

DASAR-DASAR TEKNIK GEOSPASIAL

Semester 2

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
2022**

SMK/MAK KELAS X

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia

Dilindungi Undang-Undang.

Penafian: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Dasar-Dasar Teknik Geospasial untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis

Tutus Rektono Wahyuningrum

Penelaah

Syafril Ramadhon

Dodi Suryono

Akhmad Syarifudin

Penyelia/Penyelaras

Supriyatno

Wardani Sugiyanto

Mochamad Widiyanto

Wijanarko Adi Nugroho

Ivan Riadinata

Futri F. Wijayanti

Kontributor

Abdullah Wahid Hasan

Agus Harryanto

Ratna Saraswati

Sutadi

Ilustrator

Daniel Tirta

Editor

Sayyidatul Khoiridah, Fitri F. Wijayanti

Desainer

Sona Purwana

Penerbit

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh

Pusat Perbukuan & Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Jalan Jenderal Sudirman Komplek Kemendikbudristek Senayan, Jakarta 10270
<https://buku.kemdikbud.go.id>

Cetakan pertama, 2022

ISBN 978-602-244-987-4 (no.jil.lengkap)

978-602-244-988-1 (jil.2)

978-623-388-062-6 (PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 10/15 pt, Steve Matteson.

xii, 108 hlm.: 176 mm x 250 mm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik.

Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No. 262/M/2022 Tentang Perubahan atas Keputusan Mendikbudristek No. 56/M/2022 Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran, serta Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Desember 2022
Kepala Pusat,

Supriyatno
NIP 196804051988121001

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Sehubungan dengan telah terbitnya Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 262M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran Direktorat SMK, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi telah menyusun contoh perangkat ajar.

Perangkat ajar merupakan berbagai bahan ajar yang digunakan oleh pendidik dalam upaya mencapai Profil Pelajar Pancasila dan capaian pembelajaran. Perangkat ajar meliputi buku teks pelajaran, modul ajar, video pembelajaran, modul Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dan Budaya Kerja, serta bentuk lainnya. Pendidik dapat menggunakan beragam perangkat ajar yang relevan dari berbagai sumber. Pemerintah menyediakan beragam perangkat ajar untuk membantu pendidik yang membutuhkan referensi atau inspirasi dalam pengajaran. Pendidik memiliki keleluasaan untuk membuat sendiri, memilih, dan memodifikasi perangkat ajar yang tersedia sesuai dengan konteks, karakteristik, serta kebutuhan peserta didik.

Buku ini merupakan salah satu perangkat ajar yang bisa digunakan sebagai referensi bagi guru SMK dalam mengimplementasikan Pembelajaran dengan Kurikulum Merdeka. Buku teks pelajaran ini digunakan masih terbatas pada SMK pelaksana Implementasi Kurikulum Merdeka.

Selanjutnya, Direktorat SMK mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan buku ini mulai dari penulis, penelaah, *reviewer*, editor, ilustrator, desainer, dan pihak terkait lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Semoga buku ini bermanfaat untuk meningkatkan mutu pembelajaran pada SMK pelaksana Implementasi Kurikulum Merdeka.

Jakarta, Desember 2022

Direktur SMK

Prakata

Selamat! Saat ini kalian sudah masuk ke semester 2. Buku ini akan menemani kalian belajar Dasar-Dasar Geospasial. Tujuan buku siswa ini adalah untuk memandu kalian dalam proses pembelajaran. Melalui buku ini kalian diharapkan dapat memahami pelajaran Dasar-Dasar Geospasial melalui berbagai aktivitas pelajaran. Melalui aktivitas pembelajaran, semoga kalian terinspirasi dan termotivasi untuk mencari sumber belajar lain.

Buku ini terdiri dari lima bab. Pada Bab 1 berjudul gambar hasil pengukuran, merupakan konsep dasar yang harus kalian pahami sebelum melaksanakan pengukuran. Bab 2 berisi langkah-langkah kerja pengukuran horisontal dengan alat sederhana. Pada Bab 3 kalian akan belajar cara melakukan pengukuran beda tinggi dengan alat sederhana. Diakhir buku pada Bab 4 kalian akan belajar cara mengukur luas dengan berbagai metode serta dasar perhitungan volume. Selanjutnya agar kalian memiliki sikap yang baik dan unggul, maka kalian akan belajar sikap profil pelajar Pancasila yang berketuhanan dan berakhlak mulia, bernalar kritis, mandiri, gotong royong, kerja sama, dan tanggung jawab. Semoga buku ini akan menjadi awal terbukanya cakrawala perkembangan proses belajar, khususnya di Program Keahlian Teknik Geospasial. Selamat belajar.

Salam,

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Kata Pengantar	v
Prakata	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	viii
Petunjuk Penggunaan.....	xi
Bab 1 Gambar Hasil Pengukuran	1
A. Menggambar Segi Banyak Teratur	3
B. Menggambar Hasil Pengukuran	7
Bab 2 Pengukuran Horizontal dengan Alat Sederhana.....	31
A. Konsep Dasar Posisi Horizontal.....	33
B. Kedudukan Koordinat dalam Pengukuran Horizontal	37
C. Praktik Pengukuran Horizontal	42
Bab 3 Pengukuran Beda Tinggi dengan Alat Sederhana ..	47
A. Konsep Dasar Pengukuran Tinggi.....	49
B. Penggunaan Alat Sederhana	51
C. Praktik Pengambilan Data Tinggi.....	55
D. Pengenalan Alat Optis Metode Sipat Datar	62
Bab 4 Pengukuran Luas dengan Alat Sederhana dan Dasar Perhitungan.....	73
A. Persiapan Pengukuran dengan Alat Sederhana	75
B. Metode Pengukuran Luas	77
C. Perhitungan Volume	86
Glosarium	99
Indeks.....	101
Daftar Pustaka.....	103
Profil Pelaku Perbukuan	105

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Daftar penempatan gambar aktivitas belajar 1.1	6
Tabel 1.2. Contoh daftar jarak hasil pengukuran	9
Tabel 1.3 Koordinat.....	13
Tabel 1.4 Koordinat (x,y).....	16
Tabel 1.5 Koordinat z	22
Tabel 1.6 Refleksi Bab 1	26
Tabel 2.1 Formulir Pengukuran Horizontal	43
Tabel 2.2 Refleksi Bab 2.....	44
Tabel 3.1 Contoh hasil pengukuran beda tinggi cara polar	57
Tabel 3.2 Contoh hasil pengukuran beda tinggi memanjang.....	60
Tabel 3.3 Refleksi Bab 3.....	67
Tabel 4.1. Refleksi Bab 4.....	92

Daftar Gambar

Gambar 1.1	Peta konsep menggambar hasil pengukuran.....	2
Gambar 1.2	Contoh penggunaan bidang simetri (a) segitiga, (b) segi empat, (c) segi lima, dan (d) segi enam.....	3
Gambar 1.3	Segitiga teratur.....	4
Gambar 1.4	Segi empat teratur	4
Gambar 1.5	Segi lima teratur	4
Gambar 1.6	Segi tujuh teratur.	5
Gambar 1.7	Penempatan gambar segi banyak teratur pada kertas A3.	6
Gambar 1.8.	Area kertas yang akan digambar	8
Gambar 1.9	Contoh bidang yang akan digambar.....	8
Gambar 1.10.	Contoh penempatan bidang gambar ke kertas gambar	10
Gambar 1.11.	Contoh kelengkapan identitas gambar.....	11
Gambar 1.12.	Koordinat kartesius.....	12
Gambar 1.13	Media penempatan koordinat	13
Gambar 1.14	Contoh koordinat horizontal dua dimensi.....	14
Gambar 1.15	Gambar penjelasan tentang jurai	14
Gambar 1.16	Perbandingan segi tiga	15
Gambar 1.17	Kemiringan sudut.....	15
Gambar 1.18	Gambar sketsa pengukuran horizontal.....	17
Gambar 1.19	Penggambaran garis kontur.....	18

Gambar 1.20	Interval kontur 0,25.	19
Gambar 1.21	Hasil interpolasi antara titik tinggi P1 dan P2	20
Gambar 1.22	Lapisan selotip pada kertas gambar.....	22
Gambar 1.23	Sketsa penggambaran garis kontur	23
Gambar 1.24	Ilustrasi Penggambaran profil dari pemotongan garis kontur	23
Gambar 1.25	Sketsa gambar profil memanjang AF	26
Gambar 2.1	Peta konsep pengukuran horizontal	32
Gambar 2.2	Pembagian kuadran	33
Gambar 2.3	Besar sudut azimut A.....	34
Gambar 2.4	Besar sudut jurusan C	34
Gambar 2.5	Besar sudut <i>bearing</i> B.....	35
Gambar 2.6	Besar sudut kanan dan kiri	35
Gambar 2.7	Penunjukan sudut	36
Gambar 2.8	Ilustrasi perhitungan sudut azimut	36
Gambar 2.9	Posisi titik di muka bumi	37
Gambar 2.10	Konversi koordinat kartesius menjadi koordinat kutub dalam matematika	38
Gambar 2.11	Konversi koordinat kutub menjadi koordinat kartesius dalam ilmu ukur tanah	39
Gambar 2.12	Gambar segitiga yang dihasilkan dari pengukuran horizontal.	39
Gambar 2.13	Ilustrasi mencari koordinat B dari koordinat A	40
Gambar 2.14	Contoh soal mencari koordinat B dari koordinat A	41
Gambar 2.15	Pengukuran secara polar	42
Gambar 2.16	Cara memegang kompas.....	43
Gambar 2.17	Penggunaan <i>theodolite</i> digital dan <i>Total Station</i>	46
Gambar 3.1	Peta konsep pengukuran beda tinggi dengan alat sederhana	48
Gambar 3.3	Ilustrasi beda tinggi	49
Gambar 3.2	Benc Mark	49
Gambar 3.4	Ilustrasi tinggi titik	50
Gambar 3.5	Penempatan selang pada yalon dan permukaan tanah.....	52
Gambar 3.7	Pengukuran menggunakan WPT	53
Gambar 3.6	<i>Waterpass</i> tangan	53
Gambar 3.8	Pengukuran menggunakan klinometer	54
Gambar 3.9	Pembacaan lingkaran sudut klinometer	55
Gambar 3.10	Ilustrasi pengukuran polar	56

Gambar 3.11	Pengukuran secara memanjang	58
Gambar 3.12	Pengukuran secara memanjang menggunakan WPT	59
Gambar 3.13	Pengukuran memanjang secara <i>double stand</i>	59
Gambar 3.14	Segitiga trigonometri.....	60
Gambar 3.15	Penerapan rumus trigonometri pada pengukuran beda tinggi	61
Gambar 3.16	Bagian-bagian dari PPD.....	63
Gambar 3.17	Ilustrasi garis-garis dalam PPD	64
Gambar 3.18	Cara memutar sekrup A, B, dan C.....	66
Gambar 4.1	Peta konsep pengukuran luas dengan alat sederhana.....	74
Gambar 4.2	Penulisan angka hasil pengukuran model 1	76
Gambar 4.3	Penulisan angka hasil pengukuran model 2	76
Gambar 4.4	Penulisan angka hasil pengukuran oleh orang yang berbeda	77
Gambar 4.5	Penulisan angka hasil pengukuran akhir	77
Gambar 4.6	Penulisan angka pada garis diagonal.....	77
Gambar 4.7	Contoh pengukuran areal dengan metode diagonal tegak lurus	78
Gambar 4.8	memperpanjang garis bangunan	78
Gambar 4.9	Membuat dan mengukur garis diagonal persil.....	79
Gambar 4.10	Membuat garis bantu dari sudut bangunan ke titik-titik diluar bangunan.....	80
Gambar 4.11	Contoh area pengukuran metode koordinat siku.....	81
Gambar 4.12	Penggunaan penta prisma untuk membuat garis tegak lurus	82
Gambar 4.13	Pembuatan garis bantu siku dan bidang simetris.....	83
Gambar 4.14	Pengukuran luas bidang simetris segitiga, segi empat dan trapesium.....	83
Gambar 4.15	Pengukuran luas bidang dengan metode polar	84
Gambar 4.16	Pengukuran luas bidang dengan metode juluran/simpson	85
Gambar 4.18	Potongan kisi yang akan diukur volumenya.....	88
Gambar 4.19	Volume tanah yang akan diukur dalam panjang yang sama	88
Gambar 4.20	Luas salah satu bidang yang akan diukur volumenya	89
Gambar 4.21	Contoh soal luas bidang.....	91
Gambar 4.22	Penampang saluran air sebelah kanan.....	92
Gambar 4.23	Penampang saluran air sebelah kiri	92
Gambar 4.24	Siswa kelas X yang mampu menghitung volume gunung di Mars	96



Petunjuk Penggunaan

1. Judul Unit

Bagian ini terdapat judul unit untuk mengetahui kegiatan yang akan dilakukan.



Pengamatan suatu areal dapat dilakukan dengan menggunakan satelit yang dapat terhubung langsung dengan aplikasi tertentu pada *gadget* atau PC sehingga luas areal daerah tersebut akan sangat mudah dicari apabila titik-titik batas area tersebut diketahui koordinatnya. Tetapi, bagaimana cara mencari luas suatu areal menggunakan alat sederhana? Sedangkan perhitungan volume saat ini juga penting pada perubahan fungsi lahan. Contohnya, areal bekas tegalan yang akan dijadikan pemukiman. Karena bangunan harus ditempatkan di bidang yang rata, maka tanah tegalan tersebut harus diratakan di bagian yang akan didirikan bangunan. Banyaknya tanah yang dibuang harus dihitung agar dapat diperkirakan banyaknya alat angkut. Bagaimana cara menghitung volume tanah yang akan diratakan?

2

2. Pertanyaan Pemantik

Pertanyaan pemancing yang memancing aktivitas atau keingintahuan peserta didik tentang materi yang akan dibahas.



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Bab ini diharapkan kalian mampu menggambar segi banyak teratur sesuai petunjuk dan menerapkan cara menggambar hasil pengukuran sesuai prosedur.

3

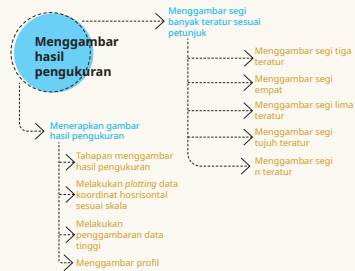
3. Tujuan Pembelajaran

Bagian ini terdapat paparan target yang harus dicapai setelah kegiatan pembelajaran.

4. Peta Konsep

Bagian ini membantu siswa mengetahui inti dari materi yang dipelajari.

Peta Konsep



Kata Kunci

Segitiga teratur, segi empat teratur, segi lima teratur, segi enam teratur, segi tujuh teratur, segi delapan teratur, segi banyak teratur, identitas gambar, skala, kepala gambar, *plotting*.

5

5. Kata Kunci

Kata – kata penting di dalam materi yang akan memudahkan pencarian topik yang sesuai

6 Refleksi

Setelah membaca materi di Bab 1, berilah tanda centang (✓) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang sudah kalian kuasai dan berilah tanda silang (x) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang belum kalian kuasai.

Tabel 1.6 Refleksi Bab 1

No.	Materi	Tandai ✓ atau x
1.	Menggambar segi banyak teratur	
2.	Melakukan <i>plotting</i> data koordinat horizontal sesuai skala	
3.	Melakukan penggambaran data tinggi	
4.	Menggambar profil	

6. Refleksi

Proses evaluasi diri atas pemahaman materi.

8. Penilaian

Berupa soal untuk mengukur keterserapan materi

9 Pengayaan

Menggambar hasil pengukuran tidak sekedar mengkonversi angka menjadi gambar, tetapi juga menyajikan dunia nyata dalam kertas. Artinya, setiap pengambilan data harus diperiksa kesesuaiannya dengan situasi sebenarnya di lapangan.

Nanti saat kalian kelas XI, hasil pengukuran akan digambar menggunakan aplikasi *Autocad*. Pada aplikasi tersebut kalian dapat menggambar bentuk bidang yang simetris, asimetris dan garis-garis lengkung permukaan tanah dengan lebih mudah. Akan tetapi, bukan berarti bahwa gambar yang dihasilkan akan sesuai gambar dengan lokasi sebenarnya di lapangan. Gambar hasil penggambaran dengan aplikasi ini masih harus edit secara manual untuk menyesuaikan dengan realitanya. Gambar yang dihasilkan akan tampak kaku, terutama dalam menggambar garis-

7 Rangkuman

1. Dalam menggambar peta, gambar yang dihasilkan harus dapat memproyeksikan situasi sebenarnya di lapangan pada sebidang kertas.
2. Jenis-jenis penggambaran di bidang geospasial yaitu:
 - a. Menggambar segi banyak teratur

7. Rangkuman

Ringkasan materi dari unit yang telah dilewati.

8 Penilaian

1. Angka-angka yang tertera pada koordinat UTM menunjukkan ukuran sebenarnya di lapangan. Satuan yang digunakan adalah ...
2. Pertemuan antara dua bidang atap dan membentuk sudut disebut ...
3. Perhatikan tabel hasil pengukuran koordinat di samping ini!

Berdasarkan tabel koordinat di samping, rentang gambar untuk sumbu x jika skala peta 1:500 adalah...

Koordinat	
x (m)	y (m)
2000	9000
2018,472	9022,397
2046,918	9008,196

9. Pengayaan

Materi tambahan yang berisi informasi yang sedang berkembang saat ini

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Geospasial
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Tutus Rektono Wahyuningrum

ISBN 978-602-244-987-4 (no.jil.lengkap)

978-602-244-988-1 (jil.2)

978-623-388-062-6 (PDF)



BAB 1

Gambar Hasil Pengukuran



Perhatikan gambar kover Bab 1. Apakah kalian tahu, informasi apakah yang ada pada gambar tersebut?

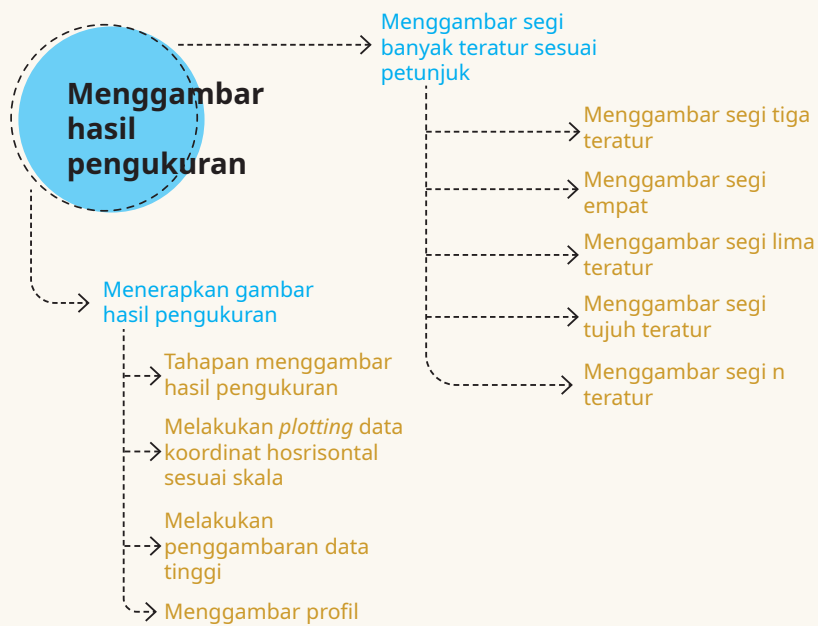


Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Bab ini diharapkan kalian mampu menggambar segi banyak teratur sesuai petunjuk dan menerapkan cara menggambar hasil pengukuran sesuai prosedur.



Peta Konsep



Gambar 1.1 Peta konsep menggambar hasil pengukuran.



Kata Kunci

Segitiga teratur, segi empat teratur, segi lima teratur, segi enam teratur, segi tujuh teratur, segi delapan teratur, segi banyak teratur, identitas gambar, skala, kepala gambar, *plotting*.

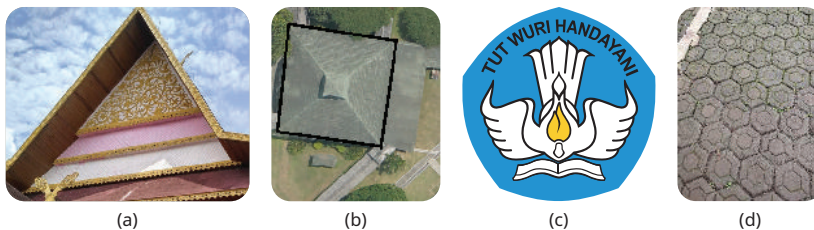
Menggambar hasil pengukuran merupakan tahapan akhir dari pelaksanaan pekerjaan pengukuran yang dibuat ke dalam bentuk sebuah peta dengan menerapkan skala yang tepat sehingga dapat menggambarkan situasi sebenarnya di lapangan. Selain itu, informasi yang dicantumkan di peta, baik arah, simbol, angka, dan tulisan harus jelas sehingga orang yang membaca peta tersebut dapat memperoleh informasi yang lengkap tanpa harus bertemu dengan orang yang membuat peta.

Benda-benda di atas permukaan bumi dapat berupa bidang yang sama panjang sisinya (simetris), bidang yang tidak sama panjang sisinya (asimetris), atau dapat juga berbentuk bidang yang tidak beraturan. Gambaran benda-benda tersebut harus tampak pada peta yang akan kita gambar. Saat menggambar peta kita harus dapat memproyeksikan situasi sebenarnya di lapangan pada sebidang kertas. Di dalam gambar teknik bentuk-bentuk benda di atas bumi tersebut akan digambar dengan menyesuaikan keadaan di lapangan dengan ukuran kertas yang digunakan melalui skala peta.

Pada Bab I ini, kalian akan belajar bagaimana menggambar bentuk-bentuk simetris yang mungkin akan kita lihat di lapangan serta bagaimana menggambar bentuk-bentuk tidak simetris berdasarkan hasil pengukuran. Apa saja bentuk bidang sebagai dasar pembuatan peta? Lalu bagaimana cara menggambar peta yang baik dan benar? Mari kita pahami dalam penjabaran materi dan aktivitas-aktivitas pada Bab 1 dengan saksama.

A. Menggambar Segi Banyak Teratur

Segi banyak teratur adalah bidang yang dibentuk oleh banyak garis dengan panjang sisi yang sama. Di kehidupan nyata bentuk bidang segitiga teratur dicontohkan dengan bentuk atap rumah, bidang segi empat teratur berupa bangunan, bidang segi lima teratur berupa penempatan simbol, bidang segi enam berupa ubin *paving block*, dan segi banyak teratur lainnya untuk menggambarkan bentuk poligon yang akan kita pelajari di kelas XI nanti.



Gambar 1.2 Contoh penggunaan bidang simetri (a) segitiga, (b) segi empat, (c) segi lima, dan (d) segi enam

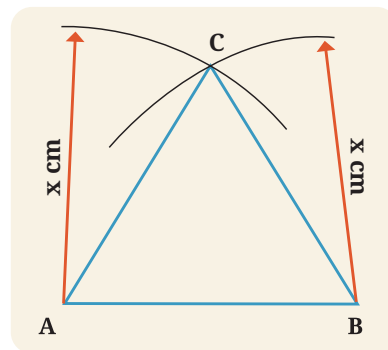
Sumber: Tutus Rektono Wahyuningrum (2020), <https://tradisi-tradisional.blogspot.com>

Berikut adalah beberapa cara menggambar bidang yang simetris.

1. Menggambar segitiga teratur

Langkah kerja penggambarannya sebagai berikut:

- gambarlah garis AB sepanjang x cm;
- dengan jari-jari AB dan berpusat di titik A dan B, buatlah busur yang saling berpotongan di titik C;
- buatlah garis yang menghubungkan titik A dengan C dan B dengan C.

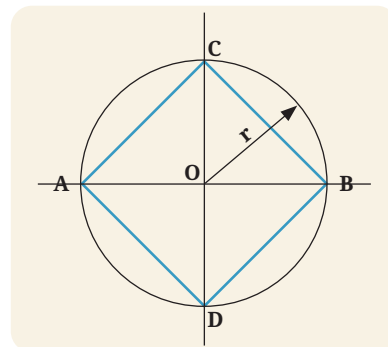


Gambar 1.3 Segitiga teratur
Sumber: Tutus Rektono Wahyuningrum (2018)

2. Menggambar segi empat teratur

Langkah kerja penggambarannya sebagai berikut:

- dengan jari – jari r cm berpusat di titik O, buatlah sebuah lingkaran;
- buatlah garis AB yang melalui titik pusat O;
- buatlah garis CD yang melalui titik pusat O dan tegak lurus AB;
- hubungkan titik A,B,C dan D sedemikian rupa sehingga membentuk segi empat teratur.

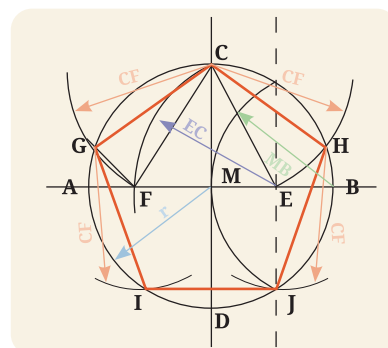


Gambar 1.4 Segi empat teratur
Sumber: Tutus Rektono Wahyuningrum (2018)

3. Menggambar segi lima teratur

Langkah kerja penggambarannya sebagai berikut:

- dengan berpusat di titik M buatlah lingkaran dengan jari-jari r cm;
- buatlah garis AB yang melalui titik M;
- buatlah garis CD yang melalui M dan tegak lurus dengan garis AB;
- buatlah garis tegak lurus yang membagi MB menjadi 2 bagian yang sama dan memotong MB di titik E;



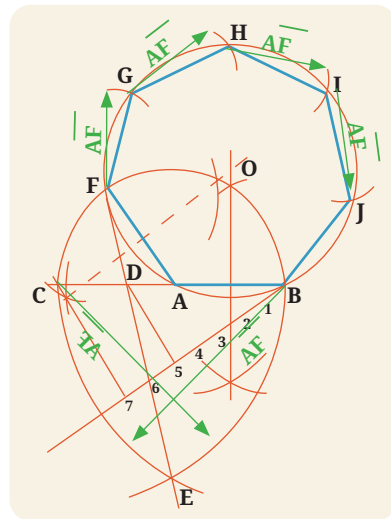
Gambar 1.5 Segi lima teratur
Sumber: Tutus Rektono Wahyuningrum(2018)

- e. dengan jari-jari EC dan berpusat di titik E, buatlah busur yang memotong AM di titik F;
- f. CF adalah panjang sisi segi lima teratur dengan jari-jari CF berpusat di titik C, buatlah busur pada tepi lingkaran di titik G dan H;
- g. dengan berpusat di titik G dan berjari – jari CF, buatlah busur yang memotong tepi lingkaran M di titik I;
- h. dengan berpusat di titik H dan berjari – jari CF, buatlah busur yang memotong tepi lingkaran M di titik J.

4. Membuat segi tujuh teratur

Langkah kerja penggambarannya sebagai berikut:

- a. buatlah garis AB yang diperpanjang sampai titik C di mana $AC = AB$;
- b. buatlah busur setengah lingkaran berjari – jari AB dan berpusat di A;
- c. bagilah BC menjadi 7 bagian yang sama di mana titik ke 5 ($5/7$ bagian BC) memotong BC di titik D;
- d. dengan jari-jari BC dan berpusat di titik B dan C, buatlah busur yang saling berpotongan di titik E;
- e. hubungkan titik D dan E sampai memotong busur setengah lingkaran A di titik F;



Gambar 1.6 Segi tujuh teratur.
Sumber: Tutus Rektono Wahyuningrum (2018)

- f. FAB adalah salah satu sudut segi tujuh teratur;
- g. buatlah garis yang membagi 2 dan tegak lurus garis FA dan AB dengan membuat busur sembarang yang saling berpotongan dari titik F, A dan B;
- h. garis tegak lurus FA dan AB akan berpotongan di titik O;
- i. dengan jari-jari OA dan berpusat di O, buatlah lingkaran yang memotong titik B dan F;
- j. dengan jari-jari AF berpusat di titik F, berturut-turut buatlah busur yang memotong lingkaran di titik G, H, I, dan J sedemikian rupa sehingga membentuk segi tujuh teratur BAFGHIJ.

5. Segi banyak yang lain (segi n)

Kalian dapat menggunakan cara di poin 4 dengan membagi diameter lingkaran menjadi n bagian yang sama.

Aktivitas Belajar 1.1

Setelah membaca materi di atas serta membiasakan kalian dengan sikap gotong royong dan mandiri, mari kita coba mempraktikkan cara menggambar bidang-bidang tersebut.

1. Gambarlah segi banyak teratur sesuai kaidah penggambaran, yaitu menempatkan pada area tengah kertas gambar. Ukuran setiap gambarnya terdapat pada soal nomor 2 sampai 5. Gambarlah pada sebuah kertas A3 dengan kepala gambar di sebelah kanan, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1.7. Bagilah sisi panjang kertas A3 menjadi empat bagian yang sama. Tempatkan gambar segi banyak teratur sesuai nomor pada Tabel 1.1 di bawah.

Tabel 1.1 Daftar penempatan gambar aktivitas belajar 1.1

Nomor	Gambar segi banyak teratur		
1	Segi empat		
2	Segi lima		
3	Segi tujuh		
4	Segi sembilan		

1	2	SMK GEOSPASIAL INDONESIA
		JUDUL GAMBAR
		Nomor Gambar:
		Digambar oleh:
		Kelas :
		Kelompok :
		Hari :
		Tanggal :
3	4	Skala jarak :
		Skala tinggi :
		Diperiksa oleh:
		Keterangan:

Gambar 1.7 Penempatan gambar segi banyak teratur pada kertas A3

2. Gambarlah segi empat teratur ABCD dengan panjang jari-jari $r = 3$ cm.
3. Gambarlah segi lima teratur ABCDE dengan panjang jari-jari $r = 3$ cm.
4. Gambarlah segi tujuh teratur ABCDEFG dengan panjang $AB = 1,5$ cm.
5. Gambarlah segi sembilan teratur ABCDEFGHI dengan panjang jari-jari 3 cm.

B. Menggambar Hasil Pengukuran

Gambar hasil pengukuran merupakan hasil akhir dari sebuah proses pengukuran. Gambar biasanya menjadi lampiran dari laporan pengukuran. Gambar menjadi bagian penting dari sebuah proses pengukuran. Oleh karena itu, menggambar harus dilakukan dengan teliti dan diperiksa kebenarannya.

Pemeriksaan kebenaran sebuah gambar hasil pengukuran dilakukan dengan membandingkan hasil gambar dengan situasi di lapangan, memeriksa skala yang digunakan pada gambar dan memeriksa hasil pengolahan data lapangan yang benar. Hal ini dapat terjadi karena kemungkinan orang yang bekerja mengambil data di lapangan adalah orang yang berbeda dengan orang yang melakukan penggambaran.

1. Tahapan menggambar hasil pengukuran.

Berikut adalah tahapan-tahapan yang harus kalian lakukan dalam menggambar hasil pengukuran.

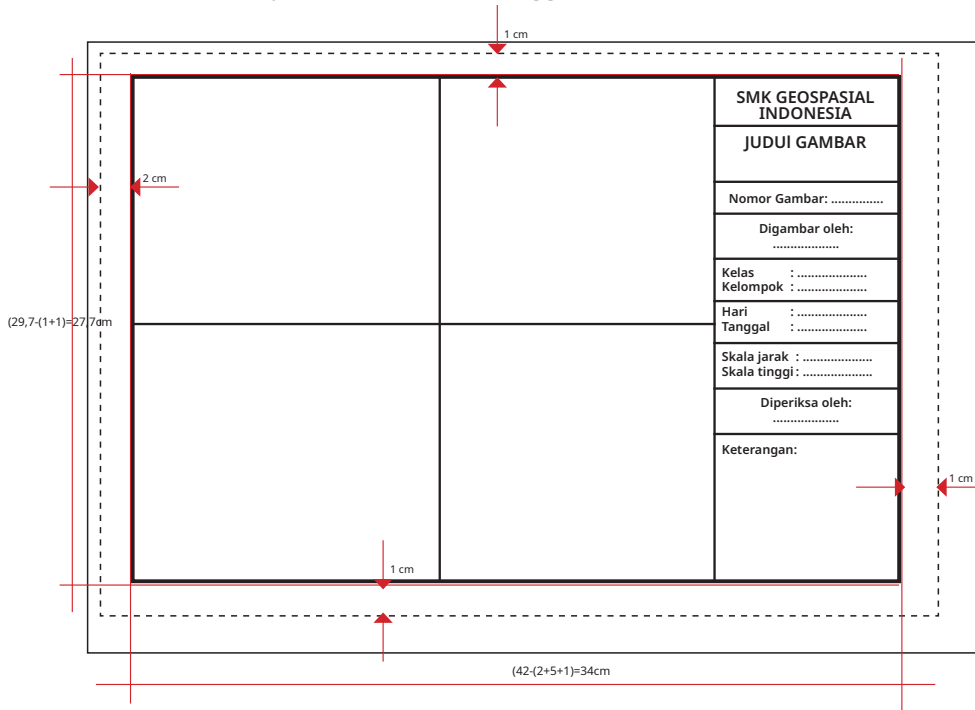
- a. Menentukan ukuran kertas
Besarnya kecilnya kertas akan menentukan besarnya kecilnya skala. Besar kecilnya skala akan menentukan detail tidaknya sebuah gambar. Semakin besar ukuran kertas, maka akan semakin detail isi gambar. Pastikan ukuran kertas sesuai standar yang ditentukan dengan mengukur kembali panjang dan lebarnya (lihat kembali di buku semester 1 pada BAB 6).
- b. Satuan yang digunakan di lapangan adalah meter. Sedangkan satuan yang digunakan di kertas adalah centimeter.
- c. Buatlah garis tepi dan kepala gambar. Kepala gambar berisi informasi gambar atau peta. Untuk bagian yang dijepit atau ditempel, maka garis tepinya lebih besar dari yang lain. Panjang dan lebar area menggambar diukur setelah dikurangi garis tepi dan kepala gambar.

Contoh membuat area menggambar pada kertas ukuran A3:

- a. Menentukan panjang area menggambar
Panjang kertas 42 cm dikurangi garis tepi kiri 2 cm, garis tepi kanan 1 cm dan lebar kepala gambar 5 cm. Jadi, panjang area menggambar adalah 34 cm.

b. Menentukan luas area menggambar

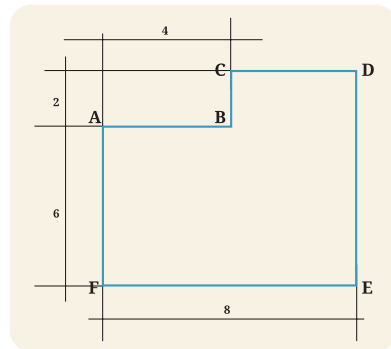
Lebar kertas 29,7 cm dikurangi garis tepi atas 1 cm dan garis tepi bawah 1 cm. Jadi, lebar area menggambar adalah 27,7 cm.



Gambar 1.8. Area kertas yang akan digambar

c. Hitung perkiraan panjang dan lebar area yang akan digambar dalam satuan meter atau kondisi sebenarnya di lapangan. Berikut contoh hasil pengukuran sebuah bangunan.

Ukurlah jarak terluar bangunan sedemikian rupa sehingga menjadi bidang segi empat. Panjang terluar bidang bangunan adalah $EF = 8$ m dan lebar terluarnya adalah $BC + AF = 2 + 6 = 8$ m.



Gambar 1.9 Contoh bidang yang akan digambar

d. Tentukan skala

Misalkan, pada pengukuran yang ditunjukkan oleh gambar 1.9.

Panjang kertas 34 cm.

Jarak memanjang $EF = 8$ m = 800 cm.

$$\begin{aligned} \text{Skala} &= \text{jarak di kertas (cm)} : \text{jarak sebenarnya di lapangan (cm)} \\ &= 34 \text{ cm} : 800 \text{ cm (disederhanakan dengan dibagi 34)} \\ &= 1 : 23,53 \end{aligned}$$

Lebar kertas 27,7 cm

Jarak melebar CF = 8 m = 800 cm

$$\begin{aligned} \text{Skala} &= \text{jarak di kertas (cm)} : \text{jarak sebenarnya di lapangan (cm)} \\ &= 27,7 \text{ cm} : 800 \text{ cm (disederhanakan dengan dibagi 27,7)} \\ &= 1 : 28,88 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan skala 1 : 23,53 dan skala 1 : 28,88 dibulatkan menjadi skala yang mempunyai angka pembanding lebih besar dan bulat. Misalkan, skala 1 : 50. Penggunaan angka 50 juga mempertimbangkan penulisan identitas dan ukuran pada gambar yang pasti akan mengurangi bidang gambar.

Catatan:

- 1) pembulatan skala harus ke angka yang lebih besar;
- 2) menggunakan angka skala yang umum digunakan yaitu angka bulat 10, 20, 30, 40, dan seterusnya;
- 3) penentuan skala juga harus mempertimbangkan identitas di bawah gambar.

e. Terapkan skala pada semua jarak hasil pengukuran.

Misalnya, hasil pengukuran pada gambar 1.9 di atas kita masukkan dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Contoh daftar jarak hasil pengukuran

Garis	Jarak sebenarnya	Jarak di gambar skala 1 : 50
AB	4 m = 400 cm	400 : 50 = 8 cm
BC	2 m = 200 cm	200 : 50 = 4 cm
CD	4 m = 400 cm	400 : 50 = 8 cm
DE	8 m = 800 cm	800 : 50 = 16 cm
EF	8 m = 800 cm	800 : 50 = 16 cm
AF	6 m = 600 cm	600 : 50 = 12 cm

f. Tempatkan gambar pada tengah bidang.
 Dengan contoh hasil pengukuran gambar 1.19, maka agar gambar berada di tengah lakukan perhitungan sebagai berikut.

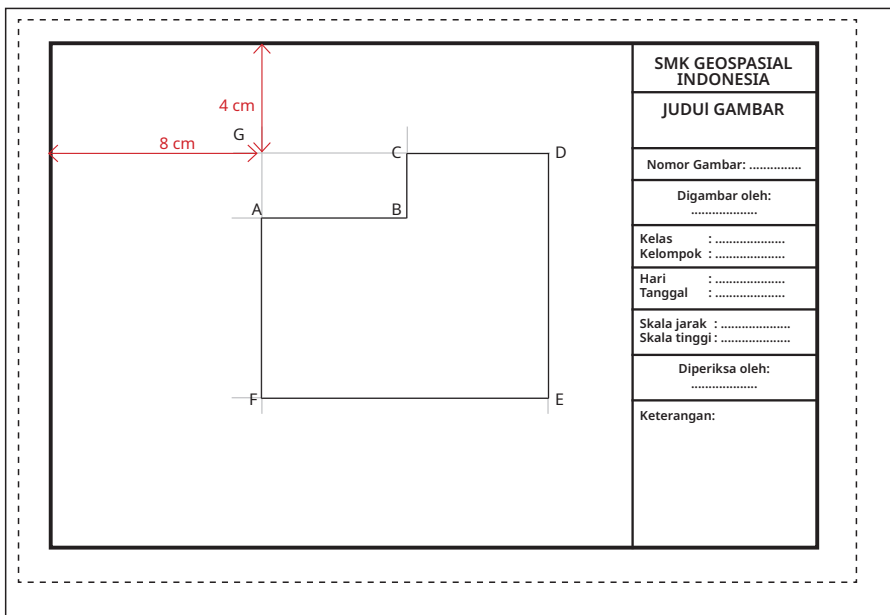
1. Mengukur jarak dari tepi kertas

$$\begin{aligned} \text{Jarak dari tepi} &= \text{ukuran kertas dikurangi ukuran gambar dan} \\ &\quad \text{identitas gambar dibagi 2} \\ &= (34 - (16+1)) : 2 \\ &= 8,3 \text{ cm} \\ &= \text{dibulatkan ke bawah menjadi 8 cm} \end{aligned}$$

2. Mengukur jarak dari atas kertas

$$\begin{aligned} \text{Jarak dari atas} &= \text{ukuran kertas dikurangi ukuran gambar dan} \\ &\quad \text{identitas gambar dibagi 2} \\ &= (27,7 \text{ cm} - (16 \text{ cm} + 2,5 \text{ cm})) : 2 \\ &= 4,6 \text{ cm} \\ &= \text{dibulatkan ke bawah menjadi 4 cm} \end{aligned}$$

Misalkan, titik pertemuan garis AF dan CD adalah G, maka titik jaraknya diukur dari garis tepi kiri gambar 8 cm dan 4 cm dari garis tepi atas.

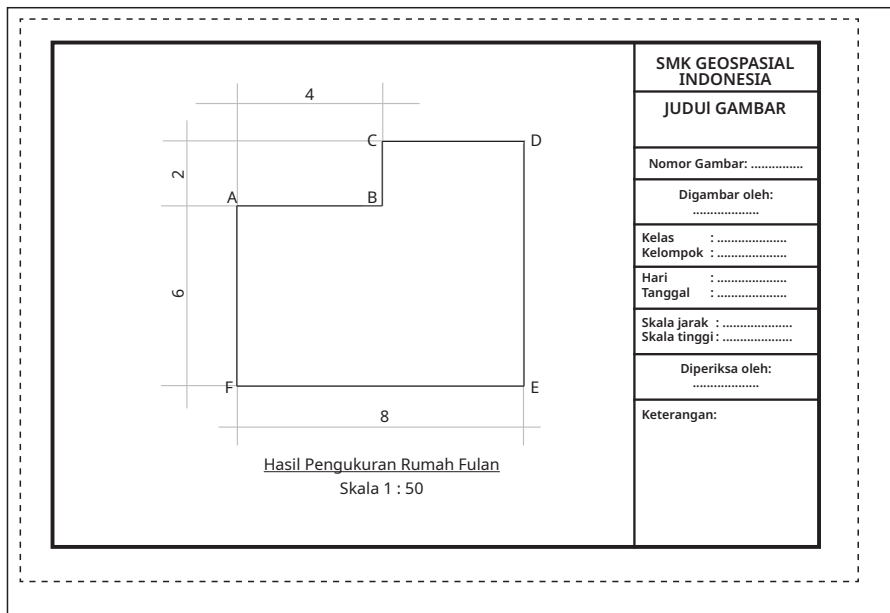


Gambar 1.10. Contoh penempatan bidang gambar ke kertas gambar

g. Lengkapi identitas gambar

Identitas gambar terdiri atas nama pengukuran dan jarak hasil pengukuran. Besar huruf yang digunakan untuk nama pengukuran menyesuaikan dengan besar gambar. Umumnya menggunakan tipe A tinggi huruf 5 mm. Ditulis di bawah gambar dengan jarak 1 cm dibawah garis ukur.

Jarak garis ukur ke bidang gambar adalah 1 cm. Sedangkan angka hasil pengukuran ditulis di atas garis ukur atau di samping kiri garis ukur dengan posisi angka tegak di atas garis ukur ketika gambar diputar ke kanan searah jarum jam. Jenis angka umumnya merupakan tipe A dengan tinggi angka adalah 3,5 mm. Angka yang dituliskan adalah angka hasil pengukuran di lapangan.



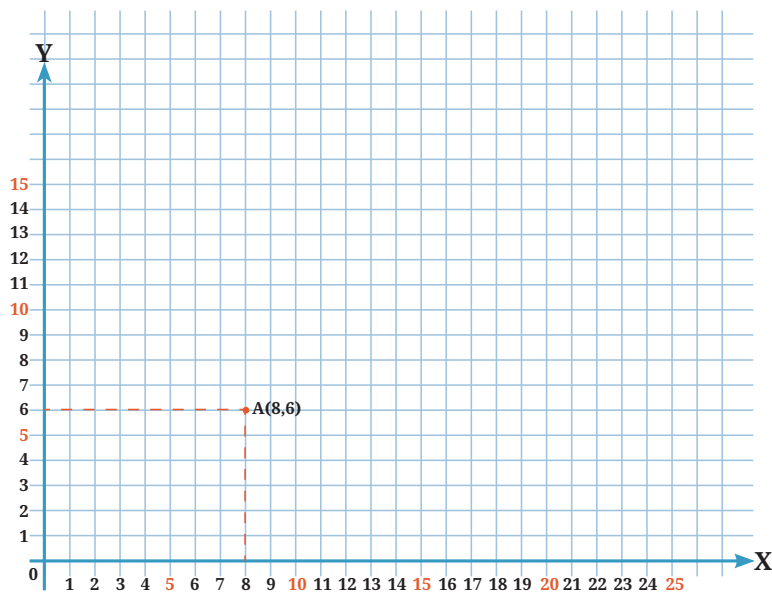
Gambar 1.11. Contoh kelengkapan identitas gambar

2. Melakukan plotting data koordinat horizontal sesuai skala.

Apakah masih ingat materi semester 1 pada Bab 2 tentang penentuan posisi di muka bumi, yaitu pada peta kita dapat menentukan posisi di muka bumi dengan melihat pertemuan garis-garis membujur atau menurun dengan garis-garis yang melintang atau mendatar. Pertemuan garis-garis tersebut yang kita sebut sebagai koordinat peta.

Pengambilan data koordinat (x, y) merupakan pemetaan horizontal dua dimensi bagian dari pemetaan topografi yang meliputi pengambilan data koordinat (x, y, z) . Kegiatan pemetaan horizontal umumnya dilakukan untuk mendapatkan informasi dan posisi objek-objek alam atau buatan manusia di muka bumi. Pada pemetaan secara digital, sebuah area akan dipetakan dari ketinggian tertentu dari permukaan bumi. Pemetaan horizontal dilakukan dengan menandai sudut-sudut atap rumah, sudut batas persil atau batas-batas kepemilikan, sudut jalan dan benda-benda di atas permukaan bumi yang berkedudukan tetap.

Sistem koordinat lokal ini umumnya menggunakan koordinat kartesius 2 dimensi seperti yang pernah kalian pelajari di kelas 8 dan tampak pada gambar 1.12 di bawah ini. Pada gambar terlihat bahwa koordinat titik A adalah perpotongan sumbu x dengan nilai 8 dan sumbu y dengan nilai 6. Pada sistem koordinat lokal, kalian dapat menggunakan koordinat awal $(0,0)$ atau $(100,100)$ tergantung kesepakatan pengukuran.

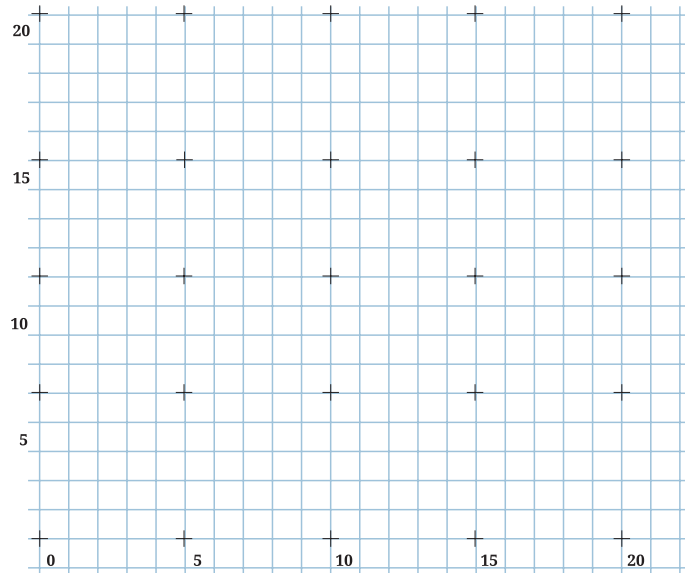


Gambar 1.12. Koordinat kartesius
Sumber: Tulus Rektono Wahyuningrum (2022)

Pada pembahasan koordinat di kelas X ini, kalian baru akan dikenalkan dengan koordinat lokal, yaitu koordinat yang tidak mengacu pada sistem koordinat UTM atau geografis.

Penggambaran koordinat pada teknik geospasial tidak menampilkan garis sumbu- x maupun sumbu- y . Angka-angka pada sumbu- x maupun

sumbu-y ditulis dalam kelipatan angka 5. Misalnya 5, 10, 50, dan 100 pada sumbu-x maupun sumbu-y sesuai skala terkecil. Angka-angka ditulis dan ditandai dengan tanda garis strip vertikal pada sumbu-x dan strip horizontal pada sumbu-y. Tiap pertemuan angka koordinat diperlihatkan dengan tanda *plus* (+) yang menunjukkan pertemuan absis dan ordinat. Contohnya, hasil perhitungan menghasilkan skala 1:10, maka gunakan angka 0, 5, 10, 15 dan seterusnya seperti yang tampak pada gambar 1.13.



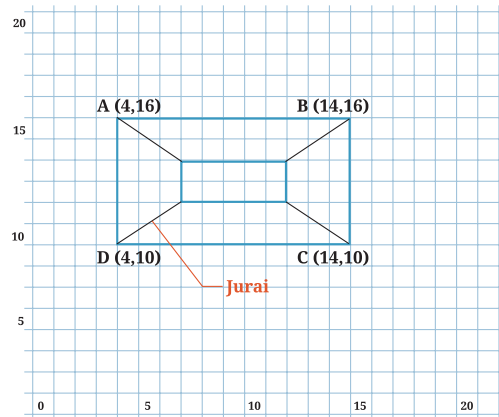
Gambar 1.13 Media penempatan koordinat

Ketika menggambar koordinat yang perlu diperhatikan adalah rentang yang ditunjukkan oleh koordinat x dan y dengan cara menentukan angka terkecil dan terbesarnya lebih dahulu. Selisih antara angka terbesar dan terkecil tersebut akan menunjukkan jarak yang dihasilkan berdasarkan pengukuran. Besarnya jarak dan lebar kertas akan menentukan skala seperti yang sudah diuraikan pada poin 1 di atas. Contoh penggambaran sudut-sudut atap rumah dengan koordinat tercantum pada Tabel 1.3

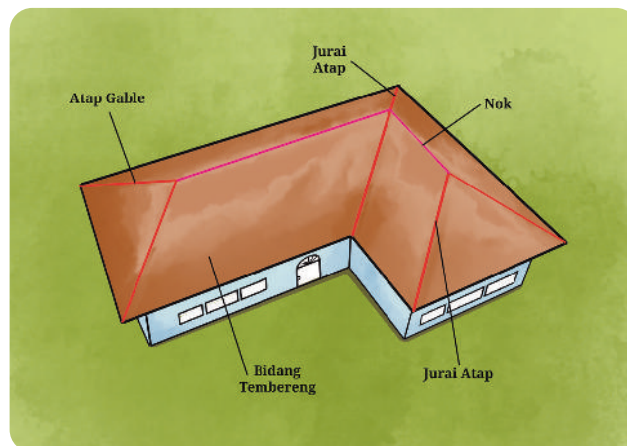
Tabel 1.3 Koordinat

Titik	x	y
A	4	16
B	14	16
C	14	10
D	4	10
Yang terkecil	4	10
Yang terbesar	14	16
rentang	10	6

Skala dapat ditentukan melalui pembagian panjang rentang dalam satuan sentimeter (cm) dengan lebar kertas, seperti yang diuraikan pada poin 1 di atas, yaitu ukuran jarak di lapangan dalam satuan cm dibagi dengan ukuran kertas.



Gambar 1.14 Contoh koordinat horizontal dua dimensi.



Gambar 1.15 Gambar penjelasan tentang jurai

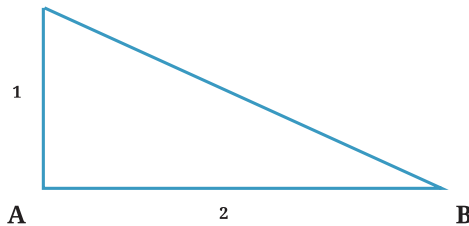
Keterangan gambar 1.15:

- Jurai merupakan garis pertemuan antara dua bidang dan membentuk sudut.
- Nok adalah garis puncak atap yang juga disebut bubungan merupakan sarana penyambung dua buah rangka kuda-kuda atap.
- Bidang tembereng adalah bidang miring pada atap.
- Atap gable adalah bidang yang menutup bidang atap yang berbentuk segitiga.

Penggambaran jurai menggunakan ketentuan sebagai berikut.

a. Perbandingan segitiga.

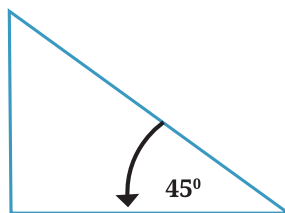
Misalnya, tampak atas sebuah atap mempunyai kemiringan jurai 1:2 dari garis AB.



Gambar 1.16 Perbandingan segi tiga

b. Kemiringan sudut.

Misalnya, tampak atas sebuah atap mempunyai kemiringan jurai 45° .



Gambar 1.17 Kemiringan sudut

Aktivitas Belajar 1.2

Gambarlah titik koordinat berdasarkan data dan lembar kerja di bawah ini.

JOB SHEET/LEMBAR KERJA **MENGGAMBAR KOORDINAT (x,y)**

Alat dan Bahan:

a. **Alat**

1. Pensil 2B, H dan HB
2. Sepasang penggaris segitiga
3. Meja gambar
4. Penghapus kertas
5. Selotip
6. Penyerut (atau bisa menggunakan *cutter*/pemotong)

b. **Bahan**

Kertas milimeter ukuran A3

Keselamatan Kerja:

- Hati-hati menggunakan *cutter* atau alat lain yang digunakan sebagai penyerut pensil
- Hati-hati menggunakan jangka
- Jagalah kebersihan kertas
- Jaga alat gambar dari hilang dan rusak
- Konsentrasi dalam mengerjakan tugas

Cara kerja:

- Siapkan meja gambar.
- Tempelkan kertas gambar A3 pada meja gambar dengan menggunakan selotip.
- Persiapkan pensil dan 2 penggaris segitiga.
- Buatlah garis tepi seperti pada lampiran sketsa.
- Buatlah huruf dan angka pada kepala gambar atau informasi peta dengan huruf besar setinggi 3 mm untuk identitas gambar dan 5 mm untuk judul gambar.
- Buatlah notasi angka pada bagian bawah dan kiri kisi dengan mulai angka 0 dari pojok kiri bawah dan angka yang semakin besar ke kanan dan ke atas seperti pada lampiran sketsa.

Langkah kerja:

- Diketahui skala peta adalah 1:100.000, untuk menggambarkan koordinat pada tabel di bawah ini.

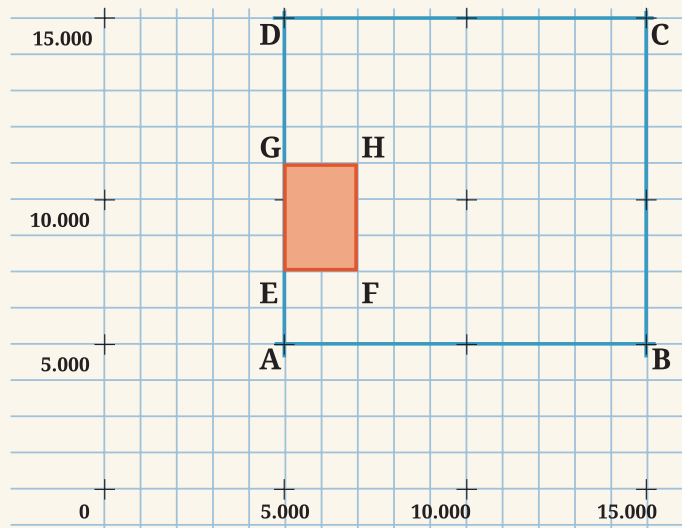
Tabel 1.4 Koordinat (x,y)

Lokasi	Titik	Koordinat		Keterangan
		x	y	
Kisi-kisi	A	5.000	5.000	
	B	15.000	5.000	
	C	5.000	15.000	
	D	15.000	15.000	
Area persil kepemilikan	E	5.000	8.000	
	F	7.000	8.000	
	G	5.000	11.000	
	H	7.000	11.000	

2. Buatlah media gambar pada kertas milimeter dengan menempatkan angka-angka sumbu-x maupun sumbu-y sesuai skala.
3. Tempatkan angka-angka koordinat dalam tabel di atas pada media gambar.
4. Hubungkan titik-titik tersebut sedemikian rupa sehingga membentuk kisi-kisi atau bidang persegi bangunan gedung seperti yang tampak pada lampiran sketsa gambar 1.18.

Lampiran:

Sketsa pengukuran



Gambar 1.18 Gambar sketsa pengukuran horizontal

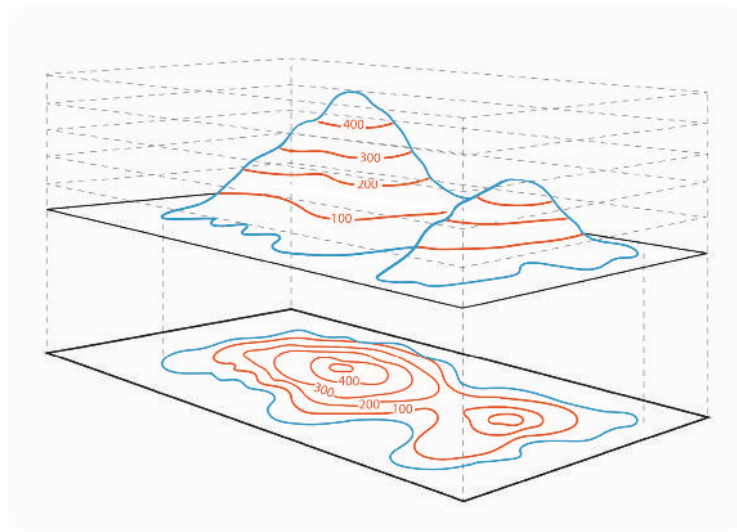
3. Melakukan penggambaran data tinggi

Setelah menggambar penentuan posisi dua dimensi menggunakan data koordinat horizontal (x, y). Selanjutnya kita akan belajar menggambar data tinggi dari hasil pengukuran. Seperti yang sudah diuraikan di atas bahwa pemetaan topografi meliputi pengambilan data koordinat (x, y, z). Data koordinat z diperoleh dari pengukuran vertikal yang umumnya melengkapi data pengukuran horizontal (x, y).

Seperti halnya pada pengukuran koordinat horizontal, pembahasan koordinat di kelas X ini, kalian juga akan menggunakan koordinat lokal, yaitu koordinat z yang tidak mengacu pada bidang rujukan ketinggian

tertentu. Kalian dapat menggunakan ketinggian awal 100, 200 atau 300 atau tergantung kesepakatan pengukuran.

Penggambaran data vertikal merupakan penggambaran hasil pengukuran dua titik atau lebih yang memiliki perbedaan tinggi. Kemudian titik-titik yang sama tingginya dihubungkan dengan garis khayal di alam nyata, tetapi tampak pada penggambaran peta. Garis tersebut disebut garis kontur. Garis kontur disajikan di atas peta untuk memperlihatkan naik turunnya keadaan permukaan tanah. Seperti yang digambarkan pada gambar 1.19.



Gambar 1.19 Penggambaran garis kontur

Sumber: Tutus Rektono Wahyuningrum (2022)

Ciri-ciri garis kontur adalah, (1) dalam satu garis hanya terdiri atas satu angka saja; (2) tidak berhimpit; dan (3) tidak bercabang. Rapatnya garis kontur menunjukkan terjalnya area tersebut. Sedangkan renggangnya garis kontur menunjukkan landainya area tersebut.

Angka-angka yang terdapat pada garis kontur menunjukkan ketinggian tanah yang sama. Angka tersebut dibuat dengan kelipatan yang sama. Misalnya, kelipatan 25 maka garis kontur yang ada di peta adalah garis dengan angka 25, 50, 75, 100 dan seterusnya. Angka yang terdapat pada garis kontur disebut sebagai interval kontur. Dasar penentuan interval kontur, menggunakan rumus berikut.

$$\text{Kontur interval}(Ci) = \frac{1}{2000} \times \text{skala peta}$$

Contoh :

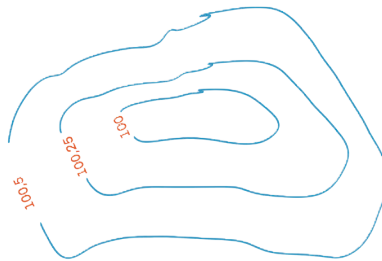
Sebuah peta dengan skala 1:500, maka interval garis kontur adalah

$$Ci = \frac{1}{2000} \times \text{skala peta}$$

$$Ci = \frac{1}{2000} \times 500$$

$$Ci = 0,25m$$

Sehingga interval kontur adalah 0,25 m. Maka angka pada garis kontur adalah kelipatan 0,25. Jika ketinggian titik dimulai dari tinggi 100, maka tinggi garis kontur berikutnya adalah 100,25; 100,5; 100,75 dan seterusnya.



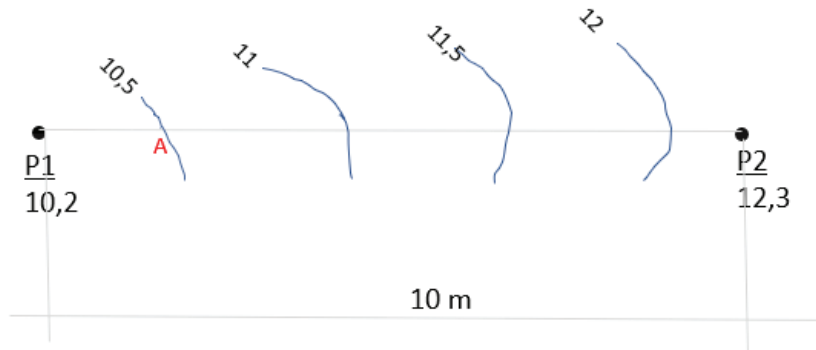
Gambar 1.20 Interval kontur 0,25.

Sumber: Tutus Rektono Wahyuningrum (2022)

Hasil pengukuran data titik vertikal tidak selalu menghasilkan angka yang sesuai dengan interval kontur. Oleh karena itu, untuk menentukan posisi sebuah titik kontur pada peta, maka tinggi garis kontur tersebut harus diukur dahulu beda tingginya terhadap titik tinggi hasil pengukuran, kemudian dibandingkan dengan beda tinggi 2 titik hasil pengukuran lalu dikalikan dengan jarak kedua titik tersebut. Teknik penggambaran garis kontur tersebut pada peta disebut sebagai interpolasi.

Contoh soal

Pada sebuah pengukuran tinggi titik yang ditunjukkan oleh gambar 1.21 diketahui interval kontur adalah 0,5 m. Jarak P1 ke P2 adalah 10 m. Tinggi P1 adalah 10,2 m dan tinggi P2 adalah 12,3 m. Garis kontur yang akan lewat di antara titik P1 dan P2 adalah garis kontur dengan kelipatan 0,5 di antara 10,2 m dan 12,3 m yaitu 10,5 m; 11m; 11,5 m; 12 m. Garis kontur akan ditempatkan pada peta dengan skala 1:1000.



Gambar 1.21 Hasil interpolasi antara titik tinggi P1 dan P2

Misalnya, kita akan mencari posisi garis kontur pada titik tinggi 10,5 m, sebut saja dengan titik A maka:

$$A = \frac{\text{tinggi kontur (m)} - \text{tinggi terendah (m)}}{\text{tinggi tertinggi (m)} - \text{tinggi terendah (m)}} \times (\text{jarak titik tertinggi dengan terendah (m)})$$

$$A = \frac{10,5m - 10,2m}{12,3m - 10,2m} \times 10m$$

$$A = \frac{0,3}{2,1} \times 10m$$

$$A = 1,42m = 142cm$$

Pada skala 1:1000, $A = 142 : 1000 = 0,142$ cm. Maka jarak titik A dari titik P1 adalah 0,142 cm.



Untuk contoh pengukuran interpolasi yang lebih rinci, kalian dapat melihat videonya pada tautan https://www.youtube.com/watch?v=akUgshcxpdU&ab_channel=SugengNuryanto

Aktivitas Belajar 1.3

Dari uraian tentang penggambaran penentuan titik tinggi di atas serta untuk membiasakan kalian bersikap mandiri dan kreatif, maka gambarlah data tinggi melalui *job sheet*/lembar kerja di bawah ini.

JOB SHEET/LEMBAR KERJA MENGAMBAR GARIS KONTUR

Alat dan bahan:

a. Alat

1. Pensil 2B, H dan HB
2. Sepasang penggaris segitiga
3. Meja gambar
4. Penghapus kertas
5. Selotip
6. Penyerut pensil (atau dapat menggunakan *cutter*/pemotong)

b. Bahan

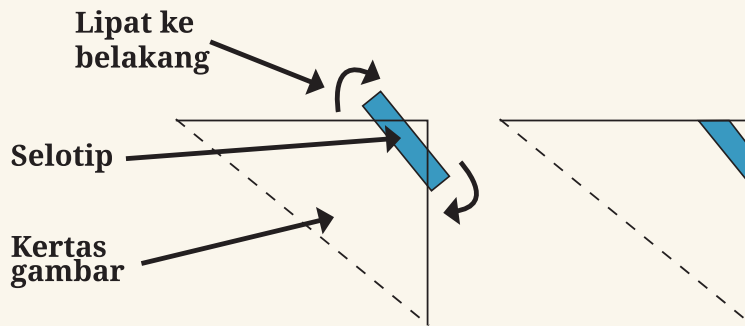
1. Kertas milimeter A3 yang sudah ada gambar koordinat (x, y) pada aktivitas belajar 1.2.
2. Kertas kalkir ukuran A3

Keselamatan kerja:

- a. Hati-hati menggunakan penyerut pensil
- b. Hati-hati menggunakan jangka
- c. Jagalah kebersihan kertas
- d. Jagalah alat gambar supaya tidak hilang maupun rusak
- e. Konsentrasi dalam mengerjakan tugas

Cara kerja:

- a. Siapkan meja gambar;
- b. Berilah selotip pada ujung kertas milimeter A3 hasil penggambaran koordinat pada aktivitas belajar 1.2 di atas. Kemudian lipatlah ke belakang kertas seperti yang pernah kita pelajari pada BAB 6 atau pada gambar 1.23;



Gambar 1.22 Lapisan selotip pada kertas gambar.

Sumber: Tutus Rektono Wahyuningrum

- Tempelkan kertas milimeter aktivitas belajar 1.2 pada meja gambar dengan menggunakan selotip. Tempelkan selotip baru di atas kertas yang sudah kalian tempeli selotip agar kertas milimeter tidak rusak dan ikut terkelupas ketika selotip dibuka.
- Tanyakan pada gurumu jika ada hal-hal yang belum dipahami.

Langkah kerja:

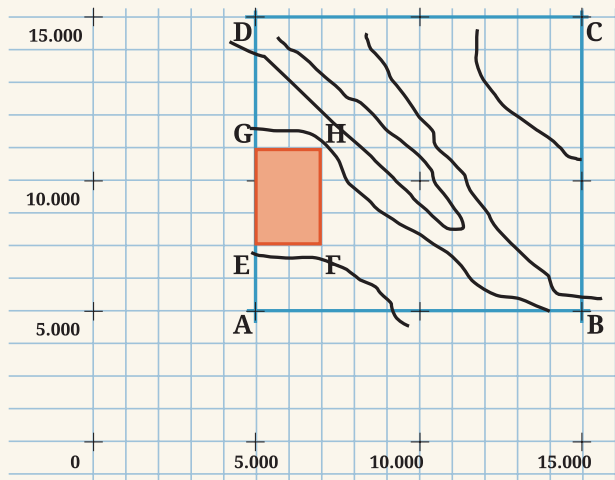
- Diketahui interval kontur adalah 50 m dan skala adalah 1:100.000.
- Tuliskan tinggi titik dibawah huruf A sampai dengan H sesuai data tinggi (z) pada tabel dibawah ini.

Tabel 1.5 Koordinat z

Lokasi	Titik	Koordinat			Keterangan
		x	y	z	
Kisi-kisi	A	5.000	5.000	100,2	
	B	15.000	5.000	205	
	C	5.000	15.000	256	
	D	15.000	15.000	105	
Area persil kepemilikan	E	5.000	8.000	130	
	F	7.000	8.000	130	
	G	5.000	11.000	130	
	H	7.000	11.000	130	

- Tentukan ketinggian garis kontur berapa saja yang dilewati interval 50 m.
- Tentukan posisi titik-titik kontur diantara AB, AC, AD, BC, BD dan CD.

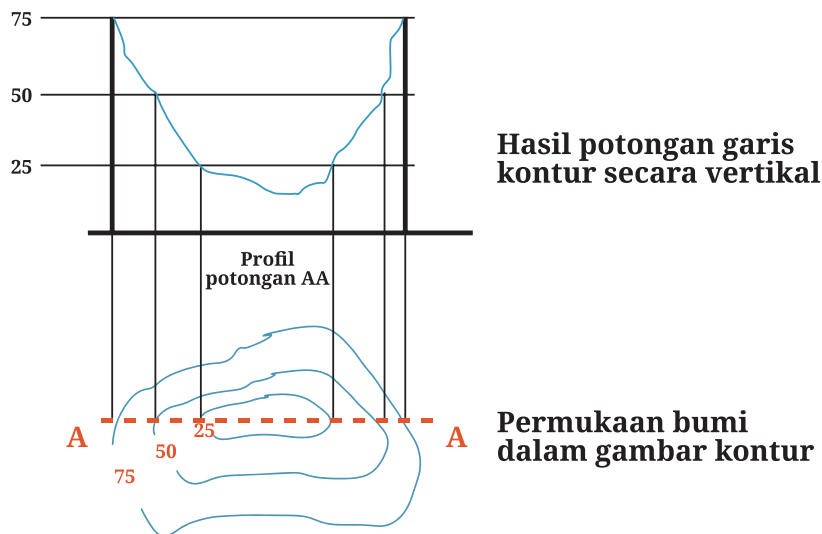
- e. Hubungkan titik-titik kontur pada ketinggian yang sama dengan garis kontur seperti pada gambar sketsa di bawah ini.



Gambar 1.23 Sketsa penggambaran garis kontur

4. Menggambar Profil

Profil berarti penampang potongan vertikal pada permukaan bumi dalam 2 dimensi. Gambar profil merupakan irisan dari permukaan tanah hasil pengukuran horizontal. Gambar profil juga dapat diperoleh dari pengukuran beda tinggi. Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 1.24 Ilustrasi Penggambaran profil dari pemotongan garis kontur

Penggambaran profil dibutuhkan jika ada permintaan detail permukaan tanah dari pemilik pekerjaan. Hasil pengukuran tinggi dan jarak merupakan data yang dibutuhkan untuk menggambar profil.

Berikut adalah tahapan penggambaran profil berdasarkan data pengukuran.

- a. Ukur jumlah jarak pengukuran memanjang.

Contoh: pengukuran dari titik A sampai dengan F

Jarak AB = 16 m

BC = 13 m

CD = 12,8 m

DE = 17,6 m

EF = 13,4 m +

AF = 72,8 m

- b. Tentukan skala.

Ukuran kertas A3 yang sudah dikurangi kepala gambar 6 cm (34 cm).

Jarak mendatar 72,8 m = 7280 cm

Skala = jarak di kertas (cm) : jarak sebenarnya di lapangan (cm)

= 34 cm : 7280 cm (disederhanakan dengan dibagi 34)

= 1 : 214,176

dibulatkan = 1 : 300

- c. Pada skala 1 : 300, maka

Jika jarak mendatar 72.800 cm, maka menjadi:

72800 = 24,26 cm

300

sisanya kertas = 34 – 24,26

= 9,73 cm

agar gambar berada di tengah, maka sisa kertas dibagi 2 yaitu 9,73

cm: 2 = 4,8 cm

Kemudian dibulatkan menjadi 4 cm. Jadi, jarak gambar dari tepi kiri adalah 4 cm.

- d. Pada skala 1:3.000 semua jarak yang sudah dikonversi ke sentimeter dibagi 3.000.

- e. Penggambaran pada skala tinggi harus diketahui tinggi titiknya dahulu.

Contoh:

tinggi titik A = 700 mDPL

tinggi titik B = 700,32 mDPL

tinggi titik C = 700,56 mDPL

tinggi titik D = 701 mDPL

tinggi titik E = 700,86 mDPL

tinggi titik F = 700,42 mDPL

Rentang tinggi titik terendah 700 dan titik tertinggi 701 adalah jarak vertikal. Gunakan skala yang dapat menunjukkan kedetailan gambar dengan memperhatikan lebar kertas. Jika menggunakan skala 1:50, maka tinggi titik yang akan dicantumkan adalah 700;700,5;701.

Panjang kertas $29,7 - (1+1) = 27,7$ cm

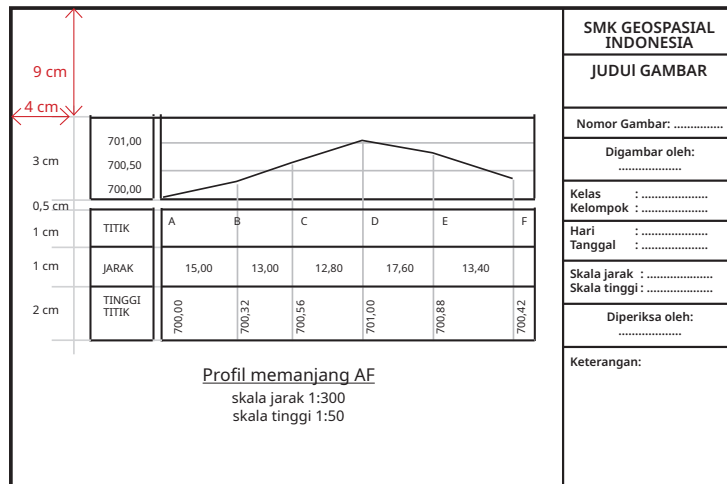
Sisa kertas = $27,7$ cm – tinggi gambar
= $27,7$ cm – $7,5$ cm
= $20,2$ cm

Karena bagian bawah gambar nanti akan ada judul gambar, maka lebar gambar ditambah 2 cm sehingga sisa kertas dikurangi 2 cm lagi. Jadi, sisa akhir menjadi 18,2 cm.

Selanjutnya agar gambar berada di tengah, maka sisa kertas dibagi 2.

Dari tepi atas = $18,2$ cm : 2
= $9,1$ cm

dibulatkan menjadi 9 cm. Jadi, jarak gambar dari atas adalah 9 cm.



SMK GEOSPASIAL INDONESIA

JUDUI GAMBAR

Nomor Gambar:

Digambar oleh:

Kelas :

Kelompok :

Hari :

Tanggal :

Skala jarak :

Skala tinggi :

Diperiksa oleh:

Keterangan:

Gambar 1.25 Sketsa gambar profil memanjang AF



Refleksi

Setelah membaca materi di Bab 1, berilah tanda centang (✓) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang sudah kalian kuasai dan berilah tanda silang (✗) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang belum kalian kuasai.

Tabel 1.6 Refleksi Bab 1

No.	Materi	Tandai ✓ atau ✗
1.	Menggambar segi banyak teratur	
2.	Melakukan <i>plotting</i> data koordinat horizontal sesuai skala	
3.	Melakukan penggambaran data tinggi	
4.	Menggambar profil	



Rangkuman

1. Dalam menggambar peta, gambar yang dihasilkan harus dapat memproyeksikan situasi sebenarnya di lapangan pada sebidang kertas.
2. Jenis-jenis penggambaran di bidang geospasial yaitu:
 - a. Menggambar segi banyak teratur

- 1) Menggambar segitiga teratur
 - 2) Menggambar segi empat teratur
 - 3) Menggambar segi lima teratur
 - 4) Menggambar segi tujuh teratur
 - 5) Menggambar segi n teratur
- b. Menggambar hasil pengukuran
- 1) Tahapan menggambar hasil pengukuran
 - a) Menentukan ukuran kertas
 - b) Mengkonversi satuan menjadi centimeter
 - c) Membuat garis tepi dan kepala gambar atau informasi peta
 - d) Memperkirakan panjang dan lebar gambar
 - e) Menentukan skala
 - f) Menerapkan skala pada hasil pengukuran
 - g) Menempatkan gambar pada tengah kertas
 - h) Melengkapi identitas gambar
 - 2) Melakukan *plotting* data koordinat horizontal sesuai skala koordinat (x, y) digunakan untuk area yang lebih kecil. Misalnya, untuk membuat peta permukaan bumi.
 - 3) Dalam menggambar koordinat, perhatikan rentang yang ditunjukkan oleh koordinat x dan y agar dapat menentukan angka terkecil dan terbesar. Selisih antara angka terbesar dan terkecil tersebut akan menunjukkan jarak yang dihasilkan berdasarkan pengukuran. Besarnya jarak dan lebar kertas akan menentukan skala.
 - 4) Melakukan penggambaran data tinggi.
Dasar penentuan interval kontur, menggunakan rumus:

$$C_i = \frac{1}{2000} \times \text{skala peta}$$
 - 5) Langkah-langkah menggambar profil, yaitu:
 - a) ukur jumlah jarak pengukuran memanjang,
 - b) tentukan skala panjang,
 - c) hitung rentang beda tinggi,
 - d) tentukan skala tinggi yang dapat menunjukkan kedetailan gambar dengan memperhatikan lebar kertas.



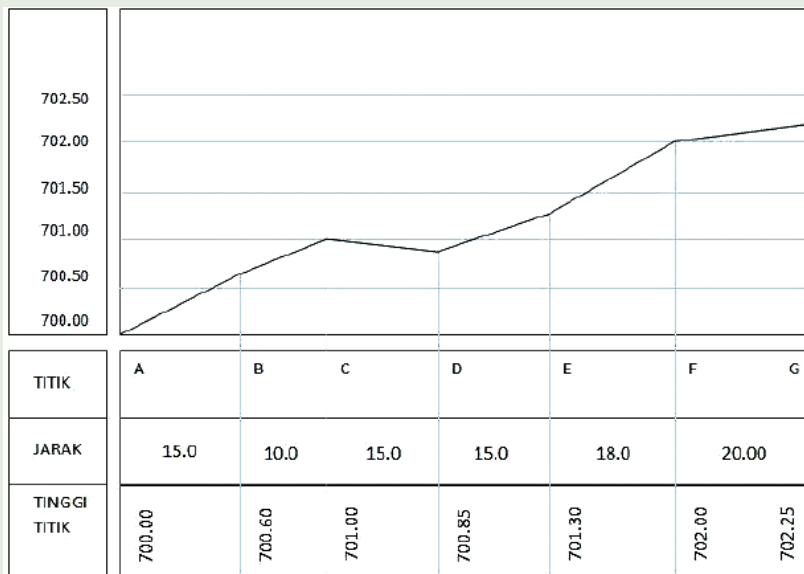
Penilaian

1. Angka-angka yang tertera pada koordinat UTM menunjukkan ukuran sebenarnya di lapangan. Satuan yang digunakan adalah ...
2. Pertemuan antara dua bidang atap dan membentuk sudut disebut ...
3. Perhatikan tabel hasil pengukuran koordinat di samping ini!

Berdasarkan tabel koordinat di samping, rentang gambar untuk sumbu x jika skala peta 1:500 adalah...

Koordinat	
x (m)	y (m)
2000	9000
2018,472	9022,397
2046,918	9008,196
2051,934	8987,364
2027,388	8981,105

4. Jika diketahui sebuah peta dengan skala 1: 25.000, maka interval kontur yang terbentuk antara tinggi 700,12 m sampai dengan 755,3 m adalah...
5. Diketahui gambar hasil pengukuran beda tinggi seperti gambar di bawah ini.



Jika digambar pada kertas ukuran A4 dengan posisi *landscape* serta sudah bergaris tepi dan berkepala gambar, maka harus digambar pada skala ...



Pengayaan

Menggambar hasil pengukuran tidak sekedar mengkonversi angka menjadi gambar, tetapi juga menyajikan dunia nyata dalam kertas. Artinya, setiap pengambilan data harus diperiksa kesesuaiannya dengan situasi sebenarnya di lapangan.

Nanti saat kalian kelas XI, hasil pengukuran akan digambar menggunakan aplikasi *Autocad*. Pada aplikasi tersebut kalian dapat menggambar bentuk bidang yang simetris, asimetris dan garis-garis lengkung permukaan tanah dengan lebih mudah. Akan tetapi, bukan berarti bahwa gambar yang dihasilkan akan sesuai gambar dengan lokasi sebenarnya di lapangan. Gambar hasil penggambaran dengan aplikasi ini masih harus diedit secara manual untuk menyesuaikan dengan realitanya. Gambar yang dihasilkan akan tampak kaku, terutama dalam menggambar garis-garis lengkung. Oleh karena itu, perlu tarikan-tarikan garis secara manual untuk menyesuaikan dengan kondisi sebenarnya di lapangan.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Geospasial
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Tulus Rektono Wahyuningrum

ISBN 978-602-244-987-4 (no.jil.lengkap)

978-602-244-988-1 (jil.2)

978-623-388-062-6 (PDF)

BAB 2

Pengukuran Horizontal dengan Alat Sederhana



Perhatikan gambar cover BAB 2. Alat apakah yang sedang dioperasikan oleh siswi pada gambar tersebut?



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari BAB ini diharapkan kalian mampu melaksanakan pengukuran horizontal menggunakan alat sederhana.



Peta Konsep



Gambar 2.1 Peta konsep pengukuran horizontal



Kata Kunci

Posisi horizontal, koordinat kartesius, koordinat kutub, azimut, sudut α , sudut β .

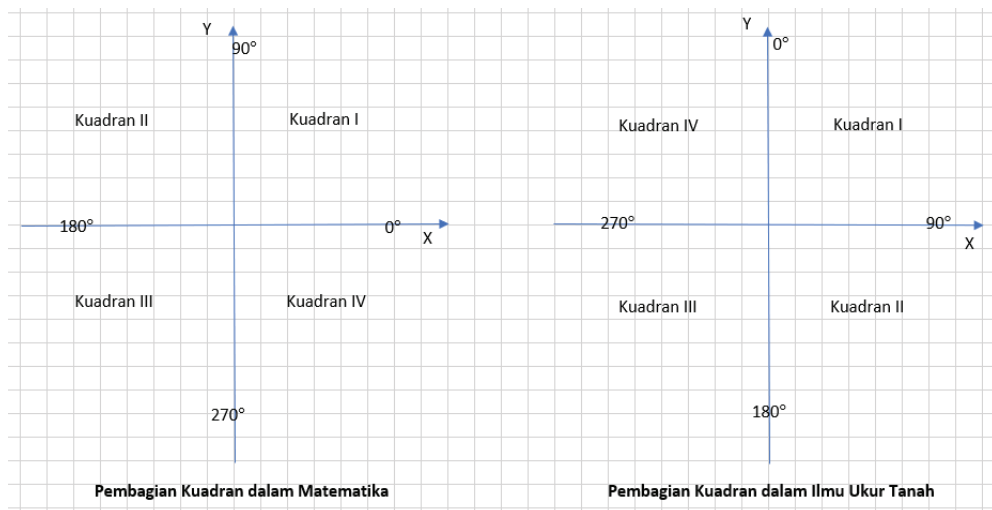
Pengukuran sudut horizontal di lapangan untuk mendapatkan sebuah posisi dari sebuah titik yang sudah diketahui koordinatnya. Apakah yang dimaksud dengan posisi horizontal? Mengapa kita harus melakukan pengukuran horizontal? Dan bagaimana cara menentukan sudut horizontal tersebut?

A. Konsep Dasar Posisi Horizontal

Pada materi BAB 5 buku semester 1 sudah disampaikan bahwa pengukuran sudut merupakan salah satu aspek penting dalam pengukuran dan pemetaan horizontal atau vertikal, baik untuk pengukuran dan pemetaan kerangka maupun titik-titik detail.

Sudut adalah arah yang ditunjukkan dari sebuah titik pusat sebuah lingkaran. Oleh karena itu, penentuan besaran sudut mengacu pada bentuk lingkaran. Pengukuran besaran sudut dilakukan dengan membagi lingkaran menjadi empat bagian yang sama atau menjadi empat kuadran.

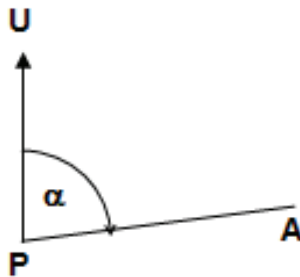
Dalam ilmu ukur tanah pembagian kuadran ditentukan dengan menempatkan 0° di arah atas sumbu-y kemudian berputar searah jarum jam. Sedangkan dalam matematika pembagian kuadran menempatkan 0° di arah kanan sumbu-x dan berputar berlawanan dengan arah jarum jam.



Gambar 2.2 Pembagian kuadran

Secara umum sudut horizontal diartikan sebagai sudut yang dibentuk oleh dua garis pada bidang horizontal. Dalam ukur tanah seringkali sudut horizontal ini dikaitkan dengan arah seperti berikut. Sudut azimuth, yaitu sudut

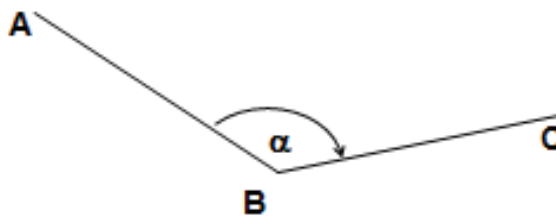
yang dimulai dari arah utara dan bergerak searah jarum jam sampai di arah atau titik yang dimaksud. Contoh sudut azimuth ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Besar sudut azimuth A

Di mana P adalah posisi alat
 A adalah titik yang dituju
 U adalah arah utara
 α adalah besarnya sudut azimuth

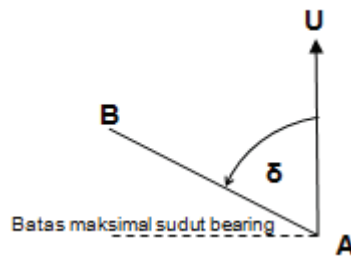
1. Sudut jurusan, yaitu sudut yang dimulai dari sebuah garis dari 2 buah titik yang sudah diketahui koordinat dan azimuthnya. Garis tersebut digunakan sebagai acuan pengganti azimuth yang bergerak searah jarum jam sampai ke arah titik yang dimaksud. Contoh sudut jurusan ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Besar sudut jurusan C

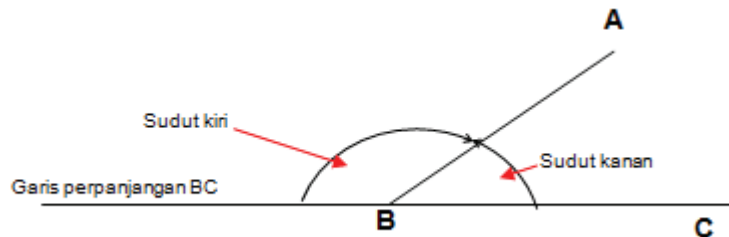
A dan B adalah 2 titik yang sudah diketahui koordinatnya. Garis AB berfungsi sama dengan garis arah utara pada sudut azimuth, yaitu sebagai acuan awal dalam pengukuran sudut. Sedangkan titik C adalah titik tujuan yang akan diukur sudutnya. Sudut α adalah sudut jurusan yang terbentuk dari garis AB ke titik C.

2. Sudut *bearing*, yaitu sudut yang dimulai dari arah utara atau selatan yang bergerak searah atau kebalikan jarum jam sampai ke arah yang dimaksud, yaitu maksimal ke arah timur atau barat.



Gambar 2.5 Besar sudut bearing B

- Sudut kiri / sudut kanan adalah sudut yang dibentuk oleh garis lurus dengan perpanjangan garis sebelumnya ke arah kiri atau kanan.

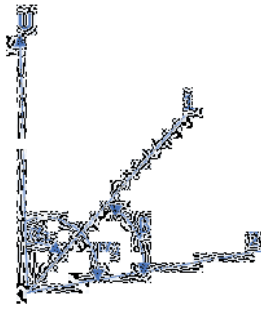


Gambar 2.6 Besar sudut kanan dan kiri

Dalam pengukuran sudut horisontal di lapangan, alat ukur tanah yang digunakan untuk mengukur sudut adalah kompas. Sudut yang ditunjuk oleh kompas adalah utara. Sudut yang dibentuk dari arah utara disebut dengan sudut azimuth (dilambangkan dengan α).

Arah yang ditunjukkan oleh jarum magnet kompas adalah arah utara atau selatan. Arah ke suatu titik dapat dibaca dari lingkaran berskala kompas yang tepat dengan memutar dan mengarahkannya ke titik tersebut. Dengan mengetahui azimuth yang diarahkan ke dua titik, maka kita dapat mengetahui besarnya sudut yang dibentuk oleh kedua bidikan tersebut (β). Oleh karena itu pada pengukuran sudut dengan kompas, kompas dipasang di titik sudut yang akan diukur (P). Kemudian bidikan ke kedua arah yang bertepatan dengan kedua kaki sudut yang diukur (titik 1 dan 2). Besarnya sudut β sama dengan bacaan sudut azimuth ke titik 2 dikurangi oleh bacaan sudut azimuth ke titik 1 atau dapat dituliskan sebagai berikut.

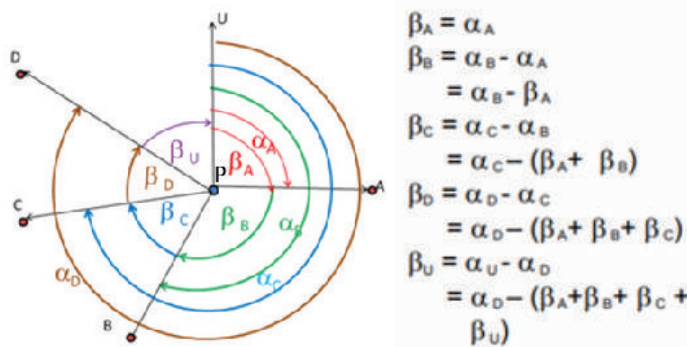
$$\beta = \alpha_2 - \alpha_1$$



Gambar 2.7 Penunjukan sudut

Di mana β adalah sudut yang dibentuk oleh 2 bidikan titik dari kompas
 α_1 adalah besarnya sudut yang diukur dari utara ke titik 1
 α_2 adalah besarnya sudut yang diukur dari utara ke titik 2

Jika dilakukan pengukuran pada banyak titik, maka dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.8 Ilustrasi perhitungan sudut azimuth

Contoh soal

Diketahui pengukuran azimuth titik A adalah 30° dan azimuth titik B adalah 72° . Berapa besar sudut yang dibentuk oleh titik APB?

Jawab:

$$\alpha_A = 30^\circ \quad \alpha_B = 72^\circ$$

$$\beta_B = \alpha_B - \alpha_A$$

$$= 72^\circ - 30^\circ$$

$$= 42^\circ$$

Jadi, besar sudut APB adalah 42° .

Aktivitas Belajar 1

Mari uji kemampuanmu menghitung sudut hasil dari sebuah simulasi pengukuran di bawah ini, dengan bersikap mandiri dan kreatif.

Diketahui pada sebuah pengukuran sudut diperoleh hasil pengukuran, yaitu:

$\alpha A = 30^\circ$, $\alpha B = 200^\circ$, $\alpha C = 260^\circ$, dan $\alpha D = 310^\circ$.

Ditanya : 1. β_A 2. β_B 3. β_C 4. β_D

B. Kedudukan Koordinat dalam Pengukuran Horizontal

Pada Bab sebelumnya kita sudah belajar bagaimana menggambar sebuah titik dengan koordinat (x, y) . Di mana kita akan melihat posisi titik-titik dengan mengukur jaraknya dari sumbu- x dan sumbu- y .

Pada keadaan sebenarnya kita seolah-olah melihat posisi titik-titik tersebut dari sebuah ketinggian, tetapi tidak terlihat garis sumbu- x dan y -nya. Seperti yang digambarkan pada gambar 2.9, titik A,B,C,D,E, dan F merupakan posisi di muka bumi yang memiliki koordinat, tetapi tidak ada acuan berapa jaraknya terhadap sumbu- x maupun sumbu- y . Oleh karena itu, kita perlu memahami dasar penentuan posisi titik-titik tersebut.

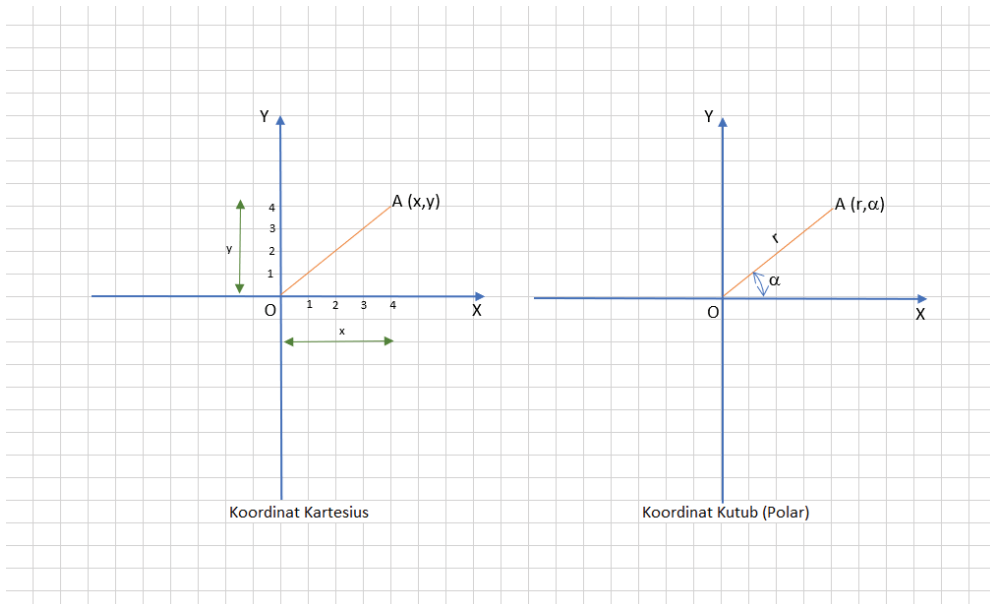


Gambar 2.9 Posisi titik di muka bumi

Sumber: Tangkapan Layar Google Maps, 2022

Dalam matematika penentuan posisi x dan y termasuk dalam materi koordinat kartesius. Pada Teknik Geospasial pengambilan data di lapangan untuk menentukan posisi meliputi pengukuran jarak dan sudut. Penentuan

posisi tersebut menghasilkan koordinat kutub, yaitu koordinat yang dihasilkan dengan pengukuran secara polar atau terpusat pada satu titik. Berikut perbedaan koordinat kartesius dan koordinat kutub dalam matematika.



Gambar 2.10 Konversi koordinat kartesius menjadi koordinat kutub dalam matematika

Pada koordinat kartesius terdiri atas x yang merupakan absis dan y merupakan ordinat. Panjang x merupakan jarak mendatar titik A terhadap garis sumbu- y dan panjang y adalah jarak vertikal titik A terhadap garis sumbu- x .

Pada koordinat kutub, absis dan ordinatnya mengacu pada lingkaran yang berpusat di O, berjari-jari r . Besarnya sudut α adalah sudut yang dibentuk dari r dan garis sumbu- x .

Hubungan koordinat kartesius dengan koordinat polar dapat diuraikan dengan rumus trigonometri sebagai berikut:

$$\sin \alpha = \frac{y}{r}$$

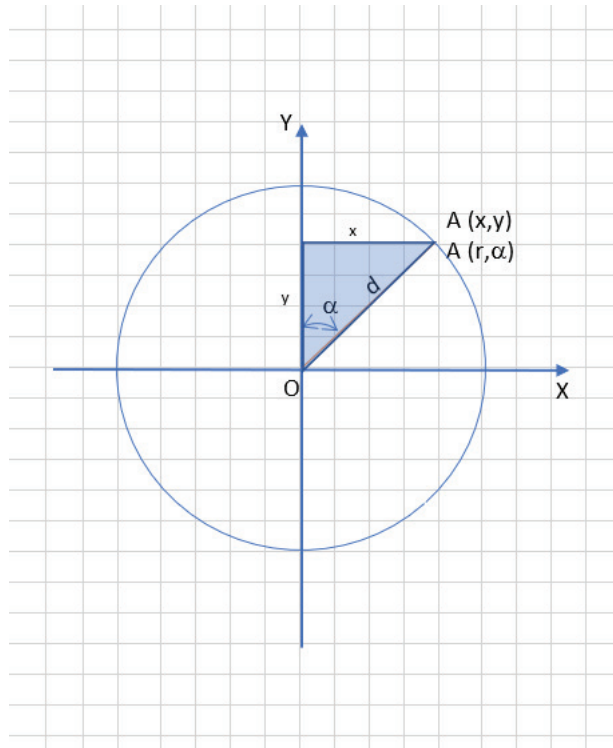
$$y = r \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{r}$$

$$x = r \cos \alpha$$

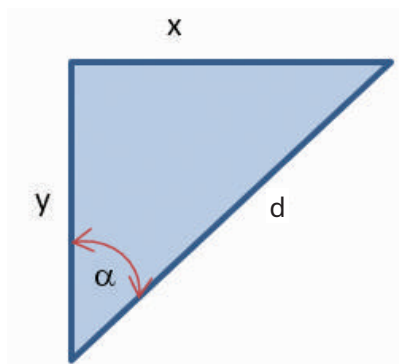
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x}$$

Pada ilmu ukur tanah, pengukuran penentuan posisi horisontal menggunakan sudut zenit sebagai acuan. Di mana posisi utara 0° menghadap vertikal ke atas sejajar dengan sumbu- x . Sedangkan d adalah jarak yang sama dengan r pada gambar di bawah ini merupakan jarak O ke A .

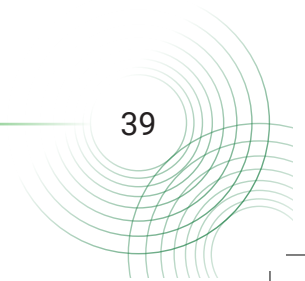


Gambar 2.11 Konversi koordinat kutub menjadi koordinat kartesius dalam ilmu ukur tanah

Jika segitiga di atas kita pisahkan menjadi seperti Gambar 2.11, maka dengan rumus trigonometri dapat dihitung sebagai berikut.



Gambar 2.12 Gambar segitiga yang dihasilkan dari pengukuran horisontal.



Panjang x dapat dicari dengan rumus:

$$\sin \alpha = \frac{x}{d}$$

$$x = d \sin \alpha$$

Panjang y dapat dicari dengan rumus:

$$\cos \alpha = \frac{y}{d}$$

$$y = d \cos \alpha$$

Perbedaan konversi koordinat kutub menjadi koordinat kartesius dalam kedua ilmu dapat disimpulkan sebagai berikut.

Dalam matematika:

$$y = r \sin \alpha$$

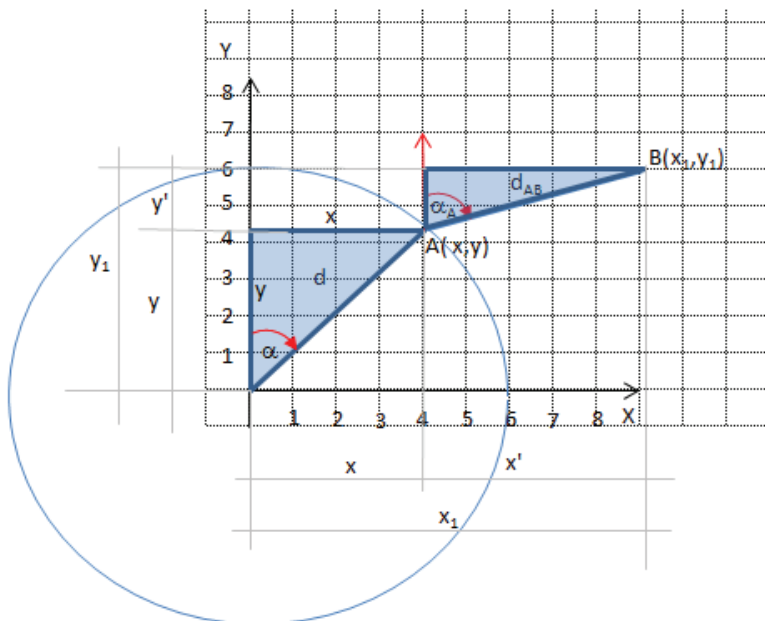
$$x = r \cos \alpha$$

Dalam ilmu ukur tanah:

$$y = d \cos \alpha$$

$$x = d \sin \alpha$$

Untuk mencari koordinat titik B yang sudah diketahui sudut azimuth awalnya di titik A (α_A) dan berjarak (d_{AB}) akan diperoleh dengan penerapan rumus trigonometri di atas menjadi sebagai berikut.



Gambar 2.13 Ilustrasi mencari koordinat B dari koordinat A

Panjang $x_1 = x + x'$ atau kalau menggunakan rumus trigonometri

$$x' = d_{AB} \sin \alpha_A \text{ maka,}$$

$$x_1 = x + d_{AB} \sin \alpha_A$$

Panjang $y_1 = y + y'$ atau kalau menggunakan rumus trigonometri

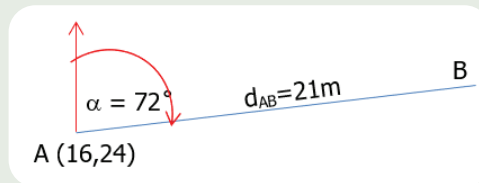
$$y' = d_{AB} \cos \alpha_A \text{ maka,}$$

$$y_1 = x + d_{AB} \cos \alpha_A$$

Contoh Soal

Diketahui sebuah pengukuran posisi horizontal dengan koordinat titik A (16, 24), azimut-awal $\alpha = 72^\circ$, dan jarak AB (d_{AB}) = 21 m. Berapakah koordinat B?

Jawab:



Gambar 2.14 Contoh soal mencari koordinat B dari koordinat A

$$\begin{aligned}x_B &= x_A + d_{AB} \sin \alpha \\ &= 16 + (21 \times \sin 72^\circ) \\ &= 16 + 19,972 \\ &= 35,972\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}y_B &= y_A + d_{AB} \cos \alpha \\ &= 24 + (21 \times \cos 72^\circ) \\ &= 24 + 6,489 \\ &= 30,489\end{aligned}$$

Jadi, koordinat B (35,972 ; 30,489).

Aktivitas Belajar 2.2

Setelah mempelajari uraian diatas, ayo uji kemampuanmu menghitung koordinat pada soal di bawah ini dengan tetap bersikap mandiri dan kreatif.

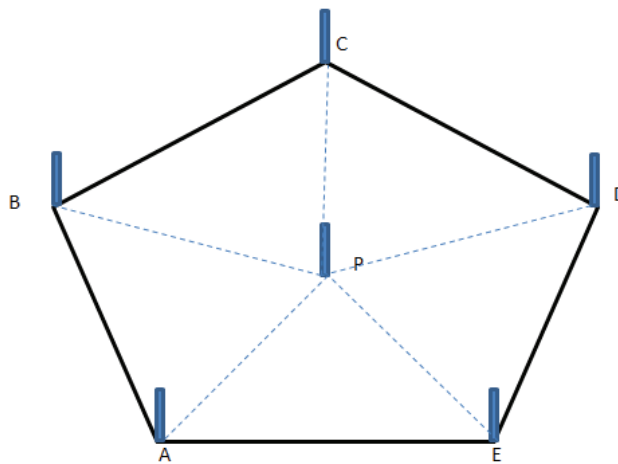
Hitunglah koordinat titik B berdasarkan hasil pengukuran dibawah ini.

Diketahui pada pengukuran menggunakan kompas di titik A diperoleh besar sudut azimut awal sebesar 96. Koordinat A (100,107) berjarak 25 m ke titik B.

C. Praktik Pengukuran Horizontal

Pada buku semester 1 BAB 5 kita sudah mempelajari bagaimana mengukur jarak dan sudut. Pada BAB ini kita akan menggabungkan keterampilan tersebut menjadi sebuah kegiatan pengukuran horizontal menggunakan dasar teori pada poin A dan B.

Saat ini kalian masih menggunakan alat ukur sederhana, sistem pengukuran polar dan acuan koordinat lokal dalam melaksanakan praktik pengukuran horizontal ini. Polar adalah cara pengukuran yang terpusat pada satu titik. Syaratnya areal pengukuran berupa lokasi yang terbuka, semua titik terlihat dari posisi alat (P).



Gambar 2.15 Pengukuran secara polar

Berikut adalah langkah kerja pengukuran horizontal.

1. Lakukan survei awal ke lokasi yang akan dilakukan pengukuran.
2. Pastikan lokasi yang dipilih adalah areal yang terbuka dan tidak ada halangan.
3. Buatlah sketsa lokasi dan rencana penempatan serta jumlah titik target.
4. Buatlah tabel pengukuran.
5. Tancapkan yalon pada posisi titik-titik yang akan dibidik. Tancapkan penbaja pada titik pusat tempat berdirinya pemegang Kompas. Gunakan yalon yang terbuat dari kayu di dekat titik pusat P untuk menahan kompas agar stabil dan tidak memengaruhi gaya magnet yang ada di kompas.

6. Gantungkan unting-unting yang sudah dikaitkan di bawah kompas dan arahkan ke posisi titik pusat tempat ditancapkannya pen baja.
7. Arahkan kompas 0° ke arah utara dari titik pusat (stasiun). Kemudian tancapkan yalon di arah utara tersebut sesuai arahan orang yang membidik melalui lubang pada kompas.
8. Selanjutnya bidik tiap titik yang sudah ditancapkan yalon. Kemudian baca besar sudutnya (sudut azimuth) dan catat dalam tabel.
9. Ukur jarak datar dari titik stasiun ke titik-titik target menggunakan pita ukur secara teliti. Kemudian catat dalam tabel formulir pengukuran horizontal.



Gambar 2.16 Cara memegang kompas

Tabel 2.1 Formulir Pengukuran Horizontal

Stasiun	Titik	Sudut Azimut	Jarak	koordinat	
				x	y

Data pengukuran diolah menjadi data koordinat dengan rumus yang sudah dijelaskan pada poin B, yaitu $x = d \sin \alpha$ dan $y = d \cos \alpha$. Kemudian masukkan ke dalam tabel.

10. Gambarlah hasil pengolahan data berdasarkan ketentuan menggambar hasil pengukuran yang sudah dijelaskan pada Bab 1.

Aktivitas Belajar 2.3

Dengan menerapkan sikap berketuhanan dan berakhlak mulia, gotong royong serta mandiri, buatlah kelompok yang terdiri atas 5 atau 6 orang kemudian lakukan pengukuran horizontal seperti yang tercantum pada poin C untuk 5 titik target. Kemudian buatlah laporan dan gambar hasil pengukuran.



Refleksi

Setelah membaca materi di bab ini, berilah tanda centang (✓) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang sudah kalian kuasai dan berilah tanda silang (✗) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang belum kalian kuasai.

Tabel 2.2 Refleksi Bab 2

No.	Materi	Tandai ✓ atau ✗
1	Konsep dasar posisi horizontal	
2	Koordinat pada posisi horizontal	
3	Praktik pengukuran horizontal	

Setelah mengisi tabel di atas, dapatkah kalian ceritakan Aktivitas Belajar mana dalam Bab ini yang paling kalian sukai dan mengapa?



Rangkuman

a. Konsep dasar posisi horisontal

Sudut adalah arah yang ditunjukkan dari sebuah titik pusat sebuah lingkaran. Sudut horizontal diartikan sebagai sudut yang dibentuk oleh dua garis pada bidang horizontal.

Dalam ilmu ukur tanah, sudut horizontal terdiri atas sebagai berikut.

1. Sudut azimut, yaitu sudut yang dimulai dari arah utara magnet.
2. Sudut jurusan, yaitu sudut yang dimulai dari sebuah garis dari 2 buah titik. Kedua titik tersebut sudah diketahui koordinat dan azimutnya.
3. Sudut bearing, yaitu sudut yang dimulai dari arah utara atau selatan bergerak searah atau kebalikan jarum jam.
4. Sudut kiri / sudut kanan adalah sudut yang dibentuk oleh garis lurus dengan perpanjangan garis sebelumnya.

b. Kedudukan koordinat dalam pengukuran horizontal

1. Koordinat kartesius terdiri atas x yang merupakan absis dan y merupakan ordinat.
2. Koordinat kutub mengacu pada lingkaran yang berpusat di O , berjari-jari r . Besarnya sudut α adalah sudut yang dibentuk dari r dan garis sumbu- x .

c. Praktik pengukuran horizontal

1. Arahkan kompas 0° ke arah utara dari titik pusat (stasiun). Selanjutnya bidik tiap titik yang sudah ditancapkan yalon. Kemudian baca besar sudutnya (sudut azimuth) dan catat dalam tabel.
2. Ukur jarak dari titik stasiun ke titik-titik target menggunakan pita ukur.



Penilaian

Setelah membaca, mempelajari dan mengerjakan aktivitas belajar pada Bab ini, marilah kita uji kemampuan pengetahuan kalian tentang materi di atas dengan menjawab pertanyaan di bawah ini

1. Apakah yang disebut sebagai pengukuran horizontal?
2. Mengapa pengukuran horizontal diperlukan dalam pembuatan peta?
3. Data apa saja yang dihasilkan dari pengukuran horizontal?
4. Bagaimana cara mengubah hasil pengukuran horizontal yang berupa koordinat kutub menjadi koordinat kartesius?
5. Alat dan bahan apa saja yang dibutuhkan dalam pengukuran horizontal menggunakan alat sederhana?



Pengayaan

Pengukuran sudut horizontal menggunakan teodolit digital dan Total Station (TS) sangat mudah dan menghasilkan pengukuran yang akurat atau dengan kesalahan yang kecil. Hasil pengukuran dapat segera ditampilkan di layar monitor setelah selesai membidik obyek sehingga akan mempercepat pekerjaan mengukur sudut dengan jumlah yang banyak. Pengukuran menggunakan alat ini nanti akan berhubungan dengan pekerjaan pemetaan yang lebih besar. Cara menggunakan alat ini akan kalian pelajari di kelas XI nanti.



Gambar 2.17 Penggunaan *theodolite* digital dan *Total Station*

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Geospasial
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Tutus Rektono Wahyuningrum

ISBN 978-602-244-987-4 (no.jil.lengkap)

978-602-244-988-1 (jil.2)

978-623-388-062-6 (PDF)



BAB 3

Pengukuran Beda Tinggi dengan Alat Sederhana



Gambar di atas menunjukkan beberapa siswa sedang melakukan pengukuran beda tinggi dengan menggunakan *waterpass* tangan. Tahukah kamu apa yang dimaksud dengan mengukur beda tinggi? Apa saja alat sederhana yang bisa digunakan untuk mengukur beda tinggi?



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari BAB ini diharapkan kalian mampu melaksanakan pengukuran beda tinggi dengan alat sederhana.



Peta Konsep



Gambar 3.1 Peta konsep pengukuran beda tinggi dengan alat sederhana



Kata Kunci

Beda tinggi, vertikal, elevasi, sipat datar, trigonometri, barometris, bacaan belakang, bacaan muka, dan garis bidik.

Pengukuran beda tinggi pada prinsipnya adalah mencari nilai tinggi permukaan tanah dibandingkan dengan tinggi rata-rata air laut. Tinggi titik yang sudah diukur dengan menggunakan metode dan alat yang lebih teliti biasanya dituliskan pada titik tetap (BM). Sedangkan tinggi titik di sekitar BM harus dicari dengan pengukuran beda tinggi.

BM (*Bench Mark*) adalah titik yang telah mempunyai koordinat tetap dan direpresentasikan dalam bentuk monumen/patok di lapangan. BM sering juga disebut titik kontrol geodesi yang merupakan titik acuan yang dipakai dalam melakukan pengukuran (survei) topografi. Dengan adanya BM kita tidak perlu jauh-jauh ke laut untuk membandingkan tinggi titik suatu lokasi dengan tinggi rata-rata muka air laut.



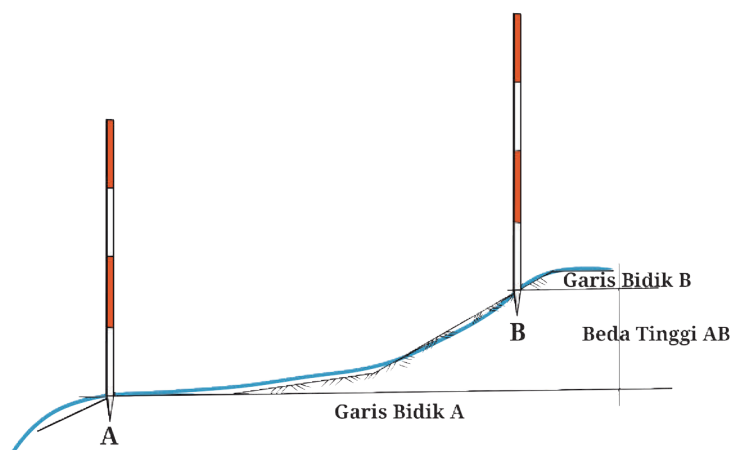
Gambar 3.2 Benc Mark

Dalam BAB ini, kalian akan belajar berbagai metode pengukuran beda tinggi, mencari tinggi titik dan membandingkan dengan tinggi titik lokal menggunakan alat sederhana.

A. Konsep Dasar Pengukuran Tinggi

1. Beda tinggi

Pengukuran tinggi adalah penentuan beda tinggi antara dua titik. Nilai dari beda tinggi merupakan hasil perhitungan dalam pengukuran kerangka dasar vertikal, yaitu selisih garis bidik antara dua titik pada permukaan tanah.



Gambar 3.3 Ilustrasi beda tinggi

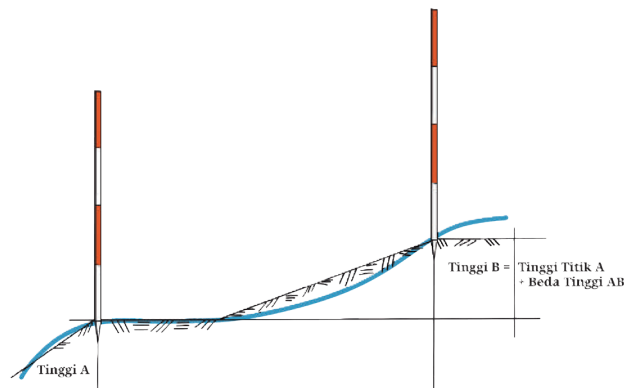
Contoh:

Tinggi garis bidik A berdasarkan pengukuran adalah 2,5 m. Tinggi garis bidik B adalah 3 m. Jadi, beda tinggi AB adalah 0,5 m.

2. Tinggi titik

Kita ingat lagi materi semester 1 tentang pekerjaan penentuan posisi vertikal adalah pekerjaan pembuatan kerangka dasar vertikal. Pekerjaan tersebut meliputi penentuan letak ketinggian (elevasi) segala sesuatu yang berbeda di atas atau di bawah suatu bidang yang berpedoman pada bidang MSL (*Mean Sea Level*) atau permukaan tinggi rata-rata muka air laut. Seperti yang sudah diuraikan pada Bab 1, bahwa kita juga dapat menggunakan referensi atau patokan lokal untuk ketinggian awal sebuah titik. Ketinggian tersebut dapat ditetapkan berdasarkan kesepakatan bersama.

Tinggi sebuah titik B terhadap titik A adalah ketinggian yang diperoleh dengan menambahkan beda tinggi AB dengan ketinggian titik A yang sudah diketahui.



Gambar 3.4 Ilustrasi tinggi titik

Contoh:

Tinggi titik A adalah 700 mDPL dan beda tinggi AB adalah 0,5 m. Jadi, tinggi titik B adalah 700,5 mDPL.

3. Metode pengukuran tinggi

Metode pengukuran kerangka dasar vertikal dapat dilakukan dalam tiga metode sebagai berikut.

- Metode sipat datar adalah mengukur tinggi bidik alat sipat datar optis di lapangan menggunakan rambu ukur.
- Metode pengukuran trigonometri, yaitu mengukur beda tinggi dengan cara trigonometri melalui pengukuran jarak langsung (jarak miring), tinggi alat, tinggi, benang tengah rambu, dan sudut vertikal (zenit).
- Metode barometris, yaitu mengukur beda tinggi dengan membandingkan beda tekanan atmosfer pada ketinggian tanah yang berbeda.

B. Penggunaan Alat Sederhana

Pada Bab ini kita akan menerapkan semua metode menggunakan alat sederhana. Alat yang digunakan adalah selang plastik, *waterpass* tangan dan klinometer manual. Penggunaan selang plastik adalah contoh penerapan metode barometris pada pengukuran beda tinggi. *Waterpass* tangan merupakan contoh penerapan metode sipat datar. Sedangkan penggunaan klinometer manual adalah penerapan metode trigonometri. Berikut adalah penerapan penggunaan alat sederhana untuk mengukur beda tinggi.

1. Selang plastik

Selang plastik adalah alat sederhana yang digunakan untuk mengukur beda tinggi dan menyamakan ketinggian. Biasanya digunakan pada pekerjaan konstruksi sederhana. Ukuran yang umum digunakan adalah diameter $\frac{1}{4}$ inchi ($\frac{1}{4}$ ") dengan panjangnya rata-rata adalah 5 m.

Syarat selang plastik sebelum digunakan adalah:

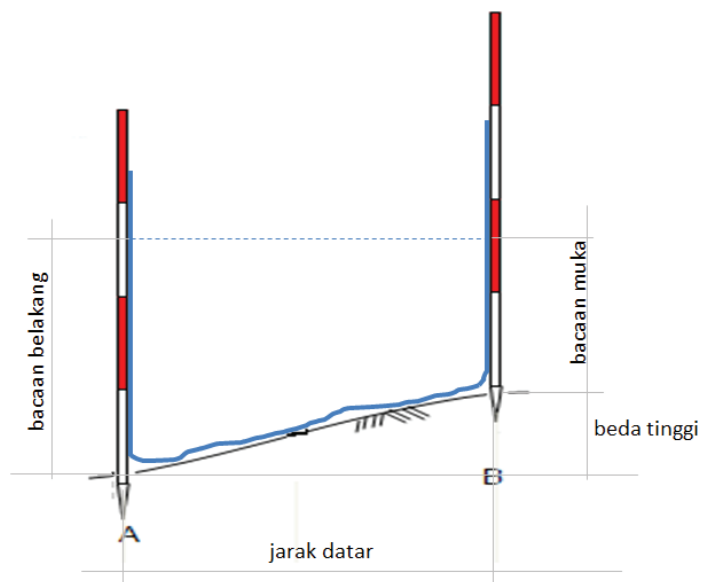
- tidak terlipat;
- tidak bocor;
- ketika diisi air tidak terdapat gelembung udara di dalamnya. Caranya dengan mengisi air pada keran atau air mengalir atau cara lain yang umum digunakan oleh pekerja bangunan.

Aktivitas Belajar 3.1

Dengan sikap yang mandiri dan bernalar kritis, carilah informasi tambahan tentang cara mengisi selang plastik dan coba praktikkan. Kalian dapat mencari informasi ini dari pekerja bangunan, buku, internet, maupun sumber lainnya.

Penggunaan air pada selang plastik adalah karena sifat air yang selalu datar di mana pun dia ditempatkan. Cara menggunakan selang plastik setelah diisi oleh air adalah sebagai berikut.

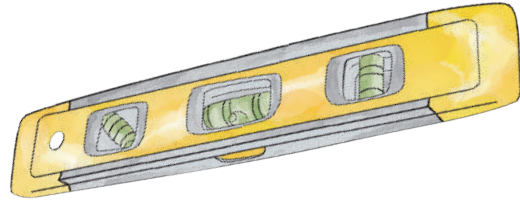
- Tentukan 2 titik yang akan diukur. Misal, titik A dan B dengan jarak tidak lebih dari panjang selang plastik, yaitu maksimal panjang selang dikurangi 1 m.
- Tancapkan yalon di atas titik dan tempelkan selang plastik di yalon sedemikian rupa sehingga selang mengikuti alur yalon dan tanah.
- Ketika menempelkan selang ke yalon seimbangkan tinggi selang dengan memperhatikan tinggi air dalam selang agar tidak tumpah.
- Tandai tinggi muka air dan ukur tingginya dari permukaan tanah di titik A untuk bacaan belakang.
- Tandai tinggi muka air dan ukur tingginya dari permukaan tanah di titik B untuk bacaan muka.



Gambar 3.5 Penempatan selang pada yalon dan permukaan tanah

2. Waterpass tangan (WPT)

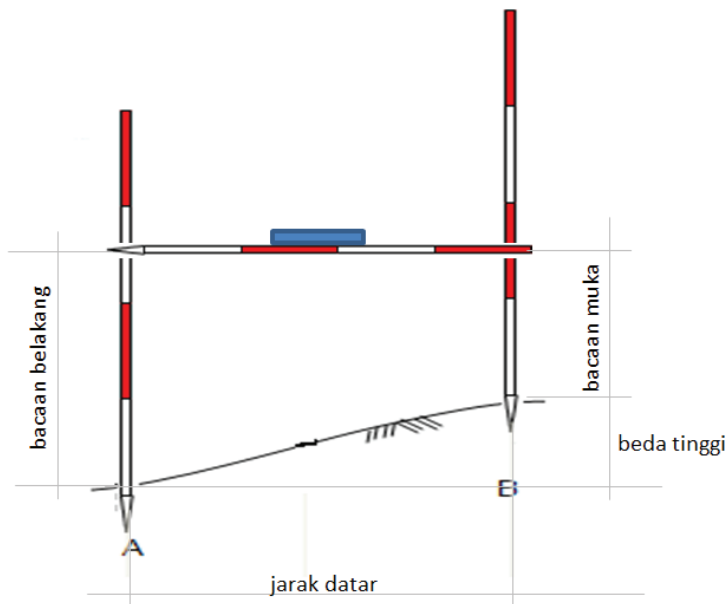
Sejenis dengan selang plastik, *waterpass* tangan juga merupakan alat sederhana untuk mengukur beda tinggi.



Gambar 3.6 *Waterpass* tangan

Cara menggunakan WPT adalah sebagai berikut.

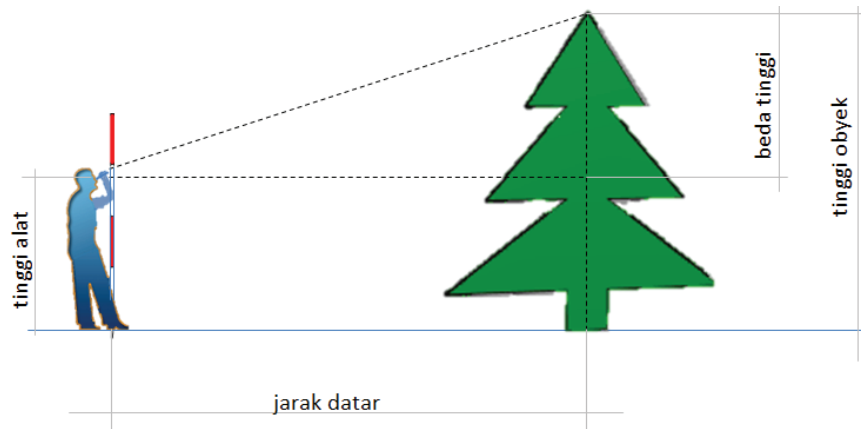
- Tentukan 2 titik yang akan diukur. Misal, titik A dan B dengan jarak tidak lebih dari panjang yalon atau papan penyeimbang untuk menempatkan WPT.
- Tancapkan yalon di atas titik A dan B.
- Letakkan yalon atau papan penyeimbang di antara 2 yalon A dan B. Dengan satu ujungnya dipegang oleh orang ke-1 yang memegang yalon di titik A dan ujung lainnya dipegang oleh orang ke-2 yang memegang yalon di titik B.
- Posisikan WPT di tengah dan di atas yalon atau papan penyeimbang oleh orang ke-3.
- Orang ke-3 memperhatikan gelembung nivo tabung pada WPT. Dia bertugas memberi aba-aba kepada orang ke-1 dan ke-2 untuk menaikkan atau menurunkan papan penyeimbang sampai gelembung nivo tabung berada di tengah.



Gambar 3.7 Pengukuran menggunakan WPT

3. Klinometer

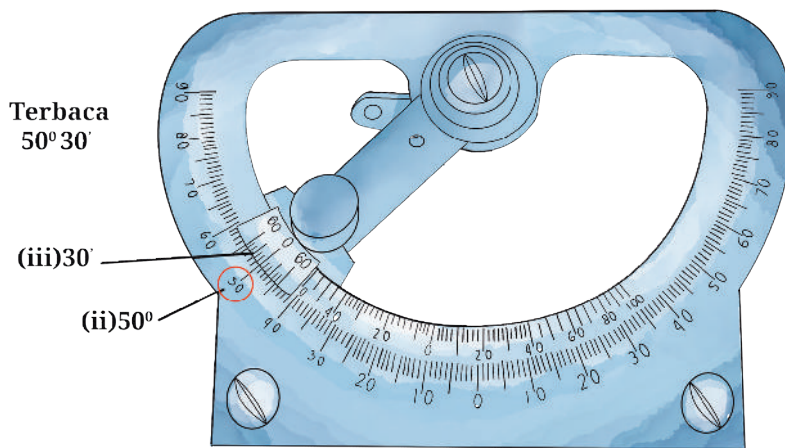
Klinometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur sudut kemiringan dan beda tinggi. Pengukuran membentuk garis datar dan garis miring yang menghubungkan sebuah titik pada garis datar tersebut dengan titik puncak (ujung) suatu objek (Gambar 3.8). Dengan menggunakan teori Pythagoras dan metode trigonometri, hasil pengukuran jarak dan sudut dapat diolah untuk mencari tinggi objek atau beda tinggi.



Gambar 3.8 Pengukuran menggunakan klinometer

Cara menggunakan klinometer adalah sebagai berikut.

- Tentukan objek yang akan diukur dan posisi tempat berdiri pemegang klinometer.
- Kendorkan sekrup-sekrup pengunci klinometer.
- Dirikan yalon sebagai pegangan klinometer.
- Ukur tinggi alat (setinggi mata pembidik).
- Bidikkan klinometer ke puncak obyek yang diukur tingginya.
- Seimbangkan nivo sampai gelembung berada di tengah.
- Keraskan pengunci penunjuk sudut.
- Baca besar sudut yang ditunjuk oleh penunjuk sudut pada piringan busur derajat yang tepat dengan angka 0 pada piringan busur menit.
- Carilah tanda pada piringan sudut derajat dan piringan sudut menit yang bertemu di satu garis.
- Baca besarnya sudut pada piringan busur menit dari angka 0, dengan 10' pada tiap kolomnya.



Gambar 3.9 Pembacaan lingkaran sudut klinometer

- k. Ukur jarak datar.
- l. Hitung tinggi obyek dengan rumus trigonometri.

C. Praktik Pengambilan Data Tinggi

Pada metode barometris kita gunakan salah satu cara pengukuran yaitu cara polar untuk mengukur beda tinggi. Pada metode sipat datar kita gunakan salah satu cara pengukuran yang lain yaitu memanjang. Sedangkan pada metode trigonometri kita gunakan rumus-rumus trigonometri untuk mengolah data tinggi.

Pengambilan data untuk pengukuran beda tinggi akan menghasilkan angka dengan tanda positif dan negatif. Angka positif menunjukkan kondisi tanah yang naik di lapangan. Sedangkan angka negatif menunjukkan kondisi tanah yang menurun di lapangan.

Pada Bab 1 di buku Semester 1 sudah disampaikan bahwa pengukuran harus dilakukan secara teliti. Pengukuran harus dilakukan minimal dua kali atau menggunakan standar ketelitian alat yang dipakai. Kalau kedua pengukuran mempunyai selisih yang melebihi standar, maka harus dilakukan pengukuran ketiga, keempat, dan seterusnya sampai ditemukan pengukuran perbandingan yang memenuhi standar.

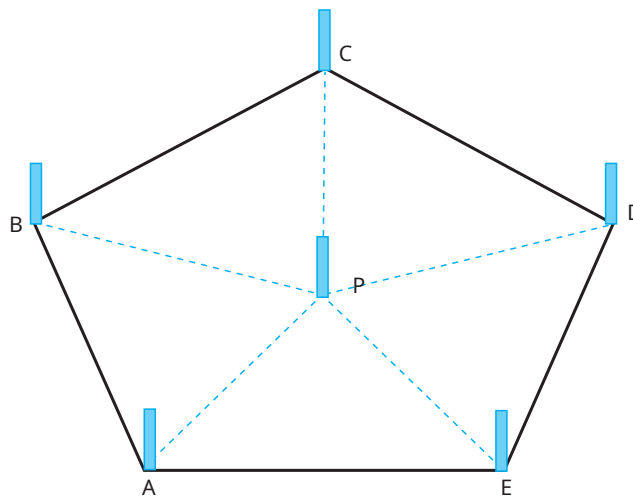
Double stand yaitu melakukan pembacaan dua kali pada setiap kegiatan pengukuran data tinggi. Pengambilan data ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat pengukuran yang teliti, yaitu pengukuran dilakukan minimal dua kali. Pada penggunaan alat ukur sederhana selisih pengukuran pertama dan kedua pada tiap *slagnya* tidak boleh lebih dari 1 cm atau sesuai dengan kesepakatan. Beda tinggi yang digunakan adalah beda tinggi hasil rata-rata pengukuran pertama dan kedua. Pengukuran pertama dan kedua dalam praktik biasanya menggunakan istilah *stand 1* dan *stand 2*.

Apapun metode penentuan tinggi yang digunakan, pengukuran dilakukan dengan *double stand* dengan selisih kesalahan pengukuran tidak lebih dari 1 cm atau sesuai dengan kesepakatan. Hasil beda tinggi adalah rata-rata beda tinggi *stand 1* dan *stand 2*.

Berikut adalah berbagai cara yang digunakan untuk mengambil data pengukuran beda tinggi.

1. Pengukuran beda tinggi dengan cara polar

Seperti yang sudah kita pelajari pada BAB 2, polar adalah cara pengukuran yang terpusat pada satu titik. Pada pengukuran ini kita gunakan selang plastik sebagai contoh metode barometris.



Gambar 3.10 Ilustrasi pengukuran polar

Pengukuran tinggi cara polar menempatkan posisi P sebagai bacaan belakang untuk setiap titik. Pengukuran beda tinggi menggunakan rumus berikut.

$$\Delta t_{PA} = BB_P - BM_A$$

Di mana:

Δt_{PA} = beda tinggi titik P dengan A

BB_P = bacaan belakang di titik P

BM_A = bacaan muka di titik A

Letakkan selang plastik di antara titik P dan titik-titik target sedemikian rupa seperti pada uraian selang plastik pada 3.10 di atas. Tinggi titik yang diukur diperoleh dengan menambahkan tinggi titik P dengan beda tinggi masing-masing titik terhadap titik P. Formulir ukur yang digunakan dicontohkan oleh Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Contoh hasil pengukuran beda tinggi cara polar

Stasiun	TITIK	JARAK	SUDUT		BACAAN		BEDA TINGGI	TINGGI TITIK
			α	β	Belakang	Muka		
P								700
	A	4	30°	30°	0,23	0,4	-0,17	699,83
	B	4,1	60°	30°	0,3	0,42	-0,12	699,88
	C	3,8	109°	49°	0,5	0,45	0,05	700,05
	D	3,5	176°	67°	0,2	0,22	-0,02	699,98
	E	4	243°	67°	0,42	0,3	0,12	700,12

sketsa

Aktivitas Belajar 3.2

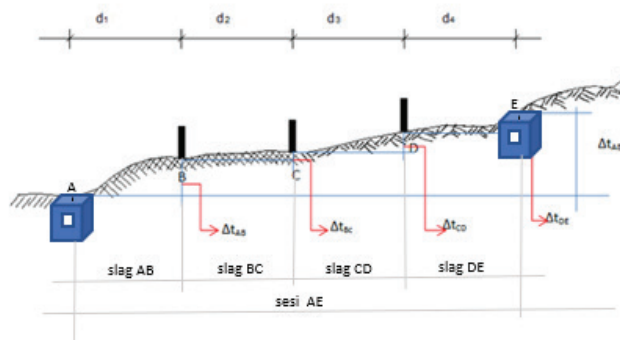
Dari uraian tentang penentuan titik tinggi secara polar diatas, maka lakukanlah pengukuran secara berkelompok untuk mencari tinggi titik yang sudah kalian ukur secara horizontal di Bab 2.

Lakukanlah pengukuran bersama 5 atau 6 orang temanmu dengan bersikap gotong royong, mandiri, serta berkebhinekaan global

2. Pengukuran beda tinggi memanjang

Cara memanjang adalah salah satu metode dalam penentuan posisi vertikal yang dilakukan dengan menempatkan titik-titik pada sebuah jalur pengukuran. Dasar penentuan pengukuran memanjang adalah jalur yang akan diukur tidak dapat diukur dalam satu kali pengukuran yang disebabkan oleh jarak antartitik yang akan diukur beda tingginya terlalu jauh atau ketinggian tanah yang terlalu curam. Jalur pengukuran tersebut harus dibagi menjadi bagian-bagian yang terjangkau oleh kemampuan alat. Dalam hal ini kita menggunakan WPT sebagai salah satu contoh pengukuran metode sipat datar.

Pengukuran dimulai dari titik awal yang sudah diketahui tingginya. Area yang diukur di antara dua titik disebut dengan sesi karena jaraknya yang cukup jauh, maka sesi dibagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang disebut *slag*.



Gambar 3.11 Pengukuran secara memanjang

Pada pengukuran memanjang titik yang ditinggalkan pada urutan pengukuran dianggap sebagai bacaan belakang dan titik yang dituju dianggap sebagai bacaan muka. Rumus beda tinggi per *slag* adalah sebagai berikut.

$$\Delta t_{AB} = BB_A - BM_B$$

Di mana:

Δt_{AB} = beda tinggi titik A dengan B

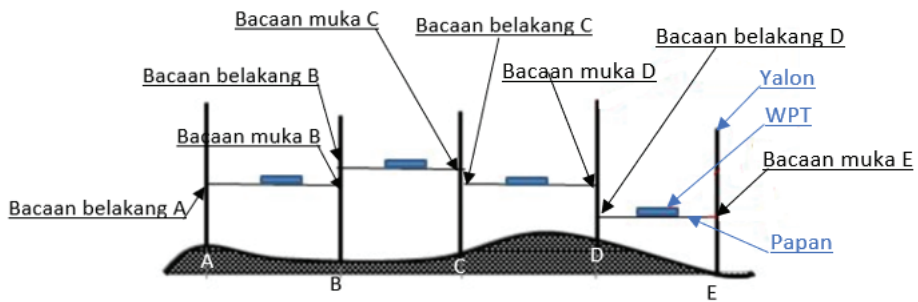
BB_A = bacaan belakang di titik A

BM_B = bacaan muka di titik B

Sedangkan rumus beda tinggi per seksi adalah sebagai berikut.

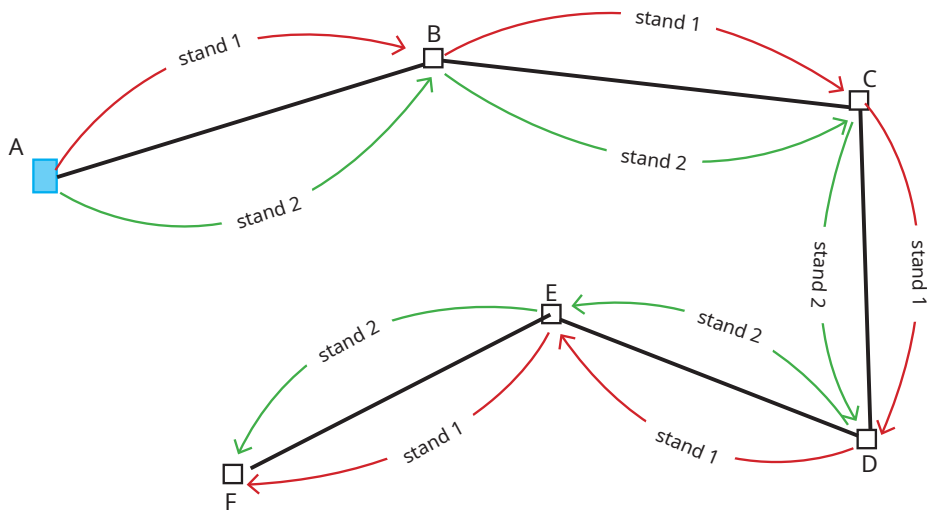
$$\Delta t_{AE} = t_{AB} + t_{BC} + t_{CD} + t_{DE}$$

Tempatkan WPT pada setiap *slag* sedemikian rupa sehingga seperti pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Pengukuran secara memanjang menggunakan WPT

Tinggi titik yang diukur diperoleh dengan menambahkan tinggi titik di belakang dengan beda tinggi pada *slag* tersebut.



Gambar 3.13 Pengukuran memanjang secara *double stand*

Formulir ukur yang digunakan dicontohkan oleh Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Contoh hasil pengukuran beda tinggi memanjang

Titik	Jarak	BACAAN		Beda Tinggi 1	Stand 2		Beda Tinggi 2	Selisih beda tinggi 1 dan 2	Rata-rata beda tinggi	Tinggi Titik
		Stand 1			Stand 2					
		Belakang	Muka		Belakang	Muka				
A		0,22			0,160	..				452,000
	4			(0,350)			(0,340)	(0,010)	-0,345	
B		0,34	0,57		0,430	0,500				451,655
	4,1			(0,180)			(0,180)	-	-0,18	
C		0,5	0,52		0,860	0,610				451,475
	3,5			0,420			0,430	(0,010)	0,425	
D		0,3	0,08		0,260	0,430				451,900
	4			(0,450)			(0,450)	-	-0,45	
E			0,75			0,710				451,450

Sketsa

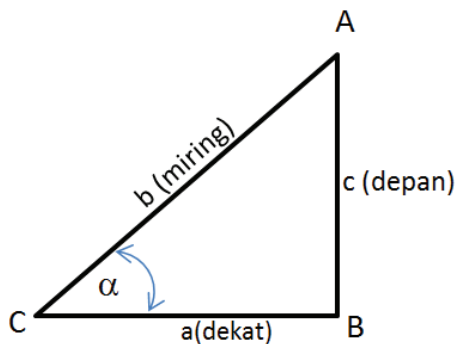


Aktivitas Belajar 3.3

Dari uraian tentang penentuan titik tinggi memanjang di atas, maka lakukanlah pengukuran secara berkelompok untuk mencari tinggi titik dari jalur yang sudah ditentukan oleh gurumu. Buatlah kelompok bersama 5 atau 6 orang temanmu dan lakukanlah pengukuran secara gotong royong dan mandiri.

3. Pengukuran beda tinggi dengan metode trigonometri.

Pengukuran beda tinggi menggunakan metode trigonometri mensyaratkan kalian harus memahami rumus-rumus trigonometri dalam matematika.



Gambar 3.14 Segitiga trigonometri

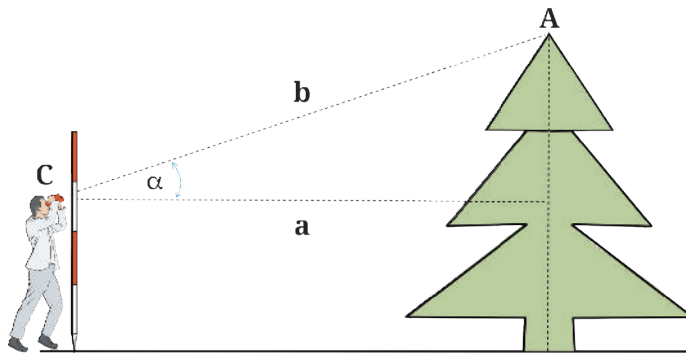
$$\sin \alpha = \frac{\text{depan}}{\text{miring}} = \frac{c}{b} = \frac{y}{r}$$

$$\Leftrightarrow c = \sin \alpha \cdot b$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{dekat}}{\text{miring}} = \frac{a}{b} = \frac{x}{r}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{\text{depan}}{\text{dekat}} = \frac{c}{a} = \frac{y}{x}$$

Jika kita terapkan pada pengukuran menggunakan klinometer, maka akan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.15 Penerapan rumus trigonometri pada pengukuran beda tinggi

Panjang c adalah beda tinggi dari mata pembidik dan puncak pohon. Sedang data yang dapat diambil menggunakan klinometer adalah sudut α dan jarak datar a , maka rumus beda tinggi yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut.

$$\text{tg} \alpha = \frac{\text{depan}}{\text{dekat}} = \frac{c}{a} = \frac{y}{x}$$

Contoh Soal

Diketahui seseorang yang akan menebang pohon ingin tahu tinggi pohon tersebut agar ketika ditebang pohon tersebut dapat diarahkan ke tanah kosong dan tidak menimpa bangunan yang ada di sekitarnya. Orang tersebut menggunakan klinometer untuk mengukur sudut α . Besar sudut hasil pengukuran adalah 34° . Jarak orang yang membidik dari pohon adalah 10 m. Tinggi mata orang yang membidik adalah 1,65 m. Tentukan tinggi pohon tersebut!

Jawab:

Tinggi mata = 1,65 m

Tinggi pohon di atas tinggi mata = c

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{\text{depan}}{\text{dekat}} = \frac{c}{a} \\ c &= \operatorname{tg} \alpha \cdot a \\ &= \operatorname{tg} 34^{\circ} \cdot 10 \\ &= 0,674 \cdot 10 \\ &= 6,74 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, tinggi pohon = tinggi mata orang + tinggi pohon di atas mata
= 1,65 + 6,74
= 8,39 m

Aktivitas Belajar 3.4

Dari uraian tentang penentuan titik tinggi dengan metode trigonometri di atas, maka lakukan pengukuran secara berkelompok untuk mencari tinggi bubungan sebuah gedung yang sudah ditentukan oleh gurumu. Buatlah kelompok yang terdiri dari 5 atau 6 orang. Lakukanlah pengukuran dengan sikap gotong royong dan mandiri.

D. Pengenalan Alat Optis Metode Sipat Datar

Metode sipat datar dengan alat optis adalah mengukur bidik alat sipat datar optis di lapangan menggunakan rambu ukur. Hingga saat ini, pengukuran beda tinggi dengan menggunakan metode sipat datar optis masih merupakan cara pengukuran beda tinggi yang paling teliti.

Mari kita kenali dahulu alat yang akan kita pakai dalam metode ini. Pada Bab 5 buku semester 1, kita sudah mengenal bagaimana bentuk dan fungsi alat ini. Umumnya alat ini disebut sebagai pesawat penyipat datar (PPD) atau *waterpass*.

1. Fungsi bagian-bagian PPD



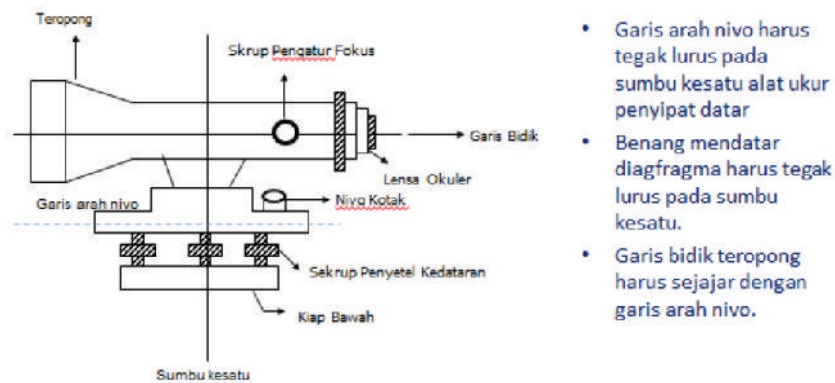
Gambar 3.16 Bagian-bagian dari PPD (Sumber Foto: Tutus Rektono Wahyuningrum, 2006)

Fungsi dari bagian-bagian PPD adalah sebagai berikut.

- a. Lensa obyektif adalah lensa yang menampilkan bayangan obyek dalam hal ini adalah rambu ukur.
- b. Sekrup fokus adalah sekrup yang digunakan untuk memperjelas bayangan obyek.
- c. Visir adalah bagian PPD yang digunakan untuk membidik secara kasar. Dalam teropong kecil terlihat segitiga yang diarahkan secara kasar ke obyek.
- d. Lensa okuler adalah lensa yang di tepinya terdapat sekrup yang fungsinya memperjelas garis diafragma. Garis diafragma adalah garis vertikal dan horisontal yang tampak pada lensa, merupakan garis penunjuk angka pada bacaan rambu.
- e. Nomor seri alat adalah kode khusus yang dimiliki oleh masing-masing alat. Fungsinya adalah untuk memudahkan dalam pendataan alat.
- f. Sekrup penggerak halus horisontal adalah sekrup yang menggerakkan teropong secara perlahan sampai dengan target yang dituju.
- g. Piringan sudut horisontal adalah penunjuk besarnya sudut horisontal yang sudah diatur posisi 0° di arah utara.

- h. Sekrup penggerak nivo A, B, C adalah 3 buah sekrup yang fungsinya mendatarkan pesawat sampai gelembung nivo masuk ke lingkaran merah.
2. Nivo kotak adalah alat yang menunjukkan seimbang atau tidaknya pesawat penyipat datar dengan ditunjukkan masuknya gelembung pada lingkaran merah.
- a. Agar pengukuran menghasilkan data yang benar, maka alat harus diperiksa dahulu apakah sudah sesuai dengan persyaratan penggunaan.

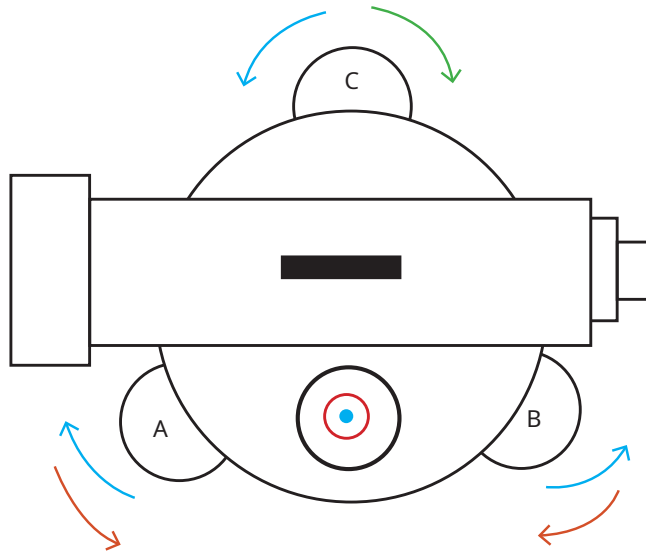
Berikut persyaratan PPD sebelum digunakan :



Gambar 3.17 Ilustrasi garis-garis dalam PPD

- b. Untuk melakukan dan mendapatkan pembacaan pada mistar yang dinamakan bak ukur (rambu ukur) diperlukan suatu garis lurus. Di mana garis lurus tersebut tidak mungkin berupa seutas benang atau kawat karena benang untuk jarak minimal 5 meter akan melengkung. Oleh karena itu, digunakan pesawat penyipat datar (PPD) yang akan membidik lurus pada rambu ukur sejajar pada bidang datar. Garis bidik ini harus dibuat mendatar supaya dapat digunakan untuk menentukan beda tinggi antara dua titik. Caranya adalah dengan mendatarkan PPD sesuai standar operasional prosedur. Berikut langkah-langkah mendatarkan PPD.
- 1) Buka tali pengikat kaki statif (kaki 3 tempat kedudukan alat) atau penguncinya.
 - 2) Dirikan statif, kemudian kendorkan semua kunci.
 - 3) Angkat kepala statif sampai kurang lebih setinggi dagu pembidik, kemudian kunci ketiga kaki statif tersebut.

- 4) Buka ketiga kaki statif dengan memegang 2 kaki di antaranya menggunakan tangan dan mendorong satu kaki lainnya dengan menggunakan kaki. Tempatkan di atas tanah dengan posisi kaki yang terbuka kurang lebih sekitar 60° .
- 5) Perhatikan kedataran kepala statif dengan membandingkannya dengan bidang datar yang ada di sekitar lokasi mendirikan alat. Misalnya, lantai, plafon atau kusen. Untuk mengetahui kedataran kepala statif bisa dilakukan dengan meletakkan pensil di atas kepala statif. Kalau pensil masih jatuh bergulir, berarti statif belum datar. Datarkan dengan menaikkan atau menurunkan salah satu kaki statif.
- 6) Kendorkan kunci salah satu kaki statif yang akan dinaikkan atau diturunkan dengan menahan kaki bagian luar menggunakan 4 jari dan kaki bagian dalam dengan ibu jari agar pergerakan kaki statif dapat dikendalikan secara perlahan.
- 7) Setelah kepala statif dinyatakan datar, injak taji kaki statif ke dalam tanah agar kedudukan statif lebih stabil.
- 8) Selanjutnya buka kotak penyimpanan PPD. Pegang dan angkat leher teropong dengan tangan kanan dan tahan kiap bawah PPD dengan tangan kiri.
- 9) Letakkan PPD di atas statif dengan posisi agak miring. Kemudian masukkan baut pada statif ke dalam lubang bawah PPD. Putar 2 putaran ke kanan sampai PPD terikat dengan statif tetapi belum sampai keras.
- 10) Geser kedudukan PPD dengan memegang kiap bawah PPD sedemikian rupa sehingga PPD berada di tengah kiap atas statif. Putar kembali sekrup di bawah PPD sampai benar-benar keras sehingga PPD berkedudukan tetap.
- 11) Kemudian gantungkan unting-unting pada kawat penggantung yang ada di sekrup statif untuk menunjukkan posisi alat di atas tanah.
- 12) Setel kedataran alat dengan memutar teropong sejajar dengan 2 (A dan B) dari 3 sekrup yang ada di PPD, seperti tampak pada gambar 3.18



Gambar 3.18 Cara memutar sekrup A, B, dan C

- 13) Kemudian putar secara bersama-sama sekrup A dan B dengan arah keluar semua atau ke dalam semua sampai gelembung pada nivo kotak bergerak ke tengah atau ke atas atau ke bawah.
- 14) Lalu putar sekrup C ke kanan atau ke kiri sampai gelembung pada nivo bergerak ke tengah atau ke kanan atau ke kiri.
- 15) Lakukan poin 14 dan 15 sampai gelembung nivo masuk ke lingkaran merah.
- 16) Setelah itu, putar teropong sampai sejajar dengan sekrup A dan C. Perhatikan apakah gelembung nivo masih di tengah atau bergeser. Perbaiki dengan cara pada poin 14 dan 15.
- 17) Demikian juga ketika teropong diputar sejajar dengan sekrup B dan C, perhatikan posisi gelembung nivo masih di tengah atau bergeser.
- 18) Ketika posisi gelembung nivo tetap, maka alat siap untuk digunakan.



Kalian juga dapat mempelajari cara setting PPD ini melalui pranala <https://youtu.be/UdEsuWzhQgQ>



Refleksi

Setelah membaca materi di bab ini, berilah tanda centang (✓) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang sudah kalian kuasai dan berilah tanda silang (✗) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang belum kalian kuasai.

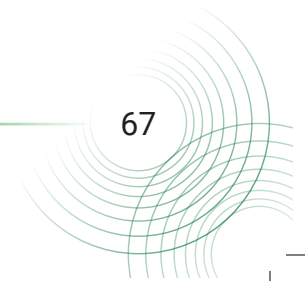
Tabel 3.3 Refleksi Bab 3

No.	Materi	Tandai ✓ atau ✗
1	Pengertian beda tinggi dan tinggi titik	
2	Metode pengukuran beda tinggi	
3	Alat-alat sederhana yang digunakan untuk mengukur beda tinggi	
4	Cara-cara pengukuran beda tinggi	
5	Fungsi bagian-bagian alat optik penyipat datar	
6	Syarat PPD sebelum digunakan	
7	Cara <i>setting</i> PPD	



Rangkuman

- a. Konsep dasar pengukuran tinggi
 1. Beda tinggi adalah penentuan beda tinggi antara dua titik.
 2. Tinggi sebuah titik B terhadap titik A adalah ketinggian yang diperoleh dengan menambahkan beda tinggi AB dengan ketinggian titik A yang sudah diketahui.
 3. Metode pengukuran tinggi: sipat datar, trigonometri dan barometris.
- b. Penggunaan alat sederhana
 1. Selang plastik, syaratnya: tidak terlipat, tidak bocor dan tidak terdapat gelembung udara.
 2. *Waterpass* tangan (WPT)
 3. Klinometer, yaitu alat yang digunakan untuk mengukur sudut kemiringan dan beda tinggi.



c. Praktik pengambilan data tinggi

Pada metode barometris kita gunakan salah satu cara pengukuran yaitu cara polar untuk mengukur beda tinggi. Pada metode sipat datar kita gunakan salah satu cara pengukuran yang lain yaitu memanjang. Sedangkan pada metode trigonometri kita gunakan rumus-rumus trigonometri untuk mengolah data tinggi.

Double stand yaitu melakukan pembacaan 2 kali pada setiap *slagnya*. Pengambilan data ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat pengukuran yang teliti.

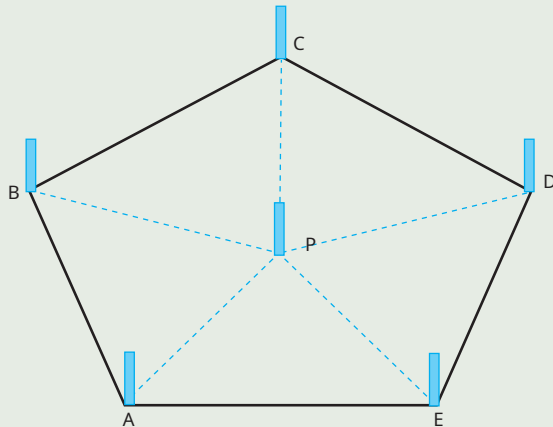


Penilaian

Setelah membaca materi di atas, mari kita uji pemahaman kalian tentang materi pengukuran beda tinggi ini dengan mengerjakan soal di bawah ini.

1. Syarat selang plastik yang baik sebelum digunakan untuk pengukuran beda tinggi antara lain ...
 - A. Panjang
 - B. Tidak berwarna
 - C. Air yang dimasukkan harus bersih
 - D. Tidak terlipat
 - E. Baru
2. Alat yang dibutuhkan pada pengukuran beda tinggi dengan selang plastik antara lain ...
 - A. Unting-unting
 - B. Yalon
 - C. Paku
 - D. Prisma
 - E. Klinometer
3. Berikut adalah langkah kerja pengukuran beda tinggi dengan selang plastik, *kecuali* ...
 - A. Dirikan yalon pada 2 titik yang telah ditentukan
 - B. Rapatkan selang dengan kedua yalon
 - C. tempatkan yalon atau papan penyeimbang diantara 2 titik ukur
 - D. baca tinggi muka air dengan mengukur dari muka tanah
 - E. Ukur jarak kedua yalon

4. Perhatikan gambar di bawah ini!



Pada pengukuran beda tinggi seperti gambar di atas, maka bacaan belakang dibaca di titik ...

- A. A C. C E. P
 B. B D. D

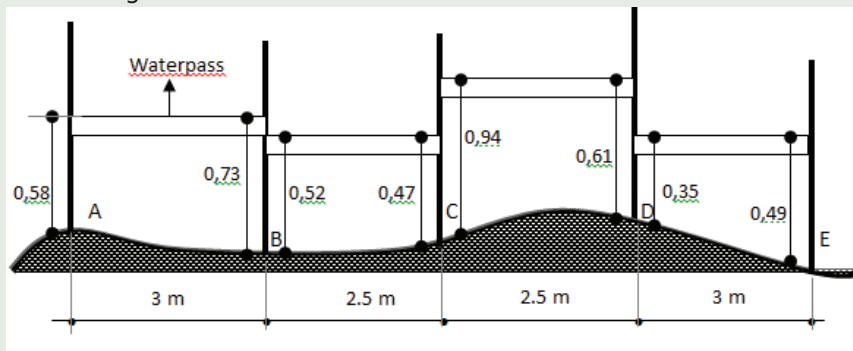
5. Perhatikan tabel pengukuran beda tinggi secara polar di bawah ini!

ST	TITIK	JARAK (m)	α^0	BACAAN		Δt (m)	TINGGI TITIK (m)
				BELAKANG (m)	MUKA (m)		
P							700
	A	4,43	30	1,05	1,108		
	B	4,61	60	0,97	0,8785		
	C	2,02	109	1,28	1,3105		
	D	2,3	176	1,4	1,4375		
	E	1,964	243	1,5	1,4725		
	F	2,01	285	1	1,117		
	G	2,4	334	1,05	1,1185		

Nilai beda tinggi P-A adalah ...

- A. -0,058 m
 B. 0,058 m
 C. 2,158 m
 D. 3,32 m
 E. 3,38 m

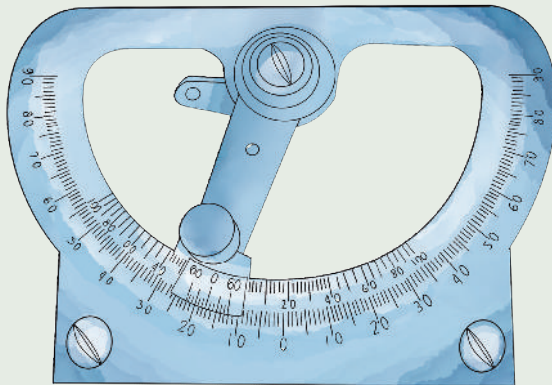
6. Perhatikan gambar di bawah ini!



Pada pengukuran beda tinggi memanjang pada gambar di atas bacaan belakang titik B adalah ...

- A. 0,47 m B. 0,52 m C. 0,58 m D. 0,61 m E. 0,73 m

7. Perhatikan gambar piringan sudut pada klinometer di bawah ini!



Sudut dalam satuan derajat dan menit yang ditunjukkan oleh gambar di atas adalah ...

- A. 15°2' C. 20°3' E. 40°3'
 B. 17°30' D. 20°7'

8. Asmara adalah siswa teknik geospasial yang membantu ayahnya memperbaiki bubungan rumah. Untuk memperkirakan panjang tangga yang akan digunakan, maka Asmara harus mengukur dulu tinggi bubungan rumah. Dengan bantuan klinometer sederhana buatan sendiri, Asmara berdiri sejauh 5 m dari dinding rumah untuk membidik bubungan. Tinggi mata Asmara adalah 1,44 m. Sedangkan sudut yang terbaca pada klinometer adalah 42° . Jika $\sin 42^\circ = 0,669$ $\cos 42^\circ = 0,743$ dan $\text{tg } 42^\circ = 0,9$, maka tinggi bubungan adalah ...

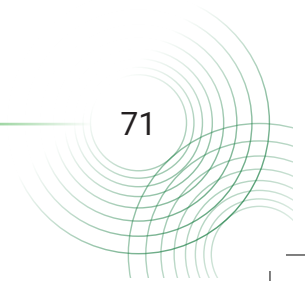
- A. 3,715 C. 4,785 E. 5,94
 B. 4,502 D. 5,155



Pengayaan

Pengukuran beda tinggi yang paling teliti adalah dengan menggunakan metode penyipat datar. Di kelas XI nanti kalian akan belajar mengukur beda tinggi dengan metode ini dan menggunakan alat-alat sipat datar otomatis. Saat ini alat sipat datar otomatis yang digunakan terdiri atas penyipat datar manual dan sipat datar digital. Penyipat datar digital mempunyai ketelitian lebih tinggi dari pada manual. Selain itu, penyipat datar digital juga dilengkapi kemampuan mengolah data secara otomatis. Pada layar monitornya akan tampak hasil pengukuran beda tinggi dan tinggi titik setelah kita *input*-kan data penentuan posisi vertikal sehingga pengukuran dapat dilakukan dengan cepat.

Berikut ini adalah link video tentang jenis-jenis alat pengukuran beda tinggi dari manual sampai digital yang dapat kalian lihat pada pranala <https://www.youtube.com/watch?v=kIAz65aTLhE>





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Geospasial
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Tutus Rektono Wahyuningrum

ISBN 978-602-244-987-4 (no.jil.lengkap)

978-602-244-988-1 (jil.2)

978-623-388-062-6 (PDF)



BAB 4

Pengukuran Luas dengan Alat Sederhana dan Dasar Perhitungan Volume



Pengamatan suatu areal dapat dilakukan dengan menggunakan satelit yang dapat terhubung langsung dengan aplikasi tertentu pada *gadget* atau PC sehingga luas areal daerah tersebut akan sangat mudah dicari apabila titik-titik batas area tersebut diketahui koordinatnya. Tetapi, bagaimana cara mencari luas suatu areal menggunakan alat sederhana? Sedangkan perhitungan volume saat ini juga penting pada perubahan fungsi lahan. Contohnya, areal bekas tegalan yang akan dijadikan pemukiman. Karena bangunan harus ditempatkan di bidang yang rata, maka tanah tegalan tersebut harus diratakan di bagian yang akan didirikan bangunan. Banyaknya tanah yang dibuang harus dihitung agar dapat memperkirakan banyaknya alat angkut. Bagaimana cara menghitung volume tanah yang akan diratakan?



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari BAB ini diharapkan kalian mampu melaksanakan pengukuran luas dengan alat sederhana dan menjelaskan cara menghitung volume dengan bahasa sendiri.



Peta Konsep



Gambar 4.1 Peta konsep pengukuran luas dengan alat sederhana



Kata Kunci

Luas, diagonal, tegak lurus, rangkaian segitiga, koordinat siku, polar, volume, kisi, grid, persegi, dan trapesium.

Mengukur luas area adalah salah satu pekerjaan di bidang teknik geospasial. Saat ini, pekerjaan ini menjadi sangat penting dikarenakan kebijakan pemerintah dalam rangka untuk mewujudkan tata kelola hutan dan pertanahan yang baik sebagai sarana untuk mencegah konflik penguasaan lahan di Indonesia. Badan Pertanahan Nasional (BPN) menyikapi kebijakan tersebut dengan meluncurkan program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL), yaitu proses pembuatan sertifikat hak kepemilikan atas tanah secara gratis dan menyeluruh seluruh Indonesia. Dalam program ini pekerjaan utamanya adalah mengukur luas lahan kepemilikan sesuai dengan batas-batas yang sudah disepakati dan ditetapkan oleh pemerintah desa.

Sebagai sumber daya manusia yang nantinya akan bekerja di bidang teknik geospasial, maka kalian harus memahami prinsip-prinsip pengukuran luas, metode-metode yang digunakan dan alat-alat penunjang. Tidak semua alat canggih dapat digunakan untuk mengukur luas. Kondisi areal yang akan diukur dan alat yang tersedia akan memengaruhi metode pengukuran yang digunakan sehingga pemahaman tentang teknis pengukuran luas harus kalian kuasai.

Pada Bab ini kalian akan belajar mengukur luas areal menggunakan alat-alat sederhana. Sedangkan perhitungan volume juga bagian yang sangat penting untuk dipahami ketika kalian nanti harus bekerja di bidang konstruksi dan pertambangan. Di dunia kerja perhitungan volume ini antara lain dipakai untuk perencanaan kaveling perumahan, perencanaan jalan raya, perencanaan bangunan air dan perencanaan pengangkutan hasil tambang.

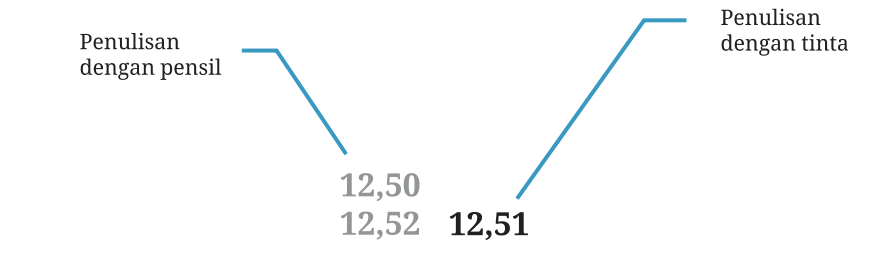
Pengetahuan dasar perhitungan volume yang nanti akan kalian pelajari di Bab ini akan menjadi fondasi untuk mempelajari materi tentang survei terestris dan survei teknik sipil di kelas XI dan XII. Di kelas XI dan XII volume yang kalian hitung adalah volume galian dan volume timbunan seperti proses perencanaan di dunia kerja.

A. Persiapan Pengukuran dengan Alat Sederhana

Alat-alat sederhana yang digunakan pada pengukuran luas terdiri atas pita ukur, yalon, kompas dan patok kayu atau pen baja. Untuk mendapatkan hasil yang teliti, maka pengukuran harus dilakukan paling sedikit dua kali terutama pada pengukuran jaraknya.

Berikut langkah kerja sebelum melakukan pengukuran.

1. Survei awal ke lokasi pengukuran dengan menentukan batas area dan membuat gambar sketsa lokasi.
2. Tentukan bahan dan alat yang dibutuhkan dengan menuliskan bon peminjaman alat dan bahan ke petugas di ruang penyimpanan alat.
3. Tentukan metode yang akan digunakan dengan menyesuaikan situasi dan kondisi di lokasi pengukuran.
4. Kerjakan secara berkelompok dan patuhi keselamatan kerja.
5. Penulisan jarak hasil pengukuran pada sketsa menggunakan aturan sebagai berikut.
 - a. Angka ukur dapat ditulis di atas garis dengan posisi di tengah dengan pensil HB. Setelah dicek ketelitiannya ditebalkan dengan pulpen tinta hitam di sebelah tulisan pensil.



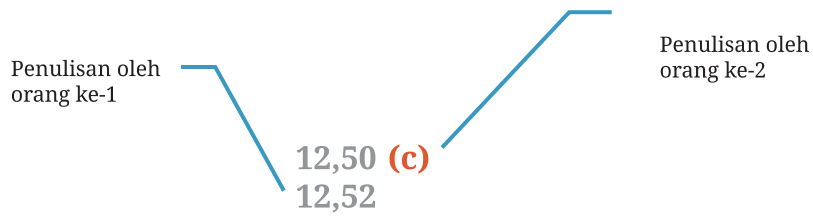
Gambar 4.2 Penulisan angka hasil pengukuran model 1

- b. Angka ukur dapat juga ditulis pada ujung garis yang diukur. Untuk jarak selanjutnya angka ditulis dengan menjumlahkan jarak selanjutnya di akhir garis berikutnya. Angka diberi garis tinta hitam bila jarak yang diukur kurang teliti (hanya diukur 1 kali) dan diberi garis merah jika jarak yang diukur sudah teliti (sudah diukur paling sedikit 2 kali).



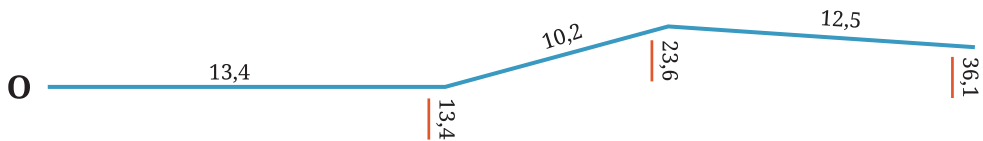
Gambar 4.3 Penulisan angka hasil pengukuran model 2

- c. Angka ukur yang diukur 2 kali harus ditulis 2 kali juga.
- d. Apabila angka kedua diukur oleh orang lain, maka diberi tanda (c) dengan tinta merah di belakang angka.



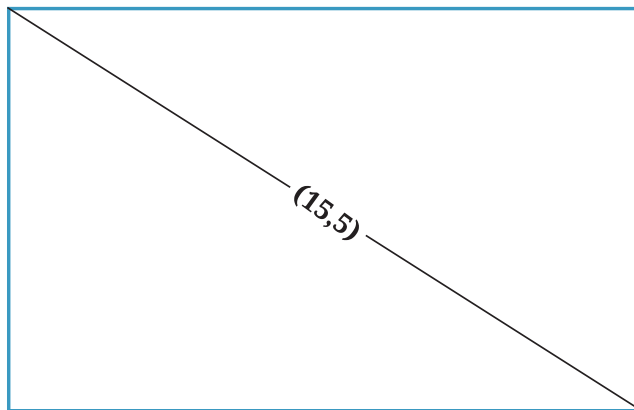
Gambar 4.4 Penulisan angka hasil pengukuran oleh orang yang berbeda

- e. Pada pengukuran akhir sebuah jarak dan menghasilkan jarak yang kurang teliti, maka angka diberi dua garis di bawahnya menggunakan tinta hitam. Contoh, 12,51. Pada jarak yang teliti angka ukur diberi dua garis di bawahnya menggunakan tinta merah. Contoh: 12,51



Gambar 4.5 Penulisan angka hasil pengukuran akhir

- f. Pada garis miring atau garis diagonal angka ukur ditulis dalam tanda kurung di tengah garis.



Gambar 4.6 Penulisan angka pada garis diagonal

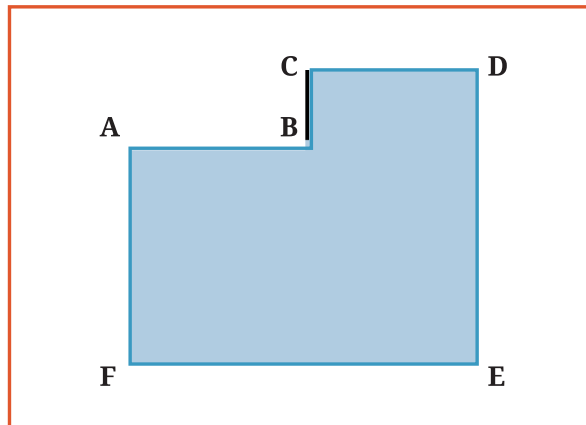
B. Metode Pengukuran Luas

Metode pengukuran luas yang digunakan disesuaikan dengan situasi dan kondisi lokasi pengukuran. Berikut beberapa metode yang dapat digunakan dengan alat sederhana.

1. Metode diagonal dan tegak lurus

Metode ini digunakan untuk mengukur batas tanah kepemilikan (persil) yang tidak terlalu luas dan bentuk bangunan yang simetris. Alat yang digunakan adalah pita ukur dan yalon.

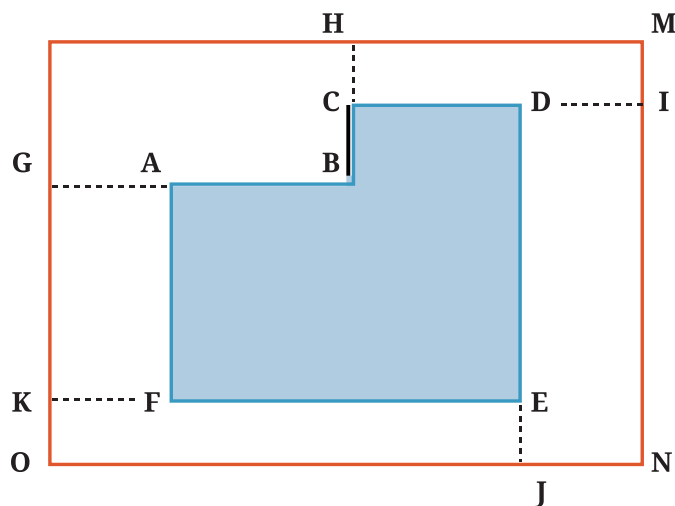
Contoh:



Gambar 4.7 Contoh pengukuran areal dengan metode diagonal tegak lurus

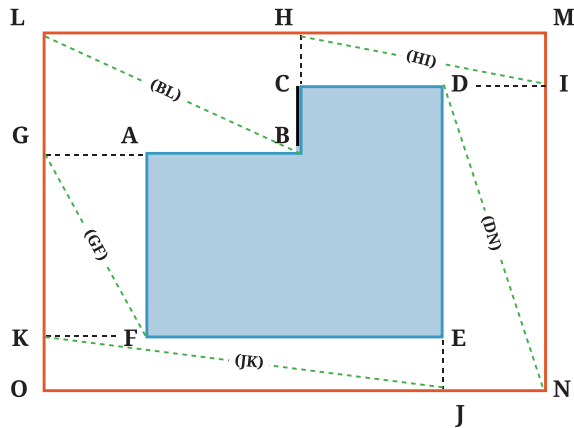
Langkah kerjanya:

- Buatlah perpanjangan garis bangunan sampai batas persil sehingga area di luar bangunan membentuk bidang segi empat. Kemudian ukur jarak garis-garis tersebut. Catat dalam sketsa atau buat tabel jarak. Buatlah juga garis bantu yang membagi bangunan menjadi beberapa bidang segi empat.



Gambar 4.8 memperpanjang garis bangunan

- b. Buatlah dan ukurlah diagonal pada bidang segi empat di luar bangunan. Garis ini fungsinya untuk mengontrol kesikuan segi empat atau untuk membagi segi empat menjadi dua bidang segitiga yang sudah pasti panjang sisinya.



Gambar 4.9 Membuat dan mengukur garis diagonal persil

- c. Hitunglah luas total area dengan menjumlahkan luas bagian-bagian bangunan dan bagian-bagian areal di luar bangunan. Karena bentuk bangunan umumnya simetris, maka luas bangunan dapat dihitung menggunakan rumus luas segi empat. Bagian yang dibentuk oleh sisi bangunan dan perpanjangannya adalah bidang segitiga siku-siku yang dapat dihitung dengan rumus luas segitiga siku-siku. Sedangkan bidang lain yang belum pasti kesikuannya dapat dihitung menggunakan rumus luas segitiga yang diketahui panjang ketiga sisinya.

$$\begin{aligned} \text{Luas Bangunan} &= BCDG + AGFE \\ &= (BO \times BC) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas area diluar bangunan} &= \text{segitiga siku} + \text{segitiga belum tentu siku} \\ &= (ICH + JEK + FAG) + (BGL + HBL + HMI + \\ &\quad NDI + NJD + JOK + KFG) \end{aligned}$$

$$\text{Rumus segi 3 siku} = \frac{1}{2} \text{alas} \times \text{tinggi}$$

$$\begin{aligned} \text{Rumus segi 3 yang diketahui sisi-sisinya :} \\ \text{Luas } \Delta ABC &= \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)} \end{aligned}$$

Luas areal seluruhnya = Luas bangunan + Luas areal diluar bangunan

Aktivitas Belajar 4.1

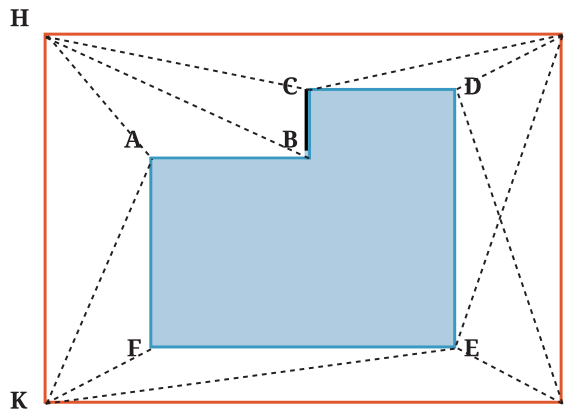
Setelah mempelajari materi diatas, maka dengan sikap gotong royong, mandiri dan bernalar kritis, buatlah kelompok yang terdiri atas 4 sampai 6 orang. Kemudian dengan menggunakan langkah kerja pengukuran luas menggunakan metode diagonal tegak lurus, ukurlah luas areal yang ditetapkan oleh gurumu.

2. Metode rangkaian segitiga

Sama halnya dengan metode diagonal dan tegak lurus, metode ini digunakan untuk pengukuran area persil yang tidak terlalu luas. Alat yang digunakan adalah pita ukur dan yalon.

Untuk contoh areal seperti gambar 4.7, maka langkah kerjanya adalah sebagai berikut.

- Buatlah garis bantu yang membentuk segi empat pada bangunan dan garis bantu yang menghubungkan bangunan dengan titik-titik di luar bangunan sedemikian rupa sehingga membentuk bidang segitiga.



Gambar 4.10 Membuat garis bantu dari sudut bangunan ke titik-titik diluar bangunan

- Hitunglah luas total area dengan menjumlahkan luas bagian-bagian bangunan dan bagian-bagian areal di luar bangunan.

$$\begin{aligned} \text{Luas bangunan} &= BCDO + AOE\text{F} \\ &= (BO \times BC) \end{aligned}$$

Luas area diluar bangunan = jumlah semua luas segitiga

Pengukuran luas segi tiga menggunakan rumus luas yang diketahui panjang ketiga sisinya.

Rumus segi 3 yang diketahui sisi-sisinya :

$$Luas \Delta ABC = \sqrt{S(S - a)(S - b)(S - c)}$$

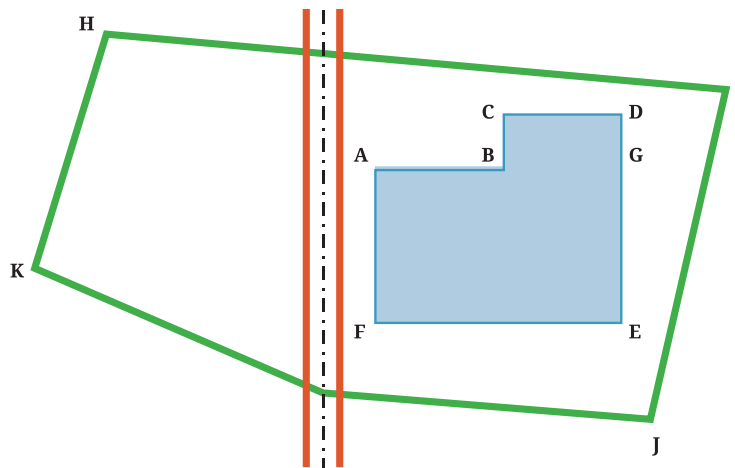
Luas areal seluruhnya = Luas bangunan + Luas areal diluar bangunan

Aktivitas Belajar 4.2

Sebagai siswa yang memiliki Profil Pelajar Pancasila, maka lakukanlah pengukuran dengan gotong royong, mandiri dan bernalar kritis. Selanjutnya buatlah kelompok yang terdiri atas 4 sampai 6 orang. Kemudian dengan menggunakan langkah kerja pengukuran luas menggunakan metode rangkaian segitiga, ukurlah luas areal yang ditetapkan oleh gurumu.

3. Metode koordinat siku

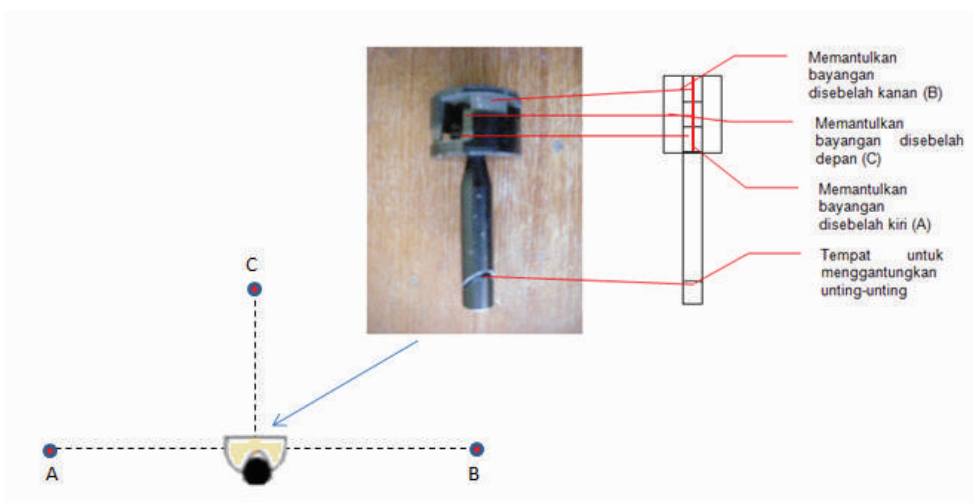
Metode ini pada prinsipnya adalah membuat garis tegak lurus dari batas areal dan bangunan yang akan diukur terhadap garis sumbu yang melewati bidang tersebut. Garis sumbu yang dibuat umumnya terdapat pada bidang yang memanjang seperti jalan atau saluran air.



Gambar 4.11 Contoh area pengukuran metode koordinat siku

Pada contoh gambar 4.11 garis hijau adalah garis batas area, bidang berwarna biru muda adalah bangunan, dan garis merah adalah garis jalan. Sedangkan garis strip titik adalah garis sumbu yang diambil dari saluran air, yaitu garis tengah dari lebar jalan.

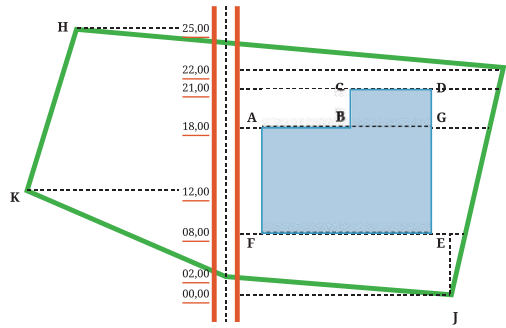
Alat yang digunakan adalah penta prisma, yalon, dan pita ukur. Penta prisma adalah alat sederhana yang terdiri dari tiga cermin untuk membuat garis siku. Pembawa penta prisma berada di sudut siku yang ditunjuk oleh unting-unting di bawah penta prisma. Bayangan yalon di sebelah kanan tampak pada kaca atas prisma, bayangan yalon di depan tampak di kaca tengah dan bayangan yalon di kiri tampak pada kaca prisma bagian bawah. Kesikuan ditunjukkan oleh ketiga yalon tampak satu garis.



Gambar 4.12 Penggunaan penta prisma untuk membuat garis tegak lurus

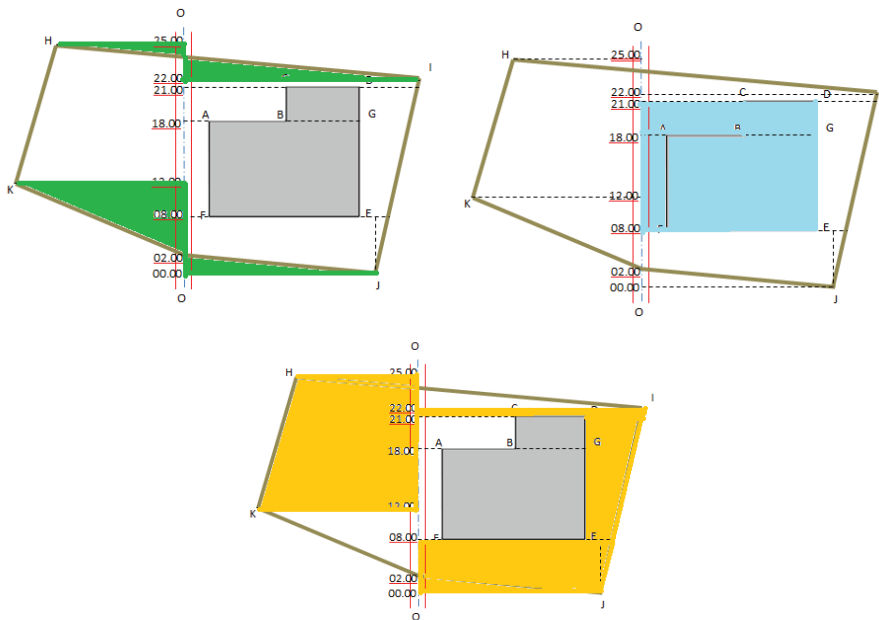
Langkah kerja pengukurannya adalah sebagai berikut.

- a. Berilah nama setiap sudut bangunan dan titik-titik sudut batas pengukuran.
- b. Buatlah garis tegak lurus dari setiap titik ke garis sumbu menggunakan penta prisma atau perbandingan segitiga 3:4:5. Kemudian ukur jarak dari 0 (pada titik sumbu O-O). Perpanjang juga garis bangunan sampai memotong batas area pengukuran sedemikian rupa membentuk bidang simetris yang dapat diukur dengan rumus matematika.



Gambar 4.13 Pembuatan garis bantu siku dan bidang simetris

- c. Hitunglah luas areal dengan menjumlahkan luas areal yang dapat dihitung dengan rumus bangun simetris, yaitu segitiga segi empat, dan trapezium.



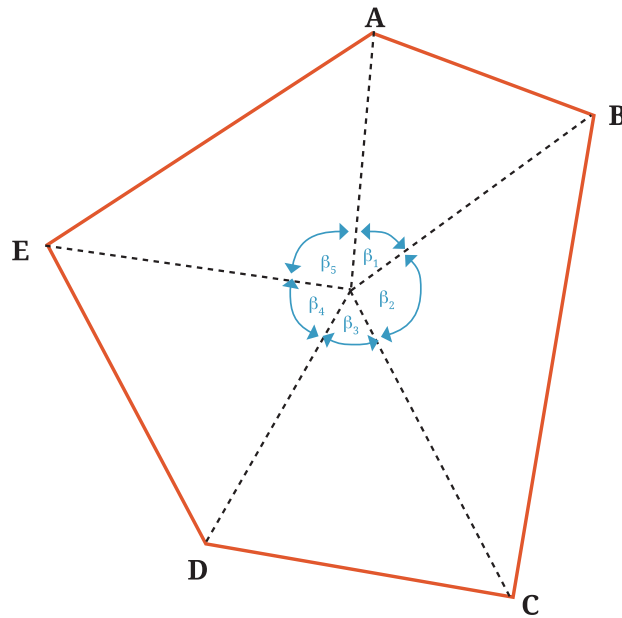
Gambar 4.14 Pengukuran luas bidang simetris segitiga, segi empat dan trapesium

Aktivitas Belajar 4.3

Dengan sikap gotong royong, mandiri dan bernalar kritis, buatlah kelompok yang terdiri atas 4 sampai 6 orang. Kemudian dengan menggunakan langkah kerja pengukuran luas menggunakan metode koordinat siku, ukurlah luas areal yang ditetapkan oleh gurumu.

4. Metode polar

Polar adalah sebuah posisi di mana alat ditempatkan di tengah lokasi pengukuran untuk membidik titik-titik yang diukur. Pengukuran dengan metode ini biasanya digunakan untuk mengukur area yang terbuka dan relatif datar, di mana semua titik yang diukur terlihat dari posisi alat. Alat yang digunakan adalah kompas, yalon dan pita ukur.



Gambar 4.15 Pengukuran luas bidang dengan metode polar

Langkah kerja pengukurannya adalah sebagai berikut.

- Berilah nama titik-titik sudut batas area.
- Tentukan penempatan alat di tengah-tengah area sedemikian rupa sehingga semua titik batas terlihat dari posisi alat P.
- Ukurlah jarak titik di batas area ke posisi alat P dan besar sudut (β) yang dibentuk oleh garis-garis potong-potong pada gambar 4.15
- Hitunglah luas area tiap potongan segitiga dengan rumus berikut.

$$\text{Luas } \triangle APB = \frac{1}{2} AP \cdot BP \sin \beta_1$$

- Hitunglah luas total area dengan menjumlahkan semua segitiga yang sudah dihitung luas per bagiannya.

Aktivitas Belajar 4.4

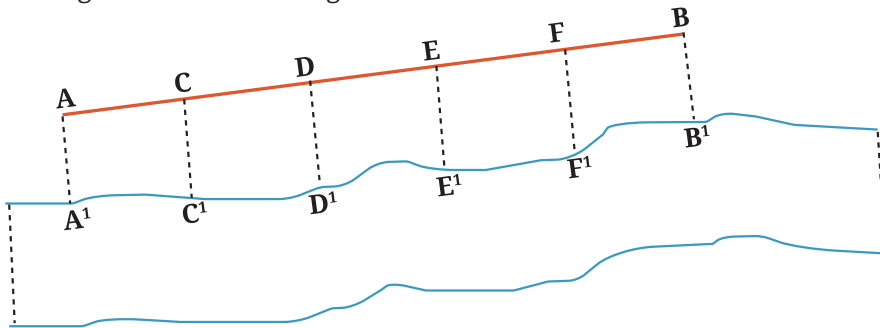
Setelah membaca langkah kerja di atas, maka lakukanlah praktik pengukuran dengan sikap gotong royong, mandiri dan bernalar kritis. Kemudian buatlah kelompok yang terdiri dari 4 sampai 6 orang. Kemudian dengan menggunakan langkah kerja pengukuran luas menggunakan metode polar, ukurlah luas areal yang ditetapkan oleh guru.

5. Metode juluran/simpson

Seperti yang pernah dibahas pada Bab 3 semester 1, metode ini digunakan untuk mengukur area yang batasnya tidak simetris atau berliku-liku. Misalnya, daerah aliran sungai (DAS). Alat yang digunakan adalah pita ukur, penta prisma, dan yalon.

Langkah kerjanya adalah sebagai berikut.

- Buatlah sebuah garis AB di area yang akan diukur kurang lebih sejajar dengan arah aliran sungai.



Gambar 4.16 Pengukuran luas bidang dengan metode juluran/simpson

- Tentukan titik C,D,E,F, dan seterusnya pada garis AB dengan jarak yang sama. Misalnya, 5 m dengan metode membuat garis lurus di lapangan.
- Buatlah garis AA', CC', DD', EE', FF' dan seterusnya tegak lurus terhadap garis AB sampai ke areal batas pengukuran. Selanjutnya garis-garis tersebut disebut sebagai garis tinggi. Jika jumlah garis tinggi genap, maka metode yang digunakan adalah metode juluran. Sebaliknya jika jumlah garis tinggi ganjil, maka metode yang digunakan adalah metode simpson.
- Hitunglah luas menggunakan rumus juluran atau Simpson.

Rumus metode juluran:

$$\left[\frac{1}{2} \cdot a \cdot t_1 \right] \left[b \left(\frac{t_1}{2} + t_2 + t_3 + t_4 + \dots + \frac{t_n}{2} \right) \right] \left[\frac{1}{2} \cdot a \cdot t_n \right]$$

Rumus metode Simpson:

$$L = \frac{b}{3} [(t_1 + t_n) + 2(t_3 + t_5 + \dots + t_{n-2}) + 4(t_2 + t_4 + \dots + t_{n-1})]$$

Aktivitas Belajar 4.5

Dengan sikap gotong royong, mandiri dan berpikir kritis, buatlah kelompok yang terdiri atas 4 sampai 6 orang. Kemudian dengan menggunakan langkah kerja pengukuran luas menggunakan metode Simpson atau juluran, ukurlah luas areal yang ditetapkan oleh gurumu.

C. Perhitungan Volume

Kalau kita ingat pelajaran matematika SMP tentang perhitungan volume, di mana rumus utamanya adalah luas alas kali tinggi. Kali ini kita juga akan menggunakan prinsip tersebut untuk menghitung volume. Bedanya dengan pelajaran SMP, volume yang akan kita hitung mempunyai permukaan yang tidak simetris. Tinggi tiap titik yang dihitung berbeda-beda sesuai dengan permukaan tanah. Tinggi titik pada permukaan tanah dapat dihitung dengan metode pengukuran beda tinggi yang sudah kita bahas di Bab 8.

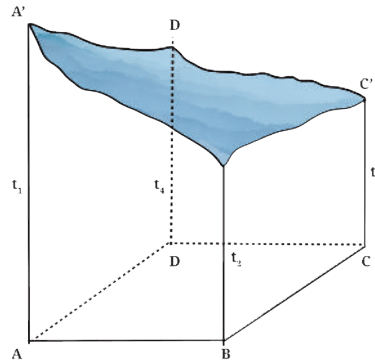
Berikut adalah metode perhitungan volume yang digunakan di teknik geospasial.

1. Perhitungan volume dengan alas persegi kali tinggi

Tanah yang akan dihitung volumenya dibuatkan kisi-kisi atau grid persegi yaitu bidang yang sama sisinya pada bagian tanah yang dijadikan acuan kedatarannya kemudian dikalikan dengan rata-rata tingginya sampai permukaan tanah.

Seperti yang tampak pada gambar 4.17 ABCD adalah bidang persegi berupa permukaan tanah rencana yang dijadikan acuan kedatarannya. Sedangkan A'B'C'D' adalah permukaan tanah yang sebenarnya. t_1 , t_2 ,

t_3 , t_4 , adalah tinggi yang terbentuk dari permukaan tanah yang tidak rata. Perhitungan volume model seperti ini biasanya digunakan untuk perencanaan perataan lahan.



Gambar 4.17 Volume tanah yang akan diukur dalam satu kisi persegi

Rumus volume bidang tersebut adalah luas persegi kali rata-rata tinggi atau secara matematis ditulis sebagai berikut.

$$V = (AB \times BC) \times \frac{(t_1 + t_2 + t_3 + t_4)}{4}$$

Contoh Soal

Diketahui sebuah areal EFGH yang akan diratakan dengan tinggi 100 m dari permukaan air laut. Areal EFGH telah dibuat kisi dengan ukuran $10 \times 10 \text{ m}^2$. Tinggi titik E = 100 m, titik F = 100,72 m, titik G = 101 m, dan titik H = 100,5 m. Berapakah volume tanah yang harus dibuang?

Jawab:

Tinggi = tinggi titik - tinggi rencana

$$t_E = 100 - 100$$

$$= 0 \text{ m}$$

$$t_F = 100,72 - 100$$

$$= 0,72 \text{ m}$$

$$t_G = 101 - 100$$

$$= 1 \text{ m}$$

$$t_H = 100,5 - 100$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

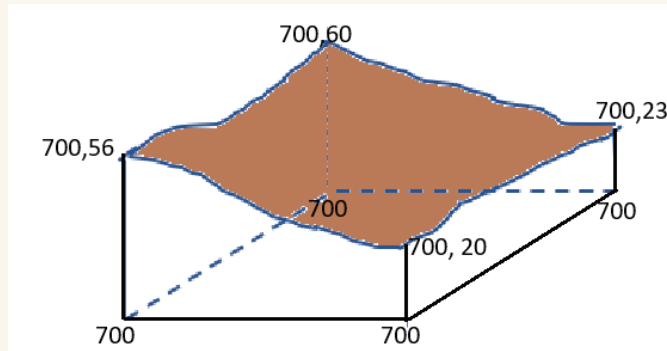
Volume = luas kisi \times rata-rata tinggi

$$V = 100 \times 0,555$$

$$V = 55,5 \text{ m}^3$$

Aktivitas Belajar 4.6

Dengan bersikap mandiri dan berpikir kritis, hitunglah simulasi hasil pengukuran dibawah ini, jika diketahui sebuah bidang kisi dengan tinggi yang tercantum pada gambar di bawah ini.

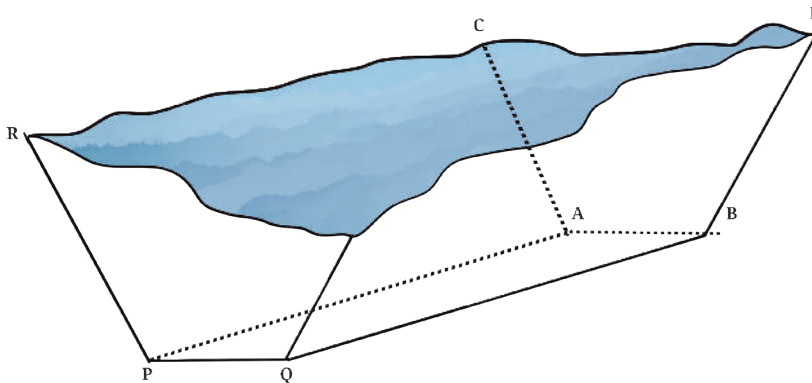


Gambar 4.18 Potongan kisi yang akan diukur volumenya

Berapakah volume tanah galian ketika permukaan tanah diratakan menjadi setinggi 700?

2. Perhitungan volume dengan rata-rata luas kali panjang

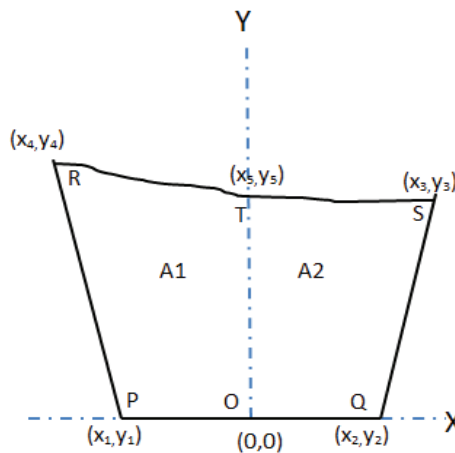
Kalau di bagian A permukaan tanah yang diukur mempunyai tinggi yang beragam dengan luas kisi atau grid tetap, di perhitungan volume kali ini yang beragam adalah luasnya bidang sedangkan panjangnya tetap. Pekerjaan yang menggunakan metode ini biasanya adalah pekerjaan dalam jangka panjang seperti perencanaan jalan raya ataupun perencanaan saluran air.



Gambar 4.19 Volume tanah yang akan diukur dalam panjang yang sama

Luas bidang PQSR berbeda dengan luas ABDC. Sedangkan jarak datar kedua bidang sama. Perhitungan luas bidang dapat dilakukan dengan cara koordinat, baik secara grafis (sudah pernah dibahas di Bab 3) maupun dengan cara matriks.

Perhitungan secara matriks dapat dilakukan dengan membuat garis sumbu-y vertikal di tengah bidang dan sumbu-x pada bidang datar yang menjadi acuan. Koordinat pada setiap titiknya merupakan absis x berupa jarak yang diukur garis sumbu-y dan ordinat y berupa jarak yang diukur dari garis acuan. Selanjutnya luas setiap areanya dilakukan dengan cara matriks sebagai berikut.



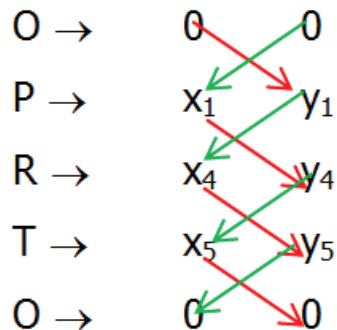
Gambar 4.20 Luas salah satu bidang yang akan diukur volumenya

Perhitungan luas ini tidak mengenal tanda karena tanda minus (-) dalam koordinat hanya menunjukkan posisi titik tersebut ada di sebelah kiri terhadap sumbu-y. Begitu pun sebaliknya tanda plus (+) dalam koordinat menunjukkan posisi titik tersebut ada di sebelah kanan sumbu-y.

Koordinat O(0,0) adalah pusat perpotongan sumbu-x dan sumbu-y. Koordinat P(x₁, y₁) jaraknya dari sumbu-y adalah x₁. Sedangkan jaraknya dari sumbu-x adalah y₁. Koordinat Q(x₂, y₂) jaraknya x₂ dari sumbu-y dan berjarak y₂ dari sumbu-x. Koordinat R(x₄, y₄) berjarak x₄ dari sumbu-y dan y₄ dari sumbu-x. Koordinat S(x₃, y₃) jaraknya x₃ dari sumbu-y dan y₃ dari sumbu-x dan yang terakhir koordinat T(x₅, y₅) berjarak x₅ dari sumbu-y dan y₅ dari sumbu-x.

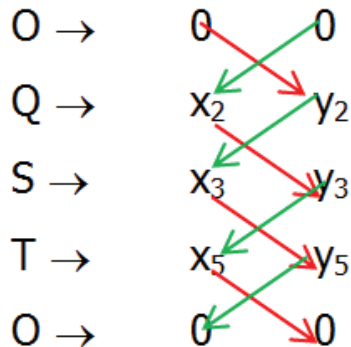
Area A1 adalah luas di sebelah kiri dan Area A2 adalah luas di sebelah kanan. Cara mencari luas dengan matriks untuk area A1 adalah menghitung

luas poligon OPRTO. Tanda panah merah dan hijau menunjukkan bilangan yang dikalikan. Sedangkan luas dihitung dengan jumlah bilangan yang dikalikan dengan tanda panah merah dikurangi jumlah bilangan yang dikalikan dengan tanda panah hijau.



$$LA_1 = (0.Y_1 + X_1.Y_4 + X_4.Y_5 + X_5.0) - (0.X_1 + Y_1.X_4 + Y_4.X_5 + Y_5.0)$$

Luas A_2 untuk area kanan sumbu adalah menghitung luas poligon OQSTO.



$$LA_2 = (0.Y_2 + X_2.Y_3 + X_3.Y_5 + X_5.0) - (0.X_2 + Y_2.X_3 + Y_3.X_5 + Y_5.0)$$

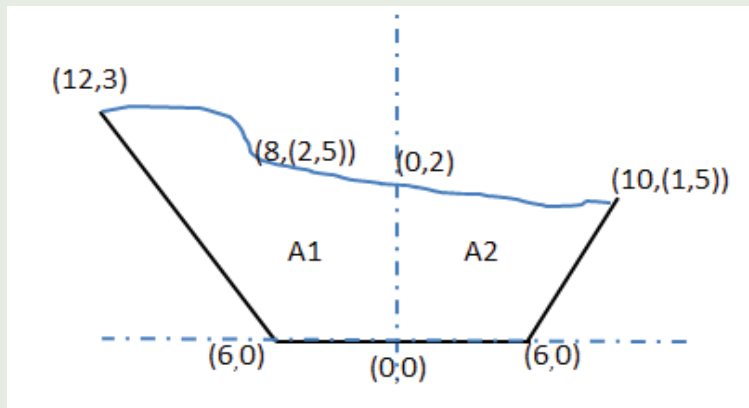
Luas bidang yang dihitung = $LA_1 + LA_2$

Dengan cara yang sama kalian dapat mencari luas bidang ABDC jika diketahui koordinatnya sehingga volume dapat dihitung berdasarkan rata-rata luas bidang yang diketahui dikalikan jarak-jarak bidang tersebut. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$V = \frac{\text{Luas PQSR} + \text{Luas ABCD}}{2} \times AP$$

Contoh soal

Diketahui gambar di bawah ini. Hitunglah luas area salah satu penampang trapesium tersebut.



Gambar 4.21 Contoh soal luas bidang

Jawab:

$$\begin{array}{r} \text{Luas A1} = 0 \\ 6 \\ 12 \\ 8 \\ 0 \\ 0 \end{array} \begin{array}{r} \rightarrow 0 \\ \rightarrow 0 \\ \rightarrow 3 \\ \rightarrow 2,5 \\ \rightarrow 2 \\ \rightarrow 0 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{LA1} &= (0.0+6.3+12.2,5+8.2+0.0) - \\ &\quad (0.6+0.12+3.8+2,5.0+2.0) \\ &= 64-24 = 40 \end{aligned}$$

Jadi, luas A1 sama dengan 40 m².

$$\begin{array}{r} \text{Luas A2} = 0 \\ 6 \\ 10 \\ 0 \\ 0 \end{array} \begin{array}{r} \rightarrow 0 \\ \rightarrow 0 \\ \rightarrow 1,5 \\ \rightarrow 2 \\ \rightarrow 0 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{LA2} &= (0.0+6.1,5+10.2+0.0) - \\ &\quad (0.6+0.10+1,5.0+2.0) \\ &= 29+0 = 29 \end{aligned}$$

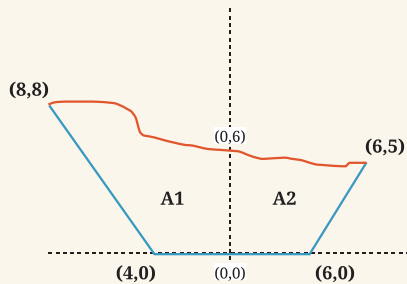
Jadi, luas A2 sama dengan 29 m².

Jadi, luas bidang trapesium pada gambar 4.21 adalah:

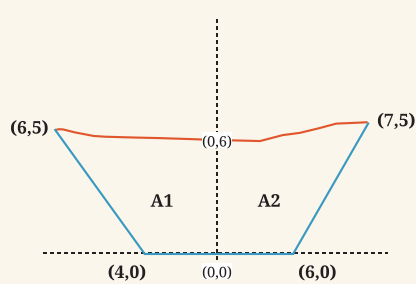
$$\begin{aligned} \text{A1} + \text{A2} &= 40 + 29 \\ &= 69 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Aktivitas Belajar 4.7

Dengan sikap mandiri dan bernalar kritis, Hitunglah hasil pengukuran dibawah ini, jika diketahui rencana pembuatan saluran air sepanjang 10 m. Dari hasil pengukuran diperoleh data seperti gambar 4.22 untuk penampang sebelah kanan dan gambar 4.23 untuk penampang sebelah kiri.



Gambar 4.22 Penampang saluran air sebelah kanan



Gambar 4.23 Penampang saluran air sebelah kiri

Berapakah volume tanah yang akan digali untuk pembuatan saluran air tersebut?



Refleksi

Setelah membaca materi di bab ini, berilah tanda centang (✓) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang sudah kamu kuasai dan berilah tanda silang (✗) pada tabel refleksi untuk bagian-bagian yang belum kamu kuasai.

Tabel 4.1. Refleksi Bab 4

No.	Materi	Tanda ✓ atau ✗
1	Mengukur luas dengan metode diagonal dan tegak lurus	
2	Mengukur luas dengan metode rangkaian segitiga	
3	Mengukur luas dengan metode koordinat siku	
4	Mengukur luas dengan metode polar	
5	Mengukur luas dengan metode juluran / simpson	
6	Perhitungan volume dengan alas persegi kali tinggi	
7	Perhitungan volume dengan rata-rata luas kali panjang	

Setelah mengerjakan tabel refleksi di atas, kalian dapat menuliskan materi dan aktivitas apa yang menurut kamu paling menyenangkan dan mengapa?



Rangkuman

Kondisi areal yang akan diukur dan alat yang tersedia akan memengaruhi metode pengukuran yang digunakan. Sedangkan perhitungan volume juga bagian yang sangat penting untuk dipahami ketika kalian nanti harus bekerja di bidang konstruksi dan pertambangan.

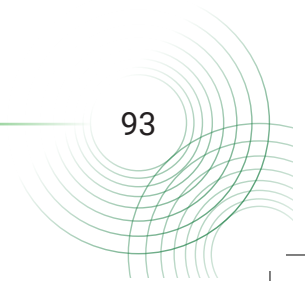
a. Pengukuran luas

Menggunakan metode sebagai berikut.

1. Diagonal tegak lurus digunakan untuk mengukur batas tanah kepemilikan (persil) yang tidak terlalu luas dan bentuk bangunan yang simetris.
2. Rangkaian segitiga digunakan untuk pengukuran area persil yang tidak terlalu luas.
3. Koordinat siku adalah membuat garis tegak lurus dari batas areal dan bangunan yang akan diukur terhadap garis sumbu yang melewati bidang tersebut.
4. Polar biasanya digunakan untuk mengukur area yang terbuka dan relatif datar, di mana semua titik yang diukur terlihat dari posisi alat.
5. Juluran dan Simpson digunakan untuk mengukur area yang batasnya tidak simetris atau berliku-liku.

b. Perhitungan volume

1. Perhitungan volume dengan alas persegi kali tinggi yaitu bidang yang sama sisinya pada bagian tanah yang dijadikan acuan kedatarannya kemudian dikalikan dengan rata-rata tingginya sampai permukaan tanah.
2. Perhitungan volume dengan rata-rata luas kali panjang, yaitu luasnya bidang rata-rata kanan dan kiri dikalikan dengan panjangnya jalur.

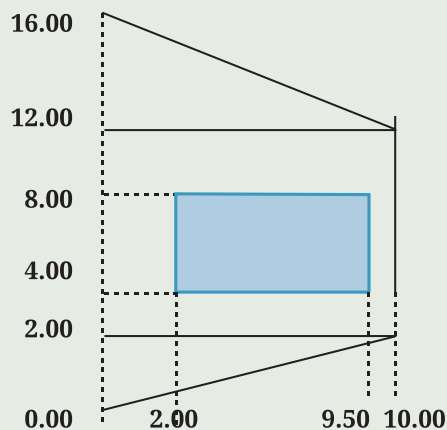




Penilaian

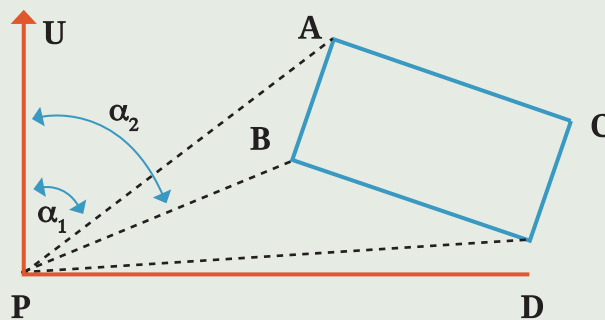
Mari kita uji pemahaman kalian tentang uraian materi di atas dengan menjawab pertanyaan di bawah ini.

1. Salah satu langkah kerja pada pengukuran luas dengan metode diagonal dan tegak lurus yang fungsinya mengontrol hasil pengukuran segi empat adalah ...
2. Sebutkan alat yang digunakan pada pengukuran dengan menggunakan metode rangkaian segitiga!
3. Diketahui sebuah areal seperti gambar di bawah ini.



Berapakah luas areal bidang yang diarsir jika dihitung dengan menggunakan metode koordinat siku?

4. Diketahui sebuah areal seperti gambar di bawah ini.

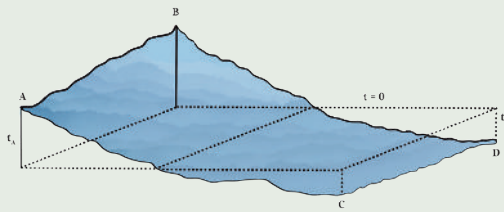


Berapakah luas areal bidang PAB jika dihitung dengan menggunakan metode polar?

5. Berapakah luas areal yang diukur dengan metode juluran jika diketahui data hasil pengukuran sebagai berikut.

$a=2\text{m}$, $b= 5\text{m}$, $t_1=3\text{m}$, $t_2=5\text{m}$, $t_3=6\text{m}$ dan $t_4=4\text{m}$

6. Sebuah areal yang tidak rata akan diratakan pada $t=0$ untuk lokasi perumahan seperti tampak pada gambar di bawah ini.



Diketahui panjang sisi kisi-kisi adalah $10 \times 10 \text{ m}^2$.

$$t_A = 0,54 \text{ m}$$

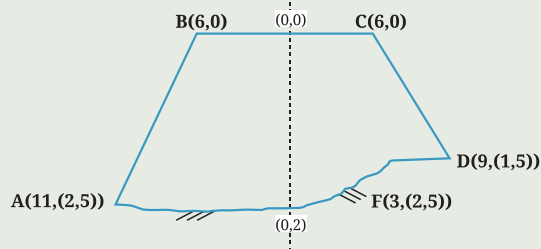
$$t_B = 0,63 \text{ m}$$

$$t_C = -0,24 \text{ m}$$

$$t_D = -0,3 \text{ m}$$

Berapa volume tanah yang harus dibuang agar permukaan tanah menjadi rata atau $t=0$?

7. Diketahui sebuah areal yang akan diuruk untuk proyek jalan terdiri atas 2 trapesium sepanjang 10 m. Salah satu trapesium yang telah dihitung luasnya adalah 40 m^2 . Trapesium yang lain adalah yang tampak pada gambar di bawah ini.



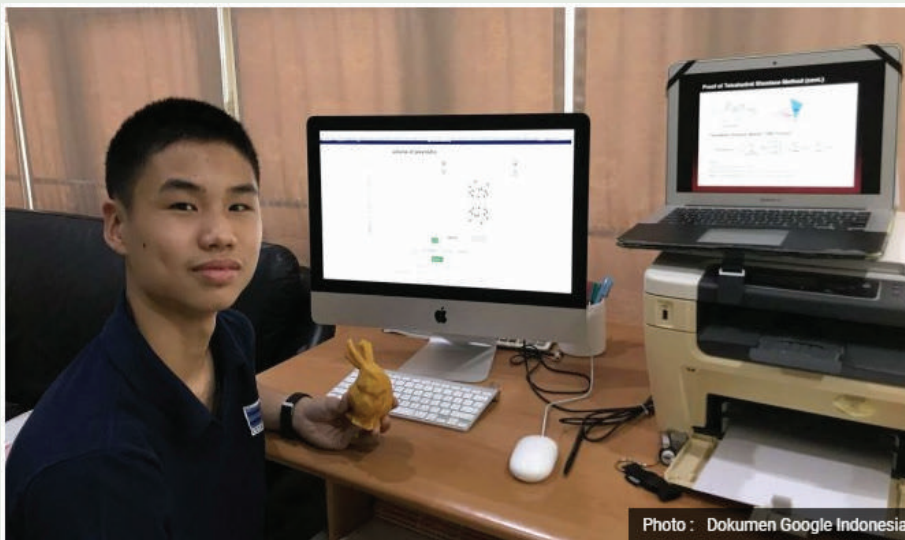
Hitunglah luas trapesium di atas dan volume urukan tanah untuk pekerjaan di atas!



Pengayaan

Pada era digital seperti saat ini, pengukuran luas untuk menentukan luas areal secara cepat dapat dilakukan dengan menggunakan alat laser distance meter atau berbagai aplikasi/*software* yang digunakan untuk pemetaan. Pada aplikasi peta, dengan menarik garis menggunakan *mouse* maka otomatis akan terbaca panjangnya dan dengan membuat poligon pada peta secara otomatis akan terbaca luasnya. Akan tetapi, penempatan titik batas yang terlihat di peta digital harus dibuat seteliti mungkin dengan memperbesar gambar atau memberi tanda yang jelas di lapangan sehingga ketika gambar diperbesar akan tampak tanda-tanda tersebut.

Dalam perhitungan volume kita belum dapat melakukan praktik secara langsung. Hal ini karena terkait sarana prasarana pengukuran volume tidak memungkinkan untuk dipraktikkan di sekolah. Seperti halnya menghitung luas, saat ini sudah banyak aplikasi yang dapat digunakan untuk mengukur volume. Terbukti bahwa siswa Indonesia ini bisa menghitung volume gunung di Planet Mars



Siswa kelas X SMA Cita Hati Surabaya, Nicholas Patrick

Gambar 4.24 Siswa kelas X yang mampu menghitung volume gunung di Mars
(Sumber : <https://www.viva.co.id/digital/teknopedia/1155775-siswa-indonesia-ini-bisa-hitung-volume-gunung-di-planet-mars>)

Seorang siswa kelas X dari Indonesia yang berhasil menghitung volume gunung di planet Mars diberitakan di link di atas menjadi sebuah prestasi yang membanggakan baik bagi diri pribadi, keluarga, sekolah dan bangsa Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa selain pengetahuan dasar pengukuran volume dengan teknologi kita juga dapat menghitung volume meskipun tidak berhadapan langsung dengan benda yang diukur.

Cerita di atas bisa menjadi inspirasi bagi kalian untuk melakukan hal-hal positif dengan menerapkan dasar-dasar keilmuan yang sudah kita pelajari terhadap hal-hal sederhana yang ada di sekitar kita dan berguna bagi orang lain. Coba pikirkan, hal sederhana apa yang ada di sekitar kalian yang berhubungan dengan perhitungan volume. Siapa tahu bisa membantu lingkungan kalian.



Glosarium

A

- Area Bidang yang akan digambar atau diukur.
Asimetris Bidang yang tidak sama panjang sisinya.

B

- Barometris Pengukuran beda tinggi berdasarkan tekanan udara.
Busur Garis lengkung yang dibentuk oleh jangka.

D

- Diagonal Garis yang membagi bidang menjadi dua bagian yang sama.
Diameter Garis yang membagi lingkaran menjadi dua bagian yang sama.
Digital Pengukuran dengan menampilkan bilangan biner.

E

- Elevasi Perbedaan tinggi dua buah titik.

G

- Gadget Gawai atau perangkat elektronik kecil yang digunakan fungsi khusus dan memiliki unsur kebaruan selain sebagai telekomunikasi.
Geodesi Ilmu yang mempelajari cara memetakan bumi.
Grid Persegi, bujur sangkar.

I

- Identitas gambar Keterangan yang memperjelas gambar.

K

- Kaidah Aturan
Kavling Pembagian sebuah area menjadi bidang yang kurang lebih sama luasnya
Kisi Persegi, bujur sangkar
Koreksi Perbaikan data agar pengukuran dapat menghasilkan data yang lebih teliti.

M

- Matriks Cara pengukuran luas melalui titik - titik koordinat.
Metode Cara mempelajari suatu ilmu.

N

- Nivo tabung Alat pengukur kedataran yang ditempatkan pada waterpass berbentuk tabung dengan gelembung udara didalamnya.

P

Patok	Titik sementara di lapangan
Paving block	Ubin tebal yang terbuat dari campuran pasir dan semen, dicetak dengan ketebalan 6 cm sampai 10 cm fungsinya untuk memperkeras jalan.
Poligon	Segi banyak
Proyeksi	Bayangan titik atau garis atau area pada sebuah bidang datar
Pythagoras	Penemu rumus segitiga siku-siku

R

Realita	Keadaan sebenarnya di lapangan
---------	--------------------------------

S

Simbol	Tanda yang dipahami oleh sebuah bidang keilmuan.
Simetris	Bidang yang sama panjang sisinya.
Skala	Perbandingan jarak di peta dengan jarak sebenarnya di lapangan.
Slag	Bidang di antara dua titik yang diukur beda tingginya.
Survei teretris	Pengukuran menggunakan alat di atas permukaan bumi untuk membuat peta.

T

Tata kelola	Menata dan mengelola agar sesuai dengan peruntukannya dan tidak melanggar hukum.
Tinggi titik	Tinggi sebuah titik yang diukur dari permukaan air laut.
Topografi	Pengukuran permukaan bumi dan pengaruh manusia terhadap lingkungan dan budaya lokal.
Trigonometris	Ilmu sudut dalam matematika

V

Vertikal	Pandangan tegak lurus terhadap permukaan bumi yang datar.
----------	---

W

Waterpass	Alat pengukur kedataran dengan menempatkan gelembung di nivo tabung berada di tengah.
-----------	---

Z

Zenit	Pengukuran sudut dengan menempatkan angka 0° ke arah atas atau sejajar dengan posisi berdiri manusia.
-------	--

Indeks

- A**
area 99, 100, 101
asimetris 101
- B**
barometris 101
busur 101
- C**
ceklis 101
- D**
diagonal 101
diameter 101
digital 101, 103
- E**
elevasi 101
- G**
gadget 101
garis bidik 101
geodesi 101
grid 101
- H**
horizontal 101
- I**
identitas gambar 101
- K**
kaidah 101
kavling 101
kisi 101
koordinat kartesius 101
koreksi 101
- M**
matriks 101
metode 101
- N**
nivo tabung 100, 101
- P**
patok 101
paving block 101
ploting 101
polar 101
poligon 101
proyeksi 101
pythagoras 101
- R**
realita 101
- S**
simbol 101
simetris 101
skala 101
slag 101
survei teretris 101
- T**
tata kelola 101
tinggi titik 101
topografi 101
trigonometris 101
- V**
vertikal 101
- Y**
yalon 101
- Z**
zenith 101

Daftar Pustaka

- Abidin, Hasanudin Z. dkk. 2011. *Survei Dengan GPS*. Bandung: Penerbit ITB.
- Afrianti Dini, dkk. 2007. *Matematika Kelompok Teknologi, Kesehatan dan Pertanian untuk SMK kelas XI*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Budiono, Mart. Agung S, Dwi. Ediyati. 1999. *Ilmu Ukur Tanah*. Bandung: Angkasa.
- D.S., Sumarlan. Soekarsono. Hadiwinoto, S. 1979. *Latihan Praktek Ukur Tanah dan Pemetaan 1*. Jakarta: Proyek Pengadaan Buku/Diklat Pendidikan Menengah Teknologi.
- Hadis. 1993. *Pengukuran dan Pemetaan*. Jakarta: PT Mahandra Sampana.
- Juharis, Rasul. 1999. *Gambar Teknik Bangunan*. Bandung: Angkasa.
- Noor, Muchidin. Hidayat, D. 1979. *Teori dan Praktek Ukur Tanah 1*. Jakarta: Proyek Pengadaan Buku/Diklat Pendidikan Menengah Teknologi.
- Ngazis, Amal Nur. 2019. <https://www.viva.co.id/digital/teknopedia/1155775-siswa-indonesia-ini-bisa-hitung-volume-gunung-di-planet-mars> (diakses 18 Oktober 2021).
- Roy,SK. Fundamental of Surveying. 2010. https://www.google.co.id/books/edition/FUNDAMENTALS_OF_SURVEYING/EJHYZAhOxFAC?hl=en&gbpv=1&dq=surveying+lecture+free+online&printsec=frontcover (diakses 16 oktober 2020).
- Scofield, W. Breach,M. Engineering Surveying. 2011. https://www.google.co.id/books/edition/Engineering_Surveying/bJdNDwAAQBAJ?hl=en&gbpv=1&dq=surveying+lecture+free+online&printsec=frontcover (diakses 11 oktober 2022).
- Wulansari, Heppy. 2018. *Gambar Teknik untuk SMK/MAK Kelas X*. Jakarta: Kompas Gramedia
- <https://www.pramukaria.id/2015/10/teknik-menentukan-azimuth-dan-back.html> (diakses 24-09-2022).

Profil Pelaku Perbukuan

Profil Penulis

Tutus Rektono Wahyuningrum, M.Pd.

Email : tutusrektono@gmail.com

Intansi : SMKN 1 Kota Sukabumi

Alamat Intansi : Jl. Kabandungan no.90 Sukabumi

Bidang Keahlian : Energi Pertambangan, Program Keahlian Teknik Geospasial



Riwayat Pekerjaan/Profesi

1. Guru honorer pada SMK Dwi Darma Parungkuda Kabupaten Sukabumi mulai tahun 1996 sampai dengan tahun 2002
2. Tahun 2002 sampai dengan 2005 bekerja sebagai guru honor di SMK Syamsul Ulum dan SMK Bina Teknik Kota Sukabumi

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar

1. SDN 1 Bawen pada tahun 1975
2. SMP Pangudi Luhur Ambarawa pada tahun 1982
3. SMAN 1 Ambarawa 1985
4. Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan S1, IKIP Semarang 1988
5. Manajemen Pendidikan Universitas Pakuan Bogor, 2011

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Dasar-dasar Geospasial

Profil Penelaah

Akhmad Syaripudin, S.Si., M.T.

Email : -
Intansi : BBPPMPV BMTI
Alamat Intansi : Jl. Pesantren KM 2 Cibabat Cimahi
Bidang Keahlian : -



Dodi Suryono, S.Tr.T

Email : dodialburuj17@gmail.com
Intansi : SMK Negeri 4 Pontianak
Alamat Intansi : Jl. Kom Yos Sudarso
Bidang Keahlian : Teknik Geospasial



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Pekerjaan Pelebaran Jalan Tayan- Teraju kecamatan Toba 2014
2. Pekerjaan Kontruksi Sunrise Residence, Jalan Karya Baru 2018
3. Guru Produktif Teknik Geospasial SMK Negeri 4 Pontianak 2019 - Sekarang

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar

1. SDN 44 Pontianak Barat
2. SMPN 13 Pontianak Barat
3. SMKN 4 Pontianak Barat (Teknik Survey dan Pemetaan)
4. Politeknik Negeri Pontianak (Teknik Sipil)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Perancangan Gedung Apartemen Tahan Gempa jalan budi karya 2019

Syafril Ramadhon

Email : syafril.ramadhon@gmail.com
Intansi : PPSDM Minyak dan Gas Bumi
Kementerian ESDM
Alamat Intansi : Jl. Sorogo No.1 Kabupaten Blora
Jawa Tengah
Bidang Keahlian : Teknik Geospasial



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Pengajar di Bidang Survey dan Pemetaan di Kementerian ESDM
2. Penyusun Kurikulum di Bidang Survey dan Pemetaan di Kementerian ESDM
3. Asesor Uji Kompetensi pada STTK Penyelidikan Seismik dan Juru Ukur Tambang
4. Wakil Ketua Tim perumus SKKNI Penyelidikan Seismik Refleksi dengan Menggunakan Sumber Getar Dinamit
5. Juri pada Lomba Kompetensi Siswa SMK Bidang Teknik Geospasial tingkat Provinsi Jawa Tengah

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar

1. S-1 Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung (2001-2006)
2. S-2 Teknik Perminyakan Institut Teknologi Bandung (2009-2011)
3. S-3 Pengembangan Kurikulum Universitas Pendidikan Indonesia (2015-2019)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Faktor-Faktor Motivasi Kerja Pegawai Negeri Sipil di Indonesia diterbitkan oleh Jurnal Administrasi Pendidikan (2021)
2. Perbandingan Posisi Tiga Dimensi Pengukuran GNSS Menggunakan Metode Diferensial Statik dengan Berbagai Variasi Epoch Rate diterbitkan oleh Journal of Geospatial Information Science and Engineering (2021)
3. Perbandingan Ketelitian Posisi Tiga Dimensi dari Perangkat Lunak Pengolahan Data GNSS Komersial diterbitkan oleh Journal of Geospatial Information Science and Engineering (2020)
4. Efektivitas Pendekatan Student-Centered Learning dalam Pelatihan Survey Topografi di Bandung diterbitkan oleh Jurnal Kewidyaiswaraan (2020)
5. Pengaruh Lingkungan Pengamatan pada Ketelitian Horisontal GNSS dengan Metode RTK-NTRIP diterbitkan oleh Jurnal MigasZoom (2020)
6. Analysis of Information Processing Learning Model in Improving Arabic Reading Skills diterbitkan oleh Journal of Physics (2020)

Informasi Lain dapat dilihat pada pranala berikut:

<https://scholar.google.co.id/citations?user=1VM7TDkAAAAJ&hl=id>

Profil Ilustrator

Daniel Tirta Ramana S.Sn.

Email : Danieltirta89@gmail.com

Alamat Kantor : Bekasi Utara 17124

Bidang Keahlian : Multimedia & Desain



Riwayat Pekerjaan/Profesi

1. Sevenotes-EO (2010-2011)
2. Apple box - motion graphic (2011-2013)
3. Bloomberg Tv - Motion graphic (2012 - 2015)
4. iNews Tv Indonesia - Motion graphic (2015 - 2017)
5. Founder & Owner di @sepatu.capung (shoes store), Local Pride Garage (Media - instagram, tiktok) (2017-sekarang)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar

1. S1: DKV IKJ - Multimedia (2007-2012).

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Desain dan Ilustrasi Buku Kurikulum 2013

Portofolio dapat dilihat di:

<https://www.behance.net/danielDTR>

Profil Editor

Sayyidatul Khoiridah, S.Si., MT.

Email : Sayyidatul.khoiridah@gmail.com

Alamat Kantor : Jalan Semolowaro No. 84,
Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo,
Kota Surabaya, Jawa Timur 60118

Bidang Keahlian : Sains dan Teknologi



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. 2019 – sekarang: Dosen tetap di Universitas Dr. Soetomo Surabaya
2. 2017 – sekarang: Editor freelance di PT. Masmedia Buana Pustaka
3. 2018 – sekarang: Penulis dan editor freelance di PT. Jepe Press Media Utama

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. S-1 : Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (2010 – 2014)
2. S-2: Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (2014 – 2016)

Judul Buku dan Tahun Terbit:

1. Buku materi pramuka: "Kami Pramuka Penggalang" (2015)
2. Buku materi pramuka: "Kami Pramuka Penegak" (2015)
3. Buku Pendamping Bahan Ajar: "INCER (Indonesia Cerdas) Pendamping Bahan Ajar Kurikulum 2013 Matematika Kelas VII SMP/MTs" (2018)
4. Buku nonteks "Melihat Keindahan dalam Bingkai Kamera" (2018)
5. Buku Bunga Rampai Abdimas "Merdeka Berpikir Catatan Harian Pandemi Covid-19" (2020)
6. Book Chapter Abdimas "Padamu Negeri Kami Mengabdikan" (2022)

Judul Buku yang Disunting (10 Tahun Terakhir):

1. Ilmu Pengetahuan Alam kelas 7 (2022)
2. Book Chapter Abdimas "Padamu Negeri Kami Mengabdikan" (2022)
3. Book Chapter Abdimas "Persembahkan UNITOMO Untuk Negeri (2021)
4. Buku Bunga Rampai "Merdeka Berpikir Catatan Harian Pandemi Covid-19" (2020)

Judul penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Validasi Potensi Tsunami Berdasarkan Estimasi Durasi Patahan Dan Pemodelan Tsunami Di Wilayah Barat Sumatra (Studi Kasus: Gempa Bumi Nias 2005 Dan Mentawai 2010) (2017)
2. Pemodelan Gempa Bumi Pembangkit Tsunami Di Wilayah Papua (Studi Kasus: Gempa Bumi Biak, 17 Februari 1996) (2022)

Futri F. Wijayanti, S.Hum., M.A.

Email : futri.wijayanti@kemdikbud.go.id
Intansi : Kementerian Pendidikan,
Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Bidang Keahlian : Pengembang Perbukuan



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Library Consultant, (2007-2008).
2. Legal Librarian (Pamungkas & Partners), (2008-2010).
3. Pengembang Perbukuan dan Penyunting, (2013-sekarang).

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar

1. S1 Ilmu Perpustakaan, Universitas Indonesia, tahun lulus 2007.
2. S2 Kajian Budaya dan Media (peminatan Manajemen Informasi dan Perpustakaan), Universitas Gadjah Mada, tahun lulus 2018.

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Biji Semangka Ajaib (2020).

Pengalaman menyunting

1. Buku Panduan Guru Pendidikan Khusus bagi Peserta Didik Autis disertai Hambatan Intelektual (2022).
2. Buku Panduan Guru Pendidikan Khusus bagi Peserta Didik dengan Hambatan Intelektual (2021).
3. Informatika untuk SMA Kelas XI (2021).
4. Buku Panduan Guru Informatika untuk SMA Kelas XI (2021).
5. Rusaknya Suara Kodok (2019).
6. Operasi Sampah di Taman (2019).
7. Rambut Juga Butuh Mandi (2019).
8. Titi dan Ira Berbagi Kebahagiaan (2019).

Profil Desainer

Sona Purwana S.Ds.

Email : inisihsona@gmail.com
Alamat Kantor : Kabupaten Bandung
Bidang Keahlian : Desain Grafis



Riwayat Pekerjaan/Profesi

1. Desainer Grafis, 2010-sekarang

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar

1. S1 Desain Komunikasi Visual, Sekolah Tinggi Teknologi Bandung, tahun lulus 2021

Pengalaman Mendesain Buku (3 Tahun terakhir)

1. Buku Panduan Guru Pendidikan Khusus bagi Peserta Didik Autis disertai Hambatan Intelektual (2022).
2. Parentime (2022).
3. Fatherman (2022).
4. Agar Ayah Enggak Masuk Neraka (2022).
5. Ilmu Bayan; Menyingkap Kekayaan Bahasa Arab Alquran (2022).
6. Buku Panduan Guru Informatika untuk SMA Kelas XI (2021).
7. Buku Panduan Guru Informatika untuk SMP Kelas IX (2021).