

MODUL AJAR

MATEMATIKA

FASE E / KELAS X

ELEMEN: GEOMETRI

Pembelajaran elemen Geometri berfokus pada penentuan perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku serta penerapannya dalam menyelesaikan masalah pengukuran teknis di lapangan.

Satuan Pendidikan	smk negeri 1
Program Keahlian	tes
Mata Pelajaran	matematika
Fase / Kelas	Fase E / Kelas X
Alokasi Waktu	24 JP, terdiri atas 6 pertemuan @ 4 JP
Tahun Ajaran	2026/2027
Penyusun	budi

A. INFORMASI UMUM MODUL

Komponen	Uraian
Nama Modul	Modul Ajar Geometri: Trigonometri Praktis untuk Pengukuran Teknis
Mata Pelajaran	matematika
Fase / Kelas	Fase E / Kelas X SMK
Konsentrasi / Program Keahlian	tes
Elemen CP	Geometri
Alokasi Waktu	24 JP, terdiri atas 6 pertemuan @ 4 JP
Model Pembelajaran Utama	Project-Based Learning (PjBL) dengan pendekatan Pembelajaran Mendalam (Deep Learning)
Produk Akhir	Laporan Proyek Pengukuran Tinggi Objek Nyata Menggunakan Klinometer Buatan Sendiri dan Penerapan Perbandingan Trigonometri
Karakteristik Modul	Modul ini mengintegrasikan konsep matematika abstrak dengan praktik lapangan pengukuran teknis yang relevan dengan program keahlian Tes, menekankan pada pemahaman konseptual yang mendalam dan kolaborasi kelompok.

B. DASAR ACUAN DAN CAPAIAN PEMBELAJARAN

Modul ajar ini disusun berdasarkan Capaian Pembelajaran Fase E pada Kurikulum Merdeka sesuai Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025. Pembelajaran dirancang menggunakan pendekatan Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan, guna membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir geometris dan spasial yang kuat untuk memecahkan masalah teknis di dunia kerja.

Capaian Pembelajaran Elemen GEOMETRI

CP Elemen GEOMETRI - Fase E

Di akhir fase E, peserta didik dapat menentukan perbandingan trigonometri (sinus, kosinus, tangen) dan memecahkan masalah yang melibatkan segitiga siku-siku, termasuk aplikasi sudut elevasi dan depresi dalam pengukuran teknis.

Rasional Singkat Pembelajaran

Pemahaman perbandingan trigonometri merupakan fondasi penting bagi siswa SMK Program Keahlian Tes dalam melakukan estimasi, pengukuran, dan verifikasi dimensi objek fisik di lapangan tanpa harus mengukurnya secara langsung, yang meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja.

C. PROFIL MURID, PRASYARAT, DAN KEBUTUHAN BELAJAR

Aspek	Deskripsi
Profil awal murid	Peserta didik memiliki gaya belajar yang variatif (visual, auditori, kinestetik) dan ketertarikan tinggi pada aktivitas luar ruangan.

Aspek	Deskripsi
Pengetahuan prasyarat	Peserta didik telah memahami konsep dasar kesebangunan segitiga dan teorema Pythagoras.
Keterampilan prasyarat	Peserta didik terampil menggunakan alat ukur panjang dasar (meteran) dan melakukan operasi perkalian/pembagian desimal.
Kebutuhan belajar	Peserta didik membutuhkan visualisasi konkret dari konsep abstrak trigonometri dan relevansinya dengan dunia kerja.
Diferensiasi umum	Diferensiasi proses dilakukan melalui variasi tingkat kompleksitas objek pengukuran dan diferensiasi produk melalui pilihan format pelaporan (video, infografis, atau laporan tertulis).

D. DIMENSI PROFIL LULUSAN DAN PEMBELAJARAN MENDALAM

Dimensi	Perilaku yang Dikembangkan
Keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan YME	Menyadari keteraturan ciptaan Tuhan melalui presisi perhitungan matematis dalam konstruksi alam semesta.
Kewargaan	Menunjukkan tanggung jawab sosial dalam menjaga fasilitas sekolah saat melakukan praktik pengukuran lapangan.
Penalaran kritis	Menganalisis dan mengevaluasi akurasi hasil pengukuran sudut elevasi dan perhitungan tinggi objek.
Kreativitas	Merancang dan membuat alat klinometer sederhana menggunakan bahan bekas yang tersedia di sekitar.
Kolaborasi	Bekerja sama dalam pembagian peran saat melakukan pengukuran lapangan (pembaca sudut, pengukur jarak, pencatat data).
Kemandirian	Mengelola waktu dan target belajar secara mandiri dalam menyelesaikan tugas proyek tepat waktu.
Kesehatan	Menerapkan prinsip keselamatan kerja (K3) saat melakukan aktivitas pengukuran di luar kelas.
Komunikasi	Mempresentasikan hasil proyek pengukuran dengan bahasa yang jelas, sistematis, dan menggunakan istilah matematis yang tepat.

Prinsip Pembelajaran Mendalam

Prinsip	Implementasi pada Modul Ini
Berkesadaran	Siswa diajak melakukan hening sejenak (mindfulness) sebelum memulai pembelajaran untuk memusatkan perhatian pada konsep ruang dan dimensi.
Bermakna	Menghubungkan konsep sinus, kosinus, dan tangen langsung dengan tantangan nyata mengukur tinggi tiang bendera atau gedung sekolah tanpa memanjatnya.
Menggembirakan	Pembelajaran dikemas dalam bentuk kompetisi kelompok 'Trigonometry Treasure Hunt' di luar kelas yang menantang dan interaktif.

E. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti rangkaian pembelajaran elemen GEOMETRI, murid diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi sisi depan, samping, dan miring pada segitiga siku-siku berdasarkan sudut acuan tertentu.
2. Menjelaskan definisi perbandingan trigonometri (sinus, kosinus, tangen) secara konseptual.
3. Menghitung nilai perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dengan tepat.
4. Membuat alat klinometer sederhana untuk mengukur sudut elevasi dan depresi.
5. Mengukur sudut elevasi dan depresi suatu objek nyata menggunakan klinometer secara presisi.
6. Memodelkan permasalahan nyata pengukuran tinggi atau jarak ke dalam bentuk segitiga siku-siku.
7. Menyelesaikan masalah kontekstual pengukuran teknis menggunakan perbandingan trigonometri.
8. Menyusun laporan hasil proyek pengukuran lapangan secara kolaboratif dan sistematis.

F. ALUR TUJUAN PEMBELAJARAN ELEMEN GEOMETRI

Pert.	Topik	Tujuan Pembelajaran Operasional	Aktivitas Utama	Produk/Bukti Belajar	JP
1	Pengenalan Segitiga Siku-Siku dan Sisi-Sisinya	Mengidentifikasi sisi depan, samping, dan miring pada segitiga siku-siku.	Eksplorasi mandiri menggambar berbagai posisi segitiga siku-siku dan menentukan nama sisi berdasarkan sudut acuan.	Lembar kerja identifikasi sisi segitiga siku-siku.	4 JP
2	Konsep Perbandingan Trigonometri	Menjelaskan dan menghitung nilai sinus, kosinus, dan tangen.	Diskusi kelompok membandingkan rasio panjang sisi-sisi segitiga sebangun untuk menemukan nilai konstan $\sin$, $\cos$, $\tan$.	Tabel rasio perbandingan trigonometri sudut istimewa.	4 JP
3	Pembuatan Alat Klinometer Sederhana	Merancang dan membuat klinometer untuk mengukur sudut.	Praktik kelompok merakit klinometer menggunakan busur derajat, sedotan, benang, dan pemberat.	Klinometer sederhana siap pakai.	4 JP
4	Pengukuran Lapangan (Sudut Elevasi & Depresi)	Mengukur sudut elevasi dan jarak horizontal objek nyata di sekolah.	Praktik luar kelas mengukur sudut elevasi tiang bendera dan tinggi gedung menggunakan klinometer.	Data mentah hasil pengukuran lapangan (sudut dan jarak).	4 JP
5	Analisis Data dan Perhitungan Trigonometri	Menghitung tinggi objek nyata menggunakan rumus perbandingan tangen.	Mengolah data lapangan, menggambar sketsa segitiga siku-siku, dan menghitung tinggi objek dengan rumus tangen.	Draft perhitungan tinggi objek dan analisis kesalahan pengukuran.	4 JP
6	Presentasi Proyek dan Evaluasi	Mempresentasikan hasil proyek dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.	Pameran karya (Gallery Walk) atau presentasi kelompok di depan kelas diikuti sesi tanya jawab.	Laporan akhir proyek (infografis/video/laporan tertulis) dan refleksi diri.	4 JP

G. MATERI ESENSIAL

Materi	Pokok Bahasan	Contoh Penerapan
Segitiga Siku-Siku	Identifikasi sisi depan, samping, dan miring	Menentukan posisi pengamat terhadap objek tinggi untuk menentukan sudut pandang.
Perbandingan Trigonometri	Definisi Sinus, Kosinus, dan Tangen	Menghitung kemiringan tangga aman untuk pekerja konstruksi.
Sudut Istimewa	Nilai trigonometri sudut 30, 45, dan 60 derajat	Estimasi cepat tinggi tiang listrik menggunakan sudut elevasi 45 derajat.
Sudut Elevasi	Pengukuran sudut dari arah horizontal ke atas	Mengukur sudut dongak dari mata pengamat ke puncak gedung.
Sudut Depresi	Pengukuran sudut dari arah horizontal ke bawah	Menghitung jarak kapal dari atas menara mercusuar.
Klinometer	Prinsip kerja alat ukur sudut kemiringan	Mengkalibrasi alat ukur sudut sebelum pengambilan data di lapangan.
Pemodelan Matematika	Representasi masalah nyata ke sketsa segitiga	Mengubah situasi pengukuran pohon menjadi diagram segitiga siku-siku.

H. PEMETAAN KOMPETENSI, KKTP, DAN BUKTI ASESMEN

Tujuan Pembelajaran	Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP)	Bukti Asesmen
Mengidentifikasi sisi depan, samping, dan miring pada segitiga siku-siku berdasarkan sudut acuan tertentu.	Peserta didik dapat menentukan nama ketiga sisi segitiga siku-siku dengan tepat pada berbagai orientasi gambar.	Lembar kerja identifikasi sisi segitiga terisi dengan akurasi 100%.
Menghitung nilai perbandingan trigonometri pada segitiga siku-siku dengan tepat.	Peserta didik dapat menghitung nilai sin, cos, dan tan dari segitiga siku-siku yang diketahui panjang sisinya.	Hasil tes formatif perhitungan rasio trigonometri benar minimal 80%.
Membuat alat klinometer sederhana untuk mengukur sudut elevasi dan depresi.	Peserta didik dapat merakit klinometer yang berfungsi dengan baik dan memiliki skala derajat yang jelas.	Produk klinometer fisik yang terkalibrasi dan siap digunakan.

Tujuan Pembelajaran	Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP)	Bukti Asesmen
Mengukur sudut elevasi dan depresi suatu objek nyata menggunakan klinometer secara presisi.	Peserta didik dapat membaca skala sudut pada klinometer saat membidik puncak objek dengan benar.	Logbook data pengukuran lapangan yang mencantumkan sudut elevasi dan jarak horizontal.
Menyelesaikan masalah kontekstual pengukuran teknis menggunakan perbandingan trigonometri.	Peserta didik dapat menghitung tinggi objek nyata menggunakan rumus tangen dengan memperhitungkan tinggi mata pengamat.	Lembar analisis perhitungan dengan langkah-langkah matematis yang logis dan hasil akhir yang akurat.
Menyusun laporan hasil proyek pengukuran lapangan secara kolaboratif dan sistematis.	Peserta didik dapat menyajikan laporan proyek yang memuat pendahuluan, metode, data, perhitungan, dan kesimpulan.	Laporan akhir proyek kelompok yang dinilai menggunakan rubrik penilaian proyek.

I. PERTANYAAN PEMANTIK

- Bagaimana cara kita mengetahui tinggi sebuah pohon kelapa yang sangat tinggi tanpa harus memanjat dan mengukurnya dengan meteran?
- Jika posisi berdiri kita semakin menjauh dari sebuah gedung, apa yang terjadi dengan sudut pandang mata kita saat melihat puncak gedung tersebut?
- Mengapa segitiga siku-siku menjadi bentuk geometri yang paling penting dalam ilmu navigasi dan konstruksi?
- Bagaimana para ahli geodesi mengukur tinggi gunung sebelum adanya teknologi GPS modern?
- Apakah nilai perbandingan trigonometri suatu sudut akan berubah jika ukuran segitiga siku-sikunya diperbesar?

J. SARANA, PRASARANA, DAN SUMBER BELAJAR

Kategori	Rincian
Perangkat utama	Busur derajat plastik besar, sedotan plastik lurus, benang kasur, pemberat (mur/baut), gunting, dan selotip.
Perangkat pendukung	Meteran gulung (minimal 10 meter) untuk mengukur jarak horizontal di lapangan.
Perangkat lunak/bahan	Lembar kerja peserta didik (LKPD), kalkulator scientific (atau aplikasi kalkulator di smartphone), dan aplikasi spreadsheet untuk pengolahan data.
Ruang belajar	Ruang kelas untuk penyampaian konsep dan area terbuka sekolah (lapangan/halaman) untuk praktik pengukuran.
Bahan belajar	Buku teks Matematika SMK Kelas X, video tutorial pembuatan klinometer, dan modul panduan praktikum geometri.
Keamanan dan etika	Topi pelindung panas untuk praktik luar ruangan, instruksi keselamatan kerja di area tangga/ketinggian, dan izin tertulis penggunaan area sekolah.

K. SKENARIO PEMBELAJARAN

Skenario berikut disusun untuk 6 pertemuan. Guru dapat menyesuaikan durasi berdasarkan jadwal, kalender pendidikan, dan kondisi satuan pendidikan.

Pertemuan 1 - Pengenalan Segitiga Siku-Siku dan Sisi-Sisinya

Komponen	Uraian
Tujuan Pembelajaran	Mengidentifikasi sisi depan, samping, dan miring pada segitiga siku-siku berdasarkan sudut acuan tertentu secara tepat.
Kegiatan Pendahuluan	- Guru membuka pembelajaran dengan salam, berdoa, dan memeriksa kehadiran peserta didik untuk mengondisikan kesiapan belajar. - Guru memberikan apersepsi mengenai kegunaan segitiga siku-siku dalam bidang teknik, konstruksi bangunan, dan pengukuran lapangan. - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dan memotivasi peserta didik tentang pentingnya memahami posisi sisi segitiga.
Kegiatan Inti	- Peserta didik mengamati beberapa gambar segitiga siku-siku dengan berbagai orientasi posisi yang ditampilkan guru di papan tulis. - Guru menjelaskan konsep sudut acuan (θ) serta mendefinisikan secara jelas posisi sisi depan, samping, dan miring (hipotenusa). - Peserta didik dibagi ke dalam kelompok kecil untuk menyelesaikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) tentang identifikasi nama sisi segitiga berdasarkan letak sudut acuan yang bervariasi. - Setiap kelompok menempelkan hasil identifikasi mereka di dinding kelas untuk dilakukan tinjauan antar kelompok (gallery walk). - Guru memberikan konfirmasi, penguatan, serta meluruskan miskonsepsi yang ditemukan selama proses gallery walk.
Kegiatan Penutup	- Peserta didik bersama guru menyimpulkan cara menentukan sisi depan, samping, dan miring pada segitiga siku-siku berdasarkan letak sudut acuan. - Guru melakukan refleksi singkat mengenai pemahaman peserta didik dan memberikan apresiasi atas partisipasi aktif mereka. - Guru menginformasikan materi pertemuan berikutnya tentang konsep perbandingan trigonometri dan menutup pembelajaran dengan doa.
Asesmen	Asesmen formatif berupa penilaian LKPD kelompok dan kuis singkat individu di akhir pertemuan mengenai identifikasi sisi segitiga siku-siku.

Pertemuan 2 - Konsep Perbandingan Trigonometri

Komponen	Uraian
Tujuan Pembelajaran	Menjelaskan definisi perbandingan trigonometri (sinus, kosinus, tangen) secara konseptual dan menghitung nilainya pada segitiga siku-siku dengan tepat.
Kegiatan Pendahuluan	- Guru membuka kelas dengan salam, berdoa, dan menanyakan kembali materi posisi sisi segitiga siku-siku dari pertemuan sebelumnya. - Guru memberikan pertanyaan pemantik mengenai hubungan perbandingan panjang sisi-sisi pada dua segitiga siku-siku yang sebangun. - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini yaitu memahami rasio sinus, kosinus, dan tangen.

Komponen	Uraian
Kegiatan Inti	- Peserta didik mengamati demonstrasi interaktif menggunakan software GeoGebra yang menunjukkan nilai perbandingan sisi segitiga siku-siku sebangun yang konstan. - Guru memandu peserta didik merumuskan definisi matematis dari sinus (depan/miring), kosinus (samping/miring), dan tangen (depan/samping). - Peserta didik secara berpasangan menyelesaikan latihan soal menghitung nilai sinus, kosinus, dan tangen dari segitiga siku-siku yang diketahui panjang sisinya. - Beberapa perwakilan peserta didik menuliskan langkah penyelesaian soal di papan tulis untuk didiskusikan bersama seluruh kelas. - Guru memberikan tantangan soal kontekstual sederhana terkait perbandingan trigonometri untuk diselesaikan secara mandiri oleh peserta didik.
Kegiatan Penutup	- Peserta didik melakukan refleksi mandiri mengenai pemahaman mereka terhadap konsep sinus, kosinus, dan tangen. - Guru memberikan kesimpulan akhir terhadap materi hari ini dan memberikan tugas rumah (PR) latihan soal perbandingan trigonometri. - Guru menutup pembelajaran dengan doa dan mengingatkan peserta didik untuk membawa alat tulis serta busur derajat pada pertemuan berikutnya.
Asesmen	Asesmen formatif berupa latihan soal tertulis mandiri mengenai perhitungan nilai sinus, kosinus, dan tangen pada segitiga siku-siku.

Pertemuan 3 - Pembuatan Alat Klinometer Sederhana

Komponen	Uraian
Tujuan Pembelajaran	Merancang dan membuat alat klinometer sederhana secara kolaboratif untuk mengukur sudut elevasi dan depresi.
Kegiatan Pendahuluan	- Guru membuka pelajaran, berdoa, dan memeriksa kesiapan alat serta bahan yang dibawa peserta didik (busur derajat, sedotan, benang, pemberat). - Guru menjelaskan konsep klinometer dan fungsinya dalam mengukur sudut elevasi dan depresi secara manual pada objek nyata. - Guru membagikan petunjuk pembuatan proyek (jobsheet) klinometer sederhana kepada setiap kelompok.
Kegiatan Inti	- Peserta didik berkumpul dengan kelompok proyeknya masing-masing untuk mempelajari langkah-langkah pembuatan klinometer pada jobsheet. - Setiap kelompok merakit klinometer sederhana dengan menempelkan sedotan pada diameter busur derajat dan menggantungkan pemberat pada benang di titik pusat busur. - Guru memantau proses pembuatan, memberikan bimbingan teknis, dan memastikan alat yang dibuat oleh setiap kelompok dapat berfungsi dengan baik. - Peserta didik melakukan uji coba awal klinometer di dalam kelas dengan membidik beberapa objek statis untuk memastikan akurasi pembacaan sudut. - Setiap kelompok mendokumentasikan proses pembuatan dan hasil klinometer mereka dalam bentuk foto atau catatan singkat untuk laporan.
Kegiatan Penutup	- Peserta didik merapikan sisa bahan pembuatan klinometer dan membersihkan area kerja masing-masing. - Guru bersama peserta didik melakukan refleksi tentang kendala teknis yang dihadapi selama proses pembuatan alat dan cara mengatasinya. - Guru menginstruksikan peserta didik untuk menyimpan klinometer dengan baik guna digunakan pada aktivitas pengukuran lapangan di pertemuan berikutnya.

Komponen	Uraian
Asesmen	Asesmen kinerja (rubrik penilaian produk) berdasarkan kualitas perakitan, tingkat presisi, dan fungsi alat klinometer sederhana yang dibuat.

Pertemuan 4 - Pengukuran Lapangan (Sudut Elevasi & Depresi)

Komponen	Uraian
Tujuan Pembelajaran	Mengukur sudut elevasi, sudut depresi, dan jarak horizontal objek nyata di lingkungan sekolah menggunakan klinometer secara presisi.
Kegiatan Pendahuluan	- Guru membuka pembelajaran dengan berdoa, mengecek kehadiran, dan menginstruksikan peserta didik menyiapkan klinometer serta meteran gulung. - Guru menjelaskan prosedur keselamatan kerja dan tata tertib selama melakukan aktivitas pengukuran di luar kelas. - Guru membagikan LKPD pengukuran lapangan yang berisi tabel data pengukuran yang harus dilengkapi oleh setiap kelompok.
Kegiatan Inti	- Peserta didik menuju ke lapangan sekolah bersama kelompoknya untuk menentukan objek nyata yang akan diukur (seperti tiang bendera, tinggi gedung, atau ring basket). - Peserta didik mengukur jarak horizontal dari posisi pengamat ke kaki objek menggunakan meteran gulung dan mencatat hasilnya pada LKPD. - Peserta didik membidik puncak objek menggunakan klinometer untuk mendapatkan besar sudut elevasi, serta mengukur tinggi mata pengamat dari permukaan tanah. - Peserta didik bergantian peran dalam kelompok (pembidik sudut, pengukur jarak, pencatat data) untuk memastikan semua anggota terlibat aktif. - Guru berkeliling memantau jalannya pengukuran di lapangan, memastikan akurasi pembacaan sudut klinometer, dan memberikan arahan jika ada kesulitan.
Kegiatan Penutup	- Peserta didik kembali ke ruang kelas, merapikan alat ukur, dan memastikan semua data hasil pengukuran lapangan telah tercatat lengkap di LKPD. - Guru memberikan umpan balik positif atas kerja sama tim, kedisiplinan, dan ketelitian peserta didik selama melakukan aktivitas di luar kelas. - Guru menginformasikan bahwa data hasil pengukuran ini akan dianalisis dan dihitung pada pertemuan berikutnya, lalu menutup kelas dengan doa.
Asesmen	Asesmen kinerja proses pengukuran lapangan menggunakan lembar observasi keaktifan kelompok dan ketepatan teknik penggunaan klinometer.

Pertemuan 5 - Analisis Data dan Perhitungan Trigonometri

Komponen	Uraian
Tujuan Pembelajaran	Memodelkan objek nyata ke dalam bentuk segitiga siku-siku dan menghitung tingginya menggunakan rumus perbandingan tangen secara akurat.
Kegiatan Pendahuluan	- Guru membuka kelas dengan salam, berdoa, dan meminta peserta didik menyiapkan data hasil pengukuran lapangan dari pertemuan sebelumnya. - Guru mengaitkan kembali konsep perbandingan tangen (depan/samping) dengan perhitungan tinggi objek berdasarkan sudut elevasi dan jarak horizontal. - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini yaitu melakukan analisis data dan perhitungan matematis hasil proyek.

Komponen	Uraian
Kegiatan Inti	- Peserta didik menggambar sketsa segitiga siku-siku pada LKPD yang merepresentasikan posisi pengamat, jarak horizontal, sudut elevasi, dan tinggi objek. - Guru mendemonstrasikan contoh perhitungan tinggi objek dengan rumus: $\text{Tinggi Objek} = (\text{Jarak Horizontal} \times \tan \text{Sudut Elevasi}) + \text{Tinggi Mata Pengamat}$. - Peserta didik dalam kelompok melakukan perhitungan matematika untuk menentukan tinggi objek-objek nyata yang telah mereka ukur di lapangan. - Peserta didik menganalisis potensi kesalahan pengukuran (error) dan mendiskusikan faktor-faktor fisik yang memengaruhi akurasi data mereka. - Setiap kelompok mulai menyusun draf laporan hasil proyek yang berisi pendahuluan, data pengukuran, perhitungan trigonometri, dan kesimpulan.
Kegiatan Penutup	- Peserta didik bersama guru menyimpulkan langkah-langkah pemodelan matematika dari masalah nyata pengukuran tinggi objek. - Guru memberikan arahan mengenai sistematika finalisasi laporan proyek dan persiapan presentasi untuk pertemuan berikutnya. - Guru menutup pembelajaran dengan doa dan mengingatkan setiap kelompok untuk mengunggah atau mengumpulkan laporan sebelum pertemuan berikutnya.
Asesmen	Asesmen portofolio berupa draf laporan proyek dan lembar kerja analisis perhitungan matematika perbandingan trigonometri.

Pertemuan 6 - Presentasi Proyek dan Evaluasi

Komponen	Uraian
Tujuan Pembelajaran	Mempresentasikan hasil proyek pengukuran lapangan secara kolaboratif dan mengevaluasi proses pemecahan masalah kontekstual.
Kegiatan Pendahuluan	- Guru membuka pembelajaran dengan salam, berdoa, dan mengondisikan kelas untuk memulai sesi presentasi kelompok. - Guru menjelaskan mekanisme jalannya presentasi, alokasi waktu untuk setiap kelompok, dan aspek-aspek yang akan dinilai. - Guru memotivasi peserta didik untuk aktif memberikan tanggapan, pertanyaan, atau masukan konstruktif kepada kelompok yang tampil.
Kegiatan Inti	- Setiap kelompok secara bergiliran mempresentasikan laporan proyek pengukuran tinggi objek menggunakan klinometer dan konsep trigonometri. - Kelompok lain memberikan tanggapan, pertanyaan, atau masukan terhadap hasil presentasi dan metode perhitungan kelompok yang tampil. - Guru memberikan umpan balik langsung terhadap akurasi perhitungan, kualitas alat klinometer, dan performa presentasi masing-masing kelompok. - Peserta didik mengumpulkan laporan akhir proyek yang telah direvisi berdasarkan masukan yang diperoleh selama sesi presentasi. - Peserta didik mengerjakan instrumen evaluasi mandiri (post-test) tertulis mengenai penerapan trigonometri pada masalah kontekstual.
Kegiatan Penutup	- Peserta didik bersama guru melakukan refleksi akhir terhadap seluruh rangkaian proyek pembelajaran klinometer dan penerapan trigonometri. - Guru memberikan penghargaan (reward) kepada kelompok dengan kinerja terbaik, alat klinometer paling presisi, dan presentasi paling komunikatif. - Guru menutup rangkaian pembelajaran modul geometri ini dengan doa bersama dan salam penutup.

Komponen	Uraian
Asesmen	Asesmen sumatif berupa penilaian presentasi kelompok, penilaian laporan akhir proyek (produk), dan tes tertulis mandiri (post-test).

L. DIFERENSIASI PEMBELAJARAN

Jenis Diferensiasi	Strategi Guru
Diferensiasi Konten	Menyediakan bahan ajar perbandingan trigonometri dalam berbagai format seperti teks bacaan, video visualisasi segitiga siku-siku, dan simulasi interaktif GeoGebra.
Diferensiasi Proses	Mengelompokkan murid berdasarkan kesiapan belajar (perlu bimbingan, cakap, mahir) untuk pendampingan terstruktur saat merancang klinometer dan mengukur sudut elevasi.
Diferensiasi Produk	Membebaskan murid memilih objek pengukuran di lingkungan sekolah (tiang bendera, gedung kelas, pohon) dan format laporan akhir (infografis, video laporan, atau dokumen tertulis).
Diferensiasi Alat	Menyediakan pilihan alat bantu pembuatan klinometer berupa busur derajat fisik, sedotan, dan benang, atau penggunaan aplikasi klinometer digital pada ponsel pintar.
Diferensiasi Tingkat Tantangan	Memberikan variasi tingkat kesulitan soal pemodelan matematika, mulai dari satu segitiga siku-siku sederhana hingga analisis dua segitiga siku-siku dengan sudut elevasi berbeda.

M. ASESMEN DIAGNOSTIK, FORMATIF, DAN SUMATIF

1. Asesmen Diagnostik

Aspek yang Dicek	Pertanyaan/Tugas	Tindak Lanjut
Kesiapan Prasyarat Aljabar (Operasi Pembagian dan Rasio)	Jika sebuah rasio dituliskan sebagai 3:4, dan salah satu nilai adalah 12, berapakah nilai pasangannya? Bagaimana cara menyederhanakan pecahan $15/25$?	Murid yang belum menguasai diberikan sesi penguatan kilat mengenai konsep pecahan senilai dan rasio sebelum masuk ke materi perbandingan trigonometri.
Pemahaman Geometri Dasar (Sifat Segitiga)	Apa ciri khas utama dari segitiga siku-siku? Berapakah jumlah seluruh sudut dalam sebuah segitiga?	Memberikan lembar kerja mandiri tentang teorema Pythagoras dan identifikasi sudut siku-siku bagi murid yang masih ragu.
Keterampilan Menggunakan Alat Ukur (Busur Derajat)	Bagaimana cara menentukan titik pusat busur derajat saat mengukur sudut pada gambar segitiga berikut?	Melakukan demonstrasi langsung cara meletakkan busur derajat dan membaca skala sudut secara presisi.

Aspek yang Dicek	Pertanyaan/Tugas	Tindak Lanjut
Gaya Belajar dan Preferensi Kolaborasi	Apakah kamu lebih mudah memahami materi dengan membaca, melihat video, atau langsung mempraktikkannya? Bagaimana peran yang kamu sukai dalam kerja kelompok?	Memetakan kelompok kerja proyek klinometer agar terjadi kolaborasi heterogen yang saling melengkapi peran (perancang, pengukur, pencatat, presenter).

2. Asesmen Formatif

Pertemuan	Bentuk Asesmen	Instrumen	Umpan Balik
Pertemuan 1 (Pengenalan Segitiga Siku-Siku)	Kuis Singkat (Lisan dan Tulis)	Lembar identifikasi gambar segitiga siku-siku dengan berbagai orientasi sudut acuan.	Guru langsung mengoreksi kekeliruan murid dalam menentukan sisi depan dan samping berdasarkan posisi sudut acuan yang ditunjuk.
Pertemuan 2 (Konsep Perbandingan Trigonometri)	Tiket Keluar (Exit Ticket)	Soal perhitungan nilai sinus, kosinus, dan tangen dari segitiga siku-siku yang diketahui panjang ketiga sisinya.	Guru memberikan catatan korektif pada lembar jawaban murid sebelum pertemuan berikutnya mengenai rumus dasar (demi, sami, desa).
Pertemuan 3 (Pembuatan Alat Klinometer)	Observasi Kinerja dan Rubrik Produk	Lembar ceklis kelayakan alat (kestabilan benang, ketepatan skala busur, kelurusan sedotan pengarah).	Guru memberikan saran perbaikan langsung pada konstruksi klinometer yang kurang presisi atau goyang sebelum digunakan di lapangan.
Pertemuan 4 (Pengukuran Lapangan)	Jurnal Pengamatan Lapangan	Lembar pencatatan data mentah (sudut elevasi, jarak horizontal mata ke objek, tinggi mata pengamat).	Guru memeriksa kelogisan data sudut elevasi yang diperoleh dan memberikan bimbingan teknik membidik objek secara presisi.
Pertemuan 5 (Analisis Data & Perhitungan)	Diskusi Kelompok dan Lembar Kerja Analisis	Soal pemecahan masalah tinggi objek menggunakan rumus tangen sudut elevasi.	Guru berkeliling memberikan bimbingan terstruktur bagi kelompok yang kesulitan melakukan konversi nilai tangen sudut non-istimewa.

3. Asesmen Sumatif

Asesmen sumatif akhir modul ini berupa proyek kolaboratif pemecahan masalah nyata (Project-Based Learning) di mana murid merancang alat klinometer, melakukan pengukuran lapangan, menganalisis data menggunakan konsep trigonometri, dan menyusun laporan ilmiah sederhana yang dipresentasikan di depan kelas.

Komponen Produk Sumatif	Ketentuan
Jumlah karya/tugas	Setiap kelompok wajib menghasilkan 1 buah alat klinometer fisik, 1 bundel laporan tertulis hasil pengukuran, dan 1 media presentasi (slide/poster).
Tema umum	Penerapan Trigonometri Praktis dalam Estimasi Tinggi Objek Fisik di Lingkungan SMK Negeri 1.

Komponen Produk Sumatif	Ketentuan
Isi	Laporan harus memuat sketsa geometris (segitiga siku-siku), data pengukuran (jarak, sudut elevasi, tinggi pengamat), perhitungan matematika menggunakan perbandingan tangen, dan analisis galat (error) pengukuran.
Format pengumpulan	Laporan dikumpulkan dalam bentuk cetak (hardcopy) ukuran A4 atau dokumen digital PDF, sedangkan klinometer fisik dikumpulkan langsung ke guru mata pelajaran.
Presentasi	Setiap kelompok melakukan presentasi lisan selama 10 menit menggunakan slide presentasi, diikuti sesi tanya jawab selama 5 menit dengan guru dan rekan sejawat.

N. RUBRIK PENILAIAN SUMATIF

Aspek	1 - Perlu Bimbingan	2 - Cukup	3 - Baik	4 - Sangat Baik
Desain dan Presisi Klinometer	Alat tidak dapat digunakan, skala sudut tidak terbaca, konstruksi sangat rapuh.	Alat dapat digunakan namun kurang stabil, skala sudut sulit dibaca dengan akurat.	Alat stabil, skala sudut terbaca jelas, konstruksi cukup rapi dan presisi.	Alat sangat stabil, skala sudut sangat presisi, desain kreatif, dan mudah digunakan untuk membidik.
Akurasi Pengumpulan Data Lapangan	Data lapangan tidak lengkap, tidak mencantumkan tinggi pengamat atau jarak horizontal.	Data lengkap namun terdapat kesalahan pengukuran sudut elevasi atau jarak yang tidak logis.	Data lengkap dan logis, pengukuran dilakukan dengan prosedur yang benar.	Data sangat lengkap, dilakukan pengukuran berulang untuk meminimalkan galat, disertai dokumentasi yang jelas.
Pemodelan Matematika (Geometri Segitiga)	Gagal menggambarkan sketsa segitiga siku-siku dari objek nyata yang diukur.	Sketsa segitiga dibuat namun peletakan variabel (sudut, sisi depan, samping) tidak tepat.	Sketsa segitiga siku-siku dibuat dengan benar dan variabel diletakkan secara tepat sesuai kondisi nyata.	Sketsa sangat detail, mencantumkan skala representatif, dan mengidentifikasi seluruh elemen geometri dengan sempurna.
Perhitungan dan Analisis Trigonometri	Perhitungan salah total, tidak menggunakan rumus perbandingan trigonometri yang sesuai.	Menggunakan rumus tangen dengan benar namun terdapat kesalahan komputasi/aritmatika dalam menentukan tinggi objek.	Perhitungan tinggi objek benar, menggunakan nilai tangen sudut elevasi secara tepat.	Perhitungan akurat, menyertakan analisis tinggi total (tinggi segitiga + tinggi mata pengamat), serta membahas potensi galat pengukuran.
Kualitas Laporan Tertulis	Laporan tidak terstruktur, tidak rapi, dan tidak memenuhi komponen minimal.	Laporan terstruktur namun penjelasan langkah kerja dan analisis sangat minim.	Laporan sistematis, rapi, memuat seluruh komponen (pendahuluan, metode, data, analisis, kesimpulan).	Laporan sangat sistematis, menggunakan bahasa ilmiah yang baik, visualisasi data menarik, dan kesimpulan sangat tajam.
Presentasi dan Kerja Kelompok	Presentasi tidak siap, anggota kelompok pasif, tidak mampu menjawab pertanyaan.	Presentasi berjalan namun didominasi satu orang, penjelasan kurang jelas, jawaban pertanyaan kurang tepat.	Presentasi terstruktur, pembagian tugas merata, mampu menjawab pertanyaan dengan baik.	Presentasi sangat menarik dan komunikatif, seluruh anggota menguasai materi, mampu menjawab pertanyaan secara kritis dan solutif.

Konversi Nilai Rekomendasi

Nilai Akhir (NA) diperoleh dari rumus: $NA = (\text{Skor Perolehan} / \text{Skor Maksimal}) \times 100$. Skor Maksimal adalah 24 (6 aspek x 4 poin). Rentang predikat kelulusan: 90 - 100 (Sangat Baik / A), 80 - 89 (Baik / B), 70 - 79 (Cukup / C), < 70 (Perlu Bimbingan / D). Nilai ketuntasan minimal (KKTP) disepakati pada predikat Cukup (70).

O. REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Program	Sasaran	Bentuk Kegiatan	Bukti Tindak Lanjut
Remedial Pembelajaran Ulang	Murid dengan nilai sumatif < 70 (kategori Perlu Bimbingan).	Pembelajaran ulang konsep perbandingan trigonometri secara klasikal dengan bantuan media visual interaktif.	Lembar kerja remedial yang menunjukkan pemahaman konsep dasar (sin, cos, tan) pada segitiga siku-siku.
Remedial Tutor Sebaya	Murid yang kesulitan pada aspek pemodelan matematika.	Pendampingan oleh rekan sejawat yang telah mencapai kategori Sangat Baik untuk menggambar sketsa geometri.	Jurnal bimbingan tutor sebaya yang ditandatangani oleh tutor dan murid yang dibimbing.
Remedial Tes Ulang	Murid yang belum mencapai KKTP setelah diberikan intervensi remedial.	Pengerjaan instrumen tes sumatif alternatif dengan tingkat kesulitan setara.	Lembar jawaban tes sumatif alternatif dengan nilai minimal mencapai 70.
Pengayaan Eksplorasi Aplikasi	Murid dengan nilai sumatif ≥ 85 (kategori Baik/Sangat Baik).	Eksplorasi penggunaan software GeoGebra untuk memodelkan sudut elevasi dan depresi secara dinamis.	File proyek GeoGebra (.ggb) atau tangkapan layar hasil pemodelan dinamis beserta penjelasannya.
Pengayaan Pemecahan Masalah Kompleks	Murid yang menunjukkan kemampuan penalaran kritis tinggi.	Pemberian tantangan mengukur tinggi objek yang tidak dapat didekati secara langsung (menggunakan metode dua sudut elevasi).	Laporan analisis perhitungan tinggi objek dengan metode dua sudut elevasi.

P. LKPD 1 - IDENTIFIKASI SISI SEGITIGA SIKU-SIKU

Amatilah gambar segitiga siku-siku yang diberikan. Tentukan sisi depan, samping, dan miring berdasarkan sudut acuan yang ditentukan!

No	Gambar Segitiga	Sudut Acuan	Sisi Depan	Sisi Samping	Sisi Miring
1	Segitiga ABC siku-siku di B	Sudut A			
2	Segitiga PQR siku-siku di Q	Sudut R			
3	Segitiga KLM siku-siku di L	Sudut K			

No	Gambar Segitiga	Sudut Acuan	Sisi Depan	Sisi Samping	Sisi Miring
4	Segitiga XYZ siku-siku di Y	Sudut Z			

Q. LKPD 2 - MENGHITUNG RASIO TRIGONOMETRI

Hitunglah nilai sinus, kosinus, dan tangen dari segitiga siku-siku berikut berdasarkan panjang sisi yang diketahui!

No	Panjang Sisi Segitiga	Sudut Acuan	Nilai Sinus	Nilai Kosinus	Nilai Tangen
1	Depan = 3, Samping = 4, Miring = 5	Alpha			
2	Depan = 5, Samping = 12, Miring = 13	Beta			
3	Depan = 8, Samping = 15, Miring = 17	Gamma			
4	Depan = 6, Samping = 8, Miring = 10	Theta			

R. LKPD 3 - PERANCANGAN ALAT KLINOMETER SEDERHANA

Rancanglah alat klinometer kelompokmu dengan menuliskan alat, bahan, dan langkah pembuatan secara sistematis!

Tahap Perancangan	Alat & Bahan yang Digunakan	Langkah Pembuatan / Desain	Fungsi Komponen
Persiapan Bahan			Menyediakan komponen utama klinometer
Perakitan Skala			Menempelkan busur derajat pada papan penyangga
Pemasangan Pembidik			Menempelkan sedotan sejajar dengan garis 0 derajat
Pemasangan Pemberat			Menggantungkan tali dan pemberat pada titik pusat busur

S. LKPD 4 - PENGUKURAN LAPANGAN DAN PERHITUNGAN TINGGI

Lakukan pengukuran objek di lapangan sekolah menggunakan klinometer, catat datanya, dan hitung tinggi objek tersebut!

Nama Objek	Jarak Horizontal (x) (meter)	Sudut Elevasi (theta) (derajat)	Tinggi Mata Pengamat (h1) (meter)	Tinggi Segitiga ($h2 = x * \tan(\theta)$) (meter)	Tinggi Total Objek ($H = h1 + h2$) (meter)
Tiang Bendera					
Gedung Kelas X					
Ring Basket					

Nama Objek	Jarak Horizontal (x) (meter)	Sudut Elevasi (theta) (derajat)	Tinggi Mata Pengamat (h1) (meter)	Tinggi Segitiga (h2 = $x \cdot \tan(\theta)$) (meter)	Tinggi Total Objek ($H = h1 + h2$) (meter)
Pohon Mangga					

T. LEMBAR OBSERVASI GURU

Nama Murid/Kelompok	Keaktifan dalam Diskusi	Keterampilan Merakit Klinometer	Ketepatan Membidik Sudut	Ketelitian Pencatatan Data	Kontribusi dalam Presentasi

U. FORMAT REFLEKSI MURID

Pertanyaan Refleksi	Jawaban
Apakah saya sudah dapat membedakan sisi depan, samping, dan miring pada segitiga siku-siku dengan benar?	
Bagian mana dari konsep perbandingan trigonometri (sin, cos, tan) yang masih membuat saya bingung?	
Apa kendala terbesar yang saya hadapi saat merakit alat klinometer sederhana bersama kelompok?	
Bagaimana perasaan saya saat melakukan pengukuran sudut elevasi objek nyata di lapangan sekolah?	
Apakah saya sudah memahami hubungan antara sudut elevasi, jarak horizontal, dan tinggi objek dalam perhitungan matematika?	
Apa hal baru yang saya pelajari tentang kerja sama tim selama menyelesaikan proyek pengukuran ini?	

V. BAHAN BACAAN RINGKAS UNTUK MURID

1. Konsep Dasar Segitiga Siku-Siku dan Trigonometri

Segitiga siku-siku adalah segitiga yang salah satu sudutnya bernilai 90 derajat. Sisi di hadapan sudut siku-siku disebut sisi miring (hipotenusa), yang merupakan sisi terpanjang. Berdasarkan sudut acuan (misalnya θ), sisi yang berhadapan langsung disebut sisi depan, dan sisi di sebelah sudut disebut sisi samping. Trigonometri membandingkan panjang sisi-sisi ini. Tiga rasio utama adalah Sinus (depan/miring), Kosinus (samping/miring), dan Tangen (depan/samping). Rumus praktis menghafalnya adalah Sin-De-Mi, Cos-Sa-Mi, dan Tan-De-Sa.

2. Klinometer dan Prinsip Kerja Pengukuran Sudut

Klinometer adalah alat sederhana yang digunakan untuk mengukur sudut elevasi (sudut dongak ke atas) atau sudut depresi (sudut tunduk ke bawah) antara garis mendatar (horizontal) dan garis pandang ke suatu objek. Prinsip kerja klinometer memanfaatkan hukum gravitasi melalui tali pemberat yang menggantung bebas pada busur derajat. Ketika pembidik (sedotan) diarahkan ke puncak objek, tali pemberat akan menunjukkan angka sudut tertentu pada busur. Sudut elevasi sebenarnya diperoleh dari 90 derajat dikurangi sudut yang ditunjukkan oleh tali pemberat tersebut.

3. Penerapan Tangen dalam Menghitung Tinggi Objek Nyata

Untuk menghitung tinggi suatu objek (seperti gedung atau pohon) tanpa memanjatnya, kita dapat menggunakan perbandingan Tangen. Langkahnya: (1) Ukur jarak horizontal (x) dari posisi berdiri ke kaki objek. (2) Ukur sudut elevasi (θ) ke puncak objek menggunakan klinometer. (3) Ukur tinggi mata pengamat dari tanah (h_1). (4) Hitung tinggi bagian atas objek (h_2) dengan rumus $h_2 = x \cdot \tan(\theta)$. (5) Hitung tinggi total objek (H) dengan menjumlahkan tinggi mata pengamat dan tinggi segitiga, yaitu $H = h_1 + h_2$.

W. GLOSARIUM

Istilah	Makna Singkat
Segitiga Siku-Siku	Segitiga yang salah satu sudutnya berukuran tepat 90 derajat.
Hipotenusa	Sisi terpanjang pada segitiga siku-siku yang letaknya selalu di depan sudut siku-siku.
Sinus	Perbandingan antara panjang sisi di depan sudut acuan dengan sisi miring segitiga siku-siku.
Kosinus	Perbandingan antara panjang sisi di samping sudut acuan dengan sisi miring segitiga siku-siku.
Tangen	Perbandingan antara panjang sisi di depan sudut acuan dengan sisi di samping sudut acuan.
Sudut Elevasi	Sudut yang terbentuk antara garis horizontal pandangan mata dengan arah pandangan ke atas.
Sudut Depresi	Sudut yang terbentuk antara garis horizontal pandangan mata dengan arah pandangan ke bawah.
Klinometer	Alat bantu sederhana untuk mengukur besar sudut elevasi atau sudut depresi suatu objek.
Trigonometri	Cabang matematika yang mempelajari hubungan antara panjang sisi dan besar sudut pada segitiga.
Galat (Error)	Selisih atau perbedaan antara nilai hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya dari suatu objek.

X. LEMBAR PENGESAHAN

Modul ajar mata pelajaran Matematika elemen Geometri untuk kelas X SMK Negeri 1 tahun ajaran 2026/2027 ini dinyatakan sah dan berlaku untuk digunakan dalam pembelajaran.

Tempat/Tanggal : semarang, Juli 2026

**Mengetahui,
Kepala smk negeri 1**

**Disusun oleh,
Pengampu Mata Pelajaran**

wawan

budi