UNESA

Perangkat Pembelajaran Fisika Dasar

Berbasis Model *Investigation Based Multiple Representation Online (IBMRO)*

Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.
Dr. Binar Kurnia Prahani, M.Pd.
Dr. Joko Siswanto, M.Pd.
Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd.
Muhammad Habibbulloh, M.Pd.

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
All rights reserved

PERANGKAT PEMBELAJARAN FISIKA DASAR BERBASIS MODEL *INVESTIGATION-BASED MULTIPLE REPRESENTATION ONLINE (IBMRO)*

Copyright © 2022

Penulis :
Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.
Dr. Binar Kurnia Prahani, M.Pd.
Dr. Joko Siswanto, M.Pd.
Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd.
Muhammad Habibbulloh, M.Pd.

Surabaya: Penerbit JDS 2022 (Anggota IKAPI)
30 hlm
ISBN XXXXXXXXXXXXXX
Hak cipta pada penulis

Tata Letak Isi : Nizar Rizki Rahman, S.Pd.
Desain Sampul : Nizar Rizki Rahman, S.Pd.

Hak penerbitan pada Penerbit JDS, Surabaya

Dicetak di CV. JAUHAROH DARUSALAM

Penerbit JDS
Jl. Jemur Wonosari Lebar 61
Wonocolo, Surabaya-60237
Telp. 085649330626
Email : jdspresssurabaya@gmail.com

Kata Pengantar

Segala puji penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas semua karunia yang telah diberikan dan Syafaat Rasulullah SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Perangkat Pembelajaran Fisika Dasar Berbasis Model *Investigation Based Multiple Representation Online (IBMRO)*. Perangkat Pembelajaran ini terdiri atas 1) Rencana Pembelajaran Semester, 2) Satuan Acara Perkuliahan, 3) Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), dan 4) Instrumen Evaluasi *Multiple Representation*. Model Pembelajaran IBMRO telah by design dalam Perangkat Pembelajaran yang nampak pada dari langkah pembelajaran di Rencana Pelaksanaan Perkuliahan dan LKM. Keberhasilan penyusunan Perangkat Pembelajaran ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada berbagai pihak yang turut membantu dalam penyempurnaan Perangkat Pembelajaran ini. Penulis berharap Perangkat Pembelajaran Fisika Dasar ini dapat bermanfaat dalam pembelajaran fisika dan penelitian di bidang pendidikan sains. Kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan guna kesempurnaan Perangkat Pembelajaran ini. Salam sukses.

Surabaya, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul i

Kata Pengantar..... ii

Daftar Isi iii

A. Rencana Pembelajaran Semester 1

B. Satuan Acara Perkuliahan..... 2

C. Lembar Kerja Mahasiswa

LKM 01-Hukum Ohm 7

LKM 02-Rangkaian Listrik Seri Pararel..... 11

D. Instrumen Evaluasi *Multiple Representation*

Kisi-Kisi Tes Kemampuan Representasi Konsep: Hukum Ohm dan Rangkaian Listrik..... 16

Tes Kemampuan Representasi Konsep (LP-01) Hukum Ohm dan Rangkaian Listrik..... 17

Kunci Jawaban Dan Rubrik Penilaian Kemampuan Representasi Hukum Ohm dan Rangkaian Listrik 19

E. Instrumen Evaluasi Kemampuan Pemecahan Masalah

Kisi-kisi Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Hukum ohm dan rangkaian istrik 22

Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika (LP-02) Rangkaian Listrik 23

Rubrik Kemampuan Pemecahan Masalah 25

Daftar Pustaka..... 27

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS) (*Penggalan)*

Fakultas	:	Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)
Program Studi	:	Pendidikan Fisika
Mata Kuliah/Kode/SKS	:	Fisika Dasar 2/ 8420304067/4
Nama Tim Dosen Pengampu	:	Tim Fisika Dasar
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)		
Pengetahuan	:	Menguasai konsep dasar kelistrikan, kemagnetan, dan optika serta aplikasinya dalam perkembangan sains dan teknologi
Keterampilan Umum	:	Mampu mengambil keputusan secara tepat dalam pemecahan masalah di bidangkeahliannya, berdasarkan hasil analisis informasi dan data
Keterampilan Khusus	:	Mengaplikasikan, mengkaji, membuat desain, manfaatkan IPTEKS, dalam pemecahan masalah fisika
Sikap	:	Dapat bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan

Pertemuan ke-	Kemampuan akhir yang diharapkan	Bahan kajian	Model pembelajaran	Alokasi waktu	Pengalaman belajar	Penilaian			Referensi
						Kriteria (indikator)	Instrument	Bobot%	
5-6	1. Mampu menyajikan konsep arus listrik, tegangan, dan hambatan dengan multi representasi 2. Mampu mengidentifikasi masalah, merencanaka, melaksanaan perencanaan, dan evaluasi proses dan hasil pemecahkan masalah terkait kuat arus, tegangan, dan hambatan pada rangkaian listrik	Hukum Ohm dan rangkaian listrik	Model *Investigation Based Multiple Representation Online* (*IBMRO)*	300 menit dengan *zoom meeting*	Mahasiswa membuat dugaan fenomena fisika, melakukan investigasi pada rangkaian listrik dan membuat multi representasi dalam bentuk verbal, grafik, gambar dan matematika, untuk diaplikasikan pemecahan masalah	1. Merepresentasi konsep arus listrik, tegangan, dan hambatan secara verbal, gambar, grafik, dan/atau matematika 2. Mengidentifikasi masalah, merencanakan, melaksanaan perencanaan , dan evaluasi proses dan hasil pemecahkan masalah terkait kuat arus, tegangan, dan hambatan pada rangkaian listrik	LP-01 (tes representasi) LP-02 (tes pemecahan masalah)	15	Bahan Ajar Mahasiswa, Halliday, D. & Resnick, R. (1989) FISIKA 2. Jakarta: Erlangga

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

A. Identitas Mata Kuliah

Mata Kuliah	:	Fisika Dasar 2
Nomor Kode / SKS	:	8420304067 / 4
Fakultas / Prodi	:	Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam / S1 Pendidikan Fisika
Semester	:	Genap
Waktu	:	2 x 150 menit (2x pertemuan)

B. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

1.	Pengetahuan	:	Menguasai konsep dasar kelistrikan, kemagnetan, dan optika serta aplikasinya dalamperkembangan sains dan teknologi
2.	Keterampilan Umum	:	Mampu mengambil keputusan secara tepat dalam pemecahan masalah di bidang keahliannya, berdasarkan hasil analisis informasi dan data
3.	Keterampilan Khusus	:	Mengaplikasikan, mengkaji, membuat desain, manfaatkan IPTEKS, dalam pemecahan masalah
4.	Sikap	:	Mampu bekerja sama dan memiliki kepekaan sosial serta kepedulian terhadap masyarakat dan lingkungan

C. Kemampuan Akhir Pembelajaran yang Direncanakan

1. Mampu menganalisis kuat arus, tegangan, dan hambatan padarangkaian listrik,
2. Mampu menyajikan konsep arus listrik, tegangan, dan hambatandengan multi representasi,
3. Mampu memecahkan masalah terkait kuat arus, tegangan, danhambatan pada rangkaian listrik,
4. Dapat bekerja sama dalam investigasi, membuatmulti representasi, dan pemecahan masalah.

D. Indikator

Pengatahuan:

1. Menghitung hasil alat ukur arus, tegangan, dan hambatan
2. Menganalisis grafik arus listrik terhadap waktu
3. Menghitung hambatan jenis bahan
4. Menghitung resistansi
5. Menjelaskan hukum Ohm
6. Menghitung menggunakan hukum Ohm
7. Menganalisis grafik hubungan antara tegangan dengankuat arus
8. Menganalisis besarnya arus, tegangan, dan hambatan padarangkaian seri

9. Menganalisis besarnya arus, tegangan,dan hambatan padarangkaian parallel
10. Menganalisis besarnya arus, tegangan, dan hambatan padarangkaian gabungan seri dan paralel
11. Membandingkan nilai resistansi pada rangkaian listrik
12. Menghitung energi pada rangkaian listrik
13. Menghitung daya pada rangkaian listrik

Keterampilan umum:

Membuat multi representasi (verbal, gambar, matematika, dangrafik) konsep arus listrik, tegangan, dan hambatan

Keterampilan khusus:

Memecahkan masalah (identifikasi masalah, merencanakan,melaksanakan perencanaan, dan evaluasi) terkait kuat arus,tegangan, dan hambatan pada rangkaian listrik

Sikap:

Bekerja sama dalam investigasi, membuat multi representasi, danpemecahan masalah

E. Bahan Kajian

Hukum Ohm dan Listrik Arus Searah: Arus Listrik Dan Rangkaian Listrik

F. Metode Pembelajaran

Model: *Investigation Based Multiple Representation Online* (IBMRO)

Metode: eksperimen virtual, diskusi, dan presentasi secara daring

G. Media, Alat dan Bahan, Sumber Belajar

Media: Laptop, Lab Virtual PhET Simulation (Physics Education Technology), zoom meeting

Alat dan Bahan: *Circuit Construction kit: DC* bisa di unduh di phet.colorado.edu/in/simulations/

Sumber belajar: Buku Ajar Mahasiswa, Lembar Kegiatan Mahasiswa

Gambar 1. Circuit Construction Kit: DC *https://phet.colorado.edu/in/simulations/browse*

HTML5 simulations can run on iPads, Chromebooks, PC, Mac, and Linux systems. Lihat selengkapnya untuk HTML5 system requirements (Siti Maryam Ulfa, 2022) (Hapsari Catur Mahardika, 2022) (Cokorde Putra Segening, 2022) (Tias Ayu Astitin, 2022) (Sri Ayu Lestari, 2022)

H. Langkah-langkah pembelajaran

Pertemuan ke-5 (Arus, Tegangan, dan Hambatan/ Hukum Ohm)

Pendahuluan (20 menit)	
Fase 1 Orientasi	
Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
- Dosen menginformasikan tujuan belajar, yaitu: 1) mahasiswa dapat menganalisis hubungan arus listrik dan tegangan pada rangkaian listrik; 2) maha-siswa dapat menyajikan konsep fisika dengan multi representasi;dan 3) mahasiswa mampu memecahkan masalah terkait dengan hukum Ohm - Dosen menyajikan fenomena/ simulasi/ demonstrasi fisika rangkaian listrik dan menanyakan hunbungan antara tegangan dan kuat arus. - Dosen mengorientasikan penggunaan multi representasi	- Mahasiswa memperhatikandan menulis informasi- informasi dari dosen - Mahasiswa menjawab pertanyaan dosen sebagai dugaan awal atau hipotesis
Kegiatan Inti (110 menit)	
Fase 2 Investigasi	
Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
- Menginformasikan dan memfasilitasi kebutuhan investigasi - Membimbing mahasiswa secara kelompok untuk merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah	- Menyiapkan dan merancangkegiatan investigasi - Melakukan investigasi secara kelompok menggunakan lembar kerja
Fase 3 Aplikasi- Multi representasi	
Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
- Membimbing mahasiswa untuk menyajikan konsep dan proses fisika dengan multi representasi - Membimbing mahasiswa untukberdiskusi hasil multi representasi - Memberikan tugas pemecahan masalah terkait dengan konsep atau proses fisika pada fenomena/simulasi/ demonstrasi - Membimbing mahasiswa dalam	- Menyajikan dengan multi representasi - Melakukan diskusi hasil multi representasi - Mengerjakan tugas pemecahan masalah dengan tahapan memahami masalah, merencanakan pemecahan, menerapkan perencanaan, dan mengevaluasi

pemecahan masalah (memahami masalah, me- rencanakan pemecahan, menerapkan perencanaan, dan mengevaluasi)	
Penutup (20 menit)	
Fase 5 Evaluasi	
Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
- Membimbing mahasiswa men-gevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah - Memberikan tindak lanjut pemecahan masalah fisika	- Mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah - Menyiapkan dan mengerjakan tindak lanjutpemecahan masalah fisika dari dosen

Pertemuan Ke-6 (Rangkaian Seri-Paralel)

Pendahuluan (20 menit)	
Fase 1 Orientasi	
Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
- Dosen menginformasikan tujuan belajar, yaitu: 1) mahasiswa dapat menganalisis ham-batan pengganti, kuat arus listrik yang mengalis dan dan tegangan pada rangkaian listrikseri dan paralel; 2) mahasiswa dapat menyajikan konsep fisikadengan multi representasi; dan 3) mahasiswa mampu memecahkan masalah terkait dengan rangkaian seri dan paralel - Dosen menyajikan fenomena simulasi/ demonstrasi rangkaian listrik seri dan paraleldan menanyakan besarnya hambatan pengganti, kuat arus dan tegangan pada rangkaian seri dan paralel. - Dosen mengorientasikan penggunaan multi representasi	- Mahasiswa memperhatikaninformasi-informasi dari dosen - Mahasiswa menjawab pertanyaan dosen sebagai dugaan awal atau hipotesis
Kegiatan Inti (110 menit)	
Fase 2 Investigasi	
Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
- Menginformasikan dan memfasilitasi kebutuhan investigasi - Membimbing mahasiswa secara kelompok untuk merancang dan melaksanakan penyelidikan ilmiah	- Menyiapkan dan merancangkegiatan investigasi - Melakukan investigasi secara kelompok menggunakan lembar kerja
Fase 3 Aplikasi- Multi representasi	
Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
- Membimbing mahasiswa untuk menyajikan konsep dan proses fisika	- Menyajikan dengan multi representasi

dengan multi representasi - Membimbing mahasiswa untuk berdiskusi hasil multi representasi - Memberikan tugas pemecahan masalah terkait dengan konsep atau proses fisika pada fenomena/simulasi/ demonstrasi - Membimbing mahasiswa dalam pemecahan masalah (memahami masalah, me- rencanakan pemecahan, menerapkan perencanaan, dan mengevaluasi)	- Melakukan diskusi hasil multirepresentasi - Mengerjakan tugas pemecahan masalah dengan tahapan memahami masalah, me-rencanakan pemecahan, menerapkan perencanaan, dan mengevaluasi
Penutup (20 menit)	
Fase 5 Evaluasi	
Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa
- Membimbing mahasiswa mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah - Memberikan tindak lanjut pemecahan masalah fisika	- Mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah - Menyiapkan dan mengerjakan tindak lanjut pemecahan masalah fisika dari dosen

I. Penilaian

1. Jenis penilaian
   i. Tes tertulis
   ii. Unjuk kerja
2. Bentuk instrumen
   i. Tes tertulis: 1) pengetahuan; 2) kemampuan multirepresentasi; dan 3) pemecahan masalah fisika
   ii. Unjuk kerja dalam bekerja sama

Daftar Pustaka

David Halliday & Robert Resnick (Pantur Silaban Ph.D & Drs.Erwin Sucipto). (1989). *FISIKA 2*. Jakarta: Erlangga

Douglas C. Giancoli. (2008). *FISIKA-jilid 2*. Jakarta: Erlangga

School Program Division Manitoba Education. 2010. *Grade 11 Physics (30S): a course of Independent Study*. Manitoba: The Goverment of Manitoba represented by The Mininster of Education.

LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA-01 (LKM-01)

Nama: 1. ..... 2. ..... 3. ..... 4.	Kelas : ..... Hari, tanggal:.....

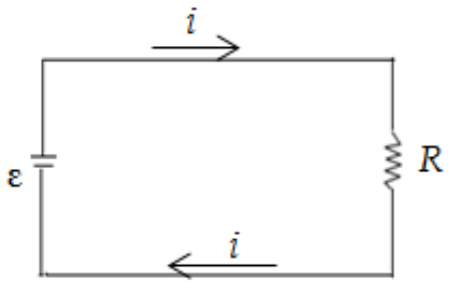
LKM 01- HUKUM OHM

INDIKATOR

1. Membuat grafik hubungan antara kuat arus listrik dan tegangan berdasarkan data hasil percobaan (representasi grafik)
2. Menjelaskan hubungan antara kuat arus dan tegangan dengan kalimat sendiri (representasi verbal)
3. Memformulasikan hubungan antara kuat arus listrik, tegangan, dan resistansi pada suatu rangkaian listrik (representasi matematika).
4. Memecahkan masalah hubungan antara kuat arus listrik, tegangan, dan resistansi pada rangkaian listrik.

ORIENTASI PADA FENOMENA FISIKA

Perhatikan Gambar 1.



Gambar 1. Diagram rangkaian listrik

Rangkaian listrik yang dihubungkan dengan sumber tegangan yang dapat divariasi. Jika tegangan diperbesar, bagaimana dengan kuat arusnya? Bagaimana dengan besar resistansinya?

INVESTIGASI

1. Hipotesis (dugaan sementara)

2. Variabel percobaan dan definisi operasional

Variabel percobaan	Definisi operasional
Variabel manipulasi :	
Variabel respon :	
Variabel kontrol :	

3. Langkah kerja
   Buatlah langkah-langkah melakukan percobaan untuk menjawab hipotesis!

4. Hasil percobaan
   Buatlah tabel data dan masukkan data hasil percobaan pada tabel tersebut!

5. Kesimpulan

Berdasarkan data-data hasil percobaan, buatlah kesimpulan untuk membuktikan hipotesis.

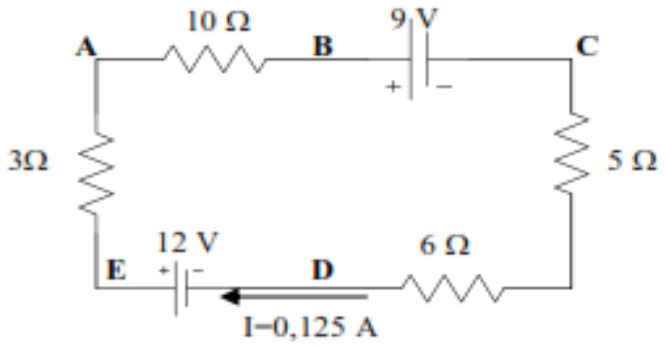
MEMBUAT MULTI REPRESENTASI

Berdasarkan hasil investigasi, buatlah multi representasi yang terkait kuat arus, tegangan, dan resistansi.

Representasi Verbal	Representasi Grafik	Representasi Matematika

APLIKASI DALAM PEMECAHAN MASALAH

Anda diberikan sebuah rangkaian seperti pada Gambar 2. Pasangan titik manakah yang memiliki beda potesnsialnya lebih tinggi?



Gambar 2. Rangkaian listrik

1. *Identify*: gunakan kondisi yang dinyatakan dalam masalah untuk menentukan konsep fisika yang relevan dan mengidentifikasi variabel yang dicari.

2. *Set up*: buatlah sketsa yang mendeskripsikan masalah dan pilihlah cara yang sesuai untuk pemecahan masalah

3. *Execute*: menerapkan sketsa dan cara yang dipilih untuk pemecahan masalah

4. *Evaluation*: kesesuaian antara solusi (jawaban) dengan masalah dan satuan yang digunakan

Referensi:

Halliday, D. & Resnick, R. (1989). *FISIKA 2* (Terjemahan Pantur Silaban Ph.D & Drs. Erwin Sucipto). Jakarta: Erlangga

Giancoli, D. C. (2008). *FISIKA-jilid 2*. Jakarta: Erlangga

School Program Division Manitoba Education. 2010. *Grade 11 Physics (30S): a course of Independent Study*. Manitoba: The Goverment of Manitoba represented by The Mininster of Education.

LEMBAR KERJA MAHASISWA-02 (LKM-02)

Nama:	
1. ……..	Kelas:…….
2. ……..	Hari, Tanggal :
3. ……..	……..……..
4. ……..	

LKM-02 RANGKAIAN LISTRIK SERI-PARALEL

TUJUAN

Mahasiswa dapat:

1. Menggambar rangkaian listrik seri dan paralel (representasi gambar)
2. Menjelaskan resistansi (hambatan) pengganti pada resistor yang disusun secara seri (representasi verbal)
3. Memformulasikan besarnya hambatan pengganti pada resistor yang disusun secara seri (representasi matematika)
4. Menjelaskan besarnya arus dan tegangan pada setiap resistor yang disusun secara seri (representasi verbal)
5. Memformulasikan besarnya arus dan tegangan pada rangkaian resistor yang disusun secara seri (representasi matematika)
6. Menjelaskan resistansi (hambatan) pengganti pada resistor yang disusun secara paralel (representasi verbal)
7. Memformulasikan besarnya hambatan pengganti pada resistor yang disusun secara paralel (representasi matematika)
8. Menjelaskan besarnya arus dan tegangan pada setiap resistor yang disusun secara paralel (representasi verbal)
9. Memformulasikan besarnya arus dan tegangan pada rangkaian resistor yang disusun secara paralel (representasi matematika)
10. Memecahkan masalah yang berhubungan dengan kuat arus listrik, tegangan, dan resistansi pada rangkaian listrik yang disusun secara seri-paralel.

ALAT DAN BAHAN

1. Laptop/ PC
2. *Circuit Construction kit: DC*

KEGIATAN

1. Orientasi pada fenomena fisika dan penggunaan multi representasi.

   Perhatikan rangkaian seri dan paralel (dosen mendemonstrasikan di PhET). Pada rangkaian seri jika saklar dimatikan maka semua lampu akan mati, sedangkan pada rangkaian paralel tidak. Lampu pada rangkaian seri memiliki terang berbeda, sedangkan paralel tidak. Lakukan investigasi, untuk mendapatkan penjelasan mengapa bisa demikian, lampu diganti dengan resistor.

2. Investigasi

   a. Hipotesis

   b. Langkah kerja:

      Buatlah langkah-langkah melakukan percobaan untuk menjawab hipotesis! *(awali dengan membuat rangkaian listrik seri dan paralel (masing-masing 2 resistor) di PhET Circuit Construction Kit: DC, sebagai model awal yang akan digunakan untuk <u>menguji hubungan hambatan, kuat arus dan tegangan)</u>*

   c. Hasil percobaan

      Buatlah tabel data dan masukkan data hasil percobaan pada table. Bagaimana besarnya tegangan dan kuat arus pada R_1 dan R_2? Untuk membantu Anda, data hasil percobaan dibuat seperti Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data hasil percobaan rangkaian seri

No.	V_1	V_2	V_{tot}	$V_1 + V_2$	i_1	i_2	i_{tot}	$R_1 + R_2$	R_{tot}

Tabel 2. Data hasil percobaan rangkaian paralel

No.	V_1	V_2	V_{tot}	$V_1 + V_2$	i_1	i_2	i_{tot}	$\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$	R_{tot}

d. Kesimpulan

Berdasarkan data-data hasil percobaan, buatlah kesimpulan untuk membuktikan hipotesis

3. Multi Representasi

a. Rangkaian Seri

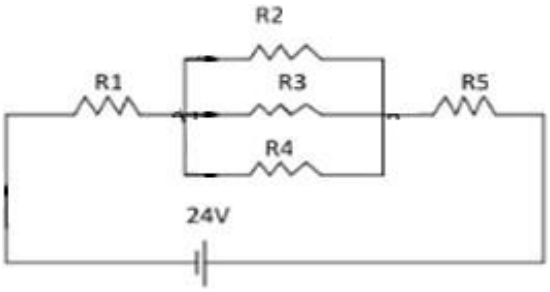
Penjelasan secara verbal (Representasi Verbal)	**Formulasikan secara matematika (Representasi Matematika)**
a. Hambatan pengganti: b. Tegangan: c. Arus listrik:	a. Hambatan pengganti: b. Tegangan: c. Arus listrik:

b. Rangkaian Paralel

Penjelasan secara verbal (Representasi Verbal)	**Formulasikan secara matematika (Representasi Matematika)**
d. Hambatan pengganti: e. Tegangan: f. Arus listrik:	d. Hambatan pengganti: e. Tegangan: f. Arus listrik:

4. Aplikasi untuk pemecahan masalah

Tono sedang membongkar mainan mobil remot kontrolya. Ternyata didalamnya terdapat potongan rangkaian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Potongan rangkaian listrik

Tono menginginkan besarnya arus total yang mengalir pada rangkaian tersebut adalah 3 ampere. Jika R_1 dan R_5 yang telah terpasang masing-masing 4 ohm dan 3 ohm, berapa nilai resintansi yang harus dipasang oleh Tono pada R_2, R_3, dan R_4?

1) *Memahami masalah*: Menuliskan besaran yang diketahui, mengidentifikasi masalah yang harus dipecahkan, dan menulis ulang masalah dengan bentuk yang berbeda serta informasi yang terkait

2) *Merencanakan pemecahan*: Mengidentifikasi konsep, prinsip, aturan, rumus atau hukum fisika yang berkaitan dengan masalah, serta menentukan persamaan matematis yang tepat sesuai dengan konsep, prinsip, aturan, rumus atau hukum fisika untuk memecahkan masalah

3) *Menerapkan perencanaan*: Menerapkan perencanaan melalui subtitusi nilai besaran yang diketahui ke persamaan matematis yang dipilih sesuai dengan konsep, prinsip, aturan, rumus atau hukum fisika

4) *Mengevaluasi*: Memeriksa kesesuaian jawaban dengan masalah, memeriksa besaran dan satuannya

Referensi:

Halliday, D. & Resnick, R. (1989). *FISIKA 2* (Terjemahan Pantur Silaban Ph.D & Drs. Erwin Sucipto). Jakarta: Erlangga

Giancoli, D. C. (2008). *FISIKA-jilid 2*. Jakarta: Erlangga

School Program Division Manitoba Education. 2010. *Grade 11 Physics (30S): a course of Independent Study*. Manitoba: The Goverment of Manitoba represented by The Mininster of Education

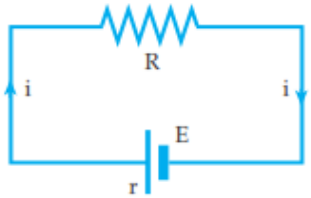
KISI-KISI TES KEMAMPUAN REPRESENTASI
KONSEP: HUKUM OHM DAN RANGKAIAN LISTRIK

No	Indikator	No Soal
1	Membuat representasi verbal dan matematika untuk konsep arus listrik dari representasi gambar yang diberikan	1
2	Membuat representasi verbal dan matematika untuk konsep tegangan dari representasi gambar yang diberikan	2
3	Membuat representasi gambar dan matematika konsep arus listrik dari representasi verbal yang diberikan	3
4	Membuat representasi gambar dan matematika konsep hambatan dari representasi verbal yang diberikan	4
5	Membuat representasi verbal dan matematika untuk hubungan arus dan tegangan (Hukum Ohm) dari representasi grafik yang diberikan	5
6	Membuat representasi verbal dan gambar untuk konsep arus pada rangkaian listrik paralel dari representasi matematika yang diberikan	6

TES KEMAMPUAN REPRESENTASI KONSEP (LP-01)
HUKUM OHM DAN RANGKAIAN LISTRIK

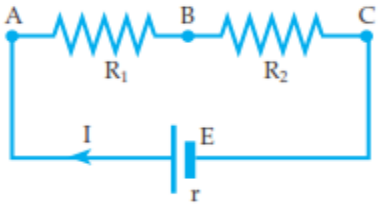
Petunjuk:
1. Kerjakan semua soal secara mandiri pada lembar jawab yang telah disediakan.
2. Lembar soal tidak boleh dicorat-coret dan dikumpulkan kembali bersamaan dengan lembar jawab.
3. Waktu mengerjakan 45 menit.

Soal:
1. Arus listrik dalam rangkaian tertutup dinyakan dalam Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 tersebut, buatlah representasi verbal dan matematika untuk besarnya kuat arus!



Gambar 1. Rangkaian Tertutup

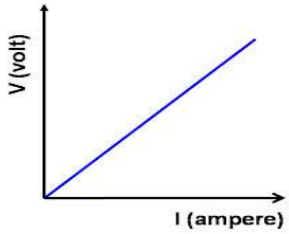
2. Suatu resistor disusun secara seri seperti pada Gambar 1. Berdasarkan gambar tersebut, buatlah representasi verbal dan matematika untuk besarnya tegangan!



Gambar 2. Rangkaian Seri

No	Representasi sumber : verbal	Representasi Target	
		Gambar	Matematika
3.	Kuat arus yang menuju percabangan sama dengan kuat arus yang keluar percabangan.		
4.	Dua buah resistor disusun secara seri, sehingga hambatan penggantinya adalah jumlah dari kedua resistor tersebut.		

5. Grafik hubungan antara kuat arus dan tegangan dinyatakan dalam Gambar 3. Buatlah representasi verbal dan matematika sesuai dengan Gambar 3!



Gambar 3. Grafik hubungan kuat arus dengan tegangan

6. Dalam suatu rangkaian resistor, berlaku persamaan kuat arus:

$$I_1 = \frac{V_{AB}}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2}$$

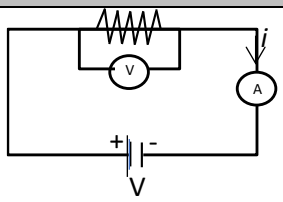
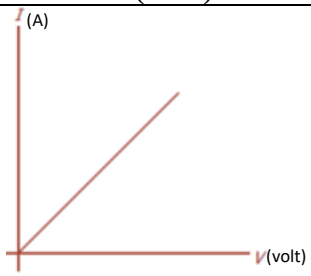
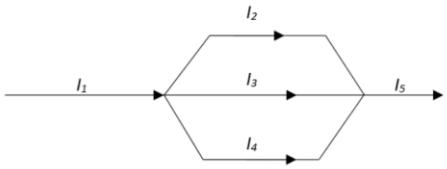
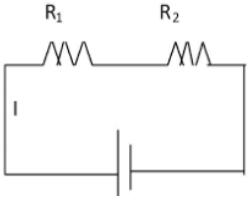
$$I = I_1 + I_2$$

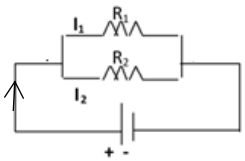
Buatlah representasi verbal dan representasi gambarnya!

==== selamat mengerjakan ====

KUNCI JAWABAN DAN RUBRIK PENILAIAN
KEMAMPUAN REPRESENTASI
HUKUM OHM DAN RANGKAIAN LISTRIK

A. KUNCI JAWABAN

No Soal	Kunci	Kemampuan Representasi
1	 $i = \frac{V}{R}$ *i* = kuat arus listrik (A), V = tegangan (Volt), R = Hambatan (Ohm)	Representasi Gambar rangkaian listrik Representasi matematika arus listrik
2	 $R = \frac{V}{i}$ *i* = kuat arus listrik (A), V = tegangan (Volt), R = Hambatan (Ohm)	Representasi grafik hukum Ohm Representasi matematika hubungan I dan V
3	 $\Sigma I_{masuk} = \Sigma I_{keluar}$ $\Leftrightarrow I_1 = I_5$	Representasi Gambar rangkaian listrik pararel Representasi matematika arus listrik pada rangkaian pararel
4	 $i = i_1 = i_2 = V_t/R_t$ *i* = kuat arus listrik (A), Vt = tegangan total (Volt), Rt = Hambatan total(Ohm)	Representasi Gambar rangkaian listrik seri Representasi matematika arus listrik pada rangkaian seri

No Soal	Kunci	Kemampuan Representasi
5	**Besarnya tegangan listrik dalam sebuah rangkaian sebanding dengan kuat arus listrik**. Pernyataan ini di kenal sebagai hukum Ohm. Hal ini menyatakan bahwa tegangan listrik dalam rangkaian akan bertambah jika arus yang mengalir dalam rangkaian bertambah. V = I R	Representasi Verbal Hukum Ohm Representasi matematis hukum Ohm
6	Rangkaian resistor paralel adalah rangkaian listrik dimana semua ujung kaki depan R_1 dan R_2 disambungkan atau disimpulkan pada satu titik dan semua ujung kaki belakangnya juga disambungkan atau disimpulkan pada satu titik  	Representasi verbal rangkaian listrik paralel Representasi Gambar rangkaian listrik paralel

B. RUBRIK PENILAIAN

Kemampuan Representasi dan Indikator		SKOR			
		3	2	1	0
Verbal	Menyajikan penjelasan tertulis untuk menyatakan suatu konsep/ definisi/ proses sesuai dengan informasi yang diberikan, dengan isi kalimat yang jelas dan dapat dipahami	Representasi sesuai, isi kalimat yang jelas dan dapat dipahami	Representasi sesuai, isi kalimat yang perlu perbaikan	Representasi sesuai, tetapi isi kalimat salah (tidak sesuai dengan jawaban sebenarnya)	Tidak dapat merepresentasikan sama sekali (*missing*)
Gambar	Menyajikan gambar/diagram untuk memvisualisaikan konsep atau objek nyata dari informasi yang diberikan secara lengkap, jelas, dan logis	Representasi sesuai, gambar lengkap, jelas, dan logis	Representasi sesuai, gambar yang perlu perbaikan	Representasi sesuai, tetapi gambar salah (tidak sesuai dengan jawaban sebenarnya)	Tidak dapat merepresentasikan sama sekali (*missing*)
Grafik	Menyajikan grafik suatu konsep/ proses fisika dari informasi yang diberikan secara lengkap (judul, sumbu, besaran, satuan dan skala)	Representasi sesuai, grafik lengkap (judul, sumbu, besaran,	Representasi sesuai, grafik perlu perbaikan	Representasi sesuai, tetapi grafik salah (tidak sesuai dengan jawaban sebenarnya)	Tidak dapat merepresentasikan sama sekali (*missing*)

		satuan dan skala) dan benar			
Matematika	Menyajikan penalaran kuantitatif /persamaan matematika dari informasi yang diberikan, yang menyatakan hubungan antar variabel lengkap dengan keterangan masing-masing variabel	Representasi sesuai, menyatakan hubungan antar variabel lengkap (secara matematik) dengan keterangan masing-masing variabel	Representasi sesuai, masih perlu perbaikan	Representasi sesuai, tetapi hubungan variabel salah (tidak sesuai dengan jawaban sebenarnya)	Tidak dapat merepresentasikan sama sekali (*missing*)

Diadaptasi dari:

Etkina E., Heuvelen A.V., White-Brahmia S., Brookes D.T., Gentile M., Murthy S., Rosengrant D., & Warren A. 2006. Scientific abilities and their assessment. Physics Education Research (2), 020103

Sarwanto, S. (2013). Analisis kemampuan representasi mahasiswa Pendidikan Sains PPs UNS. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika, 3* (2), 1- 6.

KISI-KISI TES KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH
HUKUM OHM DAN RANGKAIAN LISTRIK

No	Indikator	No. Soal
1	Memecahkan masalah *(identification, set up, execute, evaluation)* terkait arus listrik pada rangkaian listrik sederhana (hukum Ohm)	1
2	Memecahkan masalah (*identification, set up, execute, evaluation)* terkait hubungan kuat arus dan tegangan	2
3	Memecahkan masalah (*identification, set up, execute, evaluation)* terkait dengan rangkaian listrik seri-paralel.	3
4	Memecahkan masalah (*identification, set up, execute, evaluation)* terkait perbandingan beda potensial pada masing-masing resistor	4
5	Memecahkan masalah (*identification, set up, execute, evaluation)* terkait gambar rangkaiannya dan perbandingan kuat arus serta tegangan	5
6	Memecahkan masalah (*identification, set up, execute, evaluation)* terkait bentuk rangkaian dengan karakteristik kuat arus yang mengalir pada percabangan	6

TES KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH FISIKA (LP-02)
RANGKAIAN LISTRIK

Petunjuk:
1. Kerjakan semua soal secara mandiri pada lembar jawab yang telah disediakan.
2. Lembar soal tidak boleh dicorat-coret dan dikumpulkan kembali bersamaan dengan lembar jawab.
3. Waktu mengerjakan 45 menit

Soal:
1. Tono sedang melakukan praktikum rangkaian listrik untuk menentukan kuat arus listrik. Tono memiliki sebuah lampu, beberapa kabel penghubung, batere 1,5 Volt, dan ampere-meter. Tono kesulitan membuat rangkaian untuk mengukur kuat arus listrik. Bantulah Tono untuk membuat gambar rangkaian yang tepat (gambar). Jika hambatan pada lampu 3 Ω, prediksikan kuat arus yang akan terbaca dalam ampere-meter?

2. Hasil praktikum yang dilakukan untuk mengetahui hubungan tegangan dan arus, dinyatakan dalam grafik pada Gambar 1. Berapakah nilai a dan b ?

Gambar 1. Grafik I vs V

3. Dalam praktikum yang dilakukan di laboratorium, suatu rangkaian listrik dihubungkan dengan sumber tegangan 20 volt dan arus yang terbaca adalah ¾ A. Jika tegangan dinaikkan 2 kali, bagaimana dengan kuat arusnya?

4. Anda diberikan dua buah resistor untuk disusun secara seri. Jika resistor pertama ½ kali resistor kedua, dan rangkaian tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan 6 volt, bagimanakah perbandingan beda potensial pada masing-masing resistor?

5. Dua buah lampu akan disusun menjadi rangkaian listrik yang ketika sebuah lampu dimatikan, lampu yang lain tetap menyala. Jika nilai hambatan pada masing-masing lampu adalah sama, bagaimanakah gambar rangkaiannya dan perbandingan kuat arus serta tegangan pada masing-masing lampu ketika kedua lampu dinyalakan dan salah satu lampu dimatikan!

6. Andi memilki 3 buah lampu, dimana sebuah lampu memiliki nilai hambatan yang besarnya sama dengan dua buah lampu lainnya. Ketika dihubungkan dengan sumber tegangan 12 volt, Andi menginginkan kuat arus yang mengalir pada percabangan adalah sama. Bagaimanakah rangkaian yang harus dibuat Andi? Berilah penjelasan!

==== selamat mengerjakan ====

Rubrik Kemampuan Pemecahan Masalah

Kategori	5	4	3	2	1	0	NA (Masalah)	NA (Pemecah Masalah)
Kegunaan Deskripsi	Deskripsi berguna, tepat, dan lengkap	Deskripsi berguna tetapi mengandung kesalahan kecil.	Bagian dari deskripsi berguna, hilang, dan/atau mengandung kesalahan.	Sebagian besar deskripsi tidak berguna, hilang, dan/atau mengandung kesalahan.	Seluruh deskripsi tidak berguna dan/atau mengandung kesalahan.	Solusinya tidak termasuk deskripsi dan tidak diperlukan untuk masalah ini/pemecah masalah.	Deskripsi tidak diperlukan untuk masalah ini (Yaitu diberikan dalam pernyataan masalah)	Deskripsi tidak diperlukan untuk pemecah masalah.
Pendekatan Fisika	Pendekatan fisika tepat dan lengkap.	Pendekatan fisika mengandung kesalahan kecil.	Beberapa konsep dan prinsip-prinsip pendekatan fisika hilang dan / atau tidak tepat.	Sebagian besar pendekatan fisika hilang dan / atau tidak tepat.	Semua konsep yang dipilih dan prinsip-prinsip yang tidak tepat.	Solusinya tidak menunjukkan pendekatan, dan itu perlu untuk masalah ini / pemecah masalah.	Pendekatan fisika secara eksplisit tidak diperlukan untuk masalah ini.(yaitu, diberikan dalam masalah)	Pendekatan fisika secara eksplisit tidak diperlukan untuk pemecah masalah.
Aplikasi Fisika yang spesifik	Aplikasi fisika spesifik yang tepat dan lengkap.	Aplikasi fisika yang spesifik mengandung kesalahan kecil.	Bagian dari aplikasi spesifik fisika hilang dan / atau mengandung kesalahan.	Sebagian besar aplikasi spesifik fisika hilang dan / atau mengandung kesalahan.	Seluruh aplikasi spesifik fisika tidak tepat dan / atau mengandung kesalahan.	Solusinya tidak menunjukkan aplikasi fisika	Aplikasi spesifik fisika tidak diperlukan untukmasalah ini.	Aplikasi spesifik fisika tidak diperlukan untukpemecah ini.
Prosedur Matematika	Prosedur matematika yang tepat dan lengkap.	Prosedur matematika yang tepat digunakan dengan kesalahan kecil.	Bagian dari prosedur matematika yang hilang dan / atau mengandung kesalahan.	Sebagian besar prosedur matematika yang hilang dan / atau mengandung kesalahan.	Semua prosedur matematika yang tidak tepat dan / atau mengandung kesalahan.	Tidak ada bukti prosedur matematika.	Prosedur matematika tidak diperlukan untuk masalah ini atau sangat sederhana.	Prosedur matematika tidak diperlukan untuk pemecah ini.
Kemajuan yang Logis	Seluruh solusi masalah jelas, terfokus, dan logis terhubung.	Solusinya adalah jelas dan terfokus dengan inkonsistensi kecil	Bagian dari solusi yang jelas, tidak fokus, dan / atau tidak konsisten.	Sebagian besar bagian larutan yang tidak jelas, tidak fokus, dan / atau tidak konsisten.	Seluruh solusi jelas, tidak fokus, dan / atau tidak konsisten.	Tidak ada bukti dari perkembangan logis.	Kemajuan logis tidak diperlukan untukmasalah ini.(yaitu, satu langkah)	Perkembangan logis tidak diperlukan untukpemecah ini.

Deskripsi Kategori:

Kegunaan Deskripsi: menilai kemampuan pemecah masalah dalam mengorganisir informasi dari pernyataan masalah menjadi representasi yang tepat dan berguna yang merangkum informasi penting secara simbolis dan visual. Deskripsi dianggap "berguna" jika dipandu langkah-langkah lebih lanjut dalam proses solusi. Sebuah *deskripsi masalah* dapat mencakup ulangan informasi diketahui dan tidak, menetapkan simbol yang sesuai dengan besaran, menyatakan tujuan atau target besaran, visualisasi (sketsa atau gambar), menyatakan harapan kualitatif, diagram fisika, menggambar grafik, menyatakan sistem koordinat, dan memilih sistem.

Pendekatan Fisika: menilai kemampuan pemecah masalah dalam memilih konsep fisika yang sesuai dan prinsip-prinsip untuk digunakan dalam memecahkan masalah. Di sini *konsep* didefinisikan menjadi ide fisika secara umum. *Prinsip* didefinisikan sebagai aturan dasar fisika atau hukum yang digunakan untuk menggambarkan objek dan interaksi mereka, seperti hukum kekekalan energi, atau hukum Ohm.

Aplikasi Fisika Spesifik: menilai kemampuan pemecah masalah dalam menerapkan konsep fisika dan prinsip-prinsip dari pendekatan yang dipilih untuk kondisi tertentu dalam masalah. Jika perlu, pemecahan masalah telah membuat persamaan khusus untuk masalah yang konsisten dengan pendekatan yang dipilih. Sebuah aplikasi fisika spesifik dapat mencakup pernyataan dari definisi, hubungan antara jumlah yang ditetapkan, kondisi awal, dan asumsi atau kendala dalam masalah .

Prosedur matematika: menilai kemampuan pemecah masalah dalam mengikuti aturan matematika yang tepat dan benar dan prosedur selama pelaksanaan solusi. *Prosedur matematika* merujuk pada teknik yang digunakan untuk memecahkan besaran sasaran dari persamaan tertentu fisika, seperti eliminasi, substitusi, penggunaan rumus kuadrat, atau operasi matriks. *Aturan matematika* mengacu pada konvensi dari matematika, seperti penggunaan yang tepat dari tanda kurung, akar kuadrat, dan identitas trigonometri.

Kemajuan yang logis: menilai kemampuan pemecah masalah dalam penalaran, tetap fokus ke arah tujuan, dan mengevaluasi konsistensi solusi (secara implisit maupun eksplisit). Memeriksa apakah seluruh solusi masalah jelas, fokus, dan terorganisasi secara logis. Istilah *logis* berarti bahwa solusinya adalah koheren (urutan solusi dan penalaran pemecah masalah dapat dipahami dari apa yang tertulis), konsisten secara internal (bagian-bagian tidak bertentangan), dan konsisten secara eksternal (sesuai dengan ekspektasi secara fisika).

Referensi:

Docktor, J. L. 2009. Development and Validation of a Physics Problem-Solving Assessment Rubric-Dissertation. University of Minnesota

DAFTAR PUSTAKA

Abtokhi, A., Jatmiko, B., & Wasis, W. (2021). Evaluation of self-regulated learning on problem-solving skills in online basic physics learning during the Covid-19 pandemic. *Journal of Technology and Science Education*, *11*(2), 541-555

Bakri, F., Kusuma, K.F., & Permana, A.H. (2021). TPACK implementation in physics textbook: Practice problem-solving skill in Newton's law of motion for senior high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, *2019*(1), 012057.

Bancong, H., Putra, D.P., & Nurazmi, N. (2021). The purposes of students in conducting thought experiments while solving physics problem. *AIP Conference Proceedings*, *2330*, 050032

Cokorde Putra Segening, G. G. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Berbasis Masalah Berbantuan Media PhET untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 512-518.

Cramer, C. (2022). Problem-solving a lesson from relativity in physics education. *Physics Education*, *57*(4),045010.

Currie, H., Lough, C., Currie, G., Bushong, S., & Bailey, D.L. (2022). Practical learning through radiation physics problem solving. *Radiography*, 28(4), 981-990.

David Halliday & Robert Resnick (Pantur Silaban Ph.D & Drs.Erwin Sucipto). (1989). *FISIKA 2*. Jakarta: Erlangga

Docktor, J. L. 2009. Development and Validation of a Physics Problem-Solving Assessment Rubric-Dissertation. University of Minnesota

Dohar Sinabutar, M. T. (2019). Pembuatan Modul Praktik Pengukuran Tegangan dan Arus Pada Rangkaian Listrik di SMP Swasta Perguruan Nasional Sidikalang. *Jurnal Inovtek Polbeng*, 356-361.

Douglas C. Giancoli. (2008). *FISIKA-jilid 2*. Jakarta: Erlangga

Etkina E., Heuvelen A.V., White-Brahmia S., Brookes D.T., Gentile M., Murthy S., Rosengrant D., & Warren A. 2006. Scientific abilities and their assessment. Physics Education Research (2), 020103

Fuada, S. (2022). Analisis rangkaian pembagi tegangan dan perbandingan hasil simulasinya menggunakan simulator offline. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 28-46.

Giancoli, D. C. (2008). *Fisika Jilid 2.* Jakarta: Erlangga.

Gjerde, V., Havre Paulsen, V., Holst, B., & Kolstø, S.D. (2022). Problem solving in basic physics: Effective self-explanations based on four elements with support from retrieval practice. *Physical Review Physics Education Research*, *18*(1), 010136.

Good, M., Maries, A., & Singh, C. 2022. Additional unexpected benefits of rewarding students for effective problem solving strategies: Supporting gender equity in physics. *Physics Education*, *57*(5),055005.

Halliday, D., & Resnick, R. P. S. (1989). *FISIKA.* Jakarta: Erlangga.

Hapsari Catur Mahardika, R. I. (2022). Penerapan Lkpd Berbantuan Simulasi Phet Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar Kognitif IPA Peserta Didik SMP. *EduSains jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 61-70.

Hartatiek, S. A. (2022). Pemberdayaan guru IPA MTS dalam penggunaan laboratorium virtual di masa pandemi Covid-19. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat (SINAPMAS)* (pp. 363-368). Malang: Universitas Negeri Malang.

Lee, J., & Körhasan, D. N. (2022). Effect of group type on group performance in peer-collaborated two-round physics problem solving. *Physical Review Physics Education Research, 18*(2),020112

Lee, S., Choi, Y.-I., & Kim, S.-W. (2021). Roles of emotions induced by immediate feedback in a physics problem-solving activity. *International Journal of Science Education*, *43*(10), 1525-1553.

Lestari, N.A., & Deta, U.A. 2021. The correlation between physics problem-solving skill and metacognitive ability from collaboration of socratic dialogue-modeling instruction implementation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1796*(1),012093.

Lestari, Syafril, S., Latifah, S., (...), Asril, Z., & Yaumas, N.E. (2021). Hybrid learning on problem-solving abiities in physics learning: A literature review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1796*(1),012021.

Murshed, M., Phang, F.A., & Bunyamin, M.A.H. (2021). Transformation of multiple representation in real world physics problem solving. *Journal of Physics: Conference Series, 1760*(1),012004.

Ni Putu Trisna Sulistyan, M. G. (2022). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Berbasis Aplikasi Articulate Storyline 3 pada Topik Rangkaian Listrik Untuk Siswa SD.*Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 25-37.

Pelobillo, G. (2022). Assessment development in measuring students' context-rich problem-solving ability in physics. *International Journal of Instruction*, 15(4), 855-870.

Prastia, A. H. (2022). Rancang bangun alat praktikum hukum ohm digital berbasisarduino mega 2560. *Jurnal Fisika Unand*, 401-407.

Purba, A. (2022). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share (Tps) Terhadap Hasil Belajar Fisika Materi Listrik Dinamis Di Kelas IX SMP Negeri 1 Padangsidimpuan. *Jurnal PhysEdu (PHYSICS EDUCATION)*, 28-35.

Ramli, Z., Sunaryo, & Serevina, V. (2021). E-book static fluid and dynamic fluid web-based with a problem-based learning model to improve students physics problem-solving skills. *Journal of Physics: Conference Series*, *2019*(1),012001

Rezeki, H., Rokhmat, J., Gunawan, Makhrus, M., & Wahyudi. (2021). Implementation of causalitic-learning devices to improve creative thinking ability and

problem-solving of students in physics. *Journal of Physics: Conference Series, 1816*(1),012048

Santosa, I.E. (2021). Analysing students' problem solving skills on the topics of modern physics. *Journal of Physics: Conference Series. 2019*(1),012026

Sarwanto, S. (2013). Analisis kemampuan representasi mahasiswa Pendidikan Sains PPs UNS. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika, 3* (2), 1- 6.

School Program Division Manitoba Education. 2010. *Grade 11 Physics (30S): a course of Independent Study*. Manitoba: The Goverment of Manitoba represented by The Mininster of Education.

Setyaningsih, R. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Materi Rangkaian Listrik Di MTs Attaqwa 03 Bekasi. *EDUCATOR : Jurnal Inovasi Tenaga Pendidikdan Kependidikan*, 184-196.

Silfiasyafitri, P. J. (2022). Pembuatan modul berbasis discovery learning pada mata pelajaran dasar listrik dan elektronika. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 12595–12605.

Siti Maryam Ulfa, J. '. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 67-75.

Sri Ayu Lestari, B. S. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Disertai PhET Simulation Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Di SMA Pokok Bahasan Suhu Dan Kalor. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Jember*, 34-40.

Susanti, A., Diani, R., Satiarti, R.B., Munawaroh, R., & Fujiani, D. (2021). Blended learning model: The effect on physics problem-solving skills viewed from self-efficacy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1796*(1), 012014.

Susanti, E., Maulidah, R., & Makiyah, Y.S. (2021). Analysis of problem-solving ability of physics education students in STEM-based project based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, *2104*(1),012005.

Sutarno, S., Putri, D.H., Risdianto, E., Satriawan, M., & Malik, A. (2021). The students' physics problem solving skills in basic physics course. *Journal of Physics: Conference Series*, *1731*(1), 012078

Sutriani, & Mansyur, J. (2021). The analysis of students' ability in solving physics problems using multiple representations. *Journal of Physics: Conference Series*, *1760*(1),012035

Syarifah Muthia Putri, F. A. (2022). Peningkatan Pemahaman Dan Pengetahuan Siswa Melalui Praktikum Hukum Kirchoff Di Madrasah Tsanawiyah. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*,843-849.

Tias Ayu Astitin, H. S. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Anchored Instruction Berbantuan PhET untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Peserta Didik SMA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 862-871.

Valendio Febriano, W. I. (2022). Simulasi Rangkaian DC-DC Buck Converter Dengan Variasi Nilai Resistor Beban pada Sistem Penyimpanan Energi Listrik Panel Surya. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2022* (pp. 83-88). Jakarta: Program Studi Fisika dan Pendidikan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta.

Vignal, M., & Wilcox, B.R. (2022). Investigating unprompted and prompted diagrams generated by physics majors during problem solving. *Physical Review Physics Education Research, 18*(1),010104.

Viona Permata Sari Eriska, R. M. (2022). EvaluasiPembelajaran Daring Mata Kuliah RangkaianListrik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 34-38.

Wati, M., Safiah, S., & Misbah, M. (2021). How to train problem-solving skills in physics using authentic learning. *Journal of Physics: Conference Series, 1760*(1),012009.

UNESA