. *Jurnal Formatif* 2, 2(2), 140–148.
- Aminah, M. S. (2013). *Pengembangan Instrumen Tes Pilihan Ganda BAB Himpunan Di Kelas VII SMP Negeri 9 Kota Cirebon*. IAIN Syekh Nurjati Cirebon.
- Arifah, S. E. (2017). Pendidikan Akal dalam Perspektif Al-Qur'an (Analisis Tafsir Tahlili Al-Qur'an Surat Ali Imran Ayat 190-191). In *UIN Walisongo Semarang*. UIN Walisongo Semarang.
- Arifin, Z. (2016). *Evaluasi Pembelajaran; Prinsip, Teknik dan*

Prosedur. PT Remaja Rosdakarya.

Arikunto, S., & Jabar, C. S. A. (2009). *Evaluasi Program Pendidikan: Pedoman Teoritis Praktis Bagi Mahasiswa dan Praktisi Pendidikan*. Bumi Aksara.

Asyhari, A. (2019). *Pengembangan Instrumen Asesmen Literasi Sains Berbasis Nilai-Nilai Islam dan Budaya Indonesia dengan Pendekatan Kontekstual*. 22(1), 166–179.

Bidasari, F. (2017). Pengembangan Soal Matematika Model PISA pada Konten Quantity untuk Mengukur Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Gantang*, II(1), 63–78.

Bybee, R., Mccrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006 : An Assessment of Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865–883.
<https://doi.org/10.1002/tea.20333>

Diana, S., Rachmatulloh, A., & Rahmawati, E. S. (2015). Profil Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA Berdasarkan Instrumen Scientific Literacy Assesments (SLA). *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 285–291.

Gall, M. D., & Borg, W. R. (2003). Educational Research: An Introduction (ebook). In *British Journal of Educational Studies* (7th ed., Vol. 32, Issue 3).

<https://doi.org/10.2307/3121583>

Hamalik, O. (2007). *Proses Belajar Mengajar*. Bumi Aksara.

Hidayat, A., Salam, A., Purba, M., Surya, M., Suparno, & Toweula, S. F. (2014). *Pedoman Guru Mata Pelajaran Fisika; untuk Sekolah Menengah Atas (SMA)/Madrasah Aliyah (MA)*. Pusat Kurikulum dan Pembukuan Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Juanda, D. I. (2018). E-Modul Fisika Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar. In *Direktorat Pembinaan SMA Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*.

Kemdikbud. (2019). *Hasil PISA Indonesia 2018: Akses Makin Meluas, Saatnya Tingkatkan Kualitas*. Web Kemdikbud. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2019/12/hasil-pisa-indonesia-2018-akses-makin-luas-saatnya-tingkatkan-kualitas>

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 81 A Tahun 2013 Tentang Implementasi Kurikulum, Pub. L. No. 81 A Tahun 2013 (2013).

Lestari, W. (2019). *Pengembangan Instrumen Multiple Choice Reasoning Terbuka Berbasis HOTS Dengan Pendekatan Literasi Sains Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir*

Tingkat Tinggi Siswa Kelas X SMAN Karangpandan Pada Materi Gerak Harmonik. UIN Walisongo Semarang.

Monosari. (2013). *Pengembangan Soal-Soal Fisika Berbasis PISA sebagai Tuntutan Kurikulum 2013 untuk Memperbaiki Prestasi Literasi Fisika Siswa.*

Novanti, S. K. E., Yulianti, E., & Mustikasari, V. R. (2018). Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains Siswa SMP Materi Tekanan Zat dan Penerapannya dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 2(2), 6–12.

Nurhidayah, Saroji, M., & Novafianto, F. (2019). *e-Modul Fisika Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar.* Direktorat Pembinaan SMA Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

OECD. (2018). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework.* OECD.

OECD. (2019a). PISA 2018 Result; Combined Executive Summaries Volume I, II & III. In *OECD: Vols. I, II & III*. <https://doi.org/10.1787/g222d18af-en>

OECD. (2019b). *Programme for International Student Assessment (PISA) Result From PISA 2018; Indonesia.*

Ozcan, O., & Gercek, C. (2015). What are the pre-service physics teachers ' opinions about context based approach in

- physics lessons? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197(February), 892–897.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.269>
- Palupi, D. S., Suharyanto, & Karyono. (2009). *Fisika; Untuk Kelas XI SMA dan MA*. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Pulungan, D. A. (2014). Pengembangan Instrumen Tes Literasi Matematika Model PISA. *Journal of Education Research Evaluation*, 3(2), 74–78.
- Purwanto. (2010). *Instrumen Penelitian Sosial dan Pendidikan; Pengembangan dan Pemanfaatan*. Pustaka Pelajar.
- Purwanto, M. N. (2013). *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Rafika. (2020). *Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas XI SMA Pada Materi Dinamika Rotasi Dan Keseimbangan Benda Tegar* [Universitas Sriwijaya].
<https://repository.unsri.ac.id/32649/>
- Rusilowati, A, Nugroho, S. E., Susilowati, E. S. M., Mustika, T., Harfiyani, N., & Prabowo, H. T. (2017). The Development of Scientific Literacy Assessment to Measure Student's Scientific Literacy Skills in Energy Theme. *International Conference on Mathematics, Science and Education 2017*.

- Rusilowati, Ani. (2018). Asesmen Literasi Sains: Analisis Karakteristik Instrumen dan Kemampuan Siswa Menggunakan Teori Tes Modern Rasch Model. *Seminar Nasional Fisika Universitas Riau, September*.
- Sari, W. S. P., Ismet, & Andriani, N. (2017). Desain Instrumen Soal IPA Serupa PISA (Programme for International Student Assessment) pada Sekolah Menengah Pertama. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017*, 697–703.
- Septiani, D., Widiyawati, Y., & Nurwahidah, I. (2019). Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains PISA Aspek Menjelaskan Fenomena Ilmiah Kelas VII. *Science Education and Application Journal (SEAJ)*, 1(2), 46–55.
- Serway, R. A., & John W. Jewett, J. (2009). *Fisika untuk Sains dan Teknik (Terjemah); Buku 1* (6th ed.). Penerbit Salemba Teknika.
- Sinaga, T. N. (2015). Pengembangan Soal Model PISA Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Terpadu Konten Fisika untuk Mengetahui Penalaran Siswa Kelas IX. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 194–197.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

- Sulistiyono, T., Dardiri, A., Siswoyo, D., Rohman, A., Hendrowibowo, L., & Sidharto, S. (2013). *Ilmu Pendidikan (Pertama)*. UNY Pers.
- Syofyan, H., & Amir, T. L. (2019). Penerapan Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA untuk Calon Guru SD. *Jurnal Pendidikan Dasar*, *10*(2), 35–43.
- Tipler, P. A. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1 (Terjemah)* (3rd ed.). Erlangga.
- Utami, L. W. S. (2021). Penggunaan Google Form dalam Evaluasi Hasil Belajar Peserta Didik Di Masa Pandemi COVid-19. *TEACHING : Jurnal Inovasi Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, *1*(3), 150–156.
<https://doi.org/10.51878/teaching.v1i3.453>
- Wartoni, & Benyamin, P. I. (n.d.). *Strategi Pengembangan Tes Objektif (Pilihan Ganda)*.
- Widana, I. W. (2017). *Modul Penyusunan Soal Higher Order Thingking Skill (HOTS)*. Direktorat Pembinaan SMA Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Yuliati, Y. (2017). Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, *3*(2), 21–28.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

Lampiran 1

KISI – KISI INSTRUMEN *MULTIPLE CHOICE TEST* MODEL PISA MATERI DINAMIKA ROTASI

Sekolah : MA NU 03 Sunan Katong

Bentuk Soal : Pilihan Ganda

Mata Pelajaran : Fisika

Alokasi Waktu : 60 Menit

Kelas/Semester : XI MIPA/Gasal

Penyusun : Mufidatul Munawaroh

Materi Pokok : Dinamika Rotasi

Pembimbing : Dr. Hamdan Hadi K., M. Sc.
Hartono, M. Sc

No	Kompetensi Dasar	Konten	Level Kompetensi Sainifik	Indikator Kompetensi Sainifik	Indikator Soal	Jenis	Nomor Soal
1	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari hari misalnya dalam olahraga	Penerapan Momen gaya	K1: Menjelaskan fenomena secara ilmiah	K.1.1. Mengingat dan menerapkan penjelasan ilmiah yang sesuai	Diberikan artikel dan gambar berkaitan dengan momen gaya dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menjelaskan fenomena momen gaya secara ilmiah (Medium)	PG	1

2	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Keseimbangan	K1: Menjelaskan fenomena secara ilmiah	K.1.1. Mengingat dan menerapkan penjelasan ilmiah yang sesuai	Diberikan gambar mengenai kesetimbangan benda tegar dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis kesetimbangan (low)	PG	10
3						PG	11
4						PG	12
5	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Momen Inersia dalam olahraga	K1: Menjelaskan fenomena secara ilmiah	K.1.2. Mengidentifikasi, menggunakan dan menggagas representasi dan penjelasan	Diberikan artikel dan gambar yang berkaitan dengan momen inersia dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menjelaskan secara ilmiah peristiwa tersebut (Low)	PG	7
6	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Mengelinding atau selip	K2. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	K.2.1. Mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan	Diberikan artikel dan gambar mengenai suatu fenomena global, peserta didik dapat mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah untuk menjelaskan fenomena tersebut (High)	PG	4

7	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Momen Inersia dalam olahraga	K2. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	K.2.1. Mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan	Diberikan artikel dan gambar yang berkaitan dengan momen inersia dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah peristiwa tersebut (Medium)	PG	6
8	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Pemanfaatan Momen Inersia	K2. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	K.2.1. Mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan	Diberikan artikel dan gambar mengenai momen inersia dalam kehidupan, peserta didik dapat mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah mengenai peristiwa yang terjadi (Low)	PG	13
9	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga				PG	14	
10	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Pemanfaatan momen gaya	K3: Menafsirkan data dan bukti ilmiah	K.3.1. Transformasi dari data suatu representasi ke representasi yang lain	Diberikan artikel dan gambar mengenai pemanfaatan momen gaya dalam kehidupan, peserta didik dapat mentransformasi data yang ada (Medium)	PG	2

11	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Momen Inersia	K3: Menafsirkan data dan bukti ilmiah	K.3.1. Transformasi dari data suatu representasi ke representasi yang lain	Diberikan artikel dan tabel mengenai momen inersia dalam kehidupan, peserta didik dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah yang ada (Medium)	PG	8
12	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Pemanfaatan momen gaya	K3: Menafsirkan data dan bukti ilmiah	K.3.3. Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains	Diberikan artikel dan gambar mengenai pemanfaatan momen gaya dalam kehidupan, peserta didik dapat menafsirkan data yang ada (Low)	PG	3
13	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari-hari misalnya dalam olahraga	Momen inersia	K3: Menafsirkan data dan bukti ilmiah	K.3.3. Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains	Diberikan artikel dan gambar yang berkaitan dengan momen inersia dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah mengenai peristiwa tersebut (High)	PG	5

14	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari hari misalnya dalam olahraga	Gerak menggelinding pada benda yang menuruni bidang miring	K3: Menafsirkan data dan bukti ilmiah	K.3.3. Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains	Diberikan gambar mengenai gerak benda yang menuruni bidang miring, peserta didik dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah yang ada (Medium)	PG	9
15	Menerapkan konsep torsi, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar (statis dan dinamis) dalam kehidupan sehari hari misalnya dalam olahraga	Pusat massa pada partikel	K3: Menafsirkan data dan bukti ilmiah	K.3.3. Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains	Diberikan gambar dan tabel mengenai pusat massa, peserta didik dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah yang ada (Medium)	PG	15
16						PG	16

Cilacap, 23 Mei 2022
Penyusun,


Mufidatul Munawaroh
NIM. 1708066032

Lampiran 2

KARTU SOAL INSTRUMEN *MULTIPLE CHOICE TEST* MODEL PISA MATERI DINAMIKA ROTASI

Sekolah : MA NU 03 Sunan Katong

Bentuk Soal : Pilihan Ganda

Mata Pelajaran : Fisika

Alokasi Waktu : 90 Menit

Kelas/Semester : XI MIPA/Gasal

Penyusun : Mufidatul Munawaroh

Materi Pokok : Dinamika Rotasi

Pembimbing : Dr. Hamdan Hadi K., M. Sc.
Hartono, M. Sc

Stimulus untuk soal nomor 1

gambar di Perhatikan bawah ini!



Gambar 1: Seorang yang sedang mendorong daun pintu

Sumber gambar: Lovepik

Setelah belajar fisika tentang materi dinamika rotasi di sekolah, Rena mempraktekkan penerapan konsep momen gaya di rumahnya. Ia mendorong lurus pintu rumah dengan gaya sebesar F di bagian ujung daun pintu sehingga terbuka sejauh 5 cm. Rena mengulangi kegiatan tadi dengan dorongan yang lebih kuat menjadi $2F$ sehingga pintu terbuka lebih lebar.

Rena kembali mendorong lurus daun pintu di bagian tengah. Dibutuhkan dorongan dua kali lebih kuat daripada saat mendorong di bagian ujung agar pintu bisa terbuka. Ketiga kalinya, Rena mencoba mendorong pintu pada bagian dekat engsel. Meski Rena mendorong dengan kuat, pintu hampir tidak terbuka sama sekali.

Indikator Kompetensi Saintifik:		Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengingat dan menerapkan penjelasan ilmiah yang sesuai		1	K1	A	1
Materi:		Soal:			
Penerapan Momen Gaya		Jika Rena ingin membuka pintu dengan lebar, tetapi dengan gaya paling kecil, Ia harus mendorong pintu di bagian...			
Indikator Soal:					
Diberikan artikel dan gambar berkaitan dengan momen gaya dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menjelaskan fenomena momen gaya secara ilmiah (Medium)		A.	Ujung daun pintu		
		B.	Tengah daun pintu		
		C.	Dekat engsel pintu		
		D.	Tepat di engsel pintu		
		Pembahasan:			
		Momen Gaya merupakan perkalian antara gaya dan jarak tegak lurus antara garis kerja sebuah gaya dengan poros. Momen Gaya sebanding dengan gaya dan jarak tegak lurus antara garis kerja sebuah gaya. Sehingga semakin besar jarak antara poros dan garis kerja, membuat momen gaya semakin besar			

Stimulus untuk soal nomor 2 dan 3

gambar di Perhatikan bawah ini!



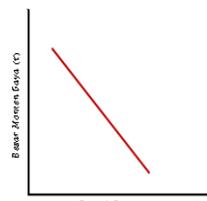
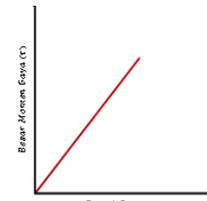
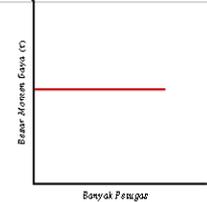
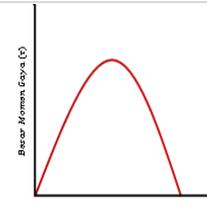
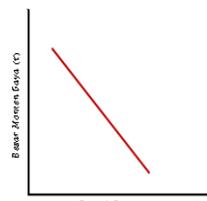
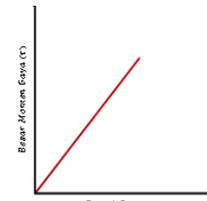
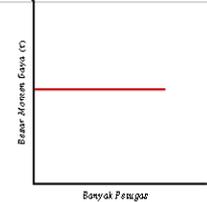
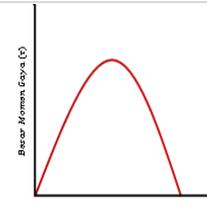
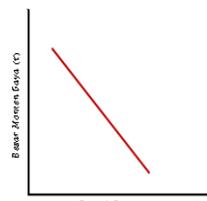
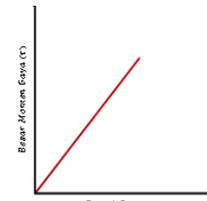
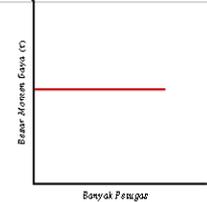
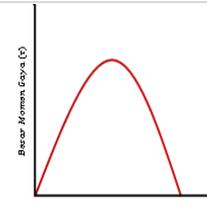
Gambar 2: Dua orang petugas KAI sedang memberikan gaya pada ujung pemutar *turn table*

Sumber gambar: Antara News

Kereta Api Argo Dwipangga berangkat dari Stasiun Gambir, Jakarta menuju Stasiun Kota Solo. Ketika sampai di Solo, lokomotif kereta berada di ujung Timur gerbong. Sementara ketika kereta akan kembali ke Jakarta, lokomotif kereta harus berada di ujung Barat gerbong.

Untuk memindahkan lokomotif kereta, cara yang digunakan adalah dengan melepasnya dari rangkaian gerbong kereta untuk dibawa ke lokasi rel berputar (*turn table*) yang digunakan khusus untuk memutar arah lokomotif. Rel tersebut berbentuk seperti jembatan berputar berupa satu pegangan rel di atas poros. Setelah lokomotif kereta memasuki posisi tepat di atas poros, dua orang atau lebih memutar pegangan di ujung rel pemutar untuk membalik arah rel sehingga arah lokomotif juga terbalik.

Jarak antara ujung pemutar dan poros sekitar $12,5 \text{ meter}$. Sementara momen gaya untuk menggerakkan *turn table* agar bisa berputar untuk membalik arah lokomotif kereta minimal adalah 6.500 N m .

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor								
Transformasi dari data suatu representasi ke representasi yang lain	2	K3	C	1								
Materi: Pemanfaatan momen gaya	Soal: Untuk membalik arah lokomotif kereta, pegangan ujung turn table digerakkan oleh satu, dua atau lebih petugas KAI. Hubungan banyaknya petugas yang menggerakkan ujung turn table dengan besar momen gaya yang dihasilkan ditunjukkan oleh grafik....											
Indikator Soal: Diberikan artikel dan gambar mengenai pemanfaatan momen gaya dalam kehidupan, peserta didik dapat menafsirkan mentranformasi data yang ada(Medium)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: top;">A.</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">  </td> <td style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: top;">C.</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">B.</td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">D.</td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table> <p>Pembahasan:</p> <p>Momen gaya dapat didefinisikan sebagai hasil perkalian antara besarnya gaya dengan panjangnya jarak antara gaya dengan poros. Jika jarak antara poros trun table dengan ujung pemutar selalu tetap, maka yang berpengaruh dalam besar besar kecilnya momen gaya adalah besarnya gaya yang diberikan, dalam hal ini adalah gaya yang diberikan para petugas yang memutar ujung turn table. Semakin besar gaya yang diberikan(semakin banyak petugas) semakin besar momen gaya yang dihasilkan. hal ini ditunjukkan oleh grafik C.</p>				A.		C.		B.		D.	
A.		C.										
B.		D.										

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains	3	K3	D	1
Materi: Pemanfaatan momen gaya	Soal: Setelah dua petugas KAI mencoba beberapa kali untuk mendorong ujung pemutar, turn table tidak bergerak. Sehingga dua petugas lain ikut membantu mendorong ujung pemutar turn table agar lokomotif bisa segera berbalik arah. Kaitannya dengan torsi, peristiwa ini menunjukkan bahwa...			
Indikator Soal: Diberikan artikel dan gambar mengenai pemanfaatan momen gaya dalam kehidupan, peserta didik dapat menafsirkan data yang ada (Low)	<p>A. Semakin kecil momen inersia benda semakin besar hambatan untuk menggerakkan turn table pada porosnya</p> <p>B. Semakin besar momen inersia benda semakin besar hambatan untuk menggerakkan turn table pada porosnya</p> <p>C. Semakin besar gaya yang diberikan untuk mendorong ujung pemutar, menjadikan torsi semakin kecil sehingga</p> <p>D. Semakin besar gaya yang diberikan untuk mendorong ujung pemutar, menjadikan torsi semakin besar sehingga</p>			
	Pembahasan: Momen Gaya merupakan perkalian antara gaya dan jarak tegak lurus antara garis kerja sebuah gaya dengan poros. Momen Gaya sebanding dengan gaya dan jarak tegak lurus antara garis kerja sebuah gaya. Sehingga semakin besar jarak antara poros dan garis kerja dan semakin besar gaya yang diberikan membuat momen gaya semakin besar			

Stimulus untuk soal nomor 4

gambar di Perhatikan bawah ini!



Gambar 3: Kecelakaan beruntun di Osaki, Jepang
Sumber gambar: Tribun Jateng

Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan tinggi di jalan raya yang bersalju. Karena jalanan sangat licin roda mobil mengalami selip dan meluncur tanpa kendali dan tanpa bisa dihentikan. Hal ini menyebabkan kecelakaan beruntun yang melibatkan 130 kendaraan di Osaki, Jepang pada 19 Januari 2021 lalu.

Selain karena kecepatan tinggi, diketahui banyak kejadian sama terjadi karena ban mobil yang digunakan telah aus. Pada mobil yang bergerak di jalanan kasar dan ban mobil yang beralur dengan kembang-kembang kasar menyebabkan roda menggelinding dengan baik. Gaya yang terjadi adalah gaya gesek statis karena tidak ada gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda. Gerak ini terjadi saat bagian permukaan roda turun di sisi depan, kemudian menempel di jalan, lalu naik kembali di sisi belakang.

Putaran roda disebabkan karena adanya gaya gesekan antara roda dengan jalan. Karena gaya ini menyinggung roda, yang berarti tidak segaris dengan pusat massa, maka gaya tersebut menghasilkan momen gaya. Akibatnya akan timbul percepatan rotasi pada roda mobil. Percepatan rotasi mobil memiliki batas maksimum agar roda bisa menggelinding.

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan	4	K2	A	1
Materi:	Soal:			
Menggelinding atau selip	Roda kendaraan bisa mengalami selip sebab...			
Indikator Soal:				
Diberikan artikel dan gambar mengenai suatu fenomena global, peserta didik dapat mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah untuk menjelaskan fenomena tersebut (High)	A.	Terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga gaya gesek statis digantikan oleh gaya gesek kinetik yang menyebabkan percepatan rotasi roda melebihi batas maksimum		
	B.	Terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga gaya gesek kinetik digantikan oleh gaya gesek statis yang menyebabkan percepatan rotasi roda melebihi batas maksimum		
	C.	Terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga tidak ada gaya gesek yang bekerja		
	D.	Tidak terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga tidak ada gaya gesek yang bekerja		
	Pembahasan:			
	Perputaran roda disebabkan adanya gaya gesekan antara roda dengan jalan. Karena gaya ini menyinggung roda (tidak segaris dengan pusat massa) maka gaya tersebut menghasilkan momen gaya. Hal ini menyebabkan timbulnya percepatan rotasi pada roda. percepatan rotasi roda agar tidak selip memiliki batas maksimum. Gaya gesekan antara roda dengan jalan merupakan gaya gesekan statis karena tidak ada gerak relatif antara permukaan roda dan jalan. Yang terjadi adalah bagian permukaan roda turun di sisi depan, kemudian menempel jalan, lalu naik kembali di sisi belakang. gaya gesekan kinetik baru terjadi pada roda yang selip karena ada gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda.			

Stimulus untuk soal nomor 5, 6 dan 7

gambar di Perhatikan bawah ini!



Gambar 4: seorang atlet *baseball* akan memukul bola
Sumber gambar: SerambiRiau.com

Baseball merupakan suatu cabang olahraga yang tergolong dalam jenis permainan bola kecil. Olahraga ini sangat populer di kawasan Amerika Utara, Amerika Latin, Karibia dan Asia Timur. *Baseball* dimainkan menggunakan tongkat pemukul atau biasa disebut *bat*, bola dan sarung tangan. Salah satu teknis dasar dalam permainan *baseball* adalah memukul bola. Pada teknik ini, tongkat pemukul (*bat*) harus dipegang menggunakan kedua tangan agar bisa menghasilkan pukulan yang maksimal.

Saat mengayunkan *bat*, pada awalnya atlet *baseball* akan merasa sedikit kesulitan. Setelah atlet memberikan ayunan yang cukup agar *bat* bergerak, maka *bat* tetap ingin bergerak. Hal ini terjadi karena adanya momen inersia pada *bat*. Momen inersia selalu ada dalam seluruh situasi olahraga dimana terjadi gerak angular atau rotasi. Seorang atlet *baseball* juga harus bisa memilih *bat* yang tepat bagi dirinya. Berdasarkan peraturan yang berlaku, panjang *bat* tidak boleh lebih dari 42 inci (1,067 meter) dan beratnya (*massanya*) tidak lebih dari 3 pon (1,4 Kg). Semakin besar massa dan semakin panjang suatu *bat*, maka semakin sulit seorang atlet mengayunkan di awal, mengontrol selama diayunkan dan saat akan menghentikannya.

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains	5	K3	A	1
Materi:	Soal:			
Momen inersia	Pada saat bersiap memukul bola, beberapa atlet baseball akan sedikit mengayun-ayunkan tongkat pemukul (bat) yang dipegangnya. Mengapa demikian?			
Indikator Soal:				
Diberikan artikel dan gambar yang berkaitan dengan momen inersia dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah mengenai peristiwa tersebut (High)	A.	Karena atlet ingin mengurangi momen inersia diam bat agar lebih mudah saat mengayunkan bat untuk memukul bola		
	B.	Karena atlet ingin mengurangi momen inersia gerak bat agar lebih mudah saat mengayunkan bat untuk memukul bola		
	C.	Karena atlet ingin memperbesar gaya yang diberikan pada bat saat memukul bola agar bola melambung lebih tinggi		
	D.	Karena atlet ingin memperbesar gaya yang diberikan pada bat agar momen gaya yang ditimbulkan semakin besar		
Pembahasan:				
Momen inersia merupakan ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya. Ketika bat dalam keadaan diam, momen inersia diam bat tersebut berperan untuk mempertahankan bat agar tidak berotasi. Oleh karenanya, atlet akan merasa sedikit kesulitan ketika awal mengayunkan bat. ketika atlet mengayun-ayunkan bat sebelum memukul bola, hal ini dimaksudkan untuk memperkecil momen inersia diam bat.				

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor								
Mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan	6	K2	C	1								
Materi: Momen Inersia dalam olahraga	Soal: Sebuah artikel dari Federation Francaise Baseball & Softball (FFBS) menuliskan bahwa pemukul atau bat yang digunakan dalam permainan baseball akan berbeda di setiap kategori. Perbedaan paling kentara dari bat yang digunakan oleh pemain remaja dan dewasa ada pada panjang dan berat bat. Hal ini berkaitan erat dengan momen inersia bat, sebab...											
Indikator Soal: Diberikan artikel dan gambar yang berkaitan dengan momen inersia dalam kehidupan sehari-hari, siswa dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah mengenai peristiwa tersebut (High)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">A.</td> <td>Momen inersia bat akan semakin kecil seiring bertambahnya massa dan panjang bat yang digunakan</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B.</td> <td>Momen inersia bat akan semakin besar sehingga torsi yang bekerja pada bat akan semakin besar seiring bertambahnya massa dan panjang bat</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C.</td> <td>Momen inersia bat akan semakin besar seiring dengan lebih besarnya massa dan panjang bat yang digunakan</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D.</td> <td>Momen inersia bat akan semakin kecil menyebabkan kesetimbangan semakin sulit dicapai seiring dengan lebih besarnya massa atau panjang bat yang digunakan</td> </tr> </table> Pembahasan: Momen inersia merupakan ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya. Momen inersia adalah perkalian antara massa dan jarak tegak lurus garis gaya dengan poros. Maka semakin besar massa dan semakin panjang bat, momen inersianya semakin besar.				A.	Momen inersia bat akan semakin kecil seiring bertambahnya massa dan panjang bat yang digunakan	B.	Momen inersia bat akan semakin besar sehingga torsi yang bekerja pada bat akan semakin besar seiring bertambahnya massa dan panjang bat	C.	Momen inersia bat akan semakin besar seiring dengan lebih besarnya massa dan panjang bat yang digunakan	D.	Momen inersia bat akan semakin kecil menyebabkan kesetimbangan semakin sulit dicapai seiring dengan lebih besarnya massa atau panjang bat yang digunakan
A.	Momen inersia bat akan semakin kecil seiring bertambahnya massa dan panjang bat yang digunakan											
B.	Momen inersia bat akan semakin besar sehingga torsi yang bekerja pada bat akan semakin besar seiring bertambahnya massa dan panjang bat											
C.	Momen inersia bat akan semakin besar seiring dengan lebih besarnya massa dan panjang bat yang digunakan											
D.	Momen inersia bat akan semakin kecil menyebabkan kesetimbangan semakin sulit dicapai seiring dengan lebih besarnya massa atau panjang bat yang digunakan											

Indikator Kompetensi Saintifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengidentifikasi, menggunakan dan menggagas representasi dan penjelasan	7	K1	D	1
Materi: Momen Inersia dalam olahraga	Soal:			
Indikator Soal: Diberikan artikel dan gambar yang berkaitan dengan momen inersia dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menjelaskan secara ilmiah peristiwa tersebut (Low)	Istilah momen inersia dalam suatu permainan olahraga dapat dipahami sebagai...			
	A.	Kemampuan suatu benda, alat atau atlet untuk melakukan gerak rotasi		
	B.	Kemampuan suatu benda, alat atau atlet untuk menghambat rotasi		
	C.	Kecenderungan suatu benda, alat atau atlet untuk melakukan gerak rotasi		
	D.	Kecenderungan suatu benda, alat atau atlet yang awalnya menghambat rotasi, dan ketika sudah berotasi		
	Pembahasan:			
	Momen inersia merupakan ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya. Momen inersia diam menghambat rotasi, sementara momen inersia bergerak, kecenderungan untuk terus berotasi.			

Stimulus untuk soal nomor 8

Planet-planet melakukan rotasi terhadap porosnya sendiri dan rotasi terhadap sumbu lain yang biasa disebut revolusi untuk mempertahankan bentuk dan keadaanya. Sistem tata surya merupakan sistem dimana planet-planet mengelilingi matahari yang dijadikan poros atau sumbu utama. Setiap planet melakukan revolusi mengelilingi matahari dalam periode waktu yang berbeda. Jika menggunakan kaca mata alam semesta, planet-planet di dalam tata surya kita dianggap sebagai partikel-partikel titik yang begitu kecil.

Jika massa Bumi adalah M , dan jarak antara bumi dengan matahari adalah R , maka massa dan jarak planet *terrestrial* dari matahari adalah sebagai berikut:

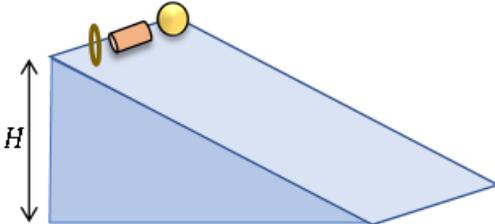
Nama Planet	Massa	Jarak Terhadap Matahari
Merkurius	0,055 M	0,386 R
Venus	0,815 M	0,720 R
Bumi	1,000 M	1,000 R
Mars	0,107 M	1,520 R

Tabel 1: Data *massa* planet *terrestrial* terhadap Bumi, dan jarak planet *terrestrial* terhadap Matahari

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Transformasi dari data suatu representasi ke representasi yang lain	8	K3	C	1
Materi:	Soal:			
Indikator Soal:	Jika planet-planet terrestrial dianggap partikel dengan matahari sebagai poros, planet yang memiliki momen inersia terbesar adalah...			
Diberikan artikel dan tabel mengenai momen inersia dalam kehidupan, peserta didik dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah yang ada (Medium)	A.	Merkurius		
	B.	Venus		
	C.	Bumi		
	D.	Mars		
	Pembahasan:			
Merkurius: $I = 0,055 M \cdot (0,386 R)^2 = 0,055 M \cdot 0,149 R^2 = 0,0082 MR^2$				
Venus : $I = 0,815 M \cdot (0,720 R)^2 = 0,815 M \cdot 0,518 R^2 = 0,4222 MR^2$				
Bumi : $I = M \cdot (R)^2 = M \cdot R^2 = MR^2$				
Mars : $I = 0,107 M \cdot (1,520 R)^2 = 0,107 M \cdot 2,3104 R^2 = 0,2472 MR^2$				
$I_{tot} = \sum I = 0,0082 MR^2 + 0,4222 MR^2 + MR^2 + 0,2472 MR^2 = 1,6776 MR^2$				

Stimulus untuk soal nomor 9

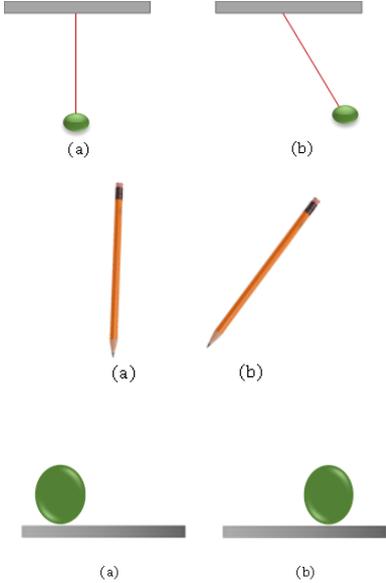
Petunjuk: Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal No. 9



Gambar 5: Sebuah baterai, cincin dan kelereng dilepas bersamaan dari puncak bidang miring

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains	9	K3	B	1
Materi: Gerak menggelinding pada benda yang menuruni bidang miring	Soal: Jika lintasan bidang miring pada gambar (5) dilumuri minyak dan ketiga benda dilepas secara bersama-sama, maka ketiganya akan sampai di dasar miring secara bersamaan, sebab...			
Indikator Soal: Diberikan gambar mengenai gerak benda yang menuruni bidang miring, peserta didik dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah yang ada (Medium)	A.	Energi potensial dari balok diubah sebagian menjadi energi kinetik translasi		
	B.	Energi potensial dari balok diubah seluruhnya menjadi energi kinetik translasi		
	C.	Energi potensial dari balok diubah sebagian menjadi energi kinetik rotasi		
	D.	Energi potensial dari balok diubah seluruhnya menjadi energi kinetik rotasi		
	Pembahasan: Gerak benda ketika menuruni bidang miring perlu menerapkan konsep fisika yakni energi mekanik dan momen inersia. Pada saat menuruni bidang miringkasar dengan kecepatan nol, energi yang dimiliki oleh benda tersebut adalah energi potensial yang diubah menjadi energi kinetik. pada benda yang bergerak menggelinding, energi kinetik yang terjadi adalah energi kinetik translasi dan energi kinetik rotasi. namun, jika bidang miring licin (karenaa diberi minyak), ketiga benda akan meluncur bukan menggelinding, karenanya energi potensial benda diubah seluruhnya menjadi energi kinetik translasi			

Stimulus untuk soal nomor 10, 11 dan 12

<p>Perhatikan gambar-gambar di bawah ini!</p> 	<p>Gambar 6: bola yang digantung dikenai gaya ke salah satu sisi</p> <p>Gambar 7: sebuah pensil yang berdiri seimbang kemudian dikenai gaya</p> <p>Gambar 8: Sebuah bola yang tadinya diam (setimbang) kemudian dikenai gaya</p>	<p>Akbar melakukan beberapa percobaan dengan berbagai benda tegar. <i>Pertama</i>, Akbar menggantung sebuah beban berbentuk bola menggunakan seutas tali (gambar 6.a). Akbar membiarkan beban digantung dalam keadaan diam (setimbang). Selanjutnya, Akbar menyimpangkan beban yang tergantung ke salah satu sisi kemudian dilepaskan (gambar 6.b). Setelah beberapa waktu, beban tersebut akan cepat kembali ke posisi semula.</p> <p><i>Kedua</i>, Akbar berusaha meletakkan sebuah pensil agar berdiri di ujungnya dalam keadaan setimbang (gambar 7.a). Selang sekian detik, pensil dikenai gaya sedikit (gambar 7.b) yang menyebabkan pensil jatuh.</p> <p><i>Ketiga</i>, Akbar meletakkan sebuah bola yang berada di atas bidang datar dalam keadaan setimbang (gambar 8.a). Selanjutnya, bola didorong atau diberi sedikit gaya (gambar 8.b), sehingga bola tersebut berpindah dari posisi semula</p>
---	--	--

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengingat dan menerapkan penjelasan ilmiah yang sesuai	10	K1	A	1
Materi: Keseimbangan	Soal:			
Indikator Soal: Diberikan gambar mengenai keseimbangan benda tegar dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis keseimbangan (low)	Dari percobaan yang dilakukan Akbar, contoh dari keseimbangan stabil adalah....			
	A.	Beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan		
	B.	Beban yang digantung dengan tali dan dibiarkan diamlebar		
	C.	Bola yang awalnya diam kemudian dikenai gaya		
	D.	Pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya		
	Pembahasan:			
	Keseimbangan stabil terjadi pada benda yang apabila gaya atau torsi yang muncul karena perpindahan kecil dari benda tersebut memaksa benda untuk kembali ke titik setimbangnya. Gaya tersebut menyebabkan titik berat benda lebih tinggi dari semula. contohnya adalah ketika beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan. setelah beberapa waktu, beban akan kembali ke titik setimbangnya (diam).			

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengingat dan menerapkan penjelasan ilmiah yang sesuai	11	K1	D	1
Materi: Keseimbangan	Soal:			
Indikator Soal: Diberikan gambar mengenai keseimbangan benda tegar dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis keseimbangan (low)	Dari percobaan yang dilakukan Akbar, contoh dari keseimbangan labil adalah...			
	A.	Beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan		
	B.	Beban yang digantung dengan tali dan dibiarkan diamlebar		
	C.	Bola yang awalnya diam kemudian dikenai gaya		
	D.	Pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya		
	Pembahasan:			
	Keseimbangan labil terjadi pada benda yang apabila gaya atau torsi yang muncul karena perpindahan benda tersebut memaksa benda menjauhi titik setimbangnya. Gaya tersebut menyebabkan titik berat benda lebih rendah dari semula. contohnya adalah ketika pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya.			

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengingat dan menerapkan penjelasan ilmiah yang sesuai	12	K1	C	1
Materi:	Soal:			
Keseimbangan	Dari percobaan yang dilakukan Akbar, contoh dari keseimbangan netral adalah...			
Indikator Soal:				
Diberikan gambar mengenai keseimbangan benda tegar dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik dapat menjelaskan jenis-jenis keseimbangan (low)	A.	Beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan		
	B.	Beban yang digantung dengan tali dan dibiarkan diamlebar		
	C.	Bola yang awalnya diam kemudian dikenai gaya		
	D.	Pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya		
Pembahasan:				
Keseimbangan netral terjadi pada benda yang apabila gaya atau torsi yang muncul karena perpindahan benda tersebut menyebabkan benda mendekati atau menjauhi titik setimbangnya. Gaya tersebut tidak merubah titik berat benda, tetapi membuat posisi akhir benda berbeda dari posisi awalnya. contohnya adalah ketika bola yang awalnya diam, kemudian dikenai gaya.				

Stimulus untuk soal nomor 13 dan 14

gambar di Perhatikan bawah ini!



Gambar 9: Penari Balet
Sumber gambar: IDN Times

Berlatih menari balet bukanlah perkara mudah. Perlu latihan rutin untuk menguasai gerakan-gerakan dasar dari tarian ini. Dimulai dengan *Arabesque on point* (berjinjit seimbang pada satu kaki dan tangan terangkat ke atas), bergerak maju, bergerak melingkar (*manège*), gerakan kombinasi atau melakukan gerakan vertikal dan gerak mendatar secara serempak (*grand jeté*), putaran di atas satu kaki (*pirouette*) dan lain sebagainya.

Pada saat memulai menari, balerina (penari balet) berjinjit seimbang di atas satu kaki. Sedangkan kaki yang lain terangkat ke belakang dan tangan terangkat ke atas. Posisi berdiri dengan ujung kaki ini bisa dicapai dengan memperhatikan titik tumpu agar tercapai kesetimbangan balerina.

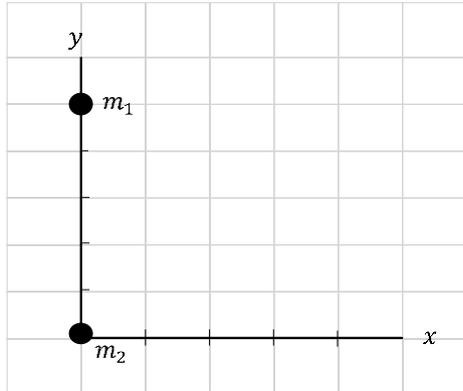
Saat berputar, seorang balerina menggerakkan ujung sepatu depan dan belakang ke samping berlawanan. Ketika berputar, kecepatan putaran dapat diatur oleh balerina untuk mempertahankan posisi dengan memanfaatkan momen inersia tubuhnya. Penari akan berputar perlahan dan lebih cepat dan tambah cepat yang kemudian diimbangi dengan tangan yang terlentang, lalu terlipat ke dalam seiring bertambahnya kecepatan.

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan	13	K2	A	1
Materi:	Soal:			
Pemanfaatan momen inersia	Ketika melakukn gerakan gerakan pirouette, balerina mempercepat putaran dengan cara....			
Indikator Soal:				
Diberikan artikel dan gambar mengenai momen inersia dalam kehidupan, peserta didik dapat mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah mengenai peristiwa yang terjadi (Low)	A.	Merapatkan kedua tangan ke tubuh		
	B.	Mengangkat kedua tangan ke atas kepala		
	C.	Merentangkan kedua tangan		
	D.	Mengayun-ayunkan kedua tangan		
	Pembahasan:			
	Ketika berputar, balerina dapat mengatur kecepatan putarnya dengan mengatur besar momen inersia. Benda yang memiliki momen inersia besar, sangat sukar berotasi dan sebaliknya. Benda akan berputar lebih cepat jika momen inersianya diperkecil dan akan berputar lebih lambat jika momen inersianya diperbesar. Momen inersia dipengaruhi oleh massa benda dan jarak dari poros putaran. saat balerina berputar dan merentangkan kedua tangannya, moemn inersia menjadi semakin besar. sehingga kecepatan putarnya lebih rendah. karenanya, saat akan mempercepat putaran, balerina harus merapatkan kedua tanganya ke tubuh agar momen inersianya kecil.			

Indikator Kompetensi Saintifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan	14	K2	C	1
Materi:	Soal:			
Pemanfaatan momen inersia	Ketika melakukakn gerakan gerakan pirouette, balerina memperlambat putaran dengan cara....			
Indikator Soal:				
Diberikan artikel dan gambar mengenai momen inersia dalam kehidupan, peserta didik dapat mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah mengenai peristiwa yang terjadi (Low)	A.	Merapatkan kedua tangan ke tubuh		
	B.	Mengangkat kedua tangan ke atas kepala		
	C.	Merentangkan kedua tangan		
	D.	Mengayun-ayunkan kedua tangan		
	Pembahasan:			
	Ketika berputar, balerina dapat mengatur kecepatan putarnya dengan mengatur besar momen inersia. Benda yang memiliki momen inersia besar, sangat sukar berotasi dan sebaliknya. Benda akan berputar lebih cepat jika momen inersianya diperkecil dan akan berputar lebih lambat jika momen inersianya diperbesar.			
	Momen inersia dipengaruhi oleh massa benda dan jarak dari poros putaran. saat balerina berputar dan merentangkan kedua tangannya, momen inersia menjadi semakin besar. sehingga kecepatan putarnya menjadi lebih rendah			

Stimulus untuk soal nomor 15 dan 16

gambar di Perhatikan bawah ini!



Gambar 10: Posisi dua buah massa di sumbu x dan sumbu y

Sebuah sistem terdiri atas dua buah *massa* seperti pada gambar. Jika besar massa di variasi dengan mempertahankan posisi *massa*, maka letak pusat massa adalah sebagai berikut:

Massa 1	Massa 2	Pusat Massa (x, y)
3 Kg	3 Kg	0 ; 2
3 Kg	5 Kg	0 ; 1,5
5 Kg	3 Kg	0 ; 2,5

Tabel 2: Data *massa* dan letak pusat *massa* benda

Indikator Kompetensi Saintifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks yang berhubungan dengan sains	15	K3	C	1
Materi:	Soal:			
Pusat massa pada partikel				
Indikator Soal:	Jika kedua massa benda sama, maka pusat massa sistem....			
Diberikan gambar dan tabel mengenai pusat massa, peserta didik dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah yang ada (Medium)	A.	Berada dekat dengan m1		
	B.	berada dekat dengan m2		
	C.	berada tepat di tengah antara m1 dan m2		
	D.	berada tepat di tengah sumbu x		
	Pembahasan:			
	Pusat massa dapat diartikan sebagai titik kesetimbangan dari suatu benda. Pusat massa dipengaruhi oleh gaya berat atau gaya gravitasi yang ada pada benda tersebut. Ketika dicari pusat masaa dari dua partikel pada jarak r, maka titik berat bergeser/mendekati massa yang lebih besar. sementara jika kedua massa adalah sama, maka titik pusat massa berada tepat berada diantara dua benda tersebut			

Indikator Kompetensi Sainifik:	Nomor Soal	Level Kognitif	Kunci Jawaban	Skor
Mengidentifikasi pertanyaan yang diajukan dalam sebuah studi ilmiah yang diberikan	16	K3	D	1
Materi:	Soal:			
Pusat massa pada partikel	Dari keterangan arikel dan gambar di atas, pusat massa akan selalu....			
Indikator Soal:				
Diberikan gambar dan tabel mengenai pusat massa, peserta didik dapat menafsirkan data dan bukti ilmiah yang ada (Medium)	A.	Berada di tengah-tengah sistem		
	B.	Mendekati massa yang lebih kecil		
	C.	Bergeser menjauhi massa yang lebih besar		
	D.	Bergeser mendekati massa yang lebih besar		
Pembahasan:				
Dari tabel, didapatkan letak pusat massa (di sumbu Y) selalu bergeser mendekati massa yang lebih besar.				

Cilacap, 23 Mei 2022
Penyusun,



Mufidatul Munawaroh
NIM. 1708066032

Lampiran 3

Draf Produk Akhir Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA

Materi Dinamika Rotasi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

INSTRUMEN *MULTIPLE CHOICE TEST* MODEL PISA
MATERI DINAMIKA ROTASI

Mata Pelajaran : Fisika	Guru Mapel : Nur Ulfah Citra Devi, S.Pd
Kelas : XI MIPA	Penyusun : Mufidatul Munawaroh
Hari/Tanggal :	Pembimbing : Dr. Hamdan Hadi K., M. Sc
Waktu : 60 Menit	Hartono, M. Sc

PETUNJUK UMUM

1. Berdoalah sebelum mulai mengerjakan soal
2. Perhatikan dan ikuti petunjuk pengisian pada tiap-tiap soal
3. Periksa dan bacalah soal dengan seksama sebelum menjawab
4. Pilihlah jawaban yang paling benar
5. Periksa seluruh pekerjaan Anda sebelum jawaban diserahkan kembali ke pengawas

SOAL

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 1

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 1: Seorang yang sedang mendorong daun pintu

Sumber gambar: Lovepik

Setelah belajar fisika tentang materi dinamika rotasi di sekolah, Rena mempraktekkan penerapan konsep momen gaya di rumahnya. Ia mendorong lurus pintu rumah dengan gaya sebesar F di bagian ujung daun pintu sehingga terbuka sejauh 5 cm. Rena mengulangi kegiatan tadi dengan dorongan yang lebih kuat menjadi $2F$ sehingga pintu terbuka lebih lebar.

Rena kembali mendorong lurus daun pintu di bagian tengah. Dibutuhkan dorongan dua kali lebih kuat daripada saat mendorong di bagian ujung agar pintu bisa terbuka. Ketiga kalinya, Rena mencoba mendorong pintu pada bagian dekat engsel. Meski Rena mendorong dengan kuat, pintu hampir tidak terbuka sama sekali.

1. Jika Rena ingin membuka pintu dengan lebar, tetapi dengan gaya paling kecil, Ia harus mendorong pintu di bagian....
 - a. Ujung daun pintu
 - b. Tengah daun pintu
 - c. Dekat engsel pintu
 - d. Tepat di engsel pintu

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 2 dan No. 3



Gambar 2: Dua orang petugas KAI sedang memberikan gaya pada ujung pemutar *turn table*
Sumber gambar: Antara News

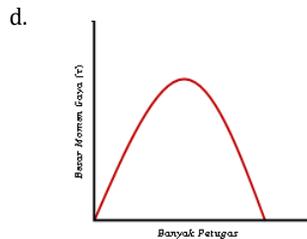
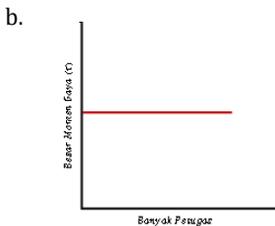
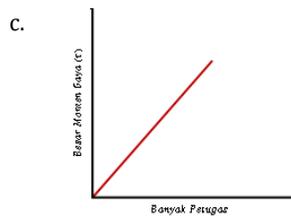
Kereta Api Argo Dwipangga berangkat dari Stasiun Gambir, Jakarta menuju Stasiun Kota Solo. Ketika sampai di Solo, lokomotif kereta berada di ujung Timur gerbong. Sementara ketika kereta akan kembali ke Jakarta, lokomotif kereta harus berada di ujung Barat gerbong.

Untuk memindahkan lokomotif kereta, cara yang digunakan adalah dengan melepasnya dari rangkaian gerbong kereta untuk dibawa ke lokasi rel berputar

(*turn table*) yang digunakan khusus untuk memutar arah lokomotif. Rel tersebut berbentuk seperti jembatan berputar berupa satu pegangan rel di atas poros. Setelah lokomotif kereta memasuki posisi tepat di atas poros, dua orang atau lebih memutar pegangan di ujung rel pemutar untuk membalik arah rel sehingga arah lokomotif juga terbalik.

Jarak antara ujung pemutar dan poros sekitar 12,5 meter. Sementara momen gaya untuk menggerakkan *turn table* agar bisa berputar untuk membalik arah lokomotif kereta minimal adalah 6.500 Nm.

2. Untuk membalik arah lokomotif kereta, pegangan ujung *turn table* digerakkan oleh satu, dua atau lebih petugas KAI. Hubungan banyaknya petugas yang menggerakkan ujung *turn table* dengan besar momen gaya yang dihasilkan ditunjukkan oleh grafik....



3. Setelah dua petugas KAI mencoba beberapa kali untuk mendorong ujung pemutar, *turn table* tidak bergerak. Sehingga dua petugas lain ikut membantu mendorong ujung pemutar *turn table* agar lokomotif bisa segera berbalik arah. Kaitannya dengan torsi, peristiwa ini menunjukkan bahwa...
- a. Semakin kecil momen inersia benda semakin besar hambatan untuk menggerakkan *turn table* pada porosnya

- b. Semakin besar momen inersia benda semakin besar hambatan untuk menggerakkan *turn table* pada porosnya
- c. Semakin besar gaya yang diberikan untuk mendorong ujung pemutar, menjadikan torsi semakin kecil sehingga semakin sedikit hambatan *turn table* bergerak pada poros
- d. Semakin besar gaya yang diberikan untuk mendorong ujung pemutar, menjadikan torsi semakin besar sehingga semakin sedikit hambatan *turn table* bergerak pada poros

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 4



Gambar 3: Kecelakaan beruntun di Osaki, Jepang
Sumber gambar: Tribun Jateng

Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan tinggi di jalan raya yang bersalju. Karena jalanan sangat licin roda mobil mengalami selip dan meluncur tanpa kendali dan tanpa bisa dihentikan. Hal ini menyebabkan kecelakaan beruntun yang melibatkan 130 kendaraan di Osaki, Jepang pada 19 Januari 2021 lalu.

Selain karena kecepatan tinggi, diketahui banyak kejadian sama terjadi karena ban mobil yang digunakan telah aus. Pada mobil yang bergerak di jalanan kasar dan ban mobil yang beralur dengan kembang-kembang kasar menyebabkan roda menggelinding dengan baik. Gaya yang terjadi adalah gaya gesek statis karena tidak ada gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda. Gerak ini terjadi saat bagian permukaan roda turun di sisi depan, kemudian menempel di jalan, lalu naik kembali di sisi belakang.

Putaran roda disebabkan karena adanya gaya gesekan antara roda dengan jalan. Karena gaya ini menyinggung roda, yang berarti tidak segaris dengan pusat massa, maka gaya tersebut menghasilkan momen gaya. Akibatnya akan timbul percepatan rotasi pada roda mobil. Percepatan rotasi mobil memiliki batas maksimum agar roda bisa menggelinding.

4. Roda kendaraan bisa mengalami selip sebab....
- Terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga gaya gesek statis digantikan oleh gaya gesek kinetik yang menyebabkan percepatan rotasi roda melebihi batas maksimum
 - Terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga gaya gesek kinetik digantikan oleh gaya gesek statis yang menyebabkan percepatan rotasi roda melebihi batas maksimum
 - Terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga tidak ada gaya gesek yang bekerja
 - Tidak terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga tidak ada gaya gesek yang bekerja

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 5 sampai dengan No. 7



Gambar 4: seorang atlet *baseball* akan memukul bola
Sumber gambar: SerambiRiau.com

Baseball merupakan suatu cabang olahraga yang tergolong dalam jenis permainan bola kecil. Olahraga ini sangat populer di kawasan Amerika Utara, Amerika Latin, Karibia dan Asia Timur. *Baseball* dimainkan menggunakan tongkat pemukul atau biasa disebut *bat*, bola dan sarung tangan. Salah satu teknis dasar dalam permainan *baseball* adalah memukul bola. Pada teknik ini, tongkat pemukul (*bat*) harus dipegang menggunakan kedua tangan agar bisa menghasilkan pukulan yang maksimal.

Saat mengayunkan *bat*, pada awalnya atlet *baseball* akan merasa sedikit kesulitan. Setelah atlet memberikan ayunan yang cukup agar *bat* bergerak, maka *bat* tetap ingin bergerak. Hal ini terjadi karena adanya

momen inersia pada *bat*. Momen inersia selalu ada dalam seluruh situasi olahraga dimana terjadi gerak angular atau rotasi.

Seorang atlet *baseball* juga harus bisa memilih *bat* yang tepat bagi dirinya. Berdasarkan peraturan yang berlaku, panjang *bat* tidak boleh lebih dari 42 *inci* (1,067 *meter*) dan beratnya (*massanya*) tidak lebih dari 3 *pon* (1,4 *Kg*). Semakin besar massa dan semakin panjang suatu *bat*, maka semakin sulit seorang atlet mengayunkan di awal, mengontrol selama diayunkan dan saat akan menghentikan ayunannya.

5. Pada saat bersiap memukul bola, beberapa atlet *baseball* akan sedikit mengayun-ayunkan tongkat pemukul (*bat*) yang dipegangnya. Mengapa demikian?
 - a. Karena atlet ingin mengurangi momen inersia diam *bat* agar lebih mudah saat mengayunkan *bat* untuk memukul bola
 - b. Karena atlet ingin mengurangi momen inersia gerak *bat* agar lebih mudah saat mengayunkan *bat* untuk memukul bola
 - c. Karena atlet ingin memperbesar gaya yang diberikan pada *bat* saat memukul bola agar bola melambung lebih tinggi
 - d. Karena atlet ingin memperbesar gaya yang diberikan pada *bat* agar momen gaya yang ditimbulkan semakin besar

6. Sebuah artikel dari Federation Francaise Baseball & Softball (FFBS) menuliskan bahwa pemukul atau *bat* yang digunakan dalam permainan baseball akan berbeda di setiap kategori. Perbedaan paling kentara dari *bat* yang digunakan oleh pemain remaja dan dewasa ada pada panjang dan berat *bat*. Hal ini berkaitan erat dengan momen inersia *bat*, sebab....
 - a. Momen inersia *bat* akan semakin kecil seiring bertambahnya massa dan panjang *bat* yang digunakan
 - b. Momen inersia *bat* akan semakin besar sehingga torsi yang bekerja pada *bat* akan semakin besar seiring bertambahnya massa dan panjang *bat*
 - c. Momen inersia *bat* akan semakin besar seiring dengan lebih besarnya *massa* dan panjang *bat* yang digunakan
 - d. Momen inersia *bat* akan semakin kecil menyebabkan kesetimbangan semakin sulit dicapai seiring dengan lebih besarnya *massa* atau panjang *bat* yang digunakan

7. Istilah momen inersia dalam suatu permainan olahraga dapat dipahami sebagai....

- a. Kemampuan suatu benda, alat atau atlet untuk melakukan gerak rotasi
- b. Kemampuan suatu benda, alat atau atlet untuk menghambat rotasi
- c. Kecenderungan suatu benda, alat atau atlet untuk melakukan gerak rotasi
- d. Kecenderungan suatu benda, alat atau atlet yang awalnya menghambat rotasi, dan ketika sudah berotasi seterusnya ingin melanjutkan rotasi

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 8

Planet-planet melakukan rotasi terhadap porosnya sendiri dan rotasi terhadap sumbu lain yang biasa disebut revolusi untuk mempertahankan bentuk dan keadaanya. Sistem tata surya merupakan sistem dimana planet-planet mengelilingi matahari yang dijadikan poros atau sumbu utama. Setiap planet melakukan revolusi mengelilingi matahari dalam periode waktu yang berbeda. Jika menggunakan kacamata alam semesta, planet-planet di dalam tata surya kita dianggap sebagai partikel-partikel titik yang begitu kecil.

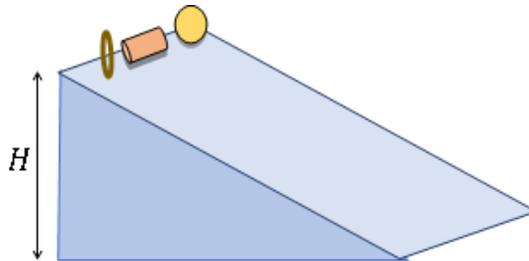
Jika massa Bumi adalah M , dan jarak antara bumi dengan matahari adalah R , maka massa dan jarak planet *terrestrial* dari matahari adalah sebagai berikut:

Nama Planet	Massa	Jarak Terhadap Matahari
Merkurius	0,055 M	0,386 R
Venus	0,815 M	0,720 R
Bumi	1,000 M	1,000 R
Mars	0,107 M	1,520 R

Tabel 1: Data *massa* planet *terrestrial* terhadap Bumi, dan jarak planet *terrestrial* terhadap Matahari

8. Jika planet *terrestrial* dianggap partikel dengan matahari sebagai poros, planet yang memiliki momen inersia terbesar adalah....
 - a. Merkurius
 - b. Venus
 - c. Bumi
 - d. Mars

Petunjuk: Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal No. 9



Gambar 5: Sebuah baterai, cincin dan kelereng dilepas bersamaan dari puncak bidang miring

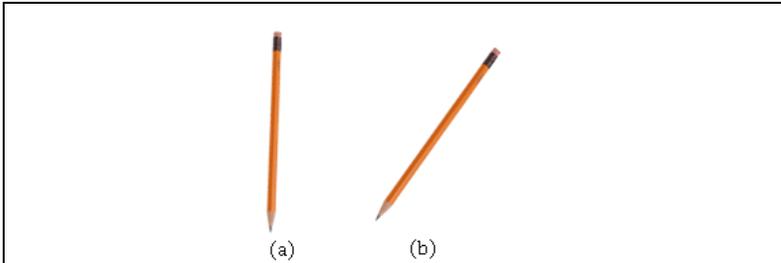
9. Jika lintasan bidang miring pada gambar (5) dilumuri minyak dan ketiga benda dilepas secara bersama-sama, maka ketiganya akan sampai di dasar miring secara bersamaan, sebab....
- Energi potensial dari balok diubah sebagian menjadi energi kinetik translasi
 - Energi potensial dari balok diubah seluruhnya menjadi energi kinetik translasi
 - Energi potensial dari balok diubah sebagian menjadi energi kinetik rotasi
 - Energi potensial dari balok diubah seluruhnya menjadi energi kinetik rotasi

Petunjuk: Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal No. 10 sampai dengan No. 12

Perhatikan gambar-gambar di bawah ini!



Gambar 6: bola yang digantung dikenai gaya ke salah satu sisi



Gambar 7: sebuah pensil yang berdiri seimbang kemudian dikenai gaya



Gambar 8: Sebuah bola yang tadinya diam (setimbang) kemudian dikenai gaya

Akbar melakukan beberapa percobaan dengan berbagai benda tegar. *Pertama*, Akbar menggantung sebuah beban berbentuk bola menggunakan seutas tali (gambar 6.a). Akbar membiarkan beban digantung dalam keadaan diam (setimbang). Selanjutnya, Akbar menyimpangkan beban yang tergantung ke salah satu sisi kemudian dilepaskan (gambar 6.b). Setelah beberapa waktu, beban tersebut akan cepat kembali ke posisi semula.

Kedua, Akbar berusaha meletakkan sebuah pensil agar berdiri di ujungnya dalam keadaan setimbang (gambar 7.a). Selang sekian detik, pensil dikenai gaya sedikit (gambar 7.b) yang menyebabkan pensil jatuh.

Ketiga, Akbar meletakkan sebuah bola yang berada di atas bidang datar dalam keadaan setimbang (gambar 8.a). Selanjutnya, bola didorong atau diberi sedikit gaya (gambar 8.b), sehingga bola tersebut berpindah dari posisi semula

10. Dari percobaan yang dilakukan Akbar, contoh dari kesetimbangan stabil adalah....
- Beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan
 - Beban yang digantung dengan tali dan dibiarkan diam
 - Bola yang awalnya diam kemudian dikenai gaya
 - Pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya

11. Dari percobaan yang dilakukan Akbar, contoh dari kesetimbangan labil adalah....
 - a. Beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan
 - b. Beban yang digantung dengan tali dan dibiarkan diam
 - c. Bola yang awalnya diam kemudian dikenai gaya
 - d. Pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya

12. Dari percobaan yang dilakukan Akbar, contoh dari kesetimbangan netral adalah....
 - a. Beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan
 - b. Beban yang digantung dengan tali dan dibiarkan diam
 - c. Bola yang awalnya diam kemudian dikenai gaya
 - d. Pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 13 dan soal No.14



Gambar 9: Penari Balet
Sumber gambar: IDN Times

Berlatih menari balet bukanlah perkara mudah. Perlu latihan rutin untuk menguasai gerakan-gerakan dasar dari tarian ini. Dimulai dengan *Arabesque on point* (berjinjit seimbang pada satu kaki dan tangan terangkat ke atas), bergerak maju, bergerak melingkar (*manège*), gerakan kombinasi atau melakukan gerakan vertikal dan gerak mendatar secara serempak (*grand jeté*), putaran di atas satu kaki (*pirouette*) dan lain sebagainya.

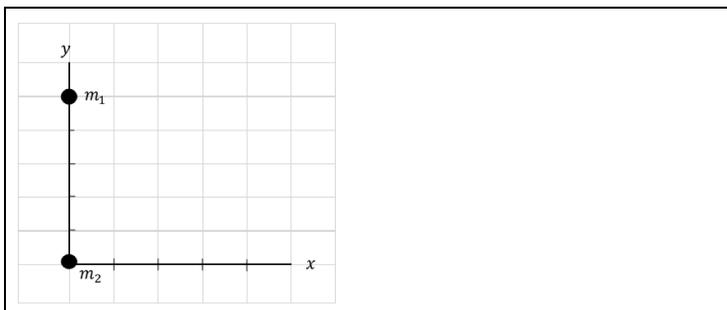
Pada saat memulai menari, balerina (penari balet) berjinjit seimbang di atas satu kaki. Sedangkan kaki yang lain terangkat ke belakang dan tangan terangkat ke atas. Posisi berdiri dengan ujung kaki ini bisa dicapai dengan memperhatikan titik tumpu agar tercapai kesetimbangan balerina.

Saat berputar, seorang balerina menggerakkan ujung sepatu depan dan belakang ke samping berlawanan. Ketika berputar, kecepatan putaran dapat diatur oleh balerina untuk mempertahankan posisi dengan memanfaatkan momen inersia tubuhnya. Penari akan berputar perlahan dan lebih cepat dan tambah cepat yang kemudian diimbangi dengan tangan yang terlentang, lalu terlipat ke dalam seiring bertambahnya kecepatan.

13. Ketika melakukan gerakan *pirouette*, balerina mempercepat putaran dengan cara...
 - a. Merapatkan kedua tangannya ke tubuh
 - b. Mengangkat kedua tangannya ke atas kepala
 - c. Merentangkan kedua tangan
 - d. Mengayunkan kedua tangan

14. Ketika akan mengakhiri gerakan *pirouette*, balerina memperlambat putaran dengan cara....
 - a. Merapatkan kedua tangannya ke tubuh
 - b. Mengangkat kedua tangannya ke atas kepala
 - c. Merentangkan kedua tangannya
 - d. Mengangkat sebelah kakinya

Petunjuk: Perhatikan gambar dan tabel berikut untuk menjawab soal No. 15 dan No. 16



Gambar 10: Posisi dua buah massa di sumbu x dan sumbu y

Sebuah sistem terdiri atas dua buah *massa* seperti pada gambar. Jika besar massa di variasi dengan mempertahankan posisi *massa*, maka letak pusat massa adalah sebagai berikut:

Massa 1	Massa 2	Pusat Massa (x, y)
3 Kg	3 Kg	0 ; 2
3 Kg	5 Kg	0 ; 1,5
5 Kg	3 Kg	0 ; 2,5

Tabel 2: Data *massa* dan letak pusat *massa* benda

15. Jika kedua *massa* benda sama, maka pusat massa sistem....
 - a. Berada dekat dengan m_1
 - b. Berada dekat dengan m_2
 - c. Berada tepat di tengah antara m_1 dan m_2
 - d. Berada tepat di tengah sumbu x

16. Dari keterangan gambar (10) dan tabel (2), pusat massa akan selalu....
 - a. Berada di tengah-tengah sistem
 - b. Mendekati massa yang lebih kecil
 - c. Bergeser menjauhi massa yang lebih besar
 - d. Bergeser mendekati massa yang lebih besar

Cilacap, 23 Mei 2022
Penyusun,



Mufidatul Munawaroh
NIM. 1708066032

Lampiran 4

Instrumen Angket Validasi

Pengembangan Instrumen *Multiple Choice Test* Model Pisa Materi

Dinamika Rotasi

Nama Validator : Susilawati, M.Pd

Tanggal Validasi : 8 Januari 2022

Angket ini diajukan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang kelayakan dan kevalidan Pengembangan Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA Materi Dinamika Rotasi untuk Mengetahui Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu Kendal. Aspek yang ditelaah dari instrumen tes ini meliputi materi, konstruksi dan Bahasa. Atas kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket ini, saya mengucapkan terimakasih.

A. Petunjuk Pengisian

1. Berilah tanda checklist (✓) pada kolom skala penilaian sesuai dengan penilaian Anda
2. Tuliskan komentar dan saran pada kolom komentar yang telah disediakan

Keterangan skor:

- a. Sangat Baik : 5
- b. Baik : 4
- c. Cukup : 3
- d. Kurang : 2
- e. Sangat Kurang : 1

B. Angket Validasi

No.	Aspek yang Ditelaah	Butir Soal														
		1					2					3				
Materi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Soal sesuai dengan indikator				✓					✓				✓		
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas				✓					✓				✓		
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur				✓					✓				✓		
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas				✓					✓				✓		

Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban					√					√					√
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal					√					√					√
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas			√					√					√		
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif				√					√						√
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				√					√						√
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian				√					√						√
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat				√					√						√
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung				√					√						√
No.	Aspek yang Ditelaah	Butir Soal														
		10					11					12				
Materi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Soal sesuai dengan indikator				√						√					√
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas				√						√					√
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur				√						√					√
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas				√						√					√

Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban					√					√					√
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal					√					√					√
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas					√					√					√
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif				√						√					√
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				√						√					√
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian				√						√					√
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat				√						√					√
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung				√						√					√

No.	Aspek yang Ditelaah	Butir Soal														
		13					14					15				
Materi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Soal sesuai dengan indikator				√						√					√
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas				√						√					√
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur				√						√					√
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas				√						√					√
Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban					√					√					√

Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif				√					√					√	
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				√					√					√	
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian				√					√					√	
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat				√					√					√	
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung				√					√					√	

No.	Aspek yang Ditelaah	Butir Soal														
		19					20					21				
Materi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Soal sesuai dengan indikator				√					√					√	
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas				√					√					√	
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur				√					√					√	
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas				√					√					√	
Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban					√					√					√
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal					√					√					√
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas					√					√					√
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif					√					√				√	
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar					√					√				√	

10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian					√							√					√	
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat					√							√					√	
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung					√							√					√	

No.	Aspek yang Ditelaah	Butir Soal														
		22					23					24				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Materi															
1.	Soal sesuai dengan indikator				√						√					√
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas				√						√					√
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur				√						√					√
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas				√						√					√
	Konstruksi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban					√					√					√
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal					√					√					√
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas					√					√					√
	Bahasa	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif				√						√					√
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				√						√					√
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian				√						√					√

11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat				√					√					√	
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung				√					√					√	
Butir Soal																
No.	Aspek yang Ditelaah	25					26					27				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Materi																
1.	Soal sesuai dengan indikator				√						√					√
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas				√						√					√
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur				√						√					√
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas				√						√					√
Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban			√					√					√		
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal			√					√					√		
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas			√					√					√		
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif			√						√					√	
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar			√						√					√	
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian			√						√					√	
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat				√						√					√
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung				√						√					√

No.	Aspek yang Ditelaah	Butir Soal														
		28					29					30				
Materi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Soal sesuai dengan indikator				√					√					√	
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas				√					√					√	
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur					√					√					√
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas					√					√					√
Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban					√				√						√
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal					√				√						√
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas					√				√						√
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif				√						√					√
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				√						√					√
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian				√					√				√		
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat				√					√				√		
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung				√						√				√	

Komentar, kritik dan saran untuk perbaikan

Instrumen multiple choice test model PISA materi dinamika rotasi dapat digunakan untuk mengukur literasi sains siswa. Soal No 1-3, Gambar yang disajikan menunjukkan representasi fisis dari momen gaya beri keterangan pada Gambar arah gaya F , jarak dan besaran lainnya. Besaran fisika ditulis **bold** dan *italic*. Soal No 3 bukan untuk justifikasi prediksi yang tepat. Soal No. 4 untuk indikator menghitung atau menentukan sehingga dapat diubah penyajiannya sehingga tepat untuk mengukur suatu representasi ditransformasi ke representasi lainnya. Soal No 9 penyajian soalnya dapat ditambahkan data hasil studi ilmiah lalu pertanyaan pada soalnya mengenai identifikasi besar-besaran terkait momen inersia. Soal No 14. belum menunjukkan transformasi data karena hanya menghitung, soal data diganti dengan menunjukkan grafik atau tabel data lalu ditransformasi.

Kesimpulan

Pengembangan Instrumen Multiple Choice Test Model PISA Materi Dinamika Rotasi untuk Mengetahui Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MA NU 03 Sunan Katong

Dinyatakan (*):

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Layak digunakan tanpa revisi | <input type="checkbox"/> |
| 2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. tidak layakdigunakan | <input type="checkbox"/> |

*) centang salah satu

Semarang, 8 Januari 2022
Validator,



Susilawati, M.Pd
NIP. 198605122019032010

Instrumen Angket Validasi
Pengembangan Instrumen *Multiple Choice Test* Model Pisa Materi
Dinamika Rotasi untuk

Nama Validator : Istikomah, M.Sc

Tanggal Validasi : 8 Januari 2022

Angket ini diajukan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang kelayakan dan kevalidan Pengembangan Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA Materi Dinamika Rotasi untuk Mengetahui Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu Kendal. Aspek yang ditelaah dari instrumen tes ini meliputi materi, konstruksi dan Bahasa. Atas kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket ini, saya mengucapkan terimakasih.

C. Petunjuk Pengisian

3. Berilah tanda checklist (✓) pada kolom skala penilaian sesuai dengan penilaian Anda
4. Tuliskan komentar dan saran pada kolom komentar yang telah disediakan

Keterangan skor:

- a. Sangat Baik : 5
- b. Baik : 4
- c. Cukup : 3
- d. Kurang : 2
- e. Sangat Kurang : 1

D. Angket Validasi

No.	Aspek yang Ditelaah	Butir Soal														
		1					2					3				
Materi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Soal sesuai dengan indikator					√					√					√
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas					√					√					√
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur					√					√					√
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas					√					√					√
Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban		√						√			√				
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal			√					√					√		
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas		√						√				√			
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif					√					√					√
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				√						√				√	
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian	√									√					
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat					√					√					
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung					√					√					

No.	Aspek yang Ditelaah	Butir Soal														
		4					5					6				
Materi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Soal sesuai dengan indikator					√					√					√
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas					√					√					√
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur					√					√					√
4.	ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas					√					√					√
Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban					√		√								√
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal					√			√							√
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas					√				√						√
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif			√						√						√
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				√						√					√

6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal					√										√				√
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas					√										√				√
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
8.	Rumusan soal komunikatif				√			√											√	
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar					√		√											√	
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian					√		√											√	
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat					√									√				√	
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung					√									√				√	

No. ur.	Aspek yang Ditelaah (aspek yang dicek)	Butir Soal																		
		16					17					18								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
Materi																				
1.	Soal sesuai dengan indikator					√								√						√
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas					√								√						√
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur					√								√						√
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas					√								√						√
Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban		√											√						√
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal					√								√					√	
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas			√						√						√				√
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
8.	Rumusan soal komunikatif					√					√								√	
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar					√									√					√
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian					√									√					√
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat					√									√					√

Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban					√					√					√
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal					√					√					√
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas		√													√
Bahasa		SB	B	C	K	SK	SB	B	C	K	SK	SB	B	C	K	SK
8.	Rumusan soal komunikatif				√					√						√
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar					√					√					√
10.	Rumusan soal tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian				√					√						√
11.	Tidak menggunakan bahasa yang hanya berlaku setempat					√					√					√
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang menyinggung					√					√					√

No.	Aspek yang Ditelaah	Butir Soal														
		25					26					27				
Materi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Soal sesuai dengan indikator					√					√					√
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan jelas					√					√					√
3.	Isi materi sesuai dengan tujuan apa yang akan diukur					√					√					√
4.	Isi materi yang ditanyakan sudah sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkat kelas					√					√					√
Konstruksi		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban				√						√					√
6.	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal				√					√					√	
7.	Tabel, gambar, grafik, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas		√						√					√		
Bahasa		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8.	Rumusan soal komunikatif					√					√					√
9.	Butir soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar					√					√					√

Komentar, kritik dan saran untuk perbaikan

1. Semua tabel dan gambar diberi judul Tabel dan Gambar
2. hindari penggunaan rujukan "gambar diatas", sebaiknya gunakan rujukan Gambar () atau tabel ()
3. semua istilah asing seharusnya dicetak miring
4. detail catatan terdapat di lampiran

Kesimpulan

Pengembangan Instrumen Multiple Choice Test Model PISA Materi Dinamika Rotasi untuk Mengetahui Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MA NU 03 Sunan Katong

Dinyatakan (*):

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Layak digunakan tanpa revisi | <input type="checkbox"/> |
| 2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. tidak layakdigunakan | <input type="checkbox"/> |

*) centang salah satu

Semarang, 10 Januari 2022
Valiator,



Istikomah, M. Sc
NIP. 199011262019032021

Lampiran 5

Hasil Validasi Ahli terhadap Produk Instrumen *Multiple Choice*
Test Model PISA

Aspek yang dinilai	Indikator	Validator I				Validator II			
		Skor	Jumlah Skor	Rerata	Persentase	Skor	Jumlah Skor	Rerata	Persentase
Materi	1	120	486	0,81	81,0%	146	580	0,96667	96,7%
	2	120				143			
	3	123				145			
	4	123				146			
Konstruksi	5	141	417	0,92667	92,7%	119	369	0,82	82,0%
	6	141				133			
	7	135				117			
Bahasa	8	132	659	0,87867	87,9%	134	678	0,904	90,4%
	9	132				138			
	10	129				129			
	11	132				129			
	12	134				148			
Jumlah Skor		1562	Jumlah Skor			1627			
Jumlah Total Skor						3189			
Rerata Skor Total						0,88583			
Persentase Total						88,6%			

Lampiran 6

Uji Homogenitas

No	XI MIPA 1	XI MIPA 2
1	37,18	60,06
2	42,9	51,48
3	65,78	37,18
4	74,36	14,3
5	68,64	22,88
6	17,16	68,64
7	62,92	31,46
8	54,34	20,02
9	54,34	60,06
10	42,9	54,34
11	57,2	42,9
12	25,74	57,2
13	45,76	25,74
14	65,78	71,5
15	62,92	60,06
16	37,18	34,32
17	60,06	37,18
18	71,5	57,2
19	51,48	57,2
20	37,18	34,32

Keterangan	XI MIPA 1	XI MIPA 2
jumlah	1035,32	898,04
n	20	20
Rata-Rata	51,766	44,902
Varians	244,44089	288,52463
f hitung	1,180345192	
f tabel	1,890674357	

dengan hasil $f_{hitung} < f_{tabel}$ maka h_0 diterima yang berarti data homogen.

Lampiran 7

Uji Normalitas

No	XI MIPA 1	XI MIPA 2
1	37,18	60,06
2	42,9	51,48
3	65,78	37,18
4	74,36	14,3
5	68,64	22,88
6	17,16	68,64
7	62,92	31,46
8	54,34	20,02
9	54,34	60,06
10	42,9	54,34
11	57,2	42,9
12	25,74	57,2
13	45,76	25,74
14	65,78	71,5
15	62,92	60,06
16	37,18	34,32
17	60,06	37,18
18	71,5	57,2
19	51,48	57,2
20	37,18	34,32

Interval ke-	Luas Kurva Normal
1	2,70%
2	13,34%
3	33,96%
4	33,96%
5	13,34%
6	2,70%

XI MIPA 1	
Jumlah	1035,32
n	30
max	74,36
min	17,16
range	57,2
K	6
P	9,53333

Interval	f_o	f_n	$f_o - f_n$	$(f_o - f_n)^2$	$\frac{(f_o - f_n)^2}{f_n}$
17 — 26	2	0,54	1,4600	2,1316	3,9474
27 — 36	0	2,668	-2,6680	7,1182	2,6680
37 — 46	6	6,792	-0,7920	0,6273	0,0924
47 — 56	3	6,792	-3,7920	14,3793	2,1171
57 — 66	6	2,668	3,3320	11,1022	4,1613
67 — 76	3	0,54	2,4600	6,0516	11,2067
Jumlah	20	20,0	0,0000		24,1928

XI MIPA 2	
Jumlah	898,04
n	20
max	71,5
min	14,3
range	57,2
K	6
P	9,53333

Interval	f_o	f_n	$f_o - f_n$	$(f_o - f_n)^2$	$\frac{(f_o - f_n)^2}{f_n}$
14 — 23	3	0,54	2,4600	6,0516	11,2067
24 — 33	2	2,668	-0,6680	0,4462	0,1673
34 — 43	5	6,792	-1,7920	3,2113	0,4728
44 — 53	1	6,792	-5,7920	33,5473	4,9392
54 — 63	7	2,668	4,3320	18,7662	7,0338
64 — 73	2	0,54	1,4600	2,1316	3,9474
Jumlah	20	20,0	0,0000		27,7672

Lampiran 8

Hasil Uji Coba Skala Kecil terhadap Produk Instrumen *Multiple Choice Test Model PISA*

Validitas

No	Responden	Nomor Soal														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	R-1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
2	R-2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
3	R-3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
4	R-4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
5	R-5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
6	R-6	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
7	R-7	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
8	R-8	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
9	R-9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10	R-10	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	R-11	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12	R-12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1
	$\sum x$	8	7	6	5	7	1	7	6	3	3	7	5	2	1	9
	$\sum x^2$	64	49	36	25	49	1	49	36	9	9	49	25	4	1	81
	r_{hitung}	0,497	0,232	0,838	0,629	0,776	-0,333	0,595	0,659	0,729	0,703	0,753	0,289	0,464	-0,051	0,535
	r_{tabel}	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576
	Hasil	INVALID	INVALID	VALID	VALID	VALID	INVALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	INVALID	INVALID	INVALID	INVALID

No	Responden	Nomor Soal															y	y ²
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	R-1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	19	361
2	R-2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	8	64
3	R-3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	25
4	R-4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	8	64
5	R-5	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	24	576
6	R-6	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	19	361
7	R-7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	11	121
8	R-8	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	21	441
9	R-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
10	R-10	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	6	36
11	R-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	16
12	R-12	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	20	400
x		7	4	1	7	6	4	3	1	2	1	7	6	7	7	7		
x ²		49	16	1	49	36	16	9	1	4	1	49	36	49	49	49		
r _{hitung}		0,527	0,829	0,354	0,708	0,771	0,829	0,032	0,475	0,165	0,273	0,481	0,905	0,685	0,730	0,821		
r _{tabel}		0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576		
Hasil		INVALID	VALID	INVALID	VALID	VALID	VALID	INVALID	INVALID	INVALID	INVALID	INVALID	VALID	VALID	VALID	VALID		

Varians

Keterangan	Nomor Soal																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
x	8	7	6	5	7	1	7	6	3	3	7	5	2	1	9	7	4	1
\bar{x}	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
$(x - \bar{x})$	3,1	2,1	1,1	0,1	2,1	-3,9	2,1	1,1	-1,9	-1,9	2,1	0,1	-2,9	-3,9	4,1	2,1	-0,9	-3,9
$(x - \bar{x})^2$	9,61	4,41	1,21	0,01	4,41	15,21	4,41	1,21	3,61	3,61	4,41	0,01	8,41	15,21	16,81	4,41	0,81	15,21

Nomor Soal													Jumlah
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
7	6	4	3	1	2	1	7	6	7	7	7	147	
4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9		
2,1	1,1	-0,9	-1,9	-3,9	-2,9	-3,9	2,1	1,1	2,1	2,1	2,1		
4,41	1,21	0,81	3,61	15,21	8,41	15,21	4,41	1,21	4,41	4,41	4,41	180,7	

Varians	6,023333333
Standar Deviasi	2,454248018

Tingkat Kesukaran

Keterangan	Nomor Soal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Skor siswa	8	7	6	5	7	1	7	6	3	3	7	5	2	1	9
Total Siswa	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
TK	0,67	0,58	0,50	0,42	0,58	0,08	0,58	0,50	0,25	0,25	0,58	0,42	0,17	0,08	0,75
Kategori	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sukar	Sedang	Sedang	Sukar	Sukar	Sedang	Sedang	Sukar	Sukar	Mudah

Nomor Soal															
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
7	4	1	7	6	4	3	1	2	1	7	6	7	7	7	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
0,58	0,33	0,08	0,58	0,50	0,33	0,25	0,08	0,17	0,08	0,58	0,50	0,58	0,58	0,58	
Sedang	Sedang	Sukar	Sedang	Sedang	Sedang	Sukar	Sukar	Sukar	Sukar	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	

Daya Beda

No	Responden	Nomor Soal																														Jumlah	Ket			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
1	R-1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	19	Kategori Atas
2	R-5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	24		
3	R-8	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	21		
4	R-12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	20		
5	R-6	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	19		
6	R-7	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	11		
7	R-2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8		
8	R-4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	8		
9	R-10	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	6		
10	R-3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5		
11	R-11	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4		
12	R-9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	Kategori Bawah	
Jumlah		8	7	6	5	7	1	7	6	3	3	7	5	2	1	9	7	4	1	7	6	4	3	1	2	1	7	6	7	7	7	7				
n_t		5	4	5	4	6	0	5	5	3	3	5	3	2	1	6	5	4	1	5	5	4	1	1	2	1	5	6	5	6	6	6				
N_r		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6				
n_r		3	3	1	1	1	1	2	1	0	0	2	2	0	0	3	2	0	0	2	1	0	2	0	0	0	2	0	2	1	1	1				
N_r		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6				
DP		0,333	0,167	0,667	0,5	0,833	-0,17	0,5	0,667	0,5	0,5	0,5	0,167	0,333	0,167	0,5	0,5	0,667	0,167	0,5	0,667	0,667	-0,17	0,167	0,333	0,167	0,5	1	0,5	0,833	0,833					
Kategori		Baik	Jelek	Baik Sekali	Baik Sekali	Baik Sekali	Jelek	Baik Sekali	Jelek	Baik	Jelek	Baik Sekali	Baik Sekali	Baik Sekali	Jelek	Baik Sekali	Baik Sekali	Baik Sekali	Jelek	Jelek	Baik	Jelek	Baik Sekali													

Lampiran 9

Ringkasan Hasil uji coba skala kecil instrumen *multiple choice test* model PISA

Butir soal	Uji Coba Skala Kecil				
	Validitas	Reliabilitas	Daya Beda	Tingkat kesukaran	Ket
1	INVALID	Reliabel	Baik	Sedang	<i>Deleted</i>
2	INVALID	Reliabel	Jelek	Sedang	<i>Deleted</i>
3	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
4	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
5	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
6	INVALID	Reliabel	Jelek	Sukar	<i>Deleted</i>
7	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
8	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
9	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sukar	<i>Applied</i>
10	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sukar	<i>Applied</i>
11	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
12	INVALID	Reliabel	Jelek	Sedang	<i>Deleted</i>
13	INVALID	Reliabel	Baik	Sukar	<i>Deleted</i>
14	INVALID	Reliabel	Jelek	Sukar	<i>Deleted</i>
15	INVALID	Reliabel	Baik Sekali	Mudah	<i>Deleted</i>
16	INVALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Deleted</i>
17	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
18	INVALID	Reliabel	Jelek	Sukar	<i>Deleted</i>
19	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
20	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
21	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
22	INVALID	Reliabel	Jelek	Sukar	<i>Deleted</i>
23	INVALID	Reliabel	Jelek	Sukar	<i>Deleted</i>
24	INVALID	Reliabel	Baik	Sukar	<i>Deleted</i>
25	INVALID	Reliabel	Jelek	Sukar	<i>Deleted</i>
26	INVALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Deleted</i>
27	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
28	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
29	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>
30	VALID	Reliabel	Baik Sekali	Sedang	<i>Applied</i>

Lampiran 10

Hasil Angket Respon Peserta Didik pada Uji Coba Skala Kecil terhadap Produk Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA

Aspek yang dinilai	Responden Uji Coba												Skor Total	Persentase (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Kesesuaian Materi	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	41	85,4
Kejelasan Petunjuk Pengisian	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	39	81,3
Kejelasan Gambar	3	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	34	70,8
Ketepatan Font yang Digunakan	3	3	3	3	2	2	2	3	3	4	3	4	35	72,9
Kejelasan Stimulus	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	33	68,8
Bahasa yang Baik dan Benar	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	38	79,2
Bahasa yang Mudah Dipahami	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	38	79,2
Kemudahan Akses	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	41	85,4
Jumlah Skor Total													299	
Skor yang diperoleh													3,1	
Kategori													Baik	

Lampiran 11

Hasil Jawaban Peserta Didik pada Uji Coba Skala Besar Produk
Instrumen *Multiple Choice Test Model PISA*

No	Sampel	Nomor Soal																Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	S-1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	10
2	S-2	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	9
3	S-3	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	9
4	S-4	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	11
5	S-5	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	8
6	S-6	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	9
7	S-7	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	9
8	S-8	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	9
9	S-9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14
10	S-10	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	9
11	S-11	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	12
12	S-12	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	13
13	S-13	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11
14	S-14	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	10
15	S-15	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	11
16	S-16	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	13
17	S-17	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10
18	S-18	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	10
19	S-19	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	11
20	S-20	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	11
21	S-21	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10
22	S-22	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	10
23	S-23	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	10
24	S-24	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11
25	S-25	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	10
26	S-26	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	9
27	S-27	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	10
28	S-28	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	11
29	S-29	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10
30	S-30	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	12
31	S-31	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	7
32	S-32	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	9
33	S-33	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	10
34	S-34	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10
35	S-35	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	9
36	S-36	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11
37	S-37	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	10
38	S-38	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	10
39	S-39	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	12
40	S-40	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	13
Jumlah		23	17	20	18	29	10	37	13	31	31	36	35	36	37	24	16	413

Keterangan

	K.1	: Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah
	K.2	: Mengevaluasi dan Merencanakan Penyelidikan Ilmiah
	K.3	: Menafsirkan Data dan Bukti Ilmiah

Lampiran 12

Hasil Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik
Menggunakan Instrumen *Multiple Choice Test Model PISA*

No	Sampel	Indikator Kompetensi Saintifik			Total	Persentase Literasi Sains Tiap Peserta Didik	Kategori
		K.1	K.2	K.3			
1	S-1	5	3	2	10	62,50%	Cukup
2	S-2	4	3	2	9	56,25%	Kurang
3	S-3	3	2	4	9	56,25%	Kurang
4	S-4	5	3	3	11	68,75%	Cukup
5	S-5	3	2	3	8	50,00%	Sangat Kurang
6	S-6	3	3	3	9	56,25%	Kurang
7	S-7	4	3	2	9	56,25%	Kurang
8	S-8	4	2	3	9	56,25%	Kurang
9	S-9	3	4	7	14	87,50%	Sangat Baik
10	S-10	4	1	4	9	56,25%	Kurang
11	S-11	5	3	4	12	75,00%	Baik
12	S-12	5	3	5	13	81,25%	Baik
13	S-13	4	3	4	11	68,75%	Cukup
14	S-14	5	2	3	10	62,50%	Cukup
15	S-15	5	3	3	11	68,75%	Cukup
16	S-16	3	4	6	13	81,25%	Baik
17	S-17	5	2	3	10	62,50%	Cukup
18	S-18	5	1	4	10	62,50%	Cukup
19	S-19	4	4	3	11	68,75%	Cukup
20	S-20	5	3	3	11	68,75%	Cukup
21	S-21	5	2	3	10	62,50%	Cukup
22	S-22	4	3	3	10	62,50%	Cukup
23	S-23	5	1	4	10	62,50%	Cukup
24	S-24	4	2	5	11	68,75%	Cukup
25	S-25	3	3	4	10	62,50%	Cukup
26	S-26	4	2	3	9	56,25%	Kurang
27	S-27	3	3	4	10	62,50%	Cukup
28	S-28	5	2	4	11	68,75%	Cukup
29	S-29	3	2	5	10	62,50%	Cukup
30	S-30	5	4	3	12	75,00%	Baik
31	S-31	3	2	2	7	43,75%	Sangat Kurang
32	S-32	3	2	4	9	56,25%	Kurang
33	S-33	3	2	5	10	62,50%	Cukup
34	S-34	2	2	6	10	62,50%	Cukup
35	S-35	4	2	3	9	56,25%	Kurang
36	S-36	5	2	4	11	68,75%	Cukup
37	S-37	4	3	3	10	62,50%	Cukup
38	S-38	5	2	3	10	62,50%	Cukup
39	S-39	3	3	6	12	75,00%	Baik
40	S-40	5	3	5	13	81,25%	Baik
Jumlah		162	101	150	413		
Presentase Literasi Sains		81,00%	63,13%	53,57%	64,53%		
Kategori		Baik	Cukup	Kurang	Cukup		

Hasil Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik
Menggunakan Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA

No	Sampel	Indikator Kompetensi Saintifik K.1	Persentase Tiap Peserta Didik	Kategori
1	S-1	5	100,0%	Sangat Baik
2	S-2	4	80,0%	Baik
3	S-3	3	60,0%	Cukup
4	S-4	5	100,0%	Sangat Baik
5	S-5	3	60,0%	Cukup
6	S-6	3	60,0%	Cukup
7	S-7	4	80,0%	Baik
8	S-8	4	80,0%	Baik
9	S-9	3	60,0%	Cukup
10	S-10	4	80,0%	Baik
11	S-11	5	100,0%	Sangat Baik
12	S-12	5	100,0%	Sangat Baik
13	S-13	4	80,0%	Baik
14	S-14	5	100,0%	Sangat Baik
15	S-15	5	100,0%	Sangat Baik
16	S-16	3	60,0%	Cukup
17	S-17	5	100,0%	Sangat Baik
18	S-18	5	100,0%	Sangat Baik
19	S-19	4	80,0%	Baik
20	S-20	5	100,0%	Sangat Baik
21	S-21	5	100,0%	Sangat Baik
22	S-22	4	80,0%	Baik
23	S-23	5	100,0%	Sangat Baik
24	S-24	4	80,0%	Baik
25	S-25	3	60,0%	Cukup
26	S-26	4	80,0%	Baik
27	S-27	3	60,0%	Cukup
28	S-28	5	100,0%	Sangat Baik
29	S-29	3	60,0%	Cukup
30	S-30	5	100,0%	Sangat Baik
31	S-31	3	60,0%	Cukup
32	S-32	3	60,0%	Cukup
33	S-33	3	60,0%	Cukup
34	S-34	2	40,0%	Sangat Kurang
35	S-35	4	80,0%	Baik
36	S-36	5	100,0%	Sangat Baik
37	S-37	4	80,0%	Baik
38	S-38	5	100,0%	Sangat Baik
39	S-39	3	60,0%	Cukup
40	S-40	5	100,0%	Sangat Baik
Jumlah		162	81,00%	Baik

Hasil Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik
Menggunakan Instrumen *Multiple Choice Test Model PISA*

No	Sampel	Indikator Kompetensi Saintifik K.2.1	Persentase Tiap Peserta Didik	Kategori
1	S-1	3	75,0%	Baik
2	S-2	3	75,0%	Baik
3	S-3	2	50,0%	Sangat Kurang
4	S-4	3	75,0%	Baik
5	S-5	2	50,0%	Sangat Kurang
6	S-6	3	75,0%	Baik
7	S-7	3	75,0%	Baik
8	S-8	2	50,0%	Sangat Kurang
9	S-9	4	100,0%	Sangat Baik
10	S-10	1	25,0%	Sangat Kurang
11	S-11	3	75,0%	Baik
12	S-12	3	75,0%	Baik
13	S-13	3	75,0%	Baik
14	S-14	2	50,0%	Sangat Kurang
15	S-15	3	75,0%	Baik
16	S-16	4	100,0%	Sangat Baik
17	S-17	2	50,0%	Sangat Kurang
18	S-18	1	25,0%	Sangat Kurang
19	S-19	4	100,0%	Sangat Baik
20	S-20	3	75,0%	Baik
21	S-21	2	50,0%	Sangat Kurang
22	S-22	3	75,0%	Baik
23	S-23	1	25,0%	Sangat Kurang
24	S-24	2	50,0%	Sangat Kurang
25	S-25	3	75,0%	Baik
26	S-26	2	50,0%	Sangat Kurang
27	S-27	3	75,0%	Baik
28	S-28	2	50,0%	Sangat Kurang
29	S-29	2	50,0%	Sangat Kurang
30	S-30	4	100,0%	Sangat Baik
31	S-31	2	50,0%	Sangat Kurang
32	S-32	2	50,0%	Sangat Kurang
33	S-33	2	50,0%	Sangat Kurang
34	S-34	2	50,0%	Sangat Kurang
35	S-35	2	50,0%	Sangat Kurang
36	S-36	2	50,0%	Sangat Kurang
37	S-37	3	75,0%	Baik
38	S-38	2	50,0%	Sangat Kurang
39	S-39	3	75,0%	Baik
40	S-40	3	75,0%	Baik
Jumlah		101	63,13%	Cukup

Hasil Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik
Menggunakan Instrumen *Multiple Choice Test Model PISA*

No	Sampel	Indikator Kompetensi Saintifik K.3.3	Persentase Tiap Peserta Didik	Kategori
1	S-1	2	28,6%	Sangat Kurang
2	S-2	2	28,6%	Sangat Kurang
3	S-3	4	57,1%	Kurang
4	S-4	3	42,9%	Sangat Kurang
5	S-5	3	42,9%	Sangat Kurang
6	S-6	3	42,9%	Sangat Kurang
7	S-7	2	28,6%	Sangat Kurang
8	S-8	3	42,9%	Sangat Kurang
9	S-9	7	100,0%	Sangat Baik
10	S-10	4	57,1%	Kurang
11	S-11	4	57,1%	Kurang
12	S-12	5	71,4%	Cukup
13	S-13	4	57,1%	Kurang
14	S-14	3	42,9%	Sangat Kurang
15	S-15	3	42,9%	Sangat Kurang
16	S-16	6	85,7%	Sangat Baik
17	S-17	3	42,9%	Sangat Kurang
18	S-18	4	57,1%	Kurang
19	S-19	3	42,9%	Sangat Kurang
20	S-20	3	42,9%	Sangat Kurang
21	S-21	3	42,9%	Sangat Kurang
22	S-22	3	42,9%	Sangat Kurang
23	S-23	4	57,1%	Kurang
24	S-24	5	71,4%	Cukup
25	S-25	4	57,1%	Kurang
26	S-26	3	42,9%	Sangat Kurang
27	S-27	4	57,1%	Kurang
28	S-28	4	57,1%	Kurang
29	S-29	5	71,4%	Cukup
30	S-30	3	42,9%	Sangat Kurang
31	S-31	2	28,6%	Sangat Kurang
32	S-32	4	57,1%	Kurang
33	S-33	5	71,4%	Cukup
34	S-34	6	85,7%	Sangat Baik
35	S-35	3	42,9%	Sangat Kurang
36	S-36	4	57,1%	Kurang
37	S-37	3	42,9%	Sangat Kurang
38	S-38	3	42,9%	Sangat Kurang
39	S-39	6	85,7%	Sangat Baik
40	S-40	5	71,4%	Cukup
Jumlah		150	53,57%	Kurang

Lampiran 13

Hasil Wawancara Narasumber Analisis Kebutuhan

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apakah di MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu sudah menerapkan Kurikulum 2013 sebagai kurikulum pembelajaran di sekolah?	Sudah, sejak 2017. Sekolah ini sudah menggunakan kurikulum 2013 sejak 2017 lalu.
2.	Jika sudah, bagaimana pengaplikasian kurikulum 2013 ini dalam pembelajaran Fisika di MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu?	Kalau di tingkat SMA kan anaknya sudah aktif-aktif. Jadi di kurikulum 2013 kan siswa lebih aktif dari gurunya. saat pembelajaran mereka saya kasih tugas maju ke depan. Kadang juga melakukan praktikum. Saya buat kelompok-kelompok. Kadang itu (praktikum) malah lebih aktif daripada pembelajaran di dalam kelas.
3.	Dalam pengaplikasian kurikulum 2013 ini, apa saja kendala yang dialami dan bagaimana cara mengatasinya?	Kendalanya, karena ada siswa yang aktif, ada siswa yang kurang aktif. Biasanya saya bagi ke dalam satu kelompok. Dalam satu kelompok, ada siswa yang aktif dan ada yang kurang aktif. Tapi kadang itu siswa yang tidak aktif di kelas saat pembelajaran, malah saat praktikum mereka senang.

4.	Bagaimana gambaran umum peserta didik kelas XI MIPA di MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu?	Kalo kelas XI ini mereka lebih rajin daripada kelas X. soalnya mereka pernah tatap muka dengan saya (pembelajaran luring). Sementara kalo kelas X ini kan belum pernah sama sekali bertemu langsung. Jadi ya gitu. Kalo kelas XI misalnya dikasih tugas, mereka sudah tau kewajibannya. Yang sebagian ya makmum. Tapi yang penting mereka mengerjakan tugas.
5.	Di kelas XI, apa saja materi fisika yang memerlukan pemahaman lebih peserta didik dalam memahami materi tersebut? Apakah materi kesetimbangan dan dinamika rotasi termasuk?	Paling susah kayaknya di kelas XI itu ya kesetimbangan dan dinamika rotasi. Soalnya kan mereka menghitung, matematikanya, rumusnya banyak. Mereka harus memahami arah rotasinya. Kayak tipe soalnya juga beragam.
6.	Bagaimana instrumen tes yang selama ini diterapkan untuk mengevaluasi pembelajaran Fisika di MA NU 03 Sunan Katong Kaliwungu?	iya lewatnya tes tulis. Tapi kalo yang psikomotorik, dari praktikum dan membuat laporan.
7.	Apakah instrumen tes yang selama ini digunakan sudah mengarahkan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan literasi sains mereka?	sebetulnya sudah, tetapi kan terkadang kita kasih soal, mereka hanya menyalin dari internet. Tapi untuk praktikum mereka sudah bisa.

8.	Apakah instrumen tes model PISA (<i>programme for International Student Assessment</i>) sudah pernah diterapkan sebagai alat evaluasi pembelajaran Fisika di MA NU 03 Sunan Katong	Belum, belum sama sekali.
9.	Apakah instrumen tes model PISA (<i>programme for International Student Assessment</i>) perlu digunakan sebagai instrumen evaluasi pembelajaran Fisika di MA NU 03 Sunan Katong	Ya saya rasa perlu untuk menambah pengalaman dan pengetahuan anak-anak.

Lampiran 14

Draf Produk Awal Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA

Materi Dinamika Rotasi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

INSTRUMEN *MULTIPLE CHOICE TEST* MODEL PISA
MATERI DINAMIKA ROTASI

Mata Pelajaran	: Fisika	Guru Mapel	: Nur Ulfah Citra Devi, S.Pd
Kelas	: XI MIPA	Penyusun	: Mufidatul Munawaroh
Hari/Tanggal	:	Pembimbing	: Dr. Hamdan Hadi K., M. Sc
Waktu	: 60 Menit		Hartono, M. Sc

PETUNJUK UMUM

1. Berdoalah sebelum mulai mengerjakan soal
2. Perhatikan dan ikuti petunjuk pengisian pada tiap-tiap soal
3. Periksa dan bacalah soal dengan seksama sebelum menjawab
4. Pilihlah jawaban yang paling benar
5. Periksa seluruh pekerjaan Anda sebelum jawaban diserahkan kembali ke pengawas

SOAL

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 1 sampai dengan No. 3

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 1: Seorang yang sedang mendorong daun pintu
Sumber gambar: Lovepik

Setelah belajar fisika tentang materi dinamika rotasi di sekolah, Rena mempraktekkan penerapan konsep momen gaya di rumahnya. Ia mendorong lurus pintu rumah dengan gaya sebesar F di bagian ujung daun pintu sehingga terbuka sejauh 5 cm. Rena mengulangi kegiatan tadi dengan dorongan yang lebih kuat menjadi $2F$ sehingga pintu terbuka lebih lebar.

Rena kembali mendorong lurus daun pintu di bagian tengah. Dibutuhkan dorongan dua kali lebih kuat daripada saat mendorong di bagian ujung agar pintu bisa terbuka. Ketiga kalinya, Rena mencoba mendorong pintu pada bagian dekat engsel. Meski Rena mendorong dengan kuat, pintu hampir tidak terbuka sama sekali.

1. Dari percobaan pertama yang dilakukan Rena, menunjukkan bahwa semakin besar gaya yang diberikan, semakin lebar daun pintu terbuka. Hal ini dikarenakan...

- a. Semakin besar gaya yang diberikan membuat momen inersia daun pintu terhadap poros (engsel) mengecil sehingga pintu terbuka lebih lebar
 - b. Semakin besar gaya yang diberikan membuat momen inersia daun pintu terhadap poros (engsel) semakin besar sehingga pintu terbuka lebih lebar.
 - c. Semakin besar gaya yang diberikan membuat gaya dorong yang terjadi pada pintu semakin besar. Sehingga pintu terbuka lebih lebar
 - d. Semakin besar gaya yang diberikan membuat momen gaya yang menyebabkan daun pintu berotasi terhadap poros (engsel) semakin besar. Sehingga pintu terbuka lebih lebar
2. Mengapa saat Rena mendorong pintu sangat dekat dengan engselnya, pintu sulit terbuka?
 - a. Sebab jarak antara garis kerja sebuah gaya dan sumbu rotasi sama dengan nol menjadikan momen gayanya nol
 - b. Sebab jarak antara garis kerja sebuah gaya dan sumbu rotasi sangat kecil menjadikan momen gayanya sangat kecil
 - c. Sebab jarak antara garis kerja sebuah gaya dan sumbu rotasi kecil menjadikan momen gayanya kecil.
 - d. Sebab antara garis kerja sebuah gaya dan sumbu rotasi kecil menjadikan momen gayanya nol
 3. Jika Rena ingin membuka pintu dengan lebar, tetapi dengan gaya paling kecil, ia harus mendorong pintu di bagian....
 - a. Ujung daun pintu
 - b. Tengah daun pintu
 - c. Dekat engsel pintu
 - d. Tepat di engsel pintu

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 4 dan No. 5



Gambar 2: Dua orang petugas KAI sedang memberikan gaya pada ujung pemutar *turn table*
Sumber gambar: Antara News

Kereta Api Argo Dwipangga berangkat dari Stasiun Gambir, Jakarta menuju Stasiun Kota Solo. Ketika sampai di Solo, lokomotif kereta berada di ujung Timur gerbong. Sementara ketika kereta akan kembali ke Jakarta, lokomotif kereta harus berada di ujung Barat gerbong.

Untuk memindahkan lokomotif kereta, cara yang digunakan adalah dengan melepasnya dari rangkaian gerbong kereta untuk dibawa ke lokasi rel berputar (*turn table*) yang digunakan khusus untuk memutar arah lokomotif. Rel tersebut berbentuk seperti jembatan berputar berupa satu pegangan rel di atas poros. Setelah lokomotif kereta memasuki posisi tepat di atas poros, dua orang atau lebih memutar pegangan di ujung rel pemutar untuk membalik arah rel sehingga arah lokomotif juga terbalik.

Jarak antara ujung pemutar dan poros sekitar 12,5 meter. Sementara momen gaya untuk menggerakkan *turn table* agar bisa berputar untuk membalik arah lokomotif kereta minimal adalah 6.500 Nm.

4. Jika pegangan ujung *turn table* diputar oleh dua petugas KAI, berapakah gaya minimal yang harus diberikan oleh masing-masing petugas?
 - a. 1040 Newton
 - b. 520 Newton

- c. 260 *Newton*
 - d. 130 *Newton*
5. Setelah dua petugas KAI mencoba beberapa kali untuk mendorong ujung pemutar, *turn table* tidak bergerak. Sehingga dua petugas lain ikut membantu mendorong ujung pemutar *turn table* agar lokomotif bisa segera berbalik arah. Peristiwa ini menunjukkan bahwa...
- a. Semakin banyak orang yang mendorong ujung pemutar, maka semakin cepat *turn table* bergerak pada poros
 - b. Semakin besar gaya yang diberikan untuk mendorong ujung pemutar, maka semakin besar momen gaya yang ditimbulkan
 - c. Semakin banyak orang yang mendorong ujung pemutar, maka semakin besar gaya yang ditimbulkan
 - d. Semakin besar gaya yang diberikan untuk mendorong ujung pemutar, maka semakin sedikit hambatan *turn table* bergerak pada poros

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 6 dan No. 7



Gambar 3: Kecelakaan beruntun di Osaki, Jepang
Sumber gambar: Tribun Jateng

Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan tinggi di jalan raya yang bersalju. Karena jalanan sangat licin roda mobil mengalami selip dan meluncur tanpa kendali dan tanpa bisa dihentikan. Hal ini menyebabkan kecelakaan beruntun yang melibatkan 130 kendaraan di Osaki, Jepang pada 19 Januari 2021 lalu.

Selain karena kecepatan tinggi, diketahui banyak kejadian sama terjadi karena ban mobil yang digunakan telah aus. Pada mobil yang bergerak di jalanan kasar dan ban mobil yang beralur dengan kembang-kembang kasar menyebabkan roda menggelinding dengan baik. Gaya yang terjadi adalah gaya gesek statis karena tidak ada gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda. Gerak ini terjadi saat bagian permukaan roda turun di sisi depan, kemudian menempel di jalan, lalu naik kembali di sisi belakang.

Putaran roda disebabkan karena adanya gaya gesekan antara roda dengan jalan. Karena gaya ini menyanggung roda, yang berarti tidak segaris dengan pusat massa, maka gaya tersebut menghasilkan momen gaya. Akibatnya akan timbul percepatan rotasi pada roda mobil. Percepatan rotasi mobil memiliki batas maksimum agar roda bisa menggelinding.

6. Roda kendaraan yang mengalami selip sangatlah membahayakan. Untuk menekan kemungkinan terjadi selip, ban kendaraan dibuat beralur dengan kembang-kembang kasar karena...
- a. Untuk memperkecil gaya gesek statis roda dengan jalanan sehingga ban bergerak menggelinding
 - b. Untuk memperkecil gaya gesek kinetis roda dengan jalanan sehingga ban menggelinding dengan baik
 - c. Untuk memperbesar gaya gesek statis roda dengan jalanan sehingga ban bergerak menggelinding
 - d. Untuk memperbesar gaya gesek kinetis roda dengan jalanan sehingga ban menggelinding dengan baik
7. Roda kendaraan bisa mengalami selip sebab...

- Terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga gaya gesek statis digantikan oleh gaya gesek kinetik yang menyebabkan percepatan rotasi roda melebihi batas maksimum
- Terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga gaya gesek kinetik digantikan oleh gaya gesek statis yang menyebabkan percepatan rotasi roda melebihi batas maksimum
- Terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga tidak ada gaya gesek yang bekerja
- Tidak terjadi gerak relatif antara permukaan jalan dan permukaan roda sehingga tidak ada gaya gesek yang bekerja

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 8 sampai dengan No. 10



Gambar 4: seorang atlet *baseball* akan memukul bola
Sumber gambar: SerambiRiau.com

Baseball merupakan suatu cabang olahraga yang tergolong dalam jenis permainan bola kecil. Olahraga ini sangat populer di kawasan Amerika Utara, Amerika Latin, Karibia dan Asia Timur. *Baseball* dimainkan menggunakan tongkat pemukul atau biasa disebut *bat*, bola dan sarung tangan. Salah satu teknis dasar dalam permainan *baseball* adalah memukul bola. Pada teknik ini, tongkat pemukul (*bat*) harus dipegang menggunakan kedua tangan agar bisa menghasilkan pukulan yang maksimal.

Saat mengayunkan *bat*, pada awalnya atlet *baseball* akan merasa sedikit kesulitan. Setelah atlet memberikan ayunan yang cukup agar *bat* bergerak, maka *bat* tetap ingin bergerak. Hal ini terjadi karena adanya momen inersia pada *bat*. Momen inersia selalu ada dalam seluruh situasi olahraga dimana terjadi gerak angular atau rotasi.

Seorang atlet *baseball* juga harus bisa memilih *bat* yang tepat bagi dirinya. Berdasarkan peraturan yang berlaku, panjang *bat* tidak boleh lebih dari 42 inci (1,067 meter) dan beratnya (*massanya*) tidak lebih dari 3 pon (1,4 Kg). Semakin besar massa dan semakin panjang suatu *bat*, maka semakin sulit seorang atlet mengayunkan di awal, mengontrol selama diayunkan dan saat akan menghentikan ayunannya.

- Pada saat bersiap memukul bola, beberapa atlet *baseball* akan sedikit mengayun-ayunkan tongkat pemukul (*bat*) yang dipegangnya. Mengapa demikian?
 - Karena atlet ingin mengurangi momen inersia diam *bat* agar lebih mudah saat mengayunkan *bat* untuk memukul bola
 - Karena atlet ingin mengurangi momen inersia gerak *bat* agar lebih mudah saat mengayunkan *bat* untuk memukul bola
 - Karena atlet ingin memperbesar gaya yang diberikan pada *bat* saat memukul bola agar bola melambung lebih tinggi
 - Karena atlet ingin memperbesar gaya yang diberikan pada *bat* agar momen gaya yang ditimbulkan semakin besar
- Dalam memilih *bat* yang akan digunakan, atlet *baseball* perlu menyesuaikan postur tubuh dan kategori (anak-anak, remaja, atau dewasa) atlet. Semakin besar massa dan semakin panjang *bat*, semakin sulit seorang atlet mengayunkan di awal, mengontrol selama diayunkan dan saat akan menghentikan ayunannya. Sebab....

- a. Gaya yang dibutuhkan akan semakin besar seiring dengan bertambahnya *massa* dan panjang *bat* yang digunakan
 - b. Torsi yang dibutuhkan akan semakin besar seiring dengan bertambahnya *massa* dan panjang *bat* yang digunakan
 - c. Momen inersia *bat* akan semakin besar seiring dengan lebih besarnya *massa* dan panjang *bat* yang digunakan
 - d. Keseimbangan semakin sulit dicapai seiring dengan lebih besarnya *massa* atau panjang *bat* yang digunakan
10. Istilah momen inersia dalam suatu permainan olahraga dapat dipahami sebagai
- a. Kemampuan suatu benda, alat atau atlet untuk melakukan gerak rotasi
 - b. Kemampuan suatu benda, alat atau atlet untuk menghambat rotasi
 - c. Kecenderungan suatu benda, alat atau atlet untuk melakukan gerak rotasi
 - d. Kecenderungan suatu benda, alat atau atlet yang awalnya menghambat rotasi, dan ketika sudah berotasi seterusnya ingin melanjutkan rotasi

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 11 dan No. 12

Planet-planet melakukan rotasi terhadap porosnya sendiri dan rotasi terhadap sumbu lain yang biasa disebut revolusi untuk mempertahankan bentuk dan keadaannya. Sistem tata surya merupakan sistem dimana planet-planet mengelilingi matahari yang dijadikan poros atau sumbu utama. Setiap planet melakukan revolusi mengelilingi matahari dalam periode waktu yang berbeda. Jika menggunakan kaca mata alam semesta, planet-planet di dalam tata surya kita dianggap sebagai partikel-partikel titik yang begitu kecil.

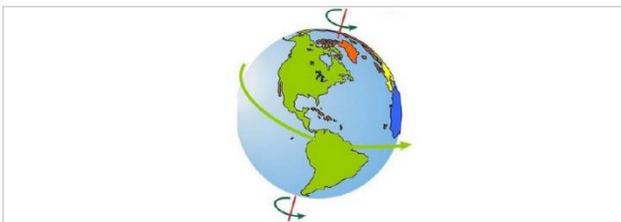
Jika massa Bumi adalah M , dan jarak antara bumi dengan matahari adalah R , maka massa dan jarak planet *terrestrial* dari matahari adalah sebagai berikut:

Nama Planet	Massa	Jarak Terhadap Matahari
Merkurius	0,055 M	0,386 R
Venus	0,815 M	0,720 R
Bumi	1,000 M	1,000 R
Mars	0,107 M	1,520 R

Tabel 1: Data *massa* planet *terrestrial* terhadap Bumi, dan jarak planet *terrestrial* terhadap Matahari

11. Jika planet *terrestrial* dianggap partikel dengan matahari sebagai poros, planet yang memiliki momen inersia terbesar adalah....
- a. Merkurius
 - b. Venus
 - c. Bumi
 - d. Mars
12. Urutan dari planet *terrestrial* yang memiliki momen inersia terkecil sampai terbesar adalah...
- a. Merkurius, Venus, Bumi, Mars
 - b. Merkurius, Mars, Venus, Bumi
 - c. Bumi, Mars, Merkurius, Venus
 - d. Bumi, Venus, Merkurius, Mars

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 13 dan No. 14



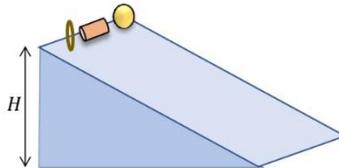
Gambar 5: Bumi berotasi terhadap porosnya
Sumber gambar: langitselatan.com

Sebagai planet ke tiga dalam sistem tata surya, Bumi dianggap bola pejal raksasa yang menurut para peneliti memiliki *massa* $5,96 \times 10^{24} \text{ Kg}$ dengan jari-jari nya 6.400 Km . seperti halnya planet lain, Bumi juga mengalami rotasi dan revolusi. Rotasi bisa dipahami sebagai perputaran sebuah benda pada porosnya. Bumi memerlukan waktu 24 jam untuk berotasi terhadap sumbu nya.

Setiap benda yang bergerak dan memiliki kecepatan, maka benda tersebut memiliki energi kinetik. Bumi bergerak dengan gerak rotasi sehingga Bumi memiliki kecepatan sudut dan memiliki energi kinetik rotasi. Energi kinetik rotasi dapat dipahami sebagai energi yang dimiliki benda karena gerakan rotasi (berputar pada poros). Energi kinetik benda bergantung pada momen inersia yang merupakan ukuran kelembaman benda dalam gerak rotasi.

13. Berapakah kecepatan sudut Bumi ketika berotasi?
- $5,42 \times 10^5 \text{ rad/s}$
 - $7,27 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$
 - $1,5 \times 10^2 \text{ rad/s}$
 - $26 \times 10^{-2} \text{ rad/s}$
14. Dari keterangan gambar (5), dapat diketahui energi kinetik rotasi Bumi terhadap porosnya adalah sebesar....
- $3,28 \times 10^{36} \text{ Joule}$
 - $6,44 \times 10^{29} \text{ Joule}$
 - $8,25 \times 10^{36} \text{ Joule}$
 - $2,56 \times 10^{29} \text{ Joule}$

Petunjuk: Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal No. 15 sampai dengan No. 18



Gambar 6: Sebuah baterai, cincin dan kelereng dilepas bersamaan dari puncak bidang miring

15. Sebuah baterai, kelereng dan cincin emas dilepaskan secara bersamaan dari atas bidang miring kasar dengan ketinggian H . Jika ketiga benda dianggap memiliki massa dan jari-jari yang sama, urutan sampainya ketiga benda tersebut di dasar bidang miring adalah...
- Kelereng, baterai, cincin
 - Baterai, cincin, kelereng
 - Cincin, kelereng, baterai
 - Ketiganya sampai bersamaan
16. Gerak yang terjadi saat ketiga benda pada gambar (6) menuruni bidang miring kasar adalah gerak menggelinding. Sehingga energi kinetik yang dimiliki benda ketika bergerak adalah....
- Energi kinetik translasi pusat massa
 - Energi kinetik rotasi terhadap pusat massa
 - Kombinasi energi kinetik translasi dan energi potensial
 - Kombinasi energi kinetik translasi dan energi kinetik rotasi
17. Jika lintasan bidang miring pada gambar (6) dilumuri minyak dan ketiga benda dilepas secara bersama-sama, maka ketiganya akan sampai di dasar miring secara bersamaan, sebab....

- Energi potensial dari balok diubah sebagian menjadi energi kinetik translasi
- Energi potensial dari balok diubah seluruhnya menjadi energi kinetik translasi
- Energi potensial dari balok diubah sebagian menjadi energi kinetik rotasi
- Energi potensial dari balok diubah seluruhnya menjadi energi kinetik rotasi

18. Dengan asumsi ketiga benda pada gambar (6) memiliki massa dan jari-jari yang sama dan ketinggian H diketahui sama dengan 50 Cm , berapakah kecepatan masing-masing benda ketika mencapai dasar bidang miring?

a.

Nama Benda	Kecepatan Translasi
Kelereng	$\sqrt{5}\text{ m/s}$
Baterai	$\sqrt{\frac{50}{7}}\text{ m/s}$
Cincin	$\sqrt{\frac{20}{3}}\text{ m/s}$

b.

Nama Benda	Kecepatan Translasi
Kelereng	$\sqrt{\frac{20}{3}}\text{ m/s}$
Baterai	$\sqrt{5}\text{ m/s}$
Cincin	$\sqrt{\frac{50}{7}}\text{ m/s}$

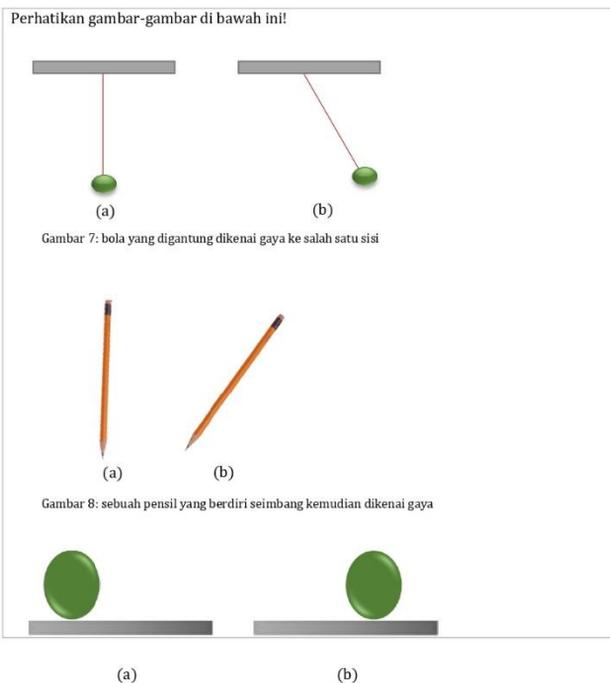
c.

Nama Benda	Kecepatan Translasi
Kelereng	$\sqrt{5}\text{ m/s}$
Baterai	$\sqrt{5}\text{ m/s}$
Cincin	$\sqrt{5}\text{ m/s}$

d.

Nama Benda	Kecepatan Translasi
Kelereng	$\sqrt{\frac{20}{3}}\text{ m/s}$
Baterai	$\sqrt{\frac{50}{7}}\text{ m/s}$
Cincin	$\sqrt{5}\text{ m/s}$

Petunjuk: Perhatikan gambar berikut untuk menjawab soal No. 19 sampai dengan No. 21



Gambar 9: Sebuah bola yang tadinya diam (setimbang) kemudian dikenai gaya

Akbar melakukan beberapa percobaan dengan berbagai benda tegar. *Pertama*, Akbar menggantung sebuah beban berbentuk bola menggunakan seutas tali (gambar 7.a). Akbar membiarkan beban digantung dalam keadaan diam (setimbang). Selanjutnya, Akbar menyimpangkan beban yang tergantung ke salah satu sisi kemudian dilepaskan (gambar 7.b). Setelah beberapa waktu, beban tersebut akan cepat kembali ke posisi semula.

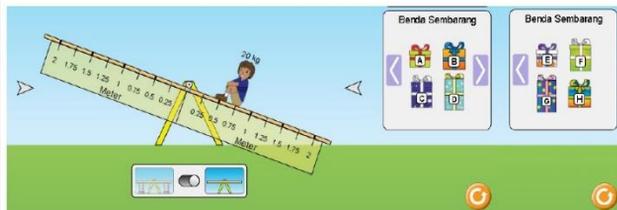
Kedua, Akbar berusaha meletakkan sebuah pensil agar berdiri di ujungnya dalam keadaan setimbang (gambar 8.a). Selang sekian detik, pensil dikenai gaya sedikit (gambar 8.b) yang menyebabkan pensil jatuh.

Ketiga, Akbar meletakkan sebuah bola yang berada di atas bidang datar dalam keadaan setimbang (gambar 9.a). Selanjutnya, bola didorong atau diberi sedikit gaya (gambar 9.b), sehingga bola tersebut berpindah dari posisi semula

19. Dari percobaan yang dilakukan Akbar, contoh dari kesetimbangan stabil adalah....
 - a. Beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan
 - b. Beban yang digantung dengan tali dan dibiarkan diam
 - c. Bola yang awalnya diam kemudian dikenai gaya
 - d. Pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya
20. Dari percobaan yang dilakukan Akbar, contoh dari kesetimbangan labil adalah....
 - a. Beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan
 - b. Beban yang digantung dengan tali dan dibiarkan diam
 - c. Bola yang awalnya diam kemudian dikenai gaya
 - d. Pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya
21. Dari percobaan yang dilakukan Akbar, contoh dari kesetimbangan netral adalah....
 - a. Beban yang digantung awalnya diam kemudian di simpangkan
 - b. Beban yang digantung dengan tali dan dibiarkan diam
 - c. Bola yang awalnya diam kemudian dikenai gaya
 - d. Pensil yang awalnya berdiri setimbang kemudian dikenai gaya

Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 22 sampai dengan No. 25

Seorang siswa melakukan percobaan kesetimbangan melalui lab virtual. Seorang anak dengan *massa* 20 Kg duduk di lengan sebelah kanan dengan jarak 0,75 meter dari poros. Siswa diminta memindahkan atau meletakkan benda-benda sembarang di lengan sebelah kiri agar dicapai kesetimbangan.



Gambar 10: Percobaan kesetimbangan melalui laboratorium virtual

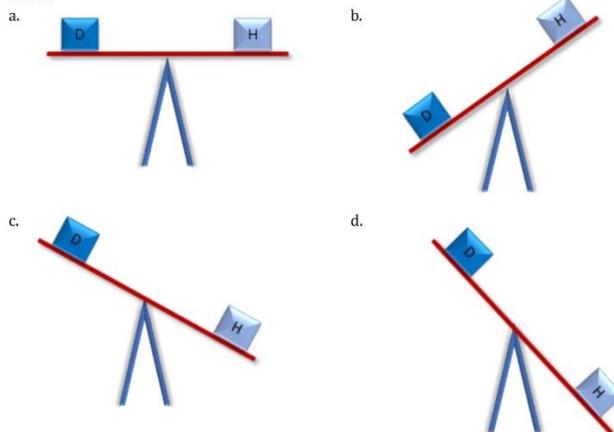
Dari percobaan, diperoleh hasil sebagai berikut:

Percobaan Ke-	Benda	Lengan Kiri (m)

1	A	0.75
2	C	1.00
3	D	1.50
4	A	0.50
	B	1.00
5	C	0.75
	E	1.25
6	B	0.50
	F	0.25
7	D	0.25
	G	0.50
8	H	2.00

Tabel 2: Data hasil percobaan laboratorium virtual Kesenimbangan

22. Benda yang memiliki massa sama dengan massa anak dalam simulasi adalah...
- Benda A
 - Benda C
 - Benda E
 - Benda G
23. Benda yang memiliki massa paling besar adalah...
- Benda B
 - Benda D
 - Benda F
 - Benda H
24. Urutan massa benda sembarang dari yang terkecil sampai dengan yang terbesar adalah...
- F, G, A, C, D, H, B, E
 - F, G, A, D, C, H, B, E
 - E, B, H, C, D, A, G, F
 - E, B, H, D, C, A, G, F
25. Jika benda *H* diletakkan 1,25 *meter* dari poros di lengan kanan, sementara benda *D* diletakkan 1,25 *meter* dari poros di lengan kiri, manakah gambar yang tepat untuk menjelaskan keadaan sistem?



Petunjuk: Perhatikan artikel berikut untuk menjawab soal No. 26 sampai dengan No. 28



Gambar 11: Penari Balet
Sumber gambar: IDN Times

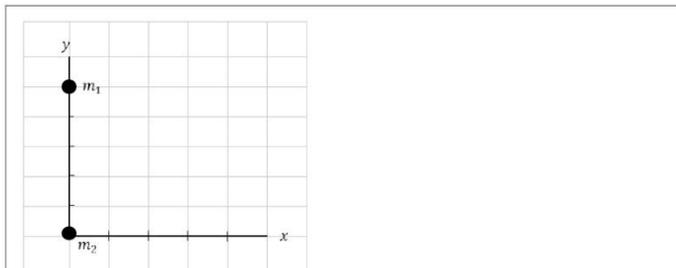
Berlatih menari balet bukanlah perkara mudah. Perlu latihan rutin untuk menguasai gerakan-gerakan dasar dari tarian ini. Dimulai dengan *Arabesque on point* (berjinjit seimbang pada satu kaki dan tangan terangkat ke atas), bergerak maju, bergerak melingkar (*manège*), gerakan kombinasi atau melakukan gerakan vertikal dan gerak mendarat secara serempak (*grand jeté*), putaran di atas satu kaki (*pirouette*) dan lain sebagainya.

Pada saat memulai menari, balerina (penari balet) berjinjit seimbang di atas satu kaki. Sedangkan kaki yang lain terangkat ke belakang dan tangan terangkat ke atas. Posisi berdiri dengan ujung kaki ini bisa dicapai dengan memperhatikan titik tumpu agar tercapai kesetimbangan balerina.

Saat berputar, seorang balerina menggerakkan ujung sepatu depan dan belakang ke samping berlawanan. Ketika berputar, kecepatan putaran dapat diatur oleh balerina untuk mempertahankan posisi dengan memanfaatkan momen inersia tubuhnya. Penari akan berputar perlahan dan lebih cepat dan tambah cepat yang kemudian diimbangi dengan tangan yang terlentang, lalu terlipat ke dalam seiring bertambahnya kecepatan.

26. Ketika melakukan gerakan *arabesque on point*, balerina melakukan kesalahan dan langsung terpelanting jatuh. Hal ini bisa terjadi sebab ...
 - a. Posisi pusat berat balerina tetap berada pada titik tumpu. Tetapi gaya berat yang ia miliki menyebabkan momen gaya.
 - b. Posisi pusat berat balerina menyimpang dari titik tumpu/posisi seimbang, sehingga gaya berat menyebabkan momen gaya
 - c. Posisi pusat massa balerina menyimpang dari titik setimbangnya. Sehingga momen gaya bertambah.
 - d. Posisi pusat massa balerina tetap pada titik setimbangnya. Tetapi momen gaya berubah
27. Ketika melakukan gerakan *pirouette*, balerina mempercepat putaran dengan cara...
 - a. Merapatkan kedua tangannya ke tubuh
 - b. Mengangkat kedua tangannya ke atas kepala
 - c. Merentangkan kedua tangan
 - d. Mengayunkan kedua tangan
28. Ketika akan mengakhiri gerakan *pirouette*, balerina memperlambat putaran dengan cara...
 - a. Merapatkan kedua tangannya ke tubuh
 - b. Mengangkat kedua tangannya ke atas kepala
 - c. Merentangkan kedua tangannya
 - d. Mengangkat sebelah kakinya

Petunjuk: Perhatikan gambar dan tabel berikut untuk menjawab soal No. 29 dan No. 30



Gambar 12: Posisi dua buah massa di sumbu x dan sumbu y

Sebuah sistem terdiri atas dua buah *massa* seperti pada gambar. Jika besar massa di variasi dengan mempertahankan posisi *massa*, maka letak pusat massa adalah sebagai berikut:

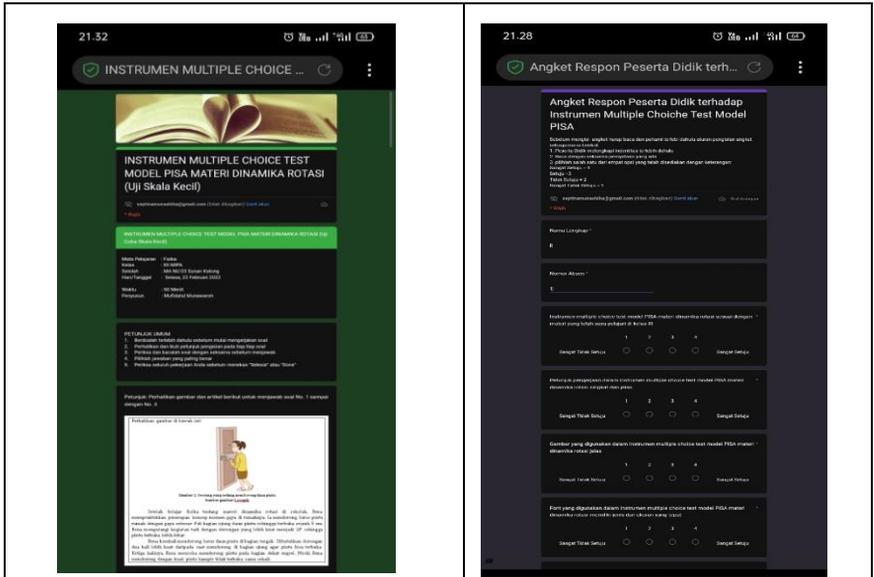
Massa 1	Massa 2	Pusat Massa (x, y)
3 Kg	3 Kg	0 ; 2
3 Kg	5 Kg	0 ; 1,5
5 Kg	3 Kg	0 ; 2,5

Tabel 3: Data *massa* dan letak pusat *massa* benda

29. Jika kedua *massa* benda sama, maka pusat massa sistem....
- Berada dekat dengan m_1
 - Berada dekat dengan m_2
 - Berada tepat di tengah antara m_1 dan m_2
 - Berada tepat di tengah sumbu x
30. Dari keterangan gambar (12) dan tabel (3), pusat massa akan selalu....
- Berada di tengah-tengah sistem
 - Mendekati massa yang lebih kecil
 - Bergeser menjauhi massa yang lebih besar
 - Bergeser mendekati massa yang lebih besar

Lampiran 15

Dokumentasi Penelitian Daring



https://bit.ly/MultipleChoiceTest_Ujiskalakecil

<https://bit.ly/angketresponPISA>



<https://bit.ly/multiplechoicetestmodelPISA>

Lampiran 16

Dokumentasi Penelitian



Wawancara dengan Guru Mapel Fisika MA NU 03 Sunan Katong

Masuk ke Kelas untuk Pengenalan Instrumen *Multiple Choice Test* Model PISA

Daftar Riwayat Hidup

Nama : Mufidatul Munawaroh
TTL : Cilacap, 20 Januari 2000
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. Bendasari Rt 01/04
 Welahan Wetan, Adipala,
 Cilacap, Jawa Tengah
Hp : 085877063600
Email : mufidatulmunawaroh20@gmail.com



Pendidikan

2005 - 2011	MI Ya BAKII Welahan-Wetan
2011 - 2014	MTs Raudlatul Huda Adipala
2014 - 2017	MA Raudlatul Huda Adipala
2017 - 2022	S1 Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang

Pengalaman & Organisasi

- Asisten Praktikum Mata Kuliah Fisika Dasar I & II Tahun 2018 - 2021
- Asisten Praktikum Mata Kuliah Optik dan Gelombang Tahun 2019 - 2020
- Asisten Praktikum Mata Kuliah Elektronika Dasar I & II Tahun 2019 dan 2021
- Volunteer di Komunitas Literasi *Tarbiyah Librarian Club (TLC)* Tahun 2018 - 2021
- Pengurus Asrama Muslimat NU Jawa Tengah Tahun 2019 - 2021