

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



Kelompok
Kompetensi

MATA PELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)

Sekolah Menengah Pertama (SMP)

TERINTEGRASI PENGUATAN
PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL



Edisi
Revisi
2017

PEDAGOGIK

Penelitian Tindakan Kelas

PROFESIONAL

Teknologi Ramah Lingkungan,
Listrik, dan Magnet



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

MATA PELAJARAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)
TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL

KELOMPOK KOMPETENSI J

PEDAGOGIK:
PENELITIAN TINDAKAN KELAS

Penulis:

Abdul Kodir, M.Pd (ak_p4tkipa@yahoo.com).

Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd. (laksmi.sedec@gmail.com)

Penelaah:

Indrawati, Dr., M.Pd.

Penyunting:

Santa, M.P., Ir., M.Sc.

PROFESIONAL:
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN, LISTRIK, DAN MAGNET

Penulis:

Santa, Ir., M.P., M.Sc. (santavedca@yahoo.com)

Noeraida, S.Si., M.Pd (noeraida67@yahoo.co.id).

Erly Tjahja Widjajanto T., S.Pd. (erlytjahja@gmail.com)

Luluk Ayunning Dyah P, M.Si. (lu2k_dyah@yahoo.com)

Penelaah:

Adi Rahmat, Dr., M.Si.

Iyon Suyana, Drs., M.Si.

Mimin Nurjhani Kusumastuti, Dr., M.Pd.

Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.

Wahyu Sopandi, Dr.

Penyunting:

Santa, M.P., Ir., M.Sc.

Desain Grafis dan Ilustrasi
Tim Desain Grafis

Copyright © 2017

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian Pemerintah maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesional Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Peta profil hasil UKG menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG pada tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2017 ini dengan Program Pengembangan Keprofesional Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesional Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui tiga moda, yaitu: 1) Moda Tatap Muka, 2) Moda Daring Murni (*online*), dan 3) Moda Daring Kombinasi (kombinasi antara tatap muka dengan daring).

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal



Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru moda tatap muka dan moda daring untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, April 2017

Direktur Jenderal Guru
dan Tenaga Kependidikan,



Sumarna Surapranata, Ph.D.

★ NIP. 195908011985031002



Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru jenjang Sekolah Menengah Pertama mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS), Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan (PPKn), Matematika, Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, Seni Budaya, serta Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan. Modul ini merupakan dokumen wajib untuk Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan.

Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru merupakan tindak lanjut dari hasil Uji Kompetensi Guru (UKG) 2015 dan bertujuan meningkatkan kompetensi guru dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan mata pelajaran yang diampunya.

Sebagai salah satu upaya untuk mendukung keberhasilan suatu program diklat, Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar pada tahun 2017 melaksanakan review, revisi, dan mengembangkan modul paska UKG 2015 yang telah terintegrasi Penguatan Pendidikan Karakter (PPK) dan Penilaian Berbasis Kelas, serta berisi materi pedagogik dan profesional yang akan dipelajari oleh peserta selama mengikuti Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru jenjang Sekolah Menengah Pertama ini diharapkan dapat menjadi bahan bacaan wajib bagi para peserta diklat untuk dapat meningkatkan pemahaman tentang kompetensi pedagogik dan profesional terkait dengan tugas pokok dan fungsinya.



Terima kasih dan penghargaan yang tinggi disampaikan kepada para pimpinan PPPPTK IPA, PPPPTK PKn/IPS, PPPPTK Bahasa, PPPPTK Matematika, PPPPTK Penjas-BK, dan PPPPTK Seni Budaya yang telah mengizinkan stafnya dalam menyelesaikan modul Pendidikan Dasar jenjang Sekolah Menengah Pertama ini. Tidak lupa saya juga sampaikan terima kasih kepada para widyaiswara, Pengembang Teknologi Pembelajaran (PTP), dosen perguruan tinggi, dan guru-guru hebat yang terlibat di dalam penyusunan modul ini.

Semoga Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dapat meningkatkan kompetensi guru sehingga mampu meningkatkan prestasi pendidikan anak didik kita.

Jakarta, April 2017

Direktur Pembinaan Guru
Pendidikan Dasar



Poppy Dewi Puspitawati

NIP. 196305211988032001



MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



PEDAGOGIK

Penelitian Tindakan Kelas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

MODUL

PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

MATA PELAJARAN

ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)

SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI J

PEDAGOGIK:

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

Penulis:

Abdul Kodir, M.Pd (ak_p4tkipa@yahoo.com).

Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd. (laksmi.sedec@gmail.com)

Penelaah:

Indrawati, Dr., M.Pd.

Penyunting:

Santa, M.P., Ir., M.Sc.

Desain Grafis dan Ilustrasi

Tim Desain Grafis

Copyright © 2017

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Daftar Isi

	Hal.
Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	x
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup.....	3
E. Cara Penggunaan Modul.....	4
Kegiatan Pembelajaran 1 Penelitian Tindakan Kelas	9
A. Tujuan.....	9
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	9
C. Uraian Materi	10
D. Aktivitas Pembelajaran	35
E. Latihan / Kasus /Tugas	42
F. Rangkuman	45
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	45
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus	46
Penutup	47
Evaluasi	49
Glosarium	53
Daftar Pustaka	55



Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Alur Model Pembelajaran Tatap Muka	4
Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh	5
Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka model In-On-In	7
Gambar 4. Siklus Spiral PTK	14
Gambar 5. Skema Kerangka Pikir	31

Daftar Tabel

	Hal.
Tabel 1. Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran	2
Tabel 2 Daftar Lembar Kerja Modul KK J	8



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 karier guru yang berjudul “Penelitian Tindakan Kelas” merupakan modul untuk kompetensi pedagogi guru pada Kelompok Kompetensi J (KK J). 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.



Pendahuluan

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

B. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini secara mandiri dan menerapkan nilai-nilai pendidikan karakter, peserta pelatihan diharapkan memiliki kompetensi untuk mengembangkan keprofesionalan secara berkelanjutan dengan melakukan sebuah tindakan reflektif yang disebut Penelitian Tindakan Kelas (PTK), menyusun proposal PTK, melaksanakan PTK, dan melaporkannya.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran yang diharapkan setelah peserta diklat mempelajari modul ini tercantum pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran

Kompetensi Inti	Kompetensi Guru Mata Pelajaran
10. Melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran.	10.1 Melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan. 10.2 Memanfaatkan hasil refleksi untuk perbaikan dan pengembangan pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu. 10.3 Melakukan penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu.



D. Ruang Lingkup

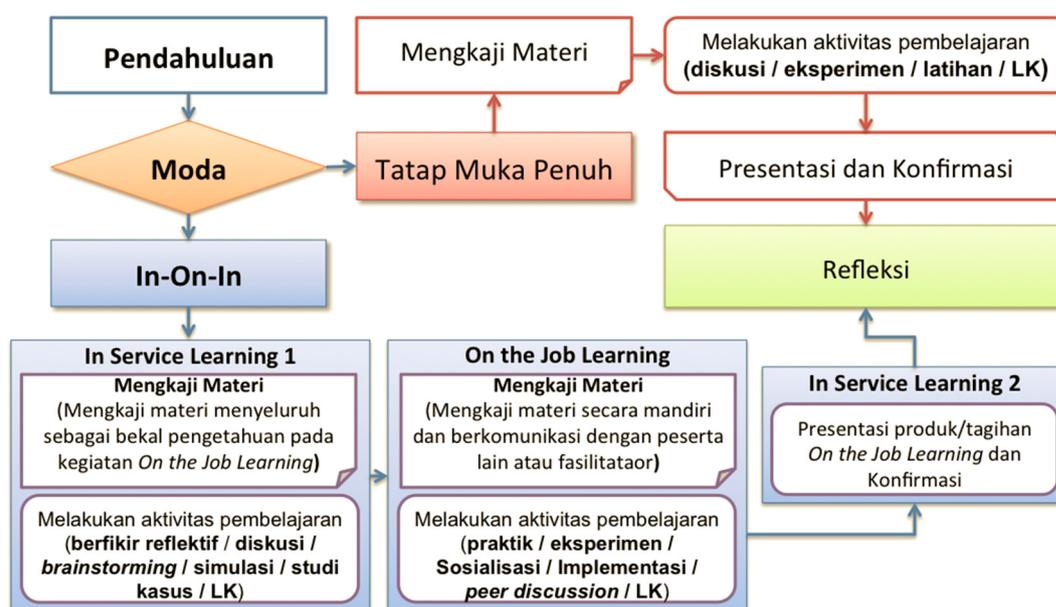
Ruang lingkup materi pada modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi, dan Penutup. Bagian Pendahuluan berisi paparan tentang Latar Belakang modul KK J, Tujuan, Peta Kompetensi yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan 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.

Adapun rincian materi pada modul KK J adalah sebagai berikut.

1. Hakikat Penelitian Tindakan Kelas
2. Tahapan Penelitian Tindakan Kelas
3. Mengidentifikasi dan Menetapkan Masalah
4. Merumuskan Masalah
5. Merumuskan Hipotesis Tindakan
6. Merencanakan Tindakan
7. Pelaksanaan Tindakan
8. Menyusun Proposal PTK

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.

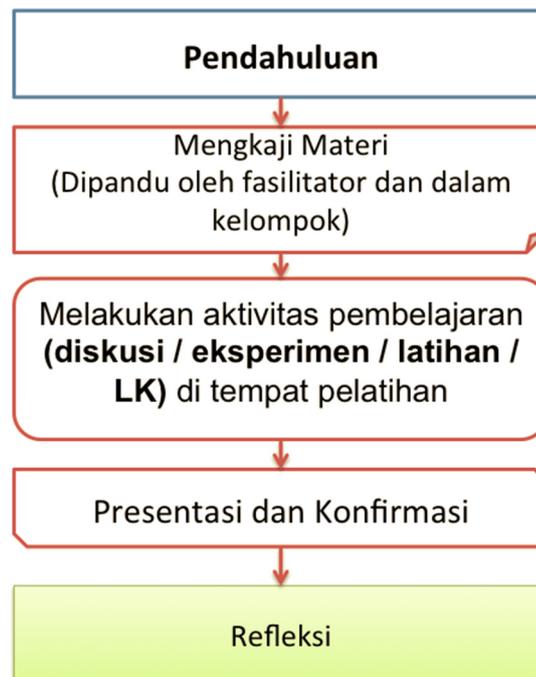


Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka

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

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



Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh

Kegiatan pembelajaran tatap muka pada model tatap muka penuh dapat dijelaskan sebagai berikut,

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
- langkah-langkah penggunaan modul

b. Mengkaji Materi

Pada kegiatan mengkaji materi modul kelompok kompetensi J Pedagogi, fasilitator memberi kesempatan kepada guru peserta diklat untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian



Pendahuluan

kompetensi. Guru dapat mempelajari materi secara individual maupun berkelompok dan dapat mengkonfirmasi permasalahan kepada fasilitator.

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**, dan aktivitas menjawab latihan soal. 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 model *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**, 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.



Pendahuluan

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, terdapat LK **diskusi materi** yang dilakukan pada saat *in-1* dan **kegiatan praktik** yang dipandu menggunakan 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 LK pada kegiatan tatap muka kombinasi.

Tabel 2 Daftar Lembar Kerja Modul KK J

No	Kode LK	Nama LK	Keterangan
1.	LK.J.01	Diskudi Materi Penelitian Tindakan Kelas	<i>In Service 1</i>
2.	LK.J.02.	Identifiikasi, Faktor Penyebab, dan Alternatif Pemecahan Masalah Berdasarkan Kasus 1	<i>On The Job Learning</i>
3.	LK.J.03.	Identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat PTK berdasarkan kasus 2	<i>On The Job Learning</i>
4.	LK.J.04.	Membuat Proposal PTK	<i>On The Job Learning</i>

Kegiatan Pembelajaran 1

Penelitian Tindakan Kelas

Modul ini akan membahas konsep dasar Penelitian Tindakan Kelas. Melalui modul ini diharapkan Anda dapat membangun wawasan dan melatih keterampilan secara mandiri tentang Penelitian Tindakan Kelas yang berbasis pada upaya memperbaiki kelemahan pembelajaran IPA SMP. Dengan memahami konsep dasar PTK, Anda diharapkan dapat menerapkan PTK dalam proses pembelajaran di kelas sebagai upaya untuk memperbaiki kualitas pembelajaran.

PTK memang merupakan salah satu kompetensi yang penting dimiliki oleh setiap guru. Oleh karena itu, Anda diharapkan dapat mempelajari konsep PTK pada modul ini secara mandiri, bersemangat, serta dengan penuh seksama sebagai wujud tanggung jawab Anda terhadap profesionalisme guru. Anda dapat berdiskusi dengan teman sejawat untuk menyelesaikan permasalahan yang mungkin ada dalam kajian modul ini dengan berprinsip pada saling menghormati dan saling menghargai satu sama lain.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul secara mandiri dan penuh tanggung jawab, Anda diharapkan memiliki kompetensi untuk mengembangkan keprofesionalan secara berkelanjutan dengan melakukan sebuah tindakan reflektif dalam bentuk PTK.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mempelajari modul ini, indikator ketercapaian kompetensi yang diharapkan adalah sebagai berikut.

1. Menjelaskan hakikat PTK
2. Menjelaskan tahap-tahap PTK
3. Melakukan identifikasi masalah di kelas



Kegiatan Pembelajaran 1

4. Membuat rumusan masalah dan hipotesis tindakan berdasarkan masalah terpilih
5. Membuat rancangan tindakan yang akan dilaksanakan
6. Menyusun *draft* proposal PTK
7. Menjelaskan sistematika laporan PTK

C. Uraian Materi

1. Hakikat Penelitian Tindakan Kelas

a. Pengertian Penelitian Tindakan Kelas

Penelitian tindakan kelas (PTK) berasal dari istilah bahasa Inggris *Classroom Action Research*, yang berarti penelitian yang dilakukan pada sebuah kelas untuk mengetahui akibat tindakan yang diterapkan pada suatu subyek penelitian di kelas tersebut. Pertama kali penelitian tindakan kelas diperkenalkan oleh Kurt Lewin pada tahun 1946, yang selanjutnya dikembangkan oleh *Stephen Kemmis*, *Robin Mc Taggart*, *John Elliot*, *Dave Ebbutt* dan lainnya.

Menurut Carr dan Kemmis seperti yang dikutip oleh Siswojo Hardjodipuro, dikatakan bahwa PTK adalah suatu bentuk refleksi diri yang dilakukan oleh para partisipan (guru, siswa atau kepala sekolah) dalam situasi-situasi sosial (termasuk pendidikan) untuk memperbaiki rasionalitas dan kebenaran (a) praktik-praktik sosial atau pendidikan yang dilakukan dilakukan sendiri, (b) pengertian mengenai praktik-praktik ini, dan (c) situasi-situasi (dan lembaga-lembaga) tempat praktik-praktik tersebut dilaksanakan (Harjodipuro, 1997).

Dalam konteks pekerjaan guru, penelitian tindakan yang dilakukan guru disebut penelitian tindakan kelas yaitu suatu kegiatan penelitian dengan mencermati sebuah kegiatan belajar yang diberikan tindakan secara sengaja dimunculkan dalam sebuah kelas, yang bertujuan memecahkan masalah atau meningkatkan mutu pembelajaran di kelas tersebut. Tindakan yang secara sengaja dimunculkan tersebut diberikan oleh guru atau berdasarkan arahan guru yang kemudian dilakukan oleh siswa. Dalam hal ini arti kelas tidak terikat pada pengertian ruang kelas, tetapi dalam pengertian yang lebih spesifik, yaitu sekelompok siswa yang dalam waktu yang sama, menerima pelajaran yang sama dari guru yang sama juga (Suharsimi: 2005).

b. Karakteristik Penelitian Tindakan Kelas

PTK mempunyai karakteristik tersendiri jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian lain pada umumnya. Berikut adalah beberapa karakteristik PTK.

- 1) Guru merasa bahwa ada permasalahan yang mendesak untuk segera diselesaikan di dalam kelasnya.

Guru menyadari bahwa praktik pembelajarannya ada yang harus dibenahi sehingga guru perlu melakukan tindakan-tindakan tertentu untuk memperbaiki persoalan tersebut. PTK akan dapat dilaksanakan jika guru memang sejak awal menyadari adanya persoalan yang terkait dengan proses dan produk pembelajaran yang dihadapi di kelas, kemudian dari persoalan itu guru menyadari pentingnya persoalan tersebut untuk diperoleh secara profesional. Jika guru merasa bahwa praktik pembelajaran sehari-hari di kelas tidak bermasalah, maka PTK tidak perlu diperlukan.

- 2) Refleksi Diri

Refleksi merupakan ciri khas PTK yang paling esensial. Refleksi yang dimaksud adalah melakukan intropeksi diri, seperti guru mengingat kembali apa saja tindakan yang telah dilakukan di dalam kelas, apa dampak dari tindakan tersebut, mengapa dampaknya menjadi demikian, dan sebagainya. Atas dasar refleksi itu, guru dimungkinkan untuk memeriksa dirinya sendiri, terutama terkait kelemahan dan kelebihan dari pola pembelajaran yang telah ia praktikkan, kemudian guru berusaha mengatasi berbagai kelemahan tersebut.

- 3) Kolaboratif

Kolaboratif merupakan upaya perbaikan proses dan hasil pembelajaran tidak dapat dilakukan sendiri, tetapi guru harus berkolaborasi dengan guru lain atau kepala sekolah. PTK merupakan upaya bersama dari berbagai pihak untuk mewujudkan perbaikan yang diinginkan. Kolaborasi ini tidak bersifat basabasi, tetapi harus tampil dalam keseluruhan proses perencanaan, pelaksanaan PTK sampai dengan menyusun laporan hasil penelitian.

- 4) PTK dilakukan di dalam kelas

Kelas yang dimaksud di sini tidak sebatas pada sebuah ruang tertutup yang dibatasi dinding dan pintu. Kelas yang sesungguhnya adalah semua "tempat"



Kegiatan Pembelajaran 1

di mana terjadi proses pembelajaran antara guru dan siswa. Jadi, boleh-boleh saja PTK dilakukan di ruang terbuka, seperti dalam pelajaran olahraga yang dilakukan di lapangan, yang terpenting dalam PTK bukanlah kelas atau ruangnya, tetapi fokus perhatian penelitian kepada proses pembelajaran dalam bentuk interaksi guru dan siswa.

5) PTK bertujuan untuk memperbaiki pembelajaran secara terus-menerus.

PTK bertujuan untuk memperbaiki proses pembelajaran yang dilakukan secara bertahap dan secara terus-menerus selama PTK dilakukan. Siklus demi siklus di dalamnya harus mencerminkan perbaikan demi perbaikan yang dicapai. Siklus sebelumnya merupakan dasar bagi siklus selanjutnya. Hasil pada siklus berikutnya seharusnya jauh lebih baik dari pada siklus sebelumnya.

c. Tujuan Penelitian Tindakan Kelas

PTK merupakan salah satu cara yang strategis bagi guru untuk memperbaiki layanan pendidikan yang harus diselenggarakan dalam konteks pembelajaran di kelas dan peningkatan kualitas program sekolah secara keseluruhan. Hal itu dapat dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan praktik dan pembelajaran di kelas secara berkesinambungan.

Menurut *MCNiff* (dalam Suharsimi Arikunto, dkk), dasar utama dilaksanakannya PTK adalah untuk perbaikan. Kata perbaikan di sini terkait dengan memiliki konteks dengan proses pembelajaran. Sementara itu, *Borg* (dalam Suharsimi Arikunto, dkk) juga menyebut secara eksplisit bahwa tujuan utama PTK adalah pengembangan keterampilan proses pembelajaran yang dihadapi oleh guru di kelasnya, bukan bertujuan untuk mencapai pengetahuan umum dalam bidang pendidikan.

d. Manfaat Penelitian Tindakan Kelas

Dalam PTK ada 3 komponen yang harus menjadi sasaran utama PTK, yaitu siswa/ pembelajaran, guru dan sekolah. Tiga komponen itulah yang akan menerima manfaat dari PTK.

1) Manfaat bagi siswa dan pembelajaran

Dengan adanya pelaksanaan PTK, kesalahan dan kesulitan dalam proses pembelajaran (baik strategi, teknik, konsep dan lain-lain) akan dengan cepat dianalisis dan didiagnosis, sehingga kesalahan dan kesulitan tersebut tidak akan berlarut-larut. Jika kelasalahan yang terjadi dapat segera diperbaiki, maka pembelajaran akan mudah dilaksanakan, menarik dan hasil belajar siswa diharapkan akan meningkat. Ini menunjukkan adanya hubungan timbal balik antara pembelajaran dan perbaikan hasil belajar siswa. Keduanya akan dapat terwujud jika guru memiliki kemampuan dan kemauan untuk melakukan PTK.

2) Manfaat bagi guru

Berikut adalah beberapa manfaat bagi guru dengan melaksanakan PTK.

- Guru memiliki kemampuan memperbaiki proses pembelajaran melalui suatu kajian yang mendalam terhadap apa yang terjadi di kelasnya. Keberhasilan dalam perbaikan ini akan menimbulkan rasa puas bagi guru karena guru telah melakukan sesuatu yang bermanfaat bagi siswanya melalui proses pembelajaran yang dikelolanya.
- Guru dapat mengembangkan dan meningkatkan kinerjanya secara profesional karena guru mampu menilai, merefleksi diri dan mampu memperbaiki pembelajaran yang dikelolanya. Dalam hal ini, guru tidak lagi hanya seorang praktisi yang sudah merasa puas terhadap apa yang dikerjakan selama ini, namun juga sebagai peneliti dibidangnya yang selalu ingin melakukan perbaikan-perbaikan pembelajaran yang inovatif dan kreatif.
- Guru mendapat kesempatan untuk berperan aktif dalam mengembangkan pengetahuan dan keterampilan sendiri. Guru tidak hanya menjadi penerima hasil perbaikan dari orang lain, namun guru itu sendiri berperan sebagai perancang dan pelaku perbaikan tersebut, sehingga diharapkan dapat menghasilkan teori-teori dan praktik pembelajaran.
- Guru akan merasa lebih percaya diri. Guru yang selalu merefleksi diri, melakukan evaluasi diri dan menganalisis kinerjanya sendiri dalam kelas, tentu saja akan selalu menemukan kekuatan, kelemahan dan tantangan pembelajaran dan pendidikan masa depan dan mengembangkan alternatif masalah atau kelemahan yang ada pada dirinya dalam pembelajaran. Guru yang demikian adalah guru yang memiliki kepercayaan diri yang kuat.

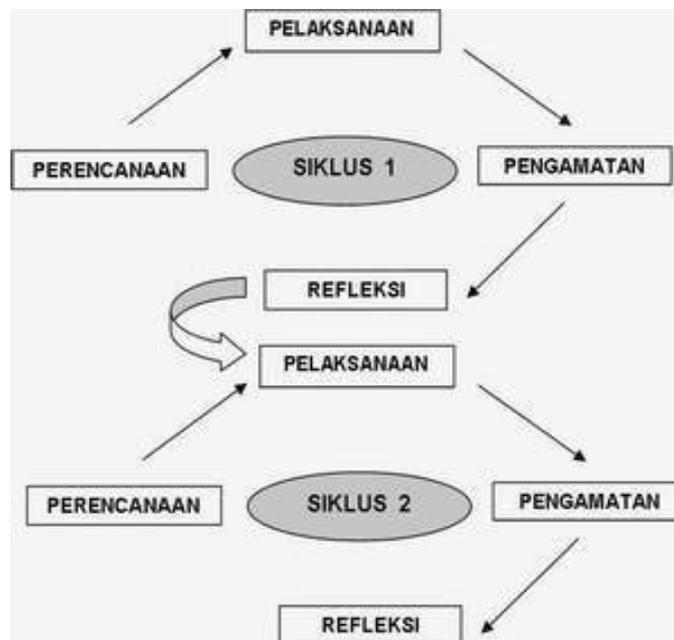
Kegiatan Pembelajaran 1

3) Manfaat bagi sekolah

Sekolah yang para gurunya memiliki kemampuan untuk melakukan perubahan atau perbaikan kinerjanya secara profesional, maka sekolah tersebut akan berkembang pesat kaitannya dengan PTK. Sekolah yang para gurunya memiliki keterampilan dalam melaksanakan PTK akan memperoleh manfaat yang besar yaitu meningkatnya kualitas pembelajaran yang mencerminkan kualitas pendidikan di sekolah tersebut.

2. Tahapan Penelitian Tindakan Kelas

PTK memiliki empat tahap yang dirumuskan oleh Lewin (Kemmis dan Mc Taggar, 1992) yaitu *planning* (rencana), *action* (tindakan), *observation* (pengamatan), dan *reflection* (refleksi). Namun, perlu diketahui bahwa tahapan pelaksanaan dan pengamatan sesungguhnya dilakukan secara bersamaan. Untuk memperjelas fase-fase dalam PTK, siklus spiral, dan bagaimana pelaksanaannya, Stephen Kemmis meng gambarkannya dalam siklus sebagaimana tampak pada gambar 4.



Gambar 4. Siklus Spiral PTK

Langkah dalam PTK merupakan satu daur atau siklus yang terdiri atas kegiatan (1) merencanakan perbaikan (2) melaksanakan tindakan, (3) mengamati, dan (4) melakukan refleksi.

1) Perencanaan Tindakan.

Berdasarkan identifikasi masalah pada tahap pra-PTK, rencana tindakan disusun untuk menguji secara empiris hipotesis tindakan yang ditentukan. Rencana tindakan ini mencakup semua langkah tindakan secara rinci.

2) Pelaksanaan Tindakan

Tahap ini merupakan realisasi dari segala teori pendidikan dan teknik mengajar yang telah disiapkan sebelumnya dalam perencanaan. Dalam tahap ini guru dituntut agar konsisten dengan segala perencanaan yang telah dibuat. Hal yang harus diperhatikan adalah menyelaraskan relevansi antara tahap perencanaan dengan tahap pelaksanaan agar sejalan dengan maksud awal.

3) Pengamatan Tindakan

Kegiatan pengamatan atau observasi dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan tindakan. Data yang dikumpulkan pada tahap ini berisi tentang pelaksanaan tindakan dan rencana yang sudah dibuat, serta dampaknya terhadap proses dan hasil intruksional yang dikumpulkan dengan alat bantu atau instrumen pengamatan yang dikembangkan peneliti.

4) Refleksi Terhadap Tindakan

Tahapan ini merupakan tahapan untuk memproses data yang didapat pada saat melakukan pengamatan. Data yang dianalisis, lalu disintesis. Dalam beberapa proses pengkajian data ini, dimungkinkan untuk melibatkan orang luar sebagai kolabulator, seperti halnya pada saat observasi.

3. Mengidentifikasi dan Menetapkan Masalah

Masalah-masalah yang dirasakan muncul dalam pembelajaran perlu diidentifikasi dan ditetapkan kelayakannya dan kepentingannya untuk dipecahkan terlebih dahulu. Pada tahap ini yang paling penting adalah menghasilkan gagasan-gagasan awal mengenai masalah aktual yang dialami dalam pembelajaran atau masalah lain yang terkait dengan manajemen kelas, iklim belajar, proses pembelajaran, sumber belajar, dan pengembangan diri peserta didik. Permasalahan aktual tersebut kemudian dijabarkan ke dalam topik-topik yang lebih operasional. Prosedur inilah yang disebut dengan tahap identifikasi masalah.



Kegiatan Pembelajaran 1

Terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dalam identifikasi masalah PTK sebagai berikut:

- a) Masalah yang akan dijadikan topik PTK benar-benar muncul dalam pembelajaran.
- b) Penting dan bermanfaat untuk memecahkan masalah dan meningkatkan mutu pembelajaran.
- c) Adanya alasan rasional, logis, dan sistematis yang mendasari perlunya penelitian tersebut dilakukan.
- d) Masalah tersebut riil dan problematika yang memerlukan pemecahan dengan segera.
- e) Masalah tersebut berada dalam jangkauan tugas guru yang dapat dihadapi secara proposional dan profesional.

Jika masalah sudah ditemukan, gunakanlah kriteria berikut untuk menguji apakah masalah yang dihadapi layak untuk diatasi melalui PTK (Tim Pelatih Proyek PGSM).

- 1) Jangan memilih masalah yang tidak dikuasai.
- 2) Ambil topik yang skalanya kecil dan relatif terbatas.
- 3) Pilihlah masalah yang dirasa penting.

4. Merumuskan Masalah

Masalah PTK yang telah dipilih perlu dirumuskan secara komprehensif, jelas, spesifik dan operasional sehingga memungkinkan peneliti untuk memilih tindakan yang tepat. Perumusan masalah dapat dilakukan dalam kalimat pernyataan, pertanyaan, atau menggabungkan keduanya.

Dalam merumuskan masalah PTK, ada beberapa petunjuk yang dapat digunakan sebagai acuan.

- a. Masalah hendaknya dirumuskan secara jelas, dalam arti tidak mempunyai makna ganda dan pada umumnya dapat dituangkan dalam kalimat tanya.
- b. Rumusan masalah hendaknya menunjukkan jenis tindakan yang akan dilakukan dan hubungannya dengan variabel lain.
- c. Rumusan masalah hendaknya menunjukkan jenis tindakan yang akan dilakukan dan hubungannya dengan variabel lain.

- d. Rumusan masalah hendaknya dapat diuji secara empirik, artinya dengan rumusan masalah itu memungkinkan dikumpulkannya data untuk menjawab pertanyaan tersebut (operasional).

5. Merumuskan Hipotesis Tindakan

Setelah masalah dirumuskan, guru perlu menyusun rencana tindakan dengan terlebih dahulu merumuskan hipotesis tindakan. Hipotesis tindakan adalah dugaan guru tentang cara yang dianggap terbaik dalam mengatasi masalah. Hipotesis ini disusun berdasarkan kajian berbagai teori, hasil penelitian yang pernah dilakukan dan relevan, diskusi dengan teman sejawat, serta refleksi pengalaman sendiri sebagai guru.

Hal yang perlu diingat dalam kaitanya dengan perumusan hipotesis adalah bahwa hipotesis selalu dirumuskan dalam kalimat pernyataan, bukan dalam kalimat tanya.

6. Merencanakan Tindakan

Setelah guru merumuskan hipotesis tindakan, tahap berikutnya adalah merencanakan tindakan. Kegiatan merencanakan tindakan meliputi:

- a. membuat skenario pembelajaran yang berisikan langkah-langkah kegiatan dalam pembelajaran (sama dengan langkah-langkah pembelajaran dalam RPP);
- b. mempersiapkan sarana pembelajaran yang mendukung terlaksananya tindakan dan mempersiapkan instrumen penelitian, seperti :
 - 1) Instrumen atau alat ukur berupa tes, yaitu alat ukur yang diberikan kepada individu untuk mendapatkan jawaban-jawaban yang diharapkan baik secara tertulis atau lisan atau secara perbuatan. Tes ini disusun berdasarkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai, digunakan untuk mengukur kemampuan pemahaman konsep IPA. Tes ini diberikan setiap akhir putaran.
 - 2) Silabus, yaitu seperangkat rencana dan pengaturan tentang kegiatan pembelajaran pengelolaan kelas, serta penilaian hasil belajar.
 - 3) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), yaitu perangkat pembelajaran yang digunakan sebagai pedoman guru dalam mengajar



Kegiatan Pembelajaran 1

dan disusun untuk tiap siklus . Masing-masing RPP berisi kompetensi dasar, indikator pencapaian hasil belajar, dan kegiatan belajar mengajar.

- 4) Lembar observasi kegiatan belajar mengajar, yaitu lembar observasi pengelolaan model pembelajaran tuntas, untuk mengamati kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran.
 - 5) Lembar observasi aktivitas siswa dan guru, yaitu lembar observasi untuk mengamati aktivitas siswa dan guru selama proses pembelajaran.
- c. Menentukan indikator keberhasilan tindakan. Hal penting yang juga harus dilakukan dalam kegiatan merencanakan tindakan adalah menentukan kriteria keberhasilan tindakan. Kriteria merupakan ukuran yang ditentukan peneliti untuk menentukan apakah tindakan yang nantinya dilakukan berhasil atau tidak. Kriteria keberhasilan tindakan biasanya dihubungkan dengan rumusan masalah yang meliputi kriteria keberhasilan proses dan hasil pembelajaran. Ukuran keberhasilan proses, misalnya proses belajar dikatakan berhasil jika 95% siswa terlibat dalam proses pembelajaran, jika 50% siswa mengajukan pertanyaan dalam kegiatan pembelajaran, dsb. Ukuran keberhasilan hasil, misalnya jika 100% siswa mencapai nilai minimal sama dengan KKM, jika rata-rata nilai siswa dalam kompetensi IPA terpilih meningkat 0,5 dan sebagainya.
- d. Melakukan simulasi pelaksanaan tindakan

7. Pelaksanaan Tindakan

Tahap ini merupakan tahap implementasi atau pelaksanaan dari semua rencana tindakan yang telah dibuat. Strategi dan skenario pembelajaran yang telah ditetapkan pada perencanaan harus benar-benar diterapkan dan mengacu pada kurikulum yang berlaku. Tentu saja rencana tindakan di atas harus sudah "dilatihkan" kepada pelaksana tindakan (guru peneliti) untuk dapat dilaksanakan di kelas agar sesuai dengan skenario pembelajaran yang dibuat. Pelaksanaan tindakan umumnya dilakukan dalam waktu antara 2 sampai 3 bulan, jumlah siklus minimal dua siklus dengan memperhatikan syarat bahwa satu siklus terdiri dari 3 pertemuan.

8. Menyusun Proposal PTK

Sebelum melaksanakan PTK, guru dituntut membuat proposal PTK terlebih dahulu. Proposal PTK dapat difungsikan sebagai media untuk mengajukan dana penelitian dari lembaga tertentu. Terlepas dari itu, proposal PTK tetap saja menjadi hal wajib yang harus dilakukan guru sebelum melaksanakan PTK karena proposal adalah sebuah rancangan yang akan membantu guru dalam melaksanakan sampai dengan menyusun laporan PTK.

Proposal PTK adalah gambaran terperinci tentang proses yang akan dilakukan guru untuk memecahkan masalah dalam pembelajaran. Alur berpikir dalam menyusun proposal harus logis dan sistematis yang terlihat dari keterkaitan antara komponen-komponen proposal yang satu dengan lainnya. Tujuannya agar rangkaian rencana tindakan dapat terarah, sistematis dan mencapai tujuan.

Proposal PTK pada dasarnya terdiri atas empat bagian utama, yaitu judul pendahuluan, kajian pustaka, dan metode penelitian. Adapun sistematika proposal secara lengkap sebagai berikut.

SISTEMATIKA PROPOSAL PTK

JUDUL PTK

BAB I PENDAHULUAN

- A. Latar Belakang Masalah
- B. Rumusan Masalah
- C. Cara Pemecahan Masalah
- D. Tujuan Penelitian
- E. Manfaat Penelitian

BAB II KAJIAN PUSTAKA

- A. Landasan Teori
- B. Penelitian yang Relevan (bila ada)
- C. Kerangka Berpikir

BAB III METODE PENELITIAN

- A. Subjek, Lokasi, dan Waktu Penelitian
- B. Prosedur Penelitian



Kegiatan Pembelajaran 1

- C. Teknik Pengumpulan Data
- D. Teknik Analisis Data
- E. Indikator Keberhasilan
- F. Jadwal Pelaksanaan PTK

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Instrumen PTK (RPP, LKS, Tes untuk setiap siklus, Lembar Observasi, Questioner, Angket)

Adapun penjelasan bagian-bagian dari sistematika proposal tersebut adalah sebagai berikut.

Judul PTK

Judul PTK harus dirumuskan secara singkat dan jelas, namun mampu menggambarkan masalah yang diteliti, tindakan perbaikan, hasil yang diharapkan, dan tempat penelitian. Judul penelitian hendaknya disusun tidak lebih dari 18 kata.

Pendahuluan

a. Latar belakang masalah

Bagian ini merupakan bagian yang menjelaskan tentang masalah pembelajaran di kelas, proses identifikasi masalah, penyebab timbulnya masalah, dan alasan mengapa masalah itu penting untuk diteliti. Dengan kata lain, bagian ini menguraikan atau menjelaskan latar belakang masalah.

b. Rumusan masalah.

Pada bagian ini umumnya terdiri dari jabaran tentang perumusan masalah. Sebaiknya rumusan masalah dibuat dalam bentuk kalimat tanya. Dalam rumusan masalah dapat dijelaskan definisi, asumsi, dan lingkup yang menjadi batasan penelitian. Selanjutnya, dicari alternatif pemecahan masalahnya.

c. Pemecahan masalah.

Bagian ini berisi uraian tentang alternatif tindakan yang diambil untuk memecahkan masalah. Pendekatan dan konsep yang digunakan untuk menjawab masalah yang diteliti hendaknya sesuai dengan kaidah PTK. Cara

pemecahan masalah ditentukan berdasarkan pada akar penyebab timbulnya masalah dalam bentuk tindakan (*action*) yang jelas dan terarah.

d. Tujuan

Kemukakan secara singkat tujuan PTK yang ingin dicapai dengan mendasarkan pada rumusan masalah yang telah dikemukakan. Tujuan penelitian ini berkaitan dengan usaha mencari jawaban apakah tindakan perbaikan yang kita lakukan berhasil sebagaimana yang diharapkan.

e. Manfaat Penelitian

Pada bagian ini uraikan manfaat PTK terhadap kualitas pembelajaran dan/atau pendidikan, sehingga nampak manfaatnya bagi siswa, guru, sekolah, dan mungkin juga komponen sekolah lainnya. Kemukakan juga inovasi yang akan dihasilkan dari penelitian ini.

Kajian Pustaka

a. Landasan teori

Pada bagian ini dicantumkan uraian kajian teori dan pustaka yang relevan dan menumbuhkan gagasan yang mendasari usulan PTK. Kemukakan juga teori, temuan, dan hasil penelitian lain yang mendukung pilihan tindakan untuk mengatasi masalah yang terjadi pada pembelajaran di kelas. Pada bagian akhir dapat dikemukakan hipotesis tindakan yang menggambarkan indikator keberhasilan tindakan yang diharapkan.

Sebagai contoh, seorang guru melakukan PTK dengan menerapkan model latihan inkuiri, maka pada kajian pustaka harus jelas dikemukakan:

- a) bagaimana teori model latihan inkuiri itu, siapa saja tokoh-tokoh yang mendukung atau mengemukakan teori tersebut, apa yang spesifik dari teori ini, apa persyaratannya, dan lain-lain.
- b) bagaimana bentuk tindakan yang dilakukan dalam penerapan teori tersebut pada pembelajaran, strategi pembelajarannya, skenario pembelajarannya, dan sebagainya.
- c) bagaimana keterkaitan atau pengaruh penerapan model pembelajaran tersebut dengan perubahan yang diharapkan atau terhadap masalah yang akan dipecahkan, hal ini hendaknya dapat dijabarkan dari berbagai hasil penelitian yang sesuai.



Kegiatan Pembelajaran 1

- d) bagaimana prakiraan hasil (hipotesis tindakan) dengan dilakukannya penerapan model tersebut pada pembelajaran terhadap masalah yang akan dipecahkan.

b. Kerangka Pikir

Setelah menuliskan dari kajian pustaka sebaiknya dituliskan kerangka berpikir sebagai alasan utama dilakukannya PTK oleh guru. Kerangka pikir merupakan pendapat pribadi peneliti setelah mempelajari sekian banyak buku teori/kajian pustaka dan hasil penelitian orang lain. Oleh karena itu, kerangka pikir hendaknya menunjukkan orisinalitas ide atau arah pemikiran peneliti yang murni, bukan kutipan-kutipan melainkan kata-kata peneliti sendiri yang dapat dipertanggung-jawabkan secara keilmuan.

Pada bagian akhir kajian pustaka sebaiknya dicantumkan indikator keberhasilan dalam pelaksanaan PTK ini. Penentuan indikator keberhasilan harus sesuai dengan kurikulum yang sedang berlaku.

Metode penelitian

Bagian ini menguraikan secara jelas prosedur penelitian yang akan dilakukan. Kemukakan subjek penelitian, tempat, waktu, dan lama tindakan. Prosedur penelitian hendaknya dirinci mulai dari perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi dan evaluasi, hingga analisis dan refleksi yang bersifat daur ulang atau siklus tindakan. Tunjukkan juga siklus-siklus tindakan yang hendak dilakukan dengan menguraikan indikator keberhasilan yang ingin dicapai dalam setiap siklusnya. Jumlah siklus yang dilakukan bergantung pada prediksi keberhasilan PTK, tetapi hendaknya lebih dari satu siklus dan minimal 2 (dua) siklus tindakan. Jadwal kegiatan penelitian meliputi kegiatan persiapan, pelaksanaan, dan penyusunan laporan hasil penelitian dalam bentuk *bar chart*. Jadwal kegiatan penelitian disusun selama 3 bulan.

9. Menyusun Laporan PTK

Menyusun laporan PTK dapat dilakukan dengan memperhatikan sistematika laporan PTK sebagai berikut.

- a. Bagian awal, mencakup bagian-bagian sebagai berikut.
 - 1) Halaman Judul

2) Halaman Pengesahan

3) Abstrak

Abstrak merupakan uraian singkat tetapi lengkap yang memuat hal-hal pokok yang diawali dengan judul penelitian, permasalahan dan tujuan, prosedur pelaksanaan, hasil temuan/penelitian, dan kesimpulan. Abstrak sebaiknya ditulis dalam bahasa Inggris atau dapat juga dalam bahasa Indonesia.

4) Kata Pengantar

Kata pengantar sebaik tidak terlalu panjang, cukup pendek saja sekitar satu halaman, di dalamnya dikemukakan tujuan penelitian, masalah yang muncul, siapa penyandang dananya (sponsor) dan ucapan terima kasih kepada yang memberikan bantuan. Kata pengantar ini sebaiknya ditulis oleh peneliti itu sendiri.

5) Daftar isi

Daftar ini menunjukkan bagian-bagian dari laporan dan dari sini dapat dilihat hubungan antara bagian yang satu dengan bagian lainnya. Untuk tabel, grafik, diagram, gambar, maupun peta sebaiknya dibuat daftar isi sendiri dengan nama daftar tabel, daftar grafik, daftar diagram, atau daftar gambar.

b. Bagian isi, mencakup bagian-bagian sebagai berikut.

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada bagian ini kemukakan hal-hal yang memicu terjadinya permasalahan mulai dari yang kaitannya kurang erat sampai kepada yang kaitannya sangat erat (khusus) terhadap masalah. Ungkapkan gejala-gejala kesenjangan yang terdapat di kelas selama ini sebagai dasar pemikiran untuk memunculkan permasalahan. Ada baiknya kalau diutarakan kerugian-kerugian apa yang bakal muncul apabila masalah tersebut dibiarkan tidak diteliti dan keuntungan-keuntungan apa yang bakal diperoleh apabila masalah tersebut dipecahkan melalui penelitian.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dinyatakan dalam bentuk pertanyaan yang singkat dan jelas. Dalam rumusan masalah tersebut harus nampak variabel-variabel yang diteliti. Bila memungkinkan keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lainnya ditonjolkan. Setiap variabel yang diteliti harus nampak indikator-indikatornya yang kemudian akan dijabarkan dalam instrumen penelitian.

C. Tujuan Penelitian

Rumusan tujuan penelitian mengarah kepada hasil yang ingin dicapai setelah penelitian selesai dilakukan. Oleh sebab itu, rumusan tujuan ini harus konsisten dengan rumusan masalah dan mencerminkan pula proses penelitiannya.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian harus lebih difokuskan kepada peluang terhadap perbaikan proses pembelajaran di kelas.

BAB II. KAJIAN TEORI DAN PUSTAKA

Kajian pustaka ini sangat penting dalam suatu karya ilmiah. Melalui kajian pustaka dapat ditunjukkan kedudukan suatu penelitian di tengah-tengah perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang yang diteliti. Kajian pustaka harus memuat hal-hal sebagai berikut.

- 1) Teori utama dan teori turunannya dalam bidang yang diteliti yang pernah dilakukan oleh orang lain dalam bidang yang diteliti;
- 2) Pengetahuan/sesuatu yang telah diketahui berdasarkan hasil penelitian terdahulu.
- 3) Teori dan pustaka yang relevan dan memberikan arah serta petunjuk pada pelaksanaan PTK. Dalam hal ini, diperlukan adanya usaha untuk membangun argumentasi teoritis yang menunjukkan bahwa tindakan yang diberikan dimungkinkan dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran di kelas.
- 4) Kerangka berpikir, yaitu pendapat pribadi peneliti setelah mempelajari sekian banyak buku teori/kajian pustaka dan hasil penelitian orang lain.
- 5) Indikator Keberhasilan. Dalam PTK peneliti perlu menetapkan kriteria atau indikator keberhasilan tindakan yang dilakukan. Indikator keberhasilan ini sangat menentukan banyaknya siklus dalam pelaksanaan PTK tersebut.

Penentuan indikator keberhasilan harus sesuai dengan kurikulum yang sedang berlaku

BAB III. PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur penelitian harus diuraikan secara jelas dengan menuliskan subjek penelitian, tempat, waktu, dan lama tindakan. Prosedur penelitian hendaknya dirinci mulai dari perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi dan evaluasi, hingga analisis dan refleksi yang bersifat daur ulang atau siklus tindakan. Tunjukkan juga siklus-siklus tindakan yang hendak dilakukan dengan menguraikan indikator keberhasilan yang ingin dicapai dalam setiap siklusnya. Jumlah siklus yang dilakukan bergantung pada prediksi keberhasilan PTK, tetapi hendaknya minimal 2 siklus tindakan. Hal tersebut harus sesuai dengan proposal yang telah disusun sebelumnya.

Kemukakan alat pengumpul data, teknik penjarangan data, serta proses triangulasi yang dilakukan untuk menunjukkan keakuratan data yang diperoleh. Pada prosedur penelitian juga perlu diuraikan secara rinci cara analisis dan refleksi yang dilakukan. Apa saja yang dilakukan pada setiap siklus dan target yang ingin dicapai pada setiap siklusnya juga perlu diuraikan secara jelas.

Analisis data dalam PTK tidak menggunakan uji statistik. Data hanya dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif. Hasil belajar dianalisis dengan analisis deskriptif komparatif, yaitu membandingkan nilai tes antar siklus maupun dengan indikator keberhasilan. Di samping itu juga dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk mendukung analisis data observasi maupun wawancara dianalisis secara deskriptif. Hasil yang didapat pada tahap observasi digunakan untuk refleksi siklus berikutnya.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan uraian masing-masing siklus dengan data lengkap, menyangkut berbagai aspek yang terjadi akibat tindakan yang dilakukan. Tunjukkan adanya perbedaan antara tindakan pembelajaran yang telah dilakukan secara inovatif dengan pembelajaran biasa tanpa inovasi atau pembelajaran yang sering dilakukan selama ini. Hasil penelitian ditulis lengkap sesuai dengan data pengamatan. Tabel, diagram, dan grafik sangat baik digunakan untuk menyajikan data. Nilai hasil belajar, laporan praktikum siswa, aktivitas belajar, dan foto tentang proyek yang dilakukan siswa sebaiknya dicantumkan sebagai hasil penelitian.

Pada refleksi di akhir setiap siklus berisi penjelasan tentang aspek keberhasilan (dapat melalui grafik atau diagram atau lainnya) dan kelemahan-kelemahan yang terjadi selama tindakan pembelajaran berlangsung. Kemukakan adanya perubahan, kemajuan, atau perbaikan yang terjadi pada diri siswa, lingkungan kelas, guru, aktivitas dan hasil belajar. Kemukakan hasil dari keseluruhan siklus ke dalam ringkasan untuk bahan dasar analisis dan pembahasan. Bahan atau data tersebut ditulis dalam bentuk tabel, grafik, diagram, atau bagan, sehingga akan memperjelas adanya perubahan yang terjadi disertai pembahasan secara sistematis dan jelas. Pembahasan dalam bab ini disajikan dalam bentuk siklus-siklus, sesuai dengan jumlah siklus yang telah dijalankan.

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

a. Simpulan

Sajikan simpulan dari hasil penelitian sesuai dengan analisis, tujuan penelitian, dan hipotesis tindakan yang telah dirumuskan sebelumnya. Simpulan memuat jawaban atas pertanyaan penelitian yang telah dikemukakan dalam rumusan masalah. Jawaban tidak saja berupa hasil, tetapi berisi juga produk dan proses.

b. Saran

Saran yang diberikan kepada para pembaca sebaiknya saran-saran yang betul-betul didasarkan atas hasil temuan dalam studi yang telah dilakukan, dan bukan berupa pendapat atau tinjauan idealis pribadi peneliti.

Daftar Pustaka

Daftar Pustaka dituliskan secara konsisten misalnya berdasarkan model APA (*American Psychological Association*), MLA (*Modern Language Association*) atau Turabian.

Lampiran

Lampiran dapat berupa instrumen yang digunakan dalam penelitian, data penelitian, RPP, contoh lembar jawaban siswa, laporan praktikum, foto-foto kegiatan, izin penelitian, biodata peneliti, dan dokumen-dokumen lain yang dipandang perlu.

Selanjutnya, silakan baca dan amati dengan cermat contoh proposal berikut. Jika masih membingungkan, Anda dapat mendiskusikannya dengan teman sejawat atau instruktur Anda dengan memperhatikan prinsip saling menghargai dan menghormati.

Draft Proposal Penelitian Tindakan Kelas**Judul Penelitian:**

Menumbuhkan Keberanian Siswa Kelas IX SMPN SEDC Bandung untuk Mengajukan Pertanyaan dan Mengemukakan Gagasan pada Konsep Rangkaian Listrik Melalui Model Latihan Inkuiri

A. Latar Belakang Masalah

Latar belakang masalah dalam penelitian ini antara lain siswa tidak berani bertanya dan mengemukakan gagasan, hasil belajar rendah, dan siswa kurang aktif. Adapun penyebab masalahnya:



Kegiatan Pembelajaran 1

1. Guru kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan.
2. Guru belum menerapkan pembelajaran yang menekankan pada siswa belajar secara aktif.

B. Rumusan Masalah

Apakah penerapan model latihan inkuiri pada konsep rangkaian listrik dapat menumbuhkan keberanian siswa Kelas IX SMP SEDC BANDUNG untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan?

C. Cara Pemecahan Masalah

Untuk memecahkan masalah ini dilaksanakan PTK selama dua siklus dengan menggunakan Model Latihan Inkuiri. Model Latihan Inkuiri memiliki lima fase, yaitu:

- 1) Konfrontasi dengan masalah,
- 2) Pengumpulan data verifikasi /pembuktian,
- 3) Pengumpulan data eksperimental,
- 4) Mengorganisir dan merumuskan penjelasan, serta
- 5) Analisis proses inkuiri.

Dalam rangka memecahkan masalah, penerapan Model Latihan Inkuiri memberi peluang kepada siswa untuk menggunakan keterampilan-keterampilan bertanya secara optimal. Oleh sebab itu, penerapan model ini diyakini dapat meningkatkan keberanian bertanya siswa.

Siklus pertama: Melaksanakan pembelajaran konsep kuat arus dengan menerapkan Model Latihan Inkuiri.

Siklus kedua: Melaksanakan pembelajaran konsep konsep beda potensial dengan penekanan pada fase kedua, yaitu tahap pengumpulan data/pembuktian.

D. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Untuk mengetahui keaktifan siswa dalam mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan dalam model latihan inkuiri.
- b. Untuk memperoleh gambaran aktivitas guru dan siswa selama melaksanakan pembelajaran konsep rangkaian listrik.

- c. Untuk memperoleh gambaran perolehan hasil belajar siswa pada konsep rangkaian listrik.
- d. Untuk mengetahui kendala yang dihadapi oleh guru pada saat menerapkan model latihan inkuiri.
- e. Untuk mengetahui respon siswa terhadap penerapan model latihan inkuiri pada pembelajaran konsep rangkaian listrik.

2. Manfaat Penelitian

Penelitian tindakan kelas ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi siswa, guru, sekolah maupun peneliti lain.

- Bagi siswa penelitian ini bermanfaat agar memiliki keberanian untuk bertanya dan mengajukan gagasan, meningkatkan penguasaan konsep fisika, dan mengembangkan kemampuan berargumentasi.
- Bagi guru penelitian ini bermanfaat agar memperoleh alternatif baru yang dapat diterapkan untuk menumbuhkan keberanian siswa untuk bertanya dan mengajukan gagasan dalam proses memahami sebuah konsep.
- Bagi sekolah penelitian ini bermanfaat agar memiliki siswa-siswa dan guru yang dapat mengemukakan gagasan dan dapat bekerja sama dengan baik.

E. Kajian Teori

Latihan Inkuiri dikembangkan oleh J.Richard Suchman untuk membelajarkan siswa tentang suatu proses untuk menginvestigasi dan menjelaskan fenomena yang tidak biasa. (Joyce *et al*, 1992: 199). Model ini dirancang untuk melatih siswa dalam suatu penelitian ilmiah sehingga diharapkan dapat menumbuhkan dan mengembangkan rasa ingin tahu dalam diri siswa, menumbuh kembangkan kemampuan intelektual dalam berfikir induktif, kemampuan meneliti, kemampuan berargumentasi dan kemampuan mengembangkan teori.

Prinsip penting pada model latihan inkuiri (Joyce *et al*: 1992) adalah memastikan agar pertanyaan yang diajukan oleh siswa dapat dijawab dengan **ya** atau **tidak** oleh guru dan sama sekali tidak meminta guru untuk melakukan penyelidikan. Menurut Suchman (Rowe, 1978:363) tujuan



Kegiatan Pembelajaran 1

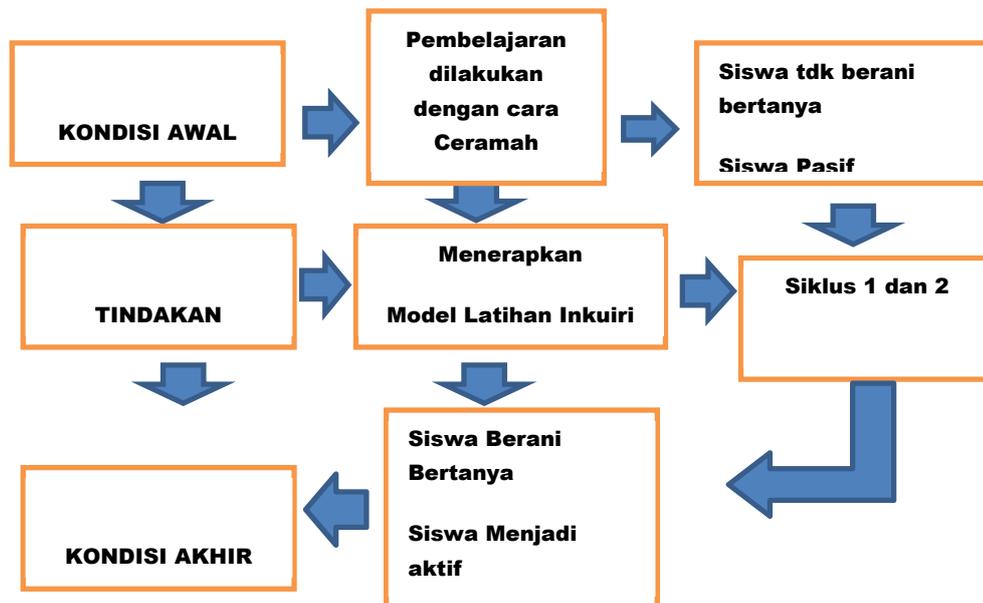
mengharuskan siswa mengajukan pertanyaan yang hanya akan dijawab oleh guru dengan *ya* atau *tidak* adalah untuk membelajarkan siswa tentang bagaimana cara (1) mengajukan pertanyaan yang terarah dan tidak kabur, (2) menyusun informasi untuk mendukung kesimpulan (sementara), (3) menganalisis suatu situasi dalam menyelesaikan hubungan antar variabel.

Model Latihan Inkuiri memiliki 5 fase, yaitu:

- | | |
|-------------|---|
| Fase Satu: | Konfrontasi dengan Masalah
Menjelaskan prosedur inkuiri
Menyajikan kejadian yang tidak biasa / wajar |
| Fase Dua: | Pengumpulan data verifikasi /pembuktian
Verifikasi sifat dan kondisi obyek
Verifikasi keberadaan situasi yang menimbulkan masalah |
| Fase Tiga: | Pengumpulan data-Eksperimentasi
Mengisolasi variabel yang relevan
Membuat hipotesis (dan menguji) hubungan sebab akibat |
| Fase Empat: | Mengorganisir, Merumuskan penjelasan
Merumuskan aturan-aturan atau penjelasan |
| Fase Lima: | Analisis Proses Inkuiri
Menganalisis strategi inkuiri dan mengembangkan strategi yang lebih efektif |

F. Kerangka Berpikir

Sebagian besar siswa Kelas IX SMP SEDC BANDUNG tidak berani bertanya, pasif, dan hasil belajar pada pembelajaran IPA tentang konsep listrik dinamis masih rendah. Oleh karena itu, diperlukan upaya guru untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Apabila guru menerapkan Model Latihan Inkuiri, maka hasil belajar dan keaktifan siswa pada pembelajaran IPA fisika tentang listrik dinamis akan meningkat. Hal ini dilakukan dalam proses perbaikan pembelajaran melalui PTK dalam dua siklus. Tindakan tersebut apabila dituangkan dalam bentuk skema akan dapat tergambar seperti berikut.



Gambar 5. Skema Kerangka Pikir

G. Hipotesis Tindakan

Berdasarkan kerangka berpikir di atas, hipotesis tindakan pada penelitian tindakan kelas ini adalah “Penerapan Model latihan Inkuiri pada konsep rangkaian listrik akan menumbuhkan keberanian siswa kelas IX SMP SEDC Bandung untuk mengajukan pertanyaan pertanyaan dan mengemukakan gagasan”.

H. Metodologi Penelitian

1. Setting Penelitian: Subjek penelitian adalah siswa kelas IX SMP SEDC Bandung dengan Jumlah siswa 44 orang terdiri dari 26 siswa laki-laki dan 18 siswa perempuan.

Karakteristik subjek penelitian: Kelas IX SMP SEDC Bandung memiliki karakteristik prestasi akademik menengah dibandingkan dengan dua kelas unggulan dan dua kelas rendah lainnya, serta memiliki latar belakang sosial ekonomi rendah.

2. Variabel yang diteliti

- a. Siswa: keaktifan mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan, keaktifan belajar pada saat pembelajaran berlangsung, hasil belajar konsep rangkaian listrik, dan respon siswa.

Kegiatan Pembelajaran 1

- b. Guru: kendala yang dihadapi pada saat melaksanakan pembelajaran dengan menerapkan model latihan inkuiri.

I. Rencana Tindakan

1. Perencanaan

Pada tahap ini dibuat Instrumen penelitian berupa RPP, LKS, Tes hasil belajar untuk 2 siklus, angket awal dan respon, dan pedoman observasi.

2. Pelaksanaan Pembelajaran

PTK ini dilaksanakan selama dua siklus. Pada siklus pertama dilaksanakan pembelajaran tentang konsep kuat arus dengan menerapkan Model Latihan Inkuiri. Pada siklus kedua dilaksanakan pembelajaran tentang konsep konsep beda potensial dengan penekanan pada fase ke-2 Model Latihan Inkuiri, yaitu fase pengumpulan data/pembuktian

3. Observasi

Pelaksanaan observasi dilakukan oleh observer dengan menggunakan pedoman observasi yang telah disiapkan untuk pengambilan data secara kualitatif. Pengambilan data kuantitatif dilakukan pada setiap akhir siklus dengan melakukan tes hasil belajar.

4. Analisis dan Refleksi

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Di samping itu juga dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk mendukung analisis data. Hasil yang didapat pada tahap observasi digunakan untuk refleksi siklus berikutnya.

J. Data dan Cara Pengambilan Data

No	Sumber Data	Jenis Data	Teknik Pengumpulan	Instrumen PTK
1	Siswa	Keberanian siswa untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan sebelum dilakukan tindakan	Penyebaran angket pra-siklus	Angket awal
2	Guru	Langkah- langkah pembelajaran	Observasi dan perekaman	Pedoman Observasi KBM
3	Siswa	Frekuensi siswa yang mengajukan	Observasi dan	Pedoman Observasi

No	Sumber Data	Jenis Data	Teknik Pengumpulan	Instrumen PTK
		pertanyaan dan mengemukakan gagasan	perekaman	frekuensi siswa yang mengajukan pertanyaan
4	Guru dan Siswa	Aktivitas guru dan siswa selama berlangsungnya PBM	Observasi	Pedoman Observasi aktivitas guru dan siswa
5	Guru	Keterlaksanaan fase-fase model latihan inkuiri	Observasi	Pedoman Observasi Keterlaksanaan model latihan inkuiri
6	Siswa	3. Hasil belajar konsep kuat arus 4. Hasil belajar konsep beda potensial 5. Ketuntasan belajar perorangan dan klasikal	6. Melaksanakan evaluasi siklus 1 7. Melaksanakan evaluasi siklus 2 8. Hasil belajar siklus 1 dan 2	9. Soal tes konsep kuat arus 10. Soal tes konsep beda potensial 11. Format ketuntasan belajar
7	Siswa	Respon siswa terhadap model latihan inkuiri	Penyebaran angket	Angket respon siswa

K. Indikator Keberhasilan

Kriteria keberhasilan yang sesuai dengan tujuan akhir dari penelitian tindakan kelas ini adalah meningkatnya persentase keberanian siswa untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan, meningkatnya aktivitas dan hasil belajar siswa melalui penerapan model latihan inkuiri dengan perolehan skor dalam persen sebagai berikut.

1. Tingkat keberanian siswa untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan

80% keatas : sangat tinggi

60%-79% : tinggi

40%-59% : sedang

20%-39% : rendah



Kegiatan Pembelajaran 1

- 0%-19% : sangat rendah
- 2. Tingkat aktivitas siswa rata-rata setiap 5 menit:
 - 80% keatas : sangat tinggi
 - 60%-79% : tinggi
 - 40%-59% : sedang
 - 20%-39% : rendah
 - 0%-19% : sangat rendah
- 3. Batas KKM : 65,00

L. Jadwal Penelitian

No	Rencana Kegiatan	Bulan dan Minggu tahun 2017																	
		Juli				Agustus				September				Oktober				November	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Persiapan :																		
	Merevisi Instrument PTK	■	■																
2	Pelaksanaan			■	■	■	■	■											
	Siklus 1							■	■	■	■								
	Siklus 2							■											
3	Analisis Data siklus 1												■						
	Analisis Data Siklus 2													■					
	Menyimpulkan hasil Analisis																		
4	Menyusun Laporan														■	■	■	■	
	Seminar Hasil PTK																	■	
	Perbaikan Laporan																		■



D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Penelitian Tindakan Kelas terdiri atas dua bagian, yaitu diskusi materi dan aktivitas praktik. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Mengkaji Materi

Dalam aktivitas ini, Anda diminta secara mandiri untuk mengerjakan tugas membaca dengan teliti dan merangkumnya. Selanjutnya, secara kolaboratif diskusikanlah hasil pekerjaan Anda dengan rekan-rekan lainnya.

LK.J.01: Mengkaji Materi Penelitian Tindakan Kelas

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat dapat menjelaskan konsep penelitian tindakan kelas.

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik Penelitian Tindakan Kelas dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik tersebut!
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Aktivitas Praktik

Untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam melaksanakan PTK, Anda akan melakukan kegiatan mengidentifikasi faktor penyebab dan alternatif pemecahan masalah; mengidentifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat PTK; serta membuat proposal PTK.

LK.J.02: IDENTIFIKASI FAKTOR PENYEBAB DAN ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Tujuan:

Mengidentifikasi faktor penyebab dan alternatif pemecahan masalah berdasarkan kasus.

Alat dan Bahan:

Teks Studi Kasus 1

Studi Kasus 1

Ibu Pelangi akan mengajarkan IPA dengan topik Listrik Dinamis selama 3 jam pelajaran, di kelas IX SMP Negara Makmur. Ia juga sudah menyiapkan alat paraktikum yang terdapat dalam kit Listrik. Setelah melakukan presensi dan berdoa, Bu Pelangi memberikan apersepsi tentang arus listrik dan satuannya serta syarat arus listrik dapat mengalir kemudian Bu Pelangi juga menyampaikan indikator pembelajaran yang akan dicapai yaitu Siswa dapat membedakan rangkaian seri dan rangkaian paralel. Setelah itu, Bu Pelangi memulai mengajar materi tentang rangkaian listrik dengan menjelaskan rangkaian listrik, jenis rangkaian listrik dan hukum III Kirchhoff tentang arus yang masuk dan arus yang keluar dari sebuah titik percabangan beserta contoh dan latihan soalnya. Setelah itu Bu Pelangi membagikan pada setiap kelompok kit listrik SMP dan LKS Rangkaian seri dan paralel kemudian menugaskan para siswa untuk praktikum kemudian laporannya dikumpulkan

Pada pertemuan berikutnya Bu Pelangi mengadakan penilaian pengetahuan, dan setelah dikoreksi, Bu Pelangi tidak menyangka bahwa hasilnya tidak memuaskan. Hasil nilai siswa yang mencapai 75 ke atas hanya 15 orang dari 40 siswa. Bu Pelangi merenung, mengapa target tidak tercapai, padahal dia menargetkan 75 % siswa mendapat nilai 75 ke atas?

Langkah Kerja:

Berdasarkan kasus di atas jawablah pertanyaan berikut.

1. Lakukan identifikasi masalah pada pembelajaran yang disajikan oleh ibu Pelangi!



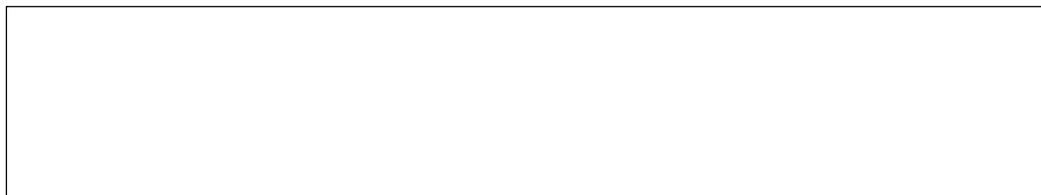
2. Masalah Pembelajaran bu Pelangi termasuk area mana?



3. Bagaimana urutan mengajar yang sebaiknya dilakukan oleh ibu Pelangi?



4. Faktor-faktor apa saja yang mungkin menyebabkan hasil penilaian yang dilakukan ibu Pelangi tidak sesuai dengan harapannya?



5. Tuliskan alternatif pemecahan masalahnya





Kegiatan Pembelajaran 1

LK.J.03: IDENTIFIKASI MASALAH, RUMUSAN MASALAH, TUJUAN, DAN MANFAAT PTK

Tujuan:

Mengidentifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat PTK

Alat dan Bahan:

Teks Studi Kasus 2

Studi Kasus 2

Pak Tunggal seorang guru IPA setelah melakukan refleksi pembelajaran yang telah dilakukan sepanjang jadi guru akhirnya menemukan bahwa sebagian sebagian besar siswa dikelasnya tidak pernah mengajukan pertanyaan disamping itu juga menemukan pada saat guru menugaskan siswa untuk mengkomunikasikan hasil kerja kelompok sebagian siswa enggan untuk melakukannya dan hanya saling menunjuk saja. Akhirnya pak Tunggal memberikan angket pertanyaan yang berkaitan dengan “mengapa siswa jarang memberikan pertanyaan “ serta alasan “ mengapa tidak berani tampil di depan kelas untuk melakukan presentasi hasil pembelajaran kelompoknya”.

Bacalah studi kasus 2 di atas, kemudian kerjakan tugas di bawah ini.

1. Identifikasi masalah pada kasus pembelajaran Pak Tunggal!

2. Rumuskan permasalahan berdasarkan masalah kasus pembelajaran Pak Tunggal!



3. Kemukakan 4 alasan Anda mempermasalahkan hal tersebut!

1. 2. 3. 4.

4. Kemukakan tujuan yang ingin dicapai dari PTK yang akan dilakukan!

--

5. Kemukakan manfaat yang diperoleh dari PTK yang akan dilakukan!

--

6. Tuliskan macam data yang akan dihimpun dan instrumen yang akan dipakai dalam menghimpun data tersebut!

Data yang akan dihimpun selama pelaksanaan PTK	Instrumen yang akan dipakai dalam menghimpun data
1.	
2.	
3.	
4.	

Kerangka pikir isian jawaban Anda di atas dapat menjadi dasar untuk membuat proposal PTK.

LK J.04: MEMBUAT PROPOSAL PTK

Tujuan:

Membuat proposal PTK berdasarkan kerangka pikir berdasarkan kasus 2 yang sudah Anda kerjakan pada kegiatan LK.J.03.

Alat dan Bahan: Teks Studi Kasus 2

Langkah Kerja:

1. Perhatikanlah ketentuan yang harus diperhatikan dalam penyusunan proposal PTK di bawah ini.
 - a. **Buatlah Judul** PTK yang sesuai dengan masalah di kelas Anda. Maksimal 20 kata, spesifik, jelas menggambarkan masalah yang diteliti, tindakan untuk mengatasi masalah, hasil yang diharapkan, dan tempat penelitian.
 - b. **Pendahuluan.** Buatlah garis besar pendahuluan dengan menjelaskan hal-hal berikut ini.
 - a. Keberadaan masalah nyata, jelas, dan mendesak.
 - b. Penyebab masalah.
 - c. Masalah dan identifikasi penyebabnya.
 - c. **Perumusan dan Pemecahan Masalah.** Buatlah rumusan masalah dalam bentuk rumusan masalah PTK, bentuk pemecahan masalah sesuai dengan masalah, serta Indikator keberhasilan.
 - d. **Tujuan.** Buatlah tujuan penelitian sesuai dengan rumusan masalah yang Anda buat.
 - e. **Manfaat.** Buatlah manfaat hasil penelitian bagi siswa, guru dan sekolah.
 - f. **Kajian Pustaka.** Buatlah poin-poin dan uraian singkat tentang poin-poin yang dikaji dengan permasalahan dan rancanglah kerangka berpikir penelitiannya.
 - g. **Metode Penelitian.** Tuliskan: (1) subjek, tempat, dan waktu (setting) penelitian, (2) perencanaan rinci langkah-langkah (skenario) PTK, (3) berapa siklus dan rancangannya, (4) buat indikator keberhasilan.
 - h. **Jadwal Penelitian.** Buatlah jadwal penelitiannya dalam bentuk tabel (tindakan dimulai bulan Juli).
 - i. **Daftar Pustaka.** Tuliskan daftar pustaka sesuai ketentuan yang berlaku.

- j. Penggunaan Bahasa.** Gunakan Bahasa Indonesia yang baku.
- k. Lampiran.** Tuliskan lampiran-lampiran yang harus ada pada sebuah proposal PTK.
2. Selanjutnya, berdasarkan ketentuan penyusunan proposal PTK di atas buatlah satu proposal PTK dengan mengikuti kerangka di bawah ini!

1. **Judul PTK:**
2. **Pendahuluan**
3. **Perumusan dan Pemecahan Masalah**
4. **Tujuan**
5. **Manfaat**
6. **Kajian Pustaka**
7. **Metode Penelitian**
8. **Jadwal Penelitian**
9. **Daftar Pustaka**
10. **Lampiran**

3. Presentasikan hasil kerja Anda untuk ditanggapi dan diberikan masukan oleh peserta pelatihan lain dan narasumber atau instruktur pelatihan Anda.

E. Latihan / Kasus /Tugas

Untuk mengukur pemahaman Anda terhadap konsep PTK, Anda dipersilakan mengerjakan latihan soal berikut secara mandiri dengan jujur dan percaya diri. Pastikan Anda menjawab soal tanpa melihat kembali uraian materi dan kunci jawaban yang tersedia di modul.

Pilihlah jawaban yang tepat!

- Perhatikan pernyataan berikut.
 - Penelitian berbentuk refleksi diri
 - Dilakukan oleh guru, siswa atau kepala sekolah
 - Dilakukan khusus dalam dunia pendidikan
 - Untuk memperbaiki rasionalitas dan kebenaranMenurut Carr dan Kemmis (1986) pengertian PTK memuat hal-hal seperti tercantum pada pernyataan di atas, yaitu....
 - (1), (2), (3)
 - (1), (2), (4)
 - (1), (3), (4)
 - (2), (3), (4)
- Guru dalam melakukan PTK dapat melibatkan pihak-pihak terkait. Pernyataan tersebut merupakan penjabaran karakteristik
 - integratif
 - reflektif
 - kolaboratif
 - kontributif
- Model penelitian tindakan beragam, namun secara garis besar tahapannya sebagai berikut
 - Perencanaan, pengamatan, pelaksanaan, dan refleksi.
 - Perencanaan, pengamatan, refleksi, dan pelaksanaan.
 - Perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi.
 - Perencanaan, refleksi, pelaksanaan, dan pengamatan.

4. Dalam tahap ini peneliti menjelaskan tentang apa, mengapa, kapan, di mana, oleh siapa, dan bagaimana tindakan tersebut dilakukan. Tahapan yang dimaksud adalah
 - A. perencanaan
 - B. refleksi
 - C. pelaksanaan
 - D. pengamatan

5. Penelitian tindakan ditujukan untuk membuat perubahan. Manakah pertanyaan berikut yang tidak relevan dengan sebuah penelitian tindakan?
 - A. Seberapa jauh perubahan yang telah terjadi?
 - B. Apa yang terjadi selama transisi?
 - C. Faktor-faktor apa saja yang menjadi kendala untuk membuat perubahan?
 - D. Seberapa besar pengaruh antar variabel yang dominan dalam perubahan?

6. Tahapan PTK dengan mengemukakan kembali apa yang sudah dilakukan adalah
 - A. Perencanaan
 - B. Pelaksanaan
 - C. Pengamatan
 - D. Refleksi

7. Langkah utama dan paling penting dalam melakukan penelitian tindakan adalah
 - A. mengidentifikasi masalah dan merumuskan hipotesis tindakan
 - B. menganalisis masalah dan merumuskan hipotesis tindakan
 - C. mengidentifikasi dan merumuskan masalah
 - D. merencanakan, melaksanakan tindakan dan mengamatinya



Kegiatan Pembelajaran 1

8. Perhatikan pernyataan berikut:

- 1) Refleksi
- 2) Tindakan
- 3) Pengamatan
- 4) Perencanaan

Tahap PTK yang tepat adalah :

- A. 1) ,4),2) dan 3)
- B. 1) ,2),3) dan 4)
- C. 3), 4),2) dan 1)
- D. 4), 2),3) dan 1)

9. Pada saat melaksanakan PTK, waktu yang tepat untuk melaksanakan tahap refleksi adalah

- A. sebelum menyusun proposal
- B. sesudah mengidentifikasi masalah
- C. sesudah menentukan upaya tindakan perbaikan
- D. sesudah melakukan upaya perbaikan

10. Perencanaan tindak lanjut dalam PTK adalah

- A. menyusun tindakan perbaikan untuk siklus berikutnya
- B. merevisi pedoman observasi
- C. menyusun proposal PTK
- D. menentukan metode yang akan digunakan



F. Rangkuman

PTK adalah penelitian yang dilakukan melalui refleksi diri dengan tujuan utama untuk perbaikan proses pembelajaran . Dengan demikian masalah penelitian berasal dari masalah yang dihadapi sehari-hari. Model penelitian tindakan bervariasi namun semuanya memiliki tahapan utama yang sama, yaitu tahap perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi.

Langkah-langkah dalam melaksanakan PTK adalah (1) mengidentifikasi dan merumuskan masalah; (2) menganalisis masalah; (3) merumuskan hipotesis tindakan; (4) membuat rencana tindakan; (5) melaksanakan tindakan dan mengamatinnya; (6) mengolah dan menafsirkan data; dan (7) melaporkan.

Proposal atau usulan penelitian merupakan langkah awal yang harus dilakukan peneliti sebelum memulai kegiatan penelitian tindakan kelas PTK. Proposal PTK dapat membantu memberi arah pada peneliti agar mampu menekan kesalahan yang mungkin terjadi selama penelitian berlangsung. Proposal PTK harus dibuat sistematis dan logis sehingga dapat dijadikan pedoman yang mudah diikuti. Proposal PTK adalah gambaran terperinci tentang proses yang akan dilakukan peneliti (guru) untuk memecahkan masalah dalam pelaksanaan tugas (pembelajaran). Proposal PTK pada dasarnya terdiri atas empat bagian utama, yaitu judul pendahuluan, kajian pustaka, dan metode penelitian.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 75%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 75%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.



Kegiatan Pembelajaran 1

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

1. A
2. C
3. C
4. A
5. D
6. D
7. C
8. D
9. D
10. A



Penutup

Demikian telah kami susun Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Kelompok Kompetensi J untuk guru IPA SMP. Modul ini diharapkan dapat membantu Anda meningkatkan pemahaman terhadap materi Penelitian Tindakan Kelas.

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 pengembangan Penelitian Tindakan Kelas yang dapat Anda pelajari 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 Penelitian Tindakan Kelas.

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 LKJ.01.: Mengkaji Materi Penelitian Tindakan Kelas, LKJ.02.: Identifikasi, Faktor Penyebab, dan Alternatif Pemecahan Masalah, LKJ.03.: Identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat PTK, dan LKJ.04: Membuat Proposal PTK.

Selain itu Anda melaksanakan latihan soal pilihan ganda, dan latihan membuat soal. 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*).



Penutup

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 memperbaiki modul ini lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga semua pengguna modul meraih kesuksesan, dan selalu mendapat rida-Nya.





Evaluasi

1. Apabila dikaitkan dengan tanggung jawab guru terhadap pembelajaran, Penelitian Tindakan Kelas dapat membantu guru untuk
 - A. Mengatasi masalah siswa
 - B. Berkolaborasi dengan guru lain
 - C. Berkembang secara professional
 - D. Memperbaiki proses pembelajaran

2. Manfaat melakukan Penelitian Tindakan bagi seorang guru adalah
 - A. Untuk dapat naik golongan
 - B. Meningkatkan nilai siswa
 - C. Memperbaiki proses pembelajaran
 - D. Meningkatkan prestasi kelas siswa

3. Penelitian kelas yang direncanakan dan dilaksanakan sebagaimana harusnya dan dilakukan secara konsisten akan dapat memperbaiki
 - A. Kualitas pendidikan nasional
 - B. Proses Belajar Mengajar di kelas
 - C. Kualitas pendidikan di Sekolah secara umum
 - D. Meningkatkan promosi karier guru





Evaluasi

4. Dalam merancang sebuah penelitian tindakan kelas, salah satu yang harus diperhatikan dalam adalah pemilihan topik yang dapat di jadikan Penelitian Tindakan Kelas. Perhatikan Topik PTK berikut ini:
1. Masalah Belajar peserta didik
 2. Model Pembelajaran
 3. Lingkungan belajar
 4. Salah satu judul konsep IPA
 5. Implementasi kurikulum

Topik-topik yang dapat diteliti dalam sebuah Penelitian Tindakan Kelas adalah

- A. 1, 2, 3, dan 4
 - B. 1, 2, 3, dan 5
 - C. 1, 2, 3, dan 5
 - D. 1, 2, 4, dan 5
5. Dalam merancang sebuah penelitian tindakan kelas, salah satu hal yang harus diperhatikan adalah cara menentukan rumusan masalah dalam sebuah Penelitian Tindakan Kelas. Manakah Rumusan masalah yang benar dalam PTK?
- A. Upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi kesulitan belajar matematika bagi siswa yang memiliki keterbatasan kemampuan kognitif?
 - B. Apakah Kemampuan mengajar guru mata pelajaran Fisika dapat ditingkatkan melalui keikutsertaannya dalam pelatihan guru mata pelajaran
 - C. Bagaimana strategi peneliti membantu siswa yang mengalami masalah dalam belajar sains?
 - D. Bagaimana Peningkatan kualitas proses Pembelajaran IPA di kelas IX_A melalui Penerapan Pendekatan Saintifik?

6. Dalam merancang sebuah penelitian tindakan kelas, salah satu yang harus diperhatikan adalah cara menentukan judul Penelitian dalam sebuah Penelitian Tindakan Kelas. Perhatikan contoh judul PTK berikut ini
 - A. Pengaruh media pembelajaran animasi pada konsep sistem pencernaan manusia pada siswa kelas VIII_A di SMP 1 Kota Antah Berantah tahun ajaran 2014/2015
 - B. Peningkatan Pemahaman konsep IPA di kelas IX SMP Negeri 50 di kota Bebas Asap Melalui Pendekatan Saintifik
 - C. Peningkatan Aktivitas Belajar Siswa pada kls XI SMP Negeri 1 Kabupaten Jauh Nian dengan menerapkan *Project Based Learning*
 - D. Peningkatan pemahaman konsep Suhu dan Kalor di kelas VII SMP 2 tahun ajaran 2015/2016 kota Antah Berantah melalui penerapan *Discovery Learning*

7. Perbedaan antara PTK dengan non-PTK ditinjau dari hasil akhir yang ingin dicapai terletak pada....
 - A. Teori belajar yang akan diuji
 - B. Temuan penelitian yang dapat digeneralisasikan
 - C. Perbaikan hasil belajar siswa
 - D. Meningkatnya kemampuan guru dalam melakukan penelitian

8. Dibandingkan dengan penelitian formal, sampel yang digunakan dalam PTK termasuk jenis....
 - A. Sampel representatif
 - B. Sampel purposif
 - C. Sampel acak
 - D. Kasus khusus yaitu kelas



Evaluasi

9. Berikut adalah keterbatasan PTK dibandingkan dengan penelitian formal, kecuali
- A. Peneliti
 - B. Validitas
 - C. Metodologi
 - D. Instrumen
10. Refleksi paling tepat dilakukan oleh peneliti PTK pada saat....
- A. Sebelum menyusun proposal
 - B. Sesudah mengidentifikasi masalah
 - C. Sesudah menentukan upaya tindakan perbaikan
 - D. Sesudah melakukan upaya perbaikan

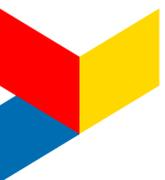
Glosarium

Action Research	:	Penelitian Tindakan
Classroom Action Research	:	Penelitian Tindakan Kelas
Daur PTK	:	Langkah PTK yang selalu berulang sampai tujuan perbaikan
Identifikasi masalah	:	Mengenal dan atau menandai gejala yang muncul
Kolaboratif	:	Dalam pengertian PTK ,Kolaboratif artinya kerja sama antar guru teman sejawat dan peneliti
Pemantauan dalam PTK	:	Upaya mengamati dan mendokumentasikan proses pelaksanaan tindakan untuk mengetahui perubahan yang terjadi dalam proses pelaksanaan penelitian
Proposal	:	Usulan penelitian PTK
PTK	:	Penelitian Tindakan Penelitian Tindakan Kelas, adalah penelitian reflektif yang dilaksanakan secara siklis (berdaur) oleh guru atau dosen. PTK dimulai dari tahap perencanaan, tindakan, pengamatan, refleksi. Jika hasil refleksi menuntut adanya tindak lanjut maka penelitian dimulai dari pencanaan lagi.
Research	:	Riset atau Penelitian
Refleksi	:	Kata Refleksi dikaitkan dengan konsep penelitian tindakan kelas artinya dalam proses penelitian itu peneliti selalu memikirkan kenapa dan mengapa suatu dampak tindakan terjadinya di kelas.Dari pemikiran itu kemudian peneliti akan mencari pemecahan dengan menerapkan tindakan tertentu
Refleksi diri	:	Kegiatan untuk merenungkan kegiatan-kegiatan yang dilakukan dan peningkatan atau kemajuan yang dicapai oleh seseorang setelah mengikuti tahapan kegiatan belajar.



Glosarium

- Rekomendasi** : Saran yang menganjurkan dan menguatkan untuk dilakukan.
- RPP** : Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, suatu panduan yang berisi rencana langkah-langkah pembelajaran yang akan dilakukan oleh guru bersama siswa.
- Siklus** : Proses perubahan tahap-tahap terulang lagi.
- Skenario pembelajaran** : Tahapan atau langkah-langkah pelaksanaan strategi pembelajaran yang dipilih oleh guru
- Subyek penelitian** : Adalah siswa dalam satu kelas yang akan diperbaiki kualitas pembelajarannya.
- Triangulasi** : proses melakukan validasi data atau informasi yang diperoleh dengan melakukan cek, recek, dan cek silang antara guru peneliti dan guru pengamat untuk memperoleh kesimpulan objektif.



Daftar Pustaka

- Bruce, Joice & Showers. (1992). *Models of Teaching* . New Jercey: Prentice Hall.
- Carin, A.. (1997). *Teching Modern Science* .: New Jercey ; Prentice Hall,Inc.
- Depdikbud .1999. *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: Depdikbud.
- Depdikbud .1999. *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: Depdikbud.
- Edi Prayitno ,Sri Wulandari (2010). *Penyusunan proposal Penelitian Tindakan Kelas dalam Pembelajaran Matematika di SD*. Jakarta : Kemendiknas Dirjen PMPTK
- Hopkins, D. 1985. A *Teacher's Guide to Classroom Research*. Philadelphia: Open University Press.
- Joni, R. (1998). *Penelitian Tindakan Kelas. Makalah dalam Penataran Calon Pelatih Proyek Pengembangan Guru Sekolah Menengah*, Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.



Daftar Pustaka

Landasan Hukum

Kemdiknas. 2007. ***Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru***. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional

Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 58 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah***. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah***. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Dikdasmen***. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah***. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Permendikbud Nomor 65 tahun 2013 tentang Standar Proses

Permendikbud Nomor 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMP/MTs

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



PROFESIONAL
Teknologi Ramah
Lingkungan, Listrik,
dan Magnet



Edisi
Revisi
2017



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

MODUL

PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

MATA PELAJARAN

ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)

SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

**TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL**

KELOMPOK KOMPETENSI J

PROFESIONAL

**TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN, LISTRIK,
DAN MAGNET**

Penulis:

Santa, Ir., M.P., M.Sc. (santavedca@yahoo.com)

Noeraida, S.Si., M.Pd (noeraida67@yahoo.co.id).

Erly Tjahja Widjajanto T., S.Pd. (erlytjahja@gmail.com)

Luluk Ayunning Dyah P, M.Si. (lu2k_dyah@yahoo.com)

Penelaah:

Adi Rahmat, Dr., M.Si.

Iyon Suyana, Drs., M.Si.

Mimin Nurjhani Kusumastuti, Dr., M.Pd.

Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.

Wahyu Sopandi, Dr.

Penyunting:

Santa, M.P., Ir., M.Sc.

Desain Grafis dan Ilustrasi

Tim Desain Grafis

Copyright © 2017

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Daftar Isi

	Hal.
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	vi
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup.....	3
E. Cara Penggunaan Modul.....	4
Kegiatan Pembelajaran 1 Teknologi Ramah Lingkungan	9
A. Tujuan	9
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	9
C. Uraian Materi	9
D. Aktivitas Pembelajaran	54
E. Latihan / Kasus /Tugas	60
F. Rangkuman	66
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	67
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus.....	68
Kegiatan Pembelajaran 2 Listrik Statis	69
A. Tujuan	69
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	70
C. Uraian Materi	70
D. Aktivitas Pembelajaran	86
E. Latihan / Kasus /Tugas	90
F. Rangkuman	92
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	93
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus	94
Kegiatan Pembelajaran 3 Rangkaian Listrik	95
A. Tujuan	95
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	95
C. Uraian Materi	96
D. Aktivitas Pembelajaran	121
E. Latihan / Kasus /Tugas	124
F. Rangkuman	127
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	128
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus	128



Kegiatan Pembelajaran 4 Magnet.....	129
A. Tujuan	129
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	129
C. Uraian Materi.....	130
D. Aktivitas Pembelajaran.....	146
E. Latihan / Kasus /Tugas	154
F. Rangkuman.....	156
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	156
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus	157
Penutup	159
Evaluasi	161
Glosarium	167
Daftar Pustaka.....	171
Lampiran.....	173

Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Alur Model Pembelajaran Tatap Muka.....	4
Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh	5
Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka model In-On-In.....	7
Gambar 4. Produk Teknologi Nano.....	12
Gambar 5. Aspek dan Dampak Lingkungan pada Kegiatan Memfotokopi.	15
Gambar 6. Hubungan Sebab-Akibat antara Aspek Lingkungan	16
Gambar 7. Visualisasi <i>Water Footprint</i> Gandum.....	27
Gambar 8. Air yang Dihitung Dalam Water Footprint.....	28
Gambar 9. Bagan daur hidup tepung gandum/terigu.....	30
Gambar 10. Bagan Langkah- langkah Analisis Daur Hidup.....	32
Gambar 11. Furnitur Kayu Pinus.....	33
Gambar 12. Analisis Input-Output Dampak Lingkungan Furnitur	35
Gambar 13. Perangkat Furnitur :	38
Gambar 14. Logo Ekolabel Tipe 1	40
Gambar 15. Logo Ekolabel Tipe 2	40
Gambar 16. Sertifikat Ekolabel Tipe 3	42
Gambar 17. Pertanian Organik (Gomez dan Teca,2015).	44
Gambar 18. Mobil Listrik	46
Gambar 19. Bagan Bagian-bagian Mobil Listrik, Hibrida, dan Konvensional.....	47
Gambar 20. Struktur Sel Surya	49
Gambar 21. Daur Hidup Sel Surya	49
Gambar 22. Digester Biogas: a) tipe Cina, b) tipe India.....	52



Gambar 23. Daur hidup produk tahu	57
Gambar 24. Contoh fenomena yang menunjukkan adanya gejala kelistrikan.....	70
Gambar 25. Struktur atom	71
Gambar 26. Percobaan Benjamin Franklin.....	72
Gambar 27. Proses pemuatan logam dengan cara induksi.....	75
Gambar 28. Gaya Coulomb antara dua muatan, a. sejenis, b. berlawanan jenis	76
Gambar 29. Bagian-bagian sel saraf	79
Gambar 30. Sel Saraf	81
Gambar 31. Hantaran Impuls pada Saraf	81
Gambar 32. Ilustrasi muatan listrik	82
Gambar 33. Impuls Listrik pada Saraf Manusia	83
Gambar 34. Ikan Belalai Gajah.....	84
Gambar 35. Pembangkit listrik.....	100
Gambar 36. Distribusi Listrik.....	100
Gambar 37. Gardu Listrik	101
Gambar 38. Diagram beban listrik	102
Gambar 39. Saluran udara	105
Gambar 40. Saluran kabel bawah tanah	106
Gambar 41. Saluran listrik bawah laut.....	106
Gambar 42. Contoh rangkaian seri lampu	107
Gambar 43. Contoh rangkaian paralel lampu	107
Gambar 44. Contoh rangkaian campuran lampu.....	108
Gambar 45. Neraca puntir	131
Gambar 46. Arah garis gaya magnet.....	133
Gambar 47. Arah garis gaya magnet disekitar kawat berarus serta cara menentukannya	134
Gambar 48. kawat panjang berarus listrik	134
Gambar 49. Kawat solenoida berarus listrik	135
Gambar 50. <i>Influensi</i> dan <i>absorpsi</i> garis gaya magnet	135
Gambar 51. Gambaran garis gaya magnet bumi.....	136
Gambar 52. Gambaran Sabuk Radiasi Van Allen	137
Gambar 53. Aurora	137
Gambar 54. deklinasi dan <i>inklinasi</i>	138
Gambar 55. Percobaan Faraday	138
Gambar 56. Percobaan Arus Induksi.....	139
Gambar 57. Kereta maglev.....	142
Gambar 58. Kompas.....	143
Gambar 59. Kartu ATM.....	143
Gambar 60. Televisi.....	143
Gambar 61. Speaker	144
Gambar 62. Tape VHS	144
Gambar 63. Kaset Audio	145
Gambar 64. Motor Listrik	145



Daftar Tabel

	Hal
Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi.....	3
Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul	8
Tabel 3. Kategori Dampak Lingkungan, Indikator Dampak Lingkungan dan Satuannya.....	19
Tabel 4. Potensi Pemanasan Global dan Sumber-sumber Utama Gas Rumah Kaca.....	20
Tabel 5. Daftar Konsumsi dan Nilai <i>Carbon Footprint</i> Beberapa Makanan	21
Tabel 6. Nilai <i>Ecological footprint (EF)</i>	25
Tabel 7. <i>Ecological Footprint</i> Sistem Transportasi.....	26
Tabel 8. <i>Water Footprint</i> Beberapa Jenis Produk Makanan	27
Tabel 9. Emisi Total Gas Rumah Kaca dari Daur Hidup Furnitur.....	36
Tabel 10. Perhitungan Kontribusi Pemanasan Global Emisi Gas Rumah Kaca Furnitur Kayu Pinus	37
Tabel 11. Nilai Carbon Footprint (CF) dan Ecological Footprint (EF).....	45
Tabel 12. Pemakaian Energi dan Emisi dari Tiga Jenis Mobil.....	47
Tabel 13. Hasil LCA dari Berbagai Jenis Mobil yang Berjalan Sejauh 1 km	48
Tabel 14. Emisi Dihasilkan dari Pembangkitan Energi Listrik Dengan.....	50
Tabel 15. Hasil LCA Biogas untuk Menghasilkan listrik per MWjam.....	52
Tabel 16. Analisis Input Output Dampak Lingkungan Produk Tahu.....	57
Tabel 17. Bagian Sel saraf.....	79
Tabel 18. Hambatan jenis berbagai bahan	98



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Selain bermanfaat bagi manusia, teknologi juga telah menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan berupa terkurasnya sumberdaya alam, polusi air dan udara, musnahnya biodiversitas, dan timbulnya berbagai penyakit yang mengancam kelangsungan manusia itu sendiri. Oleh karena itu sekarang kita semakin sadar atas pentingnya penggunaan teknologi dan produk yang ramah lingkungan. Kita harus berusaha memastikan bahwa produk yang kita gunakan ramah lingkungan.. Dalam dunia perdagangan produk ramah lingkungan sudah menjadi syarat yang ditetapkan agar produk dapat diterima pasar. Karena kita tak bisa melepaskan diri dari ketergantungan terhadap teknologi, kita semua, termasuk guru dan siswa perlu mengenal teknologi, khususnya teknologi ramah lingkungan dengan baik. Sorang guru perlu memiliki kemampuan untuk memahami, menganalisis dan menerapkan teknologi ramah lingkungan melalui materi, konsep, dan aktivitas pembelajaran IPA di sekolah. .

Pentingnya kemampuan di atas mengacu pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007 tentang Standar Kompetensi Guru bahwa guru IPA SMP harus memiliki kompetensi inti profesional “ *Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran IPA*”; dan kompetensi mata pelajaran “*Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel*

Dalam rangka mendukung pengembangan pengetahuan dan keterampilan guru IPA tentang Teknologi Ramah Lingkungan, maka dikembangkanlah modul untuk pembinaan karier guru. Modul ini, memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif dalam mengembangkan instrumen. Modul ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan ajar dalam kegiatan diklat tatap muka langsung atau tatap muka kombinasi (*in-on-in*).

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/tugas, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut. Di setiap komponen



Pendahuluan

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.

Modul pengembangan karier guru yang berjudul “Penelitian Tindakan Kelas “ ini merupakan paku modul untuk kompetensi pedagogi guru pada kelompok kompetensi J. Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi pedagogi guru pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007. Modul ini menyajikan materi tentang Teknologi Ramah Lingkungan, Magnet dan Listrik . Sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran, dan diakhiri dengan evaluasi agar guru peserta diklat melakukan *self assesment* sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.

B. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini diharapkan: Memahami materi kompetensi profesional yang terdiri atas Teknologi Ramah Lingkungan, Listrik Statis, Rangkaian Listrik, dan Magnet.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan modul ini adalah menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini adalah seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mata Pelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori ipa serta penerapannya secara fleksibel.	1. Menjelaskan definisi teknologi ramah lingkungan
	2. Menganalisis produk teknologi ramah lingkungan
	3. Menjelaskan sertifikasi ramah lingkungan
	4. Menerapkan contoh-contoh teknologi ramah lingkungan.
	5. mendeskripsikan sifat-sifat muatan listrik
	6. menjelaskan hukum Coulomb,
	7. menjelaskan medan listrik,
	8. menjelaskan beda potensial listrik.
	9. mendeskripsikan gejala kelistrikan dalam kehidupan sehari-hari
	10. Mendeskripsikan karakteristik rangkaian listrik
	11. Membedakan rangkaian listrik seri dan paralel
	12. Menjelaskan proses transmisi energi listrik
	13. Menjelaskan sumber-sumber energi listrik alternatif
	14. Menjelaskan upaya-upaya hemat listrik
	15. Menjelaskan penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar
	16. Menjelaskan konsep medan magnet
	17. Menjelaskan induksi magnetik
	18. Menjelaskan penggunaan magnet dalam produk teknologi
	19. Menjelaskan penggunaan magnet dalam kehidupan sehari-hari

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 kelompok kompetensi J, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran 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 dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

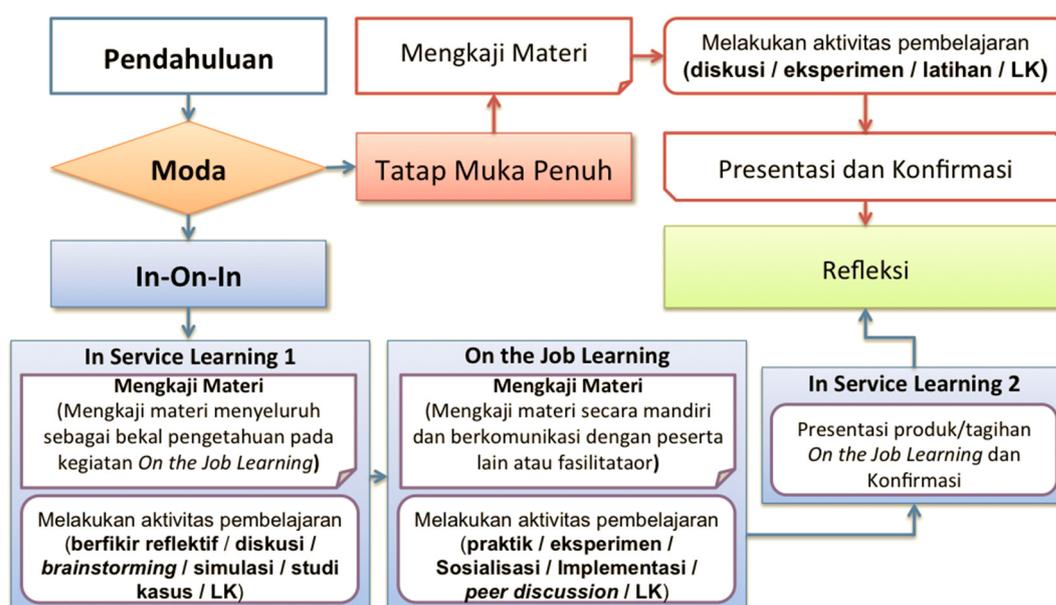
Pendahuluan

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut.

1. Teknologi Ramah Lingkungan
2. Listrik Statis
3. Rangkaian Listrik
4. Magnet

E. Cara Penggunaan Modul

Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran guru, baik untuk moda tatap muka dengan model tatap muka penuh maupun model tatap muka *In-On-In*. Alur model pembelajaran secara umum dapat dilihat pada Gambar 1..



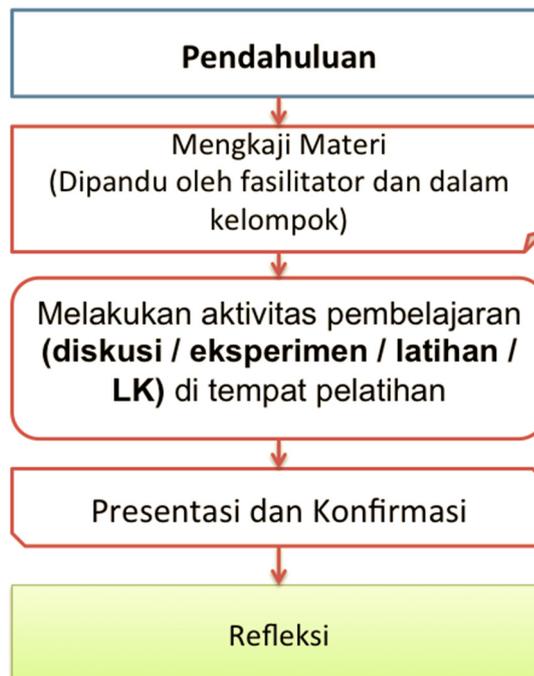
Gambar 1. Alur Model Pembelajaran Tatap Muka

1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh

Kegiatan pembelajaran diklat tatap muka penuh adalah kegiatan fasilitasi peningkatan kompetensi guru melalui model tatap muka penuh yang dilaksanakan oleh unit pelaksana teknis di lingkungan ditjen. GTK maupun

lembaga diklat lainnya. 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 Gambar 2.



Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh

Kegiatan pembelajaran tatap muka pada moda tatap muka penuh dapat dijelaskan sebagai berikut:

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
- langkah-langkah penggunaan modul.

b. Mengkaji Materi

Pada kegiatan mengkaji materi modul kelompok kompetensi J, fasilitator memberi kesempatan kepada guru sebagai peserta untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru sebagai peserta dapat mempelajari materi secara individual maupun berkelompok dan dapat mengkonfirmasi permasalahan kepada fasilitator.

c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu atau instruksi yang tertera pada modul dan dipandu oleh fasilitator. Kegiatan pembelajaran pada aktivitas pembelajaran ini akan menggunakan pendekatan yang akan secara langsung berinteraksi di kelas pelatihan bersama fasilitator dan peserta lainnya, baik itu dengan menggunakan diskusi tentang materi, melaksanakan praktik, dan latihan kasus.

Lembar kerja pada pembelajaran tatap muka penuh adalah bagaimana menerapkan pemahaman materi-materi yang berada pada kajian materi. Pada aktivitas pembelajaran materi ini juga peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan dan mengolah data sampai pada peserta dapat membuat kesimpulan kegiatan pembelajaran.

d. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama.

e. Refleksi

pada bagian ini peserta dan penyaji me-review atau melakukan refleksi materi berdasarkan seluruh kegiatan pembelajaran, kemudian didampingi oleh panitia menginformasikan tes akhir yang akan dilakukan oleh seluruh peserta yang dinyatakan layak tes akhir.

2. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Kombinasi

Kegiatan diklat tatap muka kombinasi (*In-On-In*) adalah kegiatan fasilitasi peningkatan kompetensi guru yang menggunakan tiga kegiatan, yaitu *In Service Learning 1* (In-1), *on the job learning* (On), dan *In Service Learning 2* (In-2). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka *In-On-In* tergambar pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka model 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**, 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



Pendahuluan

menggunakan Lembar Kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, terdapat LK **diskusi materi** yang dilakukan pada saat *in-1* dan **kegiatan praktik** yang dipandu menggunakan 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 LK pada kegiatan tatap muka kombinasi.

Kegiatan pembelajaran tatap muka pada model In-On-In dapat dijelaskan sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul

No	Kode LK	Nama LK	Keterangan
1.	LK J1.01	Diskusi Materi Teknologi Ramah Lingkungan	<i>In Service</i>
2.	LK J1.02	Tahu Mana yang Lebih Ramah Lingkungan	<i>On the Job Learning</i>
3.	LK J1.03	Penyusunan Soal Berbasis Kelas Materi Teknologi Ramah Lingkungan	<i>On the Job Learning</i>
4.	LK.J2 01	Diskusi Materi Elektrostatika	<i>In Service</i>
5.	LK.J2 02	Percobaan Muatan Listrik	<i>On the Job Learning</i>
6.	LK.J2 03	Penyusunan Soal Berbasis Kelas Materi Elektrostatika	<i>On the Job Learning</i>
7.	LK.J3.01	Diskusi Materi Rangkaian Listrik	<i>In Service</i>
8.	LK.J3.02	Rangkaian Listrik	<i>On the Job Learning</i>
9.	LK.J3.03	Penyusunan Soal Berbasis Kelas Materi Rangkaian Listrik	<i>On the Job Learning</i>
10.	LK.J4.01	Diskusi Materi Medan Magnet	<i>In Service</i>
11.	LK.J4.02	Medan Magnet	<i>On the Job Learning</i>
12.	LK.J4.03	Elektromagnetik	<i>On the Job Learning</i>
13.	LK.J4.04	Induksi Elektromagnetik	<i>On the Job Learning</i>
14.	LK.J4.05	Penyusunan Soal Berbasis Kelas Materi Magnet	<i>On the Job Learning</i>

Kegiatan Pembelajaran 1

Teknologi Ramah Lingkungan

Dalam mendukung tugasnya, guru perlu terus membekali dirinya dengan penguatan materi IPA, salah satunya adalah Teknologi Ramah Lingkungan . Penguasaan konsep Teknologi Ramah Lingkungan merupakan topik yang sangat penting untuk membantu guru mengaitkannya dengan konsep lingkungan lainnya. Oleh karena pentingnya proses teknologi ramah lingkungan dalam kehidupan manusia, guru perlu juga memahami dan menindaklanjuti pengetahuan ini dengan selalu menunjukkan dan mengajak siswa untuk menyadari manfaat teknologi ramah lingkungan dalam menjaga kelestarian lingkungan.

Bahan ajar ini berisi uraian materi dan beberapa alternatif kegiatan atau praktikum yang mengacu pada standar isi di SMP untuk mata pelajaran IPA. Materi pelatihan ini disusun untuk membimbing guru dalam mencapai kompetensi sesuai dengan silabus diklat yang telah ditetapkan.

A. Tujuan

Setelah selesai mempelajari modul ini guru pembelajar dapat menganalisis teknologi ramah lingkungan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan definisi teknologi ramah lingkungan
2. Menganalisis produk teknologi ramah lingkungan
3. Menjelaskan sertifikasi ramah lingkungan
4. Menerapkan contoh-contoh teknologi ramah lingkungan.

C. Uraian Materi

Dalam kehidupannya manusia tidak dapat dipisahkan dengan teknologi. Manusia selalu membutuhkan teknologi dari yang paling sederhana sampai yang paling rumit, dari yang tradisional hingga yang modern. Teknologi selalu



Kegiatan Pembelajaran 1

digunakan oleh manusia dalam melakukan usaha untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang paling diterima oleh konsumen.

Sayangnya, penggunaan teknologi oleh manusia telah menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan berupa terkurasnya sumberdaya alam, polusi air dan udara, musnahnya biodiversitas, dan timbulnya berbagai penyakit yang mengancam kelangsungan manusia itu sendiri. Oleh karena itu sekarang konsumen sudah semakin sadar atas pentingnya penggunaan teknologi dan produk yang ramah lingkungan. Mereka berusaha memastikan bahwa produk yang mereka gunakan ramah lingkungan. Dalam dunia perdagangan teknologi dan produk ramah lingkungan sudah menjadi syarat yang ditetapkan untuk dapat saling memperdagangkan teknologi atau produk tersebut sehingga produk tersebut dapat diterima pasar.

Suatu teknologi diakui secara resmi sebagai teknologi setelah mengalami rangkaian pengkajian menggunakan Penilaian Daur Hidup Produk atau *Life Cycle Assessment* (LCA) yang menganalisis dampak penggunaan teknologi terhadap lingkungan dan pada akhirnya teknologi tersebut mendapatkan pengakuan ramah lingkungan melalui ecolabel.

Pada kegiatan pembelajaran ini akan dibahas beberapa hal sebagai berikut:

1. Teknologi dan lingkungan, bertujuan untuk mendeskripsikan istilah dan pengertian teknologi, lingkungan, dan teknologi ramah lingkungan.
2. Analisis penggunaan teknologi dengan fokus pada penerapan *Life Cycle Assessment* untuk menganalisis tingkat keramahan teknologi,
3. Sertifikasi ramah lingkungan, untuk dapat memilih teknologi ramah lingkungan berdasarkan ecolabel yang dimilikinya, dan
4. Beberapa contoh teknologi ramah lingkungan, untuk dapat memahami mengapa teknologi tersebut dianggap ramah lingkungan.

1. Teknologi dan Lingkungan

a. Apakah Teknologi Itu?

Teknologi berasal dari bahasa Latin, *Téchnē* (kemampuan untuk memproduksi) dan “*Logos*” (rasional). Jadi teknologi adalah kemampuan untuk menghasilkan produk secara rasional. Rasional berarti menggunakan ilmu pengetahuan. Karena itu kata ilmu pengetahuan dan teknologi sering diucapkan dalam satu tarikan napas.

Teknologi mencakup benda, proses, sistem yang diciptakan oleh perancang dengan menggunakan ilmu pengetahuan untuk memenuhi keinginan dan kebutuhan kita. Produk hasil karya seni bukan suatu teknologi karena dihasilkan dengan menggunakan intuisi, bukan ilmu pengetahuan.

Definisi resmi teknologi di Indonesia adalah: *cara, metode, atau proses atau produk, yang dihasilkan dari pemanfaatan berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang menghasilkan nilai bagi pemenuhan kebutuhan, kelangsungan, dan peningkatan mutu kehidupan manusia. Teknologi merupakan ilmu terapan yang telah dikembangkan lebih lanjut, meliputi perangkat keras maupun perangkat lunak* (Pasal 1 ayat 2 Undang undang No 18 Tahun 2002 Tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, dan Teknologi).

Berdasarkan definisi di atas maka yang termasuk ke dalam teknologi diantaranya adalah sebagai berikut:

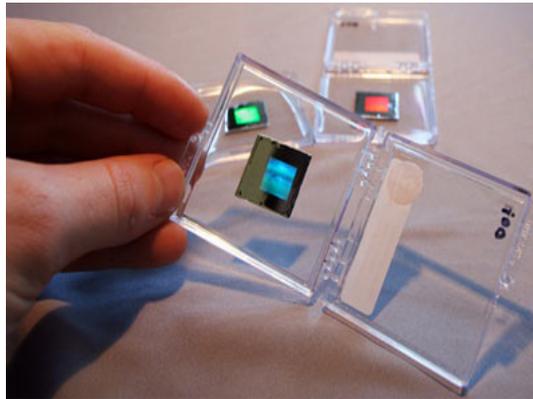
- Barang/produk misalnya mobil
- Jasa misalnya angkutan barang dengan mobil
- Cara/metode misalnya resep
- Perangkat lunak
- Sistem misalnya sistem produksi barang

Teknologi dikelompokkan dalam sektor-sektor teknologi, diantaranya:

- **Teknologi Pertanian**, menghasilkan tanaman dan hewan untuk pangan, sandang, dan bahan bakar. Contoh teknologi: irigasi, pengawetan pangan, pengendalian gulma dan serangga.

Kegiatan Pembelajaran 1

- **Teknologi Kedokteran**, menciptakan alat-alat untuk mengobati penyakit dan luka. Contoh: laser, prostesid, ultrasonografi, pengobatan.
- **Teknologi Nano**, memanipulasi material pada tingkat atom atau molekul. Contoh: sensor, nanorobot, fabrikasi molekul, ponsel, IC (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Produk Teknologi Nano

Pertanyaan:

1. *Apa nama benda yang ditunjukkan di atas?*
2. *Coba perhatikan barang-barang yang ada di sekitar, di sekolah atau di rumah, lalu kelompokkan barang-barang tersebut ke dalam kelompok teknologi seperti di atas. Selain kelompok teknologi di atas adakah kelompok-kelompok/sector teknologi lain?*

b. Teknologi Ramah Lingkungan

Dewasa ini **teknologi ramah lingkungan** makin dibutuhkan oleh manusia. Industri-industri berlomba-lomba untuk menerapkan teknologi ramah lingkungan dan menghasilkan produk ramah lingkungan. Apa sebenarnya teknologi ramah lingkungan itu?

United Nation Development Program, salah satu lembaga di bawah Perserikatan Bangsa-Bangsa dalam *Konferensi Lingkungan dan Pembangunan Rio De Janeiro Brazil 3 Juni 1992* menghasilkan dokumen Agenda 21 yang pada Bab 32 dinyatakan sebagai berikut:

“Teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang:

- *Memproteksi lingkungan*
- *Mengurangi daya polutannya*
- *Menggunakan semua sumberdaya secara berkelanjutan*

- *Mendaur ulang lebih banyak produk dan limbahnya*
- *Menangani sisa limbah dengan cara yang benar*

(lihat dokumen lengkap di <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>).

Selanjutnya pakar teknologi dari BPPT, Kardono (2009) menyatakan sebagai berikut:

“Teknologi ramah lingkungan tidak hanya teknologi secara individu tetapi juga secara sistem termasuk pengetahuan, prosedur, barang dan pelayanan, dan peralatan, serta prosedur organisasi dan manajemen untuk mempromosikan kelestarian lingkungan.

Dari berbagai definisi di atas, dapat diambil kesimpulan *bahwa teknologi ramah lingkungan adalah teknologi menimbulkan dampak negatif yang minimal terhadap lingkungan berdasarkan hasil kajian.*

Istilah-istilah lain yang berkaitan dengan teknologi ramah lingkungan yaitu: **teknologi bersih, teknologi hijau, ekoteknologi, dan teknologi berkelanjutan**. Pada prinsipnya istilah-istilah tersebut merujuk kepada semua produk, jasa, dan proses yang mendayagunakan bahan ramah lingkungan dan sumber energi terbarukan, mampu mengurangi penggunaan sumber daya alam secara drastis, dan mengurangi atau mengeliminasi emisi gas dan sampah.

Teknologi bersih merupakan suatu upaya untuk menyediakan kebutuhan manusia yang pada keseluruhan prosesnya menggunakan sumberdaya yang sedikit dan kerusakan lingkungan yang minimal dibandingkan dengan upaya alternatif (yang secara ekonomis kompetitif). Untuk mengidentifikasi penggunaan sumberdaya dan kerusakan lingkungan yang diakibatkannya dilakukan pengkajian dengan penilaian daur hidup atau *Life Cycle Assessment* (LCA). LCA sangat penting untuk mengkonfirmasi tingkat keramahan suatu teknologi dibanding dengan teknologi alternatif.

Di Indonesia, Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup, adalah salah satu instansi yang memiliki wewenang untuk menetapkan apakah suatu teknologi ramah lingkungan atau tidak. Cara menetapkannya adalah dengan



Kegiatan Pembelajaran 1

membandingkan emisi yang dihasilkan oleh teknologi (produk) tersebut dengan baku mutu emisi yang telah ditetapkan dalam peraturan. Sebagai contoh, boiler (ketel uap) ramah lingkungan jika menghasilkan emisi tidak lebih dari yang ditetapkan dalam *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 7 Tahun 2007 Tentang Baku Mutu Emisi Nasional untuk Ketel Uap* (Bindar dan Abdulkadir, 2014).

Adapun standar yang umum digunakan untuk mengkonfirmasi teknologi ramah lingkungan adalah:

- ISO 14001 : 2004 tentang Sistem Manajemen Lingkungan
- ISO 2024 tentang Penilaian Daur Hidup

2. Analisis Produk/Teknologi Ramah Lingkungan

Untuk mengkonfirmasi apakah suatu produk/teknologi ramah lingkungan, maka perlu dilakukan analisis. Agar dapat melakukan analisis dengan lebih mudah maka perlu memahami istilah-istilah lingkungan, aspek lingkungan dan dampak lingkungan.

a. Lingkungan

Apa lingkungan itu? Apa komponen-komponennya? Di mana batas-batasnya? Perhatikan definisi lingkungan di bawah ini.

Lingkungan adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain (UU No. 32 Tahun 2009 Tentang Pengelolaan dan Perindungan Lingkungan Hidup).

Di dalam ISO 14001:2004 disebutkan definisi lingkungan sebagai berikut:

“Segala sesuatu yang ada di sekitar organisasi yang beroperasi, termasuk udara, air, tanah, sumberdaya alam, flora, fauna, manusia, dan antar hubungannya.

Komponen lingkungan terdiri dari komponen fisik/abiotik (mislnya tanah, air, udara, suara) dan komponen biotik (misalnya hewan, manusia, tumbuhan, mikroorganisme).

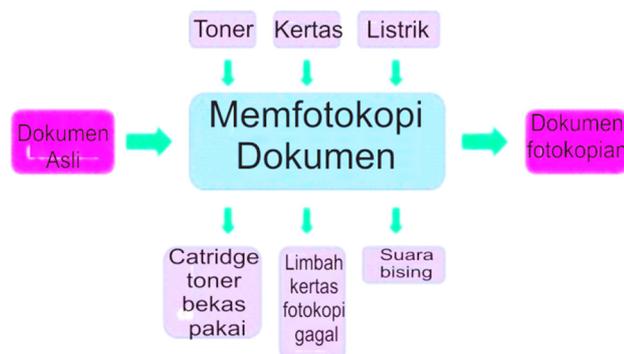
Batas batas geografi lingkungan bisa bersifat lokal, regional, kontinental, dan global. Batas-batasnya bisa ditentukan sesuai kebutuhan.

b. Aspek dan Dampak Lingkungan

Aspek lingkungan adalah elemen dari aktivitas organisasi atau produk atau jasa yang berinteraksi dengan lingkungan .

Dampak lingkungan adalah perubahan lingkungan, baik menguntungkan atau merugikan, seluruhnya atau sebagian dihasilkan oleh aspek-aspek lingkungan dari organisasi”.

Semua aktivitas yang kita lakukan akan mempengaruhi lingkungan di sekitar kita. Untuk memahami aspek dan dampak lingkungan lihatlah Gambar 5. Memfotokopi selebar kertas dengan menggunakan mesin fotokopi adalah suatu aktivitas, saat memfotokopi, kita membutuhkan kertas dan listrik yang digunakan selama mesin fotokopi beroperasi, maka menggunakan kertas dan listrik merupakan aspek lingkungan dari aktivitas ini, selanjutnya dampak lingkungan dari aspek lingkungan ini adalah menipisnya sumberdaya karena kertas terbuat dari pohon dan listrik dibangkitkan dari minyak atau gas.



Gambar 5. Aspek dan Dampak Lingkungan pada Kegiatan Memfotokopi.

Contoh aspek-aspek lingkungan

- Emisi ke udara (asap, debu, bau, uap ,dan lain-lain.)
- Penggelontoran air limbah ke sungai atau lahan
- Pembuangan limbah ke lahan
- Penggunaan material, energy dan sumberdaya

Kegiatan Pembelajaran 1

- Pembangkitan suara
- Getaran
- Radiasi

Contoh-contoh dampak lingkungan adalah: pemanasan global, eutrofikasi, penipisan lapisan ozon, toksisitas manusia dan lain-lain (lebih jauh lihat Tabel 3).

Hubungan antara aspek lingkungan dan dampak lingkungan dapat dideskripsikan sebagai hubungan “SEBAB” dan “AKIBAT”. Satu “SEBAB” bisa menyebabkan “AKIBAT” ganda. (lihat Gambar 6).



Gambar 6. Hubungan Sebab-Akibat antara Aspek Lingkungan dan Dampak Lingkungan

Pertanyaan:

Pada kegiatan memfotokopi salah satu aspeknya adalah membuang limbah kertas ke tanah, bisa menimbulkan berbagai akibat. Apa saja akibat-akibat yang mungkin terjadi?

c. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Dampak Lingkungan

Pemakaian teknologi dapat memberi dampak negatif dan positif bagi lingkungan. Jika berdampak negatif maka akan menimbulkan **degradasi lingkungan**. Degradasi lingkungan didefinisikan sebagai *perubahan atau*

gangguan terhadap lingkungan sehingga lingkungan tersebut dipersepsikan menjadi tidak dapat diterima atau tidak membuat nyaman.

Degradasi lingkungan yang merupakan contoh dari dampak lingkungan terjadi terutama oleh karena adanya aktivitas manusia dalam menggunakan teknologi. Tingkat atau intensitas degradasi/dampak lingkungan ditentukan oleh tiga faktor: yaitu *population*, *affluent*, dan *technology*.

Hubungan antara dampak lingkungan dengan faktor-faktornya sering diungkapkan dengan notasi matematika

$$I = P \times A \times T$$

keterangan:

I adalah *Impact* (dampak lingkungan)

P adalah *Population* (jumlah penduduk)

A adalah *Affluent* (kekayaan, ekonomi)

T adalah *Technology* (teknologi)

Pertanyaan

Bagaimana terjadinya dampak lingkungan yang menyebabkan ribuan ekor ikan mati di perairan bebas? Jelaskan dengan menerapkan notasi matematika di atas!

d. Kategori Dampak Lingkungan dan Indikatornya

Kategori dampak lingkungan atau disebut dengan **dampak lingkungan** saja adalah isu-isu lingkungan yang akan dianalisis dalam analisis dampak lingkungan. Kategori dampak dipilih dalam suatu LCA harus menjelaskan dampak yang disebabkan oleh produk atau sistem produk yang dianalisis. Beberapa kategori/jenis dampak lingkungan yang sering dianalisis diantaranya terlihat pada Tabel 3.

Indikator dampak lingkungan adalah parameter atau nilai numerik yang diturunkan dari parameter yang menjelaskan keadaan lingkungan dan dampaknya kepada manusia, ekosistem dan materi, tekanan terhadap lingkungan, atau kekuatan yang mengganggu sistem. Indikator didapatkan melalui berbagai proses pengukuran kuantitatif sehingga akhirnya disimpulkan. Sebagai contoh, meningkatnya emisi gas rumah kaca di udara merupakan indikator/parameter perubahan iklim. Indikator ini dinyatakan dalam satuan kg CO₂-e/tahun atau kg/CO₂-e/kg produk. Tabel 3 menunjukkan beberapa kategori dampak lingkungan, indikator-indikator dan satuan-satuannya.

Tabel 3. Kategori Dampak Lingkungan, Indikator Dampak Lingkungan dan Satuannya

Kategori Dampak	Indikator	Satuan
Perubahan iklim/pemanasan global. (<i>carbon footprint</i>)	Gas-gas rumah kaca di udara yang memiliki potensi pemanasan global	Kg CO ₂ -eq/tahun, Kg CO ₂ -eq/kg produk
Penipisan lapisan ozon	Destruksi lapisan ozon stratosfir oleh zat perusak ozon	Kg CFC-11-eq/tahun
Toksisitas manusia	Akumulasi zat kimia dalam rantai makan manusia (eksposur), dan toksisitas (effect) zat kimia tersebut	kg 1,4-dichlorobenzeen (14DCB)/tahun.
Ekotoksisitas	Konsentrasi zat kimia di lingkungan	Kg 1,4-dichlorobenzeen (14DCB)/tahun.
Radiasi	Tingkat paparan (eksposur).	Tahun/kg Uranium 235 ekuivalen
Pembentukan oksidan fotokimia	Perubahan konsentrasi ozon akibat emisi zat	Kg VOC/tahun VOC adalah <i>Volatile Organic Compound</i> (zat organik mudah menguap)
Pembentukan material partikulat	Fraksi material partikulat di udara	Kg PM ₁₀ -e/tahun
Pendudukan lahan	Jumlah lahan yang diduduki suatu waktu	m ² tahun.
<i>Ecological footprint</i>	Jumlah ruangan di bumi yang dibutuhkan untuk kegiatan manusia	hektare
Transformasi lahan	Jumlah lahan yang dialih fungsikan dan diduduki	m ² tahun
Eutrofikasi air laut	Konsentrasi nutrient mengandung N	Kg N-eq/tahun.
Eutrofikasi air tawar	Konsentrasi nutrient yang mengandung fosfor	Kg P-eq/tahun
Penipisan sumberdaya bahan bakar fosil	Bahan bakar fosil yang ditambang (dieksploitasi)	kg BBM-eq/tahun (1 kg BBM-equivalen memiliki kalor bakar 42 MJ).
Penipisan sumberdaya mineral	Penurunan cadangan mineral	kg besi (Fe)-eq/tahun
Penipisan air Tawar (<i>water footprint</i>)	Jumlah air tawar yang dikonsumsi	m ³ /kg produk

Tugas : Carilah indikator-indikator/ parameter dari dampak lingkungan lainnya seperti yang tertera pada daftar di atas (Tabel 3)

Kegiatan Pembelajaran 1

Untuk lebih jauh mengenal kategori-kategori dampak lingkungan dan indikator-indikatornya dapat dipelajari melalui deskripsi singkat berikut.

1) Perubahan iklim/pemanasan global

Di bumi terdapat 63 jenis gas rumah kaca, termasuk di dalamnya adalah karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogenoksida (NO_2), kloro fluoro karbon (CFC), karbon tetraklorida (CCl_4). Sebagai akibat dari aktivitas manusia dalam penggunaan teknologi gas-gas itu terus meningkat konsentrasinya di atmosfer bumi. Indikator polusi dari gas yang jenisnya sangat banyak itu rumit untuk menyatakannya. Maka untuk menyederhanakannya dibuat perbandingan relatif dengan CO_2 sebagai acuannya. Bagaimana caranya?

Dengan menggunakan sinar infra merah dapat diukur bagaimana kekuatan setiap gas dalam meningkatkan suhu yang disebut **potensi pemanasan global**. Karena gas CO_2 dipakai sebagai acuan maka diberi nilai 1. Selanjutnya, berdasarkan hasil pengukuran diperoleh angka untuk CH_4 25, NO_2 300, CFC 4750, dan CCl_4 1400.

Emisi gas rumah kaca dinyatakan dalam setara karbondioksida (CO_2), misalnya untuk menghasilkan suatu produk teknologi diemisikan 2 kg gas metana, maka emisi gas rumah kacanya adalah $2 \times 25 = 50 \text{ kg CO}_2\text{-e}$ (dibaca: lima puluh kilogram ekuivalen atau setara karbondioksida). (lihat Tabel 4).

Tabel 4. Potensi Pemanasan Global dan Sumber-sumber Utama Gas Rumah Kaca

GRK/GHG	PPG/GWP ($\text{CO}_2\text{-e}$).	Sumber Utama
Karbondioksida (CO_2)	1	Pembakaran bahan bakar, pabrik semen
Metana (CH_4)	25	Pertanian, pengeboran minyak dan gas, pertambangan, landfill, air limbah, pengolahan lumpur limbah
Nitro Oksida (N_2O)	300	Produksi refrigeran dan penggunaannya
Hidrofluorokarbon (HFC) Hidroklorofluorokarbon	77-14,800	Produksi refrigeran dan penggunaannya, pengolahan bijih aluminium dan magnesium

GRK/GHG	PPG/GWP (CO ₂ -e).	Sumber Utama
(HCFC)		(<i>smelting</i>)
Perfluorokarbon (PFC)	7,390-17,700	pengolahan bijih aluminium dan magnesium (<i>smelting</i>).
Sulfur heksafluorida (SF ₆)	22,800	pengolahan bijih aluminium dan magnesium (<i>smelting</i>), peralatan sikring tegangan tinggi

Catatan: PPG = Potensi Pemanasan Global, GWP = Global Warming Potential
GRK= Gas Rumah Kaca, GHG = Green House Gases
Sumber : IPPCC

Pertanyaan:

Untuk menghasilkan produk teknologi diemisikan metan. Selain itu juga diemisikan karbondioksida 10 kg, CFC 0.1 kg, N₂O 0.5 kg, CCl₄ 0.2 kg, berapa total emisi gas rumah kaca setara karbondiosida yang dihasilkan produk tersebut?

Carbon Footprint

Emisi karbon dinyatakan juga dengan *carbon footprint* (CF) yang didefinisikan sebagai *total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh organisasi, kegiatan manusia, produk, atau individu manusia itu sendiri.*

Untuk lebih menyederhanakan emisi gas rumah kaca yang memberi sumbangan terhadap *carbon footprint* dinyatakan dengan setara karbondioksida (CO₂e). Satuan *carbon footprint* adalah kg CO₂e per kg produk. Pada Tabel 5 disajikan konsumsi bahan makanan per tahun dan nilai *carbon footprint*-nya

Tabel 5. Daftar Konsumsi dan Nilai *Carbon Footprint* Beberapa Makanan

No	Nama Bahan Makana	Konsumsi Per Kapita (kg)	Carbon footprint (kCO ₂ /kg bahan)
1	Beras	4.9	6.20
2	Sayuran dari hortikultura	92.7	0.90
3	Buah dari hortikultura	70.7	0.98
4	Daging sapi	12.6	20.05
5	Daging ayam	10.3	4.22
6	Ikan dan olahannya	16.7	4.12
7	Susu segar	84.6	1.76



Kegiatan Pembelajaran 1

Contoh:

Daging sapi memiliki nilai *carbon footprint* 20 Kg CO₂e/kg. artinya untuk memproduksi satu kg daging sapi dihasilkan setara emisi karbon sebanyak 20 kg.

Pertanyaan:

1. Jika dari suatu daerah dihasilkan 1000 ton daging sapi, berapa emisi karbon yang dihasilkan daerah tersebut dari produksi daging.
2. Jika seseorang mengkonsumsi beras, daging sapi, daging ayam, ikan, susu segar sayuran, dan buah-buahan dengan konsumsi perkapita per tahun seperti **Tabel 5** berapa nilai emisi karbon yang dihasilkan oleh orang tersebut dari konsumsi makanan?

2) Penipisan sumber daya abiotik

Kategori dampak ini sangat erat dengan kesejahteraan manusia, kesehatan manusia dan kesehatan ekosistem. Indikator dari kategori dampak ini adalah ekstraksi mineral dan bahan bakar fosil karena dipakai sebagai input dalam sistem/teknologi. Penipisan atau deplesi faktor abiotik (*Abiotic Depletion Factor, ADF*) dinyatakan dalam kilogram setara antimon (kg Sb-eq/kg ekstraksi) untuk setiap mineral dan bahan bakar yang diekstraksi/ditambang.

3) Penipisan ozon stratosfir

Akibat penipisan ozon stratosfir, lebih banyak radiasi ultraviolet (UV) dari matahari mencapai permukaan bumi. Ini dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, ekosistem terestrial, ekosistem akuatik, siklus biogeokimia, dan sumberdaya material. Dampak ini berskala global. *World Meteorological Organization* (WMO), organisasi cuaca dunia, mendefinisikan penipisan ozon sebagai potensi penipisan ozon/*ozone depletion potential* (ODP) dari berbagai gas dalam satuan setara kilogram gas CFC-11 (kg CFC -11 eq/kg emisi). Indikator dampak ini berskala global dan jangka waktunya tak terbatas.

4) Pembentukan ozon fotokimia/fotooksidan

Ozon di stratosfir, atau di atas permukaan tanah, telah diketahui merupakan satu dari ancaman lingkungan sangat penting dalam skala regional. Pada konsentrasi yang tinggi, ozon ini berbahaya bagi kesehatan manusia, dan dalam konsentrasi yang rendah menyebabkan kerusakan vegetasi. Ozon merupakan polutan lintas batas (transboundary pollutant), yang mana ozon ini dapat diproduksi dan dikonsumsi oleh polutan lain selama transportasi dalam jarak jauh.

Pembentukan fotooksidan dinyatakan dalam *Photochemical Ozone Creation Potential (POCP)* didefinisikan sebagai nilai relatif dimana jumlah ozon yang diproduksi dari VOC tertentu dibagi dengan jumlah ozon yang diproduksi dari emisi etana dalam jumlah yang setara. Satuan POCP adalah gram etana ekuivalen per gram gas ($\text{g C}_2\text{H}_4/\text{gVOC}$). Etana telah dipilih sebagai gas acuan karena gas ini merupakan prekursor ozon yang paling potensial dari seluruh zat organik mudah menguap.

5) Toksisitas manusia

Dampak ini berkaitan dengan zat toksik bagi manusia yang ada di lingkungan. Gangguan kesehatan akibat lingkungan kerja tidak termasuk dalam kategori ini. Indikator dinyatakan dalam *Human Toxicity Potentials (HTP)*, yang didefinisikan sebagai *penyebaran, paparan dan efek dari bahan toksik untuk waktu yang tak terbatas*. Untuk setiap zat toksik nilai HTP dinyatakan dengan setara 1,4-diklorobenzena/kg emisi. Cakupan geografik dari toksisitas ini skala lokal atau global.

6) Ekotoksisitas air tawar

Dampak jenis ini berkaitan dengan ekosistem air, sebagai akibat dari zat-zat toksik yang dilepaskan ke udara, air atau tanah. Dampak dinyatakan dalam Potensi Ekotoksisitas (*Eco-toxicity Potential, EP*) dan didefinisikan sebagai *penyebaran, paparan, dan akibat dari zat toksik*. Jangka waktunya tak terbatas. Satuannya adalah setara 1,4-diklorobenzena /kg emisi ($1.4 \text{ dichlorobenzene-eq/kg}$). Dampak bisa terjadi dalam skala global, kontinental, regional, dan lokal.

7) Ekotoksitas laut

Ekotoksitas laut atau *marine eco-toxicity* terkait dengan dampak zat toksik terhadap ekosistem laut terhadap ekosistem laut (lihat deskripsi tentang ekotoksitas air tawar).

8) Ekotoksitas terestrial

Indikator ini berkaitan dengan dampak zat-zat toksik terhadap ekosistem terestrial (darat) (lihat deskripsi toksitas air tawar).

9) Pengasaman/asidifikasi

Substansi pengasam bisa berdampak terhadap tanah, air tanah, air permukaan, organisme, ekosistem dan material (bangunan). Potensi pengasaman atau *Acidification Potential (AP)* untuk emisi-emisi ke udara dinyatakan sebagai *penyebaran dan deposisi substansi pengasam*. AP dinyatakan dalam setara kg SO₂/ kg emisi..

10) Eutrofikasi

Eutrofikasi (disebut juga nutrifikasi) mencakup semua dampak dari makronutrien dalam kadar tinggi di lingkungan yang disebabkan oleh emisi nutrien ke udara, air dan tanah. Potensi nutrifikasi (*nutrification potential, NP*) didasarkan pada prosedur stoikiometrik dan dinyatakan sebagai setara kg PO₄ per kg emisi (kgPO₄-eq/kg emisi). Cakupan georafisnya bisa dalam skala lokal dan kontinental.

11) Penggunaan lahan

Penggunaan lahan diukur dengan penggunaan lahan pertanian (m²/tahun). Ukuran ini menunjukkan luas dan waktu yang ditempati untuk sistem produksi baik alami atau industri.

Indikator lain yang digunakan untuk menunjukkan kebutuhan lahan adalah **Ecological Footprint (EF)**. Definisi *ecological footprint* adalah *jumlah luas ruangan di atas bumi (termasuk tanah darat, perairan, dan lautan) yang diperlukan untuk menggunakan teknologi*. Ruang ini mencakup ruang untuk produksi, untuk mendapatkan air, untuk mendapatkan energi, untuk pengangkutan dan lain-lain. Termasuk juga

ruang untuk menampung dan mengolah limbah-limbah yang dihasilkan dari proses produksi.

EF dinyatakan dalam satuan Gha/ton (baca: Giga hektar per ton produk). 1 Gh/ton = 1.000.000.000 ha/ton, atau 1.000 juta ha/ton, atau 10^9 ha/ton. Tabel 6 menunjukkan nilai EF beberapa bahan pangan. Sebagai contoh, alpukat memiliki nilai EF 1.26 Gha/ton. Artinya untuk memproduksi alpukat sebanyak 1 ton diperlukan ruang di atas bumi seluas 1.260 juta ha. Lahan tersebut digunakan untuk produksi, pengangkutan, penyimpanan, mendapatkan air, dan lain-lain.

Tabel 6. Nilai *Ecological footprint (EF)* Beberapa Bahan Makanan

No	Bahan Pangan	EF (Gha/ton)
1	Alpukat	1.26
2	Ikan Salmon Asap	6/0
3	Buah Cherry	0.20
4	Melon	0.35
5	Tomat	0.31
6	Anggur	0.112
7	Minyak Zaitun	3.17

Pertanyaan:

Jika alpukat yang diproduksi mencaai 100 ton, berapa nilai EF, dan apa artinya?

Pengangkutan juga membutuhkan ruang oleh karena itu memiliki nilai EF. Perhatikan Tabel 7 yang menunjukkan nilai EF untuk pengangkutan barang dengan berbagai moda. EF untuk pengangkutan barang dengan moda pesawat terbang di Eropa adalah 0.357 GHa/ton. Ini berarti untuk setiap ton barang yang diangkut harus tersedia 357 ha ruangan di atas bumi.

Tabel 7. *Ecological Footprint* Sistem Transportasi.

Sistem Transportasi	EF (GHa/ton)
Pesawat terbang (Eropa)	0.357
Pesawat terbang (trans atlantik)	0.35
Kereta Api	0.006
Truk	0.031
Kapal Laut	0.005

Keterangan: *EF = Ecological Footprint*

Pertanyaan:

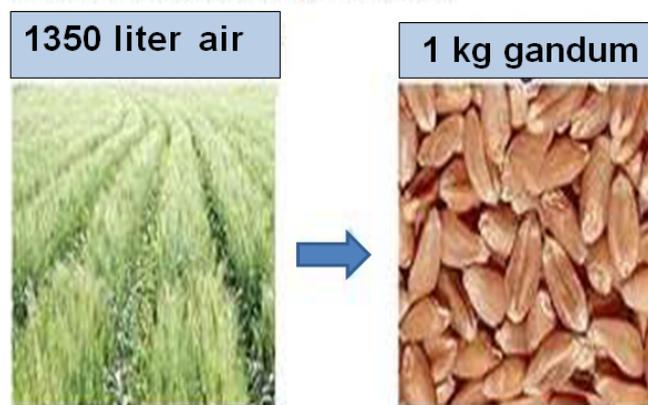
1. *Jika terdapat 1000 ton barang yang diangkut dengan pesawat di Eropa berapa luas ruangan di atas bumi yang dibutuhkan, digunakan untuk apa ruangan tersebut di atas ?*
2. *Berdasarkan nilai EF-nya, apakah pengangkutan barang dengan truk, lebih ramah lingkungan daripada dengan pesawat terbang?. Mengapa tidak semua barang diangkut dengan menggunakan truk?*

12) Penggunaan air

Air digunakan hampir dalam semua kegiatan manusia. Setiap rantai dari siklus hidup semua produk membutuhkan air sebagai inputnya. Oleh karena itu air yang digunakan merupakan kategori dampak lingkungan. Kebutuhan air untuk proses produksi dinyatakan dengan istilah ***water footprint***.

Definisi *water footprint* adalah *total air tawar yang digunakan untuk memproduksi barang dan jasa yang dikonsumsi oleh individu manusia, komunitas atau dunia usaha.*

Air yang digunakan bisa terdiri dari konsumsi, air evaporasi dan air yang terpolusi per unit waktu. Misalnya, jika untuk menghasilkan 1 kg gandum dibutuhkan 1350 liter air, maka *water footprint* gandum adalah 1350 Liter/kg (Gambar 7).

Gambar 7. Visualisasi *Water Footprint* Gandum

Nilai water footprint dari berbagai produk diperlihatkan dalam Tabel 8.

Tabel 8. *Water Footprint* Beberapa Jenis Produk Makanan

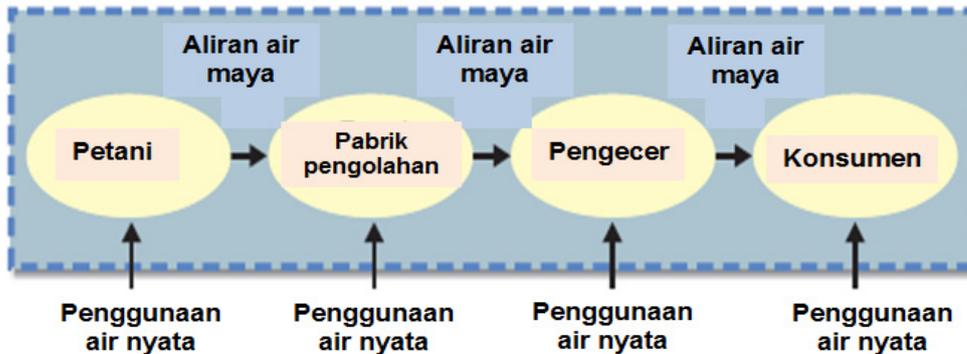
No	Produk	Water Footprint (Liter/kg)
1	Almond, tanpa kulit	16,194
2	Daging sapi	15,415
3	Susu	1,021
4	Minyak zaitun	14,430
5	Tomat segar	214
6	Roti gandum	1,606
7	Apel, pir	700
8	Pisang	860
9	Roti gandum	1,300
10	Sayuran	200
11	Keju	5,000
12	Ayam	3,900
13	Coklat	24,000
14	Kopi	140/gelas

Pertanyaan:

Berdasarkan nilai water footprint pada tabel di atas, mengapa kita dianjurkan untuk banyak makan sayuran?.

Kegiatan Pembelajaran 1

Water footprint suatu produk tidak saja dihitung dari total volume air yang digunakan *langsung*, tapi air yang tidak langsung yang disebut dengan air maya (*virtual water*). (Lihat Gambar 8)



Gambar 8. Air yang Dihitung Dalam Water Footprint

Pertanyaan:

Dari mana air maya pada pengecer bersal?.

Contoh:

- Sebagai konsumen ibu memasak sayur/asinan sebanyak 1kg dengan memakai air (nyata) 1 Liter
- Ibu membeli sayur tersebut dari pengecer di pasar yang menggunakan air untuk mengurangi kadar garam, air yang digunakan adalah 1 Liter/ kg asinan.
- Pengecer mendapatkan asinan tersebut dari pabrik pengolahan. Kebutuhan air untuk pengolahan adalah 5 liter/kg asinan
- Pabrik pengolahan dipasok oleh petani bahan bakunya berupa sayuran segar. *Water footprint* untuk sayuran tersebut adalah 1300 Liter/kg.

Pertanyaan

1. *Berapa liter air yang harus tersedia untuk memungkinkan ibu memasak asinan?*
2. *Berapa liter air yang langsung ibu gunakan untuk memasak?*
3. *Berapa liter air maya yang harus tersedia sehingga memungkinkan untuk memasak?*

4. Jika ibu memasak asinan kemudian dibagi menjadi dua piring, berapa water footprint asinan ibu per piring?.

Jawab:

1. Air maya + air nyata adalah $1300+5+1+1 = 1307$ Liter/kg asinan.
2. Air nyata digunakan untuk ibu untuk 1 Liter/kg
3. $1300+5+1 = 1306$ Liter/kg.
4. 1307 Liter/2 piring = 653.5 Liter/piring

Pertanyaan

Setiap benda yang kita gunakan di rumah, misalnya gelas, tembok, kain, kaca, mengandung air. Air apa yang dimaksudkan?

13) Material partikulat

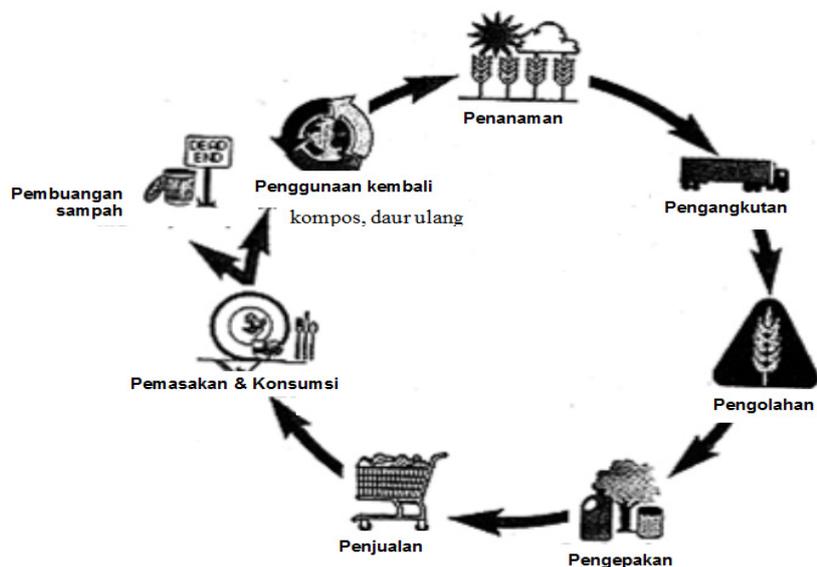
Material partikulat didefinisikan sebagai campuran dan partikel zat cair organik dan anorganik yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan melayang-layang di atmosfer. Material partikulat ini menyebabkan gangguan kesehatan serius, termasuk harapan hidup, penyakit jantung, kanker paru-paru, asma, kelainan bayi ringan, kelahiran prematur. Prekursor material partikulat adalah sulfur dioksida (SO_2), nitrogen oksida (NO_x), ammonia (NH_3), dan senyawa organik volatil dan non volatil. Material partikulat dinyatakan dalam ukuran $\text{PM}_{2.5}$ (material partikulat kurang dari 2.5 mikrometer) atau PM_{10} (material partikulat antara 2.5 hingga 10 mikrometer). Partikel yang ukurannya lebih kecil dapat menembus paru-paru lebih dalam sehingga bersifat lebih toksik sehingga $\text{PM}_{2.5}$ lebih berbahaya dari partikel PM_{10} yang lebih kasar.

e. Penilaian Daur Hidup.

Untuk menjustifikasi keramahan suatu teknologi perlu dilakukan analisis terhadap teknologi tersebut yang disebut dengan **penilaian daur hidup** (*life cycle assessment LCA*). LCA ini sebenarnya melibatkan identifikasi dampak lingkungan yang sangat banyak, dan juga melibatkan berbagai pertimbangan, sehingga hanya pakar LCA yang dapat melakukannya dengan baik dan teliti. Namun LCA yang akan kita lakukan dalam pembelajaran ini adalah yang sederhana dengan tujuan untuk pemahaman dan pendidikan. Untuk melakukannya kita fahami definisi-definisi dalam LCA.

1) Definisi Daur Hidup

Setiap produk memiliki daur hidup yaitu *rangkaian mata rantai proses mulai dari pengadaan bahan baku hingga penggunaan akhir dari produk tersebut*. Contoh daur hidup produk diperlihatkan pada **Gambar 9**, yang menunjukkan bagan daur hidup tepung gandum. Rantai daur hidup tepung gandum terdiri atas fase atau mata rantai kegiatan mulai dari penanaman, pengangkutan, pengolahan, pengepakan, penjualan, pemasakan, dan berakhir di pembuangan sampah.



Gambar 9. Bagan daur hidup tepung gandum/terigu.

Daur hidup produk yang terdiri dari fase-fase dimulai dari fase pengadaan bahan baku hingga akhir masa penggunaan (penanganan limbah) disebut dengan pendekatan “*cradle to grave*” atau “dari ayunan hingga ke liang lahat”. Yang perlu diperhatikan adalah bahwa setiap fase atau mata rantai daur hidup memiliki aspek dan dampak lingkungan yang akan dinilai/dianalisis.

Pertanyaan:

Dari daur hidup produk gandum (Gambar 9) apa saja aspek dan dampak lingkungan yang mungkin ada pada setiap fase/kegiatan?

Tugas:

Buatlah gambar daur hidup dokumen fotokopian seperti Gambar 5 dengan merujuk pada Gambar 9.

2) Definisi Penilaian Daur Hidup

Penilaian daur hidup atau **Life Cycle Assessment** (LCA) merupakan metode penilaian dampak lingkungan dari penggunaan produk/teknologi dengan memperhatikan keseluruhan daur hidup mulai dari awal proses produksi, bahan mentah, sampai pada produk menjadi sampah (masa akhir penggunaan).

LCA akan memperlihatkan kegiatan-kegiatan mana yang memiliki dampak besar terhadap lingkungan dan elemen-elemen apa dari aktivitas tersebut penyebabnya. Akhirnya agar dapat dicapai tujuan dari produksi tersebut, kegiatan-kegiatan dalam proses produksi bisa diperbaiki.

3) Manfaat Penilaian Daur Hidup

Manfaat Penilaian Daur Hidup adalah sebagai berikut:

- Mengurangi dampak lingkungan yang bersifat negatif dari produk dalam fase disain, produksi, dan konsumsi dan seluruh fase dalam daur hidup produk.
- Menjadikan berbagai dampak lingkungan dapat dipahami dengan lebih mudah
- Menggeser paradigma proses produksi dari 'buahian ke liang lahat' menjadi 'dari buahian ke buahian'
- Memandang produk secara holistik dari keseluruhan siklus hidupnya, tidak hanya dari satu aspek (seperti penyediaan bahan, produksi, dan akhir masa penggunaan)
- Mendorong eksplorasi inovasi dan pengembangan produk
- Meningkatkan nilai konsumen dan persepsi produk melalui penyediaan informasi kajian dampak lingkungan yang lebih ilmiah.
- Mengurangi biaya produksi, distribusi, dan manajemen penggunaan akhir masa pakai

Kegiatan Pembelajaran 1

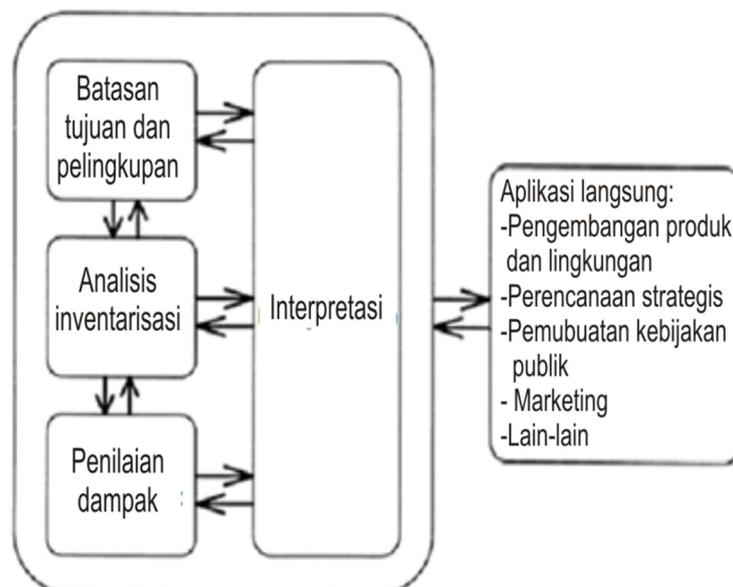
- Menyediakan proses penilaian yang terstandar untuk mengidentifikasi dampak lingkungan.

4) Tahap-tahap Penilaian Daur Hidup

Untuk mempelajari tahap-tahap penilaian daur hidup produk perhatikan Gambar 10. Terdapat empat tahap Penilaian Daur Hidup (LCA) yaitu:

Tahap 1

Definisi tujuan (sasaran) dan dan batasan (ruang lingkup) penilaian.



Gambar 10. Bagan Langkah- langkah Analisis Daur Hidup

Fungsi produk dan apa dampaknya terhadap lingkungan yang akan dianalisis dibatasi. Apa yang akan dianalisis dan apa yang akan dikesampingkan. Apa unit fungsional dari analisis.

Tahap 2

Analisis inventarisasi yaitu membuat daftar semua energi, bahan/material, bahan kimia, dan bahan-bahan lain yang diambil dari lingkungan (*input*) dan dilepaskan ke lingkungan (*output*).

Tahap 3

Penilaian dampak adalah kegiatan dimana data yang telah dikumpulkan pada tahap 2 dikelompokkan menjadi berbagai kategori dampak seperti pemakaian air, polusi udara, dan emisi limbah.

Tahap 4

Interpretasi adalah mengidentifikasi dampak-dampak yang telah dianalisis pada Tahap 3, apakah dampak itu ada, dan jika ada dampak lingkungan apa yang paling penting dan harus diperhatikan.

Terakhir: Kesimpulan dan Rekomendasi

Setelah kita melakukan empat langkah di atas selanjutnya kita buat kesimpulan dan rekomendasi. Kesimpulan yang dibuat menjawab apakah produk yang akan diproduksi ramah lingkungan, berdasarkan perbandingan dengan hasil analisis dampak pada produk-produk pembanding yang sejenis. Rekomendasi dibuat untuk aplikasi langsung, misalkan apakah produk tersebut direkomendasikan untuk dibuat secara masal untuk menggantikan produk-produk sejenis yang ada,

5) Contoh Penilaian Daur Hidup: Kasus Furnitur Kayu Pinus

Berikut contoh penilaian daur hidup dengan mengikuti tahap-tahap LCA seperti di atas,

Tahap 1. Definisi tujuan dan lingkup penilaian

LCA ini bertujuan untuk menganalisis dampak lingkungan dari perangkat furnitur. Bahan bakunya kayu pinus dengan dengan berat 70 kg dan sedikit *stainless steel* untuk mur dan baut. (lihat Gambar 11)



Gambar 11. Furnitur Kayu Pinus

Dampak lingkungan yang dianalisis adalah pemanasan global. Dampak penipisan sumberdaya kayu dan air tidak dianalisis karena kayu

diproduksi dalam hutan yang dikelola secara berkelanjutan. Lingkup dari analisis ini tampak seperti pada Gambar 12 yang ada di dalam garis putus-putus yaitu pengelolaan hutan dan pemanenan kayu, pengolahan kayu, perlakuan kayu, produksi furnitur, penggunaan dan perawatan, dan pemakaian akhir. Unit fungsional yang digunakan adalah emisi/set furnitur.

Tahap 2. Analisis inventarisasi

Agar inventarisasi dapat dilakukan dengan mudah, maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Membuat bagan daur hidup furniture dengan analisis input-output

Bagan tersebut selain memberi informasi tentang daur hidup holistik furniture, juga memberi informasi tentang bahan yang dibutuhkan (input) dan emisi dan limbah yang dihasilkan (output) pada setiap fase daur hidup. Oleh karena itu bagan tersebut disebut dengan bagan analisis *input-output*. (Lihat Gambar 12).

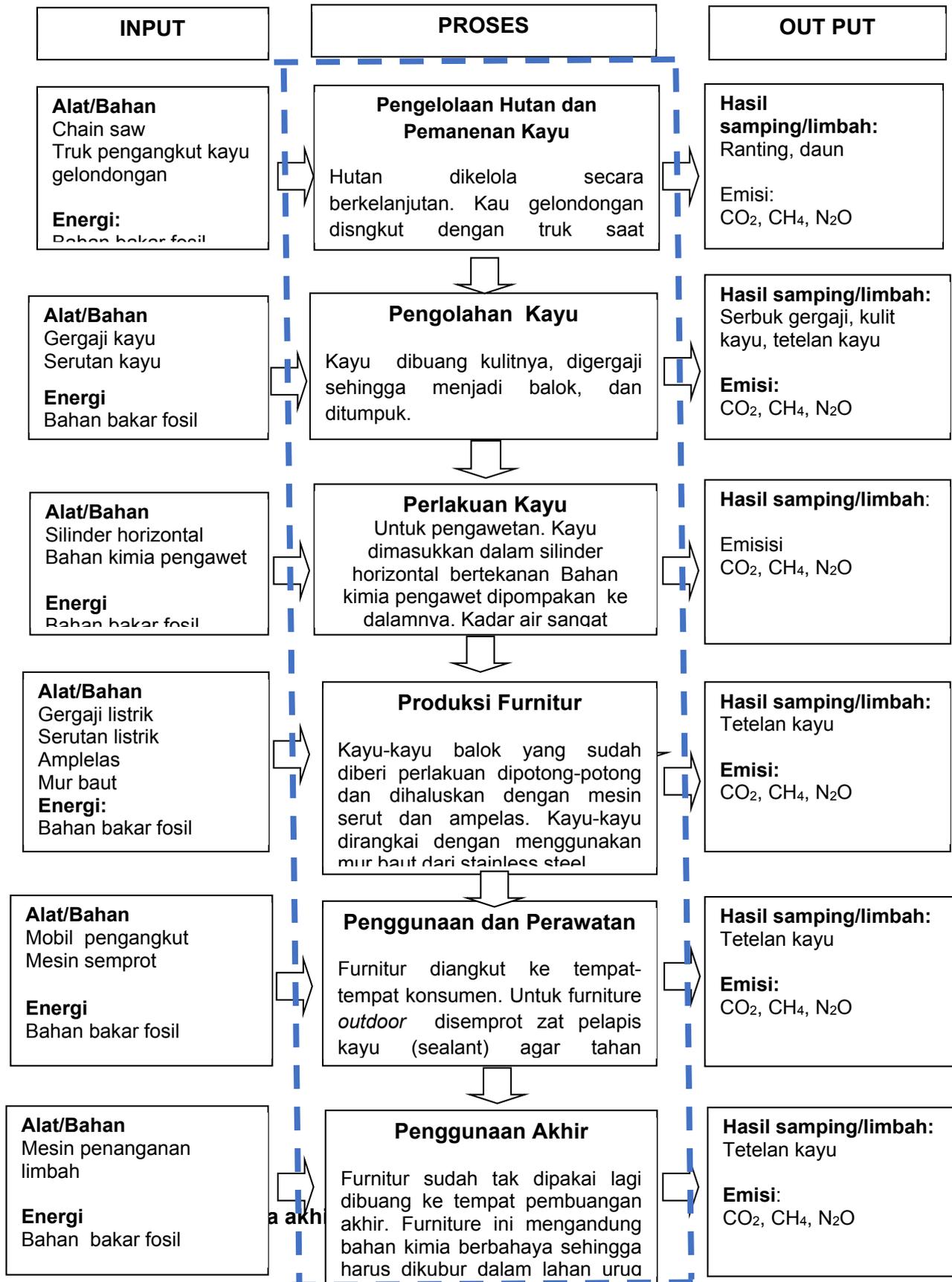
Keterangan:

Pengelolaan hutan dan pemanenan

Pengelolaan hutan dilakukan dengan system berkelanjutan, sehingga emisi yang dihasilkan kayu diserap oleh tanaman (karbon netral). Karena itu dalam LCA, kita focus pada emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar fosil. Emisi tersebut dihasilkan dari kegiatan perawatan hutan penebangan pohon dan pengangkutan kayu gelondongan saat pemanenan.

Produksi furnitur

Dalam produksi furnitur, kayu dirangkai dengan mur baut yang merupakan bahan campuran dari besi, kromium, dan nikel. Bahan bahan tersebut diperoleh dengan cara menambang dan memisahkan dari bijih. Total berat stainless steel yang digunakan sekitar 1 kg per set furniture. Emisi dari produksi mur baut dihitung sebagai bagian dari emisi total. Emisi lainnya berasal dari pembakaran bahan bakar fosil/listrik untuk menjalankan mesin perkakas.



Gambar 12. Analisis Input-Output Dampak Lingkungan Furnitur

Furnitur yang sudah tak terpakai lagi dibuang dan dikubur dalam urug saniter (*landfill*). Di dalam urugan, kayu mengalami dekomposisi anaerobik yang menghasilkan gas metan. Emisi ini dihitung sebagai bagian dari emisi total. Emisi lain yang dihasilkan adalah berasal dari pengangkutan furniture ke *landfill* dan penggunaan peralatan pengelolaan limbah di *landfill*.

b. Menghitung total emisi yang dihasilkan dari daur hidup furnitur secara holistik

Emisi total gas rumah kaca ditunjukkan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Emisi Total Gas Rumah Kaca dari Daur Hidup Furnitur

Fase Daur Hidup	Emisi CO ₂ (kg/set)	Emisi CH ₄ (Kg/set)	Emisi N ₂ O (kg/set)
Produksi kayu	2.24	0.00245	0.0000352
Pengolahan kayu	5.96	0.01100	0.0000134
Perlakuan kayu	6.17	0.01430	0.0000741
Produksi furnitur	5.24	0.00686	0.0000410
Penggunaan dan perawatan	4.25	0.00976	0.0000432
Penggunaan akhir (penanganan limbah)	24.6	1.63000	0.0000733
TOTAL	48.46	1.80307	0.0002802

Dari tabel di atas tampak bahwa emisi total daur hidup satu set furnitur adalah CO₂ 48 6 kg, CH₄ 1,80kg dan N₂O 0.00028 kg. Emisi yang paling tinggi untuk ketiga gas rumah kaca tersebut berasal dari penanganan limbah.

Tahap 3. Analisis Dampak Lingkungan

Setelah semua emisi gas rumah kaca dari setiap fase daur hidup furnitur diinventarisir, selanjutnya dihitung potensi pemanasan globalnya. Potensi pemanasan global suatu gas rumah kaca adalah kemampuan gas tersebut untuk menahan panas dibandingkan dengan gas lain (CO₂) dalam periode 100 tahun. Kemampuan CO₂ sebagai acuan diberi nilai 1, CH₄ memiliki kemampuan 25 kali dibandingkan dengan CO₂ dan

nitrooksida memiliki kemampuan 300 kali dibandingkan dengan CO₂. Hasilnya diperlihatkan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan Kontribusi Pemanasan Global Emisi Gas Rumah Kaca Furnitur Kayu Pinus

Gas	Total Emisi (kg)	Potensi Pemanasan Global	Setara Karbondioksida (kg CO ₂ -eq)
Karbondioksida	48.46	X1	48,46
Metan	1.80307	X25	1.80307
Nitrooksida	0.0002802	X 300	0.8406
		TOTAL	51.1036

Dari Tabel 10 tampak bahwa potensi pemanasan global yang dihasilkan dari furnitur dalam daur hidupnya adalah 51.10 kg CO₂-eq (setara karbondioksida).

Tahap 4. Interpretasi

Dari analisis, dampak lingkungan terpenting yang dihasilkan furnitur tersebut adalah pemanasan global. Potensi pemanasan global paling tinggi dihasilkan dari penanganan limbah furniture. Kebutuhan lahan tidak dikaji karena merupakan bagian dari hutan itu sendiri. Karena hutan dikelola secara berkelanjutan maka air yang digunakan akan tersedia kembali oleh hutan sehingga tidak dikaji dalam analisis ini. Dampak-dampak lain juga kecil sehingga diabaikan. Untuk memperbaiki menggunakan kembali furniture sehingga tidak terlalu cepat dibuang. Perlu teknik penanganan limbah selain land fill yang tidak menghasilkan banyak emisi.

Terakhir: Kesimpulan dan Rekomendasi

Apakah furnitur ini direkomendasikan untuk diproduksi secara massal, misalnya untuk digunakan di sekolah-sekolah? Dampak lingkungannya harus dibandingkan dengan furnitur-furnitur lain, dengan demikian akan ada fakta ilmiah dan logis bahwa furnitur kayu ini yang paling ramah lingkungan. Harus dicari informasi tentang hasil-hasil penilaian/kajian yang telah dilakukan terhadap furnitur lain. Pada tabel di bawah ini

Kegiatan Pembelajaran 1

disajikan hasil kajian terhadap dua jenis furnitur, Ada dua jenis furnitur yang selama ini sudah banyak digunakan yaitu furniture resin dengan bahan baku gas/minyak bumi (Gambar 13a), dan furniture aluminium dengan bahan baku logam aluminium (Gambar 13b). Berdasarkan informasi LCA dari kedua jenis furnitur tersebut menunjukkan bahwa potensi pemanasan global furniture resin adalah 201.17 kg CO₂-eq/set, dan pada furniture aluminium adalah 8 126.66 kg CO₂-eq/set. Maka kesimpulannya adalah potensi pemanasan global furnitur kayu pinus paling ramah lingkungan. Direkomendasikan furnitur kayu pinus ini untuk diproduksi secara massal dan digunakan di sekolah-sekolah, dengan catatan penyediaan bahan bakunya tetap melaksanakan produksi secara berkelanjutan dan dilakukan inovasi penanganan limbah furnitur untuk mengurangi emisi.



a



b

Gambar 13. Perangkat Furnitur :
a.bahan resin, b. bahan aluminium

3. Sertifikasi Ramah Lingkungan (Ekolabel)

Individu manusia, perusahaan, atau negara perlu bekerja sama untuk mengatasi masalah lingkungan baik yang bersifat lokal, regional maupun global. Salah satu upaya yang dilakukan adalah sertifikasi ramah lingkungan yang disebut **ekolabel**.

Ekolabel merupakan *salah satu sarana penyampaian informasi yang akurat, dapat diverifikasi dan tidak menyesatkan kepada konsumen mengenai aspek lingkungan dari suatu produk (barang atau jasa), komponen atau kemasannya.*

Pemberian informasi tersebut pada umumnya bertujuan untuk mendorong permintaan dan penawaran produk ramah lingkungan di pasar yang juga mendorong perbaikan lingkungan secara berkelanjutan.

Ekolabel dapat berupa simbol, label atau pernyataan yang diterakan pada produk atau kemasan produk, atau pada informasi produk, buletin teknis, iklan, publikasi, pemasaran, media internet. Selain itu, informasi yang disampaikan dapat pula lebih lengkap dan mengandung informasi kuantitatif untuk aspek lingkungan tertentu yang terkait dengan produk tersebut. Ekolabel dapat dibuat oleh produsen, importir, distributor, pengusaha, ritel, atau pihak manapun yang mungkin memperoleh manfaat dari hal tersebut.

Tujuan dan manfaat ekolabel adalah untuk mendorong konsumen agar memilih produk-produk yang memberikan dampak lingkungan yang lebih kecil dibandingkan produk lain yang sejenis. Penerapan ekolabel oleh para pelaku usaha dapat mendorong inovasi industri yang berwawasan lingkungan. Selain itu, ekolabel dapat memberikan citra yang positif bagi 'merek' produk maupun perusahaan yang memproduksi dan/atau mengedarkannya di pasar, yang sekaligus menjadi investasi bagi peningkatan daya saing di pasar. Dalam praktiknya, secara garis besar ekolabel terdiri dari tiga tipe yaitu: ekolabel Tipe 1, ekolabel Tipe 2 dan ekolabel Tipe 3.

a) Ekolabel Tipe 1: Diberikan lembaga sertifikasi ekolabel

Jenis ekolabel yang banyak digunakan di dunia sampai saat ini adalah ekolabel tipe 1 yang dilaksanakan oleh pihak ketiga yang independen. Kriteria pemberian ekolabel pada umumnya bersifat multi-kriteria, berdasarkan pertimbangan pada dampak lingkungan yang terjadi sepanjang daur hidup produk. Setelah melalui proses evaluasi oleh badan pelaksana ekolabel tipe 1, maka pemohon diberi lisensi untuk mencantumkan logo ekolabel tertentu pada produk atau kemasan produknya (untuk contoh lihat Gambar 14).



Gambar 14. Logo Ekolabel Tipe 1

b) Ekolabel Tipe 2: Swadeklarasi

Ekolabel Tipe 2 merupakan pernyataan atau klaim lingkungan yang dibuat sendiri oleh produsen/pelaku usaha yang bersangkutan. Ekolabel Tipe 2 dapat berupa simbol, label atau pernyataan yang dicantumkan pada produk atau kemasan produk, atau pada informasi produk, buletin teknis, iklan, publikasi, pemasaran, media internet, dll. Contoh pernyataan atau klaim tersebut adalah “*recyclable*”, “*recycled material*”, “*biodegradable*”, “*CFC-free*”, dan lain-lain (lihat Gambar 15). Keabsahan Ekolabel Tipe 2 sangat dipengaruhi oleh metodologi evaluasi yang jelas, transparan, ilmiah, dan terdokumentasi, serta verifikasi yang memadai.



Gambar 15. Logo Ekolabel Tipe 2

c) Ekolabel Tipe 3

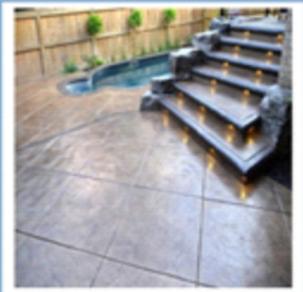
Ekolabel Tipe 3 berbasis pada multi-kriteria seperti pada Ekolabel Tipe 1, namun informasi rinci mengenai nilai pencapaian pada masing-masing item kriteria disajikan secara kuantitatif dalam label. Evaluasi pencapaian pada masing-masing item kriteria tersebut didasarkan pada suatu studi kajian daur hidup produk. (lihat tabel pada Gambar 16).

Pada matriks Gambar 16 terlihat satu contoh logo ecolabel Tipe 3 beton blok yang diproduksi oleh satu perusahaan fiktif di Amerika Serikat, *My Concrete Company*. Data disajikan seperti brosur dengan judul *Environmental Product Declaration* (Deklarasi Lingkungan) Deklarasi itu merupakan pernyataan yang menyangkut hasil penilaian daur hidup. Data terdiri dari dampak operasional (*operasional impact*) dan dampak lingkungan (*environmental impact*). Dampak operasional mencakup kebutuhan energi, bahan bakar, air, dan limbah yang dihasilkan setiap m³ beton; sedangkan dampak lingkungan yang disajikan adalah: total energi primer, perubahan iklim, penipisan lapisan ozon, hujan asam, eutrofikasi, pembentukan ozon fotokimia

Dengan penyajian informasi tersebut, konsumen diharapkan dapat membandingkan kinerja lingkungan oleh berbagai produk berdasarkan informasi pada label dan selanjutnya memilih produk berdasarkan item kriteria yang dirasakan penting oleh masing-masing konsumen.

Environmental Product Declaration





Hasil Life Cycle Impact Assessment (per m3)
 Unit Deklarasi: 1m3 dari 3000 beton

DAMPAK OPERASIONAL (per m3)	<i>Beton Untuk Perumahan</i>
Konsumsi energi operasional pabrik (MJ)	15.8
Konsumsi bbm <i>on site</i> pabrik (MJ)	172.9
Kebutuhan air untuk beton (m3)	1.9E-01
Air pembersih peralatan dan kendaraan (m3)	6.2E-01
Limbah yang dihasilkan <i>on site</i> (m3)	0.68
DAMPAK LINGKUNGAN	
Total energi primer (MJ)	3 136
Perubahan iklim (kg CO2eq)	364
Penipisan lapisan ozon (kg CFC11eq)	1.34E-08
Asidifikasi udara (kg SO2 eq)	2.61
Eutrofikasi udara (kg N eq)	5.55
Pembentukan ozon fotokimia (kg O3 eq)	1.14

Tentang My Concrete Company

Ini adalah deskripsi singkat sejarah perusahaan, marketing dan produk, filosofi dan informasi lainnya tentang perusahaan dan produknya dalam menunjang pembangunan berkelanjutan

My Conceter Cmpany
 XYZA East Street Ancity, States

www.myconcretecompany.com



Gambar 16. Sertifikat Ekolabel Tipe 3

PERTANYAAN:

Perhatikan tabel pada **Gambar 16** di atas kemudian jawablah pertanyaan berikut ini:

1. Berapa volume air yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 m³ beton?
2. Jika ada alternatif produk lain yang sejenis menimbulkan dampak lingkungan berupa pengurangan cadangan energi primer sebesar 4.0 MJ/m³ mana yang lebih ramah lingkungan, produk ini atau produk lain tersebut?
3. Jika perusahaan dalam satu bulan menghasilkan 500 000 m³ beton, berapa besarnya dampak perusahaan terhadap pemanasan global/perubahan iklim dalam satu tahun?

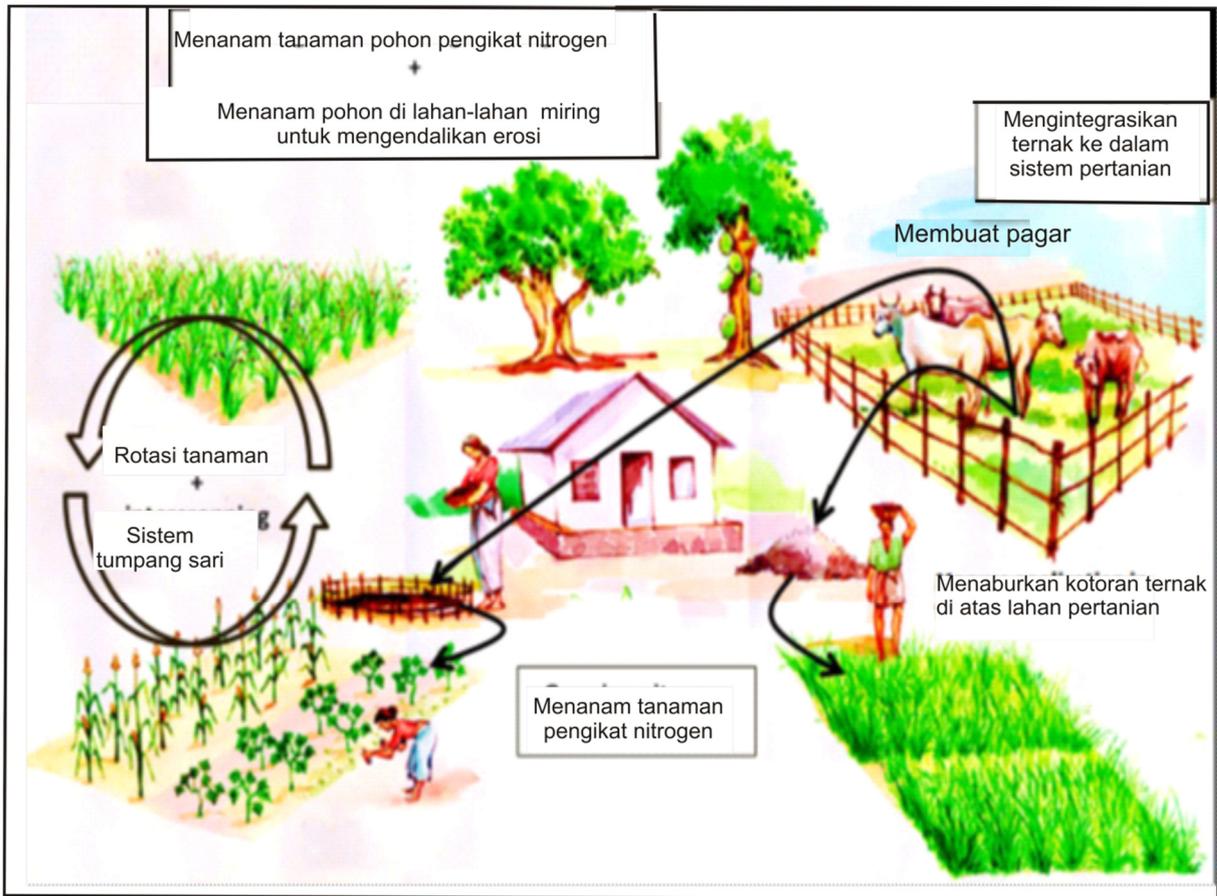
4. Contoh-Contoh Teknologi Ramah Lingkungan

Status keramahan lingkungan suatu teknologi ditetapkan berdasarkan hasil kajian dengan menggunakan penilaian daur hidup. Namun demikian masyarakat umumnya percaya bahwa teknologi-teknologi berikut ramah lingkungan karena dalam operasionalnya tidak menghasilkan emisi yang minimal. Teknologi-teknologi tersebut contohnya adalah: pertanian organik, mobil listrik, sel surya, dan biogas.

a) Pertanian Organik

Sistem pertanian organik adalah sistem manajemen produksi produksi pertanian yang holistik untuk meningkatkan dan mengembangkan kesehatan agro-ekosistem, termasuk keragaman hayati, siklus biologi, dan aktivitas biologi tanah. Pertanian organik menekankan penerapan praktek-praktek manajemen yang lebih mengutamakan penggunaan input dari limbah kegiatan budidaya di lahan, dengan mempertimbangkan daya adaptasi terhadap keadaan/kondisi setempat. Jika memungkinkan hal tersebut dapat dicapai dengan penggunaan budaya, metoda biologi dan mekanik, yang tidak menggunakan bahan kimia/sintesis untuk memenuhi kebutuhan khusus dalam sistem (lihat Gambar 17).

Kegiatan Pembelajaran 1



Gambar 17. Pertanian Organik (Gomez dan Teca,2015).

Pertanian organik adalah teknologi pertanian yang ramah lingkungan karena tidak menggunakan input-input produksi yang menimbulkan degradasi lingkungan seperti pestisida kimia, insektisida kimia, pupuk kimia, herbisida, fungisida kimia, hormon sintesis dan lain-lain. Keramahan lingkungan dari produk pertanian organik juga diindikasikan oleh rendahnya emisi karbon atau *ecological footprint* dibandingkan dengan produk pertanian konvensional (lihat Tabel 11).

Namun sayangnya, pertanian organik, menghasilkan panen yang lebih sedikit daripada pertanian konvensional dalam satuan luas yang sama, hal ini diindikasikan oleh nilai *ecological footprint* yang lebih tinggi (lihat Tabel 11). Oleh karena itu harga produk organik ini lebih tinggi daripada produk konvensional, dan konsumennya pun masih dari kalangan ekonomi kuat. Sebagai upaya untuk mengatasi hal tersebut dewasa ini semakin banyak

upaya untuk menjadikan teknologi pertanian organik lebih modern misalnya dengan pengembangan pupuk hayati dan pestisida hayati. Dengan pemakaian input semacam ini maka hasil panen pertanian organik akan meningkat per satuan luasnya sehingga harganya pun terjangkau..

Tabel 11. Nilai Carbon Footprint (CF) dan Ecological Footprint (EF)
Bahan Pangan Organik dan Konvensional

Nama Bahan	Idikator dan satuannya	Organik	Konvensional
Gandum	CF (ton CO ₂ /ton Bahan)	0.19	0.45
	EF (G hektare/ton bahan)	4.08	1.83
Rye	CF (ton CO ₂ /ton Bahan)	0.65	0.75
	EF (G hektare/ton bahan)	1.15	0.86
Padi	CF (ton CO ₂ /ton Bahan)	4.6	
	CF (G hektare/ton bahan)	3.46	
Kalkun	CF (ton CO ₂ /ton Bahan)	8	11
	EF (G hektare/ton bahan)	4	3
Ayam	CF (ton CO ₂ /ton Bahan)	2	4
	EF (G hektare/ton bahan)	3	2.5
Domba	CF (ton CO ₂ /ton Bahan)	8	19
	EF (G hektare/ton bahan)	4	2
Babi	CF (ton CO ₂ /ton Bahan)	3	4
	EF (G hektare/ton bahan)	4	2
Daging Sapi	CF (ton CO ₂ /ton Bahan)	10	28
	EF (G hektare/ton bahan)	12	6

Sumber: Vintila, I. (2011).

Kegiatan Pembelajaran 1

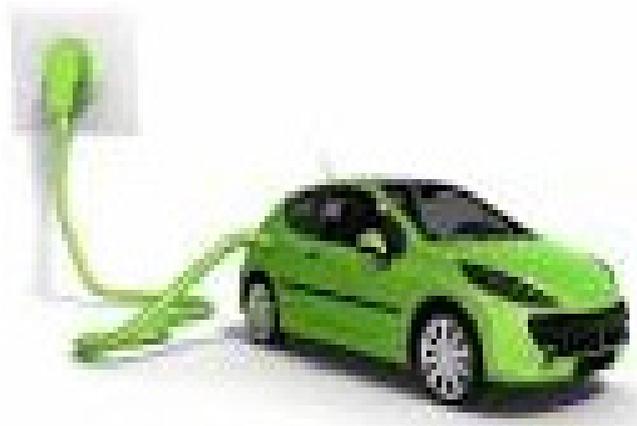
PERTANYAAN:

1. *Apabila di suatu daerah ingin dihasilkan 1000 ton daging ayam secara organik berapa ruang di atas bumi harus tersedia?*
2. *Perhatikan nilai-nilai CF dan EF dari daging/produk peternakan, mengapa produk peternakan organik lebih ramah lingkungan daripada peternakan konvensional? Bagaimana dengan harganya?*
3. *Dalam daur hidup produk pertanian organik dan konvensional darimana emisi karbon berasal berasal?*

b) Mobil Listrik

Pada tahun 2000 para produsen kendaraan menaruh perhatian yang serius untuk mengembangkan mobil listrik. Hal ini disebabkan karena harga minyak yang melambung tinggi pada saat tersebut semakin banyak orang yang sadar akan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh mobil berbahan bakar bensin.

Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik DC, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi. Baterai dicas setiap saat energy baterai habis (Gambar 18).

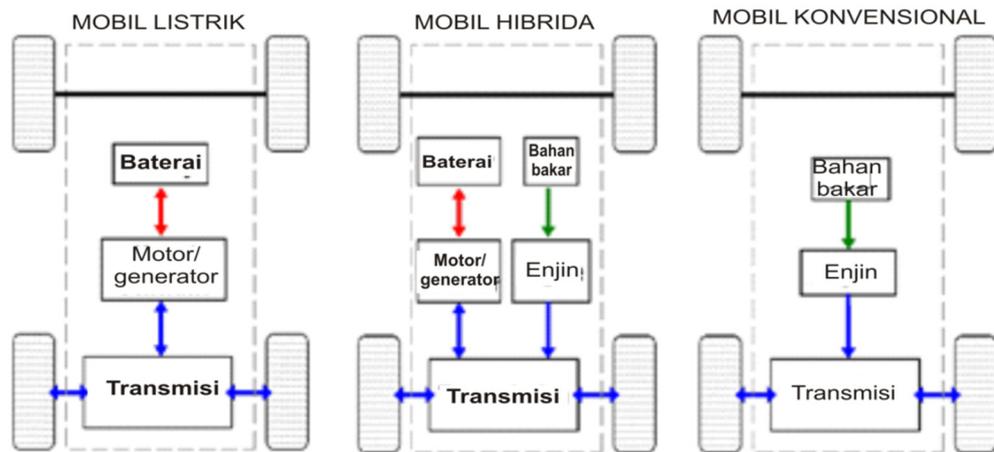


Gambar 18. Mobil Listrik

Mobil listrik memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan mobil konvensional berbahan bakar BBM. Hal yang paling utama adalah mobil listrik tidak menghasilkan polusi udara, selain itu mobil listrik juga mengurangi efek rumah kaca karena tidak membutuhkan bahan bakar fosil sebagai

penggerak utamanya. Karena tak menggunakan BBM, mobil listrik tidak meguras sumberdaya minyak.

Adapula mobil listrik yang dikombinasikan dengan mobil konvensional, mobil ini disebut mobil hibrida (Lihat **Gambar 19**). Mobil ini lebih irit BBM daripada mobil konvensional



Gambar 19. Bagan Bagian-bagian Mobil Listrik, Hibrida, dan Konvensional

Sumber :https://id.wikipedia.org/wiki/Mobil_listrik

Agguire et al (2012) melaporkan hasil pengujian dari tiga jenis mobil yang menempuh 289 800 km seperti pada Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Pemakaian Energi dan Emisi dari Tiga Jenis Mobil

Jenis Mobil	Energi (MJ/km)	Emisi (kg CO ₂ eq/lml)
Mobil listrik	1.75	0.11
Mobil hibrida	1.95	0.14
Mobil konvensional	2.96	0.21

Sumber: Agguire et al (2012)

Dari tabel di atas tampak bahwa konsumsi energi per km dan emisi per km mobil listrik adalah paling rendah disusul oleh mobil hibrida dan mobil konvensional. Hasil LCA juga menunjukkan bahwa dampak lingkungan

dari mobil listrik juga umumnya lebih rendah daripada mobil bensin , mobil disel dan mobil hibrida (Perhatikan **Tabel 13**

Tabel 13. Hasil LCA dari Berbagai Jenis Mobil yang Berjalan Sejauh 1 km

Dampak lingkungan	Satuan	Teknologi Mobil			
		Mobil bensin	Mobil diesel	Mobil hibrida	Mobil listrik
Perubahan iklim	kgCO ₂ -e	0.26	0.22	0.15	0.11
Bahan partikulat	kg PM _{2,5}	11.2E-05	11.1-05	9.72E-05	8.41E-05
Oksidasi foto kimia	kg C ₂ H ₂ -e	11.2E-05	6.81E-05	7.45E-0.5	5.89E-05
Konsumsi energi	MJ	4.36	4.22	2.79	2.56
Depleksi sumber abiotik	kg Sb	4.69E-05	4.94E-05	5.20E-05	4.41E-05
Toksisitas manusia	CTU _k	7.76E-08	8.06E-08	14.7E-08	17.3E-08
Eko tosisitas	CTU _e	6.13	6.36	7.06	5.62
Asidifikasi udara	kgSO ₂	7.42E-04	7.15E-04	6.80E-04	6.83E-04

Sumber :Arup (2015). www.arup.com, <http://apo.org.au/files/Resource/ev-lca-final-report-nov-2015.pdf>

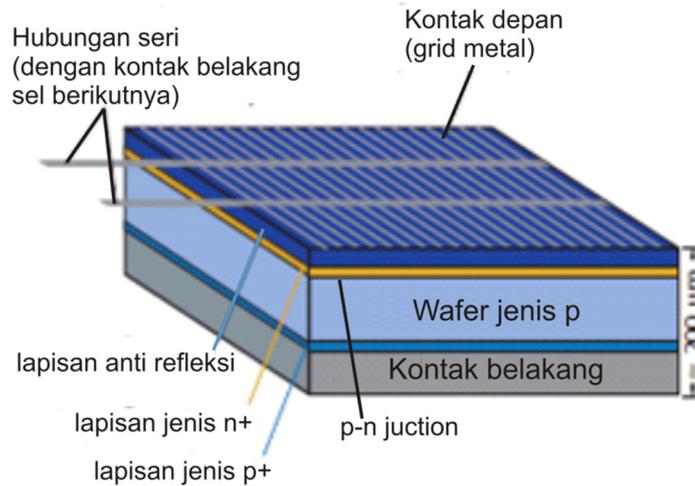
Pertanyaan:

1. *Mobil listrik paling ramah lingkungan dari mobil-mobil lainnya, mengapa mobil jenis ini belum dapat dikembangkan secara komersial dan massal oleh industri seperti mobil konvensional ? Apakah kelemahannya yang utama dan mendasar dari mobil-mobil jenis lain. Apa yang selanjutnya dikembangkan oleh produsen mobil untuk membuat mobil jenis ini bisa diproduksi secara massal.*
2. *Dampak lingkungan (Tabel 13) apa saja pada mobil listrik yang nilainya lebih besar? Apa artinya dan mengapa demikian?*

c) Sel Surya

1) Struktur Sel Surya

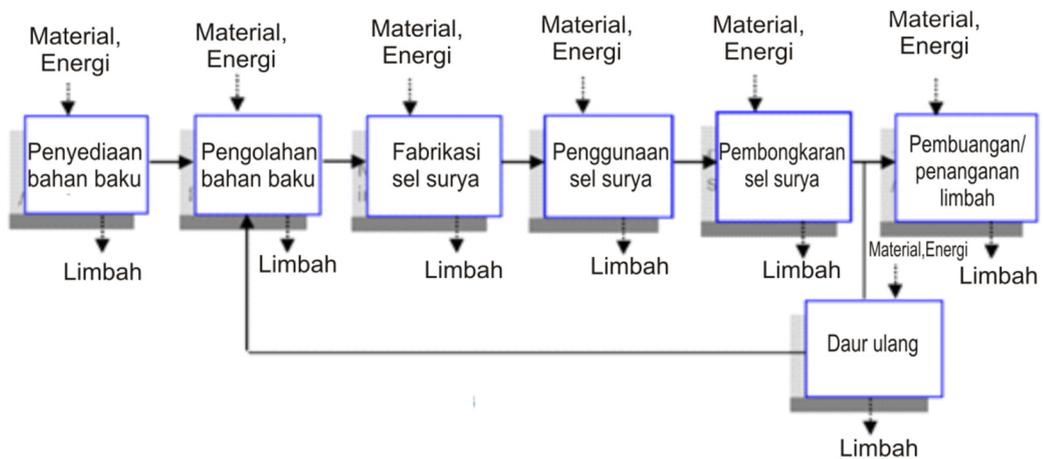
Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan 0.3 mm, yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub (+) dan kutub (-) (lihat Gambar 20). Apabila suatu cahaya jatuh pada permukaannya maka pada kedua kutubnya timbul perbedaan tegangan yang tentunya dapat menyalakan lampu, menggerakkan motor listrik yang berdaya DC. Untuk mendapatkan daya yang lebih besar sel surya harus dihubungkan secara seri atau paralel tergantung sifat penggunaannya.



Gambar 20. Struktur Sel Surya

2) Daur Hidup Sel Surya

Daur hidup solar sel dimulai dari ekstraksi bahan baku dan berakhir dengan pembuangan limbah atau daur ulang solar sel atau penggunaan kembali komponen-komponen yang masih bisa digunakan (Gambar 20). Setiap fase dari daur hidup membutuhkan input material dan energi,



Gambar 21. Daur Hidup Sel Surya

3) Keramahan Lingkungan Sel Surya

Dilihat daur hidupnya penyediaan bahan, fabrikasi, dan produksi sel surya membutuhkan input berupa material dan energi menghasilkan output berupa emisi limbah. Setiap emisi yang dihasilkan tentu memiliki dampak lingkungan. Namun demikian, sel surya merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan dibandingkan dengan pembangkit yang digerakan oleh batubara, lignit, gas alam dan minyak dilihat dari pemanasan global dan pengasaman udara (potensi emisi CO₂, NO_x dan SO₂). Dilihat dari segi emisi karbon, nitrogen dan sulfur, tingkat keramahan lingkungannya kalah oleh pembangkit tenaga nuklir dan PLTA dan biomassa. (Lihat **Tabel 14**).

Tabel 14. Emisi Dihasilkan dari Pembangkitan Energi Listrik dengan Menggunakan Berbagai Teknologi (dalam satuan kg/MWjam).

Sumber Energi	Emisi		
	CO ₂ -eq	NO _x	SO ₂ -eq
Batubara	660-1050	0.3-3.9	0.03-6.7
Lignit	800-1300	0.2-1,7	0.6-7
Gas alam	380-1000	0.2.3.8	0.01-0.32
Minyak	530-900	0/5-1,5	0.85-8
Tenaga nuklir	3-35	0.01-0,04	0.003-0.038
Biomassa	8.5-130	0.08-1.7	0.03-0.94
Biogas	222		
PLTA	8-20	0.004-0.06	0.001-0,03
Sel surya	13-190	0.15-0.40	0.12-0.29
Tenaga angin	3-41	0.02-0.11	0.02-0.09

Sumber: Bodin, A (2013)

Pertanyaan:

- 1. Pembangkitan listrik tenaga surya lebih ramah lingkungan dari pembangkit tenaga uap dengan menggunakan batubara, lignit, gas alam, dan minyak. Namun demikian, mengapa pembangkit listrik sel surya secara komersial lebih lambat pengembangannya ? Apa masalahnya?*
- 2. Bagaimana urutan tingkat keramahan sumber energy pada table di atas, mulai yang paling rama hingga yang kurang ramah?*

d) Biogas

Biogas adalah gas-gas yang dihasilkan dari degradasi anaerobik bahan organik oleh mikroorganisme. Dari degradasi ini dihasilkan gas-gas metana, CH_4 , (lebih 50%), karbondioksida, CO_2 25-45 %, dan beberapa gas lain yang kadungannya sedikit misalnya hidrogen sulfida, H_2S , 0-3 %, nitrogen 0-3 % ; hidrogen, H_2 , 1-5 %, dan oksigen, O_2 0.1-0.5 %. Uap air juga terdapat dalam biogas.

Gas yang menghasilkan energi adalah gas yang bisa terbakar yaitu metana, hidrogen, dan oksigen, sedangkan gas-gas lainnya inert. Oleh karena gas metana merupakan gas utama, maka nilai energi pembakaran ini ditentukan oleh persentase gas metana.

PERTANYAAN:

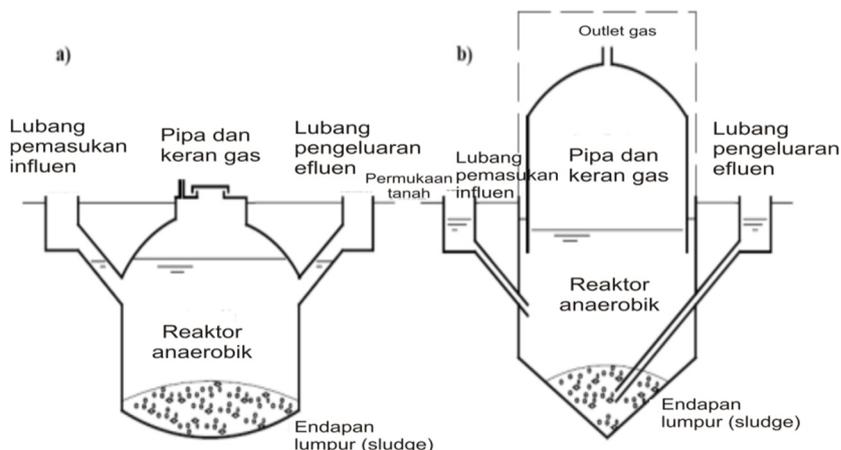
Bagaimana cara meningkatkan nilai energi pembakaran biogas?

Bahan organik yang digunakan adalah berupa limbah seperti sisa hasil pertanian, sampah kota, kotoran ternak, dan kotoran manusia. Bahan-bahan tersebut dimasukkan (disebut influen) dalam reaktor yang disebut **digester**. Ada berbagai tipe digester misalnya tipe Cina dan India (lihat Gambar 21). Bahan mengalami degradasi dalam reaktor, dan yang tak terdegradasi mengendap sebagai lumpur atau *sludge* atau digestat. Lumpur (effluent) dikeluarkan dari lubang pengeluaran efluen dan bisa digunakan sebagai pupuk tanaman. Gas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memasak dan untuk penerangan.

Manfaat yang bisa diperoleh adalah berupa penghematan energi listrik, bahan bakar, dan kesehatan lingkungan.



Kegiatan Pembelajaran 1



Gambar 22. Digester Biogas: a) tipe Cina, b) tipe India

Dampak lingkungan pembangkitan listrik dari biogas yang terbanyak adalah dari penyimpanan digestat di gudang untuk dikeringkan. Amonia yang larut dalam air memiliki potensi eutrofikasi. Gas metan, juga dihasilkan dari digestat, menghasilkan potensi pembentukan oksigen fotokimia. Pembuatan instalasi biogas terutama digester yang terbuat dari besi berlapis krom memiliki potensi dampak toksisitas manusia dan ekotoksitas (lihat Tabel 15).

Nilai ramah lingkungan dari pembangkitan biogas adalah dapat menekan emisi karbon, menekan eutrofikasi, mengendalikan bau, menimbulkan lingkungan yang bersih dan rapi, dan meningkatkan kesehatan lingkungan. Pembangkitan biogas memiliki nilai ekonomi berupa penghematan penggunaan bahan bakar fosil.

Tabel 15. Hasil LCA Biogas untuk Menghasilkan listrik per MWjam

Indikator Dampak	Kuantitas	Satuan	Sumber dampak
Potensi penipisan sumberdaya abiotik (ADP)	18	mg Sb-eq	Digantinya pupuk buatan oleh digestat
Penipisan bahan bakar fosil	20	MJ	Bahan bakar yang digunakan untuk operasional
Asidifikasi (pengasaman)	3.14	kg SO ₂ eq	Emisi ammonia dari digestat selama penyimpanan
Eutrofikasi (nutrifikasi)	672	g PO ₄ eq	Emisi ammonia dari digestat selama penyimpanan



Indikator Dampak	Kuantitas	Satuan	Sumber dampak
Pemanasan global (perubahan iklim)	222	kg CO ₂ eq	Emisi metan dari digestat di gudang Emisi CO ₂
Toksisitas manusia	157	DCBe-eq	Emisi berilium ,cobalt, tembaga, dan vanadium saat fabrikasi instalasi
Ekotoksisitas	4.1	DCB-eq	Emisi krom saat fabrikasi digester anaerobik karena menggunakan ferokromium
Potensi penipisan ozon	0.08	mg C-11	Lepasnya ke udara senyawa halon seperti <i>bromotrifluoromethane</i> pada saat pembakaran biogas.
Potensi pembentukan oksidan fotokimia	74	g C ₂ H ₄ e	Emisi metan dari digestat yang di simpan di gudang

Sumber: Whiting,A. dan Azapagic (2014).

PERTANYAAN

1. Dampak lingkungan apa yang paling besar dari pembangkitan listrik dengan biogas?
2. Bagaimana emisi ammonia dapat menyebabkan eutrofikasi.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Teknologi Ramah Lingkungan terdiri atas tiga bagian, yaitu diskusi materi, aktivitas praktik, dan latihan membuat soal. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Dalam aktivitas diskusi materi ini, Anda diminta secara mandiri untuk mengerjakan tugas membaca dengan teliti dan merangkumnya. Selanjutnya, secara kolaboratif diskusikanlah hasil pekerjaan Anda dengan rekan-rekan lainnya.

LK.J1.01. Diskusi Materi Teknologi Ramah Lingkungan

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu memahami analisis daur hidup produk.

Langkah Kegiatan :

- a. Carilah dalam Google, Life Cycle Assessment atau Life Cycle Assessment for Kids. Tontonlah salah satu atau lebih video LCA, perhatikan dengan seksama..
- b. Diskusikan secara berkelompok terminology berikut: pengertian LCA, tujuan dan manfaat LCA, prosedur LCA
- c. Selanjutnya setiap kelompok mencari informasi di Google tentang *Life Cycle Assessment* atau penilaian daur hidup, *Environmental Product Declaration*, atau *Ecolabel Type I* salah satu produk. .
- d. Gambar kembali daur hidup dari produk tersebut, jika tidak ada buat sendiri gambar daur hidupnya.
- e. Tulislah pada setiap fase daur hidup bahan dan energi yang digunakan dan emisi yang dihasilkan
- f. Lakukan inventarisasi; hitung emisi yang dihasilkan. Tuliskan di tabel.
- g. Diskusikan dampak lingkungan produk dan pencegahannya.
- h. Presentasikan hasil diskusi Anda di depan kelas.

2. Aktivitas Praktik

Berikut ini merupakan lembar kegiatan praktikum menganalisis produk ramah lingkungan.

Aktivitas pembelajaran ini bermaksud untuk menganalisis dampak lingkungan pabrik tahu dengan Penilaian Daur Hidup atau *Life Cycle Assessment* (LCA). Anda akan membandingkan hasil penilaian tersebut dengan data analisis dampak lingkungan pabrik tahu di daerah lain, misalnya tahu Belanda yang data *carbon footprint*-nya sudah ada. Berdasarkan perbandingan tersebut dapat diketahui apakah tahu yang dihasilkan dari pabrik yang Anda analisis lebih ramah lingkungan atau tidak.

Untuk dapat melakukan penilaian/analisis tersebut, Anda membutuhkan data. Data primer dapat Anda peroleh dengan melakukan observasi pada pabrik tahu lokal yang ada di lingkungan Anda. Anda juga dapat menggunakan data sekunder dari berbagai literatur dan hasil penelitian orang lain. Berikut ini beberapa data yang dapat dijadikan rujukan.

Data Daur Hidup Kacang Kedelai dan Emisi dari Sumber Energi	
<i>Carbon footprint</i> kedelai	: 620 g CO ₂ /kg
<i>Water footprint</i> kedelai	: 250 L/kg
<i>Carbon footprint</i> minyak kedelai	: 2,96 kg CO ₂ /kg,
<i>Carbon footprint</i> daging ayam	: 3 kg CO ₂ /kg,
<i>Carbon footprint</i> daging sapi	: 15 kg CO ₂ /kg,
<i>Carbon footprint</i> tahu Belanda	: 2 kg CO ₂ /kg,
Emisi karbon beberapa sumber energi sebagai berikut:	
Sumber energi	Emisi
Solar	22,37 kg CO ₂ e/L
Bensin	19,54 kg CO ₂ e/L
Kayu bakar	112.000 kg CO ₂ e/TJ
Listrik	281 ton CO ₂ e/GWh
Catatan:	
1 TJ = 1 Terra Joule = 10 ¹² J, 1 GWh= Giga Watt Jam= 10 ⁹ Wh	

Anda dapat menggunakan LK J1.02 berikut sebagai panduan dalam melaksanakan aktivitas ini.

LK J1.02. Tahu Mana Yang Lebih Ramah Lingkungan?

A. Tujuan Kegiatan

- Melakukan analisis daur hidup (LCA) tahu lokal dari data yang tersedia.
- Membandingkan tingkat keramahan lingkungan tahu lokal dibandingkan dengan tahu Belanda, dan bahan lainnya seperti daging ayam dan daging sapi, berdasarkan data *carbon footprint* dan *water footprint* yang tersedia.

B. Alat dan Bahan

1. Data tentang *input-output* dan proses produksi tahu
2. Data tentang kuantitas bahan bakar yang digunakan
3. Data tentang emisi karbon dari bahan bakar yang digunakan
4. Data tentang input produksi tahu digunakan.
5. Data tentang *carbon footprint* tahu Belanda, daging ayam dan daging sapi.

C. Langkah Kerja.

Ikutilah langkah–langkah LCA berikut:

I. Penentuan Tujuan dan Pelingkupan

Tujuan

Siapkanlah data-data yang diperlukan untuk diolah/dianalisis

Tetapkan tujuan LCA

- a. Tujuan LCA ini adalah: "*untuk mengetahui dampak lingkungan pabrik tahu di Desa*"

Membandingkan hasil LCA produk tahu beberapa pabrik

Pembatasan/Pelingkupan

Dampak lingkungan yang akan dinilai berasal dari daur hidup yang meliputi cocok tanam dan pemanenan, pasca panen/pencucian, pengolahan, pengemasan

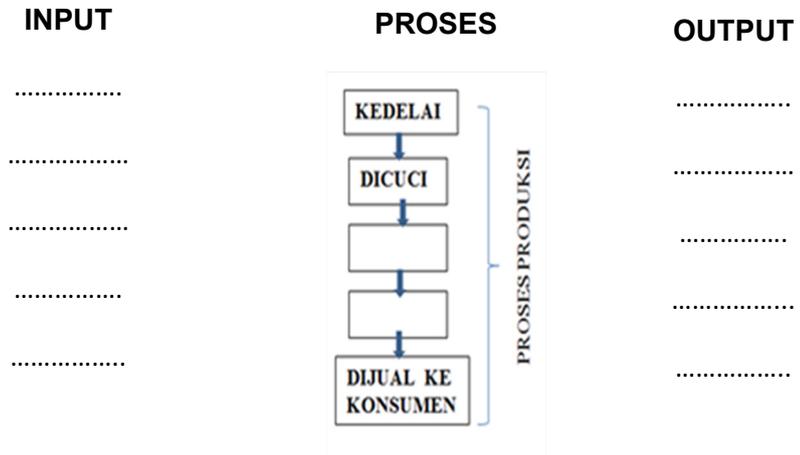
Unit fungsional yang akan digunakan adalah :

- Kg emisi CO₂/ kg tahu mentah
- Liter air yang dibutuhkan/kg tahu mentah



II. Inventarisasi Dampak

- a. Buatlah bagan daur hidup tahu seperti Gambar berikut. Lakukan inventarisasi input-proses-output pada setiap fase daur hidup.



Gambar 23. Daur hidup produk tahu

- b. Catatlah total kuantitas input-output pada Tabel 16 seperti berikut

Tabel 16. Analisis Input Output Dampak Lingkungan Produk Tahu

INPUT	PROSES	OUTPUT
Bahan: Kedelai ... kg	PROSES PRODUKSI	Produk: Tahu ... kg
Air ... L		Emisi: Limbah ... L
Energi: Kayu bakar ... kg		CO ₂ ... kg
Solar ... L		Hasil samping: Bungkil ... kg
Tenaga kerja ... orang		

- c. Hitunglah total emisi CO₂ dalam proses produksi dan seluruh fase daur hidup tahu.
- c. Hitung total penggunaan air dalam dalam proses produksi dan seluruh fase daur hidu tahu.





III. Penilaian Dampak

- a. Hitung *carbon footprint* per kg tahu dan hitung potensi pemanasan global dalam kg CO₂ eq/kg tahu.
- b. Hitung *water footprint* per kg tahu
- c. Apakah limbah tahu memiliki dampak lingkungan? Bagaimana menilainya?
- d. Bandingkan *carbon footprint* dan *water footprint* tahu dari pabrik yang anda amati dengan tahu-tahu dari tempat lain, misalnya tahu Belanda. Apakah tahu dari pabrik yang anda amati lebih ramah lingkungan?
- e. Bandingkan *carbon footprint* daging ayam dan daging sapi dengan tahu dari pabrik yang kamu amati. Mana yang lebih ramah lingkungan?

IV. Interpretasi

- a. Deskripsikan dampak CO₂ yang dihasilkan terhadap pemanasan global
- b. Deskripsikan dampak pemakaian air terhadap keersediaan sumber daya air.
- c. Deskripsikan dampak limbah tahu terhadap lingkungan perairan
- d. Dari penilaian (langkah IV), apa dampak terpenting dari produk tahu berdasarkan daur hidupnya sehingga pentin Anda perhatikan?. Dapatkah Anda tunjukkan pada fase mana dalam daur hidup yang memberikan sumbangan dampak lingkungan terbesar?
- e. Untuk memperbaiki dampak lingkungan dari produk tahu apa saran Anda terhadap kegiatan-kegiatan pada setiap fase daur hidup tahu?
- f. Adakah dampak-dampak lingkungan lain yang Anda kesampingkan dalam analisis, mengapa demikian?

V. Kesimpulan dan Rekomendasi

Kesimpulan:.....
.....
Rekomendasi:.....
.....



3. Penyusunan Soal Berbasis Kelas

Lembar Kerja: LK.J1.03. Menyusun Soal Berbasis Kelas Materi Teknologi Ramah Lingkungan.

Tujuan : Mengembangkan Soal berbasis Kelas materi Teknologi Ramah Lingkungan

Langkah Kegiatan :

Buatlah secara mandiri tiga soal pilihan ganda (PG) dan tiga soal Uraian pada topik Teknologi Ramah Lingkungan, Elektrostatika, Rangkaian Listrik dan Magnet dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

E. Latihan / Kasus /Tugas

Petunjuk: Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Yang termasuk ke dalam teknologi adalah, **kecuali**
 - A. Sistem pembuatan mobil
 - B. Mobil
 - C. Metoda pembuatan mobil
 - D. Lukisan mobil dengan cat air pada media kanvas-

2. Berikut ini adalah pernyataan tentang kriteria teknologi ramah lingkungan
 1. Banyak dipakai oleh orang
 2. Mendaur ulang lebih banyak produk dan limbahnya
 3. Menggunakan sumberdaya secara berkelanjutan
 4. Mengurangi daya polutannya
 5. Tidak menggunakan bahan bakar fosilPernyataan yang benar adalah nomor
 - A. 1, 2 dan 3
 - B. 2, 3 dan 4
 - C. 3, 4, dan 5
 - D. 4 dan 5

3. Penggunaan teknologi memiliki aspek lingkungan sebagai berikut
 - A. Membuang limbah ke sungai
 - B. Terjadinya polusi air sungai
 - C. Meningkatnya daya racun (ekotoksisitas) air sungai
 - D. Kandungan logam berat di atas standar

4. Teknologi apapun yang digunakan untuk memproduksi produk pasti menghasilkan emisi pada setiap mata rantai daur hidup produk tersebut. Dalam daur hidup tepung gandum emisi nitrogen yang paling banyak dihasilkan akan terjadi pada fase/kegiatan
 - A. Penanaman
 - B. Pengangkutan
 - C. Penjualan
 - D. Pembuangan sampah

5. Analisis daur hidup digunakan untuk melakukan kajian apakah suatu produk/teknologi ramah lingkungan atau tidak. Lampu merkuri dikatakan ramah lingkungan apabila dilakukan sebagai berikut, **kecuali**
- Telah dilakukan LCA
 - Hasil LCA-nya dibandingkan dengan hasil LCA lampu pijar
 - Hasil LCA-nya dibandingkan dengan hasil LCA lampu minyak
 - Hasil LCA-nya dibandingkan dengan hasil LCA lilin

6. Perhatikan pernyataan-pernyataan tentang daur hidup lampu merkuri berikut ini:

- Pada setiap fase daur hidupnya menghasilkan emisi merkuri
- Dalam fase penggunaannya tidak ada emisi merkuri yang dilepaskan ke lingkungan
- Bola lampu merkuri tidak berisi merkuri sehingga tidak melepaskan emisi ke dalam ruangan
- Emisi merkuri yang dilepaskan ke lingkungan dalam daur hidup lampu merkuri dinyatakan dalam satuan miligram per tahun

Pernyataan di atas yang benar adalah

- 1 dan 2
 - 2 dan 3
 - 3 dan 4
 - 1 dan 4
7. Perhatikan pernyataan berikut:

“Lampu merkuri lebih ramah lingkungan dari lampu pijar karena menghasilkan emisi merkuri yang lebih rendah dari lampu pijar. Merkuri sangat mengganggu kesehatan manusia karena dapat merusak saraf. Bentuk merkuri yang paling berbahaya adalah merkuri organik yang berada pada rantai makanan di air” Bahaya bisa semakin meningkat karena merkuri bisa mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam rantai makanan tersebut”.

Pernyataan di atas merupakan teks laporan LCA yang terdapat pada bagian langkah

- Tujuan dan ruang lingkup LCA
- Inventarisasi dampak

Kegiatan Pembelajaran 1

- C. Analisis dampak
- D. Interpretasi

8. Pada kemasan suatu produk terdapat logo sebagai berikut:



1



2



3



4

Logo yang diberikan sendiri oleh produsen barang tersebut adalah nomor

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

9. Dalam suatu produk dipasang label seperti berikut ini



1. Logo tersebut dipasang sebagai klaim produsennya bahwa barang tersebut ramah lingkungan
2. Barang tersebut dalam produksi dan penggunaannya tidak menghasilkan emisi gas perusak lapisan ozon atmosfer
3. Logo tersebut diberikan berdasarkan analisis daur hidup barang tersebut
4. Logo tersebut diberikan oleh lembaga sertifikasi ekolabel yang independen
5. Dengan adanya label/logo tersebut diharapkan konsumen yakin barang tersebut ramah lingkungan.

Pernyataan yang benar adalah nomor

- A. 1, 2, dan 3
- B. 2, 4, dan 5
- C. 1, 2, dan 5
- D. 3, 4, dan 5

10. Suatu produk/teknologi mendapatkan sertifikat dengan logo sebagai berikut ini



Perhatikan pernyataan berikut:

1. Produk tersebut mendapatkan sertifikasi ecolabel tipe 3
2. Pada sertifikat tertera dampak-dampak lingkungan dan nilainya
3. Sertifikasi diberikan berdasarkan hasil LCA.
4. Sertifikasi diberikan oleh lembaga sertifikasi yang independen

Pertanyaan yang benar adalah

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

11. Pertanian organik merupakan teknologi ramah lingkungan dilihat dari ciri-ciri berikut:

1. Mengembangkan keanekaragaman hayati secara keseluruhan dalam sistem
2. Produknya lebih sehat/aman dikonsumsi oleh konsumen
3. Menghasilkan panen yang lebih banyak
4. Tidak menghasilkan emisi pertanian
5. Memerlukan lahan yang lebih sempit

Yang menjadi ciri-ciri pertanian organik adalah

- A. 1, 2, dan 3
- B. 2, 3, dan 4



Kegiatan Pembelajaran 1

- C. 3, 4, dan 5
- D. 2, 4, dan 5

12. Data penggunaan energi dan emisi karbon dioksida per km yang dihasilkan oleh tiga jenis mobil menurut hasil pengujian adalah sebagai berikut

Jenis Mobil	Energi (MJ/km)	Emisi (kg CO ₂ eq/km)
Mobil listrik	1.75	0.11
Mobil hibrida	1.95	0.14
Mobil konvensional	2.96	0.21

Perhatikan pernyataan berikut ini.

1. Mobil listrik memerlukan bahan bakar dan emisi karbon yang lebih sedikit
2. Mobil listrik lebih ramah lingkungan dari jenis mobil lainnya
3. Mobil listrik lebih banyak dibeli oleh kosumen
4. Ada hubungan berbanding lurus antara enegi yang digunakan dengan emisi karbon yang dihasilkan

Pernyataan yang benar adalah sebagai berikut

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

13. Perhatikan pernyataan tentang dampak lingkungan dari penerapan teknologi biogas berikut.

1. Eutrofikasi berasal dari lumpur digester yang dikeringkan
2. Potensi penipisan bahan bakar fosil dari terjadi karena penggunaan instalasi biogas
3. Potensi penipisan ozon terjadi karena CFC digunakan dalam pembuatan tangki digester
4. Potensi pemanasan global dihasilkan dari lumpur digester yang dikeringkan

Pernyataan yang benar adalah

- A. 1, 2, dan 3
- B. 1, 3, dan 4

- C. 2, 3, dan 4
- D. 1 dan 4

14. Manakah bagian daur hidup sel surya yang tidak menghasilkan emisi karbon

....

- A. Pengediaan bahan baku
- B. Pengolahan bahan baku
- C. Fabrikasi sel surya
- D. Penggunaan sel surya

15. Diketahui bahwa *carbon footprint* daging sapi yang dihasilkan oleh teknologi pemeliharaan konvensional adalah 15 kg CO₂-e/kg. Berikut ini pernyataan tentang nilai tersebut:

1. Satu ton daging sapi menghasilkan emisi karbon 15 ton CO₂-eg
2. Nilai tersebut memperhitungkan juga emisi yang dihasilkan gas metan
3. Emisi tersebut sebagian terbesar dihasilkan dari penggunaan bahan bakar minyak
4. Tubuh sapi tidak menghasilkan emisi karbon
5. Emisi dari peternakan sapi memiliki potensi perubahan iklim

Pernyataan yang benar adalah nomor....

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 3
- C. 2 dan 4
- D. 1, 2, dan 5

F. Rangkuman

Teknologi ramah lingkungan memiliki tingkat minimal dalam menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan hidup berdasarkan hasil kajian. Dampak lingkungan dari penggunaan teknologi diantaranya adalah pemanasan global, penipisan sumberdaya abiotik, eutofikasi, ekotositas manusia, penipisan lapisan ozon, pembentukan ozon fotokimia.

Suatu produk/teknologi mendapatkan justifikasi ramah lingkungan atau tidak berdasarkan hasil penilaian/kajian dengan metode Penilaian Daur Hidup atau *Life Cycle Assessment (LCA)*. LCA merupakan metode penilaian dampak penggunaan teknologi (produk) dengan memperhatikan keseluruhan daur hidup mulai dari awal proses produksi, bahan mentah, sampai pada produk menjadi sampah (akhir masa hidup produk). Langkah-langkah LCA. Tahap-tahap dari LCA adalah penetapan tujuan dan ruang lingkup, inventarisasi dampak, penilaian dampak, interpretasi dan diakhiri dengan kesimpulan dan rekomendasi. Suatu produk/teknologi dinyatakan ramah lingkungan jika dampak lingkungannya dibandingkan dengan produk/teknologi sejenis paling kecil.

Sertifikasi ramah lingkungan atau pelabelan ramah lingkungan (ekolabel) dilakukan untuk meyakinkan kepada konsumen bahwa produk yang akan digunakannya ramah lingkungan. Ekolabel merupakan sarana penyampaian informasi yang akurat, *verifiable*, dan tidak menyesatkan kepada konsumen mengenai aspek lingkungan dari suatu produk (barang atau jasa), komponen atau kemasannya. Ekolabel bertujuan untuk mendorong permintaan dan penawaran produk ramah lingkungan di pasar yang juga mendorong perbaikan lingkungan secara berkelanjutan.

Ada beberapa teknologi yang dipercaya ramah lingkungan seperti pertanian organik, mobil listrik, sel surya, biogas namun jika diperhatikan dampak lingkungannya ternyata tidak lebih ramah dari teknologi lainnya. Teknologi ramah lingkungan juga tidak selalu banyak digunakan oleh konsumen karena memiliki banyak kelemahan diantaranya harganya mahal dan pemakaiannya sulit.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 75%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 75%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.



Kegiatan Pembelajaran 1

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

1. D
2. B
3. A.
4. A
5. A
6. D
7. D
8. D
9. C
10. D
11. A
12. C
13. D
14. D
15. D



Kegiatan Pembelajaran 2

Listrik Statis

Konsep listrik merupakan salah satu konsep yang dipelajari di mata pelajaran IPA SMP. Listrik ini mempunyai peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Keberadaan listrik sangat dekat, mulai dari kehidupan rumah tangga, sampai ke sektor industri besar. Oleh karena itu, pemahaman konsep listrik oleh guru IPA sangat penting agar dapat membelajarkannya dengan tepat kepada siswa.

Modul ini dibuat dalam rangka meningkatkan pemahaman konsep listrik guru IPA SMP. Di dalam modul ini dijelaskan konsep muatan listrik dan struktur atom, muatan dan arus listrik, proses pemuatan muatan, Hukum Coulomb, medan listrik, dan potensial serta beda potensial listrik. Konsep-konsep yang disajikan berupa konsep-konsep esensial. Selain itu, modul ini dilengkapi berbagai kegiatan agar guru lebih memahami konsep yang disajikan. Materi dibuat aplikatif untuk guru sehingga dapat diterapkan dalam pembelajaran di sekolah.

Jika guru mempelajari materi ini dengan sungguh-sungguh, 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 maka kompetensi guru diharapkan akan meningkat.

A. Tujuan

Setelah mengikuti pembelajaran ini peserta diharapkan dengan mandiri dapat memahami konsep-konsep listrik statis; dan gejalanya dalam kehidupan sehari-hari.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui diklat ini adalah:

1. mendeskripsikan sifat-sifat muatan listrik
2. menjelaskan hukum Coulomb,
3. menjelaskan medan listrik,
4. menjelaskan beda potensial listrik.
5. mendeskripsikan gejala kelistrikan dalam kehidupan sehari-hari

C. Uraian Materi

Gaya elektromagnet di antara partikel bermuatan adalah salahsatu gaya yang mendasar yang ada di alam. Bahasan berikut dimulai dari bagaimana karakteristik muatan listrik. Kemudian dilanjutkan dengan bahasan Hukum Coulomb yang menunjukkan adanya gaya listrik antara partikel-partikel bermuatan. Beberapa fenomena dan percobaan telah menunjukkan adanya muatan-muatan listrik dan gaya listrik. Misalnya, ketika sebuah sisir yang telah digosokkan pada rambut kering, dapat menarik potongan-potongan kertas. Hal serupa terjadi pada balon yang digosok-gosokkan pada kain wol.

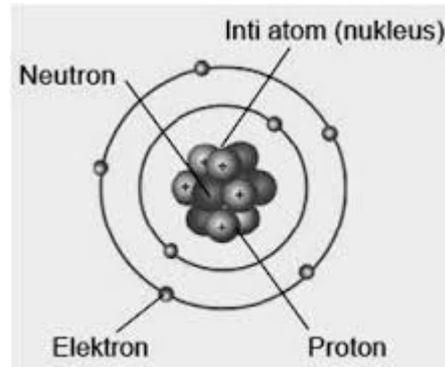


Gambar 24. Contoh fenomena yang menunjukkan adanya gejala kelistrikan

Apakah yang menyebabkan kejadian-kejadian di atas? Mari kita bahas bersama-sama tentang gejala kelistrikan yang ada di sekitar kita. Dengan mengetahui fenomena-fenomena tersebut diharapkan kita dapat mengambil pelajaran dan bersyukur atas karunia Tuhan Yang Maha Esa.

1. Muatan Listrik

Pembawa sifat dasar kelistrikan adalah atom. Penyusun atom terdiri dari tiga partikel yaitu elektron, proton, dan neutron.

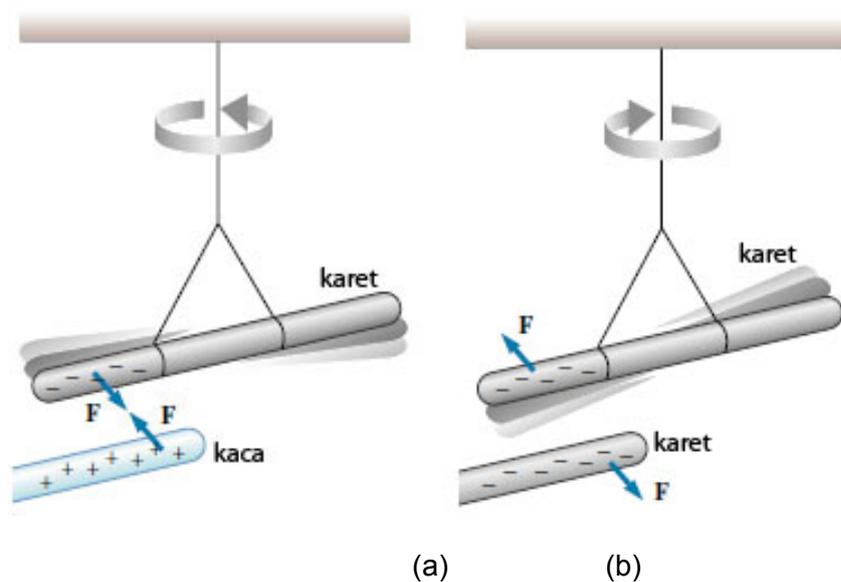


Gambar 25. Struktur atom

Antara nukleus (inti atom) dengan kulit atom terdapat ruang kosong. Nukleus berisi proton dan neutron. Sedangkan kulit atom tersusun dari elektron. Ukuran atom berbeda-beda, bergantung pada kuat atau lemahnya gaya tarik yang terjadi antara kulit atom dengan intinya. Muatan positif yang kuat akan menarik elektron lebih kuat sehingga ukuran atom akan lebih kecil.

Partikel-partikel penyusun atom (elektron, proton, dan neutron) memiliki muatan dan massa. Elektron memiliki muatan $-1,6 \times 10^{-19}$ C dan massa $9,1 \times 10^{-31}$ kg. Proton bermuatan $+1,6 \times 10^{-19}$ C dan bermassa $1,673 \times 10^{-27}$ kg. Sedangkan neutron tidak bermuatan tetapi bermassa sebesar $1,675 \times 10^{-27}$ kg.

Dari beberapa eksperimen telah ditemukan bahwa terdapat dua jenis muatan listrik, yang diberi nama oleh Benjamin Franklin (1706-1790) sebagai **muatan positif** dan **muatan negatif**. Untuk membuktikan hal tersebut, perhatikan percobaan yang dilakukan Franklin berikut. Sebuah batang karet yang telah digosok dengan kain dari bulu binatang didekatkan dengan batang kaca yang telah digosok dengan kain sutera.



Gambar 26. Percobaan Benjamin Franklin

Pada Gambar 2.3a, setelah batang karet dan batang kaca didekatkan satu sama lain, batang kaca dan batang karet saling mendekat. Pada Gambar 2.3b, batang karet yang sejenis didekatkan, ternyata keduanya saling menjauh. Hal ini menunjukkan bahwa batang kaca dan batang karet memiliki kelistrikan yang berbeda. Muatan listrik pada batang karet dan batang kaca berbeda jenis. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa **muatan yang sejenis akan tolak-menolak dan muatan yang tidak sejenis akan tarik-menarik.**

Berdasarkan percobaan yang dilakukan Franklin, disepakati bahwa batang kaca tersebut bermuatan positif, sementara itu batang karet bermuatan negatif. Sehingga setiap benda bermuatan yang ditarik oleh batang karet atau ditolak oleh batang kaca maka benda tersebut bermuatan positif. Sebaliknya, setiap benda yang ditolak oleh batang karet atau ditarik oleh batang kaca, maka benda tersebut bermuatan negatif.

Hal penting lainnya dari hasil eksperimen Franklin bahwa **muatan listrik selalu kekal.** Ketika benda yang sama digosok-gosok satu sama lain, muatan listrik tidak dihasilkan. Namun, ketika digosokkan pada benda yang lain, muatan listrik dihasilkan. Kelistrikan dihasilkan jika terdapat

transfer muatan atau perpindahan muatan dari satu benda ke benda lainnya. Ketika sebuah benda berperilaku seperti pada fenomena di atas (Gambar 2.1), dikatakan bahwa benda tersebut telah diberi listrik atau menjadi bermuatan listrik.

Ketika suatu benda memperoleh tambahan muatan negatif dari benda lain, muatan negatif tersebut jumlahnya sama dengan jumlah muatan positif benda yang ditinggalkan muatan negatif tersebut. Misalnya ketika sebuah batang kaca digosokkan dengan kain sutera, kain sutera memperoleh muatan negatif yang jumlahnya sama dengan muatan positif pada batang kaca. Menurut struktur atom yang telah dibahas sebelumnya, kita tahu bahwa elektron yang bermuatan negatif berpindah dari kaca ke kain sutera ketika terjadi penggosokan. Sama halnya ketika karet digosokkan pada kain bulu binatang, elektron berpindah dari kain bulu binatang ke karet, sehingga karet menjadi bermuatan negatif dan kain bulu binatang bermuatan positif. Proses ini selaras dengan fakta bahwa benda yang tidak bermuatan atau benda netral mengandung jumlah muatan positif (proton di dalam inti atom) yang sama dengan muatan negatifnya (elektron).

Pada tahun 1909, Robert Millikan menemukan bahwa muatan listrik selalu muncul sebagai kelipatan jumlah dasar elektron e . Dalam istilah fisika modern, muatan q terkuantisasi. Dimana q adalah simbol untuk muatan. Jadi, muatan listrik muncul dalam bentuk paket-paket. Biasanya dituliskan dengan:

$$Q = Ne, \text{ Dimana } N \text{ adalah bilangan bulat.}$$

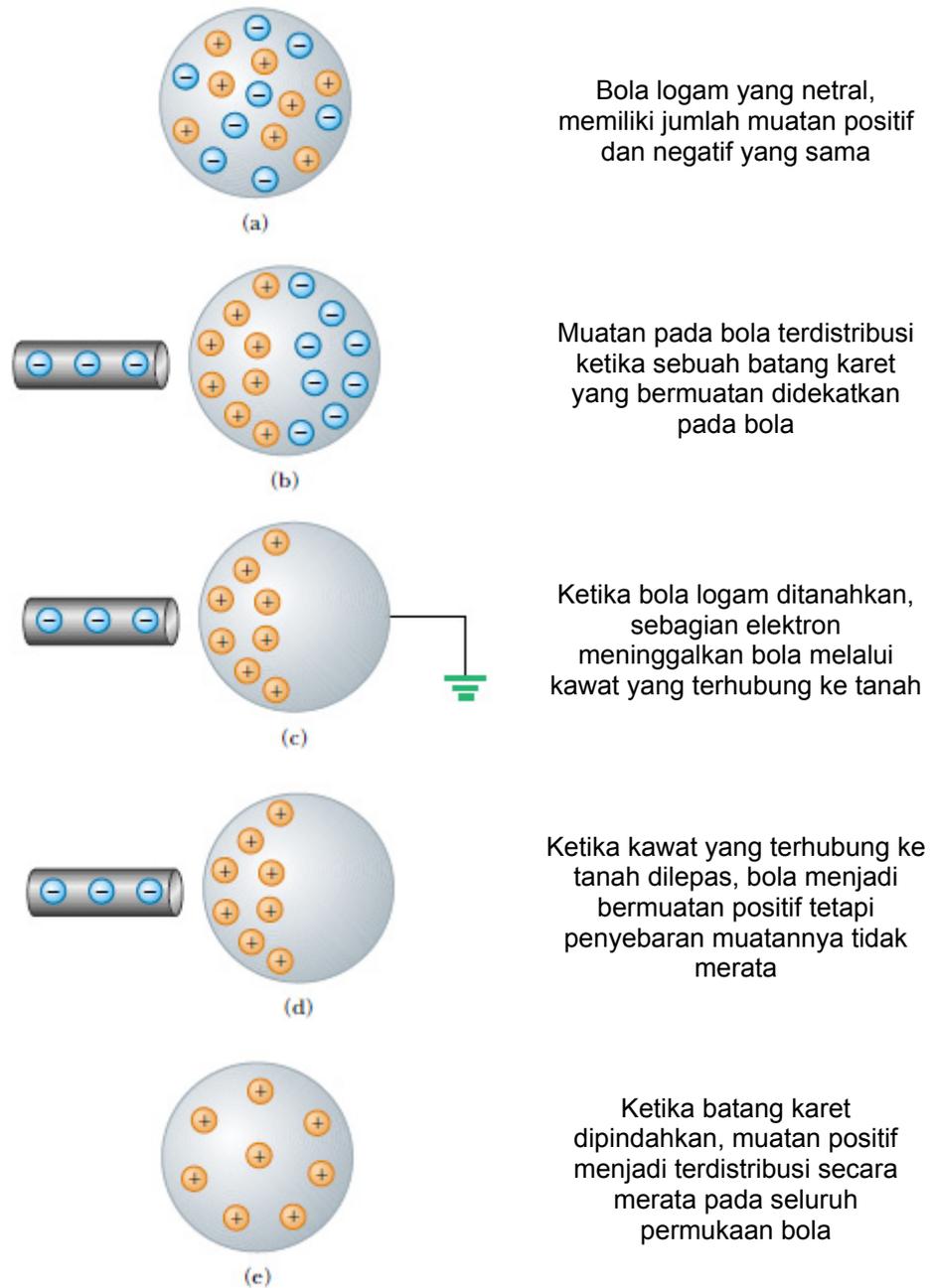
Gaya tarik listrik banyak dimanfaatkan pada berbagai produk komersil. Misalnya plastik yang digunakan pada lensa kontak yang disebut *etafilcon*. *Etafilcon* terbuat dari molekul yang dapat menarik listrik pada molekul protein di dalam air mata manusia. Banyak kosmetik yang memanfaatkan sifat-sifat kelistrikan ini. Seringkali kosmetik diberi bahan-bahan kimia yang secara kelistrikan dapat menarik atau menempel pada kulit atau rambut.

2. Cara Memperoleh Muatan Listrik

Sebelum membahas bagaimana cara memperoleh muatan listrik suatu benda, maka perlu kita memahami dulu tentang klasifikasi materi berdasarkan kemampuannya untuk mengalirkan muatan listrik, yang terdiri dari konduktor dan isolator listrik. Konduktor listrik adalah bahan-bahan yang di dalamnya muatan listrik dapat bergerak bebas. Sedangkan isolator listrik merupakan bahan-bahan yang di dalamnya muatan listrik tidak dapat bergerak bebas. Contoh isolator yaitu kaca, karet, dan kayu.

Ketika bahan-bahan isolator dapat dimuati dengan cara penggosokan, hanya daerah yang digosok saja yang bermuatan. Tetapi muatan-muatan ini tidak dapat berpindah ke bagian lain dari bahan tersebut. Sebaliknya, bahan-bahan seperti tembaga, aluminium, dan perak adalah contoh konduktor yang baik. Ketika bahan-bahan ini dimuati di salah satu bagian kecil saja, muatan-muatan segera terdistribusi pada semua bagian permukaan bahan tersebut.

Selain konduktor dan isolator listrik, ada juga bahan-bahan semikonduktor, yang kemampuan listriknya berada di antara konduktor dan isolator. Contohnya yaitu bahan silikon (Si) dan germanium (Ge). Ketika sebuah konduktor terhubung dengan Bumi melalui sebuah kabel atau pipa konduktor, maka hal ini disebut **ditanahkan (*grounded*)**. Melalui kabel ini muatan listrik dapat dengan mudah berpindah. Berdasarkan hal ini, maka proses **induksi** dapat terjadi. Pada proses induksi, proses pemuatan dilakukan tanpa menyentuh benda yang terinduksi. Perhatikan bola konduktor yang netral seperti pada gambar berikut.



Gambar 27. Proses pemuatan logam dengan cara induksi

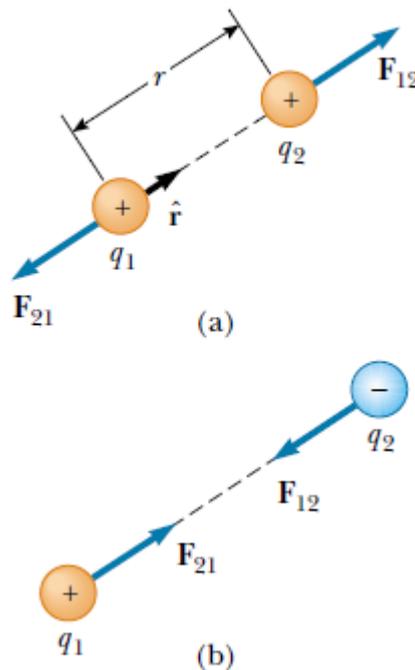
Pemuatan benda dengan induksi tidak memerlukan kontak dengan benda yang diinduksinya. Hal ini berbeda dengan pemuatan dengan cara digosok, yaitu dengan cara konduksi yang memerlukan kontak di antara kedua benda.

3. Hukum Coulomb

Pada tahun 1785, Charles Agustin Coulomb menemukan hukum dasar tentang gaya listrik antara dua partikel yang bermuatan. Hasil penelitiannya dikenal dengan Hukum Coulomb, yang berbunyi:

“Besarnya gaya tarik-menarik atau tolak-menolak antara dua benda bermuatan listrik sebanding dengan besar muatan masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua benda”

Pada dua buah muatan q_1 dan q_2 yang berjarak r , timbul gaya listrik pada q_1 sebesar F_{21} dan gaya listrik pada q_2 sebesar F_{12} akibat interaksi di antara keduanya.



Gambar 28. Gaya Coulomb antara dua muatan, a. sejenis, b. berlawanan jenis

Gaya yang terjadi antar dua muatan dinyatakan oleh hukum Coulomb yaitu:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \text{ dengan harga } k = 9,0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

Dimana:

F = gaya antar muatan,

k = konstanta di ruang hampa,

q_1, q_2 = muatan listrik,
 r = jarak antara kedua muatan.

Nilai k besarnya bergantung pada *permitivitas* medium antara dua muatan tersebut

$$k = \frac{1}{2\pi\epsilon}$$

Dimana:

k = nilai konstanta di ruang hampa
 ϵ = nilai permitivitas medium

Permitivitas adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar suatu medium bisa menerima (*permit*) pengaruh medan listrik luar (elektrisasi) atau ukuran dari hambatan dalam membentuk medan listrik melalui media.

$$\epsilon_0 \text{ ruang hampa} = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$$

4. Medan listrik

Medan listrik adalah daerah yang di dalamnya masih dipengaruhi oleh gaya listrik, ditandai dengan adanya garis gaya listrik di dalam daerah tersebut. Nilai medan listrik (E) didefinisikan sama dengan besarnya gaya yang dialami oleh setiap satu satuan muatan. Sehingga dirumuskan menjadi:

$$E = \frac{F}{q}$$

Dimana:

E = besar medan listrik (N/C) atau V/m.

F = besar gaya listrik yang dialami oleh suatu muatan (N)

q = besar muatan yang dipengaruhi oleh medan listrik (C)

5. Potensial Listrik dan Beda Potensial

Beda potensial (V) yang dimiliki oleh dua titik dalam medan listrik besarnya adalah sebesar usaha yang digunakan untuk memindahkan muatan 1 C dari satu titik ke titik lainnya. Dirumuskan dalam matematis

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

Keterangan:

V= beda potensial (volt=joule/coulumb)

W= usaha (Joule)

Q= muatan (C)

Beda potensial antara dua titik dalam medan listrik yang homogen E adalah sama dengan beda potensial dari E yang berjarak s antara titik-titik pada garis gaya yang paralel.

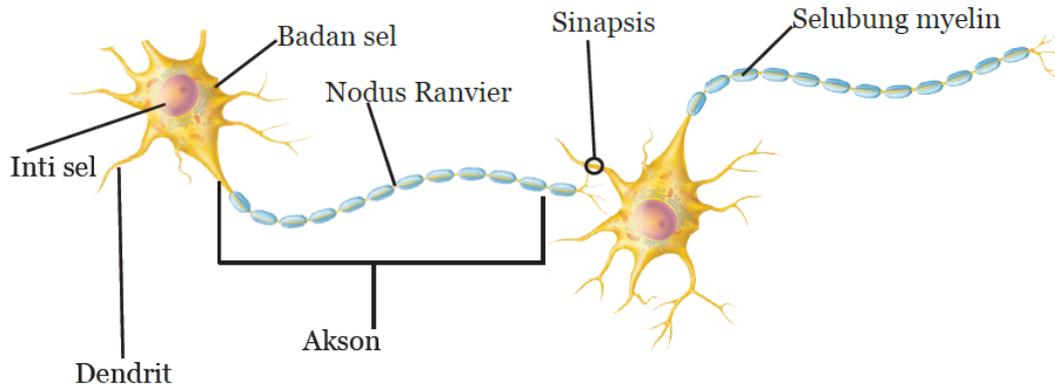
6. Gejala Kelistrikan dalam Kehidupan Sehari-Hari

a. Sistem Saraf pada Manusia

Selain pada kabel, ternyata tubuh manusia juga dialiri oleh arus listrik, khususnya pada saraf yaitu dengan adanya impuls listrik. Bidang yang khusus mempelajari tentang aliran impuls listrik pada tubuh manusia disebut **biolistrik**. Tegangan pada tubuh berbeda dengan yang kita bayangkan seperti listrik rumah tangga. Kelistrikan pada tubuh hanya berkaitan dengan komposisi ion yang terdapat dalam tubuh, bukan listrik yang mengalir seperti pada kabel listrik di rumah-rumah.

Setiap manusia memiliki sistem saraf yang dapat mengontrol gerak otot. Sistem saraf terdiri atas sel-sel saraf berfungsi untuk menerima, mengolah, dan mengirim rangsangan yang diterima panca indera. Rangsangan ini disebut impuls. Setiap sel saraf terdiri atas 3 bagian, yaitu badan sel saraf, dendrit, dan akson atau neurit. Selain ketiga bagian tersebut, pada sel saraf juga terdapat bagian tambahan berupa selubung myelin. Myelin sebetulnya bukan bagian sel saraf, tetapi terdiri dari sel pembentuk myelin yang berfungsi menyelubungi akson.

Berdasarkan keberadaan myelin, terdapat dua macam neuron, yaitu neuron yang berselubung myelin dan neuron yang tidak berselubung myelin. Berikut ini bagian-bagian sebuah sel saraf.



Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar 29. Bagian-bagian sel saraf

Bagian-bagian sel saraf manusia dan fungsinya ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 17. Bagian Sel saraf

No	Bagian sel saraf	Deskripsi	Fungsi
1	Dendrit	Penonjolan badan sel yang bercabang-cabang dan berbentuk seperti cabang pohon	Menerima impuls dari sel lain dan meneruskannya ke badan sel
2	Badan sel	Di dalamnya terdapat inti sel yang dikelilingi oleh sitoplasma. Sitoplasma mengandung organela sel seperti mitokondria, ribosom, badan golgi dan retikulum endoplasma khusus milik sel saraf yang disebut badan nissl.	Meneruskan impuls dari dendrit ke akson
3	Akson/Neurit	Penonjolan badan sel berbentuk panjang dan silindris. Setiap satu sel saraf hanya memiliki satu akson. Ujung akhir akson disebut dengan terminal akson. Terminal ini memiliki beberapa percabangan dan berbonggol. Pada bonggol inilah akan	Meneruskan impuls dari badan sel saraf ke sel saraf lain atau ke sel otot atau ke sel kelenjar. Pada bonggol sinaptik terjadi proses sinapsis, yaitu komunikasi antara sel saraf satu dengan yang lain atau

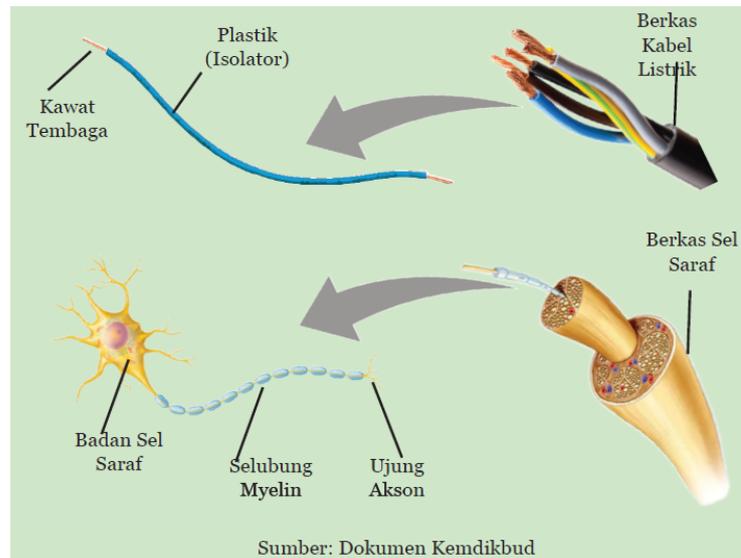


Kegiatan Pembelajaran 2

No	Bagian sel saraf	Deskripsi	Fungsi
		dilepaskan neurotransmitter dan disebut sebagai bonggol sinaptik.	sel saraf dengan sel otot dan sel kelenjar menggunakan neurotransmitter.
4	Myelin	Selubung lemak berlapislapis, dihasilkan oleh sel Schwann. Lapisan lemak myelin sulit ditembus oleh ion-ion yang keluar dan masuk membran sel saraf pada bagian akson.	Mempercepat impuls saraf dengan membantu terjadinya loncatan muatan
5	Nodus ranvier	Daerah akson terbuka yang tidak diselubungi myelin	Tempat terjadinya tarik-menarik muatan listrik di membran sel saraf.

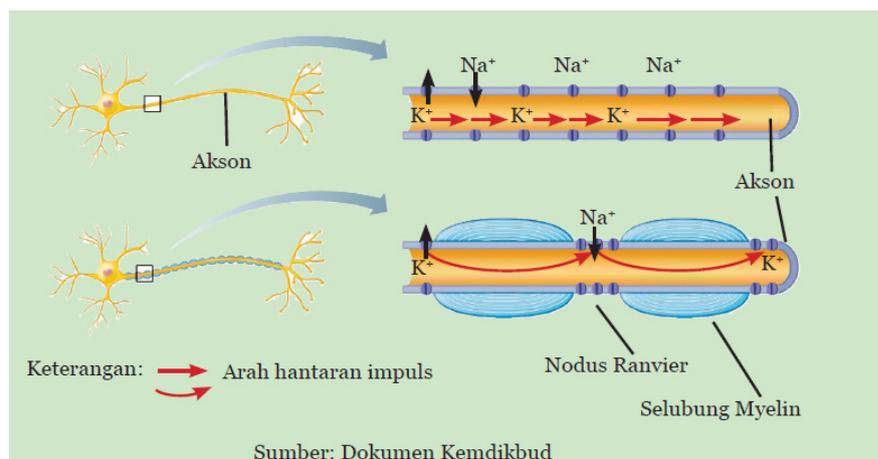
Sel saraf sering diibaratkan seperti kabel listrik karena memiliki bentuk dan mekanisme kerja yang hampir sama. Coba perhatikan Gambar 28. Setiap sel saraf hanya memiliki satu akson yang mendukung terjadinya perambatan atau hantaran arus listrik. Selain akson, penghantar listrik lain di dalam tubuh makhluk hidup selain akson adalah cairan tubuh. Cairan tubuh dapat berupa darah, cairan jaringan dan sitosol dalam sitoplasma sel. Pada sel saraf juga terdapat isolator listrik, yaitu selubung myelin pada akson.





Gambar 30. Sel Saraf

Pada akson tidak berselubung myelin, hantaran arus listrik dapat terjadi sepanjang akson. Pada akson berselubung myelin, beda potensial terjadi di daerah akson yang tidak diselubungi myelin atau di daerah yang disebut nodus ranvier. Tarik-menarik muatan listrik terjadi di nodus ranvier satu dan seterusnya. Dengan demikian, selain myelin berfungsi sebagai pelindung akson juga dapat mempercepat terjadinya loncatan muatan listrik pada saraf.

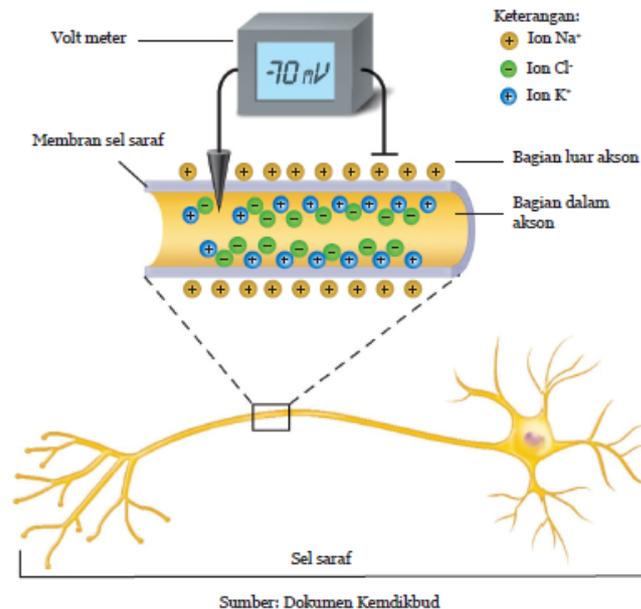


Gambar 31. Hantaran Impuls pada Saraf

Muatan yang ada di luar dan di dalam sel saraf tidak dapat tarik-menarik dengan sendirinya karena ada pemisah berupa membran sel saraf. Tarik-

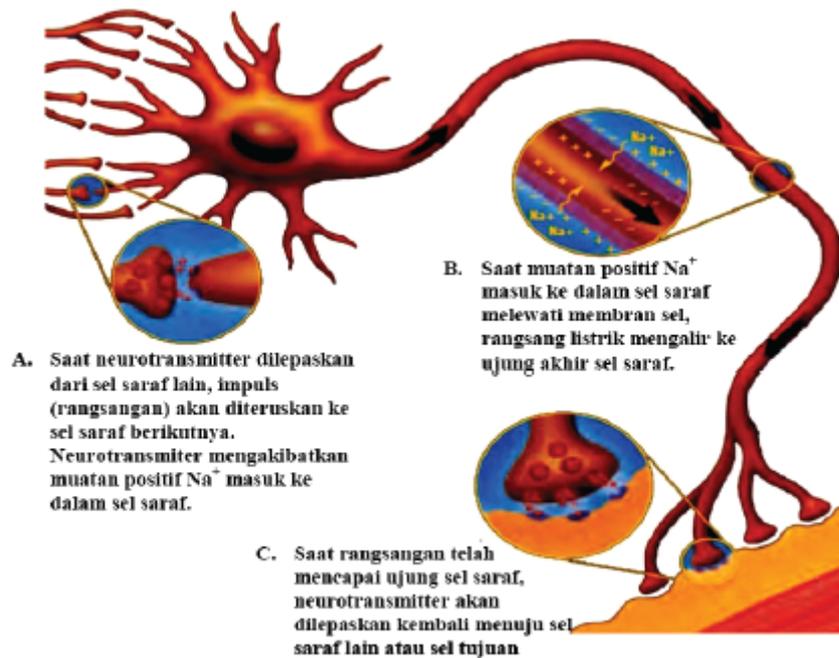
Kegiatan Pembelajaran 2

menarik antarmuatan akan terjadi jika ada rangsangan dari neurotransmitter.



Gambar 32. Ilustrasi muatan listrik pada sel saraf tidak bermyelin

Saat sel saraf tidak menghantarkan impuls, muatan positif Na⁺ melingkupi bagian luar membran sel. Pada kondisi demikian, membran sel saraf bagian luar bermuatan listrik positif dan membran sel bagian dalam bermuatan listrik negatif (Cl⁻). Lebih jelasnya, perhatikan Gambar 31.



Sumber: Biggs, 2008: 638.

Gambar 33. Impuls Listrik pada Saraf Manusia

b. Hewan Penghasil Listrik

Seperti manusia, hewan menghasilkan listrik sebagai impuls rangsang dalam tubuhnya untuk menanggapi rangsangan, bergerak, berburu mangsa, melawan predator, atau bahkan navigasi. Meskipun pada umumnya arus listrik yang dihasilkan sangat lemah, namun ada beberapa hewan yang dianugerahi keistimewaan oleh Tuhan Yang Maha Esa sehingga mampu menghasilkan arus listrik yang sangat kuat.

1) Ikan Belalai Gajah

Ikan belalai gajah memiliki mulut yang panjang menyerupai bentuk belalai gajah. Ikan ini dilengkapi dengan organ khusus, yang disusun oleh ribuan sel electropax, pada bagian ekor yang mampu menghasilkan listrik statis bertegangan tinggi. Sel electropax merupakan sel yang menghasilkan muatan negatif pada bagian dalam dan muatan positif pada bagian luar saat ikan belalai gajah dalam keadaan beristirahat. Arus listrik akan muncul pada saat otot ikan berkontraksi, pada saat itu pula ikan mampu mendeteksi keberadaan predator dan mangsa.



Gambar 34. Ikan Belalai Gajah

2) Ikan Pari Elektrik

Ikan pari elektrik mampu mengendalikan tegangan listrik yang ada pada tubuhnya. Kedua sisi kepala ikan pari elektrik mampu menghasilkan listrik hingga sebesar 220 volt. Besar tegangan ini sama seperti besar tegangan listrik yang ada di rumah.

3) Hiu Kepala Martil

Hiu kepala martil memiliki ratusan ribu elektroreseptor atau sel penerima rangsang listrik. Hiu kepala martil mampu menerima sinyal listrik hingga setengah milyar volt. Hiu kepala martil biasa menggunakan kemampuan mendeteksi sinyal listrik untuk mengetahui letak mangsa di bawah pasir, menghindari keberadaan predator, dan untuk mendeteksi arus laut yang bergerak sesuai medan magnet bumi.

4) Echidnas

Echidnas memiliki moncong memanjang yang berfungsi sebagai pengirim sinyal-sinyal listrik untuk menemukan serangga (mangsa). Elektroreseptor Echidnas terus-menerus dibasahi agar lebih mudah untuk menghantarkan listrik. Hal inilah yang menyebabkan kebanyakan hewan yang memiliki sistem elektroreseptor berasal dari perairan.



Gambar 33.. Hewan penghasil listrik

5) Belut Listrik

Penelitian menunjukkan bahwa belut listrik dapat menghasilkan kejutan tanpa lelah selama satu jam. Besarnya jumlah energi listrik yang dihasilkan tersebut diyakini dapat membunuh manusia dewasa.

6) Lele Elektrik

Lele air tawar yang berasal dari perairan tropis di Afrika ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan listrik hingga sebesar 350 volt. Besarnya energi yang dihasilkan lele elektrik sama seperti energi listrik yang diperlukan untuk menyalakan komputer selama 45 menit.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah Anda mempelajari materi ini, Anda sebaiknya melakukan aktivitas berikut.

1. Diskusi Materi

Dalam aktivitas diskusi materi ini, Anda diminta secara mandiri untuk mengerjakan tugas membaca dengan teliti dan merangkumnya. Selanjutnya, secara kolaboratif diskusikanlah hasil pekerjaan Anda dengan rekan-rekan lainnya.

LK.J2.01. Diskusi Materi Elektrostatika

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting topik Elektrostatika

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik Elektrostatika dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik Elektrostatika !
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Praktik

Praktik dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum dan membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

LK.J2.02 Percobaan Muatan Listrik

1. Tujuan

- Menunjukkan adanya muatan listrik pada suatu benda akibat yang timbul dari sifat muatan
- Memperlihatkan adanya gaya listrik (gaya Coulomb) dua buah benda bermuatan

2. Alat dan bahan

- Bola styrofoam 2 buah
- Benang jahit secukupnya
- Lembaran nilon dan wool
- Tas plastik
- Isolasi
- Sisir plastik
- Potongan kertas kecil-kecil

3. Cara kerja

- a. Gantung masing-masing bola styrofoam dengan benang jahit.
- b. Gosok tas plastik dengan kain yang berbahan nilon.
- c. Dekatkan tas plastik pada bola yang tergantung. Amati dan catat pada tabel apa yang terjadi.
- d. Gosok sisir plastik dengan kain wol.
- e. Dekatkan sisir tersebut pada potongan kertas kecil-kecil. Amati dan catat pada tabel apa yang terjadi.
- f. Dekatkan kedua bola styrofoam. Amati dan catat pada tabel apa yang terjadi.



Kegiatan Pembelajaran 2

Tabel pengamatan 1

	Hasil pengamatan
Tas plastik yang digosok kain nilon didekatkan pada bola	
Sisir yang digosok kain wol didekatkan pada potongan kertas	
Bola styrofoam didekatkan satu sama lain	

- g. Gosok kedua bola styrofoam dengan kain wol, kemudian dekatkan kedua bola. Apa yang terjadi? Catat pada tabel.
- h. Lakukan hal yang sama dengan menggunakan bahan yang berbeda-beda seperti pada tabel. Catat hasil pengamatan Anda.

Bola styrofoam kiri digosok dengan	Bola styrofoam kanan digosok dengan		
	wool	Plastik	Nilon
Wool			
Plastik			
Nilon			

4. Diskusi

Diskusikan di kelompok Anda tentang hal-hal berikut.

- a. Dengan mengamati tabel 1 dan 2 di atas, apa yang dapat Anda simpulkan?
- b. Jika terdapat 4 benda yaitu: A, B, C, dan D. Jika A menarik B, B menarik C, C menarik D. Diketahui A bermuatan negatif, maka apa muatan benda B, C, dan D? Apa alasan Anda?.



3. Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas

LK.J2.03. Menyusun Soal Berbasis Kelas Materi Elektrostatika

Tujuan : Mengembangkan Soal berbasis Kelas materi Elektrostatika

Langkah Kegiatan:

Buatlah secara mandiri tiga soal pilihan ganda (PG) dan tiga soal Uraian pada topik Elektrostatika dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

E. Latihan / Kasus /Tugas

Latihan/Kasus/Tugas terdiri atas tiga bagian, yaitu soal pilihan ganda, soal uraian, dan latihan membuat soal. Soal pilihan ganda merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

1. Soal Pilihan Ganda

Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu pilihan jawaban yang paling tepat.

1. Dua buah benda bermuatan A dan B didekatkan maka
 - A. jika muatan benda A dan B sejenis akan tolak-menolak
 - B. jika muatan benda A dan B sejenis akan tarik-menarik
 - C. jika muatan benda A dan B tidak sejenis, benda A akan menolak B
 - D. jika muatan benda A dan B tidak sejenis, benda B akan menolak A
2. Pada dua buah muatan q_1 dan q_2 yang berjarak r , maka akan muncul gaya Coulomb yang nilainya
 - A. berbanding terbalik dengan besar muatan q_1 dan q_2
 - B. sebanding dengan jarak muatan q_1 dan q_2
 - C. berbanding terbalik dengan jarak muatan q_1 dan q_2
 - D. sebanding dengan besar muatan q_1 dan q_2
3. Pernyataan yang benar tentang medan listrik adalah
 - A. medan listrik tidak dipengaruhi besar gaya listrik
 - B. arah medan listrik keluar dari muatan positif
 - C. arah medan listrik keluar dari muatan negatif
 - D. medan listrik tidak dipengaruhi oleh besar muatan listrik
4. Besarnya usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan 1 C dari satu titik ke titik lainnya disebut
 - A. energi listrik
 - B. potensial listrik
 - C. beda potensial listrik
 - D. kapasitas listrik

5. Pada sel saraf manusia, tempat terjadinya tarik-menarik muatan listrik di membran sel saraf adalah ...
- A. myelin
 - B. badan sel
 - C. nodus ranvier
 - D. dendrit

2. Soal Essay

1. Muatan listrik q ditempatkan pada sebuah benda logam. Bagaimana cara muatan tersebut terdistribusikan sendiri pada benda logam tersebut?
2. Dua buah muatan $A = +5 \times 10^{-7} \text{ C}$ dan $B = -2 \times 10^{-4} \text{ C}$, diletakan dalam ruang hampa, terjadi reaksi gaya sebesar 100 N. Berapa jarak antara kedua muatan tersebut?
3. Dua buah muatan diletakkan berjarak 20 cm satu sama lain, terjadi gaya antara keduanya sebesar 10^{-5} N . Berapa gaya antar keduanya jika kedua muatan tersebut dijadikan didekatkan menjadi 5 cm? Atau dijauhkan sejauh 100 cm?.

F. Rangkuman

- Pembawa sifat kelistrikan yang paling dasar adalah atom. Atom tersusun dari elektron yang mengelilingi inti dan inti tersusun dari proton dan neutron, dimana elektron pembawa sifat muatan negatif, proton pembawa sifat positif, dan neutron dinyatakan tidak bermuatan.
- Dua jenis muatan yang ada di alam, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Muatan yang sejenis akan tolak-menolak dan muatan yang tidak sejenis akan tarik menarik. Muatan listrik bersifat tetap/kekal. Muatan listrik terkuantisasi, dimana muatan listrik muncul dalam bentuk paket-paket
- Medan listrik adalah daerah yang di dalamnya masih dipengaruhi oleh gaya listrik, besarnya berbanding lurus dengan gaya yang dialami sebuah benda bermuatan dan berbanding terbalik dengan besar muatan uji yang digunakan untuk mengamati besar medan listrik.
- Beda potensial (V) yang dimiliki oleh dua titik dalam sebuah medan listrik adalah besarnya usaha yang digunakan untuk memindahkan muatan 1 C dari satu titik ke titik lainnya.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan dengan mandiri, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

1. Pilihan Ganda

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

2. Essay

1. Logam adalah konduktor listrik yang baik, sehingga saling tolak antar muatan sejenis yang terkandung dalam logam tersebut terjadi. Hal tersebut membentuk muatan q yang berada dilogam tersebar di permukaan logam, karena muatan q sejenis berkeinginan terpisah sejauh mungkin dari muatan q yang baru ditempatkan.
2. 3 mm
3. $1,6 \times 10^{-4}$ N, dan 4×10^{-4} N.

Kegiatan Pembelajaran 3

Rangkaian Listrik

Konsep listrik merupakan salah satu konsep yang dipelajari di mata pelajaran IPA SMP. Listrik ini mempunyai peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Keberadaan listrik sangat dekat, mulai dari kehidupan rumah tangga, sampai ke sektor industri besar. Oleh karena itu, pemahaman konsep listrik oleh guru IPA sangat penting agar dapat membelajarkannya dengan tepat kepada siswa.

Dalam rangka meningkatkan pemahaman konsep listrik kepada guru IPA SMP, dibuatlah modul ini. Di dalam modul ini di jelaskan konsep arus listrik dan hambatan yang meliputi hambatan jenis, transmisi daya, rangkaian kombinasi resistor, sumber energi listrik, upaya hemt energi listrik, dan pemanfaatan teknologi listrik. Konsep-konsep yang disajikan tersebut berupa konsep-konsep esensial. Selain itu, di dalam modul ini dilengkapi berbagai kegiatan agar guru memahami konsep yang disajikan. Materi ini juga aplikatif untuk guru sendiri sehingga mereka dapat menerapkannya dalam pembelajaran di sekolah.

A. Tujuan

Memahami konsep dasar listrik dinamis, serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

- Mendeskripsikan karakteristik rangkaian listrik
- Membedakan rangkaian listrik seri dan paralel
- Menjelaskan proses transmisi energi listrik
- Menjelaskan sumber-sumber energi listrik alternatif
- Menjelaskan upaya-upaya hemat listrik
- Menjelaskan penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar.

C. Uraian Materi

1. Arus listrik

Perpindahan muatan listrik biasa disebut arus listrik. Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah atau kalau pada baterai dari kutub positif ke kutub negatif, sedangkan kita tahu bahwa elektron bergerak dari yang kaya elektron ke yang kekurangan elektron atau kalau dalam baterai dari kutub negatif ke kutub positif.

Listrik bergerak pada benda yang bersifat konduktor baik yang berupa benda padat, cair, ataupun gas/plasma. Hal tersebut terjadi karena konduktor adalah benda yang kaya elektron bebas, sehingga mudah untuk menghantarkan listrik. Sedangkan benda yang hanya pada arah-arah tertentu dapat menghantarkan arus listrik disebut semikonduktor. Benda yang sulit untuk menghantarkan listrik disebut isolator.

Ukuran besarnya arus listrik adalah banyaknya muatan yang mengalir setiap satu satuan waktu.

$$I = q / t$$

Keterangan:

I = besarnya arus listrik, (ampere)

q = banyaknya muatan yang mengalir, (coulomb).

t = waktu (detik)

Kita juga mengenal dalam hukum ohm yang menyatakan bahwa besarnya arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian/konduktor berbanding lurus terhadap beda potensial antar kedua ujung rangkaian/konduktor dan berbanding terbalik dengan hambatan yang dimiliki rangkaian/konduktor tersebut.

$$I = V / R$$

Keterangan:

I = besarnya arus listrik (amper),

V = besarnya beda potensial (volt),

R = besarnya nilai hambatan rangkaian/konduktor yang dilewati (ohm).

2. Hambatan

Besar suatu hambatan sebuah kawat listrik bergantung pada bahan kawat yang digunakan, panjang kawat, dan luas penampang kawatnya.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Sedangkan nilai ukuran kawat juga dipengaruhi oleh suhu yang dimiliki kawat tersebut.

$$\Delta R = \alpha R \Delta T$$

dimana:

R = besarnya hambatan suatu kawat (ohm).

ρ = (rho) hambatan jenis kawat (ohm.m).

L = panjang kawat (m).

A = luas penampang kawat (m²).

α = (alpha) koefisien temperratur kawat.

Δ = (delta) perubahan

T = Suhu (K)

Jadi faktor-faktor yang mempengaruhi nilai hambatan listrik pada suatu penghantar ada 4, yaitu:

1. Jenis penghantar
2. Luas penampang penghantar
3. Suhu penghantar
4. Panjang penghantar

3. Hambatan Jenis

Hambatan jenis suatu kawat nilainya bergantung pada bahan kawat.

Perhatikan tabel di bawah ini.

Tabel 18. Hambatan jenis berbagai bahan

Bahan	Hambatan Jenis ρ (Ωm)
Konduktor	
Perak	$1,59 \times 10^{-8}$
Tembaga	$1,68 \times 10^{-8}$
Emas	$2,44 \times 10^{-8}$
Aluminium	$2,65 \times 10^{-8}$
Tungsten	$5,60 \times 10^{-8}$
Besi	$9,71 \times 10^{-8}$
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$
Air raksa	98×10^{-8}
Nikrom (logam campuran Ni, Fe, Cr)	100×10^{-8}
Semikonduktor	
Karbon (grafit)	$(3-60) \times 10^{-5}$
Germanium	$(1-500) \times 10^{-3}$
Silikon	0,1 - 60
Isolator	
Kaca	$10^9 - 10^{12}$
Karet padatan	$10^{13} - 10^{15}$

Setiap bahan kawat memiliki karakteristik tertentu, sehingga untuk membedakannya dapat dilihat dari nilai hambatan jenisnya. Kawat biasanya terbuat dari logam, mengapa?

Logam memiliki sedikit elektron valensi dan memiliki elektronegativitas yang rendah. Semua jenis logam cenderung melepaskan elektron terluarnya sehingga membentuk ion-ion positif/atom-atom positif/kation logam. Kulit terluar unsur logam relatif longgar (terdapat banyak tempat kosong) sehingga elektron terdelokalisasi, yaitu suatu keadaan dimana elektron valensi tidak tetap posisinya pada suatu atom, tetapi senantiasa berpindah pindah dari satu atom ke atom lainnya.

Logam adalah kelompok unsur-unsur dalam tabel periodik yang memiliki ikatan logam sehingga merupakan konduktor listrik dan panas yang baik. Logam memiliki energi ionisasi yang rendah dan keelektronegatifan yang kecil sehingga mudah membentuk ion positif (bertindak sebagai kation). Pada logam, elektron-elektron yang menyebabkan terjadinya ikatan di antara atom-atom logam tidak hanya menjadi milik sepasang atom saja, tetapi menjadi milik semua atom logam, sehingga elektron-elektron dapat bergerak bebas. Elektron valensi logam bergerak dengan sangat

cepat mengitari intinya dan berbaur dengan elektron valensi yang lain dalam ikatan logam tersebut sehingga menyerupai “awan” atau “lautan” yang membungkus ion-ion positif di dalamnya. Hal ini yang menyebabkan munculnya sifat daya hantar listrik pada logam. Jarak antaratom dalam ikatan logam tetap sama, jika ada atom yang bergerak menjauh maka gaya tarik menarik akan “menariknya” kembali ke posisi semula. Demikian pula jika atom mendekat ke salah satu atom maka akan ada gaya tolak antar inti atom.

Daya hantar listrik logam dapat diterangkan berdasarkan model awan elektron, teori ikatan valensi dan teori orbital molekul.

Berdasarkan model awan elektron, logam dapat menghantarkan arus listrik karena adanya awan elektron. awan elektron ini bersifat dapat bergerak aktif sehingga apabila logam diberi beda potensial akan terjadi hantaran listrik.

Berdasarkan teori ikatan valensi, logam dapat menghantarkan arus listrik karena elektron valensi dari atom-atom logam yang dapat terdelokalisasi pada semua atom-atom dalam kristal logam. elektron yang terdelokalisasi ini bersifat dapat bergerak aktif sehingga apabila pada logam diberi beda potensial akan terjadi hantaran listrik.

Berdasarkan teori orbital molekul atau teori pita energi logam dapat menghantarkan arus listrik karena adanya elektron-elektron yang terdapat pita energi yang belum terisi penuh. elektron-elektron yang terdapat pada pita energi yang belum terisi penuh tersebut dianggap dapat bergerak bebas sehingga apabila pada logam diberi beda potensial akan terjadi hantaran listrik. Demikian sifat dari setiap unsur logam membawa sifat daya hantar bahan suatu kawat.

4. Transmisi Daya

Transmisi daya listrik merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari suatu, tempat ke tempat lainnya, misalkan dari pembangkit tenaga listrik (*Power Plant*) hingga saluran distribusi listrik (*substation distribution*) yang biasa disebut gardu induk, dari gardu induk ke jaringan tegangan

Kegiatan Pembelajaran 3

menengah, sehingga dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik.

a. Pusat Pembangkit Listrik (*Power Plant*)

Yaitu tempat energi listrik pertama kali dibangkitkan, dimana terdapat turbin sebagai penggerak mula (*Prime Mover*) dan generator yang membangkitkan listrik.



Gambar 35. Pembangkit listrik

b. Substation distribution



Gambar 36. Distribusi Listrik

c. Sistem Distribusi

Merupakan subsistem tersendiri yang terdiri dari: Pusat Pengatur (*Distribution Control Center - DCC*). Saluran tegangan menengah (6kV dan 20kV yang juga biasa disebut tegangan distribusi primer) yang merupakan saluran udara atau kabel tanah, gardu distribusi tegangan menengah yang terdiri dari panel-panel pengatur tegangan menengah dan trafo sampai dengan panel-panel distribusi tegangan rendah (380V, 220V) yang menghasilkan tegangan kerja/ tegangan jala-jala untuk industri dan konsumen.

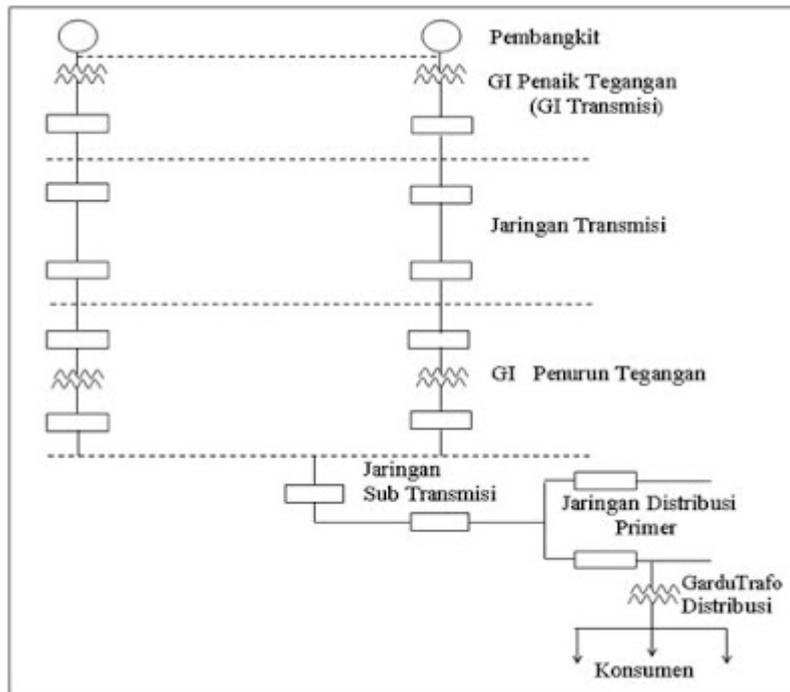


Gambar 37. Gardu Listrik

Kegiatan Pembelajaran 3

d. Beban

Merupakan pengguna/konsumer listrik. Dalam diagramnya dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 38. Diagram beban listrik

Keterangan:

- Terdiri dari stasiun pembangkit (*generating station*)
- Transmission substation* menaikkan dan menurunkan tegangan pada saluran tegangan yang ditransmisikan dan meliputi regulasi tegangan.
- Percabangan hubungan antarsubstasiun (*interconnecting substation*) memberikan pasokan tenaga listrik yang berbeda untuk keperluan pengguna konsumen.
- Distribution substation*, mengubah tegangan aliran listrik dari tegangan medium menjadi tegangan rendah dengan transformator step-down, step down, dimana memiliki *tap* otomatis dan memiliki kemampuan untuk regulator tegangan rendah.

Penjelasan:

Tegangan Transmisi

- a. Tegangan generator dinaikkan ke tingkat yang dipakai untuk transmisi yaitu antara 11 kV d 765 kV.
- b. Tegangan extra-tinggi (Extra High Voltage – EHV): 345 500 dan 765 kV.
- c. Tegangan tinggi standar (High Voltage-HV standard): 115 kV, 138 kV, dan 230 kV
- d. Untuk sistem distribusi, menggunakan tegangan menengah yaitu antara 2,4 kV dan 69 kV.
- e. Di konsumen umumnya tegangan menjadi antara 120 V dan 69 kV dan untuk tegangan rendah yaitu antara 120 V sampai 600 V.

Ketentuan dasar sistem tenaga listrik dalam melayani konsumen yaitu:

- a. menyediakan setiap waktu dalam artian tenaga listrik harus selalu ada untuk keperluan konsumen;
- b. menjaga kestabilan nilai tegangan, dengan toleransi maksimal yang diberikan $\pm 10\%$;
- c. menjaga kestabilan frekuensi, dengan toleransi maksimum $\pm 0,1$ Hz;
- d. Harga yang tidak mahal (efisien);
- e. standar keamanan;
- f. respek terhadap lingkungan.

Beberapa komponen yang diperlukan dalam membuat transmisi listrik adalah sebagai berikut.

a. Saluran transmisi tenaga listrik

Saluran transmisi tenaga listrik terdiri atas konduktor, isolator, dan tiang penyangga/tower.

1) Konduktor

Kawat konduktor ini digunakan untuk menghantarkan listrik yang ditransmisikan. Kawat konduktor untuk saluran transmisi tegangan tinggi ini selalu tanpa pelindung/isolasi, hanya menggunakan isolasi udara. Jenis konduktor yang dipakai yaitu tembaga (Cu), aluminium (Al), dan baja (*steel*). Jenis konduktor yang sering dipakai adalah jenis aluminium dengan campuran baja.



Kegiatan Pembelajaran 3

2) Isolator

Isolator pada sistem transmisi tenaga listrik di sini berfungsi untuk menahan bagian konduktor terhadap *ground*. Isolator di sini biasanya terbuat dari bahan porseline, tetapi bahan gelas dan bahan isolasi sintetik juga sering digunakan. Bahan isolator harus memiliki resistansi yang tinggi untuk melindungi kebocoran arus dan memiliki ketebalan yang secukupnya (sesuai standar) untuk mencegah *breakdown* pada tekanan listrik tegangan tinggi sebagai pertahanan fungsi isolasi tersebut. Kondisinya harus kuat terhadap guncangan apapun dan beban konduktor.

Jenis isolator yang sering digunakan pada saluran transmisi adalah jenis porselin atau gelas. Menurut penggunaan dan konstruksinya, isolator diklasifikasikan menjadi:

- isolator jenis pasak
- isolator jenis pos-saluran
- isolator jenis gantung

Isolator jenis pasak dan isolator jenis pos-saluran digunakan pada saluran transmisi dengan tagangan kerja relatif rendah (kurang dari 22-33 kV), sedangkan isolator jenis gantung dapat digandeng menjadi rentengan rangkaian isolator yang jumlahnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

3) Tiang Penyangga

Saluran transmisi dapat berupa saluran udara dan saluran bawah tanah, namun pada umumnya berupa saluran udara. Energi listrik yang disalurkan lewat saluran transmisi udara pada umumnya menggunakan kawat telanjang sehingga mengandalkan udara sebagai media antarisolasi antar kawat penghantar. Dan untuk menyanggah/merentangkan kawat penghantar dengan ketinggian dan jarak yang aman bagi manusia dan lingkungan sekitarnya, kawat-kawat penghantar tersebut dipasang pada suatu konstruksi bangunan yang kokoh, yang biasa disebut menara/tower. Antar menara/tower listrik dan kawat penghantar disekat oleh isolator. Saluran kabel

bawah laut merupakan saluran listrik yang melewati medium bawah air (laut) karena transmisi antar pulau yang jaraknya dipisahkan oleh lautan.

Berdasarkan pemasangannya saluran transmisi dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

- 1) Saluran udara (*overhead lines*), saluran transmisi yang menyalurkan energi listrik melalui kawat-kawat yang digantung pada isolator antara menara atau tiang transmisi.



Gambar 39. Saluran udara

- 2) Saluran kabel bawah tanah (*underground cable*), saluran transmisi yang menyalurkan energi listrik melalui kabel yang dipendam di dalam tanah.

Kegiatan Pembelajaran 3



Gambar 40. Saluran kabel bawah tanah

- 3) Saluran listrik bawah laut, saluran transmisi listrik yang dibangun di dalam laut.



Gambar 41. Saluran listrik bawah laut

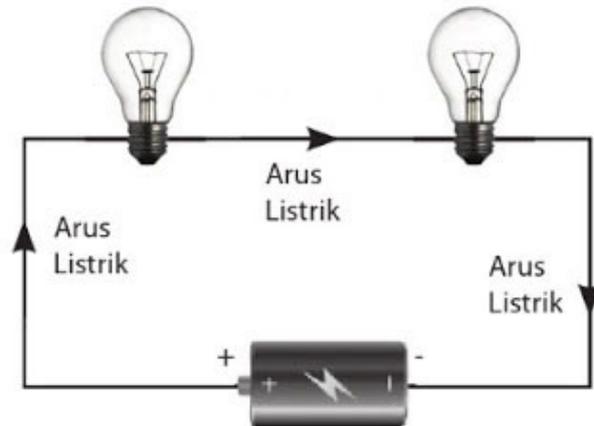
5. Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik ini dapat berupa rangkaian seri, paralel, dan campuran.

a. Rangkaian Seri

Rangkaian seri terbentuk jika dua buah bola lampu atau lebih dihubungkan secara berderet. Demikian pula dengan sumber tegangan juga dihubungkan secara berderet. Pada rangkaian seri

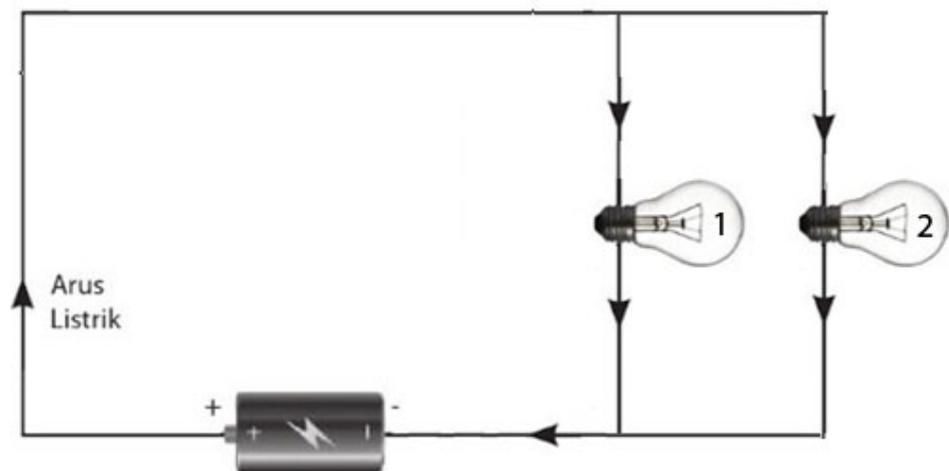
apabila salah satu lampu diputuskan (mati) maka lampu yang lain juga akan mati.



Gambar 42. Contoh rangkaian seri lampu

b. Rangkaian Paralel

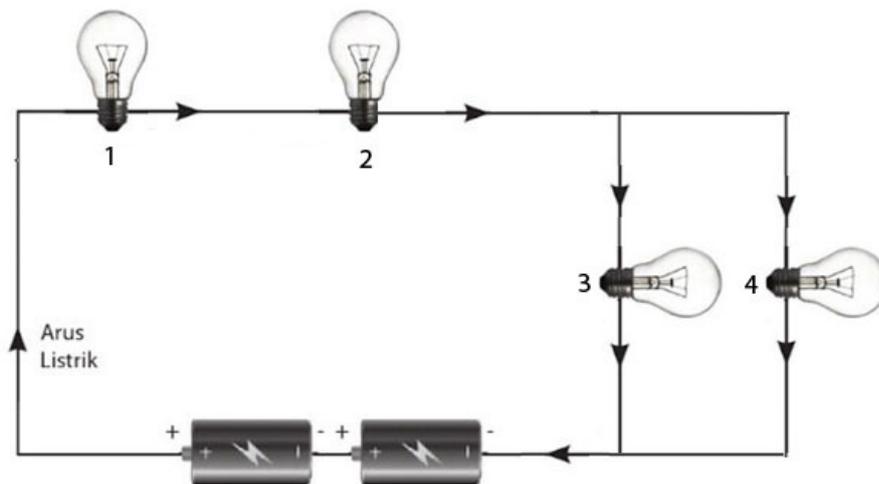
Rangkaian paralel terbentuk jika dua buah bola lampu atau lebih dihubungkan secara berjajar. Kutub lampu sejenis dihubungkan ke kutub baterai yang sama. Pada rangkaian paralel jika salah satu lampu diputuskan (mati), lampu yang lainnya tetap menyala. Hal ini terjadi karena lampu yang lain masih terhubung dengan sumber arus listrik.



Gambar 43. Contoh rangkaian paralel lampu

c. Rangkaian Campuran

Rangkaian campuran merupakan gabungan dari rangkaian seri dan rangkaian paralel. Keuntungan rangkaian seri adalah hemat kabel, dan rangkaiannya sederhana sehingga membuatnya pun mudah. Kerugiannya pada saat satu lampu mati, yang lain juga mati. Begitu juga pada nyala lampunya, tidak terang (redup). Energinya juga boros, karena digambarkan $1R+1R+1R$. Sementara rangkaian paralel adalah $1/R+1/R+1/R$. Sementara keuntungan dan kerugian rangkaian paralel adalah kebalikan dari kerugian dan keuntungan seri. Sedang yang disebut rangkaian rumit adalah rangkaian gabungan antara paralel dan seri. Contohnya adalah lampu di rumah.



Gambar 44. Contoh rangkaian campuran lampu

Selain lampu listrik, banyak benda lain menggunakan energi listrik, misalnya lemari es, mesin cuci, hingga mesin-mesin yang digunakan di pabrik-pabrik besar. Di antara benda-benda yang menggunakan energi listrik tersebut, ada benda-benda yang harus diimpor, misalnya berbagai mesin di pabrik-pabrik besar. Kebanyakan benda berteknologi tinggi masih harus kita impor dari luar negeri karena kita belum dapat memproduksinya sendiri. Kelak, jika kemampuan sumber daya manusia Indonesia meningkat, tentu kita dapat memproduksi benda-benda itu juga. Bahkan, saat itu kita juga dapat mengekspornya ke negara lain.

6. Sumber-Sumber Energi Listrik

Sumber energi listrik merupakan salah satu hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari manusia zaman sekarang karena hampir semua peralatan yang menunjang aktivitas manusia menggunakan listrik sebagai dayanya. Contohnya kipas angin, televisi, alat cas telepon genggam, mesin cuci, komputer dan masih banyak lainnya yang tidak bisa disebutkan semuanya di sini. Energi listrik adalah energi yang 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 dinamis dapat diubah menjadi energi lain dengan tiga komponen dasar, sesuai dengan sifat arus listriknya.

Energi ini bisa dihasilkan oleh sumber energi yang menghasilkan listrik, Berikut ini adalah contoh sumber energi listrik.

1. Nuklir

Merupakan sumber energi listrik yang paling efisien karena dengan sedikit bahan mampu menghasilkan energi listrik yang sangat besar, tetapi nuklir mempunyai efek yang sangat berbahaya bagi kehidupan di bumi karena jika terjadi kebocoran pada area reaktornya akan menimbulkan bencana yang menakutkan.

2. Minyak

Merupakan sumber energi yang banyak digunakan tetapi sumber ini memiliki kekurangan yaitu tidak bisa diperbaharui.

3. Angin

Merupakan salah satu sumber energi alternatif karena jumlahnya yang tidak terbatas, mungkin di masa depan angin akan menjadi salah satu sumber energi primadona.

4. Tenaga gelombang

Gelombang ada dua jenis yaitu kekuatan ombak dan pasang surut air laut.

5. Batu bara

Sama seperti minyak bumi batu bara juga tidak bisa diperbaharui.



Kegiatan Pembelajaran 3

6. Matahari

Surya atau matahari merupakan sumber energi yang tidak terbatas jumlahnya.

7. Air

7. Sumber Energi Listrik

Beberapa sumber energi listrik di antaranya sebagai berikut.

a. Baterai

Pada ujung baterai terdapat dua buah kutub yaitu kutub positif dan negatif. Jika bungkus bagian luar baterai kita buka akan terlihat lapisan seng, lapisan seng ini berfungsi sebagai kutub negatif. Benda yang berfungsi sebagai kutub positif adalah batang arang yang terdapat di bagian tengah. Batang karbon ini dikelilingi serbuk hitam yang merupakan elektrolit. Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik. Karena elektrolit baterai berupa serbuk, baterai juga sering disebut elemen kering. Pada permukaan luar baterai biasanya terdapat tulisan, misalnya 1,5 volt. Artinya, baterai tersebut bertegangan listrik sebesar 1,5 volt. Volt merupakan satuan yang digunakan untuk menyatakan tegangan listrik.

b. Akumulator (Aki)

Aki disebut juga elemen basah karena elektrolitnya berupa zat cair (asam sulfat). Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali. Bagian dalam aki terdiri dari lempengan timbal dan timbal peroksida yang dicelupkan ke dalam larutan asam sulfat. Lempengan timbal tersebut terdiri dari pelat positif dan pelat negatif, untuk pelat positif dibuat dari timbal peroksida, sedangkan pelat Negatif hanya dibuat dari logam timbal. Antara pelat positif dan pelat negatif diberi pemisah supaya tidak bersinggungan yang dapat mengakibatkan hubungan arus pendek. Timbal dan timbal peroksida ini bereaksi dengan asam sulfat, hasil reaksi kimia tersebut menghasilkan listrik.

c. Dinamo

Dinamo biasanya digunakan untuk menyalakan lampu pada sepeda. Dinamo terdiri dari kumparan yang ditempatkan di tengah medan magnet, ketika kepala dinamo (bagian yang menempel pada ban sepeda) berputar kumparan tersebut juga ikut berputar. Perputaran kumparan di dalam medan magnet menghasilkan energi listrik. Kecepatan perputaran roda sepeda mempengaruhi besar arus listrik yang dihasilkan. Semakin cepat roda berputar semakin besar energi listrik yang dihasilkan. Jadi dinamo mengubah energi gerak menjadi energi listrik.

d. Generator

Sumber energi listrik yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik yang lain adalah generator. Pada generator cara kerjanya hampir sama dengan dinamo, namun energi listrik yang dihasilkan lebih besar. Generator yang besar biasanya digerakkan oleh kincir besar atau turbin. Turbin diputar dengan memanfaatkan tenaga air dari bendungan atau dam.

e. Sel surya

Matahari merupakan sumber energi yang sangat besar. Energi matahari berupa energi panas dan cahaya. Seiring perkembangan teknologi, energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik. Alat yang mampu mengubahnya disebut sel surya. Sel surya dapat dipasang di atap rumah. Sel surya akan menangkap energi matahari dan menyimpannya dalam elemen listrik. Selanjutnya, energi tersebut dapat digunakan untuk menyalakan peralatan listrik. Selain itu, sel surya juga digunakan pada kalkulator dan mobil tenaga surya. Stasiun-stasiun luar angkasa juga memanfaatkan energi matahari.

f. Nuklir

Nuklir merupakan sumber energi yang sangat besar. Energi nuklir dihasilkan dari reaksi atom di dalam sebuah reaktor. Nuklir dapat digunakan sebagai bahan pembuat bom atom. Selain itu, nuklir dapat digunakan sebagai pembangkit listrik. Penggunaan nuklir sebagai

sumber energi listrik tidak menimbulkan polusi. Hanya saja, kebocoran nuklir perlu diwaspadai. Kebocoran dapat menyebabkan cacat tubuh, bahkan kematian.

8. Upaya Hemat Energi Listrik

Secara garis besar cara penghematan pemakaian energi dapat dibagi dalam lima kategori diuraikan sebagai berikut.

a. Peninjauan ulang sistem teknis dan perbaikan arsitektur bangunan

Dari hasil studi, statistik dan pengukuran pada sejumlah gedung bertingkat di Jakarta diperoleh fakta bahwa beban listrik untuk AC rata-rata mencapai sekitar 60% dari seluruh pemakaian listrik. Fokus penghematan harus diarahkan pada sistem pendinginan ini, misalnya memilih/mengganti unit AC dengan yang mempunyai EER rendah atau memperbaiki sistem aliran *refrigerant* agar bisa lebih hemat listrik, dan mengurangi beban pendinginan. Salah satu beban pendinginan yang besar adalah sinar matahari yang langsung masuk ke dalam ruang, terutama antara jam 10 pagi sampai jam 15. Dengan memasang penghalang sinar matahari pada sisi timur dan barat di luar gedung pada sudut jam 10 dan jam 14, akan bisa sangat mengurangi secara drastis beban pendinginan. Pemasangan *vertical blind* di dalam gedung tidak ada artinya bagi mesin AC, karena radiasi sinar matahari sudah terlanjur masuk ke dalam ruang dan akan tetap menjadi beban mesin AC.

Perambatan panas matahari melalui dinding dapat dikurangi dengan menambah isolator panas. Isolator panas yang cukup baik adalah udara. Pemakaian dinding dobel dengan jarak antara dinding sekitar 10 cm akan sangat menghambat perambatan panas. Pemakaian batako pres dengan rongga udara di bagian tengah juga bisa mengurangi perambatan panas. Udara dingin yang keluar atau udara panas yang masuk sama-sama memboroskan energi. Dengan melakukan peninjauan ke lapangan, ke setiap ruang, selalu akan dapat diperoleh beberapa lubang kebocoran udara dingin dengan udara panas yang harus segera ditutup. Hasil pengukuran di pintu lobi hotel yang dibiarkan terbuka pada siang hari, dan udara dingin keluar,

menunjukkan pemborosan sebesar 5000 watt, yang setara dengan 10 bh rumah rakyat KPR-BTN. Pemasangan pintu tutup otomatis, pintu putar atau alat “air curtain” bisa mengatasi masalah ini.

b. Perbaiki prosedur operasional secara manual

Beberapa prosedur operasional yang dapat dengan mudah dilaksanakan antara lain: mewajibkan kepada para pemakai gedung untuk selalu mematikan lampu atau AC jika sedang tidak ada orang, mematikan lampu yang dekat jendela kaca pada siang hari, tidak menyalakan pompa pada jam 18-23 karena harga listrik lebih mahal, selalu menutup pintu dan jendela yang memisahkan ruang ber AC dengan yang tidak, selalu memeriksa lampu jalan dan lampu taman yang sering lupa untuk dimatikan pada siang hari. Prosedur operasional yang tampaknya sederhana ini ternyata dalam pelaksanaannya tidaklah semudah seperti yang dikatakan. Diperlukan petunjuk, teguran, pengawasan yang terus-menerus dan melibatkan banyak orang, sampai menjadi suatu kebiasaan atau budaya hemat listrik.

c. Perbaiki prosedur operasional secara otomatis

Cara seperti nomor 2 di atas masih mudah dan bisa dilaksanakan untuk gedung pendek atau pabrik kecil, dan akan menjadi sulit dilaksanakan untuk gedung 25 lantai atau pabrik lebih besar dari 5000 m². Untuk mengatasi kesulitan ini, telah tersedia banyak jenis sensor dan *actuator* untuk berbagai keperluan. Sensor level cahaya, sensor pintu sedang terbuka/tertutup, sensor keberadaan seseorang di dalam ruangan, pengatur waktu otomatis, dan lain sebagainya bisa dirangkai dan dikombinasikan untuk mencapai tujuan penghematan listrik. Konfigurasi jaringan sensor juga bisa direncanakan dengan seksama. Bahkan sekarang juga telah tersedia teknologi “*addressable*” sensor, *actuator* dan monitor. Setiap unit bisa diberi *address*, dan hubungan antar unit cukup dilihat sebagai antar *address*. Selama *address*nya sama, di manapun berada, selalu bisa saling berhubungan. Semua koneksi komunikasi dilakukan secara paralel dengan cukup menggunakan 2 kabel telepon biasa. Misalnya sensor keberadaan



Kegiatan Pembelajaran 3

orang di ruang rapat lantai-17 diberi address nomer 34, maka jika ada orang di dalam, maka lampu ruang (*address=34*) akan menyala, AC ruang rapat (*address=34*) akan menyala, lampu tanda minta kopi di pantry (*address=34*) menyala, lampu tanda monitor di ruang kontrol di *basement* (*address=34*) juga menyala. Jika ruang rapat tersebut kosong dalam waktu 10 menit, maka semua yang berhubungan dengan address 34 akan mati semua. Petugas jaga di ruang monitor mempunyai kuasa untuk mematikan semua yang berhubungan dengan *adress* nomor 34.

Semua dilakukan dengan cara yang sangat sederhana, tanpa komputer. Salah satu kelemahan BAS (*Building Automation System*) terletak pada SDM yang kurang memahami program komputer dengan baik, baik pada sisi operator maupun manajemen. Dengan demikian, banyak BAS yang tidak dipakai secanggih kemampuannya.

d. Pemasangan alat penghemat listrik di seluruh instalasi

Pada prinsipnya pada kebanyakan beban (peralatan yang memakai listrik), selalu bisa dihemat listriknya walau sedikit. Di sini diperlukan kejelian dan keahlian untuk menentukan memilih jenis beban dan alat yang sesuai untuk penghematan. Beban lampu pijar, lampu neon, pemanas, unit AC, motor, dan lain-lain, semuanya mempunyai alat penghemat yang spesifik/unik berdasarkan kinerja beban, jadwal pemakaian beban. Dalam persoalan ini, yang lebih penting adalah “*multiplier effect*” dari penghematan yang kecil-kecil ini. Pengertian “*multiplier effect*” ini yang masih sulit diterima oleh sebagian besar teknisi/insinyur kita, yang sudah terbiasa dengan penghematan secara parsial. Berapa tingkat penghematan total yang bisa diperoleh untuk suatu instalasi, hanya bisa diestimasi berdasarkan statistik dari banyak program/proyek yang pernah dilakukan. Perusahaan yang bergerak dalam bidang penghematan energi listrik ini mempunyai rahasia angka “*multiplier*” yang tidak bisa dibuka terhadap kliennya. Dengan demikian kontrak yang bisa dilakukan berupa “*Result Oriented Contract*”, atau “*Performance Contract*”, terhadap tingkat penghematan yang

mencakup seluruh instalasi/jaringan listrik dalam satu gedung tinggi, kompleks bangunan atau pabrik.

Perusahaan kontraktor penghemat biaya listrik melakukan audit energi yang biasa dipakai, mencari peluang kemungkinan di mana saja bisa dilakukan penghematan, menghitung/estimasi besar penghematan, menjamin besar penghematan dalam persen, menghitung waktu pengembalian modal (*payback period*). Dengan cara ini, tingkat penghematan yang bisa dicapai antara 5-20%, dengan *payback period* sekitar 30 bulan.

e. Perbaiki kualitas daya listrik

Dalam seminar HAEI (Himpunan Ahli Elektro Indonesia), November 2001, terungkap bahwa di beberapa instalasi di Jakarta ditemukan beberapa anomali parameter listrik, misalnya arus netral lebih besar daripada arus fasa, alat pemutus daya bekerja walau beban arus terukur masih 60% dari kapasitasnya, motor lebih cepat panas dari biasanya. Semula hal-hal ini membuat bingung para insinyur listrik dan untuk mengatasinya sementara, mereka menambah ukuran kawat netral, sehingga sama dengan ukuran kawat fasa (yang biasanya cukup setengah dari kawat fasa), memperbesar kapasitas pemutus daya, kapasitas motor dsb. Di sinilah ternyata telah dilakukan salah satu pemborosan baik berupa biaya listrik bulanan maupun biaya modal investasi. Salah satu penyebabnya adalah adanya “harmonisa” yang timbul/ada di dalam jaringan listrik.

Seperti halnya pengetahuan tentang tubuh manusia, harmonisa bisa dianalogikan dengan kolesterol di dalam darah. Kolesterol merambat ke seluruh aliran darah, bisa menyumbat saluran darah, membuat jantung bekerja lebih keras, menyumbat otak, bahkan bisa menghentikan kerja jantung. Harmonisa juga merambat ke seluruh jaringan instalasi, membuat kabel lebih panas, mesin-mesin motor lebih panas (kemampuan menurun), sambungan-sambungan pada pemutus daya lebih panas, trafo utama (jantung bangunan) lebih panas. Hal yang fatal bisa terjadi adalah panas berlebih pada kabel,



Kegiatan Pembelajaran 3

sambungan kabel dan pada trafo yang bisa meledak dan bisa mengakibatkan kebakaran.

Harmonisa ini, di samping menjalar di dalam instalasi satu konsumen, bisa menjalar ke instalasi tetangga yang berdekatan, bahkan menjalar sampai ke trafo PLN di Gardu Distribusi dan Gardu Induk. Jadi, tidak heran jika ada Gardu Distribusi atau kabel PLN yang semula aman aman saja, tiba-tiba bisa meledak.

Harmonisa timbul pada dua dekade belakangan ini akibat pemakaian alat-alat “modern”, yang banyak dipakai untuk sistem kontrol yang lebih baik, misalnya *inverter*, pengatur kecepatan/putaran, UPS (*Uninterruptible Power Supply*), *ballast* elektronik, pengatur temperatur pemanas industri (*oven, heater*) yang menggunakan SCR/*chopper*, dll.

Untuk mengatasi masalah harmonisa ini, bisa dipasang alat penyaring dan penyumbat (*filtering and blocking*) pada sumber-sumber harmonisa atau pada panel utama konsumen. Dari hasil pengukuran harmonisa bisa ditentukan besaran filter yang sebaiknya dipakai. Jika beban berubah-ubah, nilai filter juga bisa dibuat otomatis berubah sesuai dengan perubahan beban.

Langkah-langkah sederhana untuk dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari penggunaan peralatan listrik rumah tangga dalam menghemat pemakaian energi listrik.

1. Penghematan energi pada pencahayaan
 - a) Padamkan lampu apabila ruangan tidak dipakai.
 - b) Padamkan lampu pada siang hari.
 - c) Kurangi penerangan listrik yang berlebihan.
 - d) Atur letak perabot agar tidak menghalangi cahaya lampu dalam ruangan.
 - e) Menyalakan lampu halaman/taman bila hari benar-benar telah mulai gelap.
 - f) Matikan lampu halaman/taman bila hari sudah mulai terang kembali.

2. Penghematan energi pada tata udara/*Air Conditioner* (AC)
 - a) Memilih AC hemat energi dan daya yang sesuai dengan besarnya ruangan.
 - b) Gunakan kapasitas AC yang tepat dan efisien.
 - c) Gunakan pengatur waktu (*timer*) agar AC beroperasi hanya pada saat dibutuhkan.
 - d) Kontrol temperatur dengan termostat.
 - e) Gunakan penutup pada bagian ruangan yang terkena sinar matahari langsung.
 - f) Usahakan pintu, jendela dan ventilasi udara selalu tertutup agar kelembaban cukup rendah.
 - g) Hindari menempatkan sesuatu yang menghalangi sirkulasi udara.
 - h) Bersihkan filter AC, coil kondensor dan sirip AC secara teratur.
 - i) Mengatur suhu ruangan secukupnya, tidak menyetel AC terlalu dingin.
 - j) Menempatkan AC sejauh mungkin dari sinar matahari langsung, agar efek pendingin tidak berkurang.
 - k) Gantilah bahan pendingin yang dipakai (*freon*) dengan bahan pendingin hemat listrik (*hydrocarbon refrigerant*), sehingga bisa menurunkan listrik s/d 25% dari AC.
 - l) Matikan AC bila ruangan kosong dalam jangka waktu relatif lama.
3. Penghematan energi pada pompa air
 - a) Gunakan bak penampungan air (menyimpan air di posisi atas).
 - b) Gunakan pelampung air di penampungan.
 - c) Gunakan air secara hemat dan cegah kebocoran air pada kran dan pipa.
 - d) Sering terjadi pompa bekerja terus-menerus, padahal tidak ada pemakaian. Penyebabnya adalah sebagai berikut.
 - Rele tekan (*pressure switch*) tidak bekerja.
 - Instalasi pipa air di dalam bangunan ada yang bocor.
 - Kran air tidak ditutup sempurna atau rusak.



Kegiatan Pembelajaran 3

4. Penghematan energi pada mesin cuci
 - a) Menggunakan mesin cuci sesuai dengan kapasitas.
 - b) Kapasitas berlebih mengakibatkan perlambatan perputaran mesin dan menambah beban pemakaian listrik.
 - c) Kapasitas yang kurang menyebabkan tidak efisien, karena mesin cuci tersebut menggunakan energi yang sama.
 - d) Gunakan pengering hanya pada cuaca mendung/hujan. Bila cuaca cerah, sebaiknya memanfaatkan sinar matahari.

5. Penghematan energi pada lemari pendingin
 - a) Memilih lemari es dengan ukuran / kapasitas yang sesuai.
 - b) Pintu lemari es ketika menutup harus selalu tertutup rapat.
 - c) Isi lemari es harus sesuai dengan kapasitas (Jangan terlalu sesak).
 - d) Tempatkan lemari es jauh dari sumber panas (kompor, sinar matahari langsung).
 - e) Tempatkan lemari es min. 15 cm dari tembok, agar sirkulasi udara ke kondensor baik.
 - f) Hindari penempatan bahan makanan / minuman yang masih terlalu panas.
 - g) Mengatur suhu lemari es sesuai kebutuhan. Karena semakin rendah temperatur, semakin banyak energi listrik yang digunakan.
 - h) Ganti karet isolasi pada pintu / kabinet secepatnya apabila rusak.
 - i) Membersihkan kondensor (terletak di belakang lemari es) secara teratur dari debu dan kotoran, agar proses pelepasan panas berjalan dengan baik.
 - j) Mematikan lemari es bila tidak digunakan dalam waktu lama.

6. Penghematan energi pada setrika
 - a) Atur penggunaan tingkat panas yang disesuaikan dengan bahan yang disetrika (sutera, wol, polyester, katun dan sebagainya).
 - b) Bersihkan sisi besi bagian bawah setrika secara teratur agar penghantaran panas berlangsung baik

- c) Menyeterika sekaligus banyak jangan hanya satu atau dua potong pakaian.
 - d) Mematikan seterika bila akan ditinggal cukup lama.
7. Penghematan energi lainnya
- a) Kurangi pemakaian listrik pada waktu beban puncak pada jam 18.00 - 22.00
 - b) Gunakan peralatan listrik hemat energi
 - c) Matikan *magic-jar* atau *magic-com* bila nasi sudah tersisa sedikit karena listrik untuk menghangatkan nasi menjadi sia-sia.
 - d) Mematikan televisi, radio, tape recorder, serta peralatan audio visual lainnya, bila tidak ditonton atau didengarkan.
 - e) Lepaskan kabel peralatan listrik bila peralatan sedang tidak digunakan.
 - f) Bila peralatan listrik yang menggunakan sistem remote sedang tidak digunakan, jangan mematikan dengan remote control (*stand by*). Tetapi matikan dari tombol *on-off* atau lepaskan tusuk kontak.
 - g) Nyalakan water heater 20 menit sebelum air panas digunakan
 - h) Bersihkan secara periodik kaca jendela. Kaca jendela yang bersih akan meneruskan cahaya lebih banyak.
 - i) Bersihkan secara periodik bola lampu / tabung lampu beserta reflektornya agar supaya bersih agar tidak mengurangi cahaya.

9. Pemanfaatan Teknologi Listrik

Banyak sekali manfaat energi listrik untuk kehidupan ini, berikut ini berbagai macam-macam manfaatnya yang kita rasakan.

a. Sebagai Penerangan

Saat malam hari, manfaat energi listrik bisa dijadikan sebagai sumber penerangan. Energi listrik bisa digunakan untuk menyalakan lampu. Dahulu kala saat energi listrik belum masuk ke desa-desa, penerangan hanya dilakukan menggunakan lampu minyak biasa. Saat ini harga minyak bumi mahal harganya, sehingga



Kegiatan Pembelajaran 3

manfaat minyak bumi atau minyak tanah semakin langka dan semakin mahal.

b. Sumber Energi

Energi listrik dijadikan sebagai sumber energi. Disebut sumber energi karena listrik bisa dijadikan sebagai penghasil energi. Misalnya saja adalah sumber energi untuk menghidupkan berbagai macam peralatan rumah tangga dan juga peralatan elektronik lainnya.

c. Sarana Hiburan

Sarana hiburan bisa menggunakan energi listrik, sebabnya adalah banyak alat-alat dan media hiburan yang menggunakan energi listrik. Misalnya manfaat sosial media dari *smartphone*, *playstation* atau *game* elektronik lainnya yang membutuhkan listrik.

d. Penghasil Panas

Listrik bisa dijadikan sebagai penghasil panas, manfaat energi listrik banyak digunakan berbagai macam keperluan rumah tangga. Listrik bisa dijadikan sebagai sumber panas, karena arus listrik bisa mengalir dengan manfaat nikel atau elemen-elemen pemanas yang bisa menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan inilah yang digunakan dan juga dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari.

Energi listrik yang menghasilkan panas bisa digunakan untuk kompor listrik, penanak nasi dan juga digunakan untuk menyetrika. Semua peralatan tersebut mengubah energi listrik menjadi panas.

e. Penghasil Gerak

Energi listrik yang ada di dalam kehidupan ini juga bisa dihasilkan sebagai penghasil gerak. Banyak kebutuhan rumah tangga yang membutuhkan listrik untuk menggerakkan sesuatu. Misalnya saja energi listrik yang diubah menjadi energi gerak bisa digunakan untuk menggerakkan motor, mobil, kipas angin dan masih banyak lagi lainnya. Saat mengubah energi gerak dibutuhkan arus listrik untuk menggerakkan alat-alat tersebut.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah Anda mempelajari materi ini, Anda sebaiknya melakukan aktivitas berikut.

1. Diskusi Materi

Dalam aktivitas diskusi materi ini, Anda diminta secara mandiri untuk mengerjakan tugas membaca dengan teliti dan merangkumnya. Selanjutnya, secara kolaboratif diskusikanlah hasil pekerjaan Anda dengan rekan-rekan lainnya.

LK.J3.01. Diskusi Materi Rangkaian Listrik

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting topik Rangkaian Listrik.

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik Rangkaian Listrik dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik Rangkaian Listrik !
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Praktik

Praktik dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum dan membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

LK.J3.02 Rangkaian Listrik

1. Tujuan Percobaan

- a. Merangkaikan tiga buah lampu menjadi sebuah rangkaian tertutup.
- b. Menjelaskan rangkaian tertutup yang ada.
- c. Mengukur besaran-besaran listrik yang dapat diukur pada rangkaian.
- d. Menggunakan persamaan-persamaan yang ada untuk memprediksi besaran-besaran lain yang tak dapat diukur.

2. Alat dan bahan yang disediakan

- a. Bola lampu 3 buah atau lebih.
- b. Kabel hitam dan merah berpenjepit secukupnya
- c. Baterai/powersupply secukupnya
- d. Tempat baterai 3 buah
- e. Sakelar
- f. *Basic meter*/avo meter 4 buah

3. Cara kerja

- a. Rangkaikan seluruh lampu dengan baterai, sehingga lampu menyala semua.
- b. Gambarkan rangkaian yang telah berhasil.
- c. Ukur arus yang mengalir pada masing-masing kabel.
- d. Ukur besar beda potensial pada masing-masing lampu dan sumber arus yang terjadi setelah rangkaian berfungsi.
- e. Diskusikan hubungan antar besaran yang didapat.
- f. Tentukan jenis rangkaian yang telah dibuat dengan alasannya.

4. Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas

LK.J3.03. Menyusun Soal Berbasis Kelas Materi Rangkaian Listrik

Tujuan : Mengembangkan Soal berbasis Kelas materi Rangkaian Listrik

Langkah Kegiatan :

Buatlah secara mandiri tiga soal pilihan ganda (PG) dan tiga soal Uraian pada topik Rangkaian Listrik dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

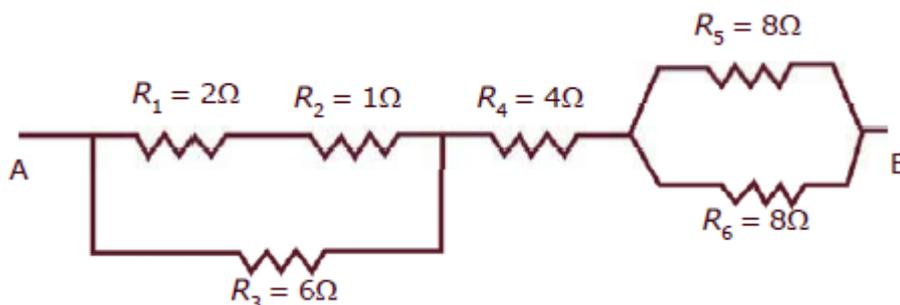
E. Latihan / Kasus /Tugas

Latihan/Kasus/Tugas terdiri atas tiga bagian, yaitu soal pilihan ganda, soal uraian, dan latihan membuat soal. Soal pilihan ganda merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

Soal Pilihan Ganda

Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu pilihan jawaban yang paling tepat.

1. Muatan listrik 4500 C mengalir melalui penghantar selama 15 menit. Kuat arus listrik yang melalui penghantar adalah
A. 0,3 A
B. 2 A
C. 3 A
D. 5 A
2. Perhatikan gambar di bawah ini:



Besarnya hambatan pengganti dari rangkaian di atas adalah

- A. $4\ \Omega$
- B. $6\ \Omega$
- C. $8\ \Omega$
- D. $10\ \Omega$

3. Berikut merupakan pernyataan yang benar terkait dengan rangkaian parallel
 - A. nyala lampu kurang terang tidak sesuai dengan seharusnya'
 - B. nyala lampu terang sesuai dengan seharusnya
 - C. Lampu cepat putus karena lampu sangat terang
 - D. Sumber arus yang digunakan cepat habis

4. Kegiatan berikut yang merupakan upaya **tidak melakukan penghematan** energy listrik
 - A. Mematikan lampu dimalam hari
 - B. Tidak memanfaatkan alat listrik di rumah.
 - C. Menggunakan lampu hemat energi.
 - D. Tetap menyalakan TV walaupun tidak ditonton.

5. Penggunaan listrik paling tinggi terjadi pada pukul
 - A. 07.00-12.00
 - B. 15.00-20.00
 - C. 22.00-03.00
 - D. 17.00-22.00

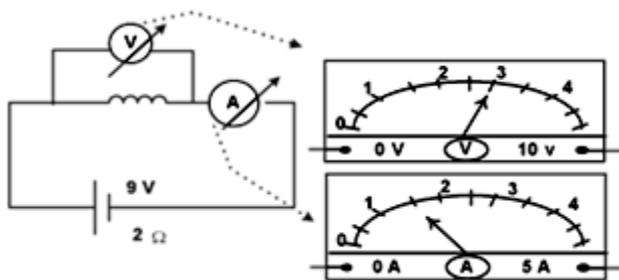
6. Seutas kawat nikrom panjangnya 3 meter memiliki hambatan 20 ohm. Kawat kedua panjangnya sama tetapi diameternya $\frac{1}{2}$ kali diameter kawat pertama. Berapakah hambatan kawat yang kedua?
 - A. 80 ohm.
 - B. 40 ohm.
 - C. 15 ohm.
 - D. 5 ohm.

Kegiatan Pembelajaran 3

7. Kuat arus di dalam sepotong kawat penghantar adalah 10 A. Berapa menit waktu yang diperlukan oleh muatan sebesar 4.800 coulomb untuk mengalir melalui penampang tersebut?
 - A. 10 menit.
 - B. 8 menit
 - C. 6 menit
 - D. 4 menit.

8. Transmisi energi listrik jarak jauh dilakukan dengan menggunakan tegangan tinggi, Hal ini karena dengan tegangan tinggi ...
 - A. maka luas penampang kawat yang digunakan akan relatif kecil sehingga lebih ekonomis.
 - B. maka arusnya akan membesar sehingga energi yang terbuang jadi mengecil.
 - C. maka arus yang mengalir mengecil sehingga kawat yang digunakan harus yang relative besar agar kuat jika tertimpa tekanan.
 - D. maka arus akan membesar dan kawat hanya perlu yang berluas penampang besar..

9. Untuk mengetahui nilai hambatan (R) suatu kawat kumparan digunakan rangkaian seperti gambar. Nilai hambatan R adalah ...



- A. 4,0 Ω
- B. . 6,5 Ω
- C. 8,0 Ω
- D. 9,5 Ω

10. Dua buah konduktor listrik dengan bahan dan panjang yang sama tetapi dengan perbandingan luas 1 : 2, dirangkai secara paralel. Jika diberikan beda potensial pada kombinasi ini, maka perbandingan daya yang dihasilkan oleh kedua konduktor adalah...
- A. $P_1 : P_2 = 1 : 2$
 - B. $P_1 : P_2 = 1 : 4$
 - C. $P_1 : P_2 = 2 : 1$
 - D. $P_1 : P_2 = 4 : 1$

F. Rangkuman

Rangkaian listrik berfungsi jika arus mengalir pada seluruh komponen yang terangkai dengan kuat arus I dimana besar I berbanding lurus dengan banyak muatan yang mengalir dan berbanding terbalik dengan waktu selama muatan tersebut mengalir. Bisa juga kita sebut kuat arus listrik besarnya berbanding lurus dengan beda potensial antara ujung-ujung komponen yang pada mengalir arus listrik dan berbanding terbalik dengan hambatan komponen yang dilewati.

Rangkaian pada komponen listrik pada dasarnya hanya ada dua jenis yaitu seri dan paralel. Selain itu rangkaian yang lain merupakan gabungan dari kedua jenis rangkaian tersebut.

Upaya-upaya hemat listrik perlu dilakukan baik dalam bentuk kebijakan/aturan juga kesadaran dari pengguna energi listrik. Langkah-langkah di antaranya; berupa peninjauan ulang sistem teknis dan perbaikan arsitektur bangunan, perbaikan prosedur operasional secara manual, perbaikan prosedur operasional secara otomatis.

Transmisi listrik membicarakan bagaimana listrik dapat mengalir dari Pusat Pembangkit Listrik (*Power Plant*), substation distribution, beban, dengan prinsip ekonomis, efektif, dan optimal.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan dengan mandiri, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

1. D
2. D
3. B
4. D.
5. C
6. A
7. B
8. A
9. A
10. B

Kegiatan Pembelajaran 4

Magnet

Modul ini membahas tentang kemagnetan, dari segi konsep medan magnet, induksi elektromagnetik, penggunaan magnet dalam produk teknologi dan penggunaan magnet dalam kehidupan sehari-hari. Magnet adalah suatu obyek yang memiliki medan magnet, medan magnet adalah daerah yang dipengaruhi magnet. Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara (north/N) dan kutub selatan (south/S). Walaupun magnet itu dipotong-potong, potongan magnet kecil tersebut tetap memiliki dua kutub. Medan magnet adalah medan vektor. Artinya besaran yang dilukiskan medan tersebut adalah besaran vektor. Besaran vektor medan magnet ini biasanya disebut induksi magnetik.

Dalam kehidupan sehari-hari, magnet sering kita jumpai. Misalnya pada pintu kulkas, agar kulkas dapat tertutup rapat dan kebocoran daya listrik diminimalkan, maka didesain pintu kulkas mengandung magnet. Dalam dunia teknologi, penggunaan magnet juga dijumpai di speaker. Masih banyak lagi penggunaan magnet dalam produk teknologi modern.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini peserta diklat diharapkan secara mandiri dapat menjelaskan konsep medan magnet, induksi magnetik, penggunaan magnet dalam produk teknologi dan kehidupan sehari-hari.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah sebagai berikut.

1. Menjelaskan konsep medan magnet
2. Menjelaskan induksi magnetik
3. Menjelaskan penggunaan magnet dalam produk teknologi
4. Menjelaskan penggunaan magnet dalam kehidupan sehari-hari

C. Uraian Materi

1. Medan Magnet

Medan magnet adalah ruangan/daerah 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 yang bergerak, maka benda tersebut mengalami gaya.

Sifat medan magnet di atas yang mendasari pemikiran bagaimana kuat medan magnet diukur.

2. 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 voltase 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 daripada dengan cara yang pertama dan kedua. Maka dirancanglah suatu alat magnetometer statis yang cukup sederhana dengan menggunakan dua sampel.

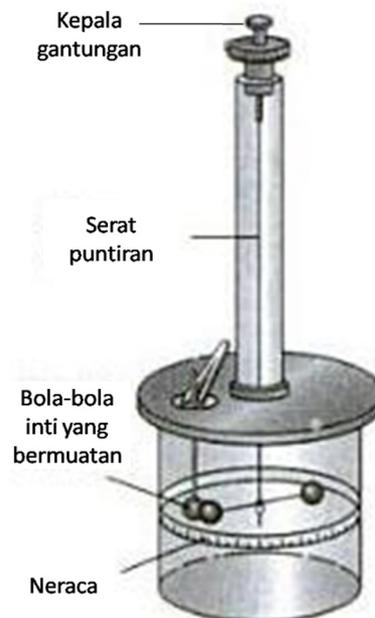
Pengukuran kuat medan magnet dilakukan dengan menggunakan kumparan solenoida yang dialiri arus sebagai sampel kedua dan dikalibrasi dengan sampel pertama yaitu pasir yang dimagnetisasi. Pengamatan dilakukan untuk beberapa jarak antara sampel dan sistem magnet pada magnetometer statis. Dan akan diukur 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. (Adler).

3. 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 antaranya. Perhatikan gambar neraca puntir berikut ini:



Gambar 45. Neraca puntir

Magnet batang **AB** (Gambar 1) 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** kita putar kembali sampai **B** mengambil



Kegiatan Pembelajaran 4

kedudukan seperti semula lagi. Hal ini dapat dilakukan dengan memutar kepala **K**, yaitu tempat dimana 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/ medium.

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:

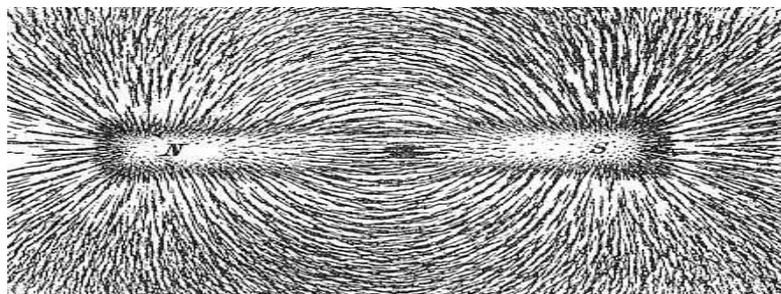
B = induksi magnetik, satuan dalam SI = Weber/m² atau Tesla

H = intensitas magnet

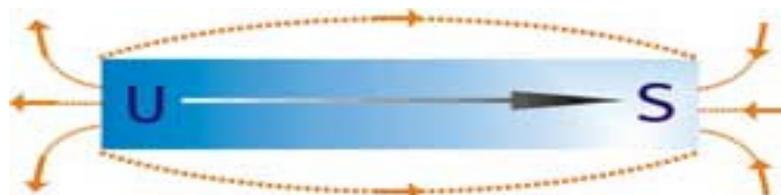
μ_0 = permeabilitas = $4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$ (udara)

4. Medan magnet oleh benda magnetik

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



Gambar 45. Pola garis gaya magnet



Gambar 46. Arah garis gaya magnet

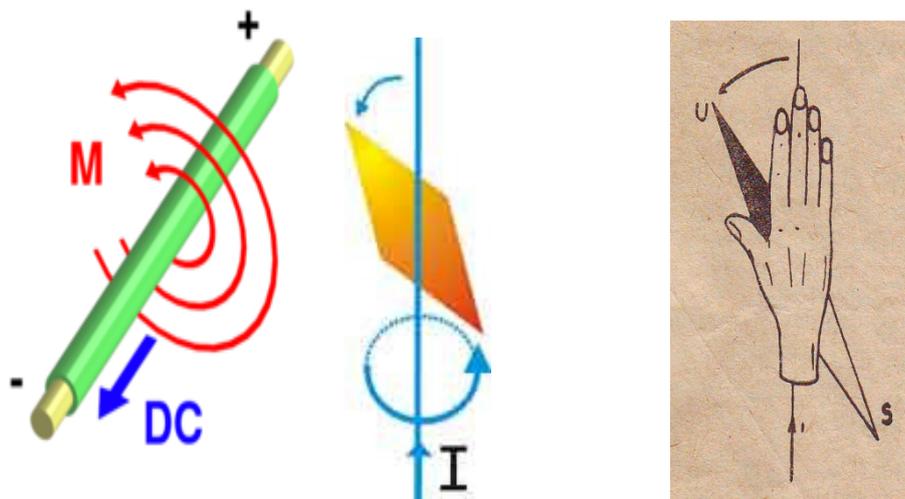
5. Medan magnet oleh muatan bergerak (arus listrik).

Oersted menyatakan bahwa perpindahan muatan listrik (arus listrik) akan menimbulkan medan magnet di sekitarnya. Arah medan magnet B ditentukan dengan kaidah sekrup putar kanan atau tangan kanan.



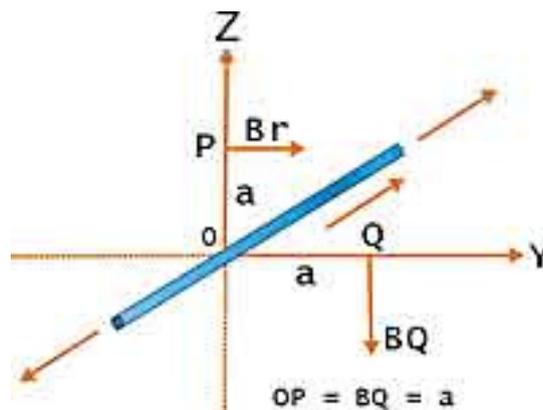
Kegiatan Pembelajaran 4

Misalkan arus mengalir melalui sepotong kawat membentuk suatu medan magnet (M) disekeliling kawat. Medan tersebut terorientasi menurut aturan tangan kanan dapat digambarkan hal tersebut sebagai berikut:



Gambar 47. Arah garis gaya magnet disekitar kawat berarus serta cara menentukannya

- 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 48. kawat panjang berarus listrik



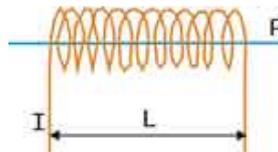
Besar induksi magnet di titik yang berjarak a dari kawat :

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

Keterangan :

a = jarak suatu titik terhadap kawat

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



Gambar 49. Kawat solenoida berarus listrik

Besar Induksi magnetik di tengah solenoida:

$$B_0 = \mu I n = \mu I N / L$$

Keterangan:

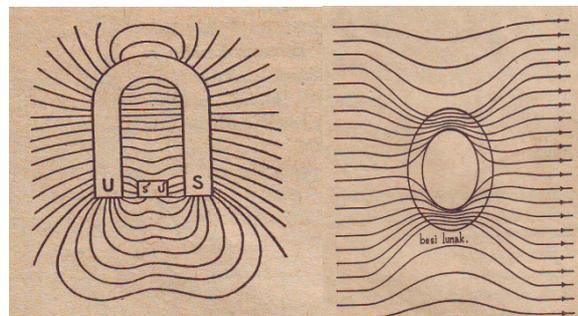
μ = permeabilitas bahan = $\mu_0 \cdot k_m$

k_m = permeabilitas relatif

Induksi magnetik di ujung solenoida:

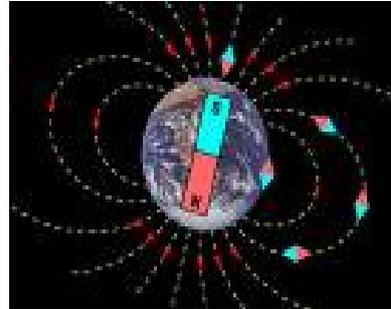
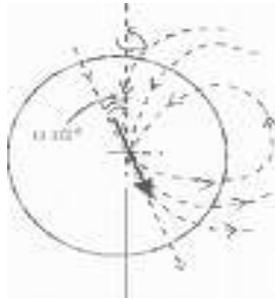
$$B_p = \mu I n / 2 = \mu I N / 2L = B_0/2$$

Selain itu karena garis gaya magnet sangat dipengaruhi oleh benda-benda 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 *absorpsi*. Perhatikan gambar:



Gambar 50. *Influensi* dan *absorpsi* garis gaya magnet

6. Magnet Bumi



Gambar 51. Gambaran garis gaya magnet bumi

Bumi memiliki medan magnet bumi yang dihasilkan oleh kutub-kutub magnet bumi. Medan magnet bumi tersebut besarnya dipengaruhi oleh:

- **Kondisi Variasi setempat (local variation)** yaitu kondisi yang disebabkan oleh batu-batuan yang bersifat magnetik terkonsentrasi. Perubahan medan magnet bumi yang disebabkan oleh perbedaan kandungan kemagnetan batuan yang ada di suatu tempat akan memungkinkan kita memprediksi/menentukan struktur lapisan bumi dan permukaannya. Serupa dengan prinsip survei gravitasi, kondisi variasi setempat juga dapat digunakan untuk penjelajahan dunia perminyakan/pertambangan. Serta dapat pula melakukan pemetaan geologi dan kajian geologi struktur, mencari bijih dan mengenal sejarah pemuatan dasar laut.
- **Terjadinya Perubahan terhadap waktu** yaitu perubahan letak kutub-kutub magnetik bumi yang berubah terhadap waktu; misalkan antara tahun 1600 sampai 1800 deklinasi magnetik bumi di London berubah dari 11° timur sampai 24° barat.

Data magnet bumi dapat digunakan untuk kepentingan :

1. Navigasi penerbangan dan pelayaran. Yaitu untuk petunjuk arah yang diperlukan seperti; data deklinasi magnet bumi disuatu tempat, Koreksi arah jarum kompas terhadap Utara sebenarnya.

2. Pembuatan peta topografi

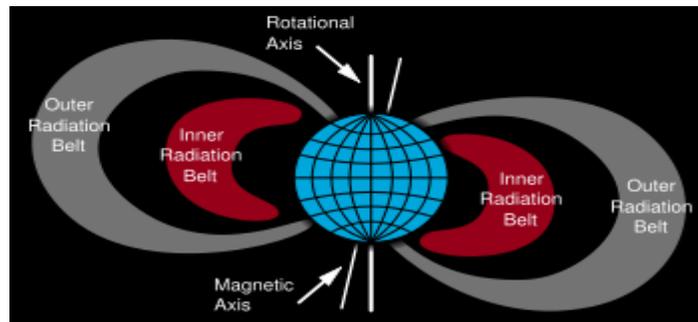
Dalam pembuatan peta Topografi skala besar harus dicantumkan notasi deklinasi magnet disetiap lembar peta.

3. Survey Geologi dan Geofisika

Setiap survey Geologi dan Geofisika yang menggunakan metode magnet, memerlukan Data variasi harian dari stasiun-stasiun magnet bumi di Indonesia. Data ini sebagai koreksi data lapangan selama dilakukan survey.

Selain fungsinya tersebut, medan magnet bumi dapat juga memunculkan terjadinya interaksi antara medan magnet bumi dengan badai matahari, hal tersebut megakibatkan beberapa peristiwa yang ada dibumi. Diantaranya muncul gejala-gejala seperti:

1. Badai magnetik, badai ini dapat mempengaruhi komunikasi radio.
2. Sabuk radiasi *Van Allen*, peristiwa ini terjadi sepanjang kutub utara-selatan magnetik.



Gambar 52. Gambaran Sabuk Radiasi Van Allen

3. Peristiwa Aurora pada lintang utara dan selatan sebesar ± 750



Gambar 53. Aurora

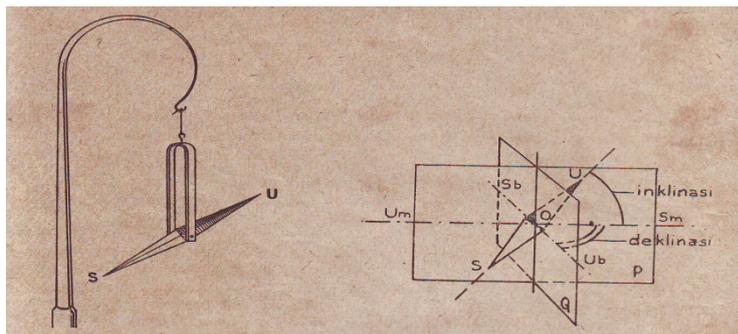
Kemagnetan bumi dapat mengakibatkan beberapa gejala terhadap magnet jarum (kompas), diantaranya: sudut *deklinasi* dan sudut *inklinasi*.



Kegiatan Pembelajaran 4

Sudut *deklinasi* adalah sudut antara sumbu kompas yang berputar pada bidang datar dengan arah utara-selatan kutub bumi. Sudut ini disebut pula dengan sudut *deviasi*.

Sudut *inklinasi* adalah sudut antara sumbu kompas yang diletakkan vertikal dengan bidang mendatar.

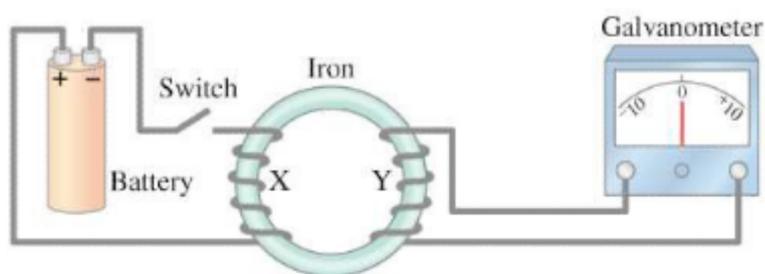


Gambar 54. deklinasi dan *inklinasi*

7. Induksi Elektromagnetik

Hubungan antara gejala kelistrikan dan kemagnetan adalah :

- a. Arus listrik menghasilkan medan magnet
- b. Medan magnet memberikan gaya pada arus listrik atau muatan listrik yang bergerak



Gambar 55. Percobaan Faraday

Gambar di atas adalah perangkat percobaan Faraday yang digunakan untuk menyelidiki bahwa arus listrik dapat dihasilkan dari medan magnet.

Sebuah kumparan kawat X, dihubungkan dengan sebuah baterai. Arus yang mengalir melalui X menghasilkan medan magnet yang diperkuat oleh inti besi.



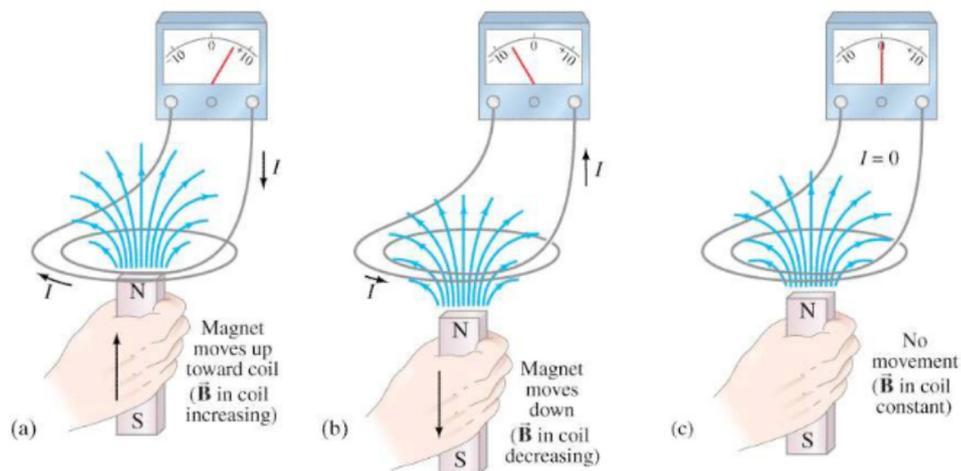
Faraday berharap bahwa dengan menggunakan baterai yang berkekuatan cukup, arus konstan di X akan menghasilkan medan magnet yang cukup besar, yang dapat membangkitkan arus pada kumparan kedua Y. Pada rangkaian kedua Y, digunakan galvanometer untuk mendeteksi arus listrik, tetapi disini tidak digunakan baterai. Percobaan ini tidak berhasil jika digunakan arus konstan. Tetapi pada akhirnya teramati suatu efek, dimana Faraday melihat simpangan besar terjadi pada jarum galvanometer di rangkaian Y pada saat ia menghidupkan saklar di rangkaian X. Dan galvanometer menyimpang kuat ke arah yang berlawanan pada saat ia mematikan saklar tersebut. Arus konstan di X tidak menghasilkan arus di Y. Arus timbul di Y hanya pada saat terjadi penyambungan atau pemutusan hubungan listrik di X.

Kesimpulan dari percobaan faraday adalah :

Medan magnet konstan tidak dapat menghasilkan arus listrik, namun perubahan medan magnet dapat menghasilkan arus listrik,

sehingga dapat dikatakan bahwa :

Percobaan faraday berikutnya adalah Induksi Elektromagnet,



Gambar 56. Percobaan Arus Induksi



Kegiatan Pembelajaran 4

- (a) Arus terinduksi pada saat magnet digerakkan menuju kumparan
- (b) Arus induksi balik terjadi ketika magnet bergerak menjauhi kumparan
- (c) Tidak terjadi arus induksi jika magnet tidak bergerak relatif terhadap kumparan

Jika magnet ditarik dengan cepat, arus terinduksi dengan arah yang berlawanan. Kemudian, jika magnet dibiarkan diam dan kumparan kawat digerakkan mendekati atau menjauhi magnet, terjadi juga induksi ggl dan aliran arus. Gerakan atau perubahan diperlukan untuk menginduksi ggl, baik itu yang bergerak magnet ataupun kumparan.

Hukum Faraday tentang Induksi : Hukum Lens

ggl induksi selalu membangkitkan arus yang medan magnetnya berlawanan dengan asal perubahan fluks

Secara matematis dirumuskan :

$$\xi = -N \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

8. Penggunaan Magnet dalam Produk Teknologi

Dalam perkembangannya magnet banyak dimanfaatkan diantaranya dalam dunia medis, sebagai contoh :

1. **MRI (*Magnetic Resonance Imaging*)** ialah gambaran potongan sebagian badan yang diambil dengan menggunakan daya magnet yang kuat diarahkan keanggota badan tersebut. Berbeda dengan "CT scan", MRI tidak memberikan rasa sakit ataupun dampak radiasi, hal ini disebabkan karena tidak adanya penggunaan sinar-X dalam proses tersebut.

Magnetic Resonance Imaging (MRI) juga merupakan suatu kaedah untuk menghasilkan gambar organ dalam dari organisme hidup dan juga untuk menemukan jumlah kandungan air dalam struktur geologi. Biasa digunakan untuk menggambarkan secara patologi atau perubahan fisiologi otot hidup dan juga memperkirakan *ketelusan* batu terhadap hidrokarbon.

Teknik penggunaan MRI tersebut adalah sebagai berikut: Pertama-tama, putaran nukleus atom molekul otot *diselarikan* dengan menggunakan medan magnet yang berkekuatan tinggi. Kemudian, denyutan frekuensi radio

dikenakan pada kedudukan menegak pada garis medan magnet agar sebagian nukleon hidrogen bertukar arah. Selepas itu, frekuensi radio akan dimatikan, hal ini akan menyebabkan nukleon berganti pada konfigurasi awal. Ketika ini terjadi, tenaga frekuensi radio dibebaskan yang dapat ditemukan oleh *gegelung* yang mengelilingi orang yang sakit. Sinyal ini dicatat dan data yang dihasilkan diproses oleh komputer untuk menghasilkan gambar otot. Dengan ini, ciri-ciri anatomi yang jelas dapat dihasilkan. Pada penggunaan buat pengobatan, MRI digunakan untuk membedakan otot patologi seperti *tumor* otak dibandingkan otot normal.

Teknik ini bergantung kepada ciri tentang nukleon hidrogen yang dirangsang menggunakan magnet dalam air. Bahan contoh ditunjukkan seketika pada tenaga radiofrekuensi, yang dengan kehadiran medan magnet, mengakibatkan nukleon dalam keadaan bertenaga tinggi. Ketika molekul kembali menurun kepada normal, tenaga akan dibebaskan ke sekitarnya, melalui proses yang dikenal sebagai relaksasi.

Walaupun kelakuan nuklir atomik dalam contoh terpenting bagi teknik ini, penggunaan istilah nuklir dihindari untuk menghindarkan kebingungan tak beralasan disebabkan kebingungan atau kerisauan yang timbul dengan kaitan antara perkataan "nuklir" dengan teknologi yang digunakan dalam senjata nuklir dan resiko bahan radioaktif. Berbeda dengan teknologi senjata nuklir, nukleon berkait dengan MRI yang ada.

Salah satu kelebihan menggunakan teknologi MRI adalah, menurut pengetahuan pengobatan masa kini, tidak berbahaya bagi orang yang sakit. Berbeda dengan *CT scans "computed axial tomography"* yang menggunakan aksial tomografi berkomputer yang melibatkan dos radiasi mengion, MRI hanya menggunakan medan magnet kuat dan radiasi tidak mengion "*non-ionizing*" dalam jalur frekuensi radio.

Walaupun demikian, perlu diketahui bahwa orang sakit dengan benda asing logam (seperti serpihan peluru) atau implant terbenam (seperti tulang Titanium buatan, atau pacemaker) tidak boleh discan di dalam mesin MRI, karena MRI menggunakan medan magnet yang kuat.

Kegiatan Pembelajaran 4

Satu lagi kelebihan scan MRI adalah kualitas gambar yang diperoleh biasanya resolusinya lebih baik berbanding CT scan. Lebih-lebih lagi untuk *scan* otak dan tulang belakang, walaupun mesti dicatat bahwa *CT scan* kadangkala lebih berguna untuk cacat tulang.

Dilihat dari sangat pentingnya asas dan aplikasi MRI dalam bidang obat-obatan, Paul Lauterbur dan Sir Peter Mansfield dianugerahi Hadiah Nobel pada tahun 2003 dalam bidang Fisiologi atau Kedokteran untuk penemuan mereka atas MRI.

2. **Kereta Maglev** adalah jenis kereta api yang mengambang secara magnetik. Maglev singkatan dari magnetically levitated trains, dalam bahasa Indonesia disebut kereta api levitasi magnetik. Sering juga disebut kereta api magnet. Prinsip kerja dari kereta api ini adalah memanfaatkan gaya magnet untuk mengangkat kereta sehingga mengambang, tidak menyentuh rel, sehingga gaya gesek dapat dikurangi.



Gambar 57. Kereta maglev
Sumber : *Google image*

Kereta Maglev juga memanfaatkan magnet sebagai pendorong. Dengan kecilnya gaya gesek dan besarnya gaya dorong, kereta ini mampu melaju dengan kecepatan sampai 600 km/jam, jauh lebih cepat dari kereta biasa. Beberapa negara yang telah mengembangkan kereta api jenis ini adalah Tiongkok, Jepang, Perancis, Amerika, dan Jerman. Dikarenakan mahalnya pembuatan rel magnetik, di dunia pada tahun 2015 hanya ada

dua jalur Maglev yang dibuka untuk transportasi umum, yaitu Shanghai Transrapid di Tiongkok dan Linimo di Jepang.

9. Penggunaan Magnet Dalam Kehidupan Sehari-Hari

Magnet dapat ditemukan dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari antara lain:

1. Jarum kompas adalah dari magnet permanen.



Gambar 58. Kompas

2. Pintu kulkas memiliki magnet permanen agar selalu tertutup.
3. Kartu ATM dan kartu kredit memiliki jalur magnet yang berisi informasi.



Gambar 59. Kartu ATM

4. TV dan monitor komputer menggunakan elektromagnetik untuk menghasilkan gambar.



Gambar 60. Televisi

Kegiatan Pembelajaran 4

5. Mikrofon dan speaker menggunakan kombinasi magnet permanen dan elektromagnetik.



Gambar 61. Speaker

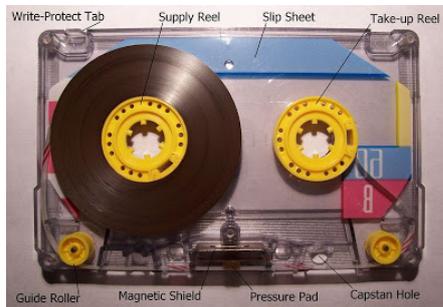
Pergerakan penarikan dan penolakan menggerakkan kon, yang menghasilkan suara. Kebanyakan speaker tergantung kepada teknologi ini, tetapi ada juga yang menggunakan konsep yang berbeda. Mikrofon standar berbasis kepada konsep yang sama, tetapi menyongsang. Mikrofon memiliki kon atau selaput yang terlekat pada gelungan kabel. Gelung itu terletak dalam magnet berbentuk khusus. Bila suara mengetarkan selaput maka gelung itu turut bergetar dan menghasilkan voltage saat ia melalui medan magnet. Voltage dalam kabel ini adalah sinyal listrik yang mewakili suara asal.

6. Media rekaman magnetik: Tape VHS biasa mengandung golongan tape bermagnet. Informasi yang memproduksi video dan suara dikodekan pada lapisan bermagnet pada tape.



Gambar 62. Tape VHS

7. Kaset audio kompak mengandung magnet untuk menghasilkan audio.



Gambar 63.Kaset Audio

8. Motor listrik dan generator: Motor listrik (seperti speaker) tergantung pada kombinasi elektromagnet dan magnet permanen, dan seperti speaker, mengganti energi listrik ke energi mekanis. Generator bertindak merubah energi mekanis ke energi listrik.



Gambar 64.Motor Listrik

9. Transformator/trafo. Transformator merupakan perangkat yang mengkonversi energi listrik antara dua perangkat yang terpisah menggunakan listrik melalui konektor magnet.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah Anda mempelajari materi ini, Anda sebaiknya melakukan aktivitas berikut.

1. Diskusi Materi

Dalam aktivitas diskusi materi ini, Anda diminta secara mandiri untuk mengerjakan tugas membaca dengan teliti dan merangkumnya. Selanjutnya, secara kolaboratif diskusikanlah hasil pekerjaan Anda dengan rekan-rekan lainnya.

LK.J4.01. Diskusi Materi Magnet

Tujuan :Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting topik Magnet

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik Magnet dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik Magnet!
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Praktik

Praktik dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum dan membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

LK.J4.02. Medan Magnet

Alat dan bahan

1. Serbuk besi di dalam kantong plastik
2. Magnet batang, 2 buah
3. Kertas tipis

Langkah kegiatan

1. Letakkan sebuah magnet batang di atas sebuah kertas putih. Simpanlah di atas meja yang rata.



2. Taburkan serbuk besi di sekeliling magnet tersebut.
3. Amati, bagaimana keadaan serbuk besi tersebut.
4. Gambarlah pada kertas pola serbuk besi yang Anda lihat.
5. Tandai ujung-ujung gambar dengan U dan S untuk menunjukkan kutub utara dan selatan magnet tersebut.
6. Letakkan 2 buah magnet batang di atas meja dengan kutub-kutub tak senama didekatkan dengan jarak sekitar 1 cm seperti diperlihatkan pada gambar.



7. Taburkan serbuk besi di sekeliling magnet-magnet tersebut.
8. Amati, bagaimana keadaan serbuk besi tersebut.
9. Gambarlah pada kertas pola serbuk besi yang Anda lihat.
10. Lakukan hal yang sama jika kutub yang didekatkan adalah kutub-kutub senama.





Kegiatan Pembelajaran 4

11. Amati, bagaimana keadaan serbuk besi tersebut.
12. Gambarlah pada kertas pola serbuk besi yang Anda lihat.

Pertanyaan

1. Di manakah serbuk besi kelihatan paling padat?
2. Bagaimanakah pola serbuk besi ketika 2 buah kutub senama didekatkan?
3. Bagaimanakah pola serbuk besi ketika 2 buah kutub tak senama didekatkan?

Kesimpulan

Apakah kesimpulan Anda?

.....

.....

.....

.....

.....



LK.J4.03 Elektromagnet**Alat dan Bahan**

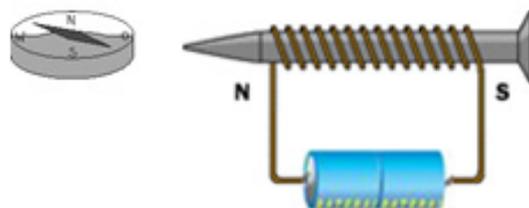
1. kawat tembaga berisolasi (100 cm)
2. pensil (1 buah)
3. kompas (1 buah)
4. baterai 1.5V (2 buah)
5. paku (1 buah)
6. penjepit kertas 10 buah

Langkah Kegiatan

1. Liliti paku dengan kawat tembaga seperti yang diperlihatkan pada gambar. Banyak lilitan pada paku adalah 20 lilitan. Sisakan 15 cm pada tiap ujung kawat yang tidak dililitkan.



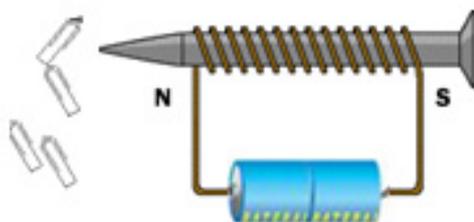
2. Ujilah kumparan tersebut dengan sebuah kompas dalam keadaan kawat tidak terhubung baterai. Apakah jarum kompas bergerak? Catatlah hasil pengamatan Anda.
3. Hubungkan kawat dengan baterai. Ujilah kumparan tersebut dengan kompas. Apakah jarum kompas bergerak?
4. Catatlah hasil pengamatan Anda.





Kegiatan Pembelajaran 4

- Tempelkan sebuah penjepit kertas ke ujung paku, seperti diperlihatkan gambar. Apakah penjepit tersebut melekat pada paku? Catatlah hasil pengamatan Anda pada tabel.



- Tempelkan beberapa penjepit satu persatu ke paku tersebut sampai paku tersebut tidak dapat menahan penjepit terakhir. Putuskan rangkaian ketika paku menjatuhkan penjepit terakhir tersebut. Catatlah jumlah penjepit yang dapat melekat pada paku tersebut.

Tabel Data

	Paku		Pensil	
	20 lilitan	40 lilitan	20 lilitan	40 lilitan
Jumlah penjepit yang menempel				

Pertanyaan

- Berapakah jumlah lilitan yang memungkinkan paku tersebut menahan penjepit paling banyak? Mengapa demikian?
- Bagaimanakah dengan pensil jika dibandingkan dengan paku tersebut?
- Jika Anda membuka rangkaian/sakelar, apakah paku tersebut masih dapat menarik penjepit? Mengapa demikian?

Kesimpulan

Apa kesimpulan Anda dari kegiatan ini?

.....

.....

.....

.....

.....



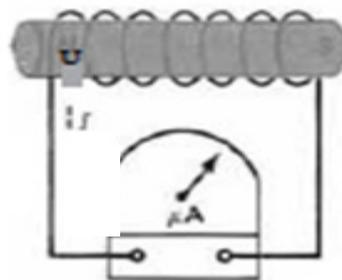
LK.J4.04 Induksi Elektromagnet

Alat dan Bahan

1. Kawat terisolasi
2. Tabung dari kardus (1 buah)
3. Gunting (1 buah)
4. Mikroamperemeter (1 buah)
5. Magnet batang (1 buah)

Langkah-langkah kegiatan

1. Buatlah kumparan sekitar 50 lilitan dengan cara melilitkan kawat pada tabung kardus. Sisakan kawat 15 cm dari ujung-ujung kumparan.
2. Kupaslah 2 cm bagian dari ujung-ujung kawat tersebut.
3. Hubungkan ujung-ujung kawat dengan mikroamperemeter, seperti diperlihatkan gambar. Amati penunjukan jarum pada meter.



4. Dengan tetap mengawasi meter, masukkan satu ujung magnet batang ke dalam kumparan.
5. Perhatikan nilai yang terbaca pada mikro-ampere meter. Catatlah hasil pengukurannya.
6. Tarik magnet keluar dari kumparan. Perhatikan nilai yang terbaca pada mikroamperemeter. Catatlah hasil pengukuran amperemeter.
7. Ulangi prosedur 4 - 6 dengan gerakan yang lebih cepat.

Pertanyaan

1. Dalam keadaan gerak magnet yang bagaimana diperoleh arus yang paling besar?



Kegiatan Pembelajaran 4

2. Bagaimana kecepatan gerakan memasukkan dan mengeluarkan magnet mempengaruhi arus yang dihasilkan?
3. Apakah simpangan jarum mikroamperemeter selalu searah?
4. Ramalkan pengaruh menggunakan kumparan dengan lilitan yang lebih besar pada arus yang dihasilkan.
5. Ramalkan apakah akan dibangkitkan arus ketika tabung kardus dilepas dari kumparan.

Kesimpulan

Apa kesimpulan Anda dari kegiatan ini?

.....

.....

.....

.....

.....



5. Penyusunan Soal Berbasis Kelas

LK.J4.05. Menyusun Soal Berbasis Kelas Materi Magnet

Tujuan : Mengembangkan Soal berbasis Kelas materi Magnet

Langkah Kegiatan :

Buatlah secara mandiri tiga soal pilihan ganda (PG) dan tiga soal Uraian pada topik Magnet dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

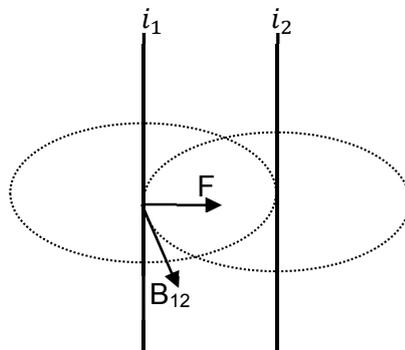
No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

E. Latihan / Kasus / Tugas

Latihan/Kasus/Tugas terdiri atas tiga bagian, yaitu soal pilihan ganda, soal uraian, dan latihan membuat soal. Soal pilihan ganda merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

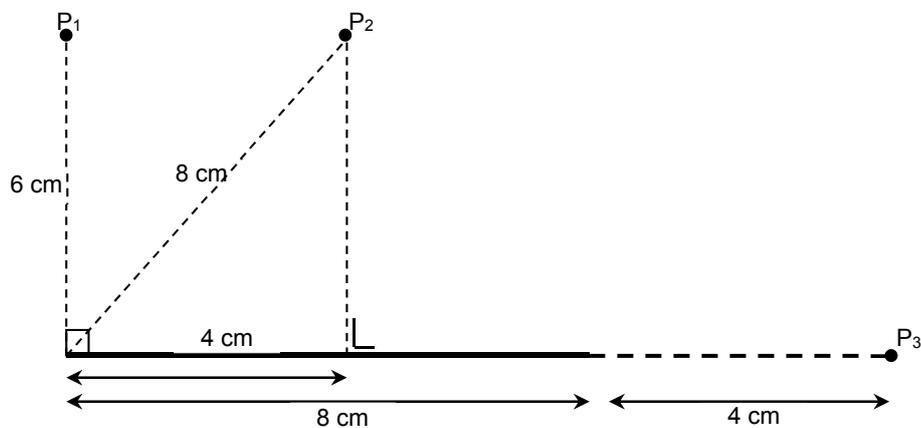
Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti.

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

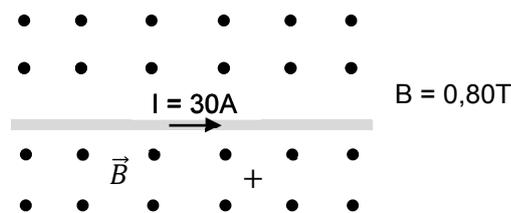


2. Suatu toroida dengan 300 lilitan/m dialiri arus 5A, jika ruang di dalam toroida diisi dengan besi yang mempunyai permeabilitas magnetik sebesar $5000 \mu_0$. Hitunglah H, B, dan M di dalam besi tersebut.
3. Hitunglah besar induksi magnetik di titik P_1 , P_2 , dan P_3 yang ditimbulkan oleh sepotong kawat berarus seperti pada gambar di bawah, jika

$i = 10A !$



4. 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 :
- 4 mm ke sumbu kawat
 - 1 cm ke sumbu kawat, dan
 - 2 cm ke sumbu kawat
5. 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 $5,0\text{cm}$.



F. Rangkuman

Medan magnet terdapat di dalam suatu daerah dalam ruang jika suatu muatan yang bergerak melalui daerah tersebut mengalami suatu gaya akibat gerakannya. Seringkali sebuah medan magnet diketahui melalui pengaruhnya terhadap jarum kompas, jarum kompas mengarah sejajar arah medan magnet. Sebuah medan magnet dapat digambarkan dengan menggunakan garis-garis, dimana \vec{B} adalah tangensial dimana saja. Suatu GGL Induksi selalu memiliki arah yang berlawanan dengan perubahan dalam fluks magnetik yang menghasilkannya.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan dengan mandiri, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

1. 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. 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 :

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

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

3. $B(P_1) = 4/3 \times 10^{-5} \text{ T}$
 $B(P_2) = 1/12 \times 10^{-3} \text{ T}$
 $B(P_3) = 0$

Petunjuk :

Untuk menghitung induksi magnetik di P_1 dan P_2 gunakan persamaan

$$\vec{B}(P) = \frac{\mu_0 i}{4\pi a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

Dengan menentukan terlebih dahulu $\cos \theta_1$ dan $\cos \theta_2$ (perhatikan arah pengukuran θ)



Kegiatan Pembelajaran 4

4. (a) $B = 0,32 \times 10^{-4} \text{ T}$
(b) $B = 2 \times 10^{-4} \text{ T}$
(c) $B = 0$

Petunjuk :

- (a) Gunakan persamaan $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{in}$
(b) Gunakan persamaan $B = \frac{\mu_0 N i}{2\pi r}$
(c) Gunakan Hukum Ampere dan tunjukkan bahwa $i_{in} = 0$

5. Kita mengetahui bahwa :

$$\Delta F_M = I(\Delta L)B \sin \theta = (30 \text{ A})(0,050 \text{ m})(0,80 \text{ T})(1) = 1,2 \text{ N}$$

Dengan menggunakan aturan tangan kanan, gaya tersebut tegak lurus terhadap kawat dan medan dan diarahkan menuju ke bawah.

Penutup

Demikian telah kami susun Modul Pembinaan Karier Kelompok Kompetensi J untuk guru IPA SMP. Modul ini diharapkan dapat membantu Anda meningkatkan pemahaman terhadap materi Teknologi Ramah Lingkungan, Listrik dan Magnet. Selanjutnya pemahaman ini dapat Anda implementasikan dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran IPA di sekolah sehingga tercapai pembelajaran yang berkualitas.

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 J1.02 Tahu Mana yang Lebih Ramah Lingkungan

LK J1.03 Penyusunan Soal Berbasis Kelas Materi Teknologi Ramah Lingkungan

LK J2.02 Percobaan Muatan Listrik

LK J2.03 Penyusunan Soal Berbasis Kelas Materi Elektrostatika

LK J3.02 Rangkaian Listrik

LK J3.03 Penyusunan Soal Berbasis Kelas Materi Rangkaian Listrik

LK J4.02 Medan Magnet

LK J4.03 Elektromagnetik .

LK J4.04 Induksi Elektromagnetik

LK J4.05 Penyusunan Soal Berbasisi Kelas Materi Magnet

Produk pembelajaran yang telah Anda hasilkan selama *on the job learning* akan menjadi tagihan yang akan dipresentasikan dan dikonfirmasi pada kegiatan tatap muka.



Penutup

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 memperbaiki modul ini lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga semua pengguna modul meraih kesuksesan, dan selalu mendapat ridho-Nya.



Evaluasi

Silahkan kerjakan soal-soal berikut. Pilihlah Satu Jawaban yang menurut Anda paling tepat !

1. Teknologi ramah lingkungan harus memenuhi kriteria berikut ini, **kecuali** ...
 - A. pemroteksi lingkungan
 - B. menggunakan sumberdaya secara berkelanjutan
 - C. mengeliminasi emisi gas
 - D. menggunakan biaya rendah

2. Berikut ini dampak yang terjadi karena kegiatan manusia tidak ramah lingkungan.
 1. Hujan asam
 2. Eutrofikasi
 3. Pemanasan global
 4. Penipisan lapisan ozon atmosfer
 5. Emisi merkuri
 6. Pemakaian energi primer
 7. Penyakit Minamata

Matinya ikan-ikan di perairan bebas merupakan indikasi adanya dampak dari

 - A. 1, 2, dan 3
 - B. 1, 2, dan 5
 - C. 2, 5, dan 7
 - D. 4 dan 6

3. Sejak dulu masyarakat telah menggunakan lampu pijar untuk penerangan. Sekarang ada teknologi baru yaitu lampu merkuri, yang akan diproduksi massal secara nasional. Maka harus dipastikan lampu merkuri ini **lebih ramah lingkungan, mudah dioperasikan dan terjangkau harganya**, agar dapat menggantikan lampu pijar. Untuk itu, dilakukanlah analisis daur hidup agar dapat diambil keputusan tersebut. Dalam analisis daur hidup digunakan lampu merkuri dan lampu pijar masing-masing 43 buah dinyalakan selama



Evaluasi

2190 jam dalam setahun. Dari kegiatan tersebut dihasilkan informasi seperti pada tabel di bawah ini

No	Informasi yang dihasilkan	Lampu merkuri	Lampu pijar
1	Biaya listrik per tahun (Rp)	3 448 610	13 800 000
2	Konsumsi Energi per tahun (kWh)	2354	9 417
3	Penggunaan batubara per tahun (kg)	490	1 960
4	Merkuri dalam lampu (mg)	4.0	0
5	Potensi emisi merkuri per tahun (mg)	6.4	9.6

Berdasarkan tabel, keputusan untuk menggantikan lampu pijar dengan lampu merkuri berdasarkan informasi nomor

- A. 1, 2, dan 3
 - B. 3, 4, dan 5
 - C. 2, 3, 4, dan 5
 - D. 1, 2, 3, dan 5
4. Berikut ini pernyataan yang berkaitan dengan penggunaan energi.
- 1. Membutuhkan lahan yang lebih luas
 - 2. Harga per unitnya mahal
 - 3. Tidak bisa dipakai dalam waktu yang lama
 - 4. Tidak menghasilkan suara bising
 - 5. Tidak menyebabkan polusi air
- Pertanyaan yang merupakan kelemahan dalam menggunakan sel surya adalah....
- A. 1 dan 2
 - B. 2 dan 3
 - C. 3 dan 4
 - D. 4 dan 5
5. Berikut ini beberapa pernyataan tentang penggunaan teknologi ramah lingkungan:
- 1. Emisi dari produk tersebut telah dikaji dengan menggunakan LCA oleh lembaga auditor.
 - 2. Logo tersebut diberikan sendiri oleh pemilik perusahaan
 - 3. Pemilik perusahaan mengklaim bahwa produk tersebut bisa didaur ulang

4. Logo tersebut diberikan setelah dilakukan verifikasi oleh lembaga yang berwenang seperti Kementerian Lingkungan Hidup
Pernyataan yang benar jika suatu produk menggunakan logo di bawah ini adalah



- A. 1 dan 2
B. 2 dan 3
C. 2, 3, dan 4
D. 1, 2, dan 4
6. Dua buah benda bermuatan A dan B didekatkan maka
A. jika muatan benda A dan B sejenis akan tolak-menolak
B. jika muatan benda A dan B sejenis akan tarik-menarik
C. jika muatan benda A dan B tidak sejenis, benda A akan menolak B
D. jika muatan benda A dan B tidak sejenis, benda B akan menolak A
7. Pada dua buah muatan q_1 dan q_2 yang berjarak r , maka akan muncul gaya Coulomb yang nilainya
A. berbanding terbalik dengan besar muatan q_1 dan q_2
B. sebanding dengan jarak muatan q_1 dan q_2
C. berbanding terbalik dengan jarak muatan q_1 dan q_2
D. sebanding dengan besar muatan q_1 dan q_2



Evaluasi

8. Pernyataan yang benar tentang medan listrik adalah
 - A. medan listrik tidak dipengaruhi besar gaya listrik
 - B. arah medan listrik keluar dari muatan positif
 - C. arah medan listrik keluar dari muatan negatif
 - D. medan listrik tidak dipengaruhi oleh besar muatan listrik

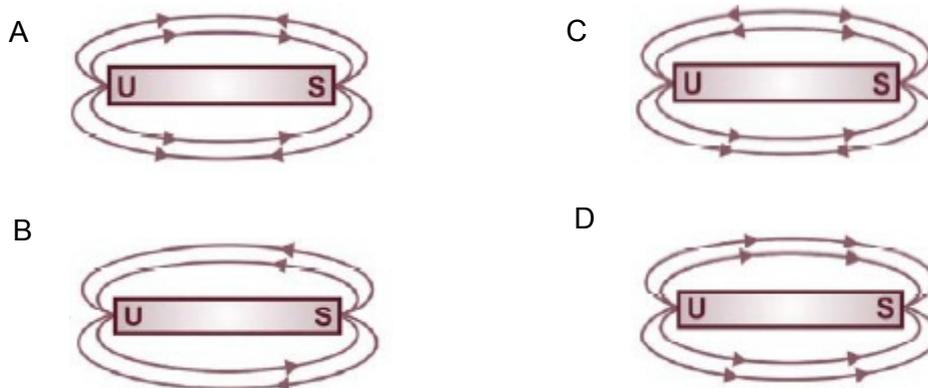
9. Besarnya usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan 1 C dari satu titik ke titik lainnya disebut
 - A. energi listrik
 - B. potensial listrik
 - C. beda potensial listrik
 - D. kapasitas listrik

10. Pada sel saraf manusia, tempat terjadinya tarik-menarik muatan listrik di membran sel saraf adalah
 - A. myelin
 - B. badan sel
 - C. nodus ranvier
 - D. dendrit

11. Muatan listrik 4500 C mengalir melalui penghantar selama 15 menit. Kuat arus listrik yang melalui penghantar adalah
 - A. 0,3 A
 - B. 2 A
 - C. 3 A
 - D. 5 A

12. Dua buah konduktor listrik dengan bahan dan panjang yang sama tetapi dengan perbandingan luas 1 : 2, dirangkai secara paralel. Jika diberikan beda potensial pada kombinasi ini, maka perbandingan daya yang dihasilkan oleh kedua konduktor adalah....
 - A. $P_1 : P_2 = 1 : 2$
 - B. $P_1 : P_2 = 1 : 4$
 - C. $P_1 : P_2 = 2 : 1$
 - D. $P_1 : P_2 = 4 : 1$

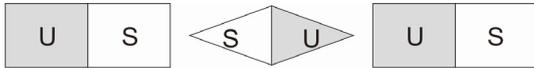
13. Kuat arus di dalam sepotong kawat penghantar adalah 10 A. Berapa menit waktu yang diperlukan oleh muatan sebesar 4.800 coulomb untuk mengalir melalui penampang tersebut?
- A. 10 menit.
B. 8 menit
C. 6 menit
D. 4 menit
14. Penggunaan listrik paling tinggi terjadi pada pukul
- A. 07.00-12.00
B. 15.00-20.00
C. 22.00-03.00
D. 17.00-22.00
15. Seutas kawat nikrom panjangnya 3 meter memiliki hambatan 20 ohm. Kawat kedua panjangnya sama tetapi diameternya $\frac{1}{2}$ kali diameter kawat pertama. Berapakah hambatan kawat yang kedua?
- A. 80 ohm.
B. 40 ohm.
C. 15 ohm.
D. 5 ohm.
16. Arah garis gaya pada gambar di bawah ini yang benar adalah





Evaluasi

17. Faktor yang mempengaruhi kemagnetan pada elektromagnet adalah
- A. kuat arus dan luas penampang kawat
 - B. luas penampang kawat dan jumlah lilitan
 - C. jumlah lilitan dan panjang kawat
 - D. jumlah lilitan dan lamanya arus mengalir
18. Contoh pemanfaatan magnet dalam teknologi adalah
- A. CT scan dan kereta maglev
 - B. MRI dan kereta gantung
 - C. MRI dan kereta maglev
 - D. CT scan dan kereta gantung
19. Pernyataan yang benar tentang kompas adalah
- A. Jarum kompas yang terbuat dari magnet selalu menunjuk arah utara
 - B. Kutub utara jarum kompas tergantung dari letak geografis bumi
 - C. Kutub utara jarum kompas menunjukkan kutub utara magnet bumi
 - D. Medan magnet bumi memberikan gaya magnet kepada jarum kompas
20. Jika magnet jarum berada di antara dua magnet batang, maka posisi kutub magnet jarum yang benar adalah

- A. 
- B. 
- C. 
- D. 



Glosarium

Bioakumulasi	: meningkatnya konsentrasi polutan dalam jaringan tubuh organisme dari waktu ke waktu.
Biodiversitas	: keanekaragaman hayati
Biomagnifikasi	: meningkatnya konsentrasi polutan pada rantai makanan dari produsen hingga konsumen yang tingkatannya paling tinggi.
Carbon footprint	: jumlah berat gas-gas setara karbondioksida yang dilepaskan dari aktivitas, atau produk yang dihasilkan manusia.
<i>Cradle to gravel</i>	: dari ayunan hingga liang kubur; pendekatan penilaian daur hidup yang memperhitungkan dampak lingkungannya pada setiap fase daur hidup mulai dari pengadaan bahan baku, pengolahan, pengangkutan, pengepakan, penjualan, konsumsi hingga pengelolaan sampah atau limbahnya..
Dampak lingkungan	: perubahan kualitas lingkungan sebagai akibat dari aktivitas penggunaan teknologi.
Daur hidup produk	: rangkaian fase-fase tersedianya produk mulai dari pengadaan bahan baku, pengolahan, pengepakan, penjualan, konsumsi hingga pengelolaan limbah atau samapahnya
<i>Ecological footprint</i>	: jejak ekologi; ruang di atas bumi yang dibutuhkan, oleh produk, manusia dan aktivitasnya.
Ekolabel	: label ramah lingkungan
Emisi	: lepasnya substansi polutan ke dalam lingkungan.
Gas rumah kaca	: gas yang memiliki potensi pemanasan global
Indikator	: parameter yang disertai nilai numeriknya...
Inventarisasi dampak	: mencatat secara detil semua dampak lingkungan dan nilai indikatornya dan menghitung dampak-dampak tersebut..



Glosarium

ISO-14001	: standar system manajemen lingkungan
Isu lingkungan	: masalah lingkungan yang sedang terjadi sekarang
Komite Akreditasi Nasional	: organisasi yang menerbitkan sertifikat system manajemen lingkungan.
Kuantitatif	: memiliki nilai numerik
LCA	: Life Cycle Assessment; penilaian daur hidup ; penilaian dampak lingkungan suatu produk dengan menggunakan pendekatan “ <i>cradle to gravel</i> ”
Lembaga sertifikasi ekolabel	: lembaga yang menerbitkan logo atau sertifikat ekolabel.
Limbah	: sampah ; sesuatu yang tidak digunakan lagi oleh pengguna produk, atau proses produksi karena tidak bermanfaat atau berbahaya bagi lingkungan.
Lingkungan	: suatu kesatuan ruang, benda, makhluk hidup, manusia dan perilakunya.
Masalah lingkungan	: keadaan lingkungan yang menurunkan daya dukungnya terhadap kehidupan makhluk hidup.
Parameter	: ukuran atau besaran
Pemanasan global	: meningkatnya suhu bumi akibat keberadaan gas-gas rumah kaca di bumi.
Polusi	: berubahnya komposisi udara, tanah, dan air sehingga tidak lagi bisa diterima oleh kehidupan karena terdapat substansi polutan yang masuk ke dalamnya.
Potensi	: kemampuan atau kekuatan yang masih tersembunyi
Produk	: barang atau jasa yang dihasilkan dari kegiatan manusia

Produksi bersih	: produksi yang menghasilkan limbah seminimal mungkin dengan menggunakan kembali limbah sebagai input produksi
Produsen	: penghasil
Recovery	: menggunakan kembali limbah
Recycle	: daur ulang limbah
Reduce	: mengurangi volume limbah
Sasaran lingkungan	: parameter lingkungan yang diharapkan dapat tercapai dari suatu upaya pengelolaan lingkungan.
Setara karbondioksida	: kesetaraan suatu gas dalam menghasilkan efek rumah kaca terhadap efek rumah kaca yang dihasilkan oleh gas karbondioksida,
Teknologi	: menghasilkan produk dengan menggunakan ilmu pengetahuan
Teknologi ramah lingkungan	: teknologi yang menimbulkan dampak lebih kecil terhadap lingkungan dan membutuhkan sumberdaya yang lebih sedikit dibandingkan dengan teknologi lain yang sejenis.
Uji emisi	: uji pelepasan gas ke udara
UPL/UKL	: Upaya Pelestarian Lingkungan/Upaya Pengelolaan Lingkungan
Verifikasi	: pemeriksaan dan pengujian secara ilmiah
Water Footprint	: total air tawar yang digunakan untuk memproduksi barang dan jasa yang dikonsumsi oleh individu manusia, komunitas atau dunia usaha
Energi primer	: energi yang langsung diberikan oleh alam dalam wujud aslinya dan belum mengalami perubahan (konversi) misalnya energi sinar matahari, air, angin, dan panas bumi. Dari segi pemakaian sumber energi terdiri atas energi primer dan energi sekunder (misalnya energi fosil).



Glosarium

- Eutrofikasi** : merupakan masalah lingkungan hidup yang diakibatkan oleh limbah fosfat (PO_3^-), khususnya dalam ekosistem air tawar. Definisi dasarnya adalah pencemaran air yang disebabkan oleh munculnya nutrient yang berlebihan ke dalam ekosistem air.
- Ozon fotokimia** : ozon yang dihasilkan dari reaksi fotokimia nitrogen oksida dan senyawa organik yang bersifat volatil. Reaksi pembentukan ozon fotokimia dinyatakan dengan setara kilogram etena ($\text{kg C}_2\text{H}_4\text{-eq}$). Kekurangan ozon di atmosfer dapat menyebabkan kerusakan tanaman pertanian dan penyakit asma pada manusia.

Daftar Pustaka

- Arup (2015). Life Cycle Assessment Electric Vehicle. Vedan Vision. www.arup.com, <http://apo.org.au/files/Resource/ev-lca-final-report-nov-2015.pdf>
- Asian Development Bank (2010). Reducing Carbon Emissions from Transport Projects. ADB, Manila.
- Badan Standarisasi Nasional (2013) Sistem Pertanian Organik. BSN. Jakarta: https://www.youtube.com/watch?v=_jZzsKsWoo
- Bindar, Y dan Abdulkadir, M (2014) Kriteria Boiler Ramah Lingkungan. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta 1340.
- Boldin, A (2013). Life cycle assessment (LCA) of electricity generation technologies: Overview, comparability and limitations. Renewable and Sustainable Energy Review. 28 (2013) 555-556
- Bryan Bunch, Alexander Heleman, (2004). The History of Technology. Houghton Mifflin Company. Boston-New York.
- Bueche, J., Frederick, (2006). *Schaum's Outline of: Teori dan Soal-Soal Fisika Universitas*, Erlangga, Jakarta
- Fthenakis, H.C. Kim, R. Frischknecht, M. Raugei, P. Sinha, M. Stucki 2011, Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessment of Photovoltaic Systems, International Energy Agency (IEA) PVPS Task 12, Report T12-02:2011.
- Giancoli, C., Douglas, C. (2001). Fisika Edisi Kelima Jilid 2. Erlangga. Jakarta
- Gomez, I and TECA, L.T. (2015) Training Manual for Organic Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Guntoro, Nanang Arif, Dr. (2013). Fisika Terapan. Rosda. Bandung
- International Labour Organization (2009). Produksi Bersih Meningkatkan Produktivitas. Modul 3: Pelatihan Untuk Manajer dan Pekerja. SCORE, Jakarta.
- Jager, K, Isabella O, Smets, A, van Swaaij, R.A.C, and Zeman M. (2014). Solar Cell, Fundamentals, Technology, and Systems. Delft University Technology, Delft, The Netherlands.
- Kardono (2009). Teknologin Ramah lingkungan: Kriteria, Verifikasi dan Arah Pengembangan. BPPT, Jakarta. <http://www.enviro.bppt.go.id/Publikasi/TRL-KLH04062010-01.pdf>
- Kementerian Lingkungan Hidup (2010). Pedoman Klaim Lingkungan Swadepklarasi. KLH, Jakarta.
- OECD (1989) Development of Clean Technology Concept :The Promotion and Diffusion of Clean Technologies in Industry, Paris: https://application.wiley-vch.de/books/sample/3527320075_c01.pdf



Daftar Pustaka

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2012, Tentang, Izin Lingkungan, Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa, Presiden Republik Indonesia,

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor 27 Tahun 2012, Tentang, Izin, Lingkungan.

Quack, D. (2010). Requirements on Consumer Information about Product Carbon Footprint Öko-Institut e.V., Freiburg German

Rose, M.A. (2015) Impact of Technology on The Environment Resources for Decision Making, Ball State University, Indiana.

Teodorita Al Seadi, Dominik Rutz, Heinz Prassl, Michael Köttner, Tobias Finsterwalder, Silke Volk, Rainer Janssen.(2008) Biogas Handbook. University of Southern Denmark Esjerg, Denmark.<http://lemibiogas.com>.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup ,

US Department of Transportation (2010). Report To Congress US Dept of Transportation, US Dept of Transportation, Washington.

Wayne Wakeland, Susan Cholette, and Kumar Venkat, J.I. Boye and Y. Arcand (eds.), *Green Technologies in Food Production and Processing*, 211 Food Engineering Series, DOI 10.1007/978-1-4614-1587-9_9, © Springer Science+Business Media, LLC 2012

Wessa (2009). My Carbon Footprint. Five Choices Everyone Should Make

Whitting, A and Azapagic A. (2014). Life cycle environmental impacts of generating electricity and heat from biogas produced by anaerobic digestion. *Energy* 70 (2014)181-193. www.elsevier.com/locate/energy

<http://id.shvoong.com/exact-sciences/physics/2308671-penggunaan-magnet-dalam-kehidupan-sehari/#ixzz2UzS7VNjw>

<http://www.kaskus.co.id/post/510f64bd1b7608e841000005>

https://id.wikipedia.org/wiki/Kereta_maglev

Lampiran

Tabel Kisi-kisi Ujian Nasional Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah Tahun Pelajaran 2016/2017

1. Biologi

Level Kognitif	Lingkup Materi	
	Makhluk hidup dan lingkungannya	Struktur dan fungsi makhluk hidup
Pengetahuan dan Pemahaman <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi • Mendeskripsikan • Mengklasifikasi • Menunjukkan • Menjelaskan • Menentukan 	Siswa dapat memahami dan menguasai konsep: <ul style="list-style-type: none"> - gejala alam biotik dan abiotik - ciri-ciri/karakteristik makhluk hidup - keragaman pada sistem organisasi kehidupan - interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan 	Siswa dapat memahami dan menguasai konsep: <ul style="list-style-type: none"> - sistem gerak manusia - sistem pencernaan manusia - sistem peredaran darah manusia - sistem pernapasan manusia - sistem ekskresi manusia - sistem reproduksi manusia - jaringan tumbuhan - kelangsungan hidup organisme melalui kemampuan bereproduksi - pewarisan sifat - bioteknologi
Aplikasi <ul style="list-style-type: none"> • Memberi contoh • Menyimpulkan • Menerapkan • Menghubungkan • Memprediksi • Membandingkan 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> - fenomena interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan tertentu - kepadatan populasi manusia - pencemaran lingkungan - prosedur pengklasifikasian makhluk hidup 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> - faktor-faktor yang berpengaruh pada kesehatan sistem gerak manusia - mekanisme sistem pencernaan manusia dan uji makanan - mekanisme peredaran darah manusia - mekanisme pernapasan manusia - menjaga kesehatan sistem ekskresi manusia - kelainan dan penyakit pada sistem reproduksi manusia - percobaan fotosintesis - kelangsungan hidup organisme melalui kemampuan bereproduksi - pewarisan sifat untuk pemuliaan makhluk hidup - penerapan bioteknologi pangan bagi

Level Kognitif	Lingkup Materi	
	Makhluk hidup dan lingkungannya	Struktur dan fungsi makhluk hidup
		kehidupan manusia
Penalaran <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis • Mensintesis • Mengevaluasi • Menilai • Mempertimbangkan • Menyelesaikan masalah • Memberi argumen 	Siswa dapat menggunakan nalar dalam mengkaji: <ul style="list-style-type: none"> - pengelolaan lingkungan untuk mengatasi pencemaran dan kerusakan lingkungan - dampak interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya - pengaruh kepadatan populasi manusia pada makhluk hidup dan lingkungannya 	Siswa dapat menggunakan nalar dalam mengkaji: <ul style="list-style-type: none"> - keterkaitan antara sistem organ pada manusia - percobaan fotosintesis - pewarisan sifat makhluk hidup untuk meningkatkan kesejahteraan manusia

2. Fisika/Kimia

Level Kognitif	Lingkup Materi		
	Pengukuran, zat dan sifatnya	Mekanika dan Tata Surya	Gelombang, Listrik dan Magnet
Pengetahuan dan Pemahaman <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi • Menyebutkan • Menunjukkan • Membedakan • Mengelompokkan • Menjelaskan 	Siswa dapat memahami tentang: <ul style="list-style-type: none"> - pengukuran - besaran dan satuan - konsep zat dan wujudnya - zat dan perubahannya - zat aditif, zat adiktif, dan psikotropika - partikel zat - campuran - larutan 	Siswa dapat memahami tentang: <ul style="list-style-type: none"> - gerak lurus - hukum newton - usaha dan energi - pesawat sederhana - suhu dan kalor - tekanan - tata surya 	Siswa dapat memahami tentang: <ul style="list-style-type: none"> - getaran dan gelombang - bunyi - optik - listrik dan magnet
Aplikasi <ul style="list-style-type: none"> • Mengklasifikasi • Menginterpretasi • Menghitung • Mendeskripsikan • Memprediksi • Mengurutkan • Membandingkan 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: <ul style="list-style-type: none"> - pengukuran - konsep zat dan wujudnya - zat dan perubahannya - zat aditif, zat adiktif, 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: <ul style="list-style-type: none"> - gerak lurus - hukum newton - usaha dan energi - pesawat sederhana - suhu dan kalor 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: <ul style="list-style-type: none"> - getaran dan gelombang - bunyi - optik - listrik dan magnet

Level Kognitif	Lingkup Materi		
	Pengukuran, zat dan sifatnya	Mekanika dan Tata Surya	Gelombang, Listrik dan Magnet
<ul style="list-style-type: none"> • Menerapkan • Memodifikasi 	dan psikotropika - partikel zat - campuran - larutan	- tekanan - tata surya	
Penalaran <ul style="list-style-type: none"> • Menemukan • Menyimpulkan • Menggabungkan • Menganalisis • Menyelesaikan masalah • Merumuskan 	Siswa dapat bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> - pengukuran - konsep zat dan wujudnya - zat dan perubahannya - zat aditif, zat adiktif, dan psikotropika - partikel zat - campuran - larutan 	Siswa dapat bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> - gerak lurus - hukum newton - usaha dan energi - pesawat sederhana - tekanan - suhu dan kalor 	Siswa dapat bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> - getaran dan gelombang - bunyi - optik - listrik dan magnet

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



Kelompok
Kompetensi

**MATA PELAJARAN
ILMU PENGETAHUAN
ALAM (IPA)**

Sekolah Menengah Pertama (SMP)

TERINTEGRASI PENGUATAN
PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

Jalan Jendral Sudirman, Gedung D Lantai 15, Senayan, Jakarta 10270
Telepon/Fax: (021) 5797 4130

www.gtk.kemdikbud.go.id