LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

MATEMATIKA KELAS XI

BERBASIS ETNOMATEMATIKA ULOS BATAK MANDAILING (SADUM)

MATERI: GEOMETRI TRANSFORMASI & ANALISIS OBJEK BANGUN RUANG BERSINAMBUNGAN

Motif Asli Ulos Batak Mandailing (Sadum)

Konteks Etnomatematika Ulos Sadum Mandailing:
Kain **Ulos Sadum Mandailing** adalah kain adat kebanggaan masyarakat Batak Mandailing yang sarat dengan simbol kegembiraan, keteguhan, dan sistem kekerabatan adat *Dalihan Na Tolu*.

Secara geometri, motif tenun Ulos Sadum memuat keteraturan matematis yang tinggi:

- **Motif Belah Ketupat (*Bindu Matogu*):** Merepresentasikan penampang alas **Prisma Tegak Belah Ketupat** dan modul **Limas Segiempat**.
- **Motif Gerigi Segitiga Tepi (*Pinar Patu Ni Horbo*):** Membentuk deretan bidang sisi tegak **Limas** / **Piramida Segitiga**.
- **Pola Bintang 8 Arah (*Bintang Sidongdong*):** Terbentuk dari keteraturan rotasi simetris 45° dan 90°.

1. TRANSLASI	2. REFLEKSI	3. ROTASI	4. DILATASI
Pergeseran Kolom Tenun	Simetri Lipat Kiri-Kanan	Perputaran Bindu Matogu	Skala Lapisan Belah Ketupat

Nama Lengkap	:	.....
Kelas / No. Absen	:	.....
Kelompok	:	.....
Tanggal Pengerjaan	:	.....

LIVEWORKSHEETS

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat menganalisis konsep translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi pada motif geometris **Ulos Sadum Mandailing**.
2. Peserta didik dapat menentukan koordinat bayangan objek motif tenun pada bidang kartesius secara tepat.
3. Peserta didik dapat menghubungkan penampang 2D motif Ulos Sadum dengan struktur 3D **Bangun Ruang** (Prisma Segi-4 Belah Ketupat, Limas Piramida, dan Rangka Atap *Bagas Godang*).
4. Peserta didik dapat mengapresiasi nilai-nilai filosofis dan kearifan lokal etnomatematika masyarakat Batak Mandailing.

B. ANALISIS ETNOMATEMATIKA: MOTIF ULOS SADUM & MODEL BANGUN RUANG

Visualisasi Pola Ulos Sadum Mandailing

Elemen Motif Ulos Sadum	Transformasi Geometri (2D)	Keterkaitan Bangun Ruang (3D)
Belah Ketupat Tengah (*Bindu Matogu*)	Dilatasi konsentris ($k_1 < k_2 < k_3$) & Rotasi simetris 90°, 180°	Penampang alas **Prisma Tegak Belah Ketupat** & proyeksi puncak **Limas Segiempat**.
Gerigi Segitiga Tepi (*Pinar Patu Ni Horbo*)	Translasi linear bertingkat T(a, b) & Refleksi sumbu cermin vertikal	Bidang sisi tegak (selubung) **Limas Piramida & Kerangka Atap Rumah Adat**.
Bintang Sudut 8 (*Bintang Sidongdong*)	Rotasi 45° berulang terhadap titik pusat asal O(0, 0)	Simetri putar prisma segidelapan beraturan pada tiang adat *Bagas Godang*.

RUMUS ACUAN GEOMETRI TRANSFORMASI TITIK P(x, y):

- **Translasi T(a, b):** P'(x + a, y + b)
- **Refleksi Sumbu-X:** P'(x, -y)
- **Refleksi Sumbu-Y:** P'(-x, y)
- **Rotasi [O, 90°]:** P'(-y, x)
- **Rotasi [O, 180°]:** P'(-x, -y)
- **Dilatasi [O, k]:** P'(k·x, k·y)

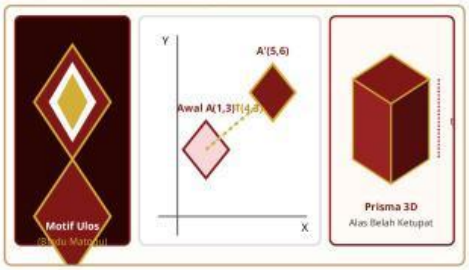
LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 1: TRANSLASI (PERGESERAN MODUL PRISMA PADA ULOS SADUM)

Ayo Mengamati Pola Ulos Sadum:

Perhatikan barisan belah ketupat kecil (*Bindu Matogu*) pada Ulos Sadum. Modul belah ketupat ini merupakan penampang alas **Prisma Belah Ketupat** yang disusun berulang secara teratur ke kanan dan ke atas dengan vektor translasi **T = (4, 3)**. Titik-titik sudut alas mula-mula adalah **A(1, 3), B(3, 1), C(1, -1), D(-1, 1)**.

Vektor Translasi: T = (4, 3) | **Rumus:** P'(x', y') = (x + 4, y + 3)



AKTIVITAS 1: Menentukan Koordinat Bayangan Translasi Alas Prisma

Titik Sudut Alas	Koordinat Awal (x, y)	Proses Translasi: (x + 4, y + 3)	Koordinat Bayangan (x', y')
Titik A	(1, 3)	(1 + 4, 3 + 3)	**A'(5, 6)**
Titik B	(3, 1)	(3 + 4, 1 + 3)	B'(..... , ...)
Titik C	(1, -1)	(1 + 4, -1 + 3)	C'(..... , ...)
Titik D	(-1, 1)	(-1 + 4, 1 + 3)	D'(..... , ...)

AKTIVITAS 2: Analisis Sifat Bangun Ruang Pasca Translasi

Pertanyaan Analisis Bangun Ruang:

Sebuah kolom dekorasi tenun dianalogikan sebagai bangun ruang prisma tegak belah ketupat dengan panjang diagonal alas $d_1 = 4$ cm, $d_2 = 4$ cm, dan tinggi prisma **t = 12 cm**.

1. Hitunglah Volume prisma mula-mula: *Luas Alas = ½ × d_1 × d_2 = ½ × 4 × 4 = 8 cm² | Volume = Luas Alas × tinggi*

   Volume (V_o) = ...
2. Apakah proses translasi T = (4, 3) mengubah luas penampang alas dan volume prisma bangun ruang tersebut? Mengapa translasi disebut transformasi isometri (mempertahankan bentuk dan ukuran)?

   .....

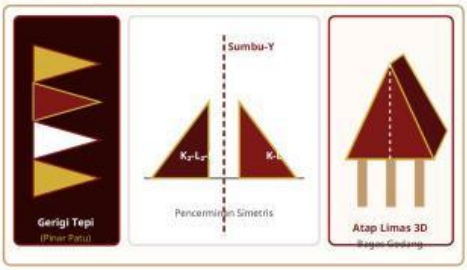
LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 2: REFLEKSI (SIMETRI LIPAT & PENCERMINAN SISI LIMAS)

Ayo Mengamati Simetri Ulos Sadum:

Kain Ulos Sadum memiliki garis simetri tengah membujur yang membagi tenunan menjadi dua bagian kiri-kanan yang kongruen. Segitiga gerigi tepi (*Pinar Patu Ni Horbo*) di sisi kanan memiliki titik sudut **K(2, 2), L(6, 2), M(2, 5)** yang merepresentasikan bidang sisi tegak limas segitiga.

Refleksi Sumbu-X: P(x, y) → P'(x, -y) | **Refleksi Sumbu-Y:** P(x, y) → P'(-x, y)



AKTIVITAS 3: Tabel Pencerminan Segitiga Bidang Tegak Limas

Titik Sudut	Koordinat Awal (x, y)	Refleksi thd Sumbu-X: (x, -y)	Refleksi thd Sumbu-Y: (-x, y)
Titik K	(2, 2)	**K_1(2, -2)**	**K_2(-2, 2)**
Titik L	(6, 2)	L_1(..... , ...)	L_2(..... , ...)
Titik M	(2, 5)	M_1(..... , ...)	M_2(..... , ...)

AKTIVITAS 4: Rekonstruksi Bangun Ruang Limas Hasil Refleksi Sumbu-Y

Penyelidikan Limas Simetris:

Ketika segitiga siku-siku KLM di kuadran I direfleksikan terhadap Sumbu-Y menghasilkan segitiga $K_2L_2M_2$ di kuadran II, kedua segitiga saling berhadapan dan bersatu membentuk penampang segitiga sama kaki untuk atap piramidal *Bagas Godang*.

1. Berapakah panjang alas segitiga gabungan dari titik L_2(-6, 2) ke titik L(6, 2)?

   Petunjuk: Panjang alas = $x_2 - x_1 = 6 - (-6)$ | **Panjang Alas =** .....

2. Bagaimana makna pencerminan simetris ini dikaitkan dengan filosofi keseimbangan adat Batak Mandailing *Dalihan Na Tolu* (Mora, Kahanggi, Anak Boru)?

   .....

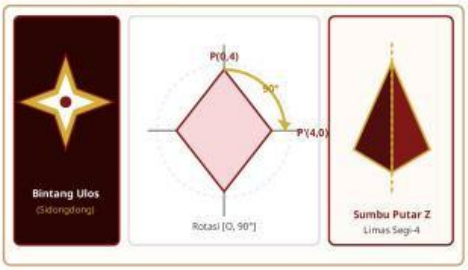
LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 3: ROTASI (PERPUTARAN SUDUT BINTANG & BINDU MATOGU)

Ayo Mengamati Motif Bintang & Belah Ketupat Sadum:

Pada ornamen tengah Ulos Sadum, terdapat ornamen *Bindu Matogu* dan bintang delapan arah (*Bintang Sidongdong*) yang memusat di titik origin **O(0, 0)**. Pola ini dibangun dengan memutar titik puncak sebesar **90°, 180°, dan 270°** berlawanan arah jarum jam.

Rotasi 90°: P'(-y, x) | **Rotasi 180°:** P'(-x, -y) | **Rotasi 270°:** P'(y, -x)



AKTIVITAS 5: Menghitung Rotasi Titik Puncak Ornamen Limas

Diberikan titik awal ornamen **P(4, 1)** dan **Q(2, 5)**. Tentukan koordinat hasil rotasi terhadap pusat **O(0, 0)**:

Titik Awal (x, y)	Rotasi 90°: (-y, x)	Rotasi 180°: (-x, -y)	Rotasi 270°: (y, -x)
P(4, 1)	**P_1'(-1, 4)**	P_2'(..... , ...)	P_3'(..... , ...)
Q(2, 5)	Q_1'(..... , ...)	Q_2'(..... , ...)	Q_3'(..... , ...)

AKTIVITAS 6: Rotasi Sumbu Simetri pada Bangun Ruang Prisma & Limas Segi-4

Penyelidikan Geometri Ruang:

Sebuah limas segiempat beraturan tegak (alas bujur sangkar/belah ketupat *Bindu Matogu*) diputar sebesar **90°** mengelilingi garis tinggi puncak T (sumbu simetri vertikal Z).

1. Apakah bentuk penampang alas, luas permukaan, dan volume limas tersebut berubah setelah dirotasi 90°? Jelaskan alasannya!

   .....

2. Mengapa masyarakat Mandailing menerapkan rotasi simetris 4 arah mata angin pada ornamen sakral?

   .....

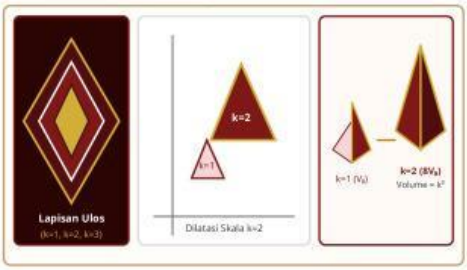
LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 4: DILATASI (PERBESARAN LAPISAN MOTIF & PENGARUH VOLUME)

Ayo Mengamati Lapisan Konsentris Ulos Sadum:

Motif *Bindu Matogu* pada Ulos Sadum tersusun atas lapisan belah ketupat konsentris dari ukuran kecil di dalam hingga ukuran besar di luar yang saling sebangun. Secara matematis, hal ini merupakan konsep **Dilatasi berpusat di O(0, 0)** dengan faktor perbesaran skala **k > 1**.

Rumus Dilatasi: $P(x, y) \rightarrow P'(k \cdot x, k \cdot y)$ | **Rasio Dimensi:** Luas = $k^2 \cdot L_0$, Volume = $k^3 \cdot V_0$



AKTIVITAS 7: Dilatasi Titik Bidang Alas Piramida Limas

Titik Sudut Alas	Koordinat Asli (x, y)	Dilatasi k = 2: (2x, 2y)	Dilatasi k = 3: (3x, 3y)
Titik A	(1, 2)	**A'(2, 4)**	**A''(3, 6)**
Titik B	(3, 1)	B'(..... , ...)	B''(..... , ...)
Titik C	(2, 4)	C'(..... , ...)	C''(..... , ...)

AKTIVITAS 8: Penyelidikan Dampak Dilatasi terhadap Luas Penampang & Volume

Penyelidikan Kritis Dimensi Ruang:

Sebuah model bangun ruang limas Ulos mula-mula memiliki **Luas Alas L_0 = 16 cm²** dan **tinggi t_0 = 9 cm**, sehingga **Volume V_0 = ⅓ × 16 × 9 = 48 cm³**. Jika seluruh dimensi linier didilatasi dengan faktor skala **k = 2**:

1. Berapakah luas alas baru? *(Gunakan rumus: $L' = k^2 \times L_0 = 2^2 \times 16$)* | **Luas Alas Baru (L') =**

   .....

2. Berapakah volume baru bangun ruang limas? *(Gunakan rumus: $V' = k^3 \times V_0 = 2^3 \times 48$)* | **Volume Baru (V') =**

   .....

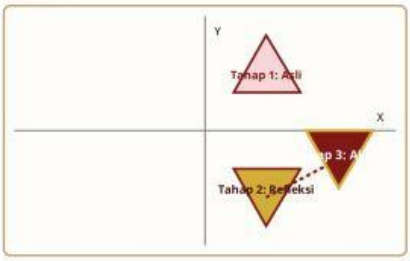
3. **Kesimpulan Dilatasi Ruang:** Jika faktor perbesaran panjang adalah k, maka luas penampang berubah sebesar faktor **k^2** (..... kali) dan volume bangun ruang berubah sebesar faktor **k^3** (..... kali).

LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 5: TRANSFORMASI KOMPOSISI PADA POLA ULOS SADUM

Studi Kasus Desain Tenun Mandailing:
Dalam menyusun baris hias Ulos Sadum bertingkat, penenun menerapkan komposisi transformasi dua tahap secara berurutan: sebuah modul motif mula-mula **direfleksikan terhadap Sumbu-X**, kemudian dilanjutkan dengan **translasi sejauh T = (3, 2)**.

Tahap I (Refleksi): (x, -y) | **Tahap II (Translasi):** $(x_1 + 3, y_1 + 2)$



AKTIVITAS 9: Menghitung Komposisi Transformasi Bertahap

Tentukan koordinat akhir titik sudut modul **P(1, 4), Q(4, 4), R(2, 6)**:

Titik Awal (x, y)	Tahap I: Refleksi Sumbu-X: (x, -y)	Tahap II: Translasi T(3, 2): $(x_1 + 3, y_1 + 2)$
P(1, 4)	**P_1(1, -4)**	**P_2(1 + 3, -4 + 2) = (4, -2)**
Q(4, 4)	Q_1(..... , ...)	Q_2(..... + 3, ... + 2) = (..... , ...)
R(2, 6)	R_1(..... , ...)	R_2(..... + 3, ... + 2) = (..... , ...)

Refleksi Keteraturan Desain: Mengapa prinsip komposisi transformasi sangat penting dalam teknik tenun tradisional agar pola motif tidak saling bertumpuk (*overlapping*) secara tidak teratur?
Jawaban:

.....

.....

LIVEWORKSHEETS

KEGIATAN 6: INTEGRASI ETNOMATEMATIKA, BANGUN RUANG & BUDAYA MANDAILING

Diskusi Kelompok - Eksplorasi Filosofis Ulos Sadum & Arsitektur Bagas Godang:

Diskusikan secara mendalam bagaimana konsep transformasi geometri diaplikasikan dalam membangun struktur bangun ruang (prisma tiang penyangga, atap limas piramida) dan nilai-nilai sosial budaya Batak Mandailing.

1. Translasi & Struktur Kolom Prisma Berulang:

Di manakah Anda melihat penerapan pergeseran baris motif tenun Sadum dan deretan tiang prisma penyangga rumah adat Mandailing?

.....

2. Refleksi & Simetri Keseimbangan (Dalihan Na Tolu):

Bagaimana pencerminan motif Ulos mencerminkan nilai keseimbangan relasi sosial tiga pilar kekerabatan (*Mora, Kahanggi, Anak Boru*)?

.....

3. Rotasi & Kosmologi Motif 4 Penjuru (Bindu Matogu):

Bagaimana perputaran sudut ornamen segiempat membentuk limas piramidal yang mengarah ke penjuru mata angin?

.....

4. Dilatasi & Hirarki Ornamen / Dimensi Ruang:

Mengapa terdapat variasi skala ukuran motif (faktor dilatasi k) pada Ulos yang dikenakan para pemangku adat?

.....

KESIMPULAN AKHIR PEMBELAJARAN:

Tuliskan intisari kesimpulan kelompok Anda mengenai integrasi Geometri Transformasi, Bangun Ruang, dan Seni Ulos Sadum Mandailing:

.....

.....

Nilai / Catatan Guru:

Tanda Tangan Guru Pengajar:

LIVEWORKSHEETS