MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : MATEMATIKA (TINGKAT LANJUT)
BAB: 4. TRANSFORMASI GEOMETRI

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah	**:**	.....
Nama Penyusun	**:**	.....
Mata Pelajaran	**:**	**Matematika (Tingkat Lanjut)**
Kelas / Fase /Semester	**:**	**XI/ F / Ganjil**
Alokasi Waktu	**:**	**8 Pertemuan (@ 45 menit)**
Tahun Pelajaran	**:**	**20.. / 20..**

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

Peserta didik diharapkan sudah memiliki pengetahuan dan keterampilan dasar sebagai berikut:

- **Pengetahuan:** Memahami konsep dasar koordinat Kartesius (titik, garis), operasi aljabar dasar (penjumlahan, pengurangan, perkalian), dan konsep matriks sederhana (ordo, operasi penjumlahan dan perkalian matriks).
- **Keterampilan:** Mampu menentukan posisi titik pada bidang Kartesius, melakukan perhitungan aljabar sederhana, dan menggambar grafik garis pada bidang Kartesius.
- **Pemahaman:** Memahami bahwa matematika adalah alat untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

- **Jenis Pengetahuan:** Konseptual (pemahaman definisi transformasi), Prosedural (langkah-langkah melakukan transformasi dan operasi matriks), dan Pemecahan Masalah (menerapkan transformasi untuk menyelesaikan masalah kontekstual).
- **Relevansi dengan Kehidupan Nyata:** Transformasi geometri banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti grafika komputer (animasi, desain grafis), arsitektur (perancangan bangunan), robotika, hingga fotografi (efek kamera). Materi ini akan menghubungkan konsep abstrak matematika dengan visualisasi nyata di sekitar peserta didik.
- **Tingkat Kesulitan:** Materi ini memiliki tingkat kesulitan sedang, di mana konsep dasarnya mudah dipahami namun aplikasinya (terutama komposisi transformasi dengan matriks) membutuhkan penalaran dan ketelitian yang lebih tinggi.
- **Struktur Materi:** Materi disusun secara berjenjang, dimulai dari transformasi dasar (translasi, refleksi, rotasi, dilatasi) secara terpisah, kemudian dikaitkan dengan representasi matriks, dan diakhiri dengan komposisi transformasi menggunakan matriks yang lebih kompleks.

Integrasi Nilai dan Karakter:

- **Kemandirian:** Mendorong peserta didik untuk mencari solusi permasalahan secara mandiri.

- **Penalaran Kritis:** Mengajak peserta didik berpikir logis dalam menganalisis jenis transformasi dan dampaknya.
- **Kreativitas:** Mendorong peserta didik untuk menemukan cara-cara baru dalam memvisualisasikan transformasi atau memecahkan masalah.
- **Kolaborasi:** Membiasakan peserta didik bekerja sama dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek.
- **Ketelitian dan Ketekunan:** Melatih peserta didik untuk cermat dalam perhitungan dan penggambaran.

D DIMENSI PROFIL LULUSAN PEMBELAJARAN

Berdasarkan tujuan pembelajaran, dimensi lulusan yang akan dicapai adalah:

- **Penalaran Kritis:** Peserta didik mampu menganalisis jenis-jenis transformasi, mengidentifikasi pola perubahan koordinat, dan mengevaluasi keakuratan hasil transformasi.
- **Kreativitas:** Peserta didik mampu menyajikan hasil transformasi secara visual, baik secara manual maupun menggunakan aplikasi, serta merancang proyek yang memanfaatkan konsep transformasi.
- **Kolaborasi:** Peserta didik mampu bekerja sama dalam kelompok untuk menyelesaikan tugas proyek, berbagi ide, dan saling membantu dalam memahami konsep yang kompleks.
- **Kemandirian:** Peserta didik mampu mencari informasi tambahan, mencoba berbagai metode penyelesaian, dan bertanggung jawab atas proses belajarnya.
- **Komunikasi:** Peserta didik mampu mempresentasikan hasil kerjanya dengan jelas dan argumen yang logis.

DESAIN PEMBELAJARAN

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

Pada akhir fase F, peserta didik mampu:

- Menganalisis konsep transformasi geometri (translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi) pada bidang Kartesius.
- Memahami kaitan antara transformasi geometri dengan operasi matriks.
- Menerapkan komposisi transformasi geometri menggunakan matriks untuk menyelesaikan masalah kontekstual.
- Menggunakan teknologi (misalnya Geogebra atau aplikasi lain) untuk memvisualisasikan dan memverifikasi hasil transformasi.

B. LINTAS DISIPLIN ILMU YANG RELEVAN

- **Seni Rupa/Desain Grafis:** Konsep transformasi sangat fundamental dalam menciptakan efek visual, animasi, dan manipulasi gambar.
- **Fisika:** Gerak benda (translasi, rotasi), optika (refleksi), dan perubahan skala (dilatasi) adalah contoh aplikasi fisika yang erat kaitannya dengan transformasi.
- **Informatika/Ilmu Komputer:** Transformasi geometri adalah dasar dalam grafika komputer, robotika, dan pengolahan citra.
- **Arsitektur/Teknik Sipil:** Konsep transformasi digunakan dalam perancangan struktur, perspektif, dan skala model bangunan.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1-2: A. Transformasi pada Bidang Kartesius (Translasi dan Refleksi) (4 JP)

- Peserta didik dapat **menjelaskan** definisi dan sifat-sifat translasi dan refleksi pada bidang Kartesius dengan bahasa sendiri. (Keterampilan: Menjelaskan)
- Peserta didik dapat **menentukan** koordinat bayangan titik, garis, dan bangun datar hasil translasi dan refleksi pada bidang Kartesius dengan akurat. (Keterampilan: Menentukan)
- Peserta didik dapat **menggambar** bayangan hasil translasi dan refleksi pada bidang Kartesius dengan tepat. (Keterampilan: Menggambar)

Pertemuan 3-4: A. Transformasi pada Bidang Kartesius (Rotasi dan Dilatasi) (4 JP)

- Peserta didik dapat **menjelaskan** definisi dan sifat-sifat rotasi dan dilatasi pada bidang Kartesius dengan bahasa sendiri. (Keterampilan: Menjelaskan)
- Peserta didik dapat **menentukan** koordinat bayangan titik, garis, dan bangun datar hasil rotasi dan dilatasi pada bidang Kartesius dengan akurat. (Keterampilan: Menentukan)
- Peserta didik dapat **menggambar** bayangan hasil rotasi dan dilatasi pada bidang Kartesius dengan tepat. (Keterampilan: Menggambar)

Pertemuan 5-6: B. Kaitan Matriks dengan Transformasi (4 JP)

- Peserta didik dapat **menjelaskan** representasi matriks untuk masing-masing jenis transformasi (translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi) dengan benar. (Keterampilan: Menjelaskan)
- Peserta didik dapat **menentukan** bayangan suatu titik atau bangun hasil transformasi

dengan menggunakan perkalian matriks dengan tepat. (Keterampilan: Menentukan)

- Peserta didik dapat **memverifikasi** hasil transformasi secara geometris dan aljabar (dengan matriks) dengan benar. (Keterampilan: Memverifikasi)

Pertemuan 7-8: C. Komposisi Transformasi dengan Menggunakan Matriks (4 JP)

- Peserta didik dapat **menentukan** matriks komposisi transformasi dari dua atau lebih transformasi yang berurutan. (Keterampilan: Menentukan)
- Peserta didik dapat **menyelesaikan** masalah yang berkaitan dengan komposisi transformasi geometri menggunakan matriks dengan tepat. (Keterampilan: Menyelesaikan masalah)
- Peserta didik dapat **merancang** dan **mempresentasikan** proyek sederhana yang mengaplikasikan komposisi transformasi geometri dalam konteks nyata. (Keterampilan: Merancang, Mempresentasikan)

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

- **Desain Pola Batik/Anyaman:** Mengaplikasikan translasi dan refleksi untuk menciptakan pola-pola berulang.
- **Animasi Sederhana:** Membuat pergerakan objek (rotasi, translasi, dilatasi) dalam aplikasi sederhana atau presentasi.
- **Fotografi dan Efek Kamera:** Menganalisis bagaimana efek cermin (refleksi), zoom (dilatasi), atau pergeseran kamera (translasi) menggunakan prinsip transformasi.
- **Perancangan Denah Rumah/Bangunan:** Memanfaatkan konsep skala (dilatasi) dan penempatan objek (translasi, rotasi).

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

PRAKTIK PEDAGOGIK

- **Eksplorasi Lapangan (Opsional/Virtual):** Mengamati objek-objek di lingkungan sekitar (bangunan, pola lantai, cermin) yang menunjukkan konsep transformasi. Jika tidak memungkinkan, eksplorasi dapat dilakukan secara virtual melalui gambar atau video.
- **Wawancara (Opsional/Simulasi):** Jika ada, mewawancarai desainer grafis, arsitek, atau seniman tentang bagaimana mereka menggunakan konsep pergeseran, perputaran, pencerminan, atau pembesaran/pengecilan dalam karya mereka. Jika tidak memungkinkan, dapat berupa simulasi wawancara dengan skenario kasus.
- **Diskusi Kelompok:** Peserta didik akan secara aktif berdiskusi dalam kelompok untuk menganalisis kasus, memecahkan masalah, dan merancang proyek.
- **Presentasi:** Setiap kelompok akan mempresentasikan hasil analisis dan proyek mereka.

MITRA PEMBELAJARAN:

- **Lingkungan Sekolah:** Guru mata pelajaran seni rupa atau desain grafis (untuk integrasi proyek).
- **Lingkungan Luar Sekolah/Masyarakat:** Desainer grafis lokal, arsitek, atau seniman (untuk wawancara/simulasi).
- **Orang Tua/Wali:** Dapat dilibatkan dalam mendukung penyediaan alat dan bahan sederhana untuk proyek, jika diperlukan.

LINGKUNGAN BELAJAR

- **Ruang Fisik:** Kelas diatur untuk memfasilitasi diskusi kelompok, demonstrasi menggunakan papan tulis interaktif, dan presentasi. Tersedia alat peraga geometri (cermin, mistar, jangka).
- **Ruang Virtual:** Pemanfaatan platform Google Classroom untuk berbagi materi, tugas, dan mengumpulkan hasil proyek. Penggunaan Geogebra atau aplikasi lain untuk visualisasi transformasi. Forum diskusi daring untuk pertanyaan dan berbagi ide di luar jam pelajaran.

Budaya Belajar:

- **Kolaboratif:** Mendorong kerja sama tim, saling menghargai pendapat, dan belajar dari satu sama lain.
- **Berpartisipasi Aktif:** Memotivasi setiap peserta didik untuk berani bertanya, menjawab, dan mengemukakan ide.
- **Rasa Ingin Tahu:** Memicu keingintahuan peserta didik untuk menjelajahi lebih jauh aplikasi transformasi dalam kehidupan nyata.
- **Berkesadaran (Mindful Learning):** Membimbing peserta didik untuk fokus pada proses belajar, memahami setiap langkah, dan menghubungkan konsep dengan pengalaman pribadi.

PEMANFAATAN DIGITAL:

- **Perpustakaan Digital:** Mengakses sumber belajar daring (e-book, artikel, video tutorial) tentang transformasi geometri.
- **Forum Diskusi Daring:** Google Classroom atau platform lain sebagai wadah diskusi, tanya jawab, dan berbagi sumber.
- **Penilaian Daring:** Menggunakan Kahoot! atau Mentimeter untuk kuis interaktif atau asesmen formatif cepat. Google Forms untuk kuesioner asesmen awal.
- **Software Geometri Dinamis:** Geogebra atau Desmos untuk eksplorasi visual transformasi dan memverifikasi hasil perhitungan.

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

KEGIATAN PENDAHULUAN (15 MENIT)

Prinsip Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning):

- Guru memulai pembelajaran dengan suasana yang tenang dan positif, misalnya dengan mengajak peserta didik menarik napas dalam-dalam.
- Guru mengajak peserta didik untuk sejenak merenungkan tentang "gerakan" atau "perubahan posisi" dalam kehidupan sehari-hari (misalnya, gerakan pintu, bayangan di cermin, putaran roda). Apa hubungannya dengan matematika? (Mengaktifkan pra-pengetahuan secara mindful).

Prinsip Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning):

- Guru menunjukkan gambar atau video singkat yang relevan dengan transformasi geometri (misalnya, animasi sederhana, pola batik, atau efek cermin).
- Guru mengajukan pertanyaan pemantik: "Pernahkah kalian melihat pola yang berulang pada kain batik? Atau bagaimana sebuah objek bisa 'terbang' dan 'berputar' di film animasi? Itu semua berkaitan dengan matematika yang akan kita pelajari hari ini: Transformasi Geometri!" (Menghubungkan materi dengan relevansi nyata).

Prinsip Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning):

- Guru memberikan teka-teki visual sederhana terkait pergeseran atau pencerminan objek.
- Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dengan antusias dan menjelaskan bahwa akan ada banyak aktivitas menarik dan proyek kreatif.
- **Kesiapan Belajar:** Guru melakukan asesmen awal berupa kuesioner singkat (Google Forms) atau pertanyaan lisan untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman awal peserta didik tentang koordinat Kartesius dan matriks sederhana.

KEGIATAN INTI (60-70 MENIT PER PERTEMUAN)

Prinsip Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning) & Menggembirakan (Joyful Learning):

Memahami (Understanding):

- Guru memaparkan konsep dasar transformasi (translasi, refleksi, rotasi, dilatasi) dengan contoh-contoh visual menggunakan Geogebra atau alat peraga fisik.
- Peserta didik diberikan kesempatan untuk eksplorasi mandiri menggunakan Geogebra untuk melihat bagaimana perubahan koordinat terjadi pada setiap jenis transformasi.
- Diskusi interaktif untuk memastikan pemahaman konsep. Guru memberikan pertanyaan yang mendorong peserta didik untuk menjelaskan mengapa suatu transformasi menghasilkan bayangan seperti itu.

Mengaplikasi (Applying):

- **Aplikasi Langsung:** Peserta didik mengerjakan soal-soal latihan dari buku cetak atau LKS secara individu/kelompok.
- **Studi Kasus:** Guru memberikan studi kasus kontekstual (misalnya, "Bagaimana perancang game memindahkan karakter?", "Bagaimana arsitek membuat denah tampak dari berbagai sudut?") yang harus dipecahkan menggunakan konsep transformasi.

Proyek Berkelompok:

- **Pertemuan 1-4 (Dasar Transformasi):** Proyek "Desain Pola Kreatif". Setiap kelompok diminta membuat pola kreatif (misalnya, motif batik sederhana, ornamen, atau logo) menggunakan kombinasi translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi pada kertas milimeter atau aplikasi desain sederhana.
- **Pertemuan 5-8 (Matriks dan Komposisi):** Proyek "Simulasi Animasi Sederhana" atau "Desain Objek 2D". Setiap kelompok diminta merancang pergerakan objek 2D (misalnya, robot sederhana, kendaraan, atau karakter) yang melibatkan komposisi transformasi dan merepresentasikan pergerakan tersebut dengan matriks. Hasilnya dapat dipresentasikan dalam bentuk poster digital, slide show, atau bahkan animasi sederhana menggunakan *tools* yang tersedia.

Merefleksi (Reflecting) & Berkesadaran (Mindful Learning):

- Setelah setiap sesi latihan atau diskusi, guru membimbing peserta didik untuk melakukan refleksi singkat: "Apa yang paling sulit dari konsep ini?" "Bagian mana yang paling menarik?" "Bagaimana saya bisa menggunakan konsep ini di kehidupan sehari-hari?"
- Peserta didik menuliskan jurnal reflektif singkat tentang kesulitan yang dihadapi dan strategi yang digunakan untuk mengatasinya.
- Guru mendorong peserta didik untuk saling memberikan umpan balik konstruktif terhadap hasil kerja kelompok atau presentasi.

KEGIATAN PENUTUP (15 MENIT)

Memberikan Umpan Balik yang Konstruktif:

- Guru memberikan penguatan terhadap konsep-konsep kunci yang telah dipelajari.
- Guru memberikan umpan balik secara umum terhadap kinerja kelas, menyoroti keberhasilan dan area yang perlu peningkatan. Umpan balik spesifik juga diberikan kepada kelompok atau individu yang menonjol.
- Peserta didik diajak untuk merefleksikan kembali perjalanan belajar mereka selama bab ini melalui pertanyaan: "Apa yang paling berkesan dari pembelajaran Transformasi Geometri?" "Apa yang kalian rasakan saat berhasil memecahkan masalah yang sulit?"

Menyimpulkan Pembelajaran:

- Guru bersama peserta didik merangkum poin-poin penting dari pembelajaran hari itu.
- Peserta didik menyampaikan satu hal baru yang mereka pelajari atau satu tantangan yang berhasil mereka atasi.

Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya:

- Guru memberikan gambaran singkat tentang topik selanjutnya atau tugas yang perlu disiapkan untuk pertemuan berikutnya.
- Guru memberikan motivasi untuk terus berlatih dan menjelajahi lebih jauh tentang aplikasi matematika dalam kehidupan.
- Menutup pembelajaran dengan salam atau doa.

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

ASESMEN AWAL PEMBELAJARAN

- **Observasi:** Mengamati partisipasi peserta didik dalam diskusi awal dan kemampuan mereka dalam menjawab pertanyaan pemantik.
- **Kuesioner (Google Forms):** Berisi pertanyaan singkat tentang pengetahuan prasyarat (koordinat, operasi matriks sederhana) dan ekspektasi mereka terhadap bab ini.
- **Tes Diagnostik Sederhana:** 3-5 soal pilihan ganda atau isian singkat tentang konsep dasar koordinat dan identifikasi transformasi visual sederhana.

SOAL TES DIAGNOSTIK:

1. Jika titik A(2, 3) digeser 4 satuan ke kanan dan 1 satuan ke bawah, di manakah posisi titik A sekarang?
2. Apa yang terjadi pada sebuah objek jika dicerminkan terhadap sumbu Y?
3. Sebuah segitiga memiliki koordinat titik sudut (0,0), (3,0), dan (0,4). Jika segitiga tersebut didilatasi dengan faktor skala 2 dari titik pusat (0,0), gambarlah bayangannya.
4. Jelaskan secara singkat apa itu matriks dan contoh penggunaannya dalam matematika!
5. Gambarlah sebuah objek dan bayangannya setelah mengalami translasi.

ASESMEN PROSES PEMBELAJARAN

- **Tugas Harian:** Penyelesaian soal latihan dari buku atau lembar kerja.
- **Diskusi Kelompok:** Penilaian partisipasi aktif, kemampuan berargumen, dan

kolaborasi dalam diskusi kelompok.

- **Presentasi Kelompok:** Penilaian kejelasan presentasi, penguasaan materi, dan kemampuan menjawab pertanyaan.
- **Observasi Guru:** Mengamati pemahaman peserta didik selama kegiatan inti, kemampuan mereka dalam menggunakan alat bantu (Geogebra), dan interaksi dalam kelompok.

ASESMEN AKHIR PEMBELAJARAN

- **Jurnal Reflektif:** Peserta didik menuliskan refleksi menyeluruh tentang proses belajar, pemahaman konsep, kesulitan yang dihadapi, dan manfaat yang diperoleh dari materi Transformasi Geometri.

PERTANYAAN JURNAL REFLEKTIF:

1. Tuliskan 3 hal paling penting yang kamu pelajari dari bab Transformasi Geometri!
2. Bagian mana dari Transformasi Geometri yang menurutmu paling menantang? Bagaimana kamu mengatasinya?
3. Bagaimana Transformasi Geometri bisa kamu lihat atau manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari? Berikan contohnya!
4. Apa yang bisa kamu lakukan untuk meningkatkan pemahamanmu di topik ini?
5. Jika kamu adalah seorang guru, bagaimana kamu akan menjelaskan konsep komposisi transformasi kepada temanmu?

- **Tes Tertulis:** Soal-soal yang mencakup pemahaman konsep, perhitungan, dan aplikasi transformasi geometri secara individu.

SOAL TES TERTULIS (5 SOAL):

1. Tentukan bayangan titik P(-3, 5) jika ditranslasikan oleh T=(4−2), kemudian direfleksikan terhadap garis y=x.
2. Sebuah garis 2x−y+3=0 dirotasikan sebesar 90 derajat searah jarum jam dengan pusat O(0,0). Tentukan persamaan bayangan garis tersebut.
3. Matriks transformasi M=(2002) mewakili jenis transformasi apa? Jelaskan alasannya.
4. Jika sebuah segitiga ABC dengan titik A(1,1), B(4,1), C(1,3) didilatasi dengan faktor skala 3 dan pusat (-2, -1), tentukan koordinat bayangan titik-titik segitiga tersebut.
5. Sebuah objek mengalami transformasi T1 yang merupakan refleksi terhadap sumbu X, dilanjutkan dengan transformasi T2 yang merupakan rotasi 180 derajat terhadap titik pusat (0,0). Tentukan matriks komposisi transformasi T2◦T1 dan gunakan matriks tersebut untuk menemukan bayangan titik (5, -2).

- **Tugas Akhir/Proyek:** Penilaian terhadap proyek kelompok yang telah dirancang dan dilaksanakan, termasuk kreativitas, ketepatan aplikasi konsep, dan kualitas presentasi. Rubrik penilaian proyek akan digunakan.