MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : IPA (FISIKA)
BAB 3: KEMAGNETAN

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah	:	.....
Nama Penyusun	:	.....
Mata Pelajaran	:	**IPA (Fisika)**
Kelas / Fase /Semester	:	**XII/ F / Ganjil**
Alokasi Waktu	:	**8 Jam Pelajaran (4 Pertemuan)**
Tahun Pelajaran	:	**20.. / 20..**

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

Peserta didik pada umumnya telah memiliki pemahaman dasar tentang konsep gaya, energi, dan listrik dari pembelajaran sebelumnya. Mereka juga memiliki kemampuan dasar dalam melakukan perhitungan matematis sederhana dan menganalisis fenomena fisika. Beberapa peserta didik mungkin sudah terpapar dengan konsep magnet dalam kehidupan sehari-hari (misalnya, magnet kulkas, kompas), namun pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip kemagnetan dan aplikasinya dalam teknologi masih perlu dikembangkan. Peserta didik diharapkan memiliki rasa ingin tahu yang tinggi terhadap fenomena alam, khususnya yang berkaitan dengan kemagnetan.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

Materi kemagnetan pada Bab 3 ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

- **Jenis Pengetahuan:** Konseptual (pemahaman tentang gaya magnet, medan magnet, GGL induksi), Prosedural (melakukan percobaan, perhitungan), dan Metakognitif (merefleksikan proses belajar dan pemahaman diri).
- **Relevansi dengan Kehidupan Nyata:** Kemagnetan sangat relevan dengan kehidupan sehari-hari dan teknologi modern, seperti motor listrik, generator, transformator, kompas, MRI, hingga kereta maglev. Keterkaitan ini akan memotivasi peserta didik dan membuat pembelajaran lebih bermakna.
- **Tingkat Kesulitan:** Cukup kompleks karena melibatkan konsep abstrak (medan magnet, arah gaya) dan memerlukan pemahaman vektor serta penerapan rumus matematika. Namun, dengan pendekatan yang tepat, kesulitan ini dapat diatasi.
- **Struktur Materi:** Materi tersusun secara hierarkis, dimulai dari konsep dasar gaya magnet, kemudian medan magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik, dilanjutkan dengan aplikasi (motor listrik, generator, transformator), dan fenomena GGL induksi.
- **Integrasi Nilai dan Karakter:** Materi ini dapat mengintegrasikan nilai-nilai seperti ketelitian, tanggung jawab, kerja sama, kreativitas dalam pemecahan masalah, serta keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan melalui pengamatan kebesaran-Nya dalam fenomena alam.

D. DIMENSI PROFIL LULUSAN PEMBELAJARAN

Berdasarkan tujuan pembelajaran, dimensi profil lulusan yang akan dicapai adalah:

- **Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME dan Berakhlak Mulia:** Melalui pengamatan fenomena alam terkait kemagnetan dan aplikasinya dalam teknologi, peserta didik diharapkan semakin menyadari dan mengagumi kebesaran Tuhan YME.
- **Penalaran Kritis:** Peserta didik akan menganalisis fenomena kemagnetan, mengidentifikasi hubungan sebab-akibat, dan menyimpulkan prinsip-prinsip fisika.
- **Kreativitas:** Peserta didik akan didorong untuk menemukan solusi inovatif dalam menghadapi masalah fisika dan merancang proyek sederhana terkait kemagnetan.
- **Kolaborasi:** Melalui diskusi kelompok dan proyek, peserta didik akan belajar bekerja sama, menghargai pendapat, dan mencapai tujuan bersama.
- **Kemandirian:** Peserta didik akan belajar bertanggung jawab atas proses belajarnya sendiri, mencari sumber informasi, dan menyelesaikan tugas secara mandiri.
- **Komunikasi:** Peserta didik akan melatih kemampuan komunikasi melalui presentasi hasil proyek, diskusi kelompok, dan menyampaikan ide-ide secara lisan maupun tertulis.

DESAIN PEMBELAJARAN

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP) NOMOR : 32 TAHUN 2024

Peserta didik mampu menganalisis konsep kemagnetan, termasuk gaya magnet, medan magnet, induksi elektromagnetik, serta penerapannya dalam teknologi seperti motor listrik, generator, dan transformator, dengan menunjukkan kemampuan penalaran kritis, kreativitas, dan kolaborasi.

B. LINTAS DISIPLIN ILMU YANG RELEVAN

- **Matematika:** Penggunaan vektor, trigonometri, dan aljabar untuk perhitungan gaya magnet, medan magnet, dan besaran fisis lainnya.
- **Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK):** Pemanfaatan simulasi, video pembelajaran, dan alat digital untuk eksplorasi konsep dan presentasi proyek.
- **Kewirausahaan:** Pemahaman prinsip kerja motor listrik, generator, dan transformator dapat memicu ide-ide inovatif untuk pengembangan teknologi atau produk.
- **Sains (Kimia, Biologi):** Kaitan dengan fenomena magnet bumi dan penggunaan magnet dalam bidang medis (misalnya, MRI).

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Gaya Magnet dan Gaya Magnet pada Kawat Berarus

- Peserta didik dapat menganalisis konsep gaya magnet pada partikel bermuatan yang bergerak dalam medan magnet dengan tepat.
- Peserta didik dapat menghitung besar dan arah gaya magnet pada kawat berarus yang berada dalam medan magnet menggunakan kaidah tangan kanan dengan benar.
- Peserta didik dapat mengidentifikasi aplikasi gaya magnet dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.

Pertemuan 2: Medan Magnet di Sekitar Kawat Berarus dan Motor Listrik

- Peserta didik dapat menganalisis konsep medan magnet yang ditimbulkan oleh kawat lurus berarus, kawat melingkar berarus, dan solenoida dengan benar.
- Peserta didik dapat menghitung besar medan magnet di sekitar kawat berarus menggunakan hukum Biot-Savart dan hukum Ampere dengan akurat.
- Peserta didik dapat menjelaskan prinsip kerja motor listrik dan mengidentifikasi komponen-komponen utamanya dengan tepat.
- Peserta didik dapat membandingkan antara prinsip kerja motor listrik dengan konsep gaya magnet.

Pertemuan 3 & 4: GGL Induksi dan Generator

- Peserta didik dapat menganalisis konsep GGL induksi dan hukum Faraday serta hukum Lenz dengan benar.
- Peserta didik dapat menghitung besar GGL induksi pada kawat yang bergerak dalam medan magnet dan pada kumparan yang mengalami perubahan fluks magnetik dengan akurat.
- Peserta didik dapat menjelaskan prinsip kerja generator dan mengidentifikasi perbedaan antara generator AC dan DC.

- Peserta didik dapat merancang percobaan sederhana untuk menunjukkan fenomena GGL induksi (Proyek).

Pertemuan 5 & 6: Transformator

- Peserta didik dapat menganalisis prinsip kerja transformator ideal dan non-ideal dengan benar.
- Peserta didik dapat menghitung efisiensi transformator dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhinya dengan tepat.
- Peserta didik dapat mengidentifikasi jenis-jenis transformator dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari (misalnya, adaptor, transmisi listrik).

Pertemuan 7 & 8: Presentasi Proyek dan Refleksi

- Peserta didik dapat mempresentasikan hasil proyek eksperimen GGL Induksi dengan jelas dan bertanggung jawab.
- Peserta didik dapat mengkomunikasikan pemahaman mereka tentang seluruh konsep kemagnetan dan aplikasinya.
- Peserta didik dapat merefleksikan proses pembelajaran dan mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan.

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

- **Aplikasi Gaya Magnet:** Diskusi tentang prinsip kerja loudspeaker, galvanometer, atau kereta maglev.
- **Pemanfaatan Medan Magnet:** Bagaimana kompas bekerja, cara kerja MRI (Magnetic Resonance Imaging).
- **Peran Motor Listrik dan Generator dalam Kehidupan:** Kendaraan listrik, pembangkit listrik, peralatan rumah tangga.
- **Fungsi Transformator:** Bagaimana listrik dialirkan dari pembangkit ke rumah-rumah, charger handphone.
- **Eksplorasi Fenomena GGL Induksi:** Percobaan sederhana membuat generator tangan atau bel listrik.

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

PRAKTIK PEDAGOGIK

- **Eksplorasi Lapangan (Opsional/Virtual):** Jika memungkinkan, kunjungan ke bengkel elektronik kecil atau mencari video/simulasi online tentang cara kerja motor listrik/generator/transformator di kehidupan nyata.
- **Wawancara:** Peserta didik dapat mencari informasi tambahan atau wawancara singkat (jika memungkinkan) dengan ahli/praktisi yang menggunakan prinsip kemagnetan (misalnya, teknisi listrik, guru TIK yang memahami perangkat elektronik).
- **Diskusi Kelompok:** Pembentukan kelompok kecil untuk membahas konsep, menyelesaikan soal, merancang proyek, dan mempresentasikan hasil.
- **Presentasi Proyek:** Peserta didik akan mempresentasikan hasil eksperimen/rancangan proyek GGL Induksi dan membagikan temuan mereka.

MITRA PEMBELAJARAN:

- **Lingkungan Sekolah:** Guru mata pelajaran lain (Matematika, TIK), Laboran Fisika.
- **Lingkungan Luar Sekolah:** Ahli/praktisi di bidang kelistrikan/elektronika (jika

memungkinkan untuk wawancara atau kunjungan singkat), orang tua yang memiliki pengetahuan atau pengalaman terkait.

- **Masyarakat:** Komunitas sains lokal atau lembaga penelitian (melalui sumber daya digital).

LINGKUNGAN BELAJAR:

- **Ruang Fisik:** Kelas yang kondusif untuk diskusi dan kerja kelompok, laboratorium fisika untuk eksperimen.
- **Ruang Virtual:** Pemanfaatan platform Google Classroom sebagai pusat informasi, forum diskusi, pengumpulan tugas, dan sumber belajar tambahan.

PEMANFAATAN DIGITAL:

- **Perpustakaan Digital:** Akses ke e-book, jurnal ilmiah, artikel, dan video pembelajaran terkait kemagnetan.
- **Forum Diskusi Daring:** Diskusi aktif di Google Classroom atau platform lain untuk berbagi pemahaman dan menjawab pertanyaan.
- **Penilaian Daring:** Penggunaan Google Forms untuk kuesioner dan tes formatif.
- **Gamifikasi Pembelajaran:** Penggunaan Kahoot! atau Mentimeter untuk kuis interaktif dan brainstorming ide.
- **Simulasi Interaktif:** Pemanfaatan PhET Interactive Simulations (University of Colorado Boulder) atau sejenisnya untuk memvisualisasikan medan magnet, gaya magnet, dan GGL induksi.

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

KEGIATAN PENDAHULUAN (PRINSIP PEMBELAJARAN BERKESADARAN, BERMAKNA, MENGGEMBIRAKAN)

- **Pembukaan & Apresiasi (Joyful Learning):** Guru menyapa peserta didik dengan antusias. Mengajak peserta didik melakukan *mindfulness* singkat (misalnya, fokus pada napas selama 1 menit) untuk menenangkan diri dan hadir sepenuhnya.
- **Apersepsi (Meaningful Learning):** Guru mengajukan pertanyaan pemantik yang relevan dengan kehidupan sehari-hari: "Pernahkah kalian melihat kompas? Mengapa jarum kompas selalu menunjuk arah utara-selatan? Bagaimana cara kerja motor listrik pada kipas angin atau blender di rumah kalian?" Menayangkan video singkat atau gambar fenomena kemagnetan yang menarik (misalnya, levitasi magnet, mainan magnet).
- **Pre-test/Asesmen Awal (Mindful Learning):** Mengadakan kuesioner singkat atau tes diagnostik (misalnya, melalui Google Forms atau Mentimeter) untuk mengidentifikasi pengetahuan awal peserta didik tentang kemagnetan dan mengelompokkan mereka berdasarkan kesiapan.
- **Penyampaian Tujuan (Meaningful Learning):** Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai, mengaitkannya dengan pentingnya pemahaman kemagnetan dalam kehidupan modern.
- **Kesepakatan Kelas (Mindful Learning):** Bersama peserta didik membuat kesepakatan belajar yang mendukung suasana kelas yang positif dan interaktif.

KEGIATAN INTI (BERMAKNA, MENGGEMBIRAKAN)

Eksplorasi Konsep (Understanding - Bermakna):

- **Diferensiasi Konten:** Guru menyediakan berbagai sumber belajar: buku teks (Buku Siswa Fisika Kelas XII), video penjelasan, simulasi interaktif, artikel, atau infografis. Peserta didik dapat memilih sumber yang paling sesuai dengan gaya belajar mereka.
- **Studi Kasus Kontekstual:** Guru memberikan contoh kasus atau masalah terkait kemagnetan dalam kehidupan nyata (misalnya, mengapa smartphone bisa mendeteksi arah, bagaimana kereta maglev bekerja). Peserta didik diajak untuk menganalisis dan berdiskusi.
- **Diskusi Kelompok Kecil:** Peserta didik dibagi dalam kelompok (berdasarkan hasil asesmen awal, bisa homogen atau heterogen) untuk mendiskusikan konsep-konsep kunci, saling menjelaskan, dan mengajukan pertanyaan. Guru berkeliling memberikan bimbingan dan fasilitasi.

Penerapan Konsep (Applying - Mengaplikasi):

- **Pemecahan Masalah:** Guru memberikan berbagai variasi soal latihan (mulai dari tingkat dasar hingga menantang) terkait gaya magnet, medan magnet, GGL induksi, motor listrik, generator, dan transformator. Peserta didik mengerjakan secara individu atau kelompok.

Praktikum/Eksperimen Sederhana:

- **Gaya Magnet:** Percobaan sederhana menggunakan magnet dan kumparan berarus (jika memungkinkan, dapat menggunakan kit sederhana).
- **Medan Magnet:** Percobaan serbuk besi untuk memvisualisasikan pola medan magnet di sekitar kawat berarus.
- **Proyek Mini (GGL Induksi):** Peserta didik dalam kelompok merancang dan membuat model sederhana generator tangan atau perangkat yang menunjukkan prinsip GGL induksi (misalnya, memutar magnet di dalam kumparan dan mengukur GGL dengan multimeter). **(**Proyek **ini akan menjadi fokus pada pertemuan 3 & 4)**. Guru menyediakan panduan dan bahan-bahan yang dibutuhkan.
- **Diferensiasi Proses:** Guru memberikan pilihan kepada peserta didik bagaimana mereka ingin mendemonstrasikan pemahaman mereka, misalnya:
  - Menyelesaikan soal di papan tulis.
  - Membuat poster infografis tentang konsep.
  - Membuat video penjelasan singkat.
  - Membangun model sederhana.

Refleksi & Koneksi (Reflecting - Berkesadaran, Bermakna):

- **Jurnal Belajar (Mindful Learning):** Setiap peserta didik menuliskan refleksi singkat di jurnal belajar mereka tentang apa yang telah mereka pelajari, kesulitan yang dihadapi, dan bagaimana mereka mengatasi kesulitan tersebut.
- **Diskusi Kelas:** Guru memfasilitasi diskusi kelas untuk berbagi temuan dari eksperimen, meninjau kembali konsep yang sulit, dan mengaitkan materi dengan pengalaman pribadi atau fenomena di sekitar.
- **Umpan Balik Teman Sebaya (Peer Feedback):** Peserta didik saling memberikan masukan konstruktif atas hasil diskusi atau presentasi kelompok.

KEGIATAN PENUTUP (UMPAN BALIK KONSTRUKTIF, MENYIMPULKAN, PERENCANAAN PEMBELAJARAN SELANJUTNYA)

- **Reviu dan Konfirmasi (Umpan Balik Konstruktif):** Guru bersama peserta didik mereviu kembali poin-poin penting yang telah dipelajari. Guru memberikan

penguatan dan meluruskan miskonsepsi yang mungkin terjadi.

- **Asesmen Formatif (Umpan Balik Konstruktif):** Guru memberikan kuis singkat (misalnya, 3-5 pertanyaan di Kahoot! atau Mentimeter) untuk menguji pemahaman akhir pada hari itu. Hasil kuis menjadi umpan balik langsung.
- **Penyimpulan (Menyimpulkan Pembelajaran):** Peserta didik secara individu atau kelompok menyimpulkan poin-poin penting pembelajaran hari itu. Guru merangkum dan memberikan kesimpulan akhir.
- **Tindak Lanjut & Tantangan (Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya):** Guru memberikan tugas mandiri atau proyek lanjutan (misalnya, mencari informasi lebih lanjut tentang aplikasi kemagnetan di bidang medis, membuat mind map bab kemagnetan). Memberi gambaran singkat tentang materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya.
- **Refleksi Akhir & Motivasi (Berkesadaran, Bermakna, Menggembirakan):** Guru mengakhiri pembelajaran dengan pesan positif, mengingatkan peserta didik tentang pentingnya sikap ilmiah dan rasa ingin tahu.

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

1. ASESMEN AWAL PEMBELAJARAN (DIAGNOSTIK)

- **Observasi:** Guru mengamati partisipasi peserta didik dalam diskusi awal dan respons terhadap pertanyaan pemantik.
- **Kuesioner:** Menggunakan Google Forms atau Mentimeter dengan pertanyaan-pertanyaan singkat tentang pengetahuan dasar kemagnetan (misalnya, "Apa yang kamu ketahui tentang magnet?", "Berikan contoh benda yang menggunakan prinsip magnet").

Contoh Soal Kuesioner:

1. Apa yang membuat jarum kompas selalu mengarah ke utara dan selatan?
2. Sebutkan dua contoh alat di rumah yang menggunakan prinsip kemagnetan!
3. Menurutmu, apakah listrik dapat menghasilkan magnet? Jelaskan alasannya!
4. Jika ada kawat dialiri arus listrik dan diletakkan di dekat magnet, apa yang akan terjadi pada kawat tersebut?
5. Apa perbedaan antara magnet dan elektromagnet?

- **Tes Diagnostik Singkat:** 5 soal pilihan ganda sederhana untuk mengukur pemahaman konsep pra-syarat.

Contoh Soal Tes Diagnostik:

1. Gaya yang timbul akibat interaksi antara muatan listrik yang bergerak atau arus listrik dengan medan magnet disebut gaya .... a. Gravitasi b. Listrik c. Magnet d. Gesek e. Normal
2. Arah medan magnet di sekitar kawat lurus berarus dapat ditentukan menggunakan kaidah tangan .... a. Kiri b. Kanan c. Kiri dan Kanan d. Jempol e. Tidak ada
3. Alat yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak memanfaatkan prinsip .... a. Generator b. Transformator c. Motor listrik d. Dinamo e. Baterai
4. Garis-garis medan magnet selalu keluar dari kutub .... dan masuk ke kutub .... a. Utara, Selatan b. Selatan, Utara c. Timur, Barat d. Barat, Timur e. Tidak ada arah

5. Fenomena timbulnya arus listrik akibat perubahan fluks magnetik disebut .... a. Arus listrik b. Gaya gerak listrik induksi c. Hukum Ohm d. Hukum Kirchoff e. Resistansi

2. ASESMEN PROSES PEMBELAJARAN (FORMATIF)

- **Tugas Harian:** Penyelesaian soal-soal latihan dari buku siswa atau lembar kerja.
- **Diskusi Kelompok:** Penilaian keaktifan, kontribusi ide, dan kemampuan berkolaborasi dalam kelompok.
- **Presentasi Kelompok (Mini):** Saat membahas sub-bab, kelompok dapat ditunjuk untuk mempresentasikan pemahaman mereka atau hasil diskusi.
- **Observasi Guru:** Guru mengamati partisipasi aktif, pemahaman, dan keterampilan peserta didik selama proses pembelajaran.

Contoh Soal Proses (Dapat diberikan sebagai kuis singkat atau tugas individu setelah setiap sub-bab):

1. Sebuah elektron bergerak dengan kecepatan 5×106 m/s tegak lurus terhadap medan magnet homogen 0.5 T. Jika muatan elektron 1.6×10−19 C, hitunglah besar gaya magnet yang dialami elektron tersebut!
2. Jelaskan perbedaan antara gaya magnet pada kawat berarus dengan medan magnet di sekitar kawat berarus!
3. Sebuah kawat lurus panjang dialiri arus listrik 2 A. Berapa besar medan magnet pada titik yang berjarak 5 cm dari kawat tersebut? ($\mu_0=4\pi\times10^{-7}$ T.m/A)
4. Sebutkan tiga cara untuk memperbesar GGL induksi pada sebuah kumparan!
5. Sebuah motor listrik bekerja dengan daya 100 W. Jika motor tersebut menarik arus 2 A dari sumber tegangan 60 V, berapakah efisiensi motor tersebut?

3. ASESMEN AKHIR PEMBELAJARAN (SUMATIF)

- **Jurnal Reflektif:** Peserta didik menuliskan jurnal reflektif tentang seluruh proses pembelajaran Kemagnetan, mulai dari pemahaman awal hingga konsep-konsep yang dikuasai, tantangan yang dihadapi, dan relevansi materi dengan kehidupan mereka.
- **Tes Tertulis:** Tes tertulis komprehensif yang mencakup seluruh materi Bab 3 Kemagnetan (pilihan ganda, esai, dan soal perhitungan).

Contoh Soal Tes Tertulis:

1. Dua kawat lurus panjang dan sejajar terpisah sejauh 10 cm. Kawat pertama dialiri arus 5 A dan kawat kedua dialiri arus 10 A dengan arah yang sama. Hitunglah besar gaya per satuan panjang yang dialami oleh kedua kawat! ($\mu_0=4\pi\times10^{-7}$ T.m/A)
2. Jelaskan prinsip kerja transformator step-up dan step-down, serta sebutkan masing-masing dua contoh aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari!
3. Sebuah generator AC menghasilkan GGL induksi maksimum 200 V pada frekuensi 50 Hz. Jika kumparan generator memiliki 100 lilitan dan luas penampang 0.1 m2, berapakah besar medan magnet yang melingkupi kumparan tersebut?
4. Gambarkan pola medan magnet di sekitar kawat lurus berarus dan kawat

melingkar berarus, serta tunjukkan arah medan magnetnya!

5. Seorang siswa melakukan percobaan untuk mengamati GGL induksi. Ia menggerakkan sebuah magnet batang keluar masuk kumparan. Jelaskan mengapa GGL induksi dapat timbul pada kumparan tersebut berdasarkan Hukum Faraday dan Hukum Lenz!

- **Tugas Akhir/Proyek:** Presentasi hasil proyek eksperimen GGL Induksi (yang telah dirancang dan dibuat pada pertemuan sebelumnya). Penilaian meliputi desain proyek, pelaksanaan eksperimen, data yang diperoleh, analisis, kesimpulan, dan presentasi.