

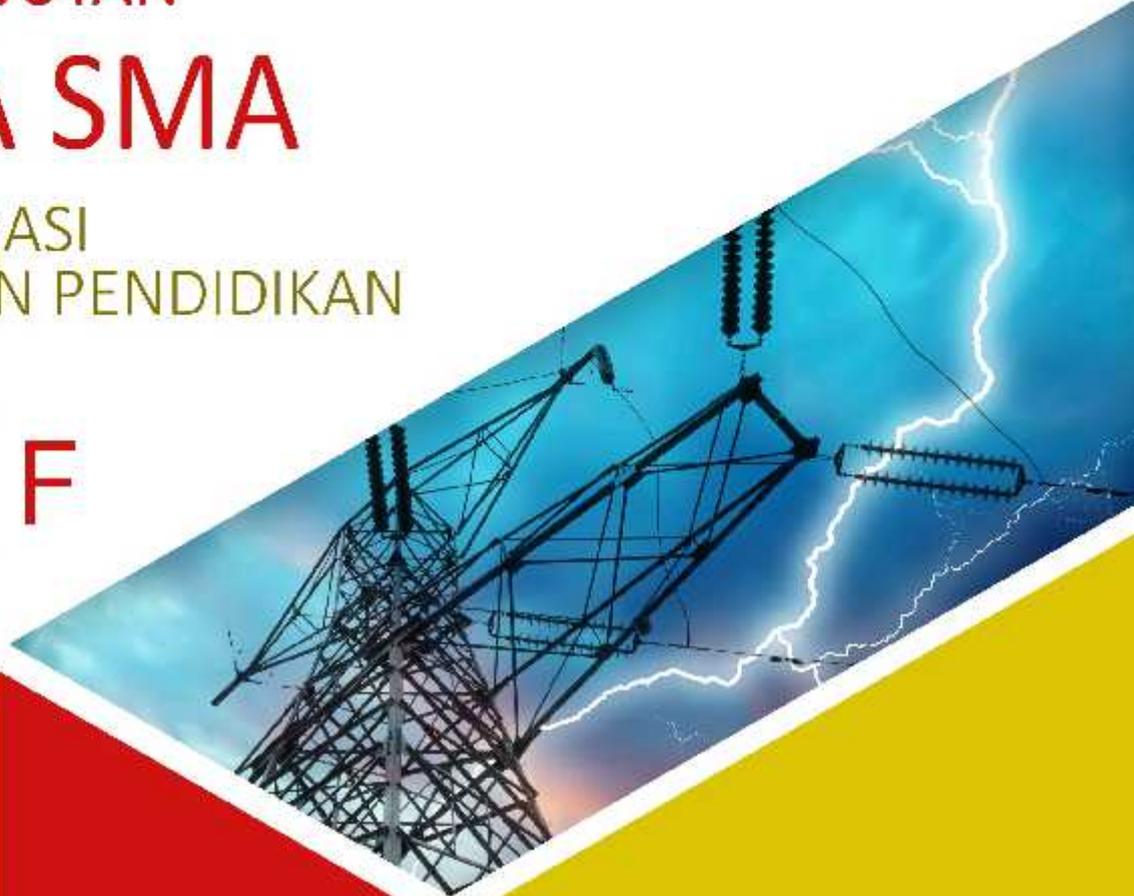
MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN
BERKELANJUTAN

FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN
KARAKTER

Kelompok
Kompetensi

F



PEDAGOGIK

Penilaian Proses dan Hasil Belajar

■ Soni Sukendar, S.Pd., M.Si., M.T.

PROFESIONAL

Listrik Dinamis dan Kemagnetan

■ Luluk Ayuning Dyah P., M.Si.
Eddy Susianto, S.Pd., M.Si.



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
2017

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI F

PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

■ Soni Sukendar, S.Pd., M.Si., M.T.



Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

**MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI F

PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

Penulis:

Soni Sukendar, S.Pd., M.T., M.Si.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
2017

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

**MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)
KELOMPOK KOMPETENSI F**

PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

Penanggung Jawab
Dr. Sediono Abdullah

Penulis
Soni Sukendar, S.Pd., M.T., M.Si. 022-4231191 sonicigiringsing@gmail.com

Penyunting
Drs. Dadan Muslih, M.T.

Penelaah
Dr. Ida Kaniawati, M.Si.
Dr. Andi Suhandi, M.Si.

Penata Letak
Nurul Atma Vita

Copyright © 2017

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA SAMBUTAN





KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) mata pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar mandiri, fleksibel dan pro-aktif, sesuai kondisi dan kebutuhan penguatan kompetensi yang ditetapkan dalam Standar Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang merupakan salah satu program PPPPTK IPA ini disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dibuat untuk masing-masing mata pelajaran yang dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Penyempurnaan modul ini telah dilakukan secara terpadu dengan mengintegrasikan penguatan pendidikan karakter dan kebutuhan penilaian



peserta didik di sekolah dan ujian yang berstandar nasional. Hasil dari integrasi tersebut telah dijabarkan dalam bagian-bagian modul yang terpadu, sesuai materi yang relevan.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.

Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara dan Staf PPPPTK IPA, Dosen dan Guru yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2017

Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.

NIP. 195909021983031002



DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	viii
PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	1
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN	
PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR	10
A. Tujuan	10
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	10
C. Uraian Materi	11
D. Aktivitas Pembelajaran	33
E. Latihan/Kasus/Tugas	35
F. Rangkuman	38
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	39
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	40
EVALUASI	41
PENUTUP	44
DAFTAR PUSTAKA	45
GLOSARIUM	48



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Alurstrategi pelaksanaan pembelajaran tatap muka	4
Gambar 2	Alur pembelajaran tatap muka penuh	5
Gambar 3	Alur pembelajaran tatap muka kombinasi	7
Gambar 1.1	Keberkaitan antara evaluasi, penilaian, pengukuran, dan tes	14
Gambar 1.2	Triangulasi Pembelajaran	19

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Daftar lembar kerja modul	8
Tabel 1.1	Gambaran umum Aspek dan Rincian Aspek Penilaian.	20
Tabel 1.2	Sasaran Penilaian Aspek Sikap.	25
Tabel 1.3	Dimensi Pengetahuan dan Proses Kognitif.	27
Tabel 1.4	Sasaran Penilaian Hasil Belajar Fisika untuk Aspek Kognitif	28
Tabel 1.5	Kata Kerja Operasional untuk Aspek Kognitif	29
Tabel 1.6	Deskripsi Penilaian Hasil Belajar Domain Keterampilan Abstrak	30
Tabel 1.7	Deskripsi Penilaian Hasil Belajar Domain Keterampilan Kongkret.	31
Tabel 1.8	Kata Kerja Operasional Aspek Keterampilan	32

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Dalam rangka mendukung pengembangan pengetahuan dan keterampilannya, dikembangkan modul untuk pembinaan karier guru yang berisi topik-topik penting. Dengan adanya modul ini, memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan ajar dalam kegiatan diklat tatap muka langsung atau tatap muka kombinasi (*in-on-in*).

Modul pengembangan keprofesian berkelanjutan yang berjudul “Penilaian Proses dan Hasil Belajar” merupakan modul untuk kompetensi pedagogik guru pada Kelompok Kompetensi F (KK F). Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi profesional guru pada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007.

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/kasus/tugas, rangkuman, umpan balik, dan tindak lanjut. Pada setiap komponen modul yang dikembangkan ini telah diintegrasikan beberapa nilai karakter bangsa, baik secara eksplisit maupun implisit yang dapat diimplementasikan selama aktivitas pembelajaran dan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendukung pencapaian revolusi mental bangsa. Integrasi ini juga merupakan salah satu cara **perwujudan kompetensi sosial dan kepribadian guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007)** dalam bentuk modul. Selain itu, disediakan latihan soal dalam



bentuk pilihan ganda yang berfungsi juga sebagai bahan latihan untuk guru dalam meningkatkan pemahaman konsep.

Pada bagian pendahuluan modul diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru setelah mengikuti diklat, Peta Kompetensi yang harus dikuasai guru pada KK F, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan Evaluasi untuk mengetahui pemahaman profesional guru terhadap materi.

B. Tujuan

Setelah guru peserta kegiatan Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan kelompok kompetensi F belajar dengan modul ini diharapkan memahami materi kompetensi pedagogik berkaitan dengan penilaian proses dan hasil belajar.

C. Peta Kompetensi

Peta kompetensi yang menjadi acuan dalam belajar modul ini adalah sebagai berikut:

Kompetensi Inti	Kompetensi Guru Mapel	Indikator Esensial/ Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
8. Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar	8.1 Memahami prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu	8.1.1 Menjelaskan pengertian penilaian dalam pembelajaran 8.1.2 Menjelaskan fungsi penilaian dalam pembelajaran, 8.1.3 Menjelaskan tujuan penilaian dalam pembelajaran 8.1.4 Menerapkan prinsip-prinsip penilaian dalam pembelajaran 8.1.5 mempraktikkan penentuan ketuntasan belajar untuk setiap kompetensi dasar mata pelajaran fisika



Kompetensi Inti	Kompetensi Guru Mapel	Indikator Esensial/ Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
8. Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar	8.2 Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu.	8.2.1 Menjelaskan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Fisika 8.2.2 Memilih aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan kompetensi dasar Fisika 8.2.3 Mengevaluasi data hasil analisis penilaian proses belajar aspek sikap 8.2.4 Menyusun laporan hasil penilaian dan evaluasi hasil belajar 8.2.5 mempraktikkan penentuan ketuntasan belajar untuk setiap kompetensi dasar mata pelajaran fisika

D. Ruang Lingkup

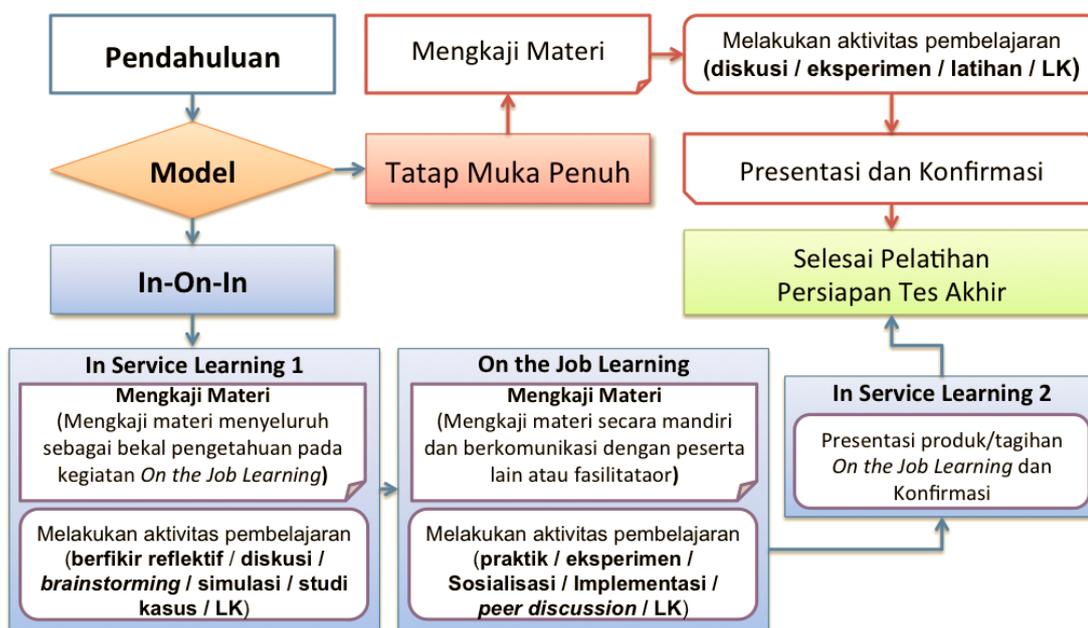
Ruang lingkup materi pada modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi, dan Penutup. Bagian Pendahuluan berisi paparan tentang Latar Belakang modul KK F, Tujuan, Peta Kompetensi yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik, dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri atas Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi, dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah prinsip-prinsip penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar, aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi, serta ketuntasan belajar.



E. Saran Cara Penggunaan Modul

Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap **Aktivitas Pembelajaran** disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran oleh guru, baik untuk moda tatap muka penuh, maupun moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Berikut ini gambar yang menunjukkan langkah-langkah kegiatan belajar secara umum.

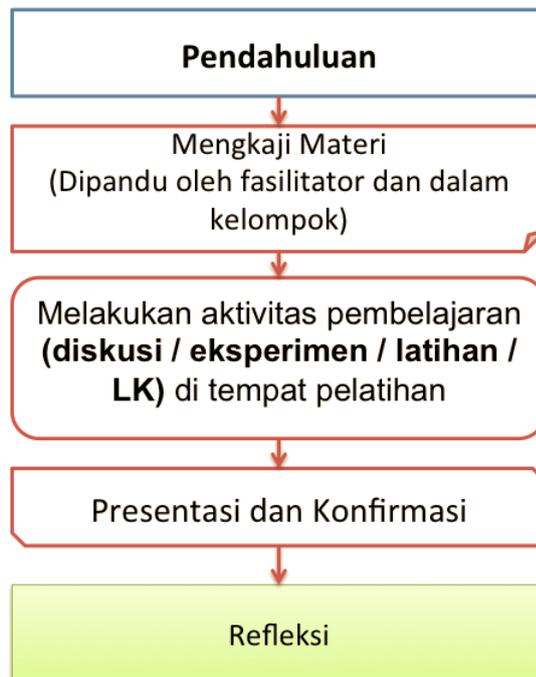


Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat terdapat dua alur kegiatan pelaksanaan kegiatan, yaitu diklat tatap muka penuh dan kombinasi (*In-On-In*). Deskripsi kedua jenis diklat tatap muka ini terdapat pada penjelasan berikut.

1. DESKRIPSI KEGIATAN DIKLAT TATAP MUKA PENUH

Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur pada suatu waktu yang di pandu oleh fasilitator. Tatap muka penuh dilaksanakan menggunakan alur pembelajaran yang dapat dilihat pada alur berikut ini.



Gambar 2. Alur Pembelajaran Moda Tatap Muka Penuh

a. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari:

- latar belakang yang memuat gambaran materi
- tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul.
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- cara penggunaan modul

b. Mengkaji materi diklat

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.



c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian **1. Diskusi Materi**, **2. Praktik**, **3.** Aktivitas mengisi soal **Latihan**. Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan, dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

d. Presentasi dan Konfirmasi

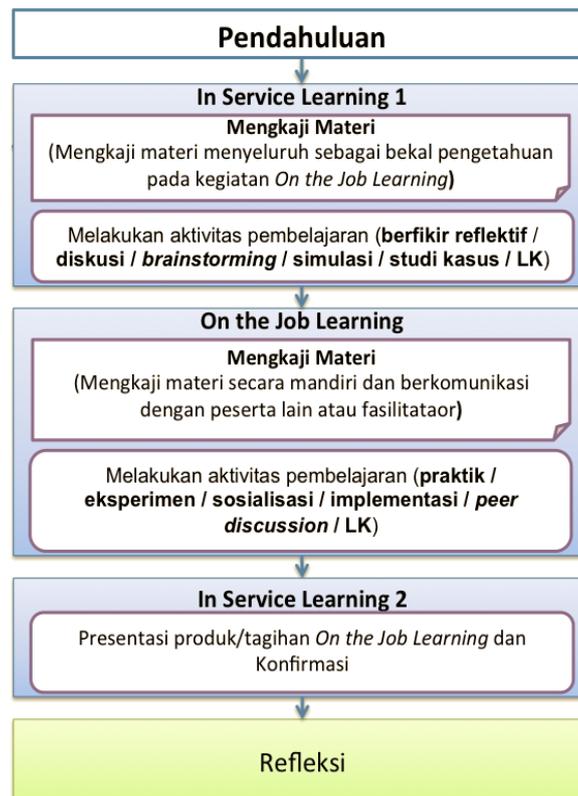
Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dibahas secara bersama-sama.

e. Refleksi Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji merefleksikan penguasaan materi setelah mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran.

2. DESKRIPSI KEGIATAN DIKLAT TATAP MUKA KOMBINASI

Kegiatan diklat tatap muka kombinasi (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur berikut ini.



Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in)

Pada Kegiatan *in-1* peserta mempelajari uraian materi dan mengerjakan Aktivitas Pembelajaran bagian 1. **Diskusi Materi** di tempat diklat. Pada saat *on the job learning* peserta melakukan Aktivitas Pembelajaran bagian 2. **Praktik**, bagian 3. mengisi **Latihan** secara mandiri di tempat kerja masing-masing. Pada Kegiatan *in-2*, peserta melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.

Modul ini dilengkapi dengan beberapa kegiatan pada Aktivitas Pembelajaran (BAB II, Bagian E) sebagai cara guru untuk mempelajari materi yang dipandu menggunakan Lembar Kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, beberapa LK dikerjakan pada *in-1* dan beberapa LK dikerjakan pada saat *on the job learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi tagihan pada kegiatan *in-2*. Berikut ini daftar pengelompokan Lembar Kegiatan (LK) pada setiap tahap kegiatan tatap muka kombinasi.



Tabel 1. Daftar Lembar Kerja Modul

No	Kode Lembar Kerja	Nama Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	LK.F.01	Kajian Topik penilaian proses dan hasil belajar	IN 1
2.	LK.F.02	Jurnal Belajar Topik penilaian proses dan hasil belajar	IN 1
3.	LK.F.03	Analisis KD	ON
4.	LK.F.04	Menyusun KKM	ON
5.	LK.F.05	Latihan Soal Penilaian Proses dan Hasil Belajar	ON
6.		Mengerjakan soal evaluasi	ON
7.		Reviu	IN 2

KEGIATAN PEMBELAJARAN

PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

Penilaian merupakan bagian integral dari pembelajaran, sehingga perlu diperhatikan dalam melaksanakan pembelajaran. Guru harus merencanakan penilaian yang akan digunakan sebagai bagian dari pelaksanaan pembelajaran. Seperti diketahui bahwa penilaian sebagai suatu proses yang sistematis dan mencakup kegiatan mengumpulkan, menganalisis, serta menginterpretasikan informasi untuk menentukan seberapa jauh seorang peserta didik atau sekelompok peserta didik mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, baik aspek pengetahuan, sikap maupun keterampilan.

Pelaksanaan penilaian hasil belajar oleh pendidik merupakan wujud pelaksanaan tugas profesional pendidik sebagaimana termaktub dalam Undang-Undang Nomor 14 tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Penilaian hasil belajar oleh pendidik tidak terlepas dari proses pembelajaran. Oleh karena itu, penilaian hasil belajar oleh pendidik menunjukkan kemampuan guru sebagai pendidik profesional.

Dalam modul ini akan dibahas tentang aspek penilaian yang terdiri atas aspek sikap spiritual, aspek pengetahuan, dan aspek keterampilan. Di dalam modul ini juga disajikan kata kerja operasional untuk masing-masing aspek sehingga dapat memudahkan guru dalam menyusun indikator pencapaian kompetensi yang sesuai dengan kompetensi dasar dan kegiatan pembelajarannya. Pemilihan kata kerja operasional yang tepat, sangat penting dilakukan oleh guru sehingga mereka dapat menentukan jenis dan bentuk penilaian yang sesuai untuk dapat mengukur perubahan atau pencapaian peserta didik selama pembelajaran untuk masing-masing-masing aspek (sikap, pengetahuan, dan ketarampilan).



Kompetensi guru yang akan dikembangkan melalui modul ini adalah: “8.2. Menentukan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran yang diampu”. Untuk guru Fisika SMA, kompetensi dasarnya dirinci menjadi “peserta mampu memahami aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Fisika”. Kompetensi ini dapat dicapai jika guru belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul dan mengikuti kegiatan Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Mata Pelajaran Fisika SMA Kelompok Kompetensi F Pedagogik, peserta dapat mendeskripsikan pengertian, fungsi, tujuan, acuan, prinsip dan lingkup penilaian dalam pembelajaran Fisika, ketuntasan belajar Fisika, serta aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran fisika.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Setelah melakukan pembelajaran ini guru mampu:

1. Menjelaskan pengertian penilaian dalam pembelajaran
2. Menjelaskan fungsi penilaian dalam pembelajaran,
3. Menjelaskan tujuan penilaian dalam pembelajaran
4. Menerapkan prinsip-prinsip penilaian dalam pembelajaran
5. Mempraktikkan penentuan ketuntasan belajar untuk setiap kompetensi dasar mata pelajaran fisika
6. Menjelaskan aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Fisika
7. Memilih aspek-aspek proses dan hasil belajar yang penting untuk dinilai dan dievaluasi sesuai dengan kompetensi dasar Fisika
8. Mengevaluasi data hasil analisis penilaian proses belajar aspek sikap



9. Menyusun laporan hasil penilaian dan evaluasi hasil belajar
10. Mempraktikkan penentuan ketuntasan belajar untuk setiap kompetensi dasar mata pelajaran fisika

C. Uraian Materi

Pada saat mempelajari materi, baca uraian materi sampai tuntas. Selanjutnya buatlah rangkuman dengan kreatif dalam bentuk *mindmap*. Anda dapat bekerja sama dalam kelompok.

1. Keberkaitan Evaluasi, Penilaian, Pengukuran, dan Tes

Istilah penilaian bukan merupakan istilah asing bagi guru. Selain istilah penilaian, terdapat istilah-istilah yang berkaitan yang terkadang didefinisikan tertukar oleh guru, yaitu evaluasi (*evaluation*), pengukuran (*measurement*), dan tes (*test*). Secara konseptual istilah-istilah tersebut berbeda, tetapi memiliki hubungan yang sangat erat. Diantara istilah tersebut, tes merupakan istilah yang paling akrab dengan guru. Istilah tes sering digunakan dalam Tes prestasi belajar, dan seringkali dijadikan sebagai satu-satunya alat untuk menilai hasil belajar peserta didik. Begitu pula ujian nasional yang merupakan salah satu kegiatan tes. Sebenarnya, tes sebenarnya hanya merupakan salah satu alat ukur hasil belajar. Tes prestasi belajar seringkali dipertukarkan pemakaiannya oleh guru dengan konsep pengukuran hasil belajar (*measurement*).

Dengan demikian, perlu kiranya upaya untuk menyepakati pemahaman tentang pengertian dan esensi evaluasi, penilaian, tes dan pengukuran yang sesungguhnya. Diantara istilah-istilah tersebut, penilaian merupakan istilah yang sudah dikenal, tetapi dalam proses pelaksanaannya selalu tertukan dengan konsep tes. Para guru seringkali salah dalam menafsirkan makna penilaian yang sesungguhnya. Istilah penilaian perlu diperkenalkan kepada guru karena penilaian telah menjadi bagian penting dalam dunia pembelajaran. Selain dari itu, pemahaman tentang penilaian juga dapat mendukung keberhasilan guru dalam melaksanakan praktek penilaian proses dan hasil pembelajaran di kelas.



a. Penilaian

Penilaian atau *Assessment* merupakan Proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk menentukan kualitas yaitu nilai dan arti dari hasil belajar peserta didik atau pengambilan keputusan dapat dikatakan baik atau tidaknya sesuai dengan kriteria. Wiggins (1984) menyatakan bahwa penilaian merupakan sarana yang secara kronologis membantu guru dalam memonitor peserta didik. Oleh karena itu, maka Popham (1995) menyatakan bahwa penilaian sudah seharusnya merupakan bagian dari pembelajaran, bukan merupakan hal yang terpisahkan. Resnick (1985) menyatakan bahwa pada hakikatnya penilaian menitikberatkan penilaian pada proses belajar peserta didik. Berkaitan dengan hal tersebut Marzano et al. (1994) menyatakan bahwa dalam mengungkap penguasaan konsep peserta didik, penilaian tidak hanya mengungkap konsep yang telah dicapai, akan tetapi juga tentang proses perkembangan bagaimana suatu konsep tersebut diperoleh. Dalam hal ini penilaian tidak hanya dapat menilai hasil dan proses belajar peserta didik, akan tetapi juga kemajuan belajarnya.

Pada kurikulum 2006, penilaian didefinisikan sebagai penilaian pendidikan yaitu proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk menentukan pencapaian hasil belajar peserta didik (Kemdiknas, 2007). Adapun pada Kurikulum 2013, penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik didefinisikan sebagai proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik (Kemdikbud, 2016). Berdasarkan dua definisi tersebut dapat dilihat benang merahnya adalah bahwa penilaian dilakukan oleh guru untuk memperoleh informasi atas ketercapaian proses dan hasil belajar peserta didik.

b. Tes

Arikunto (2010) menyatakan bahwa tes merupakan alat atau prosedur yang digunakan untuk mengetahui atau mengukur sesuatu dengan menggunakan cara atau aturan yang telah ditentukan. Tes merupakan salah satu upaya pengukuran terencana yang digunakan oleh guru untuk mencoba menciptakan kesempatan bagi peserta didik dalam memperlihatkan prestasi mereka yang berkaitan dengan tujuan yang



telah ditentukan. Tes terdiri atas sejumlah soal yang harus dikerjakan peserta didik. Setiap soal dalam tes menghadapkan peserta didik pada suatu tugas dan menyediakan kondisi bagi peserta didik untuk menanggapi tugas atau soal tersebut.

c. Pengukuran

Wulan (2010) mengutip pendapat Alwasilah dkk. (1996) yang menyatakan bahwa pengukuran merupakan proses yang mendeskripsikan performan peserta didik dengan menggunakan suatu skala kuantitatif (sistem angka) sedemikian rupa sehingga sifat kualitatif dari performan peserta didik tersebut dinyatakan dengan angka-angka. Pernyataan tersebut diperkuat dengan pendapat yang menyatakan bahwa pengukuran merupakan pemberian angka terhadap suatu atribut atau karakter tertentu yang dimiliki oleh seseorang, atau suatu obyek tertentu yang mengacu pada aturan dan formulasi yang jelas. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara tes atau non-tes. Amalia (2003) mengungkapkan bahwa tes terdiri atas tes tertulis (*paper and pencil test*) dan tes lisan. Sementara itu alat ukur non-tes terdiri atas pengumpulan kerja peserta didik (portofolio), hasil karya peserta didik (produk), penugasan (proyek), dan kinerja (*performance*).

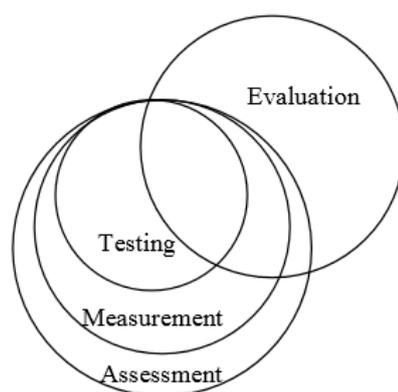
d. Evaluasi

Evaluasi merupakan suatu proses yang sistematis untuk menentukan atau membuat keputusan sampai sejauhmana tujuan-tujuan pengajaran telah dicapai oleh peserta didik (Purwanto, 2002). Cronbach (Harris, 1985) menyatakan bahwa evaluasi merupakan pemeriksaan yang sistematis terhadap segala peristiwa yang terjadi sebagai akibat dilaksanakannya suatu program. Sementara itu Arikunto (2003) mengungkapkan bahwa evaluasi adalah serangkaian kegiatan yang ditujukan untuk mengukur keberhasilan program pendidikan. Tayibnaps (2000) dalam hal ini lebih meninjau pengertian evaluasi program dalam konteks tujuan yaitu sebagai proses menilai sampai sejauhmana tujuan pendidikan dapat dicapai. Berdasarkan tujuannya, terdapat pengertian evaluasi sumatif dan evaluasi formatif. Evaluasi formatif dinyatakan sebagai upaya untuk memperoleh *feedback* perbaikan program,



sementara itu evaluasi sumatif merupakan upaya menilai manfaat program dan mengambil keputusan (Lehman, 1990).

Berdasarkan hasil uraian tersebut dapat diketahui terdapat keberkaitan di antara evaluasi, penilaian, pengukuran, dan tes. Arifin (2014), menyatakan bahwa hubungan antara tes, pengukuran, dan evaluasi adalah sebagai berikut. Evaluasi belajar baru dapat dilakukan dengan baik dan benar apabila menggunakan informasi yang diperoleh melalui pengukuran yang menggunakan tes sebagai alat ukurnya. Akan tetapi, tes hanya merupakan salah satu alat ukur yang dapat digunakan karena informasi tentang hasil belajar tersebut dapat pula diperoleh tidak melalui tes, misalnya menggunakan alat ukur non tes seperti observasi, skala rating, dan lain-lain. Zainul dan Nasution (2001) menyatakan bahwa guru mengukur berbagai kemampuan peserta didik. Apabila guru melangkah lebih jauh dalam menginterpretasikan skor sebagai hasil pengukuran tersebut dengan menggunakan standar tertentu untuk menentukan nilai atas dasar pertimbangan tertentu, maka kegiatan guru tersebut telah melangkah lebih jauh menjadi evaluasi. Untuk mengungkapkan hubungan antara penilaian dan evaluasi, Gabel (1993) mengungkapkan bahwa evaluasi merupakan proses pemberian penilaian terhadap data atau hasil yang diperoleh melalui penilaian. Hubungan antara penilaian, evaluasi, pengukuran, dan testing dalam hal ini dikemukakan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Keberkaitan antara evaluasi, penilaian, pengukuran, dan tes



Penilaian yang dijelaskan di modul ini adalah penilaian autentik, yaitu bentuk penilaian yang menghendaki peserta didik menampilkan sikap, menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dari pembelajaran dalam melakukan tugas pada situasi yang sesungguhnya. Kurikulum 2013 mempersyaratkan penggunaan penilaian autentik (*authentic assesment*). Secara paradigmatik penilaian autentik memerlukan perwujudan pembelajaran autentik (*authentic instruction*) dan belajar autentik (*authentic learning*). Hal ini diyakini bahwa penilaian autentik lebih mampu memberikan informasi kemampuan peserta didik secara holistik dan valid. Penilaian Autentik adalah bentuk penilaian yang menghendaki peserta didik menampilkan sikap, menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dari pembelajaran dalam melakukan tugas pada situasi yang sesungguhnya. Penilaian Autentik merupakan pendekatan utama dalam Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik. Bentuk penilaian autentik mencakup penilaian berdasarkan pengamatan, tugas ke lapangan, portofolio, proyek, produk, jurnal, kerja laboratorium, dan unjuk kerja, serta penilaian diri. Pendidik dapat menggunakan penilaian teman sebaya untuk memperkuat Penilaian Autentik dan non-autentik. Penilaian Diri merupakan teknik penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dilakukan sendiri oleh peserta didik secara reflektif. Bentuk penilaian non-autentik mencakup tes, ulangan, dan ujian.

2. Fungsi Penilaian dalam Pembelajaran

Penilaian Hasil Belajar oleh pendidik memiliki fungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi kebutuhan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Berdasarkan fungsinya Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik meliputi:

- a. formatif yaitu memperbaiki kekurangan hasil belajar peserta didik dalam sikap, pengetahuan, dan keterampilan pada setiap kegiatan penilaian selama proses pembelajaran dalam satu semester, sesuai dengan prinsip Kurikulum 2013 agar peserta didik tahu, mampu dan mau. Hasil dari kajian terhadap kekurangan peserta didik digunakan untuk memberikan



pembelajaran remedial dan perbaikan RPP serta proses pembelajaran yang dikembangkan guru untuk pertemuan berikutnya; dan

- b. sumatif yaitu menentukan keberhasilan belajar peserta didik pada akhir suatu semester, satu tahun pembelajaran, atau masa pendidikan di satuan pendidikan. Hasil dari penentuan keberhasilan ini digunakan untuk menentukan nilai rapor, kenaikan kelas dan keberhasilan belajar satuan pendidikan seorang peserta didik.

Arikunto (2010) menjelaskan fungsi penilaian sebagai berikut.

- a. Berfungsi selektif. Dengan mengadakan penilaian, guru dapat melakukan seleksi atau penilaian terhadap peserta didiknya.
- b. Berfungsi diagnostik. Dengan mengadakan penilaian, guru dapat melakukan diagnosis tentang keunggulan dan kelemahan peserta didiknya.
- c. Berfungsi sebagai penempatan. Dengan mengadakan penilaian, guru dapat menempatkan peserta didik sesuai dengan kemampuannya masing-masing.
- d. Berfungsi sebagai pengukur keberhasilan. Dengan mengadakan penilaian, guru dapat mengetahui sejauh mana keberhasilan suatu program yang telah diterapkan

Adapun menurut Arifin (2014) menyatakan bahwa fungsi penilaian sebagai berikut.

- a. Fungsi Formatif, yaitu untuk memberikan umpan balik (*feed back*) kepada guru sebagai dasar untuk memperbaiki proses pembelajaran dan mengadakan program remedial bagi peserta didik.
- b. Fungsi Sumatif, yaitu untuk menentukan nilai (angka) kemajuan/hasil belajar peserta didik dalam mata pelajaran tertentu, sebagai bahan untuk memberikan laporan ke berbagai pihak, penentu kenaikan kelas, atau kelulusan.
- c. Fungsi Diagnostik, yaitu untuk memahami latar belakang (psikologis, fisik, dan lingkungan) peserta didik yang mengalami kesulitan belajar, yang hasilnya dapat digunakan sebagai dasar dalam memecahkan berbagai kesulitan.



- d. Fungsi Pemantapan, yaitu untuk menempatkan peserta didik dalam situasi pembelajaran yang tepat (misalnya, penentuan program spesialisasi) sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik.

3. Tujuan Penilaian dalam Pembelajaran

Tujuan penilaian menurut Sudijono (2011) adalah:

- a. Untuk menghimpun bahan-bahan keterangan yang akan dijadikan sebagai bukti mengenai taraf perkembangan atau taraf kemajuan yang dialami oleh para peserta didik, setelah mereka mengikuti proses pembelajaran dalam jangka waktu tertentu.
- b. Untuk mengetahui tingkat efektivitas dari metode-metode pengajaran yang telah dipergunakan dalam proses pembelajaran dalam jangka waktu tertentu.

Menurut Permendikbud Nomor 23, tahun 2016 dinyatakan bahwa tujuan penilaian sebagai berikut.

- a. Penilaian hasil belajar oleh pendidik bertujuan untuk memantau dan mengevaluasi proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan.
- b. Penilaian hasil belajar oleh satuan pendidikan bertujuan untuk menilai pencapaian Standar Kompetensi Lulusan untuk semua mata pelajaran.
- c. Penilaian hasil belajar oleh Pemerintah bertujuan untuk menilai pencapaian kompetensi lulusan secara nasional pada mata pelajaran tertentu.

Dengan demikian tujuan penilaian adalah mengetahui tingkat pencapaian kompetensi yang diperoleh peserta didik, serta digunakan sebagai bahan penyusunan laporan kemajuan hasil belajar, dan memperbaiki proses pembelajaran. Penilaian diperoleh melalui teknik tes maupun non tes dari berbagai perangkat ukur maupun bentuk lainya (tes tertulis, lisan, atau kinerja) dan dilakukan secara konsisten, sistematis dan terprogram.

4. Prinsip-Prinsip Penilaian

Untuk memperoleh hasil penilaian yang optimal, maka kegiatan penilaian harus bertitik tolak dari prinsip-prinsip umum. Menurut Permendikbud Nomor



23 Tahun 2016 Bab IV Pasal 5, Prinsip Penilaian Hasil Belajar adalah sebagai berikut.

- a. Sahih, berarti penilaian didasarkan pada data yang mencerminkan kemampuan yang diukur.
- b. Objektif, berarti penilaian didasarkan pada prosedur dan kriteria yang jelas, tidak dipengaruhi subjektivitas penilai.
- c. Adil, berarti penilaian tidak menguntungkan atau merugikan peserta didik karena berkebutuhan khusus serta perbedaan latar belakang agama, suku, budaya, adat istiadat, status sosial ekonomi, dan gender.
- d. Terpadu, berarti penilaian oleh pendidik merupakan salah satu komponen yang tak terpisahkan dari kegiatan pembelajaran.
- e. Terbuka, berarti prosedur penilaian, kriteria penilaian, dan dasar pengambilan keputusan dapat diketahui oleh pihak yang berkepentingan.
- f. Menyeluruh dan berkesinambungan, berarti penilaian mencakup semua aspek kompetensi dengan menggunakan berbagai teknik penilaian yang sesuai, untuk memantau dan menilai perkembangan kemampuan peserta didik.
- g. Sistematis, berarti penilaian dilakukan secara berencana dan bertahap dengan mengikuti langkah-langkah baku.
- h. Beracuan kriteria, berarti penilaian didasarkan pada ukuran pencapaian kompetensi yang ditetapkan; dan
- i. Akuntabel, berarti penilaian dapat dipertanggungjawabkan, baik dari segi mekanisme, prosedur, teknik, maupun hasilnya.

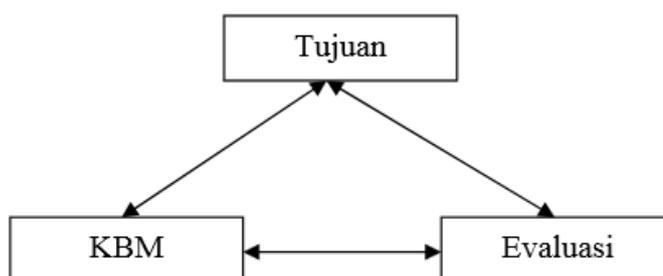
Prinsip khusus dalam Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik adalah sebagai berikut.

- a. Materi penilaian dikembangkan dari kurikulum.
- b. Bersifat lintas muatan atau mata pelajaran.
- c. Berkaitan dengan kemampuan peserta didik.
- d. Berbasis kinerja peserta didik.
- e. Memotivasi belajar peserta didik.
- f. Menekankan pada kegiatan dan pengalaman belajar peserta didik.
- g. Memberi kebebasan peserta didik untuk mengkonstruksi responnya.
- h. Menekankan keterpaduan sikap, pengetahuan, dan keterampilan.



- i. Mengembangkan kemampuan berpikir divergen.
- j. Menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari pembelajaran.
- k. Menghendaki balikan yang segera dan terus menerus.
- l. Menekankan konteks yang mencerminkan dunia nyata.
- m. Terkait dengan dunia kerja.
- n. Menggunakan data yang diperoleh langsung dari dunia nyata.

Dalam pelaksanaan penilaian hal yang penting dalam kegiatan penilaian adalah adanya triangulasi antara tujuan pembelajaran/indikator, kegiatan pembelajaran, dan penilaiannya itu sendiri, seperti ditunjukkan pada **Gambar 1.2**. Ketiga komponen saling terkait satu dengan lainnya. Untuk mencapai tujuan yang telah dirumuskan, dilakukan kegiatan pembelajaran, dan untuk mengukur ketercapaian tujuan dilakukan penilaian/evaluasi.



Gambar 1.2. Triangulasi Pembelajaran.

5. Aspek-Aspek Pada Penilaian Proses dan Hasil Belajar

Pembelajaran saat ini menggunakan penilaian autentik, yaitu bentuk penilaian yang menghendaki peserta didik menampilkan sikap, menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dari pembelajaran dalam melakukan tugas pada situasi yang sesungguhnya. Penilaian autentik adalah suatu proses pengumpulan, pelaporan dan penggunaan informasi tentang hasil belajar peserta didik dengan menerapkan prinsip-prinsip penilaian, pelaksanaan berkelanjutan, bukti-bukti autentik, akurat, dan konsisten sebagai akuntabilitas publik (Pusat Kurikulum, 2009). Penilaian autentik berfokus pada tujuan, melibatkan pembelajaran secara langsung, membangun kerjasama, dan menanamkan tingkat berpikir yang lebih tinggi.



Dalam pelaksanaannya, penilaian hasil belajar oleh pendidik adalah proses pengumpulan informasi/bukti tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam kompetensi sikap spiritual dan sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis, selama dan setelah proses pembelajaran. Penilaian autentik diartikan sebagai upaya mengevaluasi pengetahuan atau keahlian peserta didik dalam konteks yang mendekati dunia riil atau kehidupan nyata. Oleh karena itu, penilaian autentik sering disejajarkan dengan *performance assesment*, *alternative assessment*, *direct assesment*, dan *realistic assesment*. Dengan kata lain penilaian autentik dinamakan penilaian berbasis kinerja, karena dalam penilaian ini secara langsung mengukur kinerja aktual peserta didik, di mana peserta didik diminta untuk melakukan tugas-tugas yang bermakna dengan dunia nyata atau kontekstual.

Dalam penilaian autentik tersebut, lingkup penilaian hasil belajar oleh pendidik mencakup kompetensi sikap spiritual, kompetensi sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan. Oleh karena itu, aspek yang dinilai pun meliputi aspek spiritual, aspek sosial, aspek pengetahuan, dan aspek keterampilan. **Tabel 1.1.** berisikan gambaran umum dan rincian penilaian untuk masing-masing ranah.

Tabel 1.1. Gambaran umum Aspek dan Rincian Aspek Penilaian.

No	Aspek Penilaian	Rincian Aspek Penilaian
1.	Pengetahuan (Dimensi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif)	Mengetahui
		Memahami
		Menerapkan
		Menganalisis
		Mengevaluasi
		Mencipta
2.	Sikap spiritual dan sikap sosial	Menerima
		Menanggapi
		Menghargai
		Menghayati
		Mengamalkan
3.	a. Keterampilan abstrak	Mengamati
		Menanya
		Mengumpulkan
		Informasi/Mencoba,



No	Aspek Penilaian	Rincian Aspek Penilaian
	b. Keterampilan konkrit	Menalar/Mengasosiasi
		Mengomunikasikan
		Meniru
		Melakukan
		Menguraikan
		Merangkai
		Memodifikasi
		mencipta.

a. Aspek Sikap pada Mata Pelajaran Fisika

Sikap adalah kecenderungan untuk merespons secara tepat terhadap stimulus atas dasar penilaian terhadap stimulus tersebut (Arifin, 2014). Respons yang diberikan oleh seseorang terhadap suatu objek mungkin positif, mungkin juga negatif. Kondisi tersebut bergantung pada penilaian terhadap objek yang dimaksud apakah objek yang penting atau tidak. Sikap juga sebagai ekspresi atas nilai-nilai atau pandangan hidup yang dimiliki oleh seseorang. Sikap dapat dibentuk, sehingga terjadi perubahan perilaku atau tindakan yang diharapkan.

Sikap merupakan bagian dari ranah afektif yang mencakup aspek sikap itu sendiri, minat, konsep diri, dan moral. Ranah afektif merupakan bagian dari hasil belajar. Hasil belajar mencakup prestasi belajar, kecepatan belajar, dan hasil afektif. Andersen (dalam Direktorat Pembinaan SMA, 2010) sependapat dengan Bloom bahwa karakteristik manusia meliputi cara yang tipikal dari berpikir, berbuat, dan perasaan. Tipikal berpikir berkaitan dengan ranah kognitif, tipikal berbuat berkaitan dengan ranah psikomotor, dan tipikal perasaan berkaitan dengan ranah afektif. Ranah afektif mencakup watak perilaku seperti perasaan, minat, sikap, emosi, atau nilai.

Ada 5 (lima) tipe karakteristik afektif yang penting, yaitu sikap, minat, konsep diri, nilai, dan moral (Majid, 2014).

1) Sikap

Sikap merupakan suatu kecenderungan untuk bertindak secara suka atau tidak suka terhadap suatu objek. Sikap dapat dibentuk melalui cara mengamati dan menirukan sesuatu yang positif, kemudian melalui penguatan serta menerima informasi verbal.



Perubahan sikap dapat diamati dalam proses pembelajaran, tujuan yang ingin dicapai, keteguhan, dan konsistensi terhadap sesuatu. Penilaian sikap adalah penilaian yang dilakukan untuk mengetahui sikap peserta didik terhadap mata pelajaran, kondisi pembelajaran, pendidik, dan sebagainya.

Menurut Fishbein dan Ajzen (1975) sikap adalah suatu predisposisi yang dipelajari untuk merespon secara positif atau negatif terhadap suatu objek, situasi, konsep, atau orang. Sikap peserta didik terhadap objek misalnya sikap terhadap sekolah atau terhadap mata pelajaran. Sikap peserta didik ini penting untuk ditingkatkan (Popham, 1999). Sikap peserta didik terhadap mata pelajaran, misalnya bahasa Inggris, harus lebih positif setelah peserta didik mengikuti pembelajaran bahasa Inggris dibanding sebelum mengikuti pembelajaran. Perubahan ini merupakan salah satu indikator keberhasilan pendidik dalam melaksanakan proses pembelajaran. Untuk itu pendidik harus membuat rencana pembelajaran termasuk pengalaman belajar peserta didik yang membuat sikap peserta didik terhadap mata pelajaran menjadi lebih positif.

2) Minat

Menurut Getzel (1966), minat adalah suatu disposisi yang terorganisir melalui pengalaman yang mendorong seseorang untuk memperoleh objek khusus, aktivitas, pemahaman, dan keterampilan untuk tujuan perhatian atau pencapaian. Sedangkan menurut kamus besar bahasa Indonesia (1990), minat atau keinginan adalah kecenderungan hati yang tinggi terhadap sesuatu. Hal penting pada minat adalah intensitasnya. Secara umum minat termasuk karakteristik afektif yang memiliki intensitas tinggi.

3) Konsep Diri

Menurut Smith, konsep diri adalah evaluasi yang dilakukan individu terhadap kemampuan dan kelemahan yang dimiliki. Target, arah, dan intensitas konsep diri pada dasarnya seperti ranah afektif yang lain. Target konsep diri biasanya orang tetapi bisa juga institusi seperti sekolah. Arah konsep diri bisa positif atau negatif, dan intensitasnya bisa



dinyatakan dalam suatu daerah kontinum, yaitu mulai dari rendah sampai tinggi.

Konsep diri ini penting untuk menentukan jenjang karir peserta didik, yaitu dengan mengetahui kekuatan dan kelemahan diri sendiri, dapat dipilih alternatif karir yang tepat bagi peserta didik. Selain itu informasi konsep diri penting bagi sekolah untuk memberikan motivasi belajar peserta didik dengan tepat.

4) Nilai

Nilai menurut Rokeach (1968) merupakan suatu keyakinan tentang perbuatan, tindakan, atau perilaku yang dianggap baik dan yang dianggap buruk. Selanjutnya dijelaskan bahwa sikap mengacu pada suatu organisasi sejumlah keyakinan sekitar objek spesifik atau situasi, sedangkan nilai mengacu pada keyakinan.

Target nilai cenderung menjadi ide, target nilai dapat juga berupa sesuatu seperti sikap dan perilaku. Arah nilai dapat positif dan dapat negatif. Selanjutnya intensitas nilai dapat dikatakan tinggi atau rendah tergantung pada situasi dan nilai yang diacu.

Definisi lain tentang nilai disampaikan oleh Tyler (1973: 7), yaitu nilai adalah suatu objek, aktivitas, atau ide yang dinyatakan oleh individu dalam mengarahkan minat, sikap, dan kepuasan. Selanjutnya dijelaskan bahwa manusia belajar menilai suatu objek, aktivitas, dan ide sehingga objek ini menjadi pengatur penting minat, sikap, dan kepuasan. Oleh karenanya satuan pendidikan harus membantu peserta didik menemukan dan menguatkan nilai yang bermakna dan signifikan bagi peserta didik untuk memperoleh kebahagiaan personal dan memberi kontribusi positif terhadap masyarakat.

5) Moral

Piaget (1932) dan Kohlberg (1958) banyak membahas tentang perkembangan moral anak. Namun Kohlberg mengabaikan masalah hubungan antara *judgement* moral dan tindakan moral. Mereka hanya mempelajari prinsip moral seseorang melalui penafsiran respon verbal



terhadap dilema hipotetikal atau dugaan, bukan pada bagaimana sesungguhnya seseorang bertindak.

Moral berkaitan dengan perasaan salah atau benar terhadap kebahagiaan orang lain atau perasaan terhadap tindakan yang dilakukan diri sendiri. Misalnya menipu orang lain, membohongi orang lain, atau melukai orang lain baik fisik maupun psikis. Moral juga sering dikaitkan dengan keyakinan agama seseorang, yaitu keyakinan akan perbuatan yang berdosa dan berpahala. Jadi moral berkaitan dengan prinsip, nilai, dan keyakinan seseorang.

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh pendidik terhadap kompetensi sikap spiritual dan kompetensi sikap sosial meliputi tingkatan sikap menerima, menanggapi, menghargai, menghayati, dan mengamalkan nilai spiritual dan nilai sosial. Menurut Krathwohl (2002) bila ditelusuri hampir semua tujuan pengetahuan mempunyai komponen afektif. Dalam pembelajaran sains, misalnya di dalamnya ada komponen sikap ilmiah. Sikap ilmiah adalah bagian dari komponen afektif. Tingkatan ranah afektif menurut taksonomi Krathwohl ada lima, yaitu: *receiving (attending)*, *responding*, *valuing*, *organization*, dan *characterization*.

1) **Tingkat *receiving***

Pada tingkat *receiving* atau *attending*, peserta didik memiliki keinginan memperhatikan suatu fenomena khusus atau stimulus, misalnya kelas, kegiatan, musik, buku, dan sebagainya. Tugas pendidik mengarahkan perhatian peserta didik pada fenomena yang menjadi objek pembelajaran afektif. Misalnya pendidik mengarahkan peserta didik agar senang membaca buku, senang bekerjasama, dan sebagainya. Kesenangan ini akan menjadi kebiasaan, dan hal ini yang diharapkan, yaitu kebiasaan yang positif.

2) **Tingkat *responding***

Responding merupakan partisipasi aktif peserta didik, yaitu sebagai bagian dari perilakunya. Pada tingkat ini peserta didik tidak saja memperhatikan fenomena khusus tetapi ia juga bereaksi. Hasil pembelajaran pada ranah ini menekankan pada pemerolehan respons, berkeinginan memberi respons, atau kepuasan dalam memberi respons. Tingkat yang tinggi pada kategori



ini adalah minat, yaitu hal-hal yang menekankan pada pencarian hasil dan kesenangan pada aktivitas khusus. Misalnya, senang membaca buku, senang bertanya, senang membantu teman, senang dengan kebersihan dan kerapian, dan sebagainya.

3) **Tingkat *valuing***

Valuing melibatkan penentuan nilai, keyakinan atau sikap yang menunjukkan derajat internalisasi dan komitmen. Derajat rentangannya mulai dari menerima suatu nilai, misalnya keinginan untuk meningkatkan keterampilan, sampai pada tingkat komitmen. *Valuing* atau penilaian berbasis pada internalisasi dari seperangkat nilai yang spesifik. Hasil belajar pada tingkat ini berhubungan dengan perilaku yang konsisten dan stabil agar nilai dikenal secara jelas. Dalam tujuan pembelajaran, penilaian ini diklasifikasikan sebagai sikap dan apresiasi.

4) **Tingkat *organization***

Pada tingkat *organization*, nilai satu dengan nilai lain dikaitkan, konflik antar nilai diselesaikan, dan mulai membangun sistem nilai internal yang konsisten. Hasil pembelajaran pada tingkat ini berupa konseptualisasi nilai atau organisasi sistem nilai. Misalnya pengembangan filsafat hidup.

5) **Tingkat *characterization***

Tingkat ranah afektif tertinggi adalah *characterization* nilai. Pada tingkat ini peserta didik memiliki sistem nilai yang mengendalikan perilaku sampai pada waktu tertentu hingga terbentuk gaya hidup. Hasil pembelajaran pada tingkat ini berkaitan dengan pribadi, emosi, dan sosial.

Sikap bermula dari perasaan (suka atau tidak suka) yang terkait dengan kecenderungan seseorang dalam merespon sesuatu/objek. Sikap juga sebagai ekspresi dari nilai-nilai atau pandangan hidup yang dimiliki oleh seseorang. Sikap dapat dibentuk, sehingga terjadi perubahan perilaku atau tindakan yang diharapkan.

Contoh sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada ranah sikap spiritual dan sikap sosial pada mata pelajaran fisika adalah sebagai berikut



Tabel 1.2. Sasaran Penilaian Aspek Sikap.

Tingkatan Sikap	Deskripsi Sikap
Menerima nilai	Kesediaan menerima suatu nilai dan memberikan perhatian terhadap nilai tersebut
Menanggapi nilai	Kesediaan menjawab suatu nilai dan ada rasa puas dalam membicarakan nilai tersebut
Menghargai nilai	Menganggap nilai tersebut baik; menyukai nilai tersebut; dan komitmen terhadap nilai tersebut
Menghayati nilai	Memasukkan nilai tersebut sebagai bagian dari sistem nilai dirinya
Mengamalkan nilai	Mengembangkan nilai tersebut sebagai ciri dirinya dalam berpikir, berkata, berkomunikasi, dan bertindak (karakter)

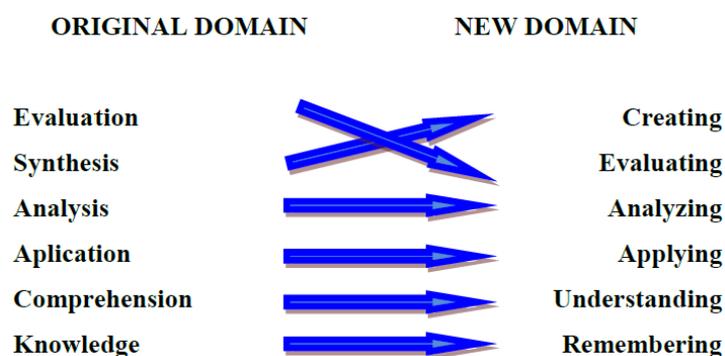
Dalam kaitannya dengan penilaian, pemilihan kata kerja operasional pada indikator pencapaian kompetensi yang tepat memegang peranan penting untuk mengukur pencapaian kompetensi dasar oleh peserta didik dalam pembelajaran. Kata kerja operasional aspek sikap merupakan acuan bagi guru dalam mendeteksi perubahan perilaku sehingga guru dapat mengukurnya. Berikut ini kata kerja operasional yang dapat digunakan dalam aspek sikap.

- 1) **Menerima** : Memilih, Mempertanyakan, Mengikuti, Memberi, Menganut, Mematuhi, Meminati
- 2) **Menanggapi** : Menjawab, Membantu, Mengajukan, Mengompromika, Menyenangi, Menyambut, Mendukung, Menyetujui, Menampilkan, Melaporkan, Memilih, Mengatakan, Memilah, Menolak
- 3) **Menilai** : Mengasumsikan, Meyakini, Melengkapi, Meyakinkan, Memperjelas, Memprakarsai, Mengimani, Mengundang, Menggabungkan, Mengusulkan, Menekankan, Menyumbang
- 4) **Mengelola** : Menganut, Mengubah, Menata, Mengklasifikasikan, Mengombinasikan, Mempertahankan, Membangun, Membentuk pendapat, Memadukan, Mengelola, Menegosiasi, Merembuk
- 5) **Menghayati** : Mengubah perilaku, Berakhlak mulia, Mempengaruhi, Mendengarkan, Mengkualifikasi, Melayani, Menunjukkan, Membuktikan, Memecahkan.



b. Aspek Pengetahuan dalam Mata Pelajaran Fisika

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi pengetahuan, meliputi tingkatan kemampuan mengetahui, memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan metakognitif. Tingkatan kognitif ini mengacu pada tingkatan Taksonomi Bloom versi revisi. Sebelumnya, kita mengenal klasifikasi secara hirarkhis terhadap ranah kognitif Bloom menjadi enam tingkatan, dengan penomoran C1 sampai C6, yang terdiri atas: (C1) *knowledge* (pengetahuan), (C2) *comprehension* (pemahaman atau persepsi), (C3) *application* (penerapan), (C4) *analysis* (penguraian atau penjabaran), (C5) *synthesis* (pemaduan), dan (C6) *evaluation* (penilaian).



Pada Taksonomi Bloom revisi terdapat pemisahan yang tegas antara dimensi pengetahuan dengan dimensi proses kognitif. Kalau pada taksonomi yang lama dimensi pengetahuan dimasukkan pada jenjang paling bawah (Pengetahuan), pada taksonomi yang baru pengetahuan benar-benar dipisah dari dimensi proses kognitif. Pemisahan ini dilakukan sebab dimensi pengetahuan berbeda dari dimensi proses kognitif. Pengetahuan merupakan kata benda sedangkan proses kognitif merupakan kata kerja. Setidaknya ada dua nilai positif dari taksonomi yang baru ini dalam kaitannya dengan asesmen. Pertama, karena pengetahuan dipisah dengan proses kognitif, guru dapat segera mengetahui jenis pengetahuan mana yang belum diukur. Pengetahuan prosedural dan pengetahuan metakognitif merupakan dua macam pengetahuan yang dalam taksonomi yang lama kurang mendapat perhatian. Dengan dimunculkannya pengetahuan prosedural, guru Fisika akan lebih terdorong mengembangkan soal



untuk mengukur keterampilan proses peserta didik yang selama ini masih sering terabaikan.

Tabel 1.3. Dimensi Pengetahuan dan Proses Kognitif.

Dimensi Pengetahuan	Dimensi Proses Kognitif
Pengetahuan Faktual a. Pengetahuan tentang terminologi b. Pengetahuan tentang bagian detail dan unsur- unsur	C.1. Mengingat (<i>Remember</i>) 1. Mengenali (<i>recognizing</i>) 2. Mengingat (<i>recalling</i>)
Pengetahuan Konseptual a. Pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori b. Pengetahuan tentang prinsip dan generalisasi c. Pengetahuan tentang teori, model dan struktur	C.2. Memahami (<i>Understand</i>) 1. Menafsirkan (<i>interpreting</i>) 2. Memberi contoh (<i>exemplifying</i>) 3. Meringkas (<i>summarizing</i>) 4. Menarik inferensi (<i>inferring</i>) 5. Membandingkan (<i>comparing</i>) 6. Menjelaskan (<i>explaining</i>)
Pengetahuan Prosedural a. Pengetahuan tentang keterampilan khusus yg berhubungan dengan suatu bidang tertentu dan pengetahuan algoritma b. Pengetahuan tentang teknik dan metode c. Pengetahuan tentang kriteria penggunaan suatu prosedur	C.3. Mengaplikasikan (<i>Apply</i>) 1. Menjalankan (<i>executing</i>) 2. Mengimplementasikan (<i>implementing</i>)
4. Pengetahuan Metakognitif a. Pengetahuan strategik b. Pengetahuan tentang operasi kognitif c. Pengetahuan tentang diri sendiri	C.4. Menganalisis (<i>Analyze</i>) 1. Menguraikan (<i>differentiating</i>) 2. Mengorganisir (<i>organizing</i>) 3. Menemukan makna tersirat (<i>attributing</i>)
	C.5. Evaluasi (<i>Evaluate</i>) 1. Memeriksa (<i>Checking</i>) 2. Mengkritik (<i>Critiquing</i>)
	C.6. Membuat (<i>Create</i>) 1. Merumuskan (<i>generating</i>) 2. Merencanakan (<i>planning</i>) 3. Memproduksi (<i>producing</i>)

Setiap tingkatan kognitif dicirikan dengan karakteristik kegiatan pembelajaran yang berbeda-beda. Berikut ini sasaran penilaian hasil belajar Fisika oleh pendidik pada aspek kognitif sesuai dengan kegiatan pembelajarannya.

Tabel 1.4. Sasaran Penilaian Hasil Belajar Fisika untuk Aspek Kognitif

No.	Kategori	Deskripsi
1	Mengingat	Kemampuan menyebutkan kembali informasi / pengetahuan yang tersimpan dalam ingatan. Contoh: menyebutkan pengertian suhu dan kalor
2	Memahami	Kemampuan memahami instruksi dan menegaskan pengertian/makna ide atau konsep yang telah diajarkan baik



No.	Kategori	Deskripsi
		dalam bentuk lisan, tertulis, maupun grafik/diagram Contoh : Merangkum materi pembiasan cahaya
3	Menerapkan	Kemampuan melakukan sesuatu dan mengaplikasikan konsep dalam situasi tertentu. Contoh: membuat kamera lubang jarum
4	Menganalisis	Kemampuan memisahkan konsep kedalam beberapa komponen dan menghubungkan satu sama lain untuk memperoleh pemahaman atas konsep tersebut secara utuh. Contoh: Menganalisis penyebab terjadinya pemanasan global.
5	Mengevaluasi	Kemampuan menetapkan derajat sesuatu berdasarkan norma, kriteria atau patokan tertentu Contoh: Membandingkan kualitas bahan berdasarkan daya hantar listriknya.
6	Mencipta	Kemampuan memadukan unsur-unsur menjadi sesuatu bentuk baru yang utuh dan koheren, atau membuat sesuatu yang orisinal. Contoh: Membuat poster hemat energi dengan bentuk yang berbeda dari yang sudah ada

Berikut ini adalah daftar pilihan kata kerja operasional yang dapat digunakan dalam mengembangkan indikator dalam ranah pengetahuan (*knowledge*).

Tabel 1.5. Kata Kerja Operasional untuk Aspek pengetahuan

Mengetahui	Memahami	Mengaplikasikan	Menganalisis	Mengevaluasi	Mencipta
Mengutip	Memperkirakan	Menugaskan	Menganalisis	Membandingkan	Mengabstraksi
Menyebutkan	Menjelaskan	Mengurutkan	Mengaudit	Menyimpulkan	Mengatur
Menjelaskan	Mengkategorikan	Menentukan	Memecahkan	Menilai	Menganimasi
Menggambar	Mengasosiasikan	Menerapkan	Mendiagnosis	Mengarahkan	Mengumpulkan
Menunjukkan	Membandingkan	Mengklasifikasi	Menyeleksi	Mengkritik	Mengkombinasikan
Memberi label	Menghitung	Menghitung	Memerinci	Menimbang	Menyusun
Memberi indeks	Mengkontraskan	Membangun	Mendiagramkan	Memutuskan	Mengarang
Memasangkan	Mempertahankan	Mengurutkan	Mengkorelasikan	Menugaskan	Membangun
Menamai	Menguraikan	Membiasakan	Merasionalkan	Menafsirkan	Menghubungkan
.....

Sumber: Ratnawulan, (2014)

c. Aspek Keterampilan pada Mata Pelajaran Fisika

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi keterampilan mencakup keterampilan abstrak dan keterampilan konkrit. Keterampilan abstrak merupakan kemampuan belajar yang meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan informasi/mencoba, menalar/mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Adapun keterampilan konkrit merupakan kemampuan belajar yang meliputi meniru, melakukan, menguraikan, merangkai, memodifikasi, dan mencipta.



Kompetensi keterampilan terdiri atas keterampilan abstrak dan keterampilan kongkret. Sasaran penilaian hasil belajar Fisika oleh pendidik pada keterampilan abstrak berupa kemampuan belajar seperti pada tabel 1.6.

Tabel 1.6. Deskripsi Penilaian Hasil Belajar Domain Keterampilan Abstrak

Kemampuan Belajar	Deskripsi	Contoh Keterampilan dalam Pembelajaran Fisika
Mengamati	Perhatian pada waktu mengamati suatu objek/membaca suatu tulisan/mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, waktu (<i>on task</i>) yang digunakan untuk mengamati	Melakukan pengukuran dengan menggunakan jangka sorong dan mikrometer sekrup, perhatikan posisi pengamatan, penyajian hasil pengukuran, penggunaan angka penting.
Menanya	Jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan hipotetik)	Mengajukan pertanyaan dan argumentasi kritis serta relevan dengan topik pembahasan pada saat diskusi kelompok atau diskusi kelas
Mengumpulkan informasi/mencoba	Jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/digunakan, kelengkapan informasi, validitas informasi yang dikumpulkan, dan instrumen/alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.	Merencanakan pembuatan motor listrik dengan menggali informasi dari pengrajin, buku, dan artikel di internet. Selanjutnya merencanakan alat-alat serta prosedur pembuatan motor listrik.
Menalar/mengasosiasi	Mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/konsep/teori, mensintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antar berbagai jenis fakta/konsep/teori/ pendapat; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/ konsep/teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber.	Mengajukan argumentasi dan kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang akurat atas data yang diperoleh pada pelaksanaan praktikum
Mengomunikasikan	Menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar)	Menyajikan grafik hasil praktikum, menyajikan gambar hasil



Kemampuan Belajar	Deskripsi	Contoh Keterampilan dalam Pembelajaran Fisika
	dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media dan lain-lain.	pengamatan batuan, menyajikan bahan tayang, dan menyusun laporan dengan tepat dan baik

Sumber: Olahan Dyer (dalam Permendikbud nomor 104, 2007)

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada keterampilan kongkret dengan contoh keterampilan pada mata pelajaran Fisika, seperti pada tabel 1.7.

Tabel 1.7. Deskripsi Penilaian Hasil Belajar Domain Keterampilan Kongkret.

Keterampilan kongkret	Deskripsi	Contoh Keterampilan dalam Pembelajaran Fisika
Persepsi (<i>perception</i>)	Menunjukkan perhatian untuk melakukan suatu gerakan	Mengamati guru saat mencontohkan membuat motor listrik, kemudian mencobanya.
Kesiapan (<i>set</i>)	Menunjukkan kesiapan mental dan fisik untuk melakukan suatu gerakan	Menggunakan jas laboratorium dengan baik sebelum praktikum dan selalu antusias mengikuti arahan melakukan kegiatan
Meniru (<i>guided response</i>)	Meniru gerakan secara terbimbing	Menggunakan volt meter dan ampere meter untuk mengamati sifat ohmik suatu penghantar sesuai bimbingan guru dengan baik
Membiasakan gerakan (<i>mechanism</i>)	Melakukan gerakan mekanistik	Terlatih menimbang dan membaca skala saat mengukur volume zat cair
Mahir (<i>complex or overt response</i>)	Melakukan gerakan kompleks dan termodifikasi	Membuat desain pesawat sederhana dari katrol dan pengungkit.
Menjadi gerakan alami (<i>adaptation</i>)	Menjadi gerakan alami yang diciptakan sendiri atas dasar gerakan yang sudah dikuasai sebelumnya	Menggambar grafik hasil pengamatan dengan menambahkan keterangan pada grafik
Menjadi tindakan orisinal (<i>origination</i>)	Menjadi gerakan baru yang orisinal dan sukar ditiru oleh orang lain dan menjadi ciri khasnya	Menggambar bentuk batuan dengan presisi gambar yang tepat

Sumber: Olahan dari kategori Simpson (dalam Permendikbud nomor 104, 2007)

Indikator sikap merupakan perilaku (behavior) peserta didik yang diharapkan tampak setelah peserta didik mengikuti pembelajaran untuk mencapai kompetensi yang telah ditetapkan. Selama proses pembelajaran Fisika, diperlukan kegiatan yang berkaitan dengan percobaan, dan penemuan atau pembuktian konsep. Kegiatan ini melibatkan aktivitas fisik, misalnya merangkai, mengukur, dan membuat.

**Tabel 1.8.** Kata Kerja Operasional Aspek Keterampilan

Menirukan	Memanipulasi	Pengalamiahan	Artikulasi
Mengaktifkan	Mengoreksi	Mengalihkan	Mengalihkan
Menyesuaikan	Mendemonstrasikan	Menggantikan	Mempertajam
Menggabungkan	Merancang	Memutar	Membentuk
Melamar	Memilah	Mengirim	Memadankan
Mengatur	Melatih	Memindahkan	Menggunakan
Mengumpulkan	Memperbaiki	Mendorong	Memulai
Menimbang	Menidentifikasi	Menarik	Menyetir
Memperkecil	Mengisi	Memproduksi	Menjeniskan
Membangun	Menempatkan	Mencampur	Menempel
Mengubah	Membuat	Mengoperasikan	Mensketsa
Membersihkan	Memanipulasi	Mengemas	Melonggarkan
Memosisikan	Merepasi	Membungkus	Menimbang
Mengonstruksi	Mencampur		

6. Ketuntasan Belajar

Kriteria Ketuntasan Minimal atau KKM adalah kriteria ketuntasan belajar yang ditentukan oleh satuan pendidikan yang mengacu pada standar kompetensi kelulusan, dengan mempertimbangkan karakteristik peserta didik, karakteristik mata pelajaran, dan kondisi satuan pendidikan.

Menentukan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) dengan mempertimbangkan tingkat kemampuan rata-rata peserta didik, kompleksitas kompetensi, serta kemampuan sumber daya pendukung meliputi warga sekolah, sarana dan prasarana dalam penyelenggaraan pembelajaran. Satuan pendidikan diharapkan meningkatkan kriteria ketuntasan belajar secara terus menerus untuk mencapai kriteria ketuntasan ideal.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan KKM adalah sebagai berikut:

- Hitung jumlah Kompetensi Dasar (KD) setiap mata pelajaran setiap kelas.



- b. Tentukan kekuatan/nilai untuk setiap aspek/komponen, sesuaikan dengan kemampuan masing-masing aspek:
- 1) Aspek Kompleksitas:
Semakin kompleks (sukar) KD maka nilainya semakin rendah tetapi semakin mudah KD maka nilainya semakin tinggi.
 - 2) Aspek Sumber Daya Pendukung Pendidikan dan Tenaga Pendidikan
Semakin tinggi sumber daya pendukung Pendidikan dan Tenaga Pendidikan terutama dilihat dari kompetensi profesionalisme dan akademik, maka nilainya semakin tinggi.
 - 3) Aspek Sumber Daya Pendukung Sarana dan Prasaran Pendidikan
Semakin tinggi sumber daya pendukung Sarana dan Prasaran Pendidikan maka nilainya semakin tinggi.
 - 4) Aspek *intake*
Semakin tinggi kemampuan awal peserta didik (*intake*) maka nilainya semakin tinggi.

Format KKM

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar	Kompleksitas	Sumber Daya Dukung		Intake	KKM
			Pendidik	Sarana Pendidikan		

$KMM = \frac{\text{Rata-rata Kompleksitas} + \text{Daya Dukung Pendidik} + \text{Sarana Pendidik} + \text{Intake}}{4}$

- c. Jumlahkan nilai setiap komponen, selanjutnya dibagi 4 untuk menentukan KKM setiap KD!
- d. Jumlahkan seluruh KKM KD, selanjutnya dibagi dengan jumlah KD untuk menentukan KKM mata pelajaran!
- e. KKM setiap mata pelajaran pada setiap kelas tidak sama tergantung pada kompleksitas KD, daya dukung, dan potensi peserta didik.



D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam mempelajari modul F adalah melalui diskusi kelompok dan pengerjaan tugas secara mandiri. Anda dapat mempelajari kegiatan non eksperimen yang dalam modul ini disajikan dalam bentuk lembar kegiatan. Untuk lebih memperkuat pemahaman konsep, Anda juga bisa mengerjakan tugas secara mandiri dan kreatif yang berkaitan dengan materi penilaian proses dan hasil belajar.

Beberapa panduan diskusi kelompok dan tugas mandiri, disajikan berikut ini.

Lembar Kerja: LK.F.01

Tugas Kelompok

Judul : Kajian Topik penilaian proses dan hasil belajar

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting topik penilaian proses dan hasil belajar

Langkah Kegiatan :

1. Pelajarilah topik penilaian proses dan hasil belajar dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
2. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik penilaian proses dan hasil belajar!
3. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
4. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
5. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

Lembar Kerja: LK.F.02

Tugas Mandiri

Judul : Jurnal Belajar Topik penilaian proses dan hasil belajar

Tujuan :

Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi permasalahan dalam mempelajari topik penilaian proses dan hasil belajar

Langkah Kegiatan :

Untuk mengkaji modul ini, guru harus mempelajari seluruh pokok bahasan yang dijelaskan di dalam bahan ajar ini. Bacalah keseluruhan materi, dengan dilanjutkan membuat jurnal belajar secara mandiri, yang berisi,



materi yang dipelajari, hal-hal yang bermanfaat, hal-hal yang belum dipahami, upaya untuk mengatasinya.

Lembar Kerja: LK.F.03

Tugas Kelompok untuk moda tatap muka penuh

Tugas individu untuk moda tatap muka kombinasi

Judul : Analisis KD

Tujuan :

Mengembangkan indikator aspek penilaian proses dan hasil belajar dari KD terpilih

Langkah Kegiatan :

1. berdiskusi secara kelompok atau kerjakan secara individu untuk memilih KI dan KD untuk mata pelajaran Fisika SMA baik kelas X, XI, dan XII.
2. Dari KD yang sudah dipilih tadi, tentukan aspek-aspek penilaian proses belajar yang akan dinilai
3. Dari KD yang sudah dipilih tadi, tentukan aspek-aspek penilaian hasil belajar yang akan dinilai
4. Kembangkan indikator untuk masing-masing aspek tersebut.

Lembar Kerja: LK.F.04

Tugas Kelompok untuk moda tatap muka penuh

Tugas individu untuk moda tatap muka kombinasi

Judul : Menyusun KKM

Tujuan :

Mengembangkan KKM berdasarkan kondisi real di sekolah masing-masing

Langkah Kegiatan :

Susunlah kriteria ketuntasan minimal untuk mata pelajaran Fisika SMA, berdasarkan kondisi real di sekolah masing-masing.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Setelah mempelajari materi penilaian proses dan hasil belajar, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya



diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja tepat waktu sesuai jadwal yang ditentukan.

Lembar Kerja: LK.F.05

Judul : Latihan Soal Penilaian Proses dan Hasil Belajar

Tujuan : Melalui kegiatan diskusi kelompok peserta diklat mampu menyelesaikan soal-soal topik Penilaian Proses dan Hasil Belajar

Langkah Kegiatan :

Diskusikan dalam kelompok untuk memilih salah satu jawaban yang benar.

1. Berikut ini kompetensi dasar pada KI 4.

4.9 Menyajikan ide/rancangan sebuah alat optik dengan menerapkan prinsip pemantulan dan pembiasan pada cermin dan lensa

Rumusan indikator keterampilan yang tepat sesuai kompetensi dasar tersebut adalah

- membuat poster pembuatan teropong menggunakan cermin dan lensa
- menyusun laporan tertulis pembuatan teropong menggunakan cermin dan lensa
- mempresentasikan rancangan teropong menggunakan cermin dan lensa
- mendiskusikan cara pembuatan teropong menggunakan cermin dan lensa

2. Perhatikan wacana berikut ini.

Sekelompok peserta didik merencanakan pembuatan motor listrik untuk memenuhi kegiatan pembelajaran listrik dan magnet. Mereka menggali informasi tentang cara pembuatan motor listrik dari pengrajin, buku, dan artikel di internet.

Berdasarkan kasus tersebut, keterampilan abstrak yang terlatih melalui kegiatan tersebut adalah

- mengamati, menanya, dan mengumpulkan informasi
- mengamati, mengumpulkan informasi, dan menalar
- menanya, mengumpulkan informasi, dan mengomunikasikan
- mengumpulkan informasi, menalar, dan mengomunikasikan

3. Berikut ini kompetensi dasar pada KI 4.

4.8 Merencanakan dan melaksanakan percobaan untuk menyelidiki karakteristik termal suatu bahan, terutama kapasitas dan konduktivitas kalor



Untuk memenuhi kompetensi tersebut, guru menugaskan peserta didik untuk melakukan kegiatan pembelajaran secara mandiri. Kegiatan yang pertama dilakukan oleh peserta didik adalah diskusi tentang definisi suhu dan kalor, pemuaian, dan kalor jenis. Selanjutnya mereka merencanakan suatu percobaan untuk menyelidiki perbedaan kecepatan memuai berbagai jenis benda padat. Setelah disepakati, kemudian peserta didik melaksanakan percobaan.

Aspek keterampilan konkret yang terlatih jika peserta didik melaksanakan pembelajaran dengan benar adalah

- membiasakan gerakan (*mechanism*), mahir (*complex or overt response*)
- meniru (*guided response*), dan Menjadi gerakan alami (*adaptation*)
- mahir (*complex or overt response*), dan menjadi gerakan alami (*adaptation*)
- membiasakan gerakan (*mechanism*), dan menjadi gerakan alami (*adaptation*)

4. Perhatikan tabel berikut ini.

Kompetensi Dasar	Topik Fisika
Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari.	<ol style="list-style-type: none"> Suhu Kalor Hambatan listrik Konduktor Panas Isolator Panas Konveksi Viskositas Angin darat dan angin laut

Pengetahuan Fisika yang tepat yang dapat dikuasai peserta didik jika melakukan pembelajaran dengan baik adalah

- 1, 2, 3, 4, 5, dan 6
 - 1, 2, 3, 6, 7, dan 8
 - 1, 2, 4, 5, 6, dan 8
 - 1, 2, 4, 5, 7, dan 8
5. Dalam kegiatan praktikum guru Fisika menanamkan sikap peduli terhadap keselamatan diri dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium harus



dilakukan oleh peserta didik. Kasus yang menunjukkan bahwa peserta didik sudah mengamalkan nilai adalah

- a. peserta didik menunjukkan sikap tekun dan serius dalam melakukan kegiatan di laboratorium jika guru mengawasinya kegiatan dengan baik
- b. peserta didik selalu tekun dan serius melakukan kegiatan setiap kali bekerja di laboratorium untuk menghindari kecelakaan
- c. peserta didik menunjukkan sikap tekun dan serius dalam melakukan kegiatan di laboratorium jika diingatkan guru untuk menghindari kecelakaan
- d. peserta didik bekerja serius dan tekun pada saat melakukan praktikum atau pun kegiatan diskusi di kelas setelah terjadi kecelakaan

F. Rangkuman

Penilaian hasil belajar oleh pendidik dilakukan untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Penilaian hasil belajar oleh pendidik memiliki peran antara lain untuk membantu peserta didik mengetahui capaian pembelajaran (*learning outcomes*). Penggunaan penilaian autentik (*authentic assesment*) lebih mampu memberikan informasi kemampuan peserta didik secara holistik dan valid. Oleh karena itu, Pendidik dalam melakukan penilaian lingkup sikap, pengetahuan, dan keterampilan harus memperhatikan fungsi, tujuan, acuan, prinsip dan lingkup penilaian dalam pembelajaran Fisika, serta ketuntasan belajar Fisika.

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh pendidik terhadap kompetensi sikap spiritual dan kompetensi sikap sosial meliputi tingkatan sikap menerima, menanggapi, menghargai, menghayati, dan mengamalkan nilai spiritual dan nilai sosial. Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi pengetahuan, meliputi tingkatan kemampuan mengetahui, memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan metakognitif. Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi keterampilan mencakup keterampilan abstrak dan keterampilan konkrit. Keterampilan abstrak merupakan kemampuan belajar



yang meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan informasi/mencoba, menalar/mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Adapun keterampilan konkrit merupakan kemampuan belajar yang meliputi meniru, melakukan, menguraikan, merangkai, memodifikasi, dan mencipta.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Materi yang Anda pelajari dalam kegiatan Pembelajaran ini merupakan konsep dasar/esensial yang terdapat dalam keseluruhan materi *penilaian dan evaluasi*. Masih terdapat kajian lebih lanjut yang dapat Anda pelajari lebih dalam lagi. Untuk itu, silakan mengeksplorasi referensi lain selain yang dituliskan dalam daftar pustaka.

Setelah menyelesaikan soal latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 85%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran 1.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

PENILAIAN PROSES DAN HASIL BELAJAR

Kunci Jawaban

1. C
2. A
3. C
4. C
5. B

EVALUASI

1. Penilaian diri yang dilakukan secara keseluruhan misalnya pada semester termasuk kepada
 - A. penilaian langsung dan spesifik
 - B. penilaian langsung dan holistik
 - C. penilaian tidak langsung dan holistik
 - D. penilaian sosio afektif
2. Dalam melakukan suatu penilaian harus dilakukan secara menyeluruh baik sikap, pengetahuan maupun keterampilan. Penilaian Kompetensi Keterampilan meliputi
 - A. unjuk Kerja, produk, proyek dan portopolio
 - B. laporan, tagihan, produk, proyek dan portopolio
 - C. tagihan, lembar kerja, produk dan portopolio
 - D. tugas mandiri, tugas tersrtuktur, penilaian diri penilaian antar tema dan penoilaian guru
3. Rata-rata nilai ulangan harian (RUH) Ida 74, rata-rata nilai ulangan semesternya (NUS) 82, jika nilai akhir mempunyai persamaan
$$NR = 60\% RUH + 40\% NUS$$
Maka nilai raport (NR) Ida adalah
 - A. 80
 - B. 79
 - C. 78
 - D. 77
4. Menurut Arikunto (2010) fungsi penilaian yang dapat memberikan gambaran kepada guru sejauh mana pemahaman suatu program yang diterapkan adalah fungsi



- A. selektif
B. pengukuran keberhasilan
C. diagnostif
D. penempatan
5. Pak guru Ali selalu melakukan penilaian pada setiap kegiatan Pembelajaran. Menurut Permendikbud No 23 tahun 2016, Pak guru Ali telah berpedoman kepada prinsip umum penilaian
A. sah
B. obyektif
C. terpadu
D. terbuka
6. Penilaian guru terhadap siswa dengan cara meminta peserta didik untuk saling menilai terkait dengan pencapaian kompetensi adalah lingkup penilaian melalui
A. Penilaian Observasi
B. Penilaian Teman Sebaya
C. Penilaian Diri
D. Penilaian Jurnal
7. Di suatu sekolah X diperoleh nilai nilai fisika sebagai berikut

No	Nama	Nilai pengetahuan	Nilai ketrampilan
1	A	65	70
2	B	90	65
3	C	66	68
4	D	80	70
5	E	100	75

Jika mata pelajaran fisika pada sekolah tersebut adalah 66, maka siapa sajakah yang tuntas pembelajaran fisiknya?

- A. C,D,E
B. B,C,E
C. B,D,E
D. A,B,C
8. kelompok siswa merencanakan pembuatan Roket Air untuk memenuhi kegiatan tersebut. Mereka menggali informasi tentang cara membuat Roket air, dengan mencari



bahan di internet, siswa mencoba membuat Raket air dengan bentuk lain dan keterampilan kongkrit yang terlatih melalui kegiatan tersebut adalah

- A. Mengumpulkan melakukan,memodifikasi,dan meniru
- B. Mengumpulkan memodifikasi,meniru dan mencipta
- C. Meniru mengumpulkan, memodifikasi dan mencipta
- D. Meniru, melakukan,merangkai dan memodifikasi

9. Rani seorang peserta didik kelas X. Dia memiliki disiplin yang sangat tinggi. Rani selalu mengajak mengajak temannya untuk datang ke sekolah tepat waktu. Rani mempraktikkan tingkatan sikap

- A. mengamalkan nilai
- B. menanggapi nilai
- C. menghayati nilai
- D. menghargai nilai

10. Berikut ini kasus berkaitan dengan sikap siswa.

No	Waktu	Nama	Kejadian/Perilaku	Butir Sikap	(+/-)	Tindak Lanjut
1	10/02/2016	Adi	Meninggalkan laboratorium setelah praktik Hukum Ohm tanpa membersihkannya		-	

Butir sikap penilaian dan tindak lanjut yang tepat adalah

- A. gotong royong, tindak lanjutnya adalah meminta teman kelompoknya membersihkan meja dan alat bahan yang sudah dipakai
- B. tanggung jawab, tindak lanjutnya adalah mengurangi nilai sikap yang sudah diperoleh Andi sebelumnya
- C. tanggung jawab, tindak lanjutnya adalah dipanggil untuk membersihkan meja dan alat bahan yang sudah dipakai
- D. disiplin, tindak lanjutnya adalah membuat laporan tertulis yang diserahkan kepada orang tua Adi

PENUTUP

Demikian telah kami susun Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Kelompok Kompetensi F untuk guru Fisika SMA. Modul ini diharapkan dapat membantu Anda meningkatkan pemahaman terhadap materi Penilaian Proses dan Hasil Belajar. Selanjutnya pemahaman ini dapat Anda implementasikan dalam pelaksanaan penilaian dalam pembelajaran Fisika di sekolah masing-masing demi tercapainya pembelajaran yang berkualitas.

Materi yang disajikan dalam modul ini tidak terlalu sulit untuk dipelajari sehingga mudah dipahami. Modul ini berisikan konsep-konsep inti dan petunjuk-petunjuk praktis dalam penilaian proses dan hasil belajar dengan bahasa yang mudah dipahami. Anda dapat mempelajari materi dan berlatih melalui berbagai aktivitas, tugas, latihan, dan soal-soal yang telah disajikan. Selanjutnya, Anda perlu terus memiliki semangat membaca bahan-bahan yang lain untuk memperluas wawasan tentang penilaian proses dan hasil belajar.

Bagi Anda yang menggunakan modul ini dalam pelaksanaan moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*), Anda masih perlu menyelesaikan beberapa kegiatan pembelajaran secara mandiri ataupun kolaboratif bersama rekan guru di sekolah masing-masing (*on the job learning*). Adapun pembelajaran mandiri yang perlu Anda lakukan adalah **LK.F1.04 Menyusun KKM**, latihan soal pilihan ganda, dan evaluasi. Produk pembelajaran yang telah Anda hasilkan selama *on the job learning* akan menjadi tagihan yang akan dipresentasikan dan dikonfirmasi pada kegiatan tatap muka kedua (*in-2*).

Akhirnya, tak ada gading yang tak retak, begitu pula dengan modul ini yang masih perlu terus kami perbaiki untuk mencapai taraf kualitas yang lebih baik lagi. Oleh karena itu, kami menunggu dan mengharapkan saran-saran yang konstruktif dan membangun untuk perbaikan modul ini lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga semua pengguna modul meraih kesuksesan, dan selalu mendapat ridho-Nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. 2014. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. (Edisi Revisi). Jakarta: Rineka Cipta
- Asmawi Zainul & Noehi Nasoetion. 1993. *Penilaian Hasil Belajar*, Depdikbud Antar Universitas.
- Bernie, T and Charles, F. 2009. *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. John Wiley & Sons.
- Binkley, Marilyn et al. 2012. *Defining Twenty-First Century Skills*. Dalam Griffin, P., Care, E., & McGaw, B (eds), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp.17-66). London: Springer.
- BNSP. 2006. *Standar Kompetensi Mata pelajaran IPA untuk SD/MI*, Jakarta: BNSP.
- Budi Jatmiko, Wahono Widodo, Wasis. 2002. *Evaluasi Pembelajaran IPA-Fisika, Modul: Fis D-01*, Direktorat SLTP Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2007. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2007 Tentang Standar Penilaian Pendidikan.
- Departemen Pendidikan Nasional. *Kurikulum 2006, Standar Kompetensi Mata Pelajaran Fisika SMA dan MA*. Jakarta : 2006
- Fishbein, M., & Ajzen, I. 1975. *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison-Wesley
- Hidayat, W. 2007. *Penilaian Kinerja Berupa Produk Dari Kegiatan Field Trip Model Pengelompokan Wheeler & Dunleavy*, Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA – UPI
- Krathwohl, D. R. 2002. *A Revision of Bloom's Taxonomy. (PDF) in Theory into Practice*. V 41. #4. Autumn, 2002. Ohio State University. Retrieved



- Kemdikbud. 2016. *Permendikbud No. 23 Tahun 2016 tentang Standar Penilaian Pendidikan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Majid, A. 2014. *Penilaian Autentik Proses dan hasil Belajar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Mardapi, Dj. dan Ghofur, A., 2004. *Pedoman Umum Pengembangan Penilaian. Kurikulum Berbasis Kompetensi SMA*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Marzano, R.J. et al. 1994. *Assessing Student Outcomes: Performance Assessment Using the Dimension of Learning Model*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Pedoman Pengembangan Portofolio untuk Penilaian. 2004. Departemen Pendidikan Nasional: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Penilaian Autentik Pada Proses dan Hasil Belajar. 2013. Hand out 2.3.1 Pelatihan Instruktur Nasional Implementasi Kurikulum 2013. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Petunjuk Teknis Rancangan Penilaian Hasil Belajar. 2010. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA.
- Poerwanti, E. 2012. *Standar Penilaian Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP)*. Diunduh dari <http://staff.unila.ac.id/ngadimunhd/files/2012/03/2-Standar-Penilaian-Sesuai-BSNP.pdf>.
- Popham, W.J. 1995. *Classroom Assessment, What Teachers Need it Know*. Oxford: Pergamon Press
- Rantawulan, A. 2015. *Pengertian dan Esensi Konsep Evaluasi, Assesment, Tes, dan Pengukuran*, diunduh dari http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/19740417199-9032-ANA_RATNAWULAN/pengertian_asesmen.pdf.
- Ratnawulan, A., 2008. *Penilaian Proses dan Hasil Pembelajaran Biologi (Materi Perkuliahan Evaluasi Pembelajaran)*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA – UPI.
- Ratna Wulan, A. 2013. *Penilaian Proses dan Hasil Belajar Kurikulum 2013*. Bahan Paparan: Disajikan dalam workshop pembahasan dan finalisasi naskah pendukung pembelajaran, Direktorat Pembinaan SMA.
- Resnick, D.P. & Resnick, L.B. 1985. "Standars, Curiiculum, and Performance:A Historical and Comparative Perspektive" *Educational Researcher* 9, 5-19.



- Surapranata, S dan Hatta, M. 2006. *Penilaian Portofolio: Implementasi Kurikulum 2004*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Wiggins, G. 1984. "A True Test: Toward More Authentic and Equitable Assessment" *Phi Delta Kappan* 70, (9) 703-713

GLOSARIUM

<i>Test</i>	: alat atau prosedur yang digunakan untuk mengetahui atau mengukur sesuatu dengan menggunakan cara atau aturan yang telah ditentukan
<i>Measurement</i>	: pemberian angka terhadap suatu atribut atau karakter tertentu yang dimiliki oleh seseorang, atau suatu obyek tertentu yang mengacu pada aturan dan formulasi yang jelas
<i>Evaluation</i>	: proses yang sistematis untuk menentukan atau membuat keputusan sampai sejauhmana tujuan-tujuan pengajaran telah dicapai oleh siswa
<i>mastery learning</i>	: pembelajaran tuntas
<i>Receiving</i>	: memiliki keinginan memperhatikan suatu fenomena khusus atau stimulus
<i>Valuing</i>	: sikap yang menunjukkan derajat internalisasi dan komitmen

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKANTJUTAN FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI F

LISTRIK DINAMIS DAN KEMAGNETAN

■ Luluk Ayunning Dyah P., M.Si.
Eddy Susianto, S.Pd., M.Si.



Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

**MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI F

LISTRIK DINAMIS DAN KEMAGNETAN

Penulis:

Luluk Ayunning Dyah P., M.Si.

Eddy Susianto, S.Pd., M.Si.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
2017

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

MATA PELAJARAN FISIKA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI F LISTRIK DINAMIS DAN KEMAGNETAN

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penulis

Luluk Ayunning Dyah P., M.Si. 022-4231191 *lu2k_dyah@yahoo.co.id*

Eddy Susianto, S.Pd., M.Si. 022-4231191 *bahariboy354@gmail.com*

Penyunting

Drs. Iwan Heryawan, M.Si

Penelaah

Dr. Ida Kaniawati, M.Si.

Dr. Andi Suhandi, M.Si.

Penata Letak

Nurul Atma Vita

Copyright © 2017

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA SAMBUTAN





KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) mata pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar mandiri, fleksibel dan pro-aktif, sesuai kondisi dan kebutuhan penguatan kompetensi yang ditetapkan dalam Standar Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang merupakan salah satu program PPPPTK IPA ini disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dibuat untuk masing-masing mata pelajaran yang dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Penyempurnaan modul ini telah dilakukan secara terpadu dengan mengintegrasikan penguatan pendidikan karakter dan kebutuhan penilaian



peserta didik di sekolah dan ujian yang berstandar nasional. Hasil dari integrasi tersebut telah dijabarkan dalam bagian-bagian modul yang terpadu, sesuai materi yang relevan.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.

Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara dan Staf PPPPTK IPA, Dosen dan Guru yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2017

Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.

NIP. 195909021983031002



DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi

PENDAHULUAN		1
A.	Latar Belakang	1
B.	Tujuan	2
C.	Peta Kompetensi	2
D.	Ruang Lingkup	3
E.	Saran Cara Penggunaan Modul	4

PEMBELAJARAN		
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: RANGKAIAN LISTRIK ARUS SEARAH		9
A.	Tujuan	10
B.	Indikator Ketercapaian Kompetensi	10
C.	Uraian Materi	11
D.	Aktivitas Pembelajaran	38
E.	Latihan	41
F.	Rangkuman	43
G.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut	44
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: KAPASITANSI DAN DIELEKTRIK		45
A.	Tujuan	45
B.	Indikator Ketercapaian Kompetensi	45



C. Uraian Materi	46
D. Aktivitas Pembelajaran	65
E. Latihan	69
F. Rangkuman	71
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	71
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: MEDAN MAGNET	72
A. Tujuan	73
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	73
C. Uraian Materi	73
D. Aktivitas Pembelajaran	80
E. Latihan	86
F. Rangkuman	89
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	90
KUNCI JAWABAN LATIHAN	89
EVALUASI	95
PENUTUP	101
DAFTAR PUSTAKA	103
GLOSARIUM	104



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Alur strategi pelaksanaan pembelajaran tatap muka	4
Gambar 2	Alur pembelajaran tatap muka penuh	5
Gambar 3	Alur pembelajaran tatap muka kombinasi (<i>in-on-in</i>)	7
Gambar 1.1	Rangkaian sederhana baterai yang kedua kutubnya dirangkai dengan resistor	9
Gambar 1.2	Konstruksi di dalam baterai	13
Gambar 1.3	Elemen Volta	14
Gambar 1.4	Elemen Daniell	15
Gambar 1.5	Elemen Sekunder	16
Gambar 1.6	Proses Elektrolisis	17
Gambar 1.7	Proses Penyepuhan	20
Gambar 1.8	Rangkaian Tunggal	22
Gambar 1.9	Rangkaian Pasangan	24
Gambar 1.10	Prinsip kerja dan alat ukur jenis kumparan putar dan hukum tangan kiri Fleming	27
Gambar 1.11	Konstruksi dasar alat ukur besi putar	29
Gambar 1.12	Prinsip kerja alat ukur jenis induksi	30
Gambar 1.13	Prinsip kerja alat ukur termokopel	31
Gambar 1.14	Ampermeter DC	32
Gambar 1.15	Ampermeter AC	32
Gambar 1.16	Cara mengukur arus dengan Ampermeter	33
Gambar 1.17	Galvanometer	33
Gambar 1.18	Voltmeter	34



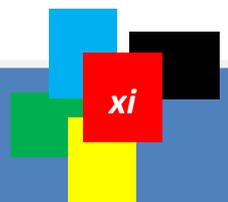
Gambar 1.19	Cara mengukur tegangan dengan Voltmeter	34
Gambar 1.20	Ohm-meter	35
Gambar 1.21	Cara mengukur hambatan dengan menggunakan Ohm meter	35
Gambar 1.22	Multimeter Digital	36
Gambar 1.23	Multimeter analog	36
Gambar 1.24	Bagian-bagian multimeter	36
Gambar 1.25	Megger	37
Gambar 1.26	Osiloskop	38
Gambar 2.1	Prinsip Dasar kapasitor	48
Gambar 2.2	Pengisian Kapasitor	48
Gambar 2.3	Bentuk kapsitor dan simbolnya	51
Gambar 2.4	Bentuk kapasitor dan simbolnya	51
Gambar 2.5	Kode warna pada kapasitor	53
Gambar 2.6	Kapasitor Elco	55
Gambar 2.7	Kapasitor keeping sejajar	56
Gambar 2.8	Rangkaian kapasitor tersusun seri	59
Gambar 2.9	Rangkaian kapasitor tersusun paralel	60
Gambar 2.10	Model rangkaian kapasitor	64
Gambar 3.1	Medan magnet yang terjadi pada dua magnet dengan kutub yang senama yang saling berhadapan dan medan magnet yang terjadi pada dua magnet dengan kutub yang tidak senama yang saling berhadapan	72
Gambar 3.2	penyimpangan jarum kompas di dekat kawat yang membawa arus, menunjukkan adanya medan magnet dan arahnya	72
Gambar 3.3	Neraca puntir	74
Gambar 3.4	Pola garis gaya magnet	76
Gambar 3.5	Arah garis gaya magnet	76



Gambar 3.6	Arah garis gaya magnet di sekitar kawat berarus serta cara menentukannya	76
Gambar 3.7	Kawat panjang berarus listrik	77
Gambar 3.8	Kawat solenoida berarus listrik	77
Gambar 3.9	Influensi dan absorpsi garis gaya magnet	78
Gambar 3.10	Percobaan Gaya Lorentz	79
Gambar 3.11	Aturan tangan kanan	80
Gambar 3.12	Contoh arah gaya magnetik	80
Gambar 3.13	Gaya antar dua kawat berarus listrik	80

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi guru mapel dan indikator pencapaian kompetensi	2
Tabel 2	Daftar lembar kerja modul	8
Tabel 2.1	Konstanta bahan	50
Tabel 2.2	Kode warna kapasitor	52
Tabel 2.3	Kode karakteristik kapasitor kelas I	62
Tabel 2.4	Kode karakteristik kapasitor kelas II dan III	63



PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Dalam rangka mendukung pengembangan pengetahuan dan keterampilannya, dikembangkan modul untuk pembinaan karier guru yang berisi topik-topik penting. Dengan adanya modul ini, memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan ajar dalam kegiatan diklat tatap muka langsung atau tatap muka kombinasi (*in-on-in*).

Modul pengembangan keprofesian berkelanjutan yang berjudul “Listrik Dinamis dan Kemagnetan” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada Kelompok Kompetensi F (KK F). Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi profesional guru pada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007.

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/kasus/tugas, rangkuman, umpan balik, dan tindak lanjut. Pada setiap komponen modul yang dikembangkan ini telah diintegrasikan beberapa nilai karakter bangsa, baik secara eksplisit maupun implisit yang dapat diimplementasikan selama aktivitas pembelajaran dan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendukung pencapaian revolusi mental bangsa. Integrasi ini juga merupakan salah satu cara **perwujudan kompetensi sosial dan kepribadian guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007)** dalam bentuk modul. Selain itu, disediakan latihan soal dalam



bentuk pilihan ganda yang berfungsi juga sebagai model untuk guru dalam mengembangkan soal-soal UN/USBN sesuai topik di daerahnya masing-masing.

Pada bagian pendahuluan modul diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru setelah mengikuti diklat, Peta Kompetensi yang harus dikuasai guru pada KK F, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan Evaluasi untuk mengetahui pemahaman profesional guru terhadap materi.

B. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini diharapkan dapat memahami materi kompetensi profesional yang terdiri atas Rangkaian Listrik Arus Searah, Kapasitansi dan Dielektrik, dan Medan Magnet.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan menggunakan modul ini adalah menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran Fisika di SMA. Tabel berikut ini memuat Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui pembelajaran dengan menggunakan modul KK F.

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika serta penerapannya	<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan sumber energi listrik• Menjelaskan proses elektrolisis• Menjelaskan konsep hambatan dalam baterai• Menerapkan aturan Kirchhoff dalam menganalisis rangkaian DC• Menerapkan aturan Kirchhoff dalam membahas



Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
secara fleksibel.	kekekalan muatan dan energi <ul style="list-style-type: none"> • Menerapkan energi dan daya listrik dalam suatu rangkaian listrik • Mengidentifikasi alat ukur listrik • Menggunakan alat ukur listrik sesuai peruntukannya
	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan konsep kapasitansi dan dielektrik. • Mendeskripsikan berbagai rangkaian kapasitor. • Menentukan kapasitansi pelat paralel, silinder dan kapasitor bola. • Menerapkan pengaruh penggunaan bahan dielektrik pada kapasitor pelat. • Menghitung energi yang tersimpan dalam kapasitor.
	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan kutub magnet • Menjelaskan medan magnet • Menjelaskan muatan dalam gerak melingkar • Menjelaskan medan magnet dan arus • Menjelaskan gaya magnet di antara dua arus • Menjelaskan torsi magnet dan arus lup.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi, dan Penutup. Bagian Pendahuluan berisi paparan tentang Latar Belakang modul KK F, Tujuan, Peta Kompetensi yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpun



Balik, dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri atas Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi, dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut.

1. Rangkaian Arus Searah
2. Kapasitansi dan Dielektrik
3. Medan Magnet

E. Cara Penggunaan Modul

Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap **Aktivitas Pembelajaran** disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran oleh guru, baik untuk moda tatap muka penuh, maupun moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Berikut ini gambar yang menunjukkan langkah-langkah kegiatan belajar secara umum.

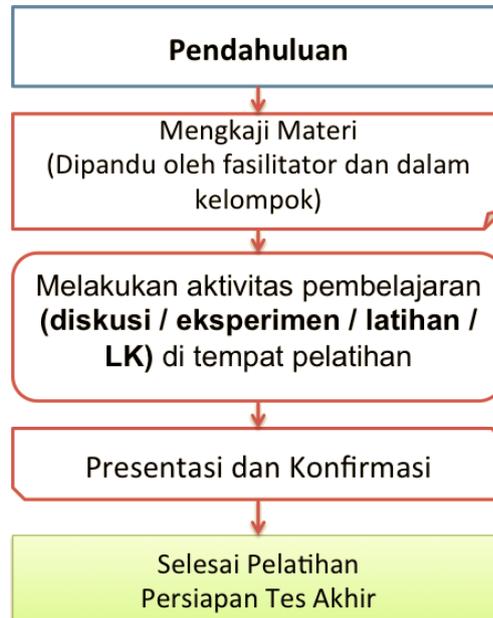


Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat terdapat dua alur kegiatan pelaksanaan kegiatan, yaitu diklat tatap muka penuh dan kombinasi (*In-On-In*). Deskripsi kedua jenis diklat tatap muka ini terdapat pada penjelasan berikut.



1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh



Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh

Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur pada suatu waktu yang di pandu oleh fasilitator. Tatap muka penuh dilaksanakan menggunakan alur pembelajaran yang dapat dilihat pada alur berikut ini.

a. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari:

- latar belakang yang memuat gambaran materi
- tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul.
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- cara penggunaan modul

b. Mengkaji materi diklat

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator



pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian **1. Diskusi Materi, 2. Praktik, 3. Penyusunan Soal UN/USBN** dan aktivitas mengisi soal **Latihan**. Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan, dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

d. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dibahas secara bersama-sama.

e. Refleksi Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji merefleksikan penguasaan materi setelah mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran.

2. DESKRIPSI KEGIATAN DIKLAT TATAP MUKA KOMBINASI

Kegiatan diklat tatap muka kombinasi (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur berikut ini.



Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in)

Pada Kegiatan *in-1* peserta mempelajari uraian materi dan mengerjakan Aktivitas Pembelajaran bagian 1. **Diskusi Materi** di tempat diklat. Pada saat *on the job learning* peserta melakukan Aktivitas Pembelajaran bagian 2. **Praktik**, bagian 3. **Menyusun Soal UN/USBN**, dan mengisi **Latihan** secara mandiri di tempat kerja masing-masing. Pada Kegiatan *in-2*, peserta melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.

Modul ini dilengkapi dengan beberapa kegiatan pada Aktivitas Pembelajaran (BAB II, Bagian E) sebagai cara guru untuk mempelajari materi yang dipandu menggunakan Lembar Kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, beberapa LK dikerjakan pada *in-1* dan beberapa LK dikerjakan pada saat *on the job learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi



tagihan pada kegiatan *in-2*. Berikut ini daftar pengelompokan Lembar Kegiatan (LK) pada setiap tahap kegiatan tatap muka kombinasi.

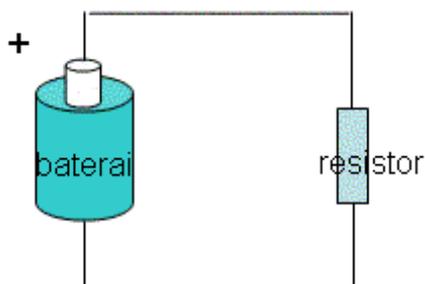
Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul

No	Kode Lembar Kerja	Nama Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	LK.F1.01	Hukum Kircchoff	ON
2.	LK.F2.01	Rangkaian Seri dan Paralel Elektrolit Kondensator (Elko)	ON
3.	LK.F3.01	Induksi Magnet Di Dalam Arus Melingkar (<i>Tangen Bousole</i>)	ON
4.	LK.F3.02	Hukum Bio Savart	ON
5.		Pengembangan Soal	ON

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

RANGKAIAN ARUS SEARAH

Arus konstan dalam suatu rangkaian tertutup dapat dipertahankan dengan menggunakan sumber energi yang disebut gaya gerak listrik (sumber GGL). Secara umum, sumber GGL adalah suatu alat (misal baterai, generator, accumulator dll) yang akan memperbesar energi potensial muatan yang melewatinya. Gaya gerak listrik yang sering dilambangkan dengan ε dari suatu sumber GGL menyatakan banyaknya kerja yang dilakukan sumber GGL pada setiap satuan muatan yang melewatinya. Dalam SI, sumber GGL mempunyai satuan Volt. ε , dapat pula diartikan sebagai beda potensial antara kedua ujung sumber jika tidak dilewati arus.



Gambar 1.1. Rangkaian sederhana baterai yang kedua kutubnya dirangkai dengan resistor

Gambar disamping adalah rangkaian sederhana baterai yang dihubungkan dengan resistor. Pada umumnya baterai mempunyai tahanan yang disebut dengan tahanan dalam (r) karena proses kimia yang kurang lancar dan sebagainya, sehingga jika dialiri arus, beda potensial antara kutub-kutub baterai tidak lagi sama dengan GGL baterai.

Salah satu sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia adalah energi listrik. Sejalan dengan meningkatnya kesejahteraan manusia, maka kebutuhan energi listrik juga makin meningkat. Energi listrik adalah salah satu



bentuk energi yang relatif mudah dikelola, terutama dalam mengubah ke dalam bentuk energi lain serta memindahkan dari satu tempat ke tempat lain.

Dalam modul ini akan diuraikan tentang sumber energi listrik, elektrolisis dan segala hal yang berkaitan tentang konversi energi. Selanjutnya akan dibahas juga tentang konsep analisis rangkaian listrik, Hukum Kirchhoff dan berbagai alat ukur listrik.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini melalui kegiatan diskusi kelompok, eksperimen dengan penuh kesungguhan diharapkan peserta diklat dapat:

1. Memahami konsep sumber energi listrik, proses elektrolisis, dan hambatan dalam baterai
2. Menerapkan aturan Kirchhoff dalam menganalisis rangkaian DC, kekekalan muatan dan energi
3. Menerapkan energi dan daya listrik dalam suatu rangkaian listrik
4. Terampil menggunakan alat ukur listrik

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai peserta diklat setelah mempelajari modul ini adalah dapat:

1. Menjelaskan sumber energi listrik
2. Menjelaskan proses elektrolisis
3. Menjelaskan konsep hambatan dalam baterai
4. Menerapkan aturan Kirchhoff dalam menganalisis rangkaian DC
5. Menerapkan aturan Kirchhoff dalam membahas kekekalan muatan dan energi
6. Menerapkan energi dan daya listrik dalam suatu rangkaian listrik
7. Mengidentifikasi alat ukur listrik
8. Menggunakan alat ukur listrik sesuai peruntukannya



C. Uraian Materi

1. Sumber Energi Listrik

Energi adalah salah satu hal yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Tanpa energi tidak akan ada kehidupan. Saat ini dan di masa yang akan datang dapat dilihat penambahan tingkat kemakmuran yang merupakan kecenderungan penggunaan energi yang meningkat. Pengkajian tentang energi telah melahirkan hukum kekekalan energi, yaitu “*energi tidak dapat dimusnahkan dan tidak dapat diciptakan, kecuali diubah bentuknya*”. Perubahan energi dari suatu bentuk ke bentuk lain disebut konversi energi. Bentuk-bentuk energi yang kita kenal antara lain energi listrik, energi mekanik, energi kimia, energi nuklir, energi bunyi dan energi cahaya. Bentuk-bentuk energi tersebut telah tersedia di alam ini, baik dalam skala besar maupun skala kecil. Letak potensi dari sumber-sumber energi ditentukan oleh kondisi geografi bumi. Umumnya, sumber-sumber itu terletak jauh dari tempat pemakai, selain itu pemakai juga tersebar di kawasan yang luas. Untuk itu diperlukan sistem penyaluran energi dari sumbernya ke pemakai. Dalam hal ini perlu dipertimbangkan teknologi yang memadai bentuk energi mana yang mudah disalurkan, biaya penyaluran murah serta tingkat keamanannya tinggi. Bentuk energi yang dapat memenuhi harapan ini adalah energi listrik. Listrik merupakan salah satu energi yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari manusia zaman sekarang karena hampir semua peralatan yang menunjang aktivitas manusia menggunakan listrik sebagai sumber energinya.

Energi listrik berasal dari muatan listrik yang menyebabkan medan listrik statis atau gerakan elektron dalam konduktor (pengantar listrik) atau ion (positif atau negatif) dalam zat cair atau gas. Energi listrik dapat diubah menjadi energi lain dengan tiga komponen dasar, sesuai dengan sifat arus listriknya.

a. Sumber Arus Listrik

Sumber arus listrik adalah benda-benda yang dapat menghasilkan arus listrik, contohnya baterai, akumulator, elemen Volta, elemen Daniell,



dan elemen Weston. Mobil-mobilan dapat bergerak karena memperoleh energi listrik dari baterai, lampu senter dapat digunakan setelah dipasang baterai ke dalamnya.

b. Elemen Primer

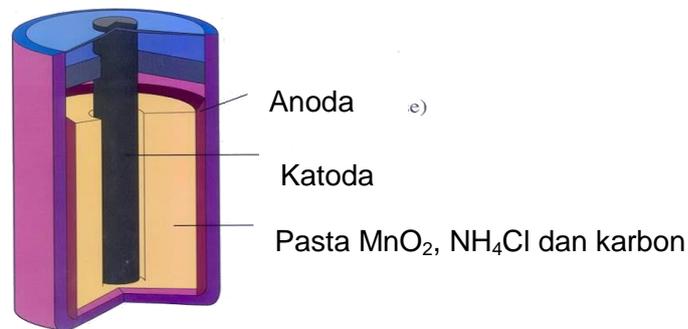
Semua sumber tegangan listrik memiliki kemampuan memberikan gaya pada elektron sehingga elektron pada konduktor dapat bergerak ke arah tertentu dan dapat bergerak dari kutub positif baterai ke kutub negatif baterai. Gaya penggerak dari sumber tegangan yang demikian disebut sebagai **gaya gerak listrik (GGL)**.

Gaya gerak listrik sering juga disebut sebagai sumber tegangan. Satuan gaya gerak listrik adalah volt (V). GGL diberi lambang ε . Misalnya pada kulit luar baterai tercantum label 1,5 V, ini menunjukkan besarnya GGL yang dibangkitkan oleh baterai tersebut. Jadi, GGL merupakan beda potensial antara kutub-kutub sebuah sumber listrik (baterai) saat sumber tidak mengalirkan listrik (saklar terbuka). GGL adalah kerja yang harus dikerahkan oleh sumber tegangan listrik untuk memompa elektron dari kutub positif baterai ke kutub negatif baterai agar terjadi kesinambungan arus listrik pada rangkaian. Proses pemompaan ini terjadi secara kimiawi melalui reaksi reduksi oksidasi (Redox). Mirip dengan pompa air yang memompa air dari dataran rendah ke dataran tinggi.

Berdasarkan kemampuan memberikan gaya gerak listrik, sumber beda potensial listrik dibedakan menjadi elemen primer dan elemen sekunder. Baterai yang digunakan oleh jam dinding merupakan elemen primer. Elemen primer merupakan sebuah sumber tegangan listrik yang bersifat sekali pakai. Artinya jika sumber tegangan tersebut sudah habis energinya, maka elemen primer tersebut tidak bisa diisi (charge) kembali melainkan harus diganti dengan yang baru. Baterai merupakan elemen kering. Jika diamati, baterai memiliki dua kutub yaitu kutub positif dan kutub negatif. Kutub positif baterai berupa batang karbon yang dibenamkan ke dalam campuran mangan dioksida (MnO_2) dan amonium



klorida (NH_4Cl). Kutub negatif baterai adalah lapisan paling luar yang terbuat dari seng (Zn).



Gambar 1.2. Kontruksi di dalam baterai

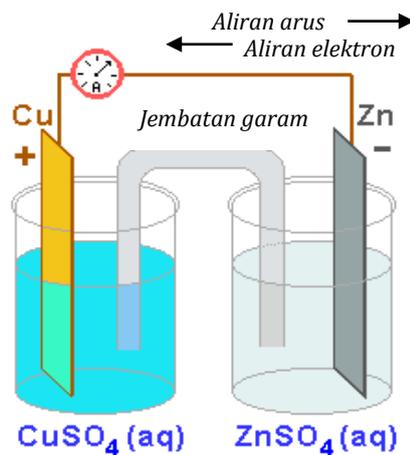
Sumber : 4nass.wordpress.com

Gambar 1.2 di atas adalah gambar baterai yang mempunyai kutub positif dan kutub negatif. Campuran mangan dioksida berfungsi sebagai zat pelindung elektrolit. Di antara lapisan paling luar yaitu seng berfungsi sebagai kutub negatif dan campuran mangan dioksida terdapat pasta amonium klorida yang berfungsi sebagai elektrolit. Di antara kutub positif dan kutub negatif ini terdapat beda potensial. Beda potensial inilah yang menyebabkan baterai tersebut dapat mengalirkan arus listrik jika dipasangkan secara benar dalam sebuah rangkaian. Suatu saat, reaksi reduksi oksidasi pada baterai akan berhenti sehingga baterai tersebut tidak dapat berfungsi sebagai sumber tegangan. Baterai termasuk sumber arus listrik yang tidak dapat diisi ulang. Dengan adanya arus listrik ini, akan diperoleh sumber energi listrik yang dapat dibawa ke mana-mana, sehingga akan lebih mudah dan praktis.

Penyempurnaan dari sel seng karbon adalah baterai alkalin. Ukuran, bentuk, dan tegangannya mirip dengan sel seng karbon, tetapi jika digunakan dalam suatu peralatan, sel alkalin dapat bertahan enam atau tujuh kali lebih lama dibanding sel seng karbon biasa. Dalam sel alkalin mengandung elektrolit larutan kalium hidroksida. Plat logamnya terbuat dari nikel dan senyawa kadmium.



Elemen volta ini pertama kali ditemukan oleh Alessandro Volta (1745 – 1827) seorang ahli Fisika berkebangsaan Italia. Elemen volta adalah sel elektrokimia yang dapat menghasilkan arus listrik. Gambar 1.3 di bawah ini memperlihatkan sebuah elemen volta.



Gambar 1.3. Elemen Volta

Elemen volta terdiri atas tabung kaca yang berisi larutan asam sulfat (H_2SO_4), logam Cu (tembaga) sebagai anoda dan logam Zn (seng) sebagai katoda. Jika elektroda-elektroda seng dan tembaga dimasukkan ke dalam larutan asam sulfat, maka terjadi reaksi kimia yang menyebabkan lempeng tembaga bermuatan listrik positif dan lempeng seng bermuatan listrik negatif. Hal ini menunjukkan bahwa lempeng tembaga memiliki potensial lebih tinggi daripada potensial lempeng seng. Elektron mengalir dari lempeng seng menuju lempeng tembaga. Jika kedua lempeng ini dirangkaikan dengan lampu, arus listrik akan mengalir dari lempeng tembaga ke lempeng seng sehingga lampu menyala. Namun, aliran arus listrik ini tidak berlangsung lama sehingga lampu akan padam. Hal ini terjadi karena gelembung-gelembung gas hidrogen yang dihasilkan oleh asam sulfat (H_2SO_4) menempel pada lempeng tembaga. Gelembung gas hidrogen ini menghambat aliran elektron. Telah diketahui bahwa arus listrik adalah aliran elektron-elektron sehingga jika aliran elektron ini terhambat, tidak akan ada arus

yang mengalir. Peristiwa ini disebut polarisasi. Dengan kata lain, polarisasi adalah peristiwa tertutupnya elektroda elemen oleh hasil reaksi yang mengendap pada elektroda tersebut. Namun demikian, ide Volta inilah yang menjadi prinsip dalam pembuatan baterai dan *accumulator*.

Prinsip kerja elemen Daniell pada dasarnya sama dengan cara kerja elemen Volta. Namun pada elemen Daniell ditambahkan larutan tembaga sulfat (CuSO_4) untuk mencegah terjadi polarisasi, yang dinamakan depolarisator sehingga usia elemen dapat lebih lama. Perhatikan diagram sel Daniell pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4. Elemen Daniell

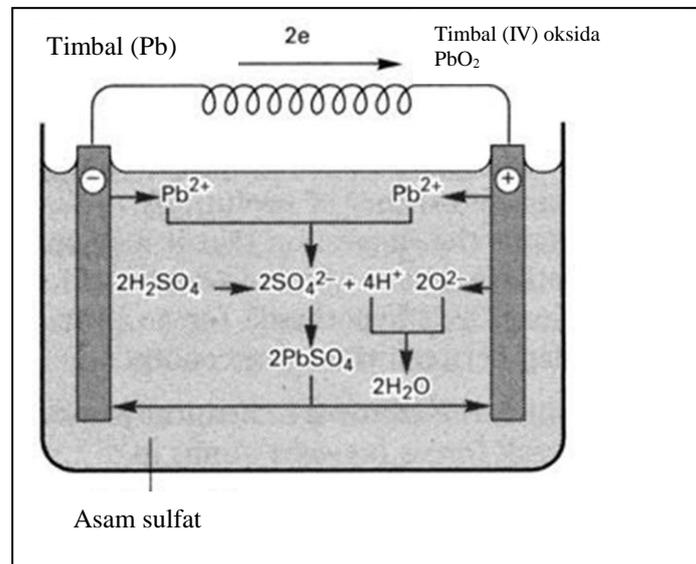
Sumber : wordpress.com

c. Elemen Sekunder

Tidak seperti elemen primer, elemen sekunder dapat diisi ulang (recharge). Artinya tegangan yang berasal dari elemen sekunder suatu saat akan habis, tetapi kita masih dapat mengisi elemen tersebut. Contoh elemen sekunder adalah *accumulator*. *Accumulator* banyak digunakan dalam kendaraan bermotor seperti sepeda motor dan mobil. *Accumulator* disebut juga elemen basah. *Accumulator* terdiri atas pasangan-pasangan keping timbal dan timbal dioksida. Pasangan ini



disebut sel (Gambar 1.5). Setiap pasangan timbal dan timbal dioksida ini mampu memberikan tegangan 2 volt.



Gambar 1.5. Elemen Sekunder

Kapasitas penyimpanan sebuah accumulator dapat terlihat berupa tulisan angka pada *accumulator*. Contoh, pada *accumulator* tertulis 12V 40 AH, artinya accumulator mempunyai GGL 12 volt dan dapat mengalirkan arus listrik sebesar 40 ampere selama 1 jam.

Sama seperti pada baterai, accumulator juga mempunyai dua buah kutub, yaitu kutub positif dan kutub negatif. Kutub negatif terletak pada timbal dan kutub positif pada timbal dioksida. Timbal dan timbal dioksida dicelupkan ke dalam larutan elektrolit asam sulfat. Keuntungan pemakaian elemen sekunder misalnya *accumulator* yaitu dapat diisi ulang (recharge). Agar *accumulator* dapat berfungsi kembali, perlu dimuati oleh sumber arus searah (DC).

Perubahan energi saat *accumulator* digunakan yaitu dari energi kimia menjadi energi listrik. Saat pengisian *accumulator* terjadi perubahan energi dari energi listrik menjadi energi kimia. Cara pengisian *accumulator* adalah sebagai berikut.



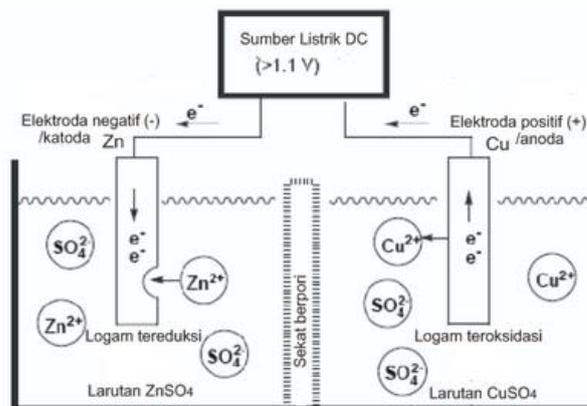
- 1) Hubungkan accumulator dengan sumber tegangan arus DC yang beda potensialnya lebih tinggi dari *accumulator* tersebut.
- 2) Arus yang mengalir kecil sehingga perlu waktu lebih lama. Hal ini bertujuan agar tidak merusak sel *accumulator*.
- 3) Ukur konsentrasi larutan dengan hidrometer.
- 4) Perhatikan ukuran kapasitas *accumulator* nya dengan ampere.jam.

2. Elektrolisis

Elektrolisis adalah penguraian suatu elektrolit oleh arus listrik. Pada sel elektrolisis, reaksi kimia terjadi jika arus listrik dialirkan melalui larutan elektrolit, yaitu energi listrik (arus listrik) diubah menjadi energi kimia (reaksi redoks). Tiga ciri utama, yaitu:

- a. Ada larutan elektrolit yang mengandung ion bebas. Ion-ion ini dapat memberikan atau menerima elektron sehingga elektron dapat mengalir melalui larutan.
- b. Ada sumber tegangan listrik dari luar, seperti baterai yang mengalirkan arus listrik searah (DC)
- c. Ada 2 elektroda dalam sel elektrolisis

Elektroda yang menerima elektron dari sumber arus listrik luar disebut katoda, sedangkan elektroda yang mengalirkan elektron kembali ke sumber tegangan listrik luar disebut anoda. Katoda adalah tempat terjadinya reaksi reduksi yang elektrodanya negatif (-) dan anoda adalah tempat terjadinya reaksi oksidasi yang elektrodanya positif (+)



Gambar 1.6. Proses elektrolisis

a. Hukum Elektrolisis Faraday

Di awal abad ke-19, Faraday menyelidiki hubungan antara jumlah listrik yang mengalir dalam sel dan kuantitas kimia yang berubah di elektroda saat elektrolisis. Faraday merangkum hasil pengamatannya dalam dua hukum di tahun 1833.

C (Coulomb) adalah satuan muatan listrik, dimana 1 C adalah besar muatan yang dihasilkan bila arus 1 A (Ampere) mengalir selama 1 s. Tetapan fundamental listrik adalah konstanta Faraday F , $9,65 \times 10^4$ C, yang didefinisikan sebagai kuantitas listrik yang dibawa oleh 1 mol elektron. Dimungkinkan untuk menghitung kuantitas mol perubahan kimia yang disebabkan oleh aliran arus listrik yang tetap mengalir untuk rentang waktu tertentu.

Hantaran listrik melalui larutan elektrolit dapat dianggap sebagai aliran elektron. Jadi apabila elektron telah dapat mengalir dalam larutan elektrolit berarti listrik dapat mengalir dalam larutan tersebut. Elektron berasal dari kutub katoda atau kutub negatif. Anoda melepaskan ion positif dan membentuk endapan pada logam katoda. Di dalam larutan terurai proses



Ion Cu^{2+} ini akan berpindah menuju keping katoda sedangkan ion SO_4^{2-} akan menuju keping anoda. Pada keping katoda ini akan timbul endapan dan terjadi perubahan massa. Massa ini dapat dihitung dengan persamaan:



$$G = a \cdot I \cdot t$$

dengan:

G = jumlah endapan tembaga Cu (gram)

a = tara kimia listrik (gr/ampere.jam)

I = kuat arus listrik (ampere)

t = lamanya pengaliran arus listrik (jam)

Untuk tembaga nilai a = 1,186 gr/ampere.jam, karena G telah dapat diketahui maka I arus dapat diperoleh dengan:

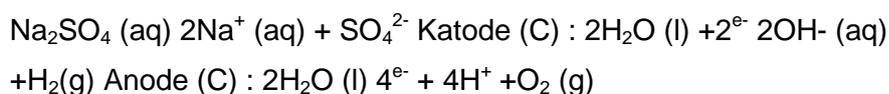
$$I = G/at$$

b. Kegunaan sel Elektrolisis

1) Pembuatan Gas di Laboratorium

Sel elektrolisis banyak digunakan dalam industri pembuatan gas misalnya pembuatan gas oksigen, gas hidrogen, atau gas klorin. Untuk menghasilkan gas oksigen dan hidrogen, Anda dapat menggunakan larutan elektrolit dari kation golongan utama (K^+ , Na^+) dan anion yang mengandung oksigen (SO_4^{2-} , NO_3^-) dengan elektroda Pt atau karbon. Reaksi elektrolisis yang menghasilkan gas adalah elektrolisis larutan Na_2SO_4 menggunakan elektroda karbon.

Reaksi yang terjadi :



Karena pada katode dan anode yang bereaksi adalah air, semakin lama air semakin berkurang sehingga perlu ditambahkan. Perlu diingat bahwa walaupun yang bereaksi air, tidak berarti elektrolit Na_2SO_4 tidak diperlukan. Elektrolit ini berguna sebagai penghantar arus listrik.

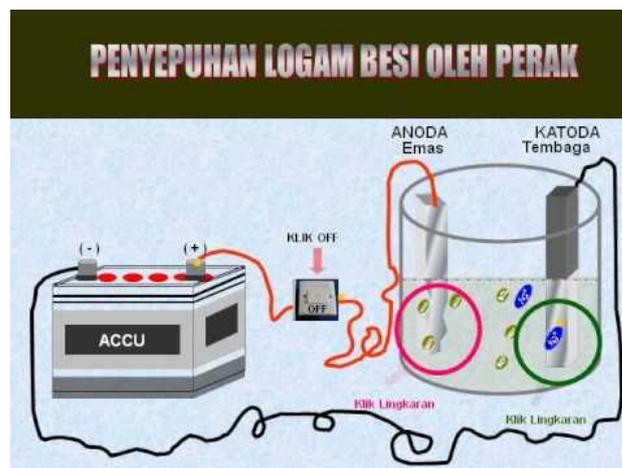
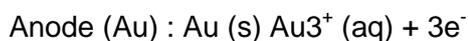
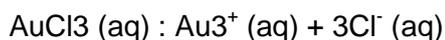
2) Proses Penyepuhan

Penyepuhan suatu logam emas, perak, atau nikel, bertujuan menutupi logam yang penampilannya kurang baik atau menutupi logam yang mudah berkarat. Logam-logam ini dilapisi dengan logam lain yang



penampilan dan daya tahannya lebih baik agar tidak berkarat. Misalnya mesin kendaraan bermotor yang terbuat dari baja umumnya dilapisi kromium agar terhindar dari korosi. Beberapa alat rumah tangga juga disepuh dengan perak sehingga lebih awet dan penampilannya tampak lebih baik. Badan sepeda titanium dilapisi titanium oksida (TiO_2) yang bersifat keras dan tidak dapat ditembus oleh oksigen atau uap air sehingga terhindar dari reaksi oksida yang menyebabkan korosi.

Prinsip kerja proses penyepuhan adalah penggunaan sel dengan elektrolit larutan dan elektroda reaktif. Contoh jika logam atau cincin dari besi akan dilapisi emas digunakan larutan elektrolit $\text{AuCl}_3(\text{aq})$. Logam besi (Fe) dijadikan sebagai katoda, sedangkan logam emasnya (Au) sebagai anoda. Apa yang terjadi jika kedua logam ini ditukar posisinya? Mengapa? Reaksi yang berlangsung dalam proses penyepuhan besi dengan emas yaitu :



Gambar 1.7. Proses Penyepuhan

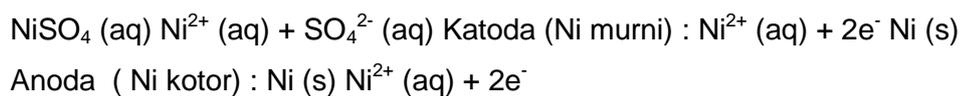
Proses yang terjadi yaitu oksidasi logam emas (anoda) menjadi $\text{Au}^{3+}(\text{aq})$. Kation ini akan bergerak ke katoda menggantikan kation Au^{3+} yang direduksi.



di katoda. Kation Au^{3+} di katoda direduksi membentuk endapan logam emas yang melapisi logam atau cincin besi. Proses ini cukup murah karena emas yang melapisi besi hanya berupa lapisan tipis.

3) Proses Pemurnian Logam

Proses pemurnian logam banyak dilakukan dalam pertambangan. Logam transisi yang kotor (bercampur dengan unsur yang lain) dapat dimurnikan dengan cara menempatkannya sebagai anoda dan logam murni sebagai katoda. Elektrolit yang digunakan adalah elektrolit yang mengandung kation logam yang dimurnikan. Contohnya proses pemurnian nikel menggunakan larutan NiSO_4 . Nikel murni digunakan sebagai katoda, sedangkan nikel kotor (logam yang dimurnikan) digunakan sebagai anoda. Reaksi yang terjadi, yaitu:



Logam nikel yang kotor pada anoda dioksidasi menjadi ion Ni^{2+} . Kemudian, ion Ni^{2+} pada katoda direduksi membentuk logam Ni dan bergabung dengan katoda yang merupakan logam murni. Kation Ni^{2+} di anoda bergerak ke daerah katoda menggantikan kation yang direduksi. Untuk mendapatkan logam nikel murni (di katoda) harus ada penyaringan sehingga kotoran (tanah atau pasir) hanya berada di anoda dan tidak berpindah ke katoda sehingga daerah di katoda merupakan daerah yang murni.

3. Hukum-hukum Kirchhoff

Gustav Robert Kirchhoff, seorang guru besar universitas berkebangsaan Jerman yang lahir kira-kira pada waktu George Simon Ohm melakukan percobaannya. Hukum aksiomatik ini dinamakan *hukum arus* Kirchhoff (*Kirchhoff's Current Law*, disingkat KCL), yang mengatakan bahwa:

Jumlah aljabar semua arus yang memasuki sebuah simpul adalah nol.

Bila ada arus netto yang masuk sebuah titik percabangan (simpul), maka laju penumpukan Coulomb pada simpul tersebut tidak sama dengan nol. Tetapi,



sebuah percabangan bukanlah suatu elemen rangkaian dan pasti tidak bisa menyimpan, memusnahkan atau membangkitkan muatan, dengan demikian jumlah arus listrik total di sana harus sama dengan nol.

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0 \quad \text{atau} \quad I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_N = 0 \quad (5)$$

Kita sekarang beralih ke *hukum tegangan* Kirchhoff (*Kirchhoff's voltage law*, disingkat KVL). Hukum ini mengatakan bahwa

Jumlah aljabar seluruh tegangan mengelilingi sebuah jalan tertutup dalam sebuah rangkaian listrik adalah nol.

Arus listrik berkaitan dengan muatan yang mengalir *melalui* sebuah elemen rangkaian, sedangkan tegangan adalah suatu ukuran selisih energi potensial yang *melintasi* elemen.

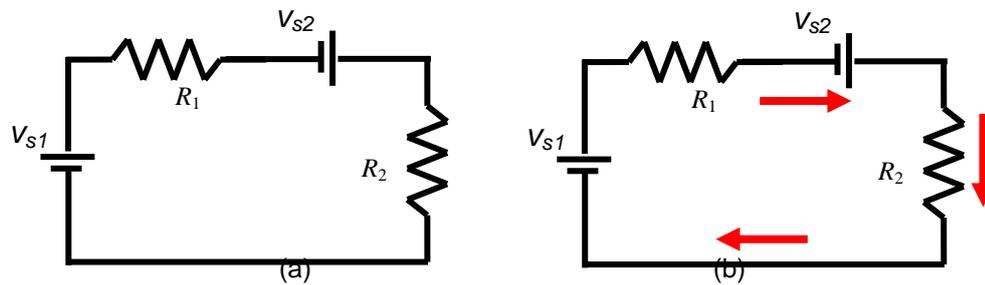
Jumlah aljabar dari tegangan yang melintasi elemen individual sekelilingnya haruslah nol. Jadi, bisa ditulis

$$\sum_{n=1}^N V_n = 0 \quad \text{atau} \quad V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n = 0 \quad (6)$$

Hukum tegangan Kirchhoff merupakan suatu konsekuensi kekekalan energi dan sifat konservatif rangkaian listrik. Hukum ini juga bisa ditafsirkan menurut analogi gaya berat. Bila suatu massa digerakkan sekeliling lintasan tertutup dalam sebuah medan gravitasi konservatif, maka kerja total yang dilakukan terhadap massa tersebut adalah nol. Kita bisa juga menerapkan KVL pada rangkaian listrik dengan beberapa cara yang berbeda.

a. Analisis Rangkaian Loop Tunggal

Diasumsikan bahwa nilai tahanan dan tegangan sumber dari Gambar 1.8a diketahui dan mencoba menentukan arus listrik yang melalui setiap elemen, tegangan diantara ujung elemen, dan energi yang diberikan atau yang diserap oleh setiap elemen.



Gambar 1.8. Rangkaian Tunggal

- (a) Model rangkaian dengan nilai tegangan sumber dan tahanan diketahui,
(b) Tanda-tanda referensi tegangan dan arus ditambahkan pada rangkaian.

1) Langkah yang pertama

dalam analisis tersebut adalah asumsi mengenai arah arus-arus yang tak diketahui karena sebelumnya arah-arahan arus tersebut memang tidak diketahui. Misal ditentukan secara acak, sebuah arus yang tidak diketahui I , mengalir menurut arah putar jarum jam. Arus tersebut keluar dari terminal atas sumber tegangan, ditandai dengan sebuah panah dengan tanda I pada rangkaian. Seperti tampak pada Gambar 1.8 b.

2) Langkah kedua

dalam analisis tersebut adalah pemilihan tegangan untuk masing-masing tahanan. Penggunaan hukum Ohm, $V = I.R$, menghendaki bahwa arah arus dan tegangan harus dipilih sehingga arus memasuki terminal di mana ditempatkan tegangan positif. Tegangan V_{R1} dan V_{R2} diperlihatkan di dalam Gambar 1.8 b

3) Langkah ketiga

penggunaan hukum tegangan Kirchhoff pada lintasan tertutup yang ada. Misalkan arus bergerak searah dengan arah putar jarum jam, dimulai pada sudut kiri bawah, ketika bertemu dengan kutub positif tegangan maka beri tanda (+) sebaliknya ketika bertemu kutub negatif tegangan beri tanda (-). Jadi,

$$-V_{s1} + V_{R1} - V_{s2} + V_{R2} = 0$$

Gunakan hukum Ohm kepada elemen penahan,



$$V_{R1} = R_1 i \quad \text{dan} \quad V_{R2} = R_2 i$$

dan mendapatkan
$$-V_{s1} + R_1 i - V_{s2} + R_2 i = 0$$

$$i(R_1 + R_2) = V_{s1} + V_{s2}$$

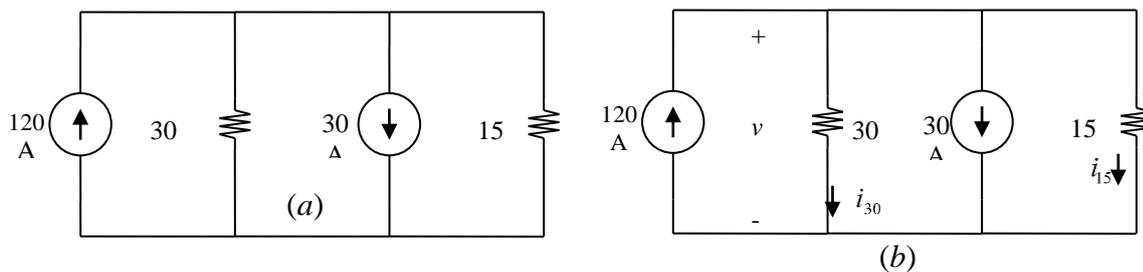
persamaan di atas dipecahkan untuk i , sehingga

$$i = \frac{V_{s1} + V_{s2}}{R_1 + R_2}$$

ketika semua nilai di ruas kanan diketahui maka nilai i juga bisa diketahui. Tegangan atau arus yang diasosiasikan dengan setiap elemen, dapat ditentukan dengan menggunakan $V = Ri$, $P = Vi$, atau $p = i^2 R$.

b. Rangkaian Pasangan Simpul Tunggal

Padanan dari rangkaian yang mempunyai satu jalan tertutup (rangkaian berloop tunggal) yang dibicarakan di atas adalah rangkaian pasangan simpul tunggal di mana sembarang banyaknya elemen sederhana dihubungkan di antara pasangan simpul yang sama. Satu contoh rangkaian seperti itu diperlihatkan di dalam Gambar 1.9. Kedua sumber tegangan dan nilai konduktansi diketahui, sekarang akan dicari tegangan, arus, dan daya yang diasosiasikan dengan setiap elemen sekali lagi.



Gambar 1.9. Rangkaian Pasangan

a) Sebuah rangkaian pasangan simpul tunggal.

(b) Tegangan dan kedua arus ditetapkan

Langkah kita yang pertama sekarang adalah menganggap adanya tegangan yang melintasi setiap elemen, dan menetapkan sebarang kebutuhan referensi. Maka hukum tegangan Kirchhoff memaksa kita untuk mengakui bahwa tegangan yang melintasi setiap cabang adalah sama karena sebuah



lintasan tertutup melalui setiap cabang dari satu simpul ke simpul yang lain dan kemudian dilengkapi melalui setiap cabang lain. Tegangan total sebesar nol menghendaki tegangan yang identik melintasi setiap elemen. Kita katakan bahwa elemen-elemen yang mempunyai tegangan bersama melalui elemen-elemen tersebut dihubungkan secara *paralel*. Kita namai tegangan ini V dan memilihnya sebarang, seperti diperlihatkan di dalam Gambar 1.9*b*. Dua arus, yang mengalir di dalam tahanan, kemudian dipilih sesuai dengan konvensi yang didapatkan dengan hukum Ohm. Arus-arus ini diperlihatkan juga di dalam Gambar 1.9*b*.

Langkah ketiga di dalam analisis rangkaian percabangan tunggal adalah pemakaian hukum arus Kirchhoff pada salah satu dari kedua percabangan di dalam rangkaian tersebut. Biasanya lebih jelas untuk memakaikannya kepada percabangan di mana ditetapkan referensi tegangan positif, dan karena itu kita akan menyamakan jumlah aljabar arus yang meninggalkan percabangan atas dengan nol,

$$-120 + i_{30} + 30 + i_{15} = 0$$

Akhirnya, arus di dalam tiap tahanan dinyatakan di dalam V dan konduktansi tahanan menurut hukum Ohm,

$$i_{30} = 30v \quad \text{dan} \quad i_{15} = 15v$$

dan kita dapatkan

$$-120 + 30v + 30 + 15v = 0$$

jadi,

$$v = 2 \text{ V}$$

$$i_{30} = 60 \text{ A} \quad \text{dan} \quad i_{15} = 30 \text{ A}$$

Harga nilai-nilai dari daya yang diserap sekarang didapat dengan mudah. Di dalam kedua tahanan tersebut,

$$p_{30} = 30(2)^2 = 120 \text{ W} \quad p_{15} = 15(2)^2 = 60 \text{ W}$$

dan untuk kedua sumber,



$$p_{120A} = 120(-2) = -240 \text{ W} \quad p_{30A} = 30(2) = 60 \text{ W}$$

Jadi, sumber tegangan yang lebih besar memberi 240 W kepada ketiga elemen lain di dalam rangkaian, dan hukum kekekalan energi pun dibutuhkan lagi.

4. Alat Ukur Listrik

Besaran listrik seperti arus, tegangan, daya tidak dapat secara langsung kita amati dengan panca indera. Untuk memungkinkan pengukuran maka besaran listrik ditransformasikan melalui suatu fenomena fisis yang memungkinkan pengamatan dengan panca indera. Misalnya besaran listrik arus ditransformasikan melalui suatu fenomena fisis ke dalam besaran mekanis. Perubahan tersebut bisa berupa suatu rotasi melalui suatu sumbu tertentu. Besar sudut rotasi tersebut berhubungan langsung dengan besaran arus listrik yang akan kita amati, sehingga dengan demikian maka pengukuran dikembalikan menjadi pengukuran terhadap suatu perputaran dan besar sudut menjadi ukuran besaran listrik yang akan diukur. Hal ini adalah lazim untuk suatu pengukuran arus dan alat ukur yang digunakan disebut sebagai “pengukur ampere”. Kumpulan dari peralatan listrik yang bekerja atas dasar prinsip-prinsip tersebut di sebut sebagai alat ukur listrik.

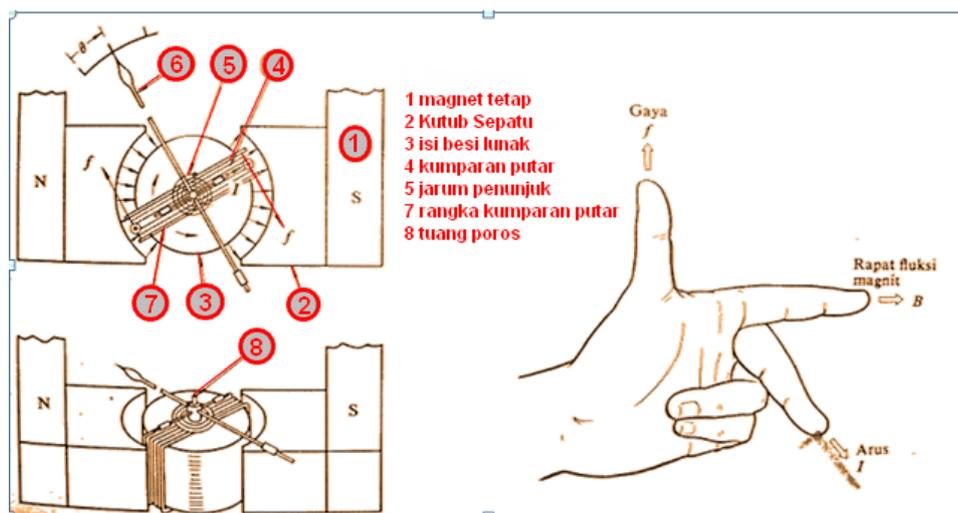
Alat ukur digunakan mengamati besar arus yang di maksud. Di samping besaran arus, masih banyak lagi besaran listrik lainnya seperti tegangan, daya, energi dan frekuensi. Berdasarkan cara kerja dan susunannya, jenis alat ukur listrik dapat digolongkan menjadi; jenis kumparan putar; jenis besi putar; jenis induksi dan jenis termokopel.

a. Jenis-Jenis Alat Ukur

1) Jenis Kumparan Putar

Jenis kumparan putar adalah alat ukur yang bekerja berdasarkan atas prinsip dari adanya suatu kumparan listrik yang ditempatkan pada medan magnet, yang berasal dari suatu magnet permanen. Arus yang dialirkan melalui kumparan akan menyebabkan kumparan tersebut berputar. Alat ukur jenis kumparan putar adalah alat ukur penting yang dipakai untuk bermacam arus, tidak hanya untuk arus

searah, akan tetapi dapat juga dipakai untuk arus bolak balik. Pemakaian alat ukur jenis ini sudah sangat luas mulai dari alat-alat ukur yang ada di laboratorium sampai pada alat-alat ukur yang ditempatkan di pusat-pusat pembangkit listrik. Prinsip kerja dari alat ukur jenis kumparan putar dapat dilihat pada gambar 1.10.



Gambar 1.10. Prinsip kerja dan alat ukur jenis kumparan putar dan hukum tangan kiri Fleming

Pada gambar di atas diperlihatkan adanya magnet permanen yang mempunyai kutub-kutub dan di antara kutub-kutub tersebut ditempatkan suatu silinder inti besi. Silinder inti besi ditempatkan di atas di antara dua kutub magnet utara dan selatan, sehingga akan menyebabkan terjadinya medan magnet yang rata di antara celah udara yang terdapat antara kutub-kutub magnet dan silinder inti besi, yang masuk melalui kutub-kutub tersebut ke dalam silinder, secara radial sesuai dengan arah -arah panah. Dalam celah udara ini ditempatkan kumparan putar yang dapat berputar melalui sumbunya. Bila arus searah yang tidak diketahui besarnya mengalir melalui kumparan tersebut, suatu gaya elektromagnetik F yang mempunyai arah tertentu akan dikenakan pada kumparan putar, sebagai hasil interaksi antara arus dan medan magnet. Arah dari gaya F dapat ditentukan menurut ketentuan tangan dari Fleming (hukum tangan kiri Fleming).



Besar dari gaya ini akan dapat diturunkan dengan mudah. Nyatakanlah besar medan magnet dalam celah udara sebagai B , panjang kumparan sebagai a dan lebar kumparan sebagai b . Momen putar T_D dapat dinyatakan sebagai:

$$T_D = Bnab I \dots\dots\dots(1)$$

Bila n menyatakan banyaknya lilitan dari kumparan putar.

Pada setiap ujung dari pada sumbu tiang porosnya, ditempatkan pegas yang salah satu ujungnya melekat padanya, sedangkan ujung yang lain pada dasar yang tetap. Setiap pegas akan memberikan gaya reaksinya yang berbanding lurus dengan besar sudut rotasi dari sumbu dan berusaha untuk menahan perputaran. jadi dengan kata lain, pegas memberikan pada sumbu moment T_C yang berlawanan arahnya dengan T_D , Bila konstanta pegas dinyatakan sebagai τ , maka besar T_C dapat dinyatakan sebagai:

$$T_C = \tau\theta \dots\dots\dots(2)$$

Bila sumbu tiang poros kumparan putar, berputar melalui sudut akhir sebesar θ_0 , maka dalam keadaan seimbang ini $T_D = T_C$, sehingga didapat persamaan sebagai berikut.

$$\tau\theta_0 = Bnab I,$$

dan dari sini,

$$\theta_0 = \frac{Bnab}{\tau} I \dots\dots\dots(3)$$

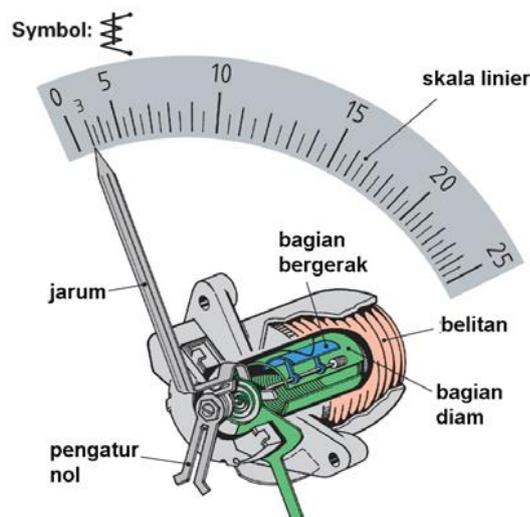
Dengan demikian maka sudut akhir θ_0 dari putaran sumbu yang menjadi tempat melekatnya jarum penunjuk di tentukan oleh persamaan 3. Besaran-besaran ($Bnab / \tau$) disebut sebagai konstanta alat ukur.

Pada umumnya, momen seperti T_D disebut momen penggerak dan alat yang menyebabkannya dikenal sebagai alat penggerak. Sedangkan momen T_C disebut momen pengontrol. Dengan berdasarkan kepada pengertian-pengertian ini, maka harga sudut rotasi akhir dari penunjuk, pada alat pengukur kumparan putar, ditentukan oleh hubungan antara momen penggerak dan momen pengontrol dan dinyatakan dengan persamaan 3.



2) Jenis Besi Putar

Alat ukur jenis besi putar memiliki anatomi yang berbeda dengan alat ukur jenis kumparan putar. Kontruksi dasar dari alat besi putar dapat dilihat pada Gambar 1.11. Pada gambar dapat dilihat bahwa sebuah belitan kawat diletakkan di dalam rongga tabung untuk menghasilkan medan elektromagnetik.



Gambar 1.11. Kontruksi dasar alat ukur besi putar

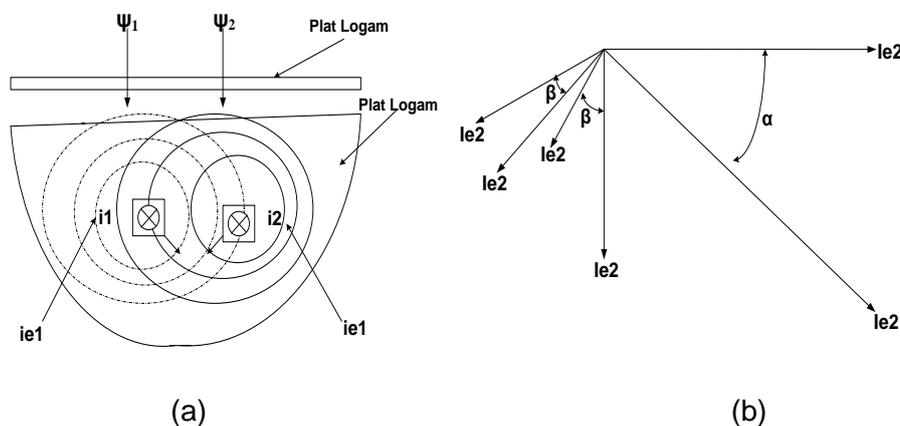
Di dalam rongga tabung dipasang sirip besi yang dihubungkan dengan poros dan jarum penunjuk skala meter. Jika arus melalui belitan kawat timbul elektromagnetik dan sirip besi akan bergerak mengikuti hukum tarik menarik medan magnet. Besarnya simpangan jarum sebanding dengan kuadrat arus yang melewati belitan skala meteran.

3) Jenis Induksi

Alat ukur jenis induksi mempunyai sistem perputaran sederhana dan kokoh, serta mudah untuk dibuat sebagai alat ukur dengan sudut penunjukkan yang lebar. Suatu aspek yang lain dari alat ukur induksi ini, adalah kemungkinan didapatkannya momen putar yang relatif besar. Akan tetapi alat ukur ini penggunaannya hanya untuk arus bolak-balik dan sebagai alat penunjuk, hanya dipergunakan pada panel-panel listrik. Alat ukur induksi dapat



diklasifikasikan dalam medan yang berputar atau medan yang bergerak, akan tetapi pada pokok bahasan kali ini hanya tipe medan bergerak yang akan di bahas. Prinsip kerja alat ukur jenis induksi dapat dijelaskan dengan gambar 1.12. Terdapat fluksi-fluksi magnetik ψ_1 dan ψ_2 yang mempunyai bentuk gelombang sinus dengan frekuensi yang sama f dan masuk dalam suatu kepingan logam secara parallel. Antara fluksi-fluksi ψ_1 dan ψ_2 terdapat suatu beda fase dan ψ_1 tertinggal terhadap ψ_2 sebesar sudut fasa α . Fluksi – fluksi bolak-balik ψ_1 dan ψ_2 akan membangkitkan tegangan-tegangan V_1 dan V_2 di dalam kepingan logam, yang akan menyebabkan terjadinya arus-arus putar di dalam logam tersebut yang dinyatakan sebagai i_{e1} dan i_{e2} . Kemudian bila $\omega=2\pi f$ maka besar V_1 akan berbanding lurus dengan $\omega\psi_1$ yang mempunyai sudut fasa ketinggalan terhadap ψ_1 sebesar 90° . Besar i_{e1} berbanding lurus terhadap V_1 dan mempunyai fasa ketinggalan terhadap V_1 dengan sudut sebesar β . Jadi besar i_{e1} berbanding lurus dengan $\omega\psi_1$ mempunyai sudut fasa terhadap ψ_1 ketinggalan dengan sudut fasa sebesar $(90^\circ + \beta)$. Demikian pula besar i_{e2} berbanding lurus dengan $\omega\psi_2$ dan sudut fasanya tertinggal terhadap ψ_2 dengan sudut fasa sebesar $(90^\circ + \beta)$.



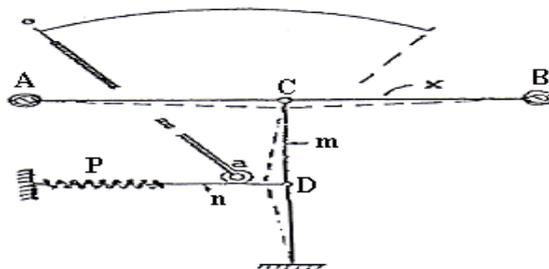
Gambar 1.12. Prinsip kerja alat ukur jenis induksi

Karena arus-arus putar i_{e1} dan i_{e2} memotong medan magnet atau fluksi fluksi magnet ψ_1 dan ψ_2 seperti terlihat pada gambar 1.12, maka gaya-gaya elektromagnetis akan terjadi dan akan menyebabkan kepingan logam mendapatkan suatu gaya, yang terjadi sebagai hasil dari interaksi tersebut. Misalnya gaya elektromagnetis yang disebabkan oleh interaksi dari i_{e1} dan i_{e2}

adalah berbanding lurus dengan hasil kali dari i_{e1} dan i_{e2} . Akan tetapi perlu diperhatikan bahwa momen geraknya berbanding lurus dengan frekuensi, dengan demikian maka alat ukur ini, hanya dapat dipergunakan pada keadaan di mana frekuensinya dapat dianggap tetap, seperti dalam instalasi pada sistem tenaga listrik.

4) Jenis Termokopel

Apabila ada dua logam yang berlainan dihubungkan pada ujung-ujungnya sehingga membentuk suatu rangkaian. Bila perbedaan suhu terjadi pada dua titik hubung dari rangkaian ini, maka suatu gaya gerak listrik listrik dibangkitkan dalam rangkaian tersebut yang memungkinkan arus mengalir di dalamnya. Elemen yang demikian ini di sebut termokopel dan gaya gerak listrik yang dibangkitkan disebut gaya gerak listrik thermis (GGL thermis). Alat ukur thermocouple menggunakan thermocouple seperti dimaksud di atas, mengkonversikan arus bolak-balik atau arus searah atau pula tegangan yang akan diukur, menjadi tegangan searah dan diukur melalui suatu alat ukur kumparan putar.



Gambar 1.13. Prinsip kerja alat ukur termokopel

Keterangan :

A & B = baut terminal	m = kawat penarik
C = tempat pengikat	n = tali penarik
D = ikatan tali	x = kawat panas
P = pegas	a = poros penggulung

Pada Gambar 1.13 di atas menjelaskan prinsip kerja alat ukur jenis termokopel. Jika sepotong kawat logam dialiri arus listrik yang cukup besar, kawat tersebut akan menjadi panas dan akan memuai (menjadi lebih



panjang). Pemuaian tersebut digunakan untuk menggerakkan jarum petunjuk. Sepotong kawat logam campuran dari logam platina dan iridium direntangkan pada A-B. Pada waktu $I = 0$ jarum petunjuk tepat di tengah-tengah (angka 0). Jika alirkan arus searah, kawat A – B menjadi memuai dan jarum tidak menunjuk 0, tetapi menyimpang kearah kanan. Hal ini disebabkan karena kawat A – B menjadi lebih panjang dan ditarik oleh pegas sehingga memutar poros jarum. Baik arus searah tersebut mengalir dari A – B maupun dari B ke A jarum tetap menyimpang kearah kanan, ini berarti prinsip ini dapat dipakai untuk arus searah dan bolak-balik.

b. Macam - Macam Alat Ukur Listrik dan Fungsinya.

Alat ukur listrik merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besaran-besaran listrik seperti hambatan listrik (R), kuat arus listrik (I), beda potensial listrik (V), daya listrik (P), dan lainnya. Terdapat dua jenis alat ukur yaitu **alat ukur analog** dan **alat ukur digital**. Berikut adalah macam-macam alat ukur listrik:

1) Amperemeter

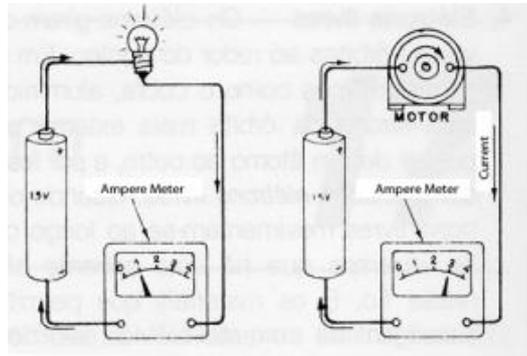
Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik baik untuk DC maupun AC yang ada dalam rangkaian tertutup. Amperemeter dipasang secara seri dengan beban listrik. Jika kita akan mengukur arus yang melewati penghantar dengan menggunakan Amperemeter maka harus kita pasang secara seri dengan cara memotong penghantar agar arus yang mengalir ke beban listrik melewati Amperemeter.



Gambar 1.14. Amperemeter DC

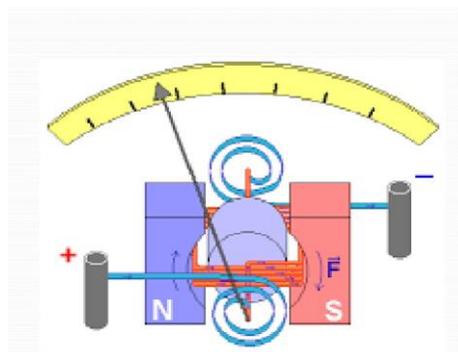


Gambar 1.15. Amperemeter AC



Gambar 1.16. Cara mengukur arus dengan Amperemeter

Bagian terpenting dari suatu Amperemeter adalah galvanometer. Galvanometer bekerja dengan prinsip gaya tolak dan gaya tarik antara medan magnet permanen dan kumparan berarus. Galvanometer dapat digunakan langsung untuk mengetahui adanya arus listrik. Semakin besar arus yang melewati kumparan pada galvanometer maka akan semakin besar simpangan pada jarum galvanometer tersebut.



Gambar 1.17. Galvanometer

Amperemeter terdiri dari galvanometer yang dihubungkan paralel dengan resistor yang mempunyai hambatan rendah. Tujuannya adalah untuk menaikkan batas ukur amperemeter. Hasil pengukuran akan dapat terbaca pada skala yang ada pada amperemeter. Alat ini sering digunakan oleh teknisi elektronik yang biasanya menjadi satu dalam multimeter atau Avometer. Avometer adalah singkatan dari Amperemeter, Voltmeter dan Ohmmeter.

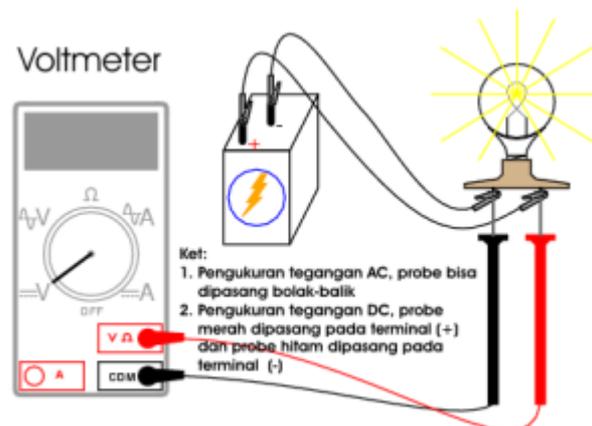


2) Voltmeter

Voltmeter adalah alat untuk mengukur besar tegangan listrik dalam suatu rangkaian listrik. Voltmeter disusun secara paralel terhadap komponen beban yang diukur dalam rangkaian. Alat ini terdiri dari tiga lempengan tembaga yang terpasang pada sebuah *bakelite* yang dirangkai dalam sebuah tabung kaca atau plastik. Lempengan luar berperan sebagai anoda sedangkan yang di tengah sebagai katoda. Umumnya tabung tersebut berukuran 15 x 10 cm (tinggi x diameter).



Gambar 1.18. Voltmeter



Gambar 1.19. Cara mengukur tegangan dengan Voltmeter

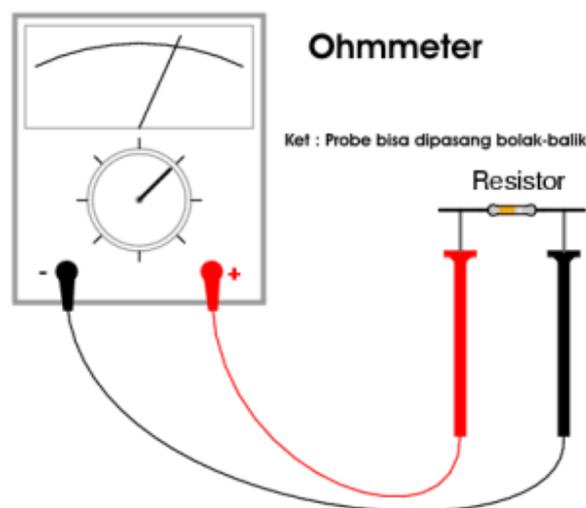
3) Ohm-meter

Ohm-meter adalah alat untuk mengukur hambatan listrik, yaitu daya untuk menahan mengalirnya arus listrik dalam suatu konduktor. Besarnya hambatan yang diukur oleh alat ini dinyatakan dalam ohm. Alat ohm-meter ini menggunakan galvanometer untuk mengukur besarnya arus listrik yang lewat pada suatu hambatan listrik (R), yang kemudian dikalibrasikan ke

satuan ohm. Bentuk dan cara penggunaan alat ukur hambatan ini dapat dilihat pada Gambar 1.20.



Gambar 1.20. Ohm-meter



Gambar 1.21. Cara mengukur hambatan dengan menggunakan Ohm-meter

4) Multitester Analog/Digital

Multimeter adalah alat ukur yang multi fungsi. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur besaran listrik yang berupa tegangan (voltmeter), hambatan (ohm-meter), arus (amperemeter) AC dan arus DC. Ada dua kategori multimeter, yaitu multimeter digital atau DMM (digital multi-meter) untuk yang baru dan lebih akurat hasil pengukurannya, dan multimeter analog. Masing-masing kategori dapat mengukur arus listrik AC, maupun DC.



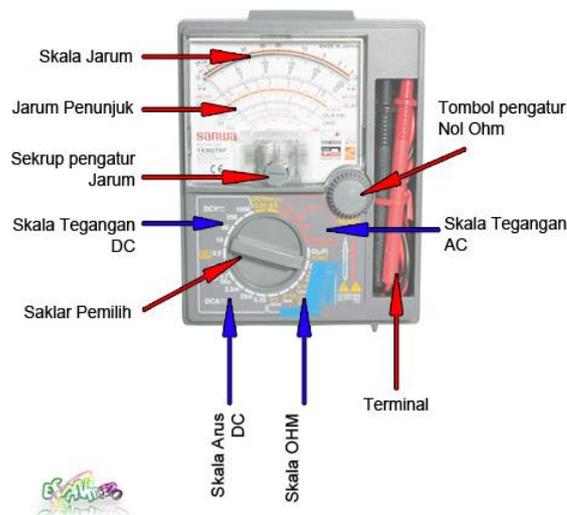
Gambar 1.22. Multimeter Digital



Gambar 1.23. Multimeter Analog

Karena dapat mengukur beberapa besaran listrik, fungsi dari alat ukur ini ditentukan dengan posisi saklar pemilih yang ada. Sebelum melakukan pengukuran pastikan posisi saklar pemilih berada pada skala besaran yang sesuai dengan besaran listrik yang akan diukur.

Misalnya: ketika akan mengukur nilai suatu hambatan, maka letakkan saklar pemilihnya pada posisi skala Ohm baru kita hubungkan probe dari multimeter kehambatan yang akan kita ukur.



Gambar 1.24. Bagian-bagian Multimeter



5) Megger

Megger adalah alat ukur yang dipergunakan untuk mengukur tahanan isolasi dari alat-alat listrik maupun instalasi-instalasi listrik, output dari alat ukur ini umumnya adalah tegangan tinggi arus searah. Alat ukur ini banyak digunakan petugas dalam mengukur tahanan isolasi antara lain untuk:

- a. Kabel instalasi pada rumah-rumah/bangunan
- b. Kabel tegangan tinggi.
- c. Kabel tegangan rendah
- d. Transformator
- e. Kumparan stator motor Listrik



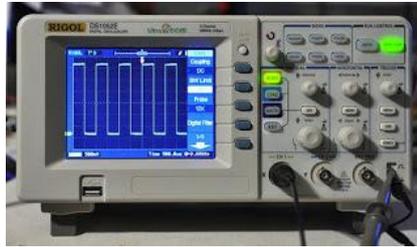
Gambar 1.25. Megger

6) Osiloskop

Osiloskop adalah alat ukur yang dapat menunjukkan bentuk dari sinyal listrik yang diukur yaitu dengan menunjukkan grafik dari tegangan terhadap waktu pada layarnya. Ini sama dengan penggambaran pada layar televisi. Osiloskop terdiri dari tabung vakum dengan sebuah katoda (*electrode negative*) pada satu sisi yang menghasilkan pancaran elektron dan sebuah anoda (*electrode positive*) untuk mempercepat gerakannya sehingga jatuh tertuju pada layar tabung. Elektron-elektron disebut merupakan pancaran sinar katoda sebab mereka dibangkitkan oleh katoda dan ini menyebabkan oscilloscope disebut secara lengkap dengan **cathode ray oscilloscope** atau **CRO**. Sama dengan multimeter alat ukur ini juga mempunyai dua kategori yaitu osiloscope digital, untuk yang baru dan lebih akurat hasil



pengukurannya, dan osiloscope analog. Masing-masing kategori dapat mengukur arus listrik AC, maupun DC.



Gambar 1.26. Osiloskop

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang diharapkan saat mempelajari modul ini adalah peserta diklat dapat antusias mengeksplorasi pengalaman dirinya saat membelajarkan topik listrik arus searah pada peserta didik di sekolah, baik pada saat menemukan masalah dan bagaimana cara menyelesaikannya. Peserta diklat diharapkan dapat aktif berdiskusi, bekerjasama dan bertanggungjawab dalam menyelesaikan lembar kerja/ kasus/latihan/tugas di modul ini.

Lembar Kerja: LK.F1.01

HUKUM KIRCHHOFF

Tujuan

Menyelidiki hubungan kuat arus dalam rangkaian seri dan paralel, dan tegangan yang terjadi dalam suatu rangkaian tertutup.

II. Alat dan Bahan

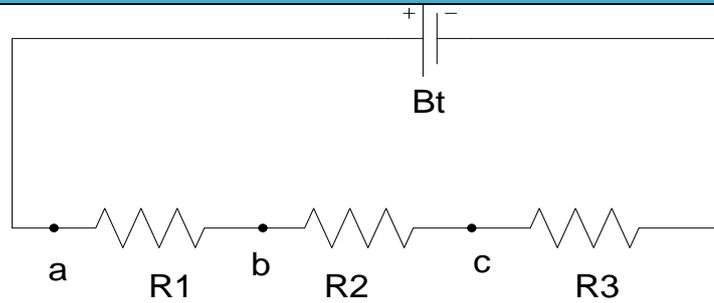
- 1 buah multimeter
- 3 buah hambatan yang berbeda nilainya
- kabel-kabel penghubung
- batu baterai (bt)

III. Percobaan/Prosedur

- a. Buat rangkaian seperti pada gambar dibawah ini.



Lembar Kerja: LK.F1.01



1. Ukur kuat arus di titik a, b, dan c.

$$I_a = \dots\dots\dots \text{ A}, \quad I_b = \dots\dots\dots \text{ A}, \quad I_c = \dots\dots\dots \text{ A}.$$

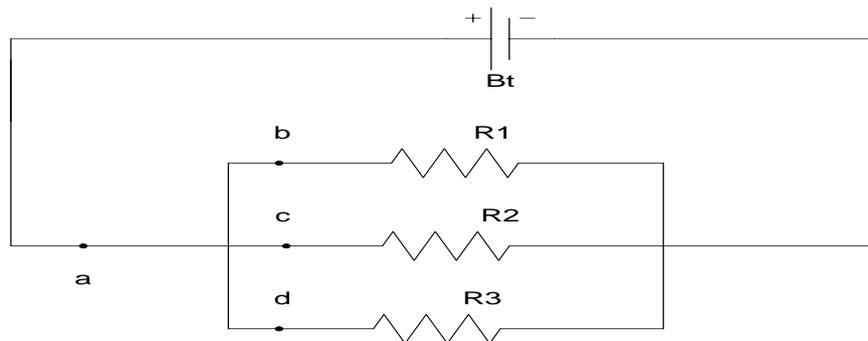
2. Ukur tegangan di R_1 , R_2 , dan R_3 .

$$V_{R1} = \dots\dots\dots \text{ V}, \quad V_{R2} = \dots\dots\dots \text{ V}, \quad V_{R3} = \dots\dots\dots \text{ V}.$$

3. Perhatikan tegangan dari Bt.

$$V_{Bt} = \dots\dots\dots \text{ V}.$$

b. Buatlah rangkaian seperti gambar di bawah ini.



4. Ukur kuat arus di titik a, b, dan c.

$$I_a = \dots\dots\dots \text{ A}, \quad I_b = \dots\dots\dots \text{ A}, \quad I_c = \dots\dots\dots \text{ A}, \quad I_d = \dots\dots\dots \text{ A},$$

5. Ukur tegangan di R_1 , R_2 , dan R_3 .

$$V_{R1} = \dots\dots\dots \text{ V}, \quad V_{R2} = \dots\dots\dots \text{ V}, \quad V_{R3} = \dots\dots\dots \text{ V}.$$

6. Perhatikan tegangan dari Bt.

$$V_{Bt} = \dots\dots\dots \text{ V}.$$

Pertanyaan

- 1) Perhatikan data no. 1.
 - a. Bagaimanakah kuat arus yang melalui setiap hambatan dalam hubungan seri ?



Lembar Kerja: LK.F1.01

- 2) Perhatikan data no. 2 dan 3.
 - a. Jumlahkan V_{R1} , V_{R2} dan V_{R2} . kemudian hasil penjumlahannya bandingkan dengan tegangan dari batu baterai (bt)
 - b. Bagaimana hasil perbandingan itu ? tuliskan dalam bentuk persamaan !
- 3) Perhatikan data no. 4.
 - a. Samakah kuat arus yang melalui setiap hambatan ?
 - b. Jumlahkan I_b , I_c dan I_d , kemudian bandingkan dengan I_a .
Tuliskan hasilnya dalam sebuah persamaan !
- 4) Perhatikan data no. 5 dan 6.
 - a. Bagaimanakah tegangan pada setiap hambatan itu ?
 - b. Bandingkan tegangan pada setiap hambatan dengan tegangan pada batu baterai. Tuliskan dalam bentuk persamaan !.

IV. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

E. Latihan/Kasus/Tugas

E.1 Latihan Soal

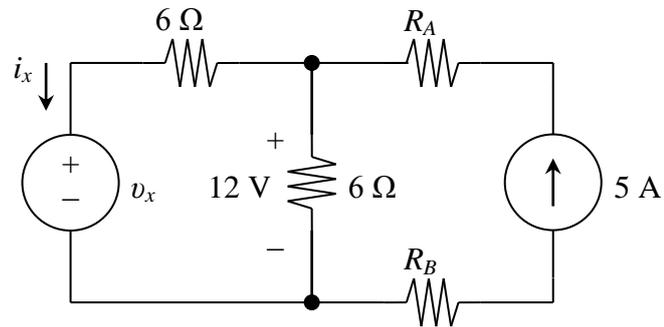
Setelah mempelajari materi Rangkaian Arus Searah, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja anda tepat waktu sesuai jadwal yang telah disepakati!

❖ Jawablah Pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

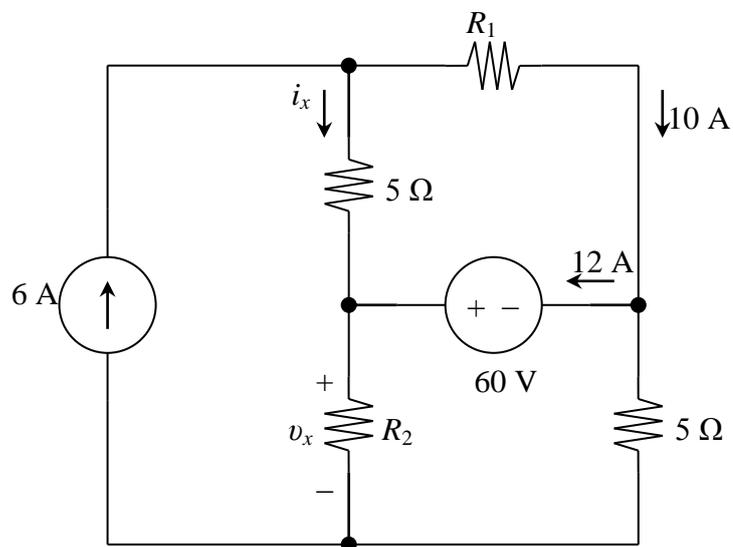
1. Tentukan jumlah cabang dan simpul pada tiap rangkaian pada Gambar (a), (b), dan (c)

Tentukan i_x pada tiap rangkaian pada Gambar (a), (b), dan (c).

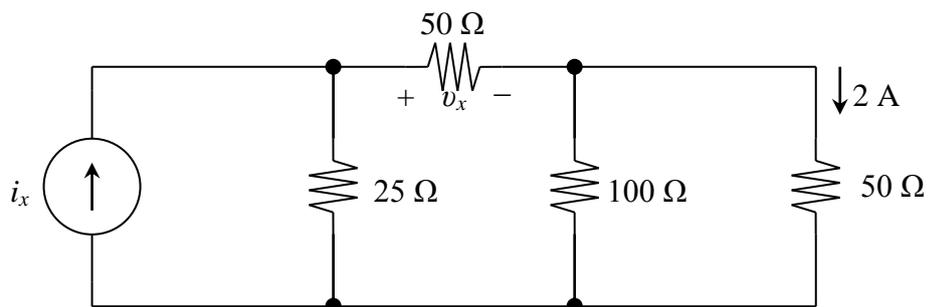
Tentukan v_x pada tiap rangkaian pada Gambar (a), (b), dan (c)



(a)



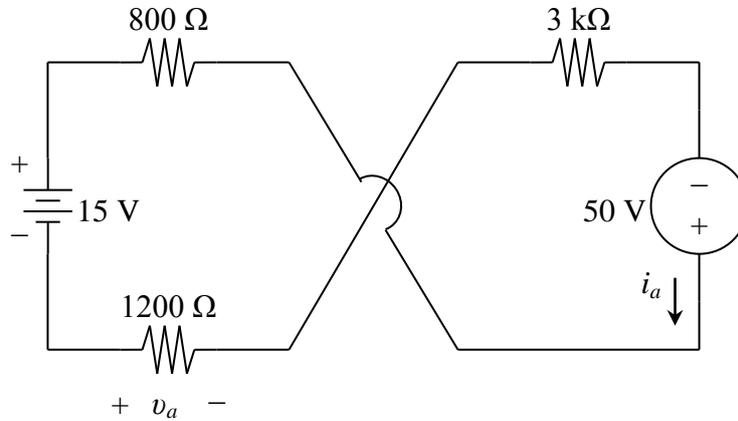
(b)



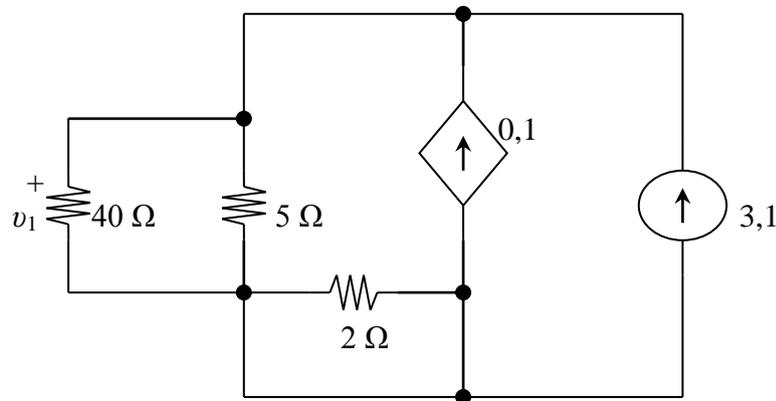
(c)



2. Untuk rangkaian yang diperlihatkan di dalam Gambar di bawah ini, tentukan : (a) i_a ; (b) v_a ; (c) daya yang diberikan oleh batere 15 V.



3. Untuk rangkaian pasangan-simpul-tunggal yang ditunjukkan pada Gambar di bawah ini, carilah daya yang diserap oleh masing-masing dari kelima elemen.



E2. TUGAS MENGEMBANGKAN SOAL

Pada tugas pengembangan soal ini Anda diminta untuk membuat soal USBN berdasarkan kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Soal yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan oleh sekolah Anda (Kurikulum 2006 atau Kurikulum 2013) dengan materi sesuai dengan materi yang dibahas pada Kegiatan Pembelajaran 1 ini.



Prosedur Kerja

1. Bacalah secara cermat modul Pembinaan Karir guru untuk Kelompok Kompetensi F bagian Profesional.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 1 dan 2.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 3. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTs.
6. Kembangkan soal Pilihan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
7. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.
8. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 4 dan 5
9. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda bisa menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 6 dan 7.

F. Rangkuman

Arus listrik, I , mengacu ke laju aliran muatan listrik dan diukur dalam ampere (A). $1A$ sama dengan aliran $1 C/det$ melalui satu titik tertentu. Hukum Ohm menyatakan bahwa arus pada konduktor yang baik sebanding dengan beda potensial yang diberikan ke kedua ujungnya. Konstanta pembanding tersebut disebut hambatan R dari bahan yang bersangkutan, sehingga :

$$V = I R$$

Satuan hambatan adalah Ohm (Ω), dimana $1\Omega = 1 V/A$

Pada temperatur yang sangat rendah, beberapa bahan tertentu menjadi superkonduksi, yang berarti hambatan listriknya sama dengan nol.



Arus listrik bisa berupa arus searah (DC), dimana arus tetap tidak berubah pada satu arah; atau bisa berupa arus bolak balik (AC), dimana arus berganti arah dengan dengan frekuensi tertentu.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat menghitung tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika hasil pencapaian Anda sudah melebihi 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya. Namun jika hasil pencapaian Anda masih kurang dari 85%, jangan berputus asa silahkan ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran ini secara mandiri atau bekerjasama dengan teman anda yang belum tuntas.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

KAPASITANSI DAN DIELEKTRIK

Pada bagian ini akan diuraikan tentang kapasitor, yaitu suatu alat yang dapat menyimpan muatan listrik. Kapasitor banyak digunakan dalam berbagai rangkaian listrik, misalnya untuk memilih atau mengatur frekuensi pada alat penerima (radio), sebagai filter dalam alat catu daya, untuk menghilangkan loncatan bunga api listrik dalam sistem pembakaran otomobil dan lain-lain. Pada prinsipnya kapasitor terdiri dari dua keping konduktor dengan muatan sama tetapi berlawanan tandanya. Kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan diukur dengan besaran yang disebut dengan kapasitansi. Besarnya kapasitansi suatu kapasitor tergantung pada bentuk geometri dan bahan yang memisahkan kedua konduktor yang dinamakan dielektrik.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini melalui diskusi kelompok, eksperimen dan kerjasama dengan penuh tanggungjawab peserta diklat dapat:

1. Menjelaskan konsep kapasitansi, dielektrik dan berbagai rangkaian kapasitor
2. Menentukan kapasitansi pelat paralel, silinder dan kapasitor bola.
3. Menerapkan pengaruh penggunaan bahan dielektrik pada kapasitor pelat
4. Menghitung energi yang tersimpan dalam kapasitor

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai peserta diklat setelah mempelajari modul ini adalah dapat:

1. Menjelaskan konsep kapasitansi dan dielektrik.
2. Mendeskripsikan berbagai rangkaian kapasitor.



3. Menentukan kapasitansi pelat paralel, silinder dan kapasitor bola.
4. Menerapkan pengaruh penggunaan bahan dielektrik pada kapasitor pelat.
5. Menghitung energi yang tersimpan dalam kapasitor.

C. Uraian Materi

1. Dielektrik dan Penggunaannya pada Kapasitor

Dielektrik adalah suatu bahan yang memiliki daya hantar arus yang sangat kecil atau bahkan hampir tidak ada. Bahan dielektrik dapat berwujud padat, cair dan gas. Tidak seperti konduktor, pada bahan dielektrik tidak terdapat elektron-elektron konduksi yang bebas bergerak di seluruh bahan oleh pengaruh medan listrik. Medan listrik tidak akan menghasilkan pergerakan muatan dalam bahan dielektrik. Sifat inilah yang menyebabkan bahan dielektrik itu merupakan isolator yang baik. Dalam bahan dielektrik, semua elektron-elektron terikat dengan kuat pada intinya sehingga terbentuk suatu struktur regangan (*lattices*) benda padat, atau dalam hal cairan atau gas, bagian-bagian positif dan negatifnya terikat bersama-sama sehingga tiap aliran massa tidak merupakan perpindahan dari muatan. Karena itu, jika suatu dielektrik diberi muatan listrik, muatan ini akan tinggal terlokalisasi di daerah di mana muatan tadi ditempatkan.

Masing-masing jenis dielektrik memiliki fungsi antara lain:

- a. Untuk mengisolasi antara penghantar dengan penghantar yang lain. Misalnya antara konduktor fasa dengan konduktor fasa, atau konduktor fasa dengan tanah.
- b. Menahan gaya mekanis akibat adanya arus pada konduktor yang diisolasi.
- c. Mampu menahan tekanan yang diakibatkan panas dan reaksi kimia.

Agar dielektrik mampu menjalankan tugasnya dengan baik maka dielektrik harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut.

- a. Mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi, agar dimensi sistem isolasi menjadi kecil dan penggunaan bahan dielektrik semakin sedikit, sehingga harganya semakin murah.



- b. Rugi-rugi dielektrik yang rendah, agar suhu bahan isolasi tidak melebihi batas yang ditentukan.
- c. Memiliki kekuatan kerak tinggi, agar tidak terjadi erosi karena tekanan elektrik permukaan.
- d. Memiliki konstanta dielektrik yang tepat dan cocok, sehingga membuat arus pemuatan tidak melebihi yang diijinkan.
- e. Kemampuan menahan panas tinggi (daya tahan panas).
- f. Kerentanan terhadap perubahan bentuk pada keadaan panas.
- g. Konduktivitas panas yang tinggi.
- h. Koefisien muai panas yang rendah.
- i. Tidak mudah terbakar.
- j. Tahan terhadap busur api.
- k. Daya serap air yang rendah.

Tetapi dalam prakteknya tidak ada dielektrik yang mampu memenuhi semua syarat-syarat diatas. Sehingga diperlukan kompromi tentang sifat-sifat apa saja yang lebih diutamakan.

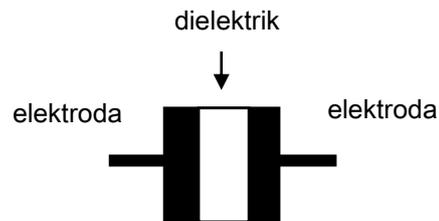
2. Kapasitansi (Kapasitas Kapasitor)

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867). Satuan kapasitor disebut Farad (F). Satu Farad = $9 \times 10^{11} \text{ cm}^2$ yang artinya luas permukaan kepingan tersebut.

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, dan gelas. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif,



karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.

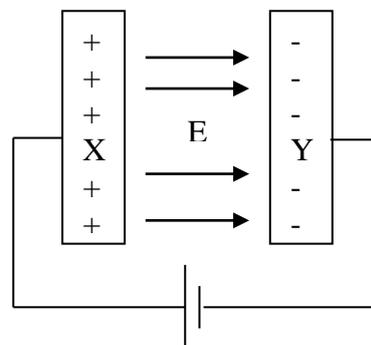


Gambar 2.1. Prinsip dasar kapasitor

Kapasitor (kondensator) terdiri dari dua keping konduktor yang dipisahkan oleh isolator (zat dielektrikum). Kapasitor berfungsi untuk:

- menyimpan muatan atau energi listrik
- digunakan dalam rangkaian penala, berfungsi untuk memilih panjang gelombang pada pesawat radio
- menghindari loncatan listrik pada rangkaian yang mengandung kumparan jika tiba-tiba arus listrik putus.
- meratakan arus listrik pada rangkaian catu daya (memisahkan arus bolak-balik menjadi arus searah)
- mengontrol frekuensi pada rangkaian osilator
- penghubung (*coupling*) dan penyimpang arus (*bypass*)

Proses pengisian kapasitor dilakukan dengan menghubungkan kedua keping (pelat) kapasitor dengan ujung-ujung sumber tegangan. Perhatikan Gambar 2.2 di bawah ini



Gambar 2.2. Pengisian kapasitor



Kutub positif baterai akan menarik elektron dari pelat X kapasitor dan memindahkan ke pelat Y, sehingga jumlah muatan positif pada pelat X sama dengan jumlah muatan negatif pada pelat Y kapasitor. Pada keadaan ini kapasitor dikatakan diisi dengan muatan. Proses pengisian kapasitor berlangsung sangat cepat. Sedangkan proses pengosongan kapasitor yang telah bermuatan listrik dilakukan dengan cara menghubungkan kedua pelat kapasitor melalui kawat atau resistor. Elektron dari plat negatif akan mengalir menuju plat positif, sebaliknya arus listrik mengalir dari pelat positif menuju plat negatif. Keadaan ini terjadi sampai kedua muatan saling menetralkan. Hal tersebut terjadi karena kedua muatan pada pelat kapasitor sama besar namun berlawanan jenis.

Kemampuan sebuah kapasitor untuk menyimpan muatan listrik biasa disebut dengan kapasitansi. Besarnya kapasitas sebuah kapasitor dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$C = \frac{q}{V}$$

dengan:

q = muatan yang tersimpan dalam kapasitor (C)

V = beda potensial (V)

C = kapasitas-kapasitor (Farad = F)

Kapasitor yang kita kenal ada 3 jenis, yaitu kapasitor kertas, kapasitor logam (elco) dan kapasitor elektrolit. Masing-masing jenis kapasitor tersebut mempunyai kapasitas yang berbeda-beda, disesuaikan dengan cara merangkai dua buah lempengan di dalamnya. Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Artinya semakin besar nilai kapasitansi (C) semakin besar pula muatan atau energi yang dapat disimpan sebuah kapasitor.

Coulombs pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb = 6.25×10^{18} elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan



1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulomb. Dengan rumus dapat ditulis:

$$Q = C V \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan : Q = muatan elektron dalam C (coulomb)

C = nilai kapasitansi dalam F (farad)

V = besar tegangan dalam V (volt)

Dalam praktek pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas area plat metal (A), jarak (t) antara kedua plat metal (tebal dielektrik) dan konstanta (k) bahan dielektrik. Dengan rumus dapat di tulis sebagai berikut:

$$C = (8.85 \times 10^{-12}) (k A/t) \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Berikut adalah tabel contoh konstanta (k) dari beberapa bahan dielektrik yang disederhanakan.

Tabel 2.1 Konstanta bahan (k)

Udara vakum	k = 1
Aluminium oksida	k = 8
Keramik	k = 100 - 1000
Gelas	k = 8
Polyethylene	k = 3

Untuk rangkaian elektronik praktis, satuan farad adalah sangat besar sekali.

Umumnya kapasitor yang ada di pasaran memiliki satuan: μ F, nF dan pF.

1 Farad = 1.000.000 μ F (mikro Farad)

1 μ F = 1.000.000 pF (piko Farad)

1 μ F = 1.000 nF (nano Farad)

1 nF = 1.000 pF (piko Farad)

1 pF = 1.000 $\mu\mu$ F (mikro-mikro Farad)

1 μ F = 10^{-6} F

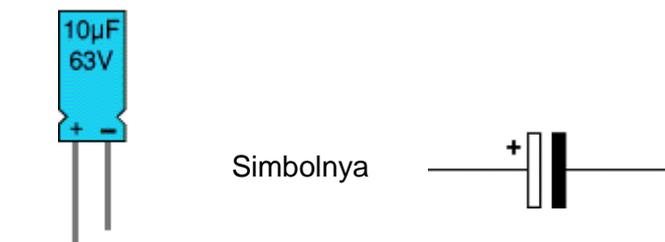


$$1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$$

$$1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$$

Konversi satuan penting diketahui untuk memudahkan membaca besaran sebuah kapasitor. Misalnya $0.047\mu\text{F}$ dapat juga dibaca sebagai 47nF , atau contoh lain 0.1nF sama dengan 100pF .

Kondensator diidentikkan mempunyai dua kaki dan dua kutub yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit dan biasanya berbentuk tabung.



Gambar 2.3. Bentuk kapasitor dan simbolnya

Sedangkan jenis yang satunya lagi kebanyakan nilai kapasitasnya lebih rendah, tidak mempunyai kutub positif atau negatif pada kakinya, kebanyakan berbentuk bulat pipih berwarna coklat, merah, hijau dan lainnya seperti tablet atau kancing baju yang sering disebut kapasitor (*capacitor*).



Gambar 2.4. Bentuk kapasitor dan simbolnya.

3. Wujud dan Macam Kondensator

Berdasarkan kegunaannya kondensator di bagi menjadi:

1. Kondensator tetap (nilai kapasitasnya tetap tidak dapat diubah)
2. Kondensator elektrolit (Electrolit Condenser = Elco)
3. Kondensator variabel (nilai kapasitasnya dapat diubah-ubah)



Pada kapasitor yang berukuran besar, nilai kapasitansi umumnya ditulis dengan angka yang jelas. Lengkap dengan nilai tegangan maksimum dan polaritasnya. Misalnya pada kapasitor elco dengan jelas tertulis kapasitansinya sebesar $100\mu\text{F}$ 25v yang artinya kapasitor/ kondensator tersebut memiliki nilai kapasitansi $100\mu\text{F}$ dengan tegangan kerja maksimal yang diperbolehkan sebesar 25 volt.

Kapasitor yang ukuran fisiknya kecil biasanya hanya bertuliskan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka saja. Jika hanya ada dua angka, satuannya adalah *pF* (*pico farads*). Sebagai contoh, kapasitor yang bertuliskan dua angka 47, maka kapasitansi kapasitor tersebut adalah 47 pF. Jika ada 3 digit, angka pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan angka ke-3 adalah faktor pengali. Faktor pengali sesuai dengan angka nominalnya, berturut-turut 1 = 10, 2 = 100, 3 = 1.000, 4 = 10.000, 5 = 100.000 dan seterusnya.

Contoh:

104	105	222
$104 = 10 \times 10.000$ $= 100.000 \text{ pF}$ $= 100 \text{ nF}$	$105 = 10 \times 100.000$ $= 1.000.000 \text{ pF}$ $= 1.000 \text{ nF}$ $= 1 \mu\text{F}$	$222 = 22 \times 100$ $= 2.200 \text{ pF}$ $= 2,2 \text{ nF}$ atau $= 2\text{n}2$

Untuk kapasitor polyester nilai kapasitansinya bisa diketahui berdasarkan warna seperti pada resistor.

Tabel 2.2. Kode Warna Kapasitor

Warna	Nilai
Hitam	0
Coklat	1
Merah	2
Orange	3
Kuning	4
Hijau	5
Biru	6
Ungu	7
Abu-abu	8
Putih	9



Gambar 2.5. Kode warna pada kapasitor

Contoh:

coklat, hitam, orange

coklat	hitam	orange	Nilainya
1	0	3	103

$$\begin{aligned}
 103 &= 10 \times 1.000 \\
 &= 10.000 \text{ pF} \\
 &= 10 \text{ nF} = 0,01 \mu\text{F}
 \end{aligned}$$

4. Fungsi Kapasitor

Fungsi penggunaan kapasitor dalam suatu rangkaian:

- Sebagai kopling antara rangkaian yang satu dengan rangkaian yang lain (pada PS)
- Sebagai filter dalam rangkaian rectifier (Power Supply)
- Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian antenna
- Untuk menghemat daya listrik pada lampu neon
- Menghilangkan *bouncing* (loncatan api) bila dipasang pada saklar

5. Tipe Kapasitor

Kapasitor terdiri dari beberapa tipe, tergantung dari bahan dielektriknya. Untuk lebih sederhana dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kapasitor elektrostatis, elektrolitik dan elektrokimia. Berdasarkan bentuk konduktornya ada tiga macam kapasitor, yaitu: Kapasitor Plat Sejajar, Kapasitor Silinder, dan Kapasitor Bola.



a. Kapasitor Elektrostatik

Kapasitor electrostatik adalah kelompok kapasitor yang dibuat dengan bahan dielektrik dari keramik, film dan mika. Keramik dan mika adalah bahan yang popular serta murah untuk membuat kapasitor yang kapasitansinya kecil. Tersedia dari besaran pF sampai beberapa μF , yang biasanya untuk aplikasi rangkaian yang berkenaan dengan frekuensi tinggi. Termasuk kelompok bahan dielektrik film adalah bahan-bahan material seperti polyester (polyethylene terephthalate atau dikenal dengan sebutan mylar), polystyrene, polypropylene, polycarbonate, metalized paper dan lainnya.

Mylar, MKM, MKT adalah beberapa contoh sebutan merek dagang untuk kapasitor dengan bahan-bahan dielektrik film. Umumnya kapasitor kelompok ini adalah non-polar.

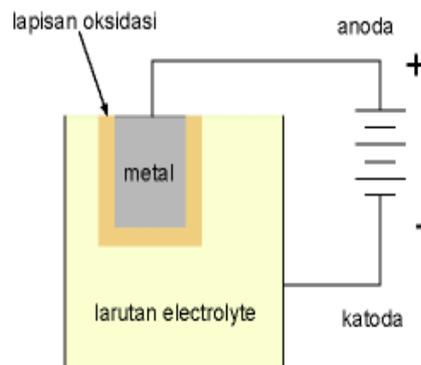
b. Kapasitor Elektrolitik

Kelompok kapasitor elektrolitik terdiri dari kapasitor-kapasitor yang bahan dielektriknya adalah lapisan metal-oksida. Umumnya kapasitor yang termasuk kelompok ini adalah kapasitor polar dengan tanda + dan - di badannya. Mengapa kapasitor ini dapat memiliki polaritas, adalah karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga terbentuk kutub positif anoda dan kutub negatif katoda.

Telah lama diketahui beberapa metal seperti tantalum, aluminium, magnesium, titanium, niobium, zirconium dan seng (zinc) permukaannya dapat dioksidasi sehingga membentuk lapisan metal-oksida (oxide film). Lapisan oksidasi ini terbentuk melalui proses elektrolisa, seperti pada proses penyepuhan emas. Elektroda metal yang dicelup ke dalam larutan elektrolit (sodium borate) lalu diberi tegangan positif (anoda) dan larutan electrolit diberi tegangan negatif (katoda). Oksigen pada larutan elektrolit terlepas dan mengoksidasi permukaan plat metal. Contohnya, jika digunakan Aluminium, maka akan terbentuk lapisan Aluminium-oksida (Al_2O_3) pada permukaannya.



Dengan demikian berturut-turut plat metal (anoda), lapisan-metal-oksidasi dan elektrolit (katoda) membentuk kapasitor. Dalam hal ini lapisan-metal-oksidasi sebagai dielektrik. Dari rumus (2) diketahui besar kapasitansi berbanding terbalik dengan tebal dielektrik. Lapisan metal-oksidasi ini sangat tipis, sehingga dengan demikian dapat dibuat kapasitor yang kapasitansinya cukup besar.



Gambar 2.6. Kapasitor Elco

Karena alasan ekonomis dan praktis, umumnya bahan metal yang banyak digunakan adalah aluminium dan tantalum. Bahan yang paling banyak dan murah adalah aluminium. Untuk mendapatkan permukaan yang luas, bahan plat Aluminium ini biasanya digulung radial. Sehingga dengan cara itu dapat diperoleh kapasitor yang kapasitansinya besar. Sebagai contoh 100uF, 470uF, 4700uF dan lain-lain, yang sering juga disebut kapasitor *e/co*.

Bahan elektrolit pada kapasitor tantalum ada yang cair tetapi ada juga yang padat. Disebut elektrolit padat, tetapi sebenarnya bukan larutan elektrolit yang menjadi elektroda negatif-nya, melainkan bahan lain yaitu manganese-dioksida. Dengan demikian kapasitor jenis ini bisa memiliki kapasitansi yang besar namun menjadi lebih ramping dan mungil. Selain itu karena seluruhnya padat, maka waktu kerjanya (*lifetime*) menjadi lebih tahan lama. Kapasitor tipe ini juga memiliki arus bocor yang sangat kecil. Jadi dapat dipahami mengapa kapasitor Tantalum menjadi relatif mahal.

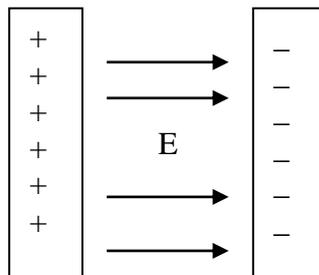


c. Kapasitor Elektrokimia

Satu jenis kapasitor lain adalah kapasitor electrochemical. Termasuk kapasitor jenis ini adalah battery dan accu. Pada kenyataannya battery dan accu adalah kapasitor yang sangat baik, karena memiliki kapasitansi yang besar dan arus bocor (*leakage current*) yang sangat kecil. Tipe kapasitor jenis ini juga masih dalam pengembangan untuk mendapatkan kapasitansi yang besar namun kecil dan ringan, misalnya untuk aplikasi mobil elektrik dan telepon selular.

Sedangkan berdasarkan bentuk kondktornya, kapasitor dibagi menjadi:

a. Kapasitas Kapasitor Keping Sejajar



Gambar 2.7. Kapasitor keping sejajar

Jika dua keping sejajar yang luasnya sama (A) diberikan muatan sama besar (q) berlawanan jenis, maka antara dua keping timbul medan listrik (E) dari keping positif menuju keping negatif.

Rapat muatan tiap keping (σ) adalah sebesar:

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

Karena $\phi = E \cdot A = \frac{q}{\epsilon}$, maka besarnya kuat medan listrik kedua keping adalah :

$$E = \frac{q}{A \cdot \epsilon} = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{\sigma}{K \cdot \epsilon_0}$$



Besarnya potensial antara kedua keping kapasitor adalah:

$$V = E \cdot r = \frac{q \cdot r}{A \cdot K \cdot \epsilon_0}$$

E = kuat medan listrik (N/C)

q = muatan keping (C.)

A = luas tiap keping (m²)

K = ϵ_r = permitivitas relatif bahan (konstanta dielektrik bahan)

σ = rapat muatan tiap keping (C/m²)

Jika di antara kedua keping kapasitor terdapat bahan yang memiliki konstanta dielektrik K, maka besarnya kapasitas kapasitor keping sejajar adalah:

$$C = \frac{q}{V} = \frac{\epsilon \cdot A}{r} = \frac{K \cdot \epsilon_0 \cdot A}{r} = K \cdot C_0$$

A = luas tiap keping (m²)

ϵ = $K \cdot \epsilon_0$ = permitivitas bahan

ϵ_0 = permitivitas hampa udara

K = konstanta dielektrikum bahan

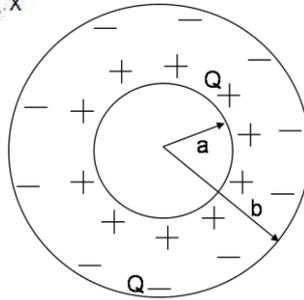
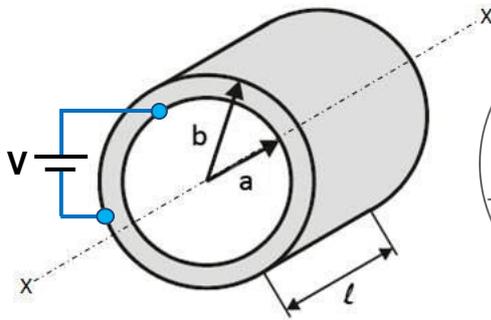
r = jarak antara keping (m)

C = kapasitas kapasitor saat kedua keping terdapat bahan dengan konstanta dielektrik K

C₀ = kapasitas kapasitor saat kedua keping terisi udara

b. Kapasitas Kapasitor Silinder

Kapasitor silinder terdiri dari dua buah silinder sama panjang yang dipasang sepusat/seporos. Dua buah silinder yang berbeda diameternya disatukan seporos.



Misalkan silinder kecil diberi muatan $+q$ dan silinder besar diberi muatan $-q$, dan dua buah silinder dihubungkan dengan beda potensial V . Bila a adalah jari-jari silinder dalam (R_1) dan b adalah jari-jari silinder luar (R_2) maka kuat medan listrik antar dua silinder hanya ditentukan oleh muatan silinder dalam, yaitu:

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$$

Dimana λ adalah rapat muatan persatuan panjang silinder sehingga beda potensial antara dua silinder adalah:

$$V = \int_{R_1}^{R_2} E dr = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} [\ln r]_{R_1}^{R_2} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

Karena $\lambda = \frac{q}{L}$ dimana q adalah muatan silinder dan L adalah panjang silinder, maka:

$$V = \frac{q/L}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

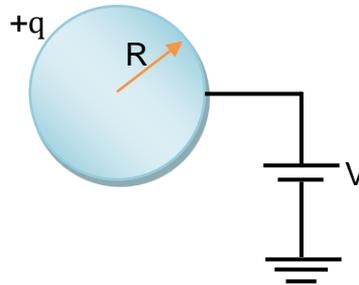
Mengacu pada definisi kapasitansi maka didapatkan Kapasitansi kapasitor silinder adalah

$$C = \frac{q}{V} = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$



c. Kapasitas Kapasitor Bola Konduktor

Sebuah bola konduktor berjari-jari R dapat berfungsi sebagai sebuah kapasitor seperti gambar di bawah ini.



Saat dihubungkan dengan sumber tegangan, potensial di permukaan bola konduktor yang memiliki muatan q adalah

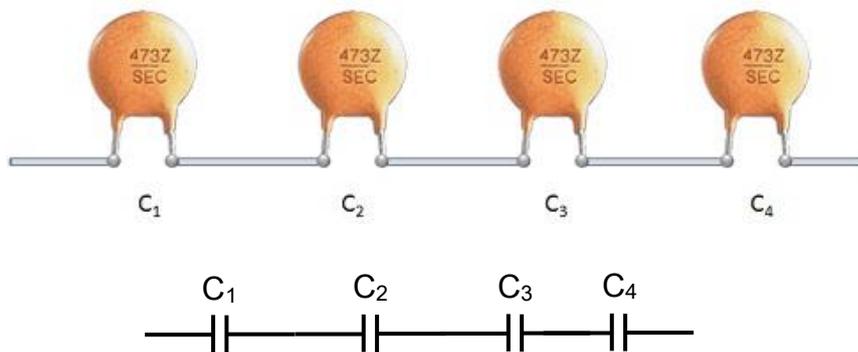
$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R}$$

Sehingga Kapasitansi kapasitor bentuk bola adalah:

$$C = \frac{q}{V} = 4\pi\epsilon_0 R = \frac{R}{k}$$

6. Rangkaian Kapasitor

Rangkaian kapasitor secara seri akan mengakibatkan nilai kapasitansi total semakin kecil. Di bawah ini contoh kapasitor yang dirangkai secara seri.



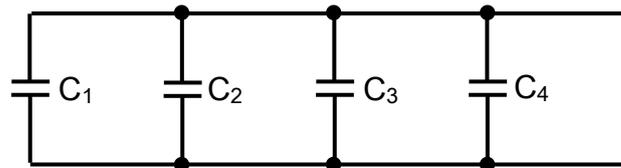
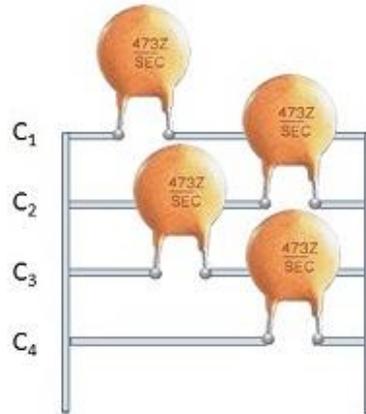
Gambar 2.8. Rangkaian kapasitor tersusun seri

Pada rangkaian kapasitor yang dirangkai secara seri berlaku rumus:

$$\frac{1}{C_{\text{TOTAL}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} \dots\dots\dots(2.3)$$



Rangkaian kapasitor secara paralel akan mengakibatkan nilai kapasitansi pengganti semakin besar. Di bawah ini contoh kapasitor yang dirangkai secara paralel.



Gambar 2.9. Rangkaian kapasitor tersusun paralel

Pada rangkaian kapasitor paralel berlaku rumus:

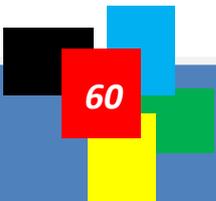
$$C_{\text{TOTAL}} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \dots\dots\dots (2.4)$$

7. Membaca Kapasitansi

Pada kapasitor yang berukuran besar, nilai kapasitansi umumnya ditulis dengan angka yang jelas. Lengkap dengan nilai tegangan maksimum dan polaritasnya. Misalnya pada kapasitor elco dengan jelas tertulis kapasitansinya sebesar 22uF/25v.

Kapasitor yang ukuran fisiknya mungil dan kecil biasanya hanya bertuliskan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka saja. Jika hanya ada dua angka satuannya adalah pF (pico farads). Sebagai contoh, kapasitor yang bertuliskan dua angka 47, maka kapasitansi kapasitor tersebut adalah 47 pF.

Jika ada 3 digit, angka pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan angka ke-3 adalah faktor pengali. Faktor pengali sesuai dengan





angka nominalnya, berturut-turut 1 = 10, 2 = 100, 3 = 1.000, 4 = 10.000 dan seterusnya. Misalnya pada kapasitor keramik tertulis 10^4 , maka kapasitansinya adalah $10 \times 10.000 = 100.000\text{pF}$ atau $= 100\text{nF}$. Contoh lain misalnya tertulis 222, artinya kapasitansi kapasitor tersebut adalah $22 \times 100 = 2200 \text{ pF} = 2.2 \text{ nF}$.

Rumus yang selalu dipakai untuk mencari kapasitansi suatu kapasitor adalah

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

Di mana: ϵ_0 : permitivitas absolut ($8,85 \times 10^{-12}$)

ϵ_r : permitivitas relatif (konstanta dielektrik)

A : Luas plat (m^2)

d : Jarak antar plat

catatan:

rumus di atas hanya berlaku bila $A \gg d$ untuk mencegah " Edge effect".

Selain dari kapasitansi ada beberapa karakteristik penting lainnya yang perlu diperhatikan. Biasanya spesifikasi karakteristik ini disajikan oleh pabrik pembuat di dalam datasheet. Berikut ini adalah beberapa spesifikasi penting tersebut:

a. Tegangan Kerja (*working voltage*)

Tegangan kerja adalah tegangan maksimum yang diijinkan sehingga kapasitor masih dapat bekerja dengan baik. Para elektro- mania barangkali pernah mengalami kapasitor yang meledak karena kelebihan tegangan. Misalnya kapasitor $10\mu\text{F}$ 25V, maka tegangan yang bisa diberikan tidak boleh melebihi 25 volt dc. Umumnya kapasitor-kapasitor polar bekerja pada tegangan DC dan kapasitor non-polar bekerja pada tegangan AC.

b. Temperatur Kerja

Kapasitor masih memenuhi spesifikasinya jika bekerja pada suhu yang sesuai. Pabrikan pembuat kapasitor umumnya membuat kapasitor yang mengacu pada standar populer. Ada 4 standar populer yang biasanya tertera di badan kapasitor seperti C0G (ultra stable), X7R (stable) serta



Z5U dan Y5V (general purpose). Secara lengkap kode-kode tersebut disajikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Kode karakteristik kapasitor kelas I

Koefisien Suhu		Faktor Pengali Koefisien Suhu		Toleransi Koefisien Suhu	
Simbol	PPM per C ^o	Simbol	Pengali	Simbol	PPM per C ^o
C	0.0	0	-1	G	+/-30
B	0.3	1	-10	H	+/-60
A	0.9	2	-100	J	+/-120
M	1.0	3	-1000	K	+/-250
P	1.5	4	-10000	L	+/-500

c. Toleransi

Seperti komponen lainnya, besar kapasitansi nominal ada toleransinya. Tabel di atas menyajikan nilai toleransi dengan kode-kode angka atau huruf tertentu. Dengan tabel di atas pemakai dapat dengan mudah mengetahui toleransi kapasitor yang biasanya tertera menyertai nilai nominal kapasitor. Misalnya jika tertulis 10^4 X7R, maka kapasitansinya adalah 100nF dengan toleransi +/-15%. Sekaligus diketahui juga bahwa suhu kerja yang direkomendasikan adalah antara -55°C sampai +125°C (lihat tabel 2.4 tentang kode karakteristik).

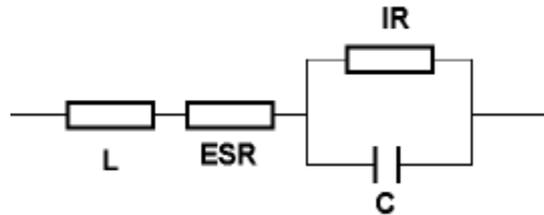


Tabel 2.4. Kode karakteristik kapasitor kelas II dan III

suhu kerja minimum		suhu kerja maksimum		Toleransi Kapasitansi	
Simbol	C ^o	Simbol	C ^o	Simbol	Persen
Z	+10	2	+45	A	+/- 1.0%
Y	-30	4	+65	B	+/- 1.5%
X	-55	5	+85	C	+/- 2.2%
		6	+105	D	+/- 3.3%
		7	+125	E	+/- 4.7%
		8	+150	F	+/- 7.5%
		9	+200	P	+/- 10.0%
				R	+/- 15.0%
				S	+/- 22.0%
				T	+22% / -33%
				U	+22% / -56%
				V	+22% / -82%

Insulation Resistance (IR)

Walaupun bahan dielektrik merupakan bahan yang non-konduktor, namun tetap saja ada arus yang dapat melewatinya. Artinya, bahan dielektrik juga memiliki resistansi. walaupun nilainya sangat besar sekali. Fenomena ini dinamakan arus bocor DCL (*DC Leakage Current*) dan resistansi dielektrik ini dinamakan Insulation Resistance (IR). Untuk menjelaskan ini, berikut adalah model rangkaian kapasitor.



Gambar 2.10. Model rangkaian kapasitor

dengan :

- C : *Capacitance*
- ESR : *Equivalent Series Resistance*
- L : *Inductance*
- IR : *Insulation Resistance*

Jika tidak diberi beban, semestinya kapasitor dapat menyimpan muatan selama-lamanya. Namun dari model di atas, diketahui ada resistansi dielektrik IR (*Insulation Resistance*) yang paralel terhadap kapasitor. *Insulation resistance* (IR) ini sangat besar (MOhm). Konsekuensinya tentu saja arus bocor (DCL) sangat kecil (uA). Untuk mendapatkan kapasitansi yang besar diperlukan permukaan elektroda yang luas, tetapi ini akan menyebabkan resistansi dielektrik makin kecil. Karena besar IR selalu berbanding terbalik dengan kapasitansi (C), karakteristik resistansi dielektrik ini biasa juga disajikan dengan besaran RC (IR x C) yang satuannya ohm-farads atau megaohm-micro farads.

8. Energi Yang Tersimpan Dalam Kapasitor

Sebuah kapasitor yang bermuatan memiliki potensial yang tersimpan di dalamnya. Jika salah satu muatannya dibebaskan mulai dari keadaan diam dari satu keping ke keping lainnya, maka energi potensialnya semakin besar selama muatan itu berpindah. Secara lengkap, persamaan energi yang tersimpan dalam kapasitor (energi potensial) adalah

$$W = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} CV^2$$

dengan :

W = energi yang tersimpan dalam kapasitor (Joule)

q = muatan kapasitor (Coulomb)



C = kapasitas kapasitor pengganti (Farad)

V = tegangan kapasitor (V)

F. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang diharapkan saat mempelajari modul ini adalah peserta diklat dapat antusias mengeksplorasi pengalaman dirinya saat membelajarkan topik Dielektrik pada peserta didik di sekolah, baik pada saat menemukan masalah dan bagaimana cara menyelesaikannya. Peserta diklat diharapkan dapat aktif berdiskusi, bekerjasama dan bertanggungjawab dalam menyelesaikan lembar kerja/ kasus/latihan/tugas di modul ini. Untuk lebih mendalami dan memahami materi ini ada baiknya bila anda mencoba beberapa LK yang disajikan di modul ini!

Melalui 3 kegiatan di bawah ini diharapkan anda dapat mencoba baik secara mandiri maupun bergotong royong dengan teman sekelompok anda dalam melaksanakan eksperimen sampai menyusun laporannya!

Lembar Kerja: LK.F2.01

Rangkaian Seri dan Paralel Elektrolit Kondensator (Elko)

A. Tujuan

Menentukan nilai muatan Q dari potensial yang terukur pada rangkaian seri dan paralel.

B. Landasan Teori

Dua keping penghantar yang berdekatan, jika diberi muatan listrik sama besar, tetapi jenisnya berlawanan dan di antara dua keping penghantar itu diberi penyekat, maka kedua keping penghantar itu disebut kapasitor.

Menurut bentuk dan susunannya ada bermacam-macam kapasitor, misalnya kapasitor silindris, kapasitor bola berpusat, kapasitor keping sejajar, kapasitor balok seperti botol, dan kapasitor variabel. Menurut bahan penyekat di antara penghantar, dikenal kapasitor elektrolit (elko), kapasitor keramik, kapasitor kertas, dan lain-lain.



Gunanya untuk mempebesar kapasitas dari kapasitor itu sendiri.

Fungsi kapasitor dalam rangkaian listrik atau elektronika antara lain untuk:

1. Menyimpan energi
2. Menghindarkan terjadinya loncatan listrik pada rangkaian yang menggunakan kumparan. Misalnya adaptor, power supply dan lampu TL.
3. Memilih gelombang pemancar radio yang ditangkap oleh pesawat radio penerima (tuning).

C. Alat Dan Bahan

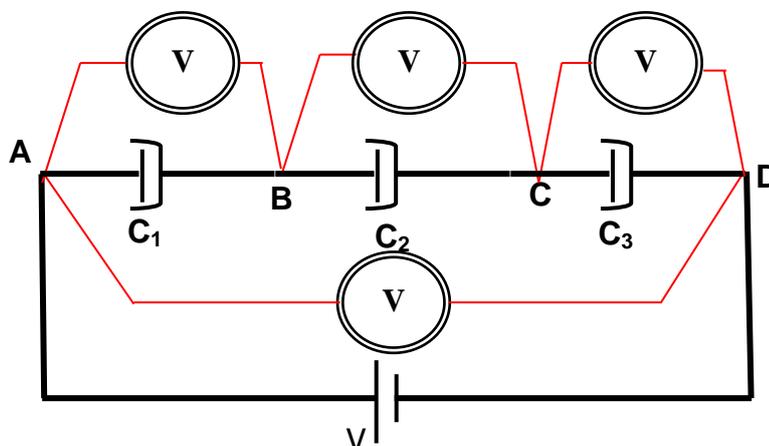
1. 3 buah kapasitor bipolar (elco) yang berbeda kapasitasnya ($100\mu\text{F}$, $47\mu\text{F}$, $220\mu\text{F}$)
2. kabel penghubung secukupnya
3. batu baterai 4 buah atau power supply DC.
4. Voltmeter DC atau multimeter 1 buah.

D. Prosedur Percobaan:

Percobaan/Prosedur I

MERANGKAI KAPASITOR SECARA SERI

1. Rangkaian peralatan tersebut diatas seperti tampak pada gambar di bawah ini





2. Ukurlah berapa tegangan V_1 pada C_1 di titik A dan B, V_2 , V_3 dan V_4 . catat hasilnya pada tabel di bawah ini.

Tabel pengamatan

No	Tegangan C_1 atau V_{AB} (volt)	Tegangan C_2 atau V_{BC} (volt)	Tegangan C_3 atau V_{CD} (volt)	Tegangan total $C_{1,2,3}$ atau V_{AD} (volt)
1				
2				
3				

3. Berdasarkan data hasil pengukuran pada tabel di atas, hitunglah berapa muatan pada masing-masing kapasitor.

$$Q_1 = C_1 \cdot V_1 = \dots\dots \text{ Farad. } \dots\dots \text{ Volt} = \dots\dots \text{ Coulomb}$$

$$Q_2 = C_2 \cdot V_2 = \dots\dots \text{ Farad. } \dots\dots \text{ Volt} = \dots\dots \text{ Coulomb}$$

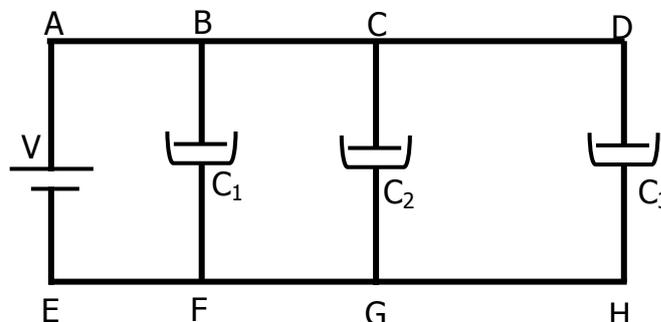
$$Q_3 = C_3 \cdot V_3 = \dots\dots \text{ Farad. } \dots\dots \text{ Volt} = \dots\dots \text{ Coulomb}$$

$$Q_T = C_{\text{seri}} \cdot V_T = \dots\dots \text{ Farad. } \dots\dots \text{ Volt} = \dots\dots \text{ Coulomb}$$

Percobaan/Prosedur II

MERANGKAI KAPASITOR SECARA PARAREL

1. Rangkaian peralatan tersebut diatas seperti tampak pada gambar di bawah ini !



2. Ukurlah berapa tegangan V_1 pada C_1 di titik B dan F, V_2 (C – G),



V_3 (D – H) dan V_4 (A – E). catat hasilnya pada tabel pengamatan.

Tabel pengamatan

No	Tegangan C_1 atau V_{BF} (volt)	Tegangan C_2 atau V_{CG} (volt)	Tegangan C_3 atau V_{DH} (volt)	Tegangan total V_{AE} (volt)
1				
2				
3				

3. Berdasarkan data dari tabel di atas hitunglah besarnya Q_1 , Q_2 , Q_3 , dan Q_{total} !

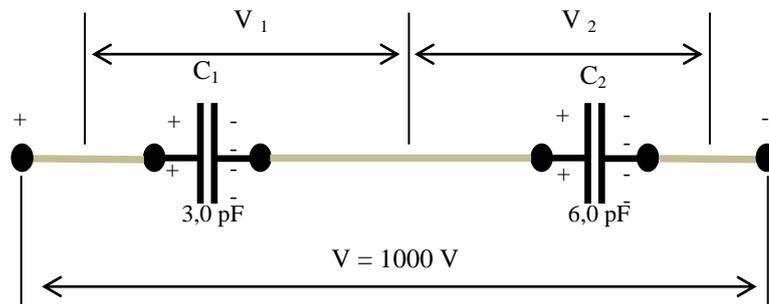
E. Latihan/Kasus/Tugas

E.1 Latihan Soal

Setelah mempelajari materi Dielektrik, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja anda tepat waktu sesuai jadwal yang telah disepakati!

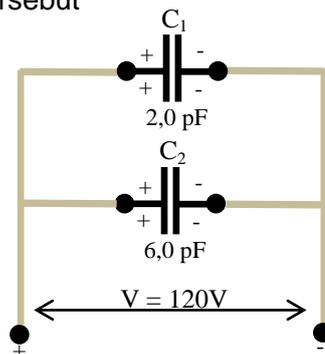
- ❖ **Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan antusias dan penuh kesungguhan untuk menemukan solusinya!**

1. Susunan kapasitor paralel yang tampak pada gambar dihubungkan dengan suatu sumber listrik 120 V. Tentukan kapasitas ekuivalen C_{ek} , muatan pada masing-masing kapasitor dan muatan keseluruhan!



2. Dua pelat logam dihubungkan ke dua terminal dari sebuah baterai 1,50V. Berapakah besar usaha yang dibutuhkan untuk menggerakkan muatan $+5,0\mu\text{C}$ melintasi celah :
 - (a) dari pelat negatif ke pelat positif
 - (b) dari pelat positif ke pelat negatif

3. Sebuah kapasitor tertentu terdiri dari dua pelat penghantar yang paralel, masing-masing dengan luas 200 cm^2 , dipisahkan oleh celah udara sebesar $0,40\text{ cm}$.
 - (a) Hitunglah kapasitansinya
 - (b) Jika kapasitor dihubungkan dengan suatu sumber listrik 500V, tentukan muatan padanya, energi yang tersimpan di dalamnya dan nilai E di antara pelat-pelat tersebut



4. Sebuah partikel alfa ($q=2e$, $m=6,7 \times 10^{-27}\text{ kg}$) jatuh dari keadaan diam melewati penurunan potensial $3,0 \times 10^6\text{ V}$ (atau $3,0\text{ MV}$).
 - (a) Berapakah EK dalam volt elektron
 - (b) Berapakah lajunya



5. Dua keping paralel memiliki muatan Q dan $-Q$. Apabila ruang di antara keping-keping tersebut tidak berisi bahan, medan listriknya adalah $2,5 \times 10^5$ V/m. Apabila ruang tersebut berisi suatu dielektrik., medannya berkurang menjadi $1,2 \times 10^5$ V/m.
 - (a) Berapakah konstanta dielektrik tersebut ?
 - (b) Jika $q = 10$ nC, berapakah luas keping ?
 - (c) Berapakah muatan induksi total pada masing-masing muka dielektrik?

E2. TUGAS MENGEMBANGKAN SOAL

Pada tugas pengembangan soal ini Anda diminta untuk membuat soal USBN berdasarkan kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Soal yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan oleh sekolah Anda (Kurikulum 2006 atau Kurikulum 2013) dengan materi sesuai dengan materi yang dibahas pada Kegiatan Pembelajaran 1 ini.

Prosedur Kerja

1. Bacalah secara cermat modul Pembinaan Karir guru untuk Kelompok Kompetensi D bagian Profesional.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 1 dan 2.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 3. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTS.
6. Kembangkan soal Pilihan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
7. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.
8. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 4 dan 5
9. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda bisa menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan



menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 6 dan 7.

F. Rangkuman

Kapasitor merupakan alat yang digunakan untuk menyimpan muatan dan terdiri dari dua konduktor yang tidak bersentuhan. Kedua konduktor tersebut biasanya mempunyai muatan Q yang sama tetapi berlawanan dan rasio muatan ini terhadap beda potensial V antara kedua konduktor disebut dengan kapasitansi, C ; sehingga $Q = CV$

Kapasitas kapasitor pelat sejajar sebanding dengan luas setiap pelat dan berbanding terbalik dengan jarak antaranya.

Ruang antara kedua konduktor pada kapasitor berisi bahan yang merupakan nonkonduktor seperti udara, kertas atau plastik.; bahan-bahan seperti ini disebut sebagai dielektrikum, dan kapasitansi sebanding dengan properti dielektrikum yang disebut konstanta dielektrikum, K (hampir sama dengan 1 untuk udara)

Kapasitor yang bermuatan menyimpan sejumlah energi yang dinyatakan dengan:

$$\frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} Q^2/C$$

Energi ini dapat dianggap tersimpan dalam medan listrik diantara pelat-pelat itu.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

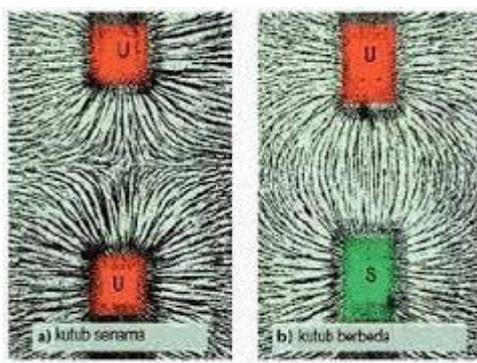
Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat menghitung tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika hasil pencapaian Anda sudah melebihi 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya. Namun jika hasil pencapaian Anda masih kurang dari 85%, jangan berputus asa silahkan ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran ini secara mandiri atau bekerjasama dengan teman anda yang belum tuntas.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

MEDAN MAGNET

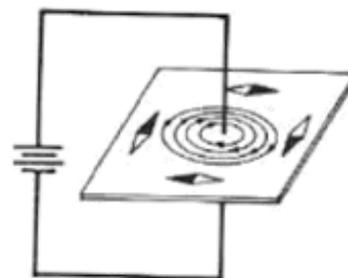
Medan magnet adalah daerah/ruangan yang dipengaruhi oleh gaya magnet. Adanya medan magnet di dalam suatu ruang/daerah dapat ditunjukkan dengan mengamati pengaruh yang dapat ditimbulkan di ruang/daerah tersebut, di antaranya:

1. Bila di dalam ruang tersebut ditempatkan benda magnetik maka benda tersebut mengalami gaya.
2. Bila di ruang terdapat partikel/benda bermuatan, maka benda tersebut mengalami gaya.



Gambar 3.1 Medan magnet yang terjadi pada dua magnet dengan kutub yang senama yang saling berhadapan dan medan magnet yang terjadi pada dua magnet dengan kutub yang tidak senama yang saling berhadapan.

Sumber : ilmulistrik.com



Gambar 3.2 penyimpangan jarum kompas di dekat kawat yang membawa arus, menunjukkan adanya medan magnet dan arahnya

Sumber : teknikelektro.org



Pada tahun 1820, Hans Christian Oersted menemukan bahwa ketika jarum kompas diletakkan di dekat kawat listrik, jarum menyimpang saat kawat dihubungkan ke baterai dan arus mengalir. Jarum kompas tersebut dibelokkan oleh medan magnet.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini melalui diskusi kelompok, eksperimen dan penuh kesungguhan diharapkan peserta diklat dapat:

1. Memahami konsep kutub magnet dan medan magnet
2. Menjelaskan muatan listrik dalam gerak melingkar
3. Menjelaskan medan magnet dan arus
4. Menjelaskan gaya magnet dan arus
5. Memahami gaya magnet di antara dua arus
6. Memahami torsi magnet dan arus lup

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai peserta diklat setelah mempelajari modul ini adalah:

1. Menjelaskan kutub magnet
2. Menjelaskan medan magnet
3. Menjelaskan muatan dalam gerak melingkar
4. Menjelaskan medan magnet dan arus
5. Menjelaskan gaya magnet di antara dua arus
6. Menjelaskan torsi magnet dan arus lup.

C. Uraian Materi

1. Pengukuran Kuat Medan Magnet dengan Magnetometer Statis

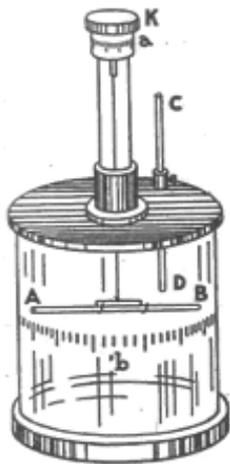
Saat ini pengukuran kuat medan magnet dapat dilakukan dengan berbagai cara mengukur gaya pada cuplikan atau sampel bahan magnet (dengan alat neraca magnetik dan neraca cincin untuk bahan magnet yang lemah serta dengan alat bandul magnetik horisontal dan alat bandul magnetik vertikal untuk bahan ferromagnet), mengukur tegangan atau arus imbas yang disebabkan pengimbasan elektromagnet (dengan alat



galvanometer balistik) dan mengukur kuat medan magnet yang ditimbulkan oleh sampel (dengan alat magnetometer statis).

Karena lebih memungkinkan untuk memperoleh kuat medan magnet pada alat yang terkalibrasi dengan baik yaitu cara yang ketiga dengan cara yang pertama dan kedua. Maka dirancanglah suatu alat magnetometer statis yang cukup sederhana dengan menggunakan dua sampel.

Pengukuran kuat medan magnet dilakukan dengan menggunakan kumparan solenoida yang dialiri arus sebagai sampel kedua dan dikalibrasi dengan sampel pertama yaitu pasir yang dimagnetisasi. Pengamatan dilakukan untuk beberapa jarak antara sampel dan sistem magnet pada magnetometer statis. Dan akan diukur defleksi atau simpangan yang terjadi dari sinar LASER yang diarahkan ke cermin kecil magnetometer statis sebelum dan sesudah sampel dipasang. Dari data sampel kedua dapat dibuat grafik defleksi terhadap kuat arus atau terhadap kuat medan magnet. Gradien data dari sampel kedua kemudian dikalibrasi dengan data yang ada dalam sampel pertama, sehingga diperoleh harga kuat medan magnet untuk beberapa: garis jarak antara sampel dengan sistem magnet. (By: John Adler).



Gambar 3.3. Neraca puntir

a. Hukum Coulomb

Pengaruh dua kutub magnet satu sama lainnya bergantung kepada kekuatan kutub masing-masing dan jarak antara kedua kutub tersebut. Jika kutub Utara magnet diberi tanda + dan kutub Selatan diberi tanda -. Sebagai ukuran kekuatan magnet yang disebut m .

Percobaan dari Coulomb dengan menggunakan neraca puntir menunjukkan, bahwa gaya tolak menolak atau tarik menarik antara dua kutub magnet berbanding langsung dengan kuat-kutub masing-masing dan berbanding terbalik dengan pangkat dua jarak antarannya. Perhatikan gambar neraca puntir di samping.



Magnet batang **AB** (gb.7) digantungkan ditengah-tengah pada seutas benang kecil. Batang magnet lain (**CD**) yang sama kuatnya didekatkan pada salah satu kutub yang senama sehingga saling tolak menolak dan memuntir benang penggantung. Kemudian magnet **AB** diputar kembali sampai **B** mengambil kedudukan seperti semula lagi. Hal ini dapat dilakukan dengan memutar kepala **K**, yaitu tempat di mana kawat itu digantungkan. Sudut putaran kembali yang dapat dibaca, merupakan suatu ukuran untuk gaya tolak menolak yang dilakukan oleh kedua kutub magnet tersebut.

Gaya tolak menolak tersebut berbanding langsung dengan sudut puntiran benang penggantung. Dengan demikian dapatlah ditentukan hubungan antara jarak dan gaya tolak menolak atau tarik menarik.

Jarak antara kedua kutub yang saling tolak menolak dapat diperkecil dengan memuntir benang penggantung yang agak keras. Kemudian kekuatan kutub dapat diperbesar dengan menambah dengan batang magnet lain yang sama kuatnya. Jadi, misalnya salah satu dari kedua kutub yang saling tolak menolak diperbesar dua kali, tetapi kutub yang lain serta jarak antara keduanya tidak diubah, gaya tolak menolak tadi juga diperbesar dua kali.

Jika kedua kutub tidak diubah kekuatannya, tetapi jarak antaranya diperbesar 3 kali semula, maka gaya tersebut berkurang menjadi 1/9 kali semula. Hukum Coulomb:

Gaya tolak menolak atau tarik menarik antara dua kutub magnet, berbanding langsung dengan banyaknya magnet di tiap-tiap kutub dan berbanding terbalik dengan pangkat dua jarak antaranya.

Hukum tersebut dapat pula ditulis dengan rumus:

$$K = C \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Keterangan:

K = besarnya gaya yang terjadi.

C = Faktor perbandingan yang besarnya bergantung pada zat antara

m = fluk magnetik, kekuatan magnet.

r = jarak antara kedua kutub magnet.



Medan magnet merupakan besaran vektor, adapun kuat/lemahnya medan tersebut ditunjukkan oleh *intensitas magnet* (H). Satuan intensitas magnet menurut sistem metrik pada International System of Units (SI) adalah Tesla dan SI unit untuk total fluks magnetik adalah weber. $1 \text{ weber/m}^2 = 1 \text{ tesla}$, yang mempengaruhi satu meter persegi.

Efek medan magnet disebut induksi magnetik (B), juga merupakan besaran vektor. Hubungan antara H dan B :

$$B = \mu_0 H$$

Keterangan:

B = induksi magnetik, satuan dalam SI = Weber/m² atau Tesla

H = intensitas magnet

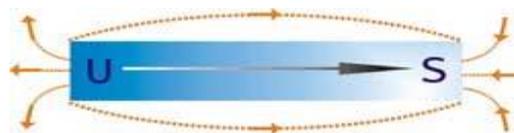
μ_0 = permeabilitas = $4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$ (udara)

- 1) Medan magnet oleh benda magnetik.

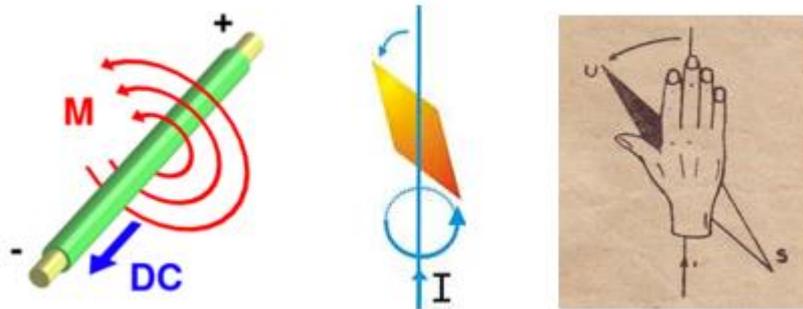
Suatu magnet (misalnya magnet batang) menimbulkan medan magnet di sekitarnya. *Arah garis magnetiknya adalah dari kutub U menuju ke kutub S.*



Gambar 3.4. Pola garis gaya magnet

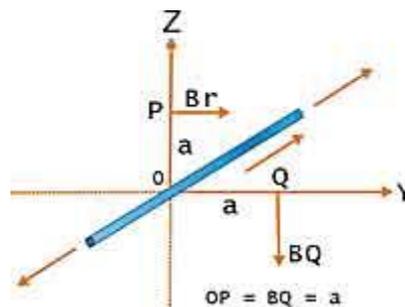


Gambar 3.5. Arah garis gaya magnet



Gambar 3.6. Arah garis gaya magnet di sekitar kawat berarus serta cara menentukannya

- 2) Kawat penghantar yang sangat panjang dan lurus terletak pada sumbu-x serta dialiri arus listrik I. Arah B pada beberapa titik di sumbu-y dan z terlihat pada gambar (mengikuti kaidah tangan kanan) sedangkan besarnya adalah:



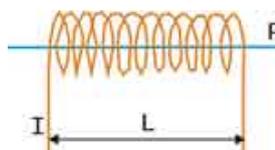
Gambar 3.7. kawat panjang berarus listrik

Besar induksi magnet di titik yang berjarak a dari kawat :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

Keterangan : a = jarak suatu titik terhadap kawat

- 3) Solenoida adalah kumparan kawat berbentuk tabung panjang dengan lilitan yang sangat rapat.



Gambar 3.8. Kawat solenoida berarus listrik



Besar Induksi magnetik di tengah solenoida:

$$B_0 = \mu_0 \cdot I \cdot n = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{L}$$

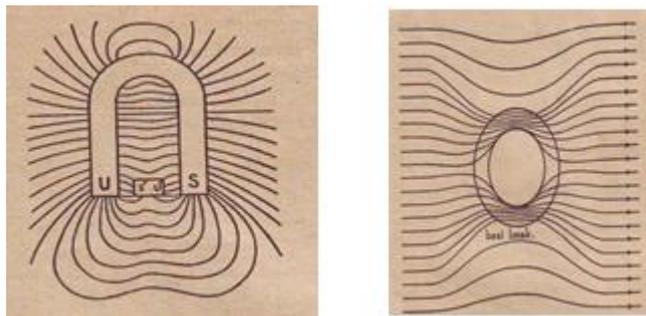
Induksi magnetik di ujung solenoida:

$$B_p = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot n}{2} = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2L} = \frac{B_0}{2}$$

Keterangan:

μ_0 = permeabilitas hampa udara = $4\pi \times 10^{-7}$ T.m/A

Selain itu karena garis gaya magnet sangat dipengaruhi oleh bendabenda ferromagnetik, hal ini mengakibatkan medan magnet tersebut melemah gaya magnetnya atau bahkan bisa hilang sama sekali disuatu tempat. Peristiwa tersebut ada yang disebut *influensi* dan *absorbsi*. Perhatikan gambar :

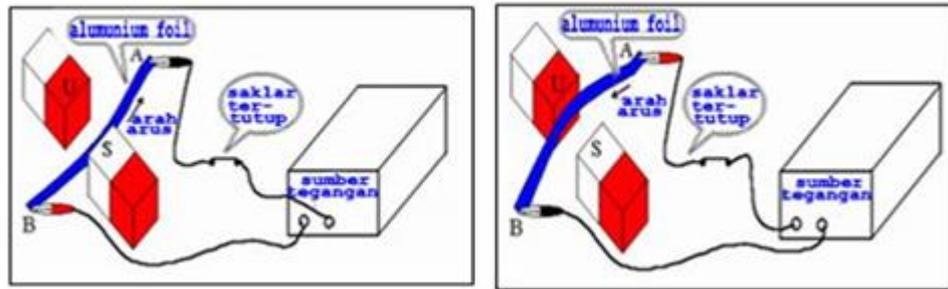


Gambar 3.9. *Influensi* dan *absorbsi* garis gaya magnet

b. Gaya Magnet

1) Gaya Magnetik pada Penghantar Berarus Listrik

Suatu fakta menunjukkan bahwa penghantar yang berarus listrik dalam medan magnet juga mengalami gaya magnet. Gaya magnet pada penghantar berarus listrik yang berada di dalam medan magnet pertama kali diamati oleh Lorentz, sehingga gaya magnet ini disebut juga gaya Lorentz. Adanya gaya magnet pada penghantar berarus listrik didalam medan magnet dapat diamati pada rangkaian seperti pada gambar.



Gambar 3.10. Percobaan Gaya Lorentz

Apabila saklar ditutup maka arus listrik mengalir dari A ke B. Pada saat itu aluminium foil akan melengkung keatas. Kemudian bila kutub sumber dibalik (arus mengalir dari B ke A), ternyata aluminium foil melengkung ke bawah. Yang menyebabkan aluminium melengkung ke bawah atau ke atas tidak lain adalah suatu gaya yang dikenal sebagai gaya magnetik (gaya Lorentz). Jadi arus listrik yang berada di dalam medan magnet mengalami gaya magnetik. Arah gaya magnetik tergantung pada arah arus dan arah medan magnet.

Secara matematis besar gaya magnet pada penghantar berarus listrik di dalam medan magnet dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$F = B \cdot i \cdot l \sin \alpha$$

dengan :

F = gaya magnet (N)

B = kuat medan magnet (weber / m²)

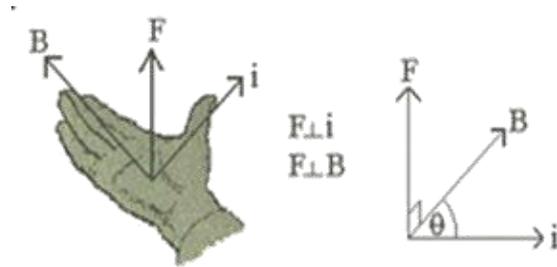
i = kuat arus (A)

l = panjang penghantar (m)

α = sudut antara arah arus dengan arah medan magnet

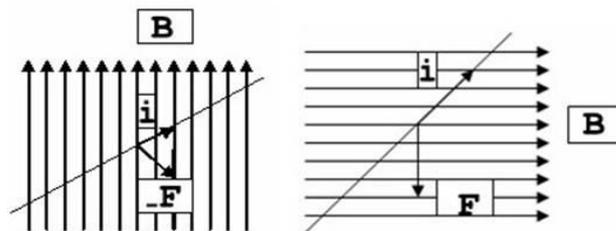
Untuk menentukan arah gaya magnetik (Gaya Lorentz) digunakan aturan tangan kanan sebagai berikut:

- arah ibu jari menunjukkan arah arus listrik (i)
- arah jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet (B)
- dorongan telapak tangan menunjukkan arah gaya Lorentz (F)



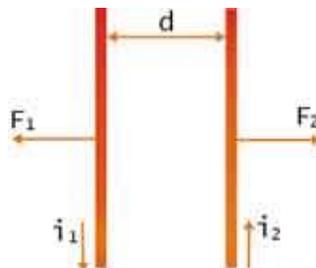
Gambar 3.11. Aturan tangan kanan

Berikut ini menunjukkan beberapa contoh arah gaya magnetik pada penghantar berarus listrik di dalam medan magnetik:



Gambar 3.12. Contoh arah gaya magnetik.

Gaya Antar Kawat Lurus Paralel



Gambar 3.13. Gaya antar dua kawat berarus listrik

$$\frac{F_1}{l} = \frac{F_2}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d}$$



D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang diharapkan saat mempelajari modul ini adalah peserta diklat dapat antusias mengeksplorasi pengalaman dirinya saat membelajarkan topik Medan Magnet pada peserta didik di sekolah, baik pada saat menemukan masalah dan bagaimana cara menyelesaikannya. Peserta diklat diharapkan dapat aktif berdiskusi, bekerjasama dan bertanggungjawab dalam menyelesaikan lembar kerja/ kasus/latihan/tugas di modul ini. Untuk lebih mendalami dan memahami materi ini ada baiknya bila anda mencoba beberapa LK yang disajikan di modul ini!

Lembar Kerja: LK.F3.01

Induksi Magnet Di Dalam Arus Melingkar (*Tangen Bousole*)

A. Tujuan

1. Menyelidiki induksi magnet di pusat sebuah arus listrik yang melingkar.
2. Verifikasi rumus imbas

$$B_i = \frac{\mu_0 IN}{2a}$$

B. Alat dan Bahan

- Tangen Bousole
- Catu daya
- Rheostat
- Saklar
- Ampermeter
- Kabel penyambung beberapa buah

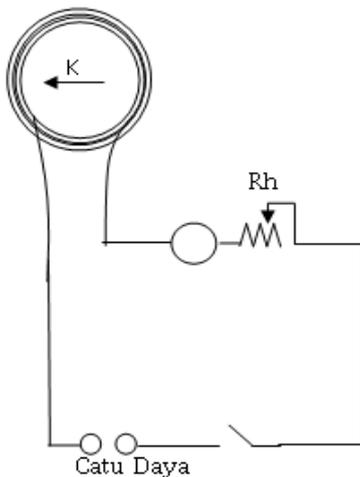
C. Percobaan/Prosedur

1. Susun dan rakitlah alat-alat seperti gambar (i). Gunakan tegangan pada catu yang kecil umpama 2 Volt. Hambatan geser dengan penghambat maksimal. Gunakan lilitan yang besarnya 10 lilitan ($N = 10$).
2. Kemudian nyalakan arus listrik dengan menutup saklar S.

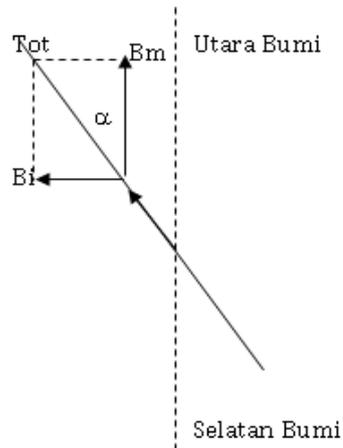


Lembar Kerja: LK.F3.01

3. Bacalah simpangan jarum magnet K.
4. Kumparan kawat harus sejajar dengan medan magnet bumi, supaya magnet jarum K dapat bergerak bila kumparan diberi arus listrik.
5. Setelah kumparan dialiri arus listrik searah, anda akan melihat kedudukan jarum kompas K menyimpang dari medan magnet bumi, seperti gambar di bawah ini. Pada gambar (ii) B_m gaya tarik medan magnet bumi, B_i gaya tarik medan magnet induksi kumparan tersebut.
6. Ubahlah kuat arus yang masuk dalam kumparan makin besar, misal 0,5 A, 1A, 1,5 A dst.



Gambar (i)



Gambar (ii)

Susunlah data pengamatan seperti tabel di bawah ini N = 10.

I (Amp)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0		
Sudut α								
B_i								



Lembar Kerja: LK.F3.01

Susunlah data pengamatan seperti tabel di bawah ini N = 5.

I (Amp)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0		
Sudut α								
B_i								

D. Pertanyaan Pasca Praktikum

1. Uraikanlah hubungan yang terdapat antara tabel-tabel di atas dengan rumus:

$$B_i = \frac{\mu_0 IN}{2a}$$

2. Kalau anda sudah mendapatkan data seperti di atas. Bagaimana cara mencari kuat medan magnet bumi (B_m) ?

Catatan : untuk satu data pengamatan sebagai contoh ! Berapa besar medan magnet tersebut (satuan jangan lupa) ?

3. Sebutkan beberapa kesalahan yang dihasilkan dari percobaan anda !
4. Carilah nilai B_i , jika lilitan $N = 10$ dan $\mu_0 = 12,56 \times 10^{-7}$ Henry per meter.

Jika kuat arus $I = 2$ Ampere ?



Lembar Kerja: LK.F3.02

HUKUM BIO SAVART

A. Tujuan Percobaan

Mempelajari pengaruh medan magnet di sekitar kawat yang berarus listrik.

B. Landasan Teori

Di sekitar kawat berarus listrik terdapat medan magnet yang arahnya dapat ditentukan dengan *kaidah tangan kanan*. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi medan magnet di sekitar kawat itu ? Samakah kuat medannya di setiap titik sekitar kawat itu ? Dengan percobaan ini diharapkan dapat mengetahuinya.

Bio Savart merumuskan tentang besar medan magnet yang dihasilkan kawat berarus listrik di suatu titik sebagai berikut :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

Dengan :

B = Induksi magnet (tesla)

I = Kuat arus dalam kawat (Ampere)

R = Jarak medan magnet ke kawat berarus (meter)

μ_0 = Permeabilitas ruang hampa udara

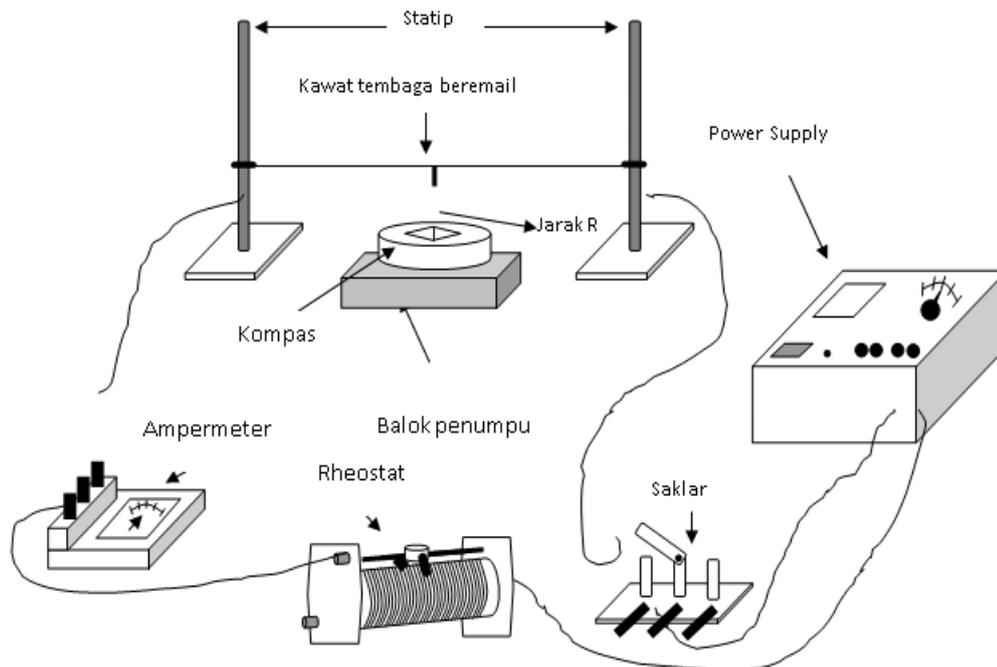
C. Alat dan Bahan

Nama Alat	Jumlah	Nama Alat	Jumlah
Kawat tembaga/nikelin (30 cm)	1	Ampermeter	1
Statif	2	Rheostat	1
Kompas	1	Saklar	1
Power supply	1	Balok penumpu	1



D. Percobaan/Prosedur I

1. susun alat seperti pada gambar (usahakan agar kedudukan kompas sejajar dengan kawat)



2. Tutuplah saklar, amati kompas dan amperemeter.

Besar kuat arus $I = \dots$ Ampere

Sudut simpangan jarum kompas (α) = \dots $^{\circ}$

3. Atur hambatan geser (rheostat) sehingga harga I berubah-ubah.
4. Apa kesimpulan mengenai hubungan I dengan α ?

.....

E. Percobaan/Prosedur II

1. Dengan nilai kuat arus dalam percobaan (I) dan jarak (R) = 0,5 cm, amati kompas kecil. Maka simpangan kompas $\alpha_1 = \dots$ $^{\circ}$. Usahakan nilai kuat arus tetap. Kita perbesar jarak pelan-pelan dan amati simpangan jarum kompas.



2. Apa kesimpulan mengenai hubungan antara R dan α

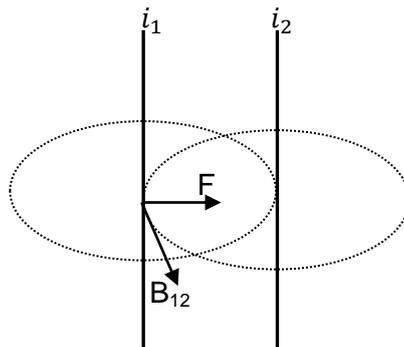
E. Latihan/Kasus/Tugas

E.1 Latihan Soal

Setelah mempelajari materi Medan Magnet, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja anda tepat waktu sesuai jadwal yang telah disepakati!

Contoh soal

1. Tentukan gaya magnet antara dua kawat berarus sejajar seperti pada gambar berikut :



Penyelesaian:

Induksi magnetik yang dihasilkan oleh kawat I di titik-titik pada kawat II adalah :

$$B_{21} = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d} \text{ dan sebaliknya } B_{12} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d}$$

Besar gaya tarik atau gaya tolak dua kawat sejajar yang dialiri arus masing-masing i_1 dan i_2 dan terpisah pada jarak d adalah :

$$F = \frac{\mu i_1 i_2 l}{2\pi d}$$

Besar gaya persatuan panjang pada masing-masing kawat adalah :

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu i_1 i_2}{2\pi d}$$



2. Suatu toroida dengan 300 lilitan/m dialiri arus 5A, jika ruang di dalam toroida diisi dengan besi yang mempunyai permeabilitas magnetik sebesar $5000 \mu_0$. Hitunglah H, B, dan M di dalam besi tersebut.

Penyelesaian:

Bila di dalam kumparan tidak terdapat besi, maka induksi magnetik B di dalam kumparan adalah $B = \mu_0 \cdot n \cdot i$, dengan adanya besi permeabilitas μ_0 berubah menjadi μ , sehingga :

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i = 5000 \mu_0 \cdot n \cdot i = 5000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 300 \cdot 5 = 9,43 \text{ T}$$

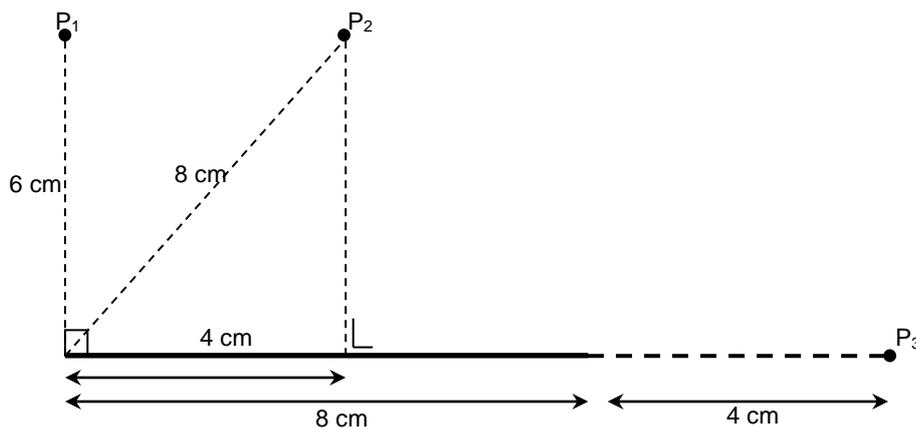
Dari hasil tersebut terlihat bahwa dengan adanya besi dengan $\mu = 5000 \mu_0$, B menjadi 5000 kali semula. Selanjutnya :

$$H = \frac{B}{\mu} = n \cdot i = 1500 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$M = \frac{B}{\mu_0} - H = \left(\frac{\mu}{\mu_0} - 1 \right) \cdot H = 5000H = 5000 \times 1500 \text{ A/m} = 7,5 \times 10^6 \text{ A/m}$$

Jawablah Pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

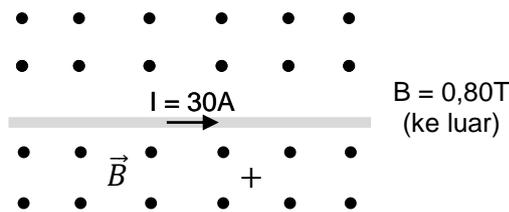
1. Hitunglah besar induksi magnetik di titik P₁, P₂, dan P₃ yang ditimbulkan oleh sepotong kawat berarus seperti pada gambar di bawah, jika $i = 10\text{A}$



2. Suatu kawat lurus yang sangat panjang dengan jari-jari penampang a diberi selubung silinder penghantar yang tipis yang satu sumbu dengan kawat dengan jari-jari b. Jika $a = 0,5\text{cm}$, $b = 1,5 \text{ cm}$, kawat maupun selubung silinder dialiri arus serbasama dengan arus total 10A, tetapi arahnya berlawanan, tentukan besar induksi magnetik di titik yang berjarak :



- a. 4 mm ke sumbu kawat
 - b. 1 cm ke sumbu kawat, dan
 - c. 2 cm ke sumbu kawat
3. Pada gambar berikut, medan magnet ke arah atas keluar halaman dan $B = 0,80\text{T}$. Kawat yang tampak mengalirkan arus 30A. Tentukan besar dan arah gaya pada kawat sepanjang 5,0 cm.



4. Sebuah proton memasuki medan magnet dengan induksi magnetik $1,5\text{ Wb/m}^2$ dengan kecepatan $2,0 \times 10^7\text{ m/s}$ pada sudut 30° terhadap medan. Hitung besar gaya pada proton.
5. Apakah akibat yang terjadi jika Bumi tidak memiliki medan magnet? mengapa?
6. Jika arah kuat medan magnet homogen dari timur ke barat, tentukan arah gaya yang dialami sebatang kawat dialiri arus listrik dari utara ke selatan ! mengapa?

E2. TUGAS MENGEMBANGKAN SOAL

Pada tugas pengembangan soal ini Anda diminta untuk membuat soal USBN berdasarkan kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Soal yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan oleh sekolah Anda (Kurikulum 2006 atau Kurikulum 2013) dengan materi sesuai dengan materi yang dibahas pada Kegiatan Pembelajaran 1 ini.



Prosedur Kerja

1. Bacalah secara cermat modul Pembinaan Karir guru untuk Kelompok Kompetensi D bagian Profesional.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 1 dan 2.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 3. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTS.
6. Kembangkan soal Pilihan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
7. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.
8. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 4 dan 5
9. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda bisa menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 6 dan 7.

F. Rangkuman

Magnet mempunyai 2 kutub, utara dan selatan. Kutub utara adalah ujung yang menunjuk ke utara ketika magnet tergantung bebas. Kutub-kutub yang berlainan jenis saling tarik menarik, sementara yang sama tolak menolak. Gaya yang diberikan satu magnet pada yang lain merupakan interaksi antara suatu magnet dan medan magnet yang dihasilkan oleh gaya yang lainnya.

Arus listrik menghasilkan medan magnet. Garis-garis medan magnet yang disebabkan oleh arus pada kawat lurus membentuk lingkaran di sekeliling kawat dan medan memberikan gaya pada magnet. Besar medan magnet pada jarak r dari kawat lurus panjang yang membawa arus I dinyatakan dengan:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$



Medan magnet memberikan gaya pada arus listrik. Untuk kawat lurus dengan panjang l yang membawa arus I , mempunyai gaya sebesar :

$$F = BIl \sin \theta$$

Dimana θ adalah sudut antara medan magnet dengan kuat medan B dan kawat.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

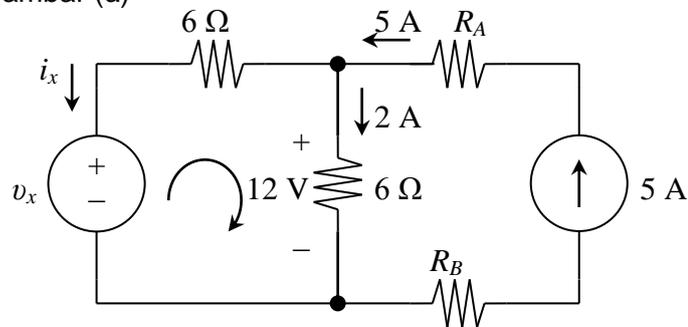
Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat menghitung tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika hasil pencapaian Anda sudah melebihi 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya. Namun jika hasil pencapaian Anda masih kurang dari 85%, jangan berputus asa silahkan ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran ini secara mandiri atau bekerjasama dengan teman anda yang belum tuntas.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

A. Kegiatan Pembelajaran 1: Rangkaian Arus Searah

1. Jawab

Pada Gambar (a)



Jumlah cabang 6; jumlah simpul 5

Dengan mempergunakan KCL pada Simpul $\sum_{n=1}^N i_n = 0$

$$5 - i_x - 2 = 0$$

$$i_x = 5 - 2 = 3 \text{ A}$$

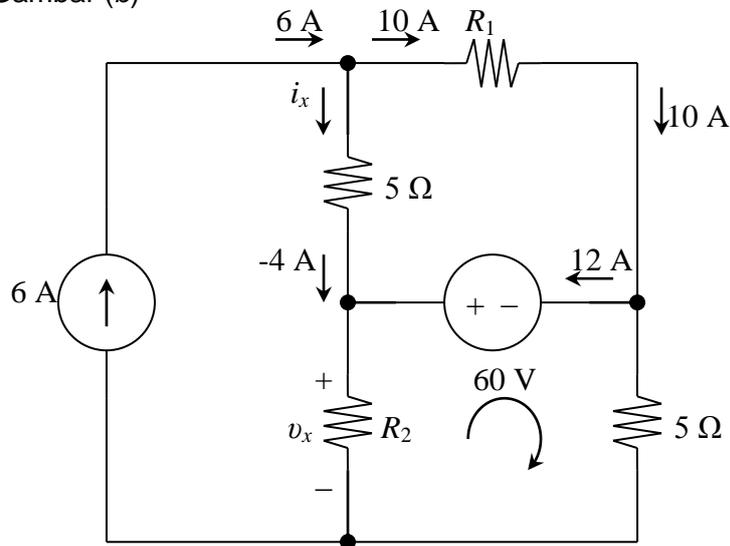
Dengan mempergunakan KVL pada Loop $\sum_{n=1}^N v_n = 0$

$$-v_x - 3 \cdot 6 + 12 = 0$$

$$v_x = -18 + 12 = -6 \text{ V}$$



Pada Gambar (b)



Jumlah cabang 6; jumlah simpul 4

Dengan mempergunakan KCL pada Simpul $\sum_{n=1}^N i_n = 0$

$$6 - 10 - i_x = 0$$

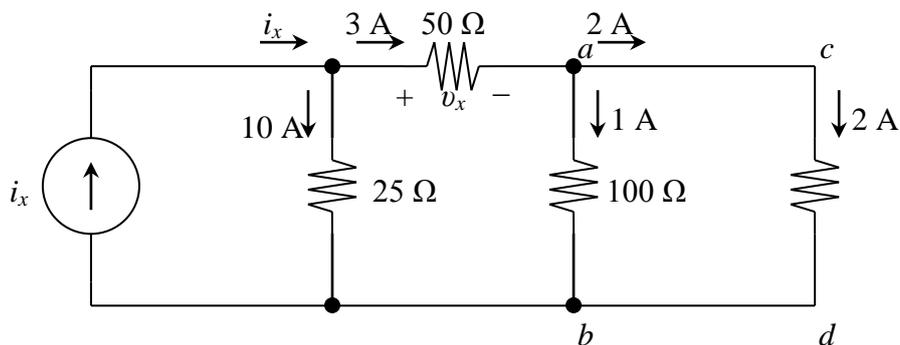
$$i_x = -4 \text{ A}$$

Dengan mempergunakan KVL pada Loop $\sum_{n=1}^N v_n = 0$

$$-v_x + 60 - 2 \cdot 5 = 0$$

$$v_x = 60 - 10 = 50 \text{ V}$$

Pada Gambar (c)



Jumlah cabang 5; jumlah simpul 3

Tegangan pada cabang $a - b$ bernilai sama pada cabang $c - d$ karena satu simpul sehingga



$$v_{ab} = v_{cd}$$

$$v_{cd} = 2 \cdot 50 = 100 \text{ V}$$

$$v_{ab} = i_{ab} \cdot 100 = 100 \text{ V}$$

$$i_{ab} = 1 \text{ A}$$

Dengan mempergunakan KVL pada Loop $\sum_{n=1}^N v_n = 0$

$$-25 \cdot i + v_x + 1 \cdot 100 = 0$$

$$-25 \cdot i + 3 \cdot 50 + 100 = 0$$

$$25 \cdot i = 150 + 100$$

$$= 250$$

$$i = 10 \text{ A}$$

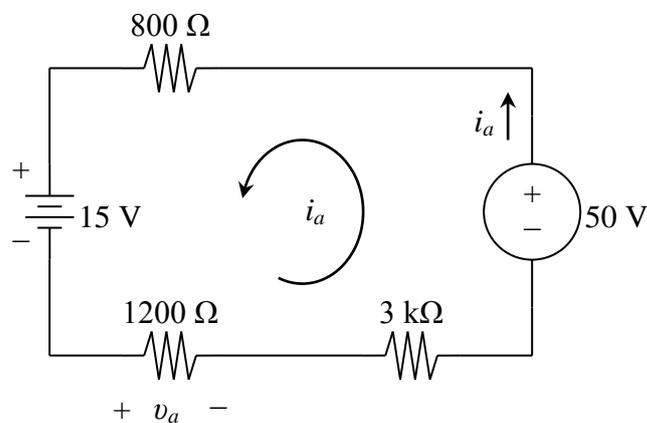
Dengan mempergunakan KCL pada Simpul $\sum_{n=1}^N i_n = 0$

$$i_x - 10 - 3 = 0$$

$$i_x = 10 + 3 = 13 \text{ A}$$

$$v_x = 3 \cdot 50 = 150 \text{ V}$$

2. Jawab



Dengan mempergunakan KVL pada Loop $\sum_{n=1}^N v_n = 0$



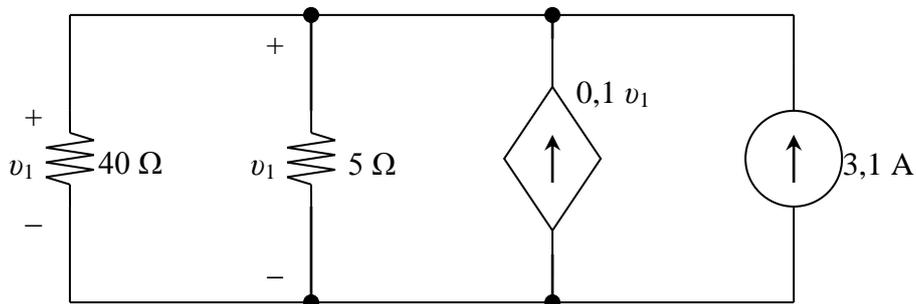
$$\begin{aligned}
 -50 + 800 \cdot i_a + 15 + 1200 \cdot i_a + 3000 \cdot i_a &= 0 \\
 -35 + 5000 \cdot i_a &= 0 \\
 5000 \cdot i_a &= 35 \\
 i_a &= 7 \cdot 10^{-3} \text{ A} \\
 i_a &= 7 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_a &= i_a \cdot 1200 \\
 &= 7 \cdot 10^{-3} \cdot 1200 \\
 &= 8,4 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_{15} &= v \cdot i \\
 &= 15 \cdot -7 \cdot 10^{-3} \\
 &= -0,105 \text{ W} = -105 \text{ mW} \text{ (menyerap daya)}
 \end{aligned}$$

3. Jawab

Rangkaian dapat disederhanakan menjadi



Dengan mempergunakan KCL pada Simpul $\sum_{n=1}^N i_n = 0$

$$\begin{aligned}
 \frac{v_1}{40} + \frac{v_1}{5} - 0,1 \cdot v_1 - 3,1 &= 0 \\
 \frac{v_1 + 8 \cdot v_1 - 4 \cdot v_1 - 124}{40} &= 0 \\
 v_1 + 8 \cdot v_1 - 4 \cdot v_1 - 124 &= 0 \\
 5 \cdot v_1 &= 124 \\
 v_1 &= 24,8 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_{40} &= \frac{v^2}{R} = \frac{(24,8)^2}{40} \\
 &= 15,376 \text{ W}
 \end{aligned}$$



$$p_5 = \frac{v^2}{R} = \frac{(24,8)^2}{5}$$

$$= 123,008 \text{ W}$$

$$p_{0,1-v_1} = v \cdot i$$

$$= 24,8 \cdot 0,1 \cdot v_1$$

$$= 24,8 \cdot 0,1 \cdot -24,8$$

$$= -61,504 \text{ W} \quad (\text{memberikan daya})$$

$$p_{3,1A} = v \cdot i$$

$$= 24,8 \cdot -3,1$$

$$= -76,88 \text{ W} \quad (\text{memberikan daya})$$

$p_2 = 0$ karena tidak dilalui oleh arus sehingga dayanya nol.

B. Kegiatan Pembelajaran 2: Kapasitansi dan Dielektrik

1. Jawaban

- Kapasitansi ekuivalen $C_{ek} = 8,0 \text{ pF}$
- Muatan masing-masing kapasitor $q_1 = 0,24 \text{ nC}$, $q_2 = 0,72 \text{ nC}$
- Muatan keseluruhan $q = 0,96 \text{ nC}$

2. Jawaban

- $7,5 \mu\text{J}$
- $-7,5 \mu\text{J}$

3. Jawaban

- Kapasitansi, $C = 44 \text{ pF}$
- Muatan pada kapasitor, $q = 22 \text{ nC}$
Energi yang tersimpan $5,5 \mu\text{J}$
Nilai $E = 1,3 \times 10^5 \text{ V/m}$

4. Jawaban

- Energi dalam eV $= 6,0 \text{ MeV}$
- $v_f = 1,7 \times 10^7 \text{ m/s}$

5. Jawaban

- 2,08
- $45,2 \text{ cm}^2$
- $5,2 \text{ nC}$

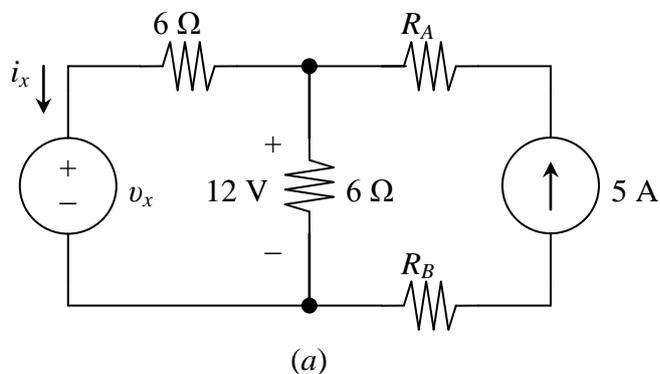


C. Kegiatan Pembelajaran 3: Medan Magnet

- $B(P_1) = \frac{4}{3} \times 10^{-5}$ Tesla
 $B(P_1) = \frac{3}{12} \times 10^{-4}$ Tesla
 $B(P_3) = 0$
- $B = 0,32 \times 10^{-4}$ Tesla
 - $B = 2 \times 10^{-4}$ Tesla
 - $B = 0$
- $F = 1,2$ N dengan arah tegak lurus terhadap kawat dan medan dan diarahkan menuju ke bawah halaman
- $F = 2,4 \times 10^{-12}$ N
- Jika bumi tidak memiliki medan magnet maka kehidupan di bumi akan terancam, karena medan magnet bumi berfungsi sebagai perisai kehidupan di bumi, medan magnet ini melindungi bumi dari bahaya radiasi kosmis oleh matahari. Radiasi kosmis sebagian direfleksikan oleh medan magnet bumi dan sebagian lagi akan diteruskan ke daerah kutub yang mengakibatkan peristiwa aurora.

EVALUASI

1. Sebuah batang tembaga yang mengalirkan arus 1200 A memiliki penurunan beda potensial 1,2 mV disepanjang batang yang panjangnya 24 m. Hambatan batang per meter adalah
 - A. $0,042 \mu\Omega/m$
 - B. $0,42 \mu\Omega/m$
 - C. $4,2 \mu\Omega/m$
 - D. $42 \mu\Omega/m$
2. Sebuah sel baterai yang menghasilkan arus 2 A memiliki tegangan jepit 1,41V. Hambatan dalam sel jika potensial rangkaian terbukanya 1,59 V adalah
 - A. 0,09 V
 - B. 0,9 V
 - C. 9 V
 - D. 90 V
3. Perhatikan gambar berikut :

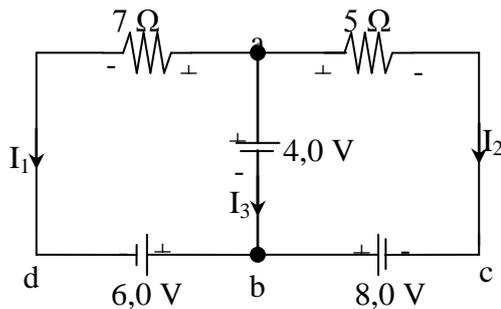


Arus i_x dan tegangan v_x pada rangkaian di atas adalah



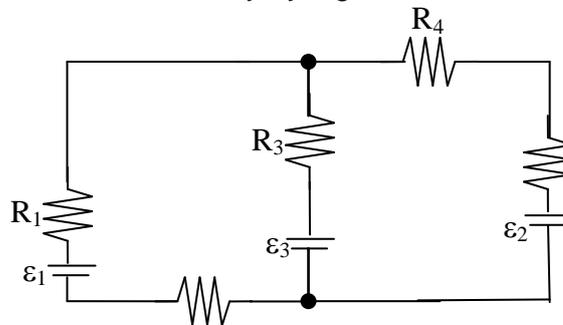
- A. -4 A dan 50 V
- B. 3 A dan -6 V
- C. 10 A dan 150 V
- D. 3 A dan 50 V

4. Arus dalam rangkaian berikut adalah



- A. $I_1 = 1,43 \text{ A}$; $I_2 = 2,4 \text{ A}$; $I_3 = -3,8 \text{ A}$
 - B. $I_1 = 2,4 \text{ A}$; $I_2 = 1,43 \text{ A}$; $I_3 = -3,8 \text{ A}$
 - C. $I_1 = 1,43 \text{ A}$; $I_2 = 24 \text{ A}$; $I_3 = -3,8 \text{ A}$
 - D. $I_1 = 1,43 \text{ A}$; $I_2 = 2,4 \text{ A}$; $I_3 = 3,8 \text{ A}$
5. Perhatikan rangkaian listrik berikut ini. Jika $\epsilon_1 = 8 \text{ V}$, $\epsilon_2 = 8 \text{ V}$, $\epsilon_3 = 2 \text{ V}$, $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 1 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$, $R_4 = 1 \Omega$, dan $R_5 = 5 \Omega$, maka daya yang melalui hambatan R_3 adalah

- A. 2 watt
- B. 2,88 watt
- C. 28,8 watt
- D. 3,2 watt



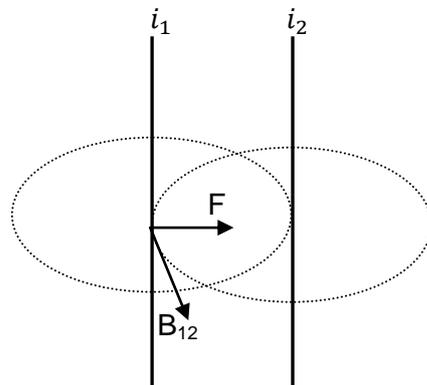
6. Prinsip kerja suatu amperemeter didasarkan atas interaksi antara
- A. medan magnet dengan suatu muatan listrik statik
 - B. medan magnet dengan arus listrik
 - C. medan listrik dengan muatan listrik statik
 - D. medan listrik dengan arus listrik
7. Untuk mempertinggi batas ukur suatu amperemeter dan voltmeter diperlukan
- A. hambatan cabang baik untuk amperemeter dan voltmeter
 - B. hambatan muka baik untuk amperemeter maupun voltmeter



- C. hambatan cabang untuk amperemeter, dan hambatan muka untuk voltmeter
D. hambatan muka untuk amperemeter, dan hambatan cabang untuk voltmeter
8. Dua buah kapasitor masing-masing memiliki kapasitas 2 F dan 6 F dihubungkan secara seri kemudian dirangkaikan secara paralel dengan dua buah kapasitor lainnya yang disusun seri. Kedua kapasitor yang lain masing-masing memiliki kapasitas 4 F dan 8 F. Nilai kapasitansi pengganti pada susunan tersebut adalah.....
- A. 3 F
B. 3,5 F
C. 4,1 F
D. 4,5 F
9. Sebuah kapasitor dengan udara di antara pelat-pelatnya memiliki kapasitas $3,0\mu\text{F}$. Jika lilin dengan konstanta dielektrik 2,8 ditempatkan diantara pelat-pelat tersebut, maka kapasitansinya adalah
- A. $8,4\mu\text{F}$
B. $3,0\mu\text{F}$
C. $8\mu\text{F}$
D. $4,8\mu\text{F}$
10. Sebuah kapasitor dengan kapasitansi 10^{-5} F yang pernah dihubungkan untuk beberapa saat lamanya pada beda potensial 500 V, kedua ujungnya dihubungkan dengan ujung-ujung sebuah kapasitor lain dengan kapasitansi 4×10^{-5} F yang tidak bermuatan. Energi yang tersimpan di dalam kedua kapasitor adalah
- A. 0,25 J
B. 0,50 J
C. 0 J
D. 1,25 J
11. Dua buah kawat lurus yang sangat panjang diletakkan sejajar satu dengan yang lain pada jarak r . Kedua kawat masing-masing dialiri arus searah I yang arahnya sama. Maka ke dua kawat akan
- A. tolak-menolak dengan gaya sebanding r
B. tarik-menarik dengan gaya sebanding r^2
C. tolak-menolak dengan gaya sebanding r^{-1}
D. tarik-menarik dengan gaya sebanding r^{-1}



12. Elektron yang bergerak dengan kecepatan 5×10^4 m/s sejajar dengan kawat yang berarus 10 A pada jarak 1 cm dari kawat akan mendapat gaya (dik. $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C , $\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{ Wb/Am}$)
- A. $3,2 \times 10^{-18} \text{ N}$
B. $1,6 \times 10^{-18} \text{ N}$
C. $1,6 \times 10^{-20} \text{ N}$
D. $8 \times 10^{-21} \text{ N}$
13. Besar gaya yang dialami seutas kawat lurus berarus listrik di dalam suatu medan magnet yang serba sama (homogen) tidak bergantung pada
- A. posisi kawat di dalam medan magnet
B. panjang kawat
C. hambatan kawat
D. kuat arusnya
14. Pada sebuah kawat sejajar yang masing – masing dialiri arus listrik yang sama besar, timbul gaya yang besarnya 2×10^{-7} Newton. Jarak antara kedua kawat itu 1 meter. Besar arus dalam setiap kawat adalah
- A. $1/8$ A
B. $1/4$ A
C. $1/2$ A
D. 1 A
15. Dua kawat berarus sejajar ditunjukkan seperti gambar berikut.



Gaya magnet antara kedua kawat tersebut adalah

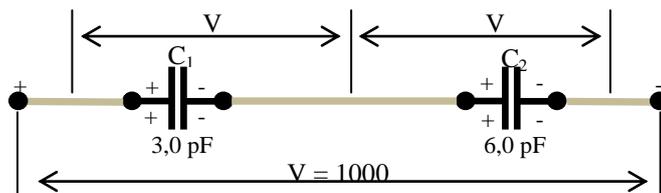


- | | | | |
|----|--|----|---|
| A. | $\frac{F}{l} = \frac{\mu di_1 i_2}{2\pi}$ | C. | $\frac{F}{l} = \frac{\mu i_1 i_2}{\pi d}$ |
| B. | $\frac{F}{l} = \frac{\mu i_1 i_2}{2\pi d}$ | D. | $\frac{F}{l} = \frac{\mu\pi i_1 i_2}{2d}$ |

16. Suatu toroida dengan 300 lilitan/m dialiri arus 5A, jika ruang di dalam toroida diisi dengan besi yang mempunyai permeabilitas magnetik sebesar $5000 \mu_0$. Tentukan M di dalam besi tersebut!

- A. $7,5 \times 10^6$ A/m
- B. $8,0 \times 10^6$ A/m
- C. $8,5 \times 10^6$ A/m
- D. $9,0 \times 10^6$ A/m

17. Susunan kapasitor paralel yang tampak pada gambar dihubungkan dengan suatu sumber listrik 120 V.



Tentukan kapasitas ekuivalen C_{ek} !

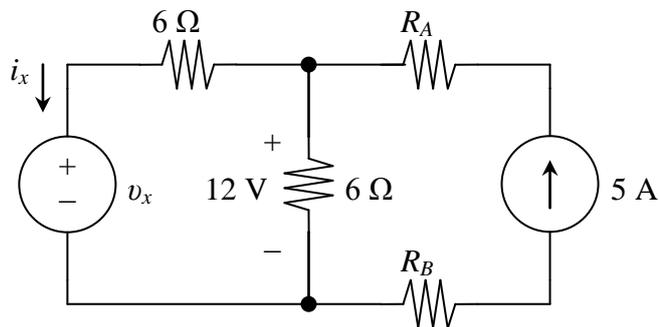
- A. 5,0 pF
 - B. 6,0 pF
 - C. 7,0 pF
 - D. 8,0 pF
18. Dua keping paralel memiliki muatan Q dan $-Q$. Apabila ruang di antara keping-keping tersebut tidak berisi bahan, medan listriknya adalah $2,5 \times 10^5$ V/m. Apabila ruang tersebut berisi suatu dielektrik, medannya berkurang menjadi $1,2 \times 10^5$ V/m. Tetukan konstanta dielektriknya!
- A. 1,05
 - B. 2,04
 - C. 2,08
 - D. 3,06



19. Sebuah kapasitor tertentu terdiri dari dua pelat penghantar yang paralel, masing-masing dengan luas 200 cm^2 , dipisahkan oleh celah udara sebesar $0,40 \text{ cm}$. Tentukan kapasitansinya!

- A. $44 \mu\text{F}$
- B. 44 nF
- C. 44 pF
- D. 44 F

20. Suatu rangkaian arus searah ditunjukkan seperti gambar berikut.



Besarnya i_x pada rangkaian tersebut adalah

- A. 1 A
- B. 2 A
- C. 3 A
- D. 4 A

PENUTUP

Modul F disiapkan untuk kegiatan Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan pada Kelompok Kompetensi F. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi profesional dan pedagogi yang harus dicapai guru. Anda dapat belajar dan melakukan kegiatan Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Peningkatan Kompetensi sesuai dengan rambu-rambu/ instruksi yang tertera pada modul berupa: kajian materi, percobaan, studi kasus dan latihan soal. Modul F akan mengarahkan Anda dan fasilitator agar terbagun kolaborasi dan atmosfer akademik selama proses kegiatan pembelajaran.

Dengan mempelajari modul F, diharapkan Anda dapat lebih meningkatkan kompetensi profesional pada lingkup materi Rangkaian Arus Searah, Kapasitansi dan Dielektrik serta Medan Magnet, yang merupakan kelompok kompetensi F guru pembelajar Mata pelajaran Fisika SMA, serta Anda dapat lebih meningkatkan kompetensi pedagogi pada lingkup materi Penilaian Proses dan Hasil Belajar.

Pengetahuan sifat Rangkaian Arus Searah, Kapasitansi dan Dielektrik serta Medan Magnet merupakan bagian dari komponen materi fisika yang pada hakekatnya memerlukan cara berfikir sistematis, logis, dan analitis. Pengetahuan tentang fisika memang cukup sulit dipelajari, namun dengan ketekunan berlatih terhadap pemecahan persoalan-persoalan yang pernah ada dan terlahir dari pengalaman para ilmuwan, penguasaan terhadap materi Rangkaian Arus Searah, Kapasitansi dan Dielektrik serta Medan Magnet, apabila ditekuni untuk dipelajari secara terus menerus dan kontekstual, materi tersebut begitu indah, teratur, penuh dengan tantangan, fantastis, dan membawa kita untuk mendekati diri kepada yang Maha kuasa.

Selain itu pengetahuan pedagogi merupakan pengetahuan pendukung di dalam mengajarkan materi substansi kepada siswa. Pengetahuan pedagogi tidak terlalu sulit



dipelajari, hanya memerlukan proses latihan yang terus menerus, sehingga kompetensi pedagogi dapat dicapai secara terlatih dan mahir.

Untuk pencapaian kompetensi pada modul F ini, Anda diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul. Harapan penulis, Anda akan terbantu dalam upaya peningkatan penguasaan materi fisika, khususnya dalam peningkatan pemahaman konsep. Pada akhirnya, peningkatan kompetensi profesionalisme dan pedagogi Anda akan berdampak terhadap prestasi belajar siswa melalui implementasi pembelajaran di kelas.

Tak ada gading yang tak retak, tentunya isi modul F ini masih jauh dari sempurna. Penulis mengharapkan saran-saran yang konstruktif untuk perbaikan lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga sukses.

DAFTAR PUSTAKA

- Beiser, A. 1995. *Applied Physics*. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Budikase, E, dan Kertiasa, N. 1995. *Fisika 1 dan 2*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta: Pusat Perbukuan
- Challoner, Jack. 1999. *Jendela Iptek, Jilid 5, Energi*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Depdikbud. 1999. *Ilmu Pengetahuan, Populer Jilid 5, Ilmu Fisika & Biologi Umum*. Jakarta: Widyadara.
- Giancoli, Douglas C. 1991. *Physics, Principles with applications*, Prentice-Hall International, Inc, Third Edition.
- Halliday dan Resnick. 1991. *Fisika Jilid 1 (terjemahan)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Isaacs, Alan. 1999. *Kamus Lengkap Fisika*. Jakarta: Erlangga
- Serway, RA. 1986. *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics*. New York: Saunders College Publishing
- Tipler, P.A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid 1 (terjemahan)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

<http://www.edumedia.com/>

<http://id.shvoong.com/exact-sciences/physics/2287881-listrik&magnet/>
diambil 12 Oktober 2015

[http://e-dukasi.net/index.php?mod=script&cmd=Bahan Belajar/Materi Pokok/](http://e-dukasi.net/index.php?mod=script&cmd=Bahan%20Belajar/Materi%20Pokok/)
diambil 12 Oktober 2015

GLOSARIUM

<i>test</i>	:	alat atau prosedur yang digunakan untuk mengetahui atau mengukur sesuatu dengan menggunakan cara atau aturan yang telah ditentukan
<i>measurement</i>	:	pemberian angka terhadap suatu atribut atau karakter tertentu yang dimiliki oleh seseorang, atau suatu obyek tertentu yang mengacu pada aturan dan formulasi yang jelas
<i>evaluation</i>	:	proses yang sistematis untuk menentukan atau membuat keputusan sampai sejauh mana tujuan-tujuan pengajaran telah dicapai oleh siswa
<i>mastery learning</i>	:	pembelajaran tuntas
<i>receiving</i>	:	memiliki keinginan memperhatikan suatu fenomena khusus atau stimulus
<i>valuing</i>	:	sikap yang menunjukkan derajat internalisasi dan komitmen
penempaan (<i>forging</i>)	:	proses pembentukan logam secara plastis dengan memberikan gaya tekan pada logam yang akan dibentuk.
pengerolan/ pencanaian (<i>rolling</i>)	:	proses pengurangan ketebalan atau proses pembentukan pada benda kerja yang panjang
ekstrusi (<i>extruding</i>)	:	proses pembentukan logam yang bertujuan untuk mereduksi atau mengecilkan penampang dengan cara menekan bahan logam melalui rongga cetakan.

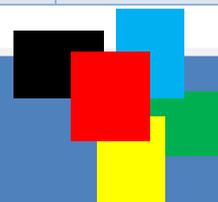
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

KISI-KISI UJIAN SEKOLAH BERSTANDAR NASIONAL SEKOLAH MENENGAH ATAS / MADRASAH ALIYAH KURIKULUM 2013 TAHUN PELAJARAN 2016/2017

MATA PELAJARAN: FISIKA

Level Kognitif	Pengukuran dan Kinematika	Dinamika	Usaha dan Energi	Kalor	Gelombang dan Optik	Listrik, Magnet, dan Fisika Modern
<p>Pengetahuan dan pemahaman</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengidentifikasi ▪ Menyebutkan ▪ Menunjukkan ▪ Membedakan ▪ Mengelompokkan ▪ Menjelaskan 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pengukuran ▪ besaran fisika ▪ vektor ▪ gerak lurus ▪ gerak melingkar ▪ gerak parabola 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <p>gaya</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ hukum newton ▪ momen gaya ▪ momen inersia ▪ fluida (statik dan dinamik) ▪ gravitasi Newton ▪ gerak harmonik sederhana 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ usaha ▪ impuls ▪ momentum ▪ tumbukan ▪ sumber daya energi 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ kalor ▪ perpindahan kalor ▪ teori kinetik gas 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gelombang ▪ bunyi ▪ gelombang cahaya ▪ gelombang elektromagnet ▪ elastisitas ▪ pemanasan global ▪ alat optik 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ listrik statis ▪ listrik dinamis ▪ kemagnetan ▪ fisika inti ▪ efek foto listrik ▪ transmisi daya ▪ induksi elektromagnetik
<p>Aplikasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengklasifikasi ▪ Menginterpretasi ▪ Menghitung ▪ Mendeskripsikan ▪ Mengurutkan ▪ Membandingkan ▪ Menerapkan ▪ Memodifikasi 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pengukuran ▪ vektor ▪ gerak lurus ▪ gerak melingkar ▪ gerak parabola 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gaya ▪ hukum newton ▪ momen gaya ▪ momen inersia ▪ keseimbangan benda tegar ▪ titik berat ▪ fluida (statik dan dinamik) ▪ gravitasi Newton ▪ gerak harmonik sederhana 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ usaha ▪ energi ▪ impuls ▪ momentum ▪ tumbukan 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ kalor ▪ perpindahan kalor ▪ teori kinetik gas 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gelombang ▪ bunyi ▪ gelombang cahaya ▪ gelombang electromagnet ▪ elastisitas 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ listrik statis ▪ listrik dinamis ▪ kemagnetan ▪ fisika inti ▪ efek foto listrik ▪ induksi elektromagnetik
<p>Penalaran</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menemukan ▪ Menyimpulkan ▪ Menggabungkan ▪ Menganalisis ▪ Memecahkan masalah 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ vektor ▪ gerak lurus ▪ gerak melingkar ▪ gerak parabola 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gaya ▪ hukum newton ▪ momen gaya ▪ momen inersia ▪ keseimbangan benda tegar 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ impuls ▪ momentum ▪ tumbukan 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ kalor ▪ perpindahan kalor 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gelombang cahaya ▪ pemanasan Global 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ fisika inti ▪ induksi elektromagnetik





LAMPIRAN 2

**KISI-KISI UJIAN SEKOLAH BERSTANDAR NASIONAL
SEKOLAH MENENGAH ATAS / MADRASAH ALIYAH
KURIKULUM 2006 TAHUN PELAJARAN 2016/2017**

MATA PELAJARAN: FISIKA

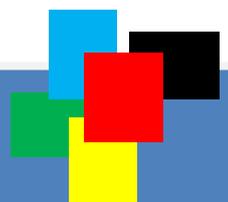
Level Kognitif	Pengukuran dan Kinematika	Dinamika	Usaha dan Energi	Kalor	Gelombang dan Optik	Listrik, Magnet, dan Fisika Modern
<p>Pengetahuan dan pemahaman</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengidentifikasi ▪ Menyebutkan ▪ Menunjukkan ▪ Membedakan ▪ Mengelompokkan ▪ Menjelaskan 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pengukuran ▪ besaran fisika ▪ vektor ▪ gerak lurus ▪ gerak melingkar ▪ gerak parabola 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gaya ▪ hukum newton ▪ momen gaya ▪ momen inersia ▪ fluida (statik dan dinamik) ▪ gravitasi Newton ▪ gerak harmonik sederhana 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ usaha ▪ impuls ▪ momentum ▪ tumbukan 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ kalor ▪ perpindahan kalor ▪ teori kinetik gas ▪ termodinamika 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gelombang ▪ bunyi ▪ optik fisis ▪ gelombang elektro-magnet ▪ elastisitas ▪ alat optik 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ listrik statis ▪ listrik dinamis ▪ kemagnetan ▪ efek foto listrik ▪ relativitas ▪ teori atom ▪ fisika inti ▪ radioaktivitas
<p>Aplikasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengklasifikasi ▪ Menginterpretasi ▪ Menghitung ▪ Mendeskripsikan ▪ Mengurutkan ▪ Membandingkan ▪ Menerapkan ▪ Memodifikasi 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pengukuran ▪ vektor ▪ gerak lurus ▪ gerak melingkar ▪ gerak parabola 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gaya ▪ hukum newton ▪ momen gaya ▪ momen inersia ▪ keseimbangan benda tegar ▪ titik berat ▪ fluida (statik dan dinamik) ▪ gravitasi Newton ▪ gerak harmonik sederhana 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ usaha ▪ energi ▪ impuls ▪ momentum ▪ tumbukan 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ kalor ▪ perpindahan kalor ▪ teori kinetik gas ▪ termodinamika 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gelombang ▪ bunyi ▪ optik fisis ▪ gelombang elektromagnet ▪ elastisitas ▪ alat optik 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ listrik statis ▪ listrik dinamis ▪ kemagnetan ▪ efek foto listrik ▪ relativitas ▪ fisika inti ▪ radioaktivitas
<p>Penalaran</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menemukan ▪ Menyimpulkan ▪ Menggabungkan ▪ Menganalisis ▪ Memecahkan masalah 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ vektor ▪ gerak lurus ▪ gerak melingkar ▪ gerak parabola 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ gaya ▪ hukum newton ▪ momen gaya ▪ momen inersia ▪ keseimbangan benda tegar ▪ gerak harmonik sederhana 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ impuls ▪ momentum ▪ tumbukan 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ kalor ▪ perpindahan kalor ▪ termodinamika 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ optik fisis 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ fisika inti ▪ relativitas



1. KISI-KISI PENULISAN SOAL

Jenis Sekolah :
Mata Pelajaran :
Kurikulum : *KTSP-2006 /K-13*
Alokasi waktu :
Jumlah Soal :
Bentuk Soal : *Pilihan Ganda/Uraian*
Tahun Ajaran :

No.	Kompetensi Dasar	Bahan Kls/ Semester	Konten/Materi	Indikator Soal	Bentuk Soal





KARTU SOAL NOMOR 1
(PILIHAN GANDA)

Mata Pelajaran :
Kelas/Semester :
Kurikulum :
Kompetensi Dasar :
Materi :
Indikator Soal :
Level Kognitif :

Soal:

Kunci/Pedoman Penskoran:

Keterangan:

Soal ini termasuk soal HOTS karena

1.
2.
3.



**KARTU SOAL NOMOR 1
(URAIAN)**

Mata Pelajaran :
Kelas/Semester :
Kurikulum :

Kompetensi Dasar	:	
Materi	:	
Indikator Soal	:	
Level Kognitif	:	

Soal:

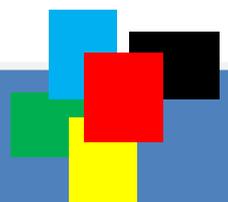
PEDOMAN PENSKORAN

No.	Uraian Jawaban/Kata Kunci	Skor
	Total Skor	

Keterangan:

Soal ini termasuk soal HOTS karena:

1.
2.





**INSTRUMEN TELAAH SOAL HOTS
BENTUK TES PILIHAN GANDA**

Nama Pengembang Soal :

Mata Pelajaran :

Kls/Prog/Peminatan :

No.	Aspek yang ditelaah	Butir Soal				
		1	2	3	4	5
A. Materi						
1.	Soal sesuai dengan indikator.					
2.	Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).					
3.	Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).					
4.	Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*					
5.	Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu.					
6.	Jawaban tersirat pada stimulus.					
7.	Pilihan jawaban homogen dan logis.					
8.	Setiap soal hanya ada satu jawaban yang benar.					
B. Konstruksi						
8.	Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas.					
9.	Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan saja.					
10.	Pokok soal tidak memberi petunjuk ke kunci jawaban.					
11.	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda.					
12.	Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.					
13.	Panjang pilihan jawaban relatif sama.					
14.	Pilihan jawaban tidak menggunakan pernyataan "semua jawaban di atas salah" atau "semua jawaban di atas benar" dan sejenisnya.					
15.	Pilihan jawaban yang berbentuk angka/waktu disusun berdasarkan urutan besar kecilnya angka atau kronologisnya.					
16.	Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.					
C. Bahasa						
17.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.					
18.	Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.					
19.	Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.					
20.	Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama, kecuali merupakan satu kesatuan pengertian.					

*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

***) Pada kolom nomor soal diisikan tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....

Penelaah

.....

NIP.



**INSTRUMEN TELAAH SOAL HOTS
BENTUK TES URAIAN**

Nama Pengembang Soal :
Mata Pelajaran :
Kls/Prog/Peminatan :

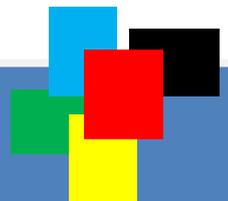
No.	Aspek yang ditelaah	Butir Soal				
		1	2	3	4	5
A. Materi						
1.	Soal sesuai dengan indikator (menuntut tes tertulis untuk bentuk Uraian).					
2.	Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).					
3.	Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).					
4.	Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*					
5.	Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu.					
6.	Jawaban tersirat pada stimulus.					
B. Konstruksi						
6.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata-kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban terurai.					
7.	Memuat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal.					
8.	Ada pedoman penskoran/rubrik sesuai dengan kriteria/kalimat yang mengandung kata kunci.					
9.	Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.					
10.	Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.					
C. Bahasa						
11.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.					
12.	Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.					
13.	Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.					

*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

**) Pada kolom nomor soal diisikan tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....
Penelaah

.....
NIP.



MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN
BERKELANJUTAN
FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN
KARAKTER



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

facebook.com/p4tkipaInfo 

p4tkipa.org 
youtube.com/pppptkipa 

p4tkipa@yahoo.com 
022 4265127 - 70417266 

Jl. Diponegoro No. 12 
Bandung - Jawa Barat
022 4231191 