

## I. Pendahuluan

### A. Penjelasan Umum

Penguasaan ilmu eksakta, terutama di bidang Sains, Teknologi, *Engineering*, dan Matematika (STEM), memiliki peran penting di dunia pendidikan. Integrasi bidang-bidang keilmuan tersebut diharapkan menjadi kunci sukses bagi pembangunan suatu negara, terutama dalam rangka persaingan pengembangan karir pekerjaan/ketrampilan abad 21 di tataran global. Istilah STEM diluncurkan oleh National Science Foundation Amerika Serikat pada tahun 1990-an sebagai tema gerakan reformasi pendidikan dalam keempat bidang disiplin tersebut untuk meningkatkan jumlah sumber daya manusia yang menguasai bidang-bidang STEM, mengembangkan warga negara yang melek STEM, serta meningkatkan daya saing global Amerika Serikat (AS) dalam inovasi iptek (Hanover Research, 2011). Pendekatan STEM tentu saja melibatkan ilmu lainnya sebagai penunjang, seperti Ilmu Pengetahuan Sosial, Bahasa, Seni, dll (Bybee, 2010; Sanders, 2009).

Beberapa negara di Benua Asia kemudian mulai mengembangkan STEM di negaranya untuk mulai mengejar ketertinggalan, seperti Jepang, Korea, India, Thailand, Malaysia, Filipina, termasuk Indonesia. Pendidikan STEM sebagai suatu pendekatan interdisiplin pada pembelajaran memberikan peluang kepada guru untuk memberi gambaran kepada peserta didik pentingnya konsep, prinsip, dan teknik dari STEM digunakan dalam konteks nyata secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan STEM diharapkan bisa membentuk Sumber Daya Manusia (SDM) yang mampu bernalar dan berpikir kritis, logis, dan sistematis, serta meningkatkan kemampuan komunikatif, kolaboratif atau pemecahan masalah, sehingga mampu menghadapi tantangan global serta mampu meningkatkan perekonomian negara, sekaligus untuk mewujudkan proyeksi Indonesia sebagai negara perekonomian terbesar ketujuh di dunia pada 2030.

Unit Pembelajaran Magnet dan Induksi Elektromagnetik ini berisi pedoman untuk guru dalam menyajikan pembelajaran menggunakan pendekatan STEM pada materi induksi elektromagnet menggunakan pendekatan STEM yang terintegrasi dengan kurikulum 2013. Adapun unit yang dirancang untuk peserta didik Sekolah Menengah Kejuruan

(SMK) kelas X pada semester 2. Fokus Kompetensi Dasar (KD) yang harus dicapai melalui pembelajaran pada STEM ini yaitu pada kompetensi dasar 4 yang meliputi:

1. KD 4.14 Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa dan Bidang Keahlian Energi dan Pertambangan: mendemonstrasikan percobaan yang berkaitan dengan konsep kemagnetan dan elektromagnet.
2. KD 4.9 Bidang Keahlian Teknologi Informasi dan Komunikasi: menyajikan hasil percobaan tentang medan magnet dan induksi magnet.
3. KD 4.11 Bidang Keahlian Kesehatan dan Pekerjaan Sosial: mendemonstrasikan percobaan yang berkaitan dengan konsep kemagnetan dan elektromagnet.
4. KD 4.15 Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi: menyajikan prinsip kerja proses generator dan dinamo.

Khusus untuk Bidang Keahlian Kemaritiman, fokus kompetensi dasar terletak pada KD 3 sebab K13 tidak mencantumkan kompetensi dasar 4, yaitu KD 3.11 Menganalisis medan magnet dan induksi elektromagnetik.

Asumsi pada unit pembelajaran menggunakan pendekatan STEM ini yaitu siswa dianggap paham mengenai konsep magnet, gaya magnet, dan induksi elektromagnet. Pembelajaran dan penilaian pada topik Magnet dan Induksi Elektromagnetik memerlukan waktu 6 Jam Pelajaran (JP) dengan asumsi 2 JP/minggu diorganisasikan menjadi tiga kali Tatap Muka (TM), yakni masing-masing 2+2+2 JP. Pembelajaran menggunakan model Project Based Learning dengan pendekatan STEM.

## **B. Pembelajaran STEM pada topik Pembuatan Purwarupa Penghantar Listrik**

### **Nirkabel**

Pembelajaran STEM pada topik Magnet dan Induksi Magnetik mengangkat topik proses pembuatan purwarupa penghantar listrik nirkabel.

Perkembangan teknologi membawa berbagai kemudahan bagi manusia dalam menjalankan berbagai aktivitasnya. Teknologi diraih dengan adanya proses karyacipta manusia melalui berbagai ilmu pengetahuan hasil yang diterapkan untuk mengatasi berbagai tantangan yang dihadapi dalam kehidupan.

Salah satunya adalah teknologi penghantaran listrik dimana teknologi ini memungkinkan energi listrik dihantarkan ke berbagai tempat yang memerlukan baik untuk penerangan dan kebutuhan lain yang menunjang aktivitas kehidupan.

Teknologi penghantaran listrik yang biasa digunakan adalah melalui kabel tembaga. Kabel ini memiliki karakteristik yang mampu menghantarkan listrik dengan optimal. Namun kebutuhan akan penghantaran listrik ini di lain sisi dapat menyebabkan kebutuhan kabel tembaga yang akan semakin meningkat namun dibatasi dengan sumber daya pembuatan kabel tembaga ini yang terbatas.

Konsep induksi elektromagnetik memungkinkan dilakukan penghantaran listrik tanpa adanya media kabel. Konsep ini menggunakan fenomena elektromagnetik dimana kumparan tembaga (koil) yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet, dan begitu pula sebaliknya.

Dengan melihat karakteristik KD pada topik Magnet dan Induksi Elektromagnetik di SMK serta melihat bahwa teknologi nirkabel saat ini sedang berkembang dan penggunaannya cukup populer di beberapa bidang teknologi, maka dirasa tepat untuk menyusun unit berdasarkan topik tersebut.

Pada pembelajaran ini integrasi antara bidang STEM adalah sebagai berikut:

1. Sains: Pengetahuan sains yang diperoleh peserta didik terdiri dari gaya magnet dan induksi elektromagnetik.
2. Teknologi: Tujuan teknologi adalah membuat modifikasi pada dunia untuk memenuhi kebutuhan manusia. (National Science Education Standard, NRC 1996). Teknologi yang dilatihkan pada peserta didik berkaitan dengan membuat purwarupa penghantar listrik nirkabel yang sesuai dengan kebutuhan pemecahan masalah.
3. *Engineering*: *Engineering* atau kegiatan merekayasa pada pembelajaran ini melatihkan peserta didik merekayasa komponen purwarupa penghantar listrik nirkabel dengan prinsip induksi elektromagnetik.
4. Matematika: matematika pada pembelajaran ini digunakan dalam menghitung Gaya Gerak Listrik (GGL) induksi yang dihasilkan kumparan.

Pembelajaran STEM pada topik Magnet dan Induksi Elektromagnetik ini diawali dengan apersepsi konsep magnet dan induksi elektromagnetik, selanjutnya menggunakan model

Project Based Learning dengan pendekatan STEM oleh Diana Laboy-Rush. Pada pertemuan pertama dilakukan tahapan *reflection, research, discovery* dilanjutkan dengan pertemuan kedua dengan tahapan *application* dan *communication*.

### C. Deskripsi Unit Pembelajaran Pembuatan Purwarupa Penghantar Listrik Nirkabel

Unit pembelajaran STEM ini disusun sebagai pedoman bagi guru Fisika SMK dalam mengembangkan perencanaan pembelajaran, pelaksanaan, dan penilaian. Paket pedoman guru memuat deskripsi umum kegiatan pembelajaran dan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Komponen RPP terdiri dari desain pembelajaran dengan pendekatan STEM, KD, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, kemampuan prasyarat, pengembangan penguatan pendidikan karakter, analisis materi, skenario pembelajaran (pendekatan, model, metode, serta deskripsi kegiatan), sumber belajar, alat dan bahan, serta penilaian. Lampiran RPP berupa lembar kerja siswa serta Instrumen penilaian.



## II. Pembelajaran dengan Pendekatan STEM

### A. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

#### 1. Kompetensi Dasar

Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa

- 3.14. Menerapkan hukum- hukum kemagnetan dalam persoalan sehari- hari.
- 4.14. Mendemonstrasikan percobaan yang berkaitan dengan konsep kemagnetan dan elektromagnet.

Bidang Keahlian Energi dan Pertambangan

- 3.14. Menerapkan hukum- hukum kemagnetan dalam persoalan sehari- hari.
- 4.14 Mendemonstrasikan percobaan yang berkaitan dengan konsep kemagnetan dan elektromagnet.

Bidang Keahlian Teknologi Informasi dan Komunikasi

- 3.9 Memahami konsep kemagnetan dan electromagnet.
- 4.9 Menyajikan hasil percobaan tentang medan magnet dan induksi magnet.

Bidang Keahlian Kesehatan dan Pekerjaan Sosial

- 3.11 Menerapkan hukum-hukum kemagnetan dalam persoalan sehari-hari.
- 4.11 Mendemonstrasikan percobaan yang berkaitan dengan konsep kemagnetan dan elektromagnet
  - a. Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi
    - 3.15 Menerapkan medan magnet dan induksi elektromagnetik.
    - 4.15 Menyajikan prinsip kerja proses generator dan dinamo.
  - b. Bidang Keahlian Kemaritiman
    - 3.11 Menganalisis medan magnet dan induksi elektromagnetik.

#### 2. Indikator Pencapaian Kompetensi

- a. Mengidentifikasi masalah tentang penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari.
- b. Menerapkan konsep induksi elektromagnetik pada rancangan penghantar listrik nirkabel.
- c. Merancang purwarupa penghantar listrik nirkabel.
- d. Merangkai purwarupa penghantar listrik nirkabel sesuai rancangan.

- e. Menguji coba purwarupa penghantar listrik nirkabel.
- f. Mengevaluasi data hasil uji coba purwarupa penghantar listrik nirkabel.
- g. Merancang ulang purwarupa penghantar listrik nirkabel.
- h. Mengkomunikasikan teknologi purwarupa penghantar listrik nirkabel.

## **B. Tujuan Pembelajaran**

1. Melalui kegiatan diskusi dan pemberian masalah siswa dapat mengidentifikasi masalah tentang penerapan konsep induksi elektromagnetik pada proses penghantaran listrik dengan benar.
2. Melalui kegiatan diskusi siswa dapat menerapkan konsep induksi elektromagnetik pada rancangan penghantar listrik nirkabel dengan benar.
3. Melalui kegiatan rancang bangun siswa dapat merancang purwarupa penghantar listrik nirkabel dengan menerapkan prinsip konsep induksi elektromagnetik dengan benar.
4. Melalui kegiatan rancang bangun siswa dapat merangkai purwarupa penghantar listrik nirkabel sesuai rancangan.
5. Siswa dapat menguji coba dan mengevaluasi data hasil uji coba purwarupa penghantar listrik nirkabel sesuai dengan masalah yang diberikan melalui kegiatan penugasan di rumah.
6. Siswa dapat memperbaiki rancangan purwarupa penghantar listrik nirkabel sesuai dengan masalah yang diberikan setelah melakukan uji coba dan evaluasi hasil uji coba.
7. Melalui kegiatan presentasi kelompok siswa dapat mengkomunikasikan teknologi purwarupa penghantar listrik nirkabel dengan baik dan persuasif.

**C. Analisis Materi Pembelajaran STEM**

<b>Sains</b> 1. Induksi Elektromagnetik.	<b>Teknologi</b> 1. Menggunakan komputer (internet) untuk mencari informasi. 2. Purwarupa penghantar listrik nirkabel.
<b>Engineering</b> 1. Merancang, membuat, menguji coba, merevisi, dan mengkomunikasikan.	<b>Matematika</b> 1. mengukur GGL Induksi yang dihasilkan koil. 2. menghitung fluks magnet yang dihasilkan oleh <i>transmitter</i> . 3. menghitung efisiensi daya alat. 4. Menentukan bentuk yang presisi.



#### D. Tahapan Pembelajaran

Model pembelajaran yang digunakan dalam unit ini adalah pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan (*STEM Project Based Learning*) dengan tahapan sebagai berikut.

<p>Refleksi (<i>Reflection</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa memformulasikan masalah dengan pengetahuan yang sudah diketahui siswa dan mencari tahu apa yang belum dan yang harus diketahui untuk memecahkan masalah pembuatan solusi produk.</li> </ul>
<p>Riset (<i>Research</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menggali konsep-konsep, teori, hukum (proses inquiri) yang dapat dijadikan acuan untuk memecahkan masalah atau membangun konsep yang belum diketahui untuk bahan merancang dan pembuatan purwarupa penghantar listrik nirkabel.</li> </ul>
<p>Penemuan (<i>Discovery</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penentuan pemilihan solusi purwarupa penghantar listrik nirkabel sesuai persyaratan yang didasarkan pada hasil diskusi kelompok siswa.</li> </ul>
<p>Penerapan (<i>Application</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menguji purwarupa penghantar listrik nirkabel dengan persyaratan yang telah ditentukan atau merevisi ulang persyaratan atau memilih solusi terbaik</li> </ul>
<p>Komunikasi (<i>Communication</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mempresentasikan hasil akhir purwarupa penghantar listrik nirkabel yang telah direvisi.</li> </ul>

#### E. Kemampuan Prasyarat:

1. Guru
  - a. Guru memahami konsep induksi elektromagnetik.
  - b. Guru mampu melaksanakan pembelajaran dengan pendekatan saintifik mengenai konsep induksi elektromagnet.
2. Siswa
  - a. Siswa memahami konsep induksi elektromagnetik.

- b. Siswa dapat menggunakan persamaan GGL Induksi.

## F. Pengembangan Keterampilan Abad 21

Keterampilan abad 21 yang dikembangkan melalui pembelajaran dengan pendekatan STEM meliputi berpikir kritis, kreatif, komunikatif dan kolaboratif. Contoh berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikatif dan kolaboratif dirinci sebagai berikut:

1. Berpikir kritis: Memahami interkoneksi antara konsep medan magnet, elektromagnetik, induksi elektromagnetik, dan hukum Ohm. Memecahkan masalah pada perancangan dan uji coba purwarupa penghantar listrik nirkabel.
2. Berpikir kreatif: kemampuan dalam mengembangkan, melaksanakan, dan menyampaikan gagasan-gagasan pada saat merancang prosedur dan pembuatan purwarupa penghantar listrik nirkabel, mengemukakan ide-ide kreatif secara konseptual dan praktikal dalam merancang prosedur dan pembuatan purwarupa penghantar listrik nirkabel.
3. Komunikatif: kemampuan untuk mengutarakan ide-ide pada saat diskusi perancangan, pembuatan, dan uji coba purwarupa penghantar listrik nirkabel serta mengkomunikasikan hasil uji coba rancangan baik secara lisan maupun tulisan.
4. Kolaboratif: kemampuan dalam kerjasama dalam kelompok pada saat berdiskusi dan pembuatan purwarupa penghantar listrik nirkabel dan bekerja secara produktif dengan temannya satu kelompok.

## G. Pengembangan Penguatan Pendidikan Karakter

1. Menunjukkan rasa syukur terhadap kebesaran Tuhan YME atas adanya keteraturan dan keseimbangan sehingga terciptanya berbagai produk untuk kehidupan sehari-hari.
2. Menunjukkan perilaku rasa ingin tahu, disiplin, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, komunikatif dalam merancang dan membuat purwarupa penghantar listrik nirkabel.
3. Bekerjasama dalam melakukan proyek dan diskusi.

4. Toleransi terhadap berbagai pendapat yang muncul saat berdiskusi.
5. Proaktif dalam kegiatan diskusi untuk memecahkan masalah dalam pembuatan purwarupa penghantar listrik nirkabel.
6. Menggunakan alat dan bahan secukupnya.

#### H. Skenario Pembelajaran

1. Pendekatan : *STEM Education*
2. Model : *Project Based Learning*
3. Metode : Diskusi, proyek, pemberian tugas

#### Pertemuan ke 1 (2 JP x 45 Menit)

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi waktu (Menit)
<b>Pendahuluan</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar siswa dan kesiapan belajar</li> <li>2. Guru memeriksa kehadiran siswa</li> <li>3. Guru memberikan apersepsi dan motivasi</li> <li>4. Guru <i>me-review</i> materi pertemuan sebelumnya               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Seberapa penting konsep induksi elektromagnetik dalam kehidupan kita?</li> <li>b. Sebutkan penerapan konsep induksi elektromagnetik dalam teknologi?</li> <li>c. Guru menampilkan gambar/video tentang beberapa teknologi yang menggunakan konsep induksi elektromagnetik (dapat ditambah gambar/video yang menampilkan semerawutnya jaringan perkabelan di</li> </ol> </li> </ol>	<b>10</b>

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi waktu (Menit)
		sebuah lingkungan) (salah satu sumber rujukan penayangan video: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=FSGeskFzE0s">http://www.youtube.com/watch?v=FSGeskFzE0s</a> )	
<b>Kegiatan Inti</b>	Fase 1: <i>Reflection</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok</li> <li>2. Guru memberikan pertanyaan <i>ill-define problem</i>:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Bagaimana solusi dari fenomena kesemerawutan kabel di sebuah lingkungan dapat diatasi?</li> <li>b. Apakah konsep induksi elektromagnetik diterapkan dalam solusi tersebut?</li> <li>c. Bagaimana induksi elektromagnetik diterapkan dalam solusi tersebut?</li> </ol> </li> <li>5. Guru menyampaikan masalah terkait proyek pembuatan penghantar listrik nirkabel.</li> <li>6. Guru membagikan Lembar Kerja Siswa (LKS).</li> </ol>	<b>15</b>
	Fase 2: <i>Research</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Peserta didik mengumpulkan informasi mengenai pembuatan penghantar listrik nirkabel sederhana.</li> <li>4. Guru membimbing siswa untuk dapat menerapkan konsep induksi elektromagnetik dalam penyelesaian proyek dengan bantuan LKS.</li> <li>5. Guru mengiring siswa menemukan</li> </ol>	<b>15</b>

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi waktu (Menit)
		<p>pemecahan masalah tentang pembuatan model penghantar listrik nirkabel sederhana.</p> <p>6. Guru memberikan <i>peer assessment</i> untuk melihat keaktifan masing-masing siswa dalam kelompok.</p>	
	Fase 3: <i>Discovery</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengarahkan peserta didik untuk membuat rancangan penghantar listrik nirkabel sederhana.</li> <li>2. Guru memberikan pilihan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan proyek.</li> <li>3. Guru menekankan kembali proses desain rekayasa (<i>Engineering Design Process</i>) dalam proyek yang akan dibuat siswa.</li> <li>4. Guru meminta siswa untuk menuliskan semua rencana/ide dari setiap anggota yang muncul.</li> <li>5. Peserta didik menentukan rancangan model penghantar listrik nirkabel sederhana terbaik hasil diskusi kelompok dan menggambarkan rancangannya sesuai dengan panduan yang terdapat dalam LKS yang telah dibagikan.</li> </ol>	<b>15</b>
	Fase 4: <i>Application</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengarahkan siswa untuk dapat membuat dan menguji coba rancangan model penghantar listrik nirkabel sederhana yang sudah disepakati oleh anggota kelompok.</li> <li>2. Mengarahkan siswa untuk memahami aplikasi teknologi nirkabel yang akan dilakukan pada kegiatan proyek lanjutan.</li> </ol>	<b>30</b>

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi waktu (Menit)
<b>Penutup</b>		3. Guru merefleksikan hasil kegiatan pembelajaran. 4. Menginformasikan kegiatan pembelajaran berikutnya.	<b>5</b>

**Pertemuan ke 2 (2 JP x 45 Menit)**

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi waktu (Menit)
<b>Pendahuluan</b>		1. Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar siswa dan kesiapan belajar 2. Guru memeriksa kehadiran siswa 3. Guru memberikan apersepsi dan motivasi 4. Guru mereview materi pertemuan sebelumnya <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Bagaimana arus GGL dapat muncul pada suatu penghantar?</li> <li>b. Apa fungsi transistor dalam teknologi penghantar listrik nirkabel sederhana?</li> </ul>	<b>10</b>
<b>Kegiatan Inti</b>	Fase 1: <i>Reflection</i>	1. Guru mengarahkan siswa duduk sesuai kelompok yang telah diatur pada pertemuan sebelumnya. 2. Guru menyampaikan kembali masalah terkait proyek lanjutan pembuatan " <i>recharging table</i> ". 3. Guru membagikan LKS (Lembar Kerja Siswa)	<b>20</b>

	Fase 2: <i>Research</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peserta didik mengumpulkan informasi mengenai pembuatan “<i>recharging table</i>”.</li> <li>2. Guru membimbing siswa untuk dapat menerapkan konsep induksi elektromagnetik dalam penyelesaian proyek dengan bantuan LKS</li> <li>3. Guru mengiring siswa menemukan pemecahan masalah tentang pembuatan “<i>recharging table</i>”.</li> <li>4. Guru memberikan <i>peer assessment</i> untuk melihat keaktifan masing-masing siswa dalam kelompok</li> </ol>	<b>20</b>
	Fase 3: <i>Discovery</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengarahkan peserta didik untuk membuat rancangan “<i>recharging table</i>”.</li> <li>2. Guru memberikan pilihan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan proyek.</li> <li>3. Guru menekankan kembali proses desain rekayasa (<i>Engineering Design Process</i>) dalam proyek yang akan dibuat siswa.</li> <li>4. Guru meminta siswa untuk menuliskan semua rencana/ide dari setiap anggota yang muncul.</li> <li>5. Peserta didik menentukan rancangan model “<i>recharging table</i>” terbaik hasil diskusi kelompok dan menggambarkan rancangannya sesuai dengan panduan yang terdapat dalam LKS yang telah dibagikan.</li> </ol>	<b>30</b>
	Fase 4: <i>Application</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengarahkan siswa untuk dapat membuat dan menguji coba rancangan “<i>recharging table</i>” di rumah melalui kerja kelompok sesuai Lembar Kerja yang telah dibagikan.</li> </ol>	<b>5</b>

		<p>2. Menginformasikan siswa untuk mendokumentasikan seluruh proses pembuatan dan uji coba “<i>recharging table</i>”.</p> <p>3. Menginformasikan siswa untuk mengisi lembar penilaian diri dan penilaian antar teman saat melaksanakan kerja kelompok pembuatan “<i>recharging table</i>”.</p>	
	<b>Penutup</b>	<p>1. Guru merefleksikan hasil kegiatan pembelajaran.</p> <p>2. Menginformasikan kegiatan pembelajaran berikutnya.</p>	<b>5</b>

**Pertemuan ke 3 (2 JP x 45 Menit)**

<b>Langkah Pembelajaran</b>	<b>Sintak Model Pembelajaran</b>	<b>Deskripsi Kegiatan</b>	<b>Alokasi waktu (Menit)</b>
<b>Pendahuluan</b>		<p>1. Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar siswa dan kesiapan belajar</p> <p>2. Guru memeriksa kehadiran siswa</p> <p>3. Guru memberikan apersepsi dan motivasi</p> <p>4. Guru mereview materi pertemuan sebelumnya</p> <p>a. Bagaimana hasil pembuatan dan uji coba “<i>recharging table</i>” yang kalian lakukan?</p> <p>b. Bagaimana cara kita mengetahui nilai fluks magnet yang dihasilkan dari rangkaian <i>transmitter</i> dan GGL induksi yang dihasilkan pada <i>receiver</i>?</p> <p>c. Bagaimana kita dapat mengukur</p>	<b>10</b>



		efisiensi dari purwarupa penghantar listrik nirkabel sederhana?	
<b>Kegiatan Inti</b>	Fase 4: <i>Application</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan <i>peer assessment</i> untuk melihat keaktifan masing-masing peserta didik.</li> <li>2. Guru meminta siswa melanjutkan tugas proyek bersama teman sekelompoknya dengan melakukan perbaikan pada model “<i>recharging table</i>” yang sudah dibuat.</li> <li>3. Guru membimbing dan memberikan bantuan kepada kelompok yang membutuhkan bantuan</li> <li>4. Guru meminta setiap kelompok untuk melakukan uji coba akhir pada produk yang telah dibuat dan diperbaiki.</li> <li>5. Guru melakukan penilaian produk akhir.</li> </ol>	<b>25</b>
	Fase 5: <i>Communication</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menyampaikan aturan teknis presentasi</li> <li>2. Guru memonitor jalannya presentasi kelompok</li> <li>3. Guru meminta setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil proyek yang telah diuji coba dan menekankan pada komunikasi yang persuasif</li> <li>4. Guru memberikan kesempatan bertanya pada kelompok lain</li> <li>5. Guru meminta setiap siswa memilih penghantar listrik nirkabel terbaik dari kelompok lain</li> </ol>	<b>40</b>
<b>Penutup</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru merefleksi hasil kegiatan pembelajaran.</li> <li>2. Siswa bersama guru menyimpulkan <i>ill-</i></li> </ol>	<b>15</b>

	<p><i>define problem</i> menjadi <i>well-define outcome</i> dari hasil pembelajaran</p> <p>3. Guru memberi penguatan terkait penerapan konsep induksi magnetik pada penghantar listrik nirkabel sederhana dan “<i>recharging table</i>” sesuai masalah yang diajukan dalam proyek.</p> <p>4. Guru mengingatkan peserta didik untuk mengisi laporan hasil pembuatan proyek dilengkapi dengan hasil tanya jawab pada saat presentasi.</p> <p>5. Guru memberikan <i>self assessment</i> untuk melihat pemahaman diri siswa terkait penerapan konsep pada proyek pembuatan penghantar listrik nirkabel sederhana dan “<i>recharging table</i>”.</p> <p>6. Menginformasikan kegiatan pembelajaran berikutnya.</p>	
--	--	--

### I. Sumber Belajar

Sumber belajar pada pembelajaran ini dapat menggunakan:

1. Internet.
2. Buku Paket Fisika Kelas X.
3. Sumber Bacaan lainnya.

### J. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada pembelajaran ini adalah:

1. Kabel tembaga.
2. Lampu led.
3. Baterai 1,5v.
4. Solder.
5. Timah solder.
6. Transistor 2n222.

7. Resistor 1 Kohm.
8. Lem tembak.
9. Solatip.
10. Voltmeter/multimeter.



### III. Penilaian Pembelajaran

#### A. Penilaian dan Bentuk Penilaian

No	Aspek	Teknik	Bentuk Instrumen
1.	Sikap	- Observasi Kegiatan Diskusi - Penilaian Diri - Penilaian Antar Peserta Didik - Jurnal	- Lembar Observasi - Format Penilaian - Format Penilaian - Catatan
2.	Pengetahuan	- Tes tertulis - Penugasan	- Soal pilihan ganda - Soal Uraian - Tugas
3.	Keterampilan	- Penilaian Praktik - Penilaian Proyek - Penilaian Portofolio	- Lembar Pengamatan - Rubrik Penilaian Tugas Proyek

#### B. Instrumen Penilaian

##### 1. Penilaian Sikap

###### a. Sikap pada saat diskusi.

LEMBAR PENILAIAN PADA KEGIATAN DISKUSI						
Mata pelajaran	: Fisika					
Kelas/semester	: XI/1					
Topik	: Proyek model meja penghantar listrik nirkabel					
Kegiatan diskusi	: .....					
Indikator	: Peserta didik menunjukkan perilaku kerja sama, rasa ingin tahu, santun, dan komunikatif sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.					
Berikan skor 1-4 pada setiap kolom sikap yang dinilai sesuai sikap siswa selama berdiskusi						
No	Nama Siswa	Kerjasama	Santun	Rasa Ingin Tahu	Komunikatif	Jumlah Skor
1	....					
2	....					

## b. Lembar penilaian diri

PENILAIAN DIRI			
Nama : _____		Kelas : _____	
Topik : Proyek model meja penghantar listrik nirkabel			
Setelah menyelesaikan proyek model penghantar listrik nirkabel sederhana, Kamu dapat melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda checklist (v) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan.			
No	Pernyataan	Sudah Memahami	Belum Memahami
1	Memahami penerapan konsep induksi elektromagnetik dalam menyelesaikan masalah keseimbangan penghantar listrik nirkabel		
2	Memahami manfaat konsep induksi elektromagnetik dalam permasalahan lain dalam kehidupan dan teknologi		
3			
4			

c. Penilaian antar teman

**Penilaian antar Peserta Didik**

Topik/Subtopik : ..... Kelompok : .....

Tanggal Penilaian : ..... Nama Penilai : .....

- Pernyataan di bawah ini untuk menilai diri kamu sendiri dan teman sekelompok selama proses pembelajaran dan penyusunan proyek
- Objektivitas harus dijunjung tinggi
- Amati perilaku temanmu dengan cermat selama mengikuti pembelajaran
- Berikan tanda ceklist (v) jika melaksanakan atau strip (-) Jika tidak melaksanakan, pada kolom yang disediakan berdasarkan hasil pengamatannya.
- Serahkan hasil pengamatanmu kepada gurumu

No	Perilaku	Namamu .....	Teman 1 .....	Teman 2 .....	Teman 3 .....	Teman 4 .....	Teman 5 .....
1	Memperhatikan ketika guru menjelaskan						
2	Bertanya pada guru pada saat proses pembelajaran						
3	Memberikan ide atau gagasan terhadap suatu permasalahan saat dikusi						
4	Mencari informasi dari buku, internet atau sumber lain untuk mencari ide-ide dalam pembuatan proyek						
5	Mau menerima pendapat teman						
6	Memaksa teman untuk menerima pendapatnya						
7	Mau bekerjasama dengan semua teman						
8	Membantu setiap proses pembuatan penghantar listrik nirkabel						

d. Jurnal Harian Guru

Mata Pelajaran : .....

Kelas / Semester : .....

Tahun Pelajaran : .....

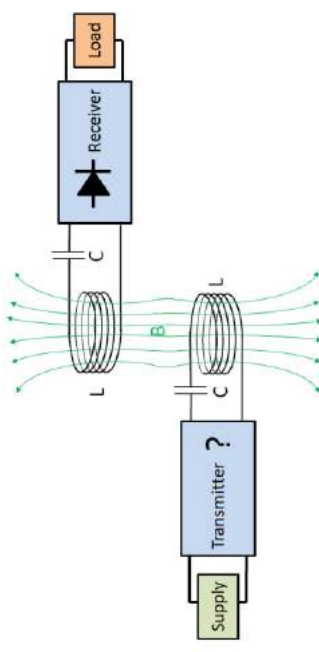
No.	Hari/Tanggal	Nama Siswa	Catatan Prilaku


No.	Hari/Tanggal	Nama Siswa	Catatan Prilaku



### C. Penilaian Pengetahuan

Contoh soal tes pilihan ganda beralasan (*two tier test*)

No	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Soal	Kunci	Alasan
1	Mengidentifikasi sumber arus yang diperlukan pada penghantar listrik nirkabel.	C3	<p>Perhatikan skema rangkaian penghantar listrik nirkabel seperti pada gambar berikut.</p>  <p>Sumber gambar: <a href="https://www.richtek.com">https://www.richtek.com</a> (dengan penyesuaian)</p> <p>GGL induksi akan dihasilkan dan diterima <i>receiver</i> jika tanda tanya pada transmitter berupa sumber arus berjenis:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Direct Current (DC).</li> <li>2. DC dengan proses labelling elektronik menggunakan transistor.</li> <li>3. Alternating Current (AC) dengan proses labelling elektronik menggunakan transistor.</li> </ol>	C	GGL induksi akan terjadi ketika terjadi <b>perubahan fluks</b> . Fluks akan muncul akibat perpotongan antara kumparan dan medan magnet secara terus menerus melalui proses perputaran kumparan. Skema penghantar listrik nirkabel pada soal tidak memanfaatkan putaran kumparan, tetapi karena proses perubahan fluks harus terus terjadi pada kumparan <i>receiver</i> maka sumber arus pada <i>transmitter</i> harus berjenis <b>AC (sumber arus periodic)</b> , jika menggunakan arus <b>DC</b> harus dilakukan <b>manipulasi (labeling)</b> sehingga arus DC

No	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Soal	Kunci	Alasan
2	Menganalisis desain receiver yang dapat menghasilkan nyala LED paling terang.	C4	<p>4. AC</p> <p>Kondisi yang benar adalah nomor ....</p> <p>A. 1, 2, dan 3</p> <p>B. 1 dan 3</p> <p>C. 2 dan 4</p> <p>D. 4 saja</p> <p>E. semua benar</p> <p>Alasan: .....</p> <p>Perhatikan berbagai rancangan lilitan receiver yang telah di rakit pada gambar berikut.</p> 	B	<p>Gelap dan terang <i>Light Emitting Diode</i> (LED) ditentukan oleh daya LED tersebut. <b>Daya</b> berbanding lurus dengan arus dan beda potensial, dalam hal ini arus GGL induksi. <b>Nilai GGL induksi</b> yang terjadi pada suatu kumparan sebanding dengan <b>jumlah lilitan</b> dan perubahan fluks magnetiknya. Maka</p>
			<p>4. AC</p> <p>Kondisi yang benar adalah nomor ....</p> <p>A. 1, 2, dan 3</p> <p>B. 1 dan 3</p> <p>C. 2 dan 4</p> <p>D. 4 saja</p> <p>E. semua benar</p> <p>Alasan: .....</p>		<p>tersebut menjadi arus periodic on/off dengan memanfaatkan <b>transistor sebagai saklar</b>.</p>

No	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Soal	Kunci	Alasan
			<p>Sumber gambar: <a href="https://www.hackster.io">https://www.hackster.io</a> (dengan penyesuaian)</p> <p>Jika warna gelap pada lilitan menunjukkan jumlah lilitan yang semakin banyak dan <i>receiver</i> dihubungkan dengan LED yang identik, maka LED yang menyala paling terang jika <i>receiver</i> tersebut di dekatkan pada sebuah transmitter pada jarak yang sama adalah LED pada lilitan nomor ....</p> <p>A. 1, 4, dan 5            B. 2, 6, dan 7            C. 3, 5, dan 6            D. 1, 2, dan 3            E. 2, 3, dan 7</p> <p>Alasan:            .....</p>		<p>kumparan dengan <b>jumlah lilitan yang banyak</b> akan menghasilkan <b>daya yang besar</b> pada LED dan menyebabkan menyala lebih terang.</p>
3	Menghitung nilai GGL induksi yang dihasilkan suatu penghantar listrik nirkabel.	C3	<p>Dari proses elektromagnetik, sebuah <i>transmitter</i> penghantar listrik nirkabel menghasilkan medan magnetik sebesar 0.10 T. Sebuah receiver berbentuk kumparan dengan 10 lilitan dan jari-jari 2 cm didekatkan pada <i>transmitter</i> secara tegak lurus. Jika medan magnetik pada</p>		<p>Diketahui:            B1 = 0.1 T            B2 = 0.25 T  <math>\Delta t = 1.2 \text{ ms} = 1.2 \times 10^{-3} \text{ s}</math>            N = 10</p>

No	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Soal	Kunci	Alasan
			<p><i>transmitter</i> meningkat menjadi 0.25 T setelah 1.2 ms, maka nilai GGL induksi yang terjadi pada <i>receiver</i> saat perubahan medan magnet tersebut adalah ....</p> <p>A. 1.6 V            B. 1.8 V            C. 2.6 V            D. 2.8 V            E. 3.0 V</p> <p>Alasan:            .....</p>		<p><math>R = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}</math></p> <p>Ditanyakan: <math>\varepsilon</math></p> <p>Jawab:</p> $\varepsilon = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ $\varepsilon = N \frac{(\phi_2 - \phi_1)}{\Delta t}$ $\varepsilon = N \frac{(B_2A - B_1A)}{\Delta t}$ $\phi_1 = B_1A = 0.10 \times \pi \times (0.02)^2$ $= 1.26 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ $\phi_2 = B_2A = 0.25 \times \pi \times (0.02)^2$ $= 3.14 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ $\varepsilon = 10 \frac{(3.14 - 1.26) \times 10^{-4}}{1.2 \times 10^{-3}}$ $\varepsilon = 1.567 \text{ V} \approx 1.6 \text{ V}$

Pedoman penilaian tes pilihan ganda beralsasan

<b>Pedoman penilaian</b>	<b>skor</b>
Option betul alasan salah	1
Option betul alasan mendekati benar	2
Option betul alasan benar	3

No.	Indikator Penilaian	Penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
<b>A</b>	<b>Perencanaan</b>				
1	Persiapan alat dan bahan				
2	Rancangan: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Gambar rancangan</li> <li>b. Alur kerja dan deskripsi</li> <li>c. penggunaan alat</li> </ol>				
<b>B</b>	<b>Hasil Akhir (produk)</b>				
3	Bentuk fisik				
4	Inovasi alat				
<b>C</b>	<b>Laporan</b>				
5	Laporan dibuat dengan kriteria: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Kebermanfaatan laporan</li> <li>b. Sistematika laporan</li> <li>c. Penulisan kesimpulan</li> </ol>				

No.	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
<b>A</b>	<b>Perencanaan</b>				
1	Persiapan alat dan bahan	Hanya	Alat dan bahan	Alat dan bahan	Alat dan

		menuliskan rancangan alat dan bahan, tetapi tidak menyiapkan alatnya	kurang lengkap	lengkap tetapi tidak sesuai dengan gambar rancangan	bahan lengkap sesuai dengan gambar rancangan
2	Rancangan: a. Gambar rancangan b. Alur kerja dan deskripsi c. penggunaan alat	Hanya terapat satu dari tiga hal yang dinilai.	Hanya terapat dua dari tiga hal yang dinilai.	Terdapat gambar rancangan, alur kerja dan cara penggunaan alat tetapi kurang sesuai	Terdapat gambar rancangan, alur kerja dan cara penggunaan.
<b>B</b>	<b>Hasil Akhir (produk)</b>				
3	Bentuk fisik	Alat tidak sesuai rancangan dan tidak dapat digunakan	Alat sesuai rancangan dan tidak dapat digunakan	Alat kurang sesuai rancangan tetapi dapat digunakan	Alat sesuai rancangan dan dapat digunakan
4	Inovasi alat	Alat dibuat dari bahan yang ada di lingkungan sekitar tetapi desain tidak menarik	Alat dibuat dari bahan yang ada di lingkungan sekitar tetapi desain kurang menarik	Alat dibuat dari bahan yang ada di lingkungan sekitar dan menarik	Alat dibuat dari bahan yang ada di lingkungan sekitar, desain menarik dan lain daripada yang lain (desain baru)
<b>C</b>	<b>Laporan</b>				
5	Laporan dibuat dengan	Menyusun	Sistematika	Sistematika	Sistematika

kriteria:	laporan, tetapi	laporan sesuai	laporan sesuai	laporan sesuai
a. Kebermanfaatan laporan	tidak ada kriteria yang terpenuhi	dengan kriteria, isi laporan kurang bermanfaat dan kesimpulan tidak sesuai	dengan kriteria, isi laporan kurang bermanfaat dan kesimpulan sesuai	dengan kriteria, isi laporan bermanfaat dan kesimpulan sesuai.
b. Sistematika laporan				
c. Penulisan kesimpulan				

No	Nama Siswa	Penggunaan bahasa	Kejelasan menyampaikan	Komunikatif	Kebenaran Konsep

No.	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik
1	Penggunaan bahasa	Menggunakan bahasa yang baik, kurang baku, dan tidak terstruktur	Menggunakan bahasa yang baik, kurang baku, dan terstruktur	Menggunakan bahasa yang baik, baku, tetapi kurang terstruktur	Menggunakan bahasa yang baik, baku dan terstruktur
2	Kejelasan	Artikulasi	Artikulasi	Artikulasi	Artikulasi



	menyampaikan	kurang jelas, suara tidak terdengar, bertele-tele	jelas, suara terdengar, tetapi bertele-tele	kurang jelas, suara terdengar, tidak bertele-tele	jelas, suara terdengar, tidak bertele-tele
3	Komunikatif	Membaca catatan sepanjang menjelaskan	Pandangan lebih banyak menatap catatan saat menjelaskan dari pada audiens	Pandangan lebih banyak menatap audiens saat menjelaskan dari pada catatan, tanpa ada gestur tubuh	Pandangan lebih banyak menatap audiens saat menjelaskan dari pada catatan, dan menggunakan gestur yang membuat audiens memperhatikan
4	Kebenaran Konsep a. Medan magnet b. Induksi Elektromagnetik	Menjelaskan 1 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 2 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan 3 dari 4 konsep esensial dengan benar	Menjelaskan seluruh konsep esensial dengan benar



## IV. Daftar Pustaka

---

- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Hanover Research- District Administrative Practices. (October 2011). *K-12 STEM Education Overview*. Washington, DC
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.



## V. Lampiran

Lampiran 1. Lembar Kerja Siswa

### Pertemuan 1

#### Membuat Penghantar Listrik Nirkabel

*Bagaimana kita dapat menggunakan konsep induksi elektromagnetik dalam merancang dan membuat sebuah alat penghantar listrik nirkabel?*

#### Pendahuluan

Listrik adalah salah satu sumber energi yang sampai saat ini kebutuhannya tidak pernah mengalami penurunan, bahkan selalu melonjak. Dengan besarnya kebutuhan akan listrik maka teknologi dalam penghantaran energi listrik ini juga sangat penting. Saat ini teknologi untuk penghantaran listrik sebagian besar menggunakan media kabel tembaga.



Gambar 1.

Sumber: youtube.com



Gambar 2.

Sumber: thewirecutter.com

Dengan semakin besarnya kebutuhan akan listrik maka kebutuhan akan kabel tembaga dalam salah satu proses penghantarannya juga akan semakin meningkat. Namun hal ini juga harus kita mulai sikapi dengan keterbatasan sumber daya alam dalam produksi kabel tembaga. Di satu sisi, dari segi estetika lingkungan, dengan semakin banyaknya jumlah kabel-kabel penghantar listrik yang terlihat, jika tidak dikelola penataanya dengan baik maka juga akan mengurangi keindahan dari sebuah lingkungan, misalkan di perkotaan.

Begitu juga dengan lingkungan rumah, semakin banyak penggunaan kabel seperti yang ada pada berbagai alat elektronik seperti tv, kulkas, komputer, dan charger handphone yang kita miliki juga membuat penataan rumah harus disusun sedemikian rupa sehingga menghindari terjadinya keruwetan penggunaan kabel-kabel tersebut.

Maka salah satu solusi yang dapat kita pikirkan adalah bagaimana kita dapat menciptakan teknologi untuk menghantarkan energi listrik tanpa menggunakan kabel untuk menghubungkan antara sumber energi listrik dengan perangkat elektronik yang kita inginkan. Hal ini dapat menjadi salah satu alternatif dalam mengurangi penggunaan kabel tembaga dan juga meningkatkan estetika lingkungan.

### TANTANGAN 1

Berdasarkan konsep induksi elektromagnetik, kita telah mengetahui bahwa ketika sebuah kumparan bergerak melewati sebuah medan magnetik atau pada kumparan tersebut terdapat perubahan fluks magnetik maka akan menimbulkan GGL induksi pada kumparan sehingga akan menimbulkan arus induksi.

Dengan menggunakan fenomena tersebut kalian diberikan sebuah tantangan untuk menciptakan sebuah purwarupa alat sederhana yang dapat menghantarkan energi listrik secara nirkabel. Alat dan bahan yang kalian miliki adalah sebagai berikut:

- |                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| a) 2 buah kabel tembaga (@ 3 meter) | d) Selotip |
| b) 1 buah baterai AA 1,5 V          | e) Gunting |
| c) 1 buah lampu led merah           |            |

#### A. Mendesain Alat

Dengan menggunakan alat dan bahan yang disediakan, desainlah prototip alat penghantar listrik nirkabel pada kolom di bawah ini, dimana alat ini dapat menghantarkan energi listrik dari baterai kepada lampu led namun tanpa menggunakan kontak fisik secara langsung.

Pada desain alat tersebut, berikan informasi mengenai alat yang digunakan serta cara kerja alat tersebut.

**Tips:**

1. GGL hanya akan timbul ketika terjadi **perubahan** fluks medan magnet pada kumparan.
2. Ketika sebuah kumparan berada pada sebuah medan magnet namun tidak terjadi perubahan fluks maka GGL induksi tidak akan timbul.
3. Ketika sebuah kumparan dilewati oleh arus listrik maka akan timbul medan magnet disekitar kumparan tersebut.

**B. Menyusun Alat**

Ketika kalian sudah yakin akan desain alat tersebut, susunlah prototipe alat penghantar listrik nirkabel hanya dengan menggunakan alat dan bahan yang telah disediakan.

**C. Ujicoba Alat**

Jika kalian telah selesai menyusun prototipe alat tersebut, lakukan pengujian apakah alat dapat menjalankan fungsinya sesuai dengan yang diharapkan

1. Uji coba kesesuaian dengan teori

Sudah diketahui persamaan GGL induksi pada sebuah kumparan, yaitu:

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, nilai GGL induksi berbanding lurus dengan jumlah lilitan dan perubahan fluks, serta berbanding terbalik dengan perubahan waktu. Apakah desain penghantar listrik nirkabelmu sudah sesuai dengan teori diatas?

Lakukan pengukuran untuk membuktikannya. Ukur tegangan diantara LED merah menggunakan voltmeter, kemudian isikan hasilnya pada tabel berikut.

Uji Coba ke-	$\varepsilon$ (volt)	Jumlah lilitan	Selang waktu ( $\Delta t$ )	$\Delta\phi$ (Wb)
1			2 s	
2 (perbanyak lilitan)			2 s	
3 (perbanyak lilitan)			2 s	

a. Bagaimana kesesuaian alat kalian dengan teori?

.....

b. Apa yang harus kamu lakukan agar nilai  $\varepsilon$  yang dihasilkan menjadi lebih besar?

.....

#### D. Desain Lanjutan

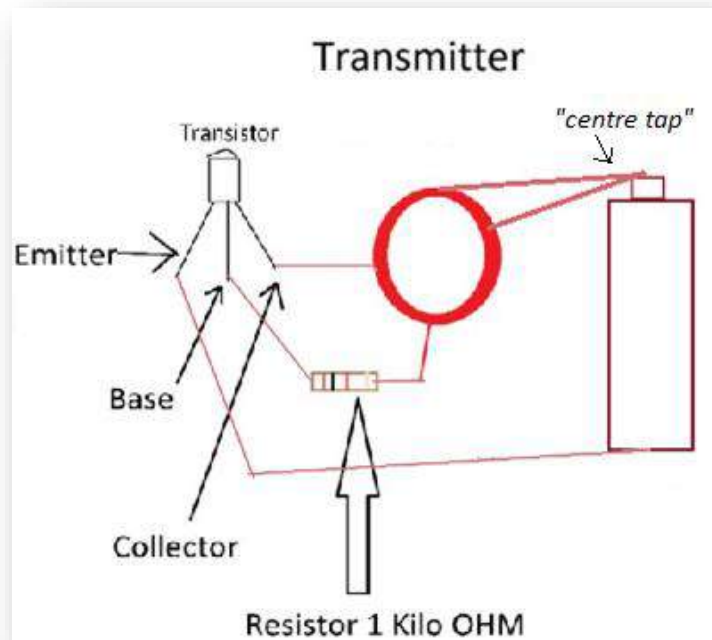
SELAMAT!!! Jika alat kalian telah berhasil bekerja sesuai dengan harapan, yaitu dapat menyalakan lampu LED tanpa menghubungkan baterai secara langsung ke lampu LED. Dengan begitu maka kalian telah menemukan bahwa diperlukan adanya perubahan fluks magnet yang dihasilkan dari kumparan 1 (kita sebut dengan pemancar atau *transmitter*) yang di "pancarkan" ke kumparan kedua (kita sebut dengan penerima atau *receiver*). Perubahan fluks magnet ini didapatkan dengan cara menyambung dan memutuskan aliran arus listrik dari baterai pada rangkaian *transmitter* secara bergantian sehingga medan magnet yang tercipta pada transmitter akan terus menerus berubah. Perubahan medan magnet ini yang akan menyebabkan terjadinya GGL induksi pada kumparan *receiver* jika kita dekatkan kedua kumparan (*transmitter* dan *receiver*) ini.

Namun prosedur memutus-sambungkan rangkaian secara manual ini tidak akan efektif untuk jangka panjang sehingga kita memerlukan bantuan komponen listrik yang dinamakan dengan transistor. Transistor ini berfungsi sebagai saklar pada rangkaian *transmitter* dan dapat

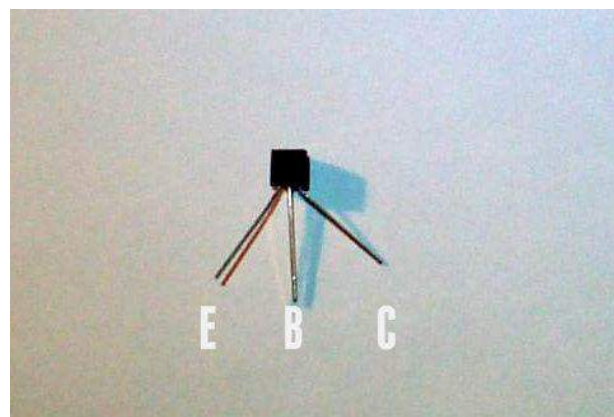
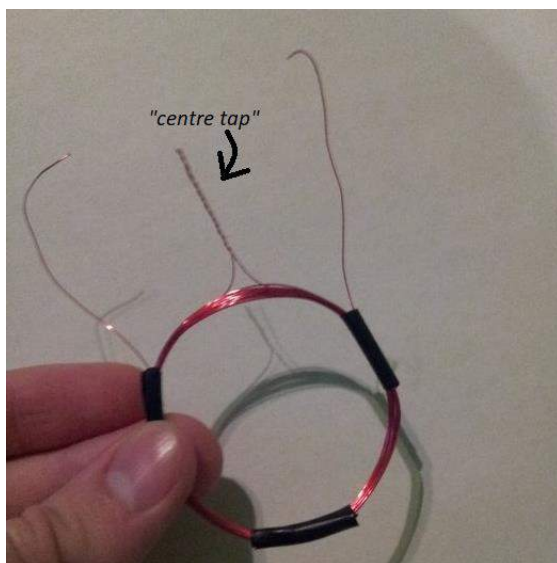


bekerja memutus-sambungkan aliran arus listrik dari baterai dengan frekuensi yang sangat tinggi, sekitar 100Hz.

Kita dapat menggunakan transistor pada bagian *transmitter* dengan skema sebagai berikut



**Gambar 3.** Skema rangkaian *transmitter* menggunakan tambahan transistor dan resistor sebagai saklar (sumber: instructables.com)



**Gambar 4.** Bentuk kumparan *transmitter* dengan “*centre tap*” (kiri), bagian dari transistor (kanan) (sumber: instructables.com)

\*Kalian dapat mempelajari secara detil bagaimana cara kerja transistor sebagai saklar pada kelas yang lebih lanjut

Susunlah *prototipe* alat penghantar listrik nirkabel kalian dengan menggunakan rangkaian seperti pada skema gambar 1. Setelah selesai susunan alat seperti pada skema, ujilah alat tersebut apakah dapat menyalakan lampu LED pada *receiver* dengan baik.

## Pertemuan 2

### TANTANGAN 2

#### “Recharging Table”

Kalian akan berperan sebagai tim yang bekerja di sebuah perusahaan jasa konsultan perangkat elektronika. Seorang klien yang merupakan *desainer furniture* meminta kalian untuk merancang sebuah meja yang selain dapat sebagai tempat menaruh benda-benda seperti cangkir, majalah, koran, dan sebagainya namun juga memiliki fitur untuk mengisi daya perangkat elektronik seperti *handphone*, *smartwatch*, dan perangkat elektronik lain yang sifatnya “*portabel*” (ringan, mudah dibawa, mudah dipindahkan). Dalam tim, Kalian harus menentukan tugas agar proyek tersebut terselesaikan sesuai jadwal. Peran yang harus dibagi dalam tim adalah:

<b>Ketua</b>	:	<b>Perancang</b>	:
<b>Notulis</b>	:	<b>Pembuat</b>	:

Alat yang tersedia di perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Kabel tembaga
2. Lampu led
3. Baterai
4. Transistor 2n222
5. Resistor 1kOhm
6. Timah solder
7. Alat solder
8. Selotip
9. Gunting
10. Lem.

## Permintaan Klien

Klien tersebut memiliki permintaan sebagai berikut.

1. Bahan baku meja dibuat dari bahan yang mudah di daur ulang dan ramah lingkungan seperti kardus bekas, limbah kayu, dsb.
2. Luas ukuran meja adalah 200 cm persegi dengan tinggi 50 cm.
3. Tebal permukaan meja adalah 2 cm.
4. Seluruh alas permukaan meja harus tahan air.
5. Setengah bagian dari meja harus dapat berfungsi sebagai perangkat pengisi daya secara nirkabel.
6. Sumber arus yang digunakan adalah sebuah baterai ukuran D.
7. Meja harus.

## A. PROSEDUR KEGIATAN

### 1. Identifikasi Masalah

Sebagai seorang konsultan, bersama tim kalian lakukan terlebih dahulu kajian menggunakan konsep induksi elektromagnetik, bangun ruang, dan konsep lain yang relevan untuk menyajikan rancangan meja yang diinginkan klien.

- a. Buatlah sketsa rencana desain meja tersebut secara individu pada kertas catatan termasuk:
  - 1) Rencana desain bentuk meja.
  - 2) Rencana rangkaian alat penghantar listrik nirkabel yang akan ditempatkan pada meja.

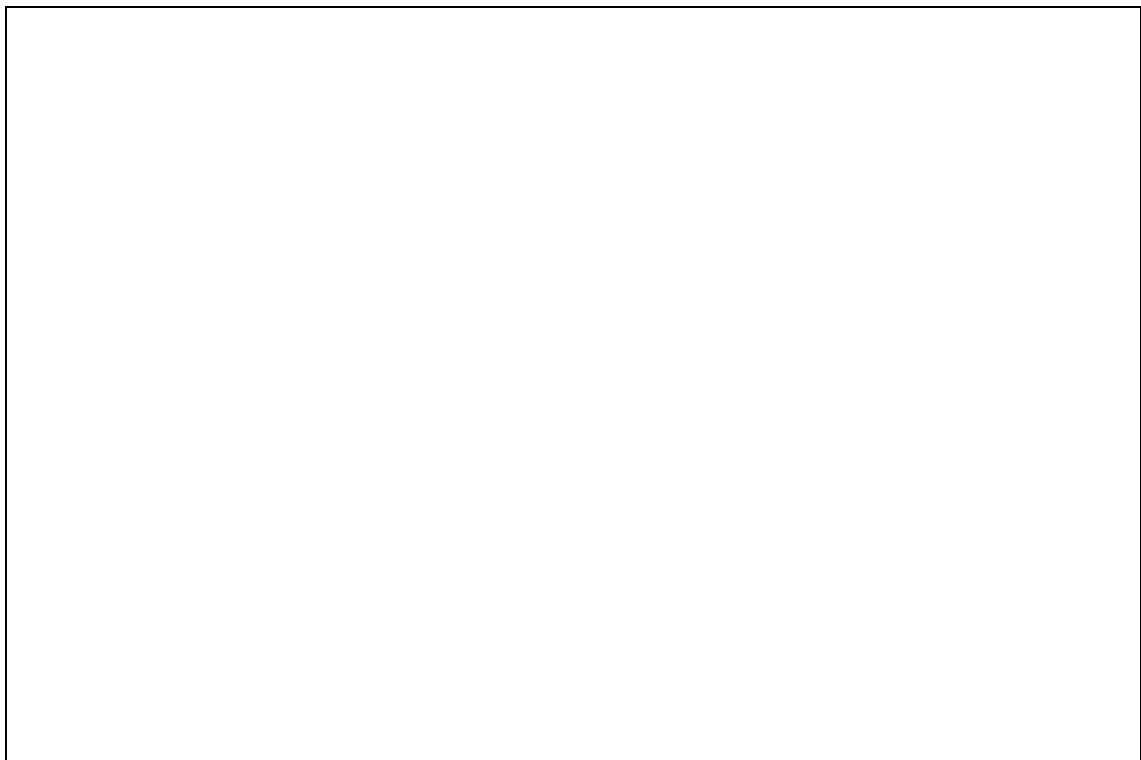
Perhatikan alat dan bahan yang tersedia untuk membuat meja tersebut!

- b. Diskusikan masing-masing rancangan kalian dalam kelompok. (catat setiap usulan yang disampaikan oleh tim kamu)

- c. Pilih rancangan yang terbaik atau susunlah rancangan lain yang kalian anggap solusi yang terbaik bagi klien dari usulan kelompok kalian.

### 1. Merancang Model Meja

- a. Dari hasil diskusi dalam tim, gambarlah rancangan purwarupa meja. Pastikan rancangan penghantar listrik nirkabel sesuai dengan permintaan klien. Lengkapi desain tersebut dengan ukuran, fungsi, serta bahan yang digunakan dari bagian purwarupa meja tersebut.



- b. Jika tim kalian sudah menyelesaikan rancangan gambar, presentasikanlah kepada klien sebelum membangun purwarupa meja tersebut. (Tuliskan masukan dari klien)



**B. TUGAS RUMAH****C. Membangun Penghantar Listrik Nirkabel**

- Jika klien sudah menyetujui rancangan gambar, bangunlah meja tersebut dengan alat dan bahan yang tersedia.
- Bangunlah meja sesuai dengan apa yang tim kalian telah rancang pada gambar.
- Dokumentasikan seluruh proses pembuatan meja (foto dan video).

**D. Uji Coba dan Revisi**

- Jika model meja sudah selesai dibangun, lakukan pengujian apakah purwarupa meja sudah dapat memenuhi kriteria sesuai permintaan klien. Isilah tabel berikut.

Tanggal Uji coba	Ujicoba ke-	Hasil ujicoba	Penyebab	Perbaikan	Keterangan
22-03-2018	2	LED belum menyala	Jumlah kumparan kurang	Menambah jumlah kumparan	Menambah jumlah kumparan 2 kali sebelumnya

- b. Perhatikan apakah purwarupa meja yang kalian desain dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan kriteria sesuai dengan permintaan klien.

No	Kriteria	Kondisi	
		Ya	Tidak
1	Meja memiliki dimensi yang ditetapkan		
2	Bahan meja ramah lingkungan		
3	Setengah luas dari meja dapat berfungsi sebagai penghantar listrik nirkabel		
4	Minimal 3 buah perangkat dapat berfungsi ketika diletakkan di area penghantar listrik nirkabel meja		
5	Meja hanya menggunakan 1 buah baterai tipe D saja sebagai sumber tegangan.		

### **Pertemuan 3**

#### **A. Uji coba Akhir**

1. Persiapkan purwarupa meja yang telah kalian buat untuk uji coba akhir.
2. Uji cobakan purwarupa meja kalian didepan klien.
3. Pada uji coba akhir ini purwarupa meja kalian akan diturnamenkan dengan perusahaan lain.
4. Catat hasil uji coba akhir sebagai salah satu bahan presentasi.

#### **B. Presentasi**

1. Waktu presentasi yang tersedia untuk setiap tim adalah 5 menit.
2. Jenis presentasi yang diajurkan adalah presentasi persuasif.
3. Presentasi setidaknya harus memuat; desain awal penghantar listrik nirkabel; produk akhir penghantar listrik nirkabel; hasil ujicoba dan rencana pengembangan selanjutnya.

#### **C. Laporan**

Buatlah laporan hasil proyek kalian sesuai dengan contoh yang diberikan oleh guru.

## Format Pembuatan Laporan

---