KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian
Teknik Geomatika

Pedagogik : Pengembangan Strategi Pembelajaran
Profesional : Mendeteksi Data pada Alat Ukur Pekerjaan Survey

KELOMPOK KOMPETENSI
B

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian

Teknik Geomatika

Penyusun :

Nevy Sandra, ST., M. Eng
UNP Padang
nevysandra@gmail.com
082171826663

Reviewer :

Ir. Ependi Napitupulu, MT
POLMED Medan
ependi.napitu@yahoo.com
081370632859

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK
MEDAN
2016

Dilindungi Undang-Undang

Milik Negara
TidakDiperdagangkan

Kontributor : Nevy Sandra, ST, M.Eng
Penyunting Materi : Ir. Ependi Napitu, MT
Penyunting Bahasa : Badan Bahasa
Penyelia Penerbitan : Politeknik Media Kreatif, Jakarta

Disklaimer: *Modul ini merupakan bahan untuk Pengembangan Kompetensi Berkelanjutan Guru pasca UKG. Dan merupakan "dokumen hidup" yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman.Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas modul ini.*

750.014
BAS
k

Katalog DalamTerbitan (KDT)

Cetakan ke-1, 2016
Disusun dengan huruf Arial 11

KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat PKB.

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR **ii**

DAFTAR ISI **iii**

DAFTAR GAMBAR **vi**

DAFTAR TABEL **ix**

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1

B. Tujuan 2

C. Peta Kompetensi 2

D. Ruang Lingkup 2

E. Petunjuk Penggunaan Modul 3

BAB II PEDAGOGIK

Kegiatan Pembelajaran 1 5

A. Tujuan Pembelajaran 5

B. Indikator Pencapaian Kompetensi 5

C. Uraian Materi 5

Kegiatan Pembelajaran 2 28

A. Tujuan Pembelajaran 28

B. Indikator Pencapaian Kompetensi 28

C. Uraian Materi 28

Kegiatan Pembelajaran 3 37

A. Tujuan Pembelajaran 37

B. Indikator Pencapaian Kompetensi 37

C. Uraian Materi 37

D. Latihan 56

E. Rangkuman 56

F. Daftar Pustaka 57

BAB III PROFESIONAL

Kegiatan Pembelajaran 1 **58**

A. Tujuan Pembelajaran 58

B. Indikator Pencapaian Kompetensi 58

C. Uraian Materi 58

D. Aktivitas Pembelajaran 95

E. Latihan 97

F. Ringkasan 97

G. Kunci Jawaban Latihan 98

Lembar Kerja 99

Kegiatan Pembelajaran 2 102

A. Tujuan Pembelajaran 102

B. Indikator Pencapaian Kompetensi 102

C. Uraian Materi 102

D. Aktivitas Pembelajaran 145

E. Latihan 148

F. Ringkasan 149

G. Kunci Jawaban Latihan 150

Lembar Kerja 153

Kegiatan Pembelajaran 3 164

A. Tujuan Pembelajaran 164

B. Indikator Pencapaian Kompetensi 164

C. Uraian Materi 164

D. Aktivitas Pembelajaran 178

E. Latihan 178

F. Ringkasan 179

G. Kunci Jawaban Latihan 179

Kegiatan Pembelajaran 4 180

A. Tujuan Pembelajaran 180

B. Indikator Pencapaian Kompetensi 180

C. Uraian Materi 180

D. Aktivitas Pembelajaran 188
E. Latihan 189
F. Ringkasan 190
G. Kunci Jawaban Latihan 190

BAB IV PENUTUP **193**

BAB V EVALUASI **194**

DAFTAR PUSTAKA **196**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Jarak	59
Gambar 1.2	Jarak Miring, Jarak Mendatar dan Beda Tinggi	59
Gambar 1.3	Pengukuran Jarak	60
Gambar 1.4	Pacing	62
Gambar 1.5	Taping dalam beberapa bentangan	63
Gambar 1.6	Taping pada permukaan miring	63
Gambar 1.7	Basis Konstan, Sudut Paralaks Variabel	64
Gambar 1.8	Sudut Paralaks Konstan, Basis Variabel	65
Gambar 1.9	Pengukuran metode tangensial	65
Gambar 1.10	Pengukuran metode stadia	66
Gambar 1.11	Alat Subtense Bar	68
Gambar 1.12	Prosedur EDM	68
Gambar 1.13	Persyaratan Dasar Dalam Penentuan Sudut	70
Gambar 1.14	Sudut Vertikal	71
Gambar 1.15	Sudut Horizontal	72
Gambar 1.16	Bacaan Sudut dan Sudut	73
Gambar 1.17	Metode untuk menentukan arah titik A	73
Gambar 1.18	Metode untuk menentukan arah titik A dan titik B	74
Gambar 1.19	Bidang Datum	75
Gambar 1.20	Beda tinggi	75
Gambar 1.21	Barometer	76
Gambar 1.22	*Trigonometric leveling*	*78*
Gambar 1.23	Metode sipat datar	79
Gambar 1.24	Alat Sipat Datar diatas Salah Satu Titik	79
Gambar 1.25	Alat Sipat Datar di antara Dua Titik	80
Gambar 1.26	Alat Sipat Datar Diantara Dua Titik	80
Gambar 1.27	Posisi Alat untuk Mengeleminir Kesalahan Garis Bidik	83
Gambar 1.28	Lingkaran Keliling Bumi	84
Gambar 1.29	Garis Lintang dan Bujur	86
Gambar 1.30	Garis Khatulistiwa	86
Gambar 1.31	Garis Bujur	87

Gambar 1.32	Pembagian Zona Dalam Koordinat UTM	90
Gambar 1.33	Salib Sumbu	92
Gambar 1.34	Sistem Kuadran	92
Gambar 1.35	Koordinat Cartesian	93
Gambar 1.36	Koordinat Polar	93
Gambar 1.37	Koordinat 3 dimensi	94
Gambar 1.38	Hubungan jarak, sudut dan koordinat	94
Gambar 2.1	Pengukuran jarak dengan pita ukur	103
Gambar 2.2	Pengukuran Jarak Miring	105
Gambar 2.3	Pengukuran Jarak Miring dengan Kemiringan 3-10 %	107
Gambar 2.4	Pengukuran Lebar Sungai (Jarak yang ada Halangan)	109
Gambar 2.5	Cara untuk mendapatkan jarak (lebar sungai)	110
Gambar 2.6	Penentuan Besar Sudut Metoda Sinus	112
Gambar 2.7	Penentuan Besar Sudut Metoda Tangens	113
Gambar 2.8	Metoda Segitiga	114
Gambar 2.9	Pembuatan sudut siku Metoda Busur pada garis	115
Gambar 2.10	Pembuatan sudut siku Metoda Busur pada Titik	116
Gambar 2.11	Pembuatan sudut siku Metoda Setengah Lingkaran	117
Gambar 2.12	Kayu Palang	119
Gambar 2.13	Prisma	120
Gambar 2.14	Pengukuran Cara Barometeris	120
Gambar 2.15	Pengukuran Cara Trigonometris	121
Gambar 2.16	Pengukuran beda tinggi dengan pipa plastik	123
Gambar 2.17	Pengukuran beda tinggi dengan Waterpas	125
Gambar 2.18	Metoda Polar	126
Gambar 2.19	Pengikatan ke muka	128
Gambar 2.20	Pengikatan Kebelakang	128
Gambar 2.21	Poligon terbuka tidak terikat	130
Gambar 2.22	Poligon terbuka terikat koordinat	131
Gambar 2.23	Poligon terbuka terikat azimuth	131
Gambar 2.24	Poligon terbuka terikat sempurna	131
Gambar 2.25	Poligon tertutup tidak terikat	132
Gambar 2.26	Poligon tertutup terikat koordinat	132
Gambar 2.27	Poligon tertutup terikat azimuth	133

Gambar 2.28	Poligon tertutup terikat sempurna	133
Gambar 3.1	Pembagian kuadran azimuth	158
Gambar 3.2	Azimuth Matahari	162
Gambar 3.3	Sudut Jurusan	164
Gambar 3.4	Sudut Jurusan	164
Gambar 3.5	Sudut Jurusan dalam sumbu cartesian	165
Gambar 3.6	Koordinat pada sudut jurusan	165
Gambar 3.7	Azimuth	166
Gambar 3.8	Bearing	167
Gambar 3.9	Hitungan Bearing	168
Gambar 3.10	Bearing dengan notasi N, S, E, W	169
Gambar 3.11	Azimuth dan Back Bearing	170
Gambar 3.12	Azimuth dan Bearing	170
Gambar 4.1	Sudut Deklinasi	175
Gambar 4.2	Azimuth Selatan Timur dan Utara Barat	176
Gambar 4.3	Azimuth Selatan Barat dan Utara Timur	177
Gambar 4.4	Kuadran	179
Gambar 4.5	Azimuth	180
Gambar 4.6	Azimuth Dari Titik Tetap	180
Gambar 4.7	Azimuth Dari Rangkaian Titik	181

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Alat Pengukur Jarak Elektronis	69
Tabel 2.1	Kesalahan yang diperkenankan untuk Pengukuran Jarak di Lapangan	100
Tabel 2.2	Tabel Pengukuran lebar sungai	111
Tabel 3.1	Sudut arah dalam gambar 3.9	169
Tabel 4.1	Kuadran Azimuth	181

BAB 1 PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Pengembangan keprofesian berkelanjutan adalah pengembangan kompetensi guru dan tenaga kependidikan yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya. Dengan demikian pengembangan keprofesian berkelanjutan adalah suatu kegiatan bagi guru dan tenaga kependidikan untuk memelihara dan meningkatkan kompetensinya secara keseluruhan, berurutan dan terencana, mencakup bidang-bidang yang berkaitan dengan profesinya didasarkan pada kebutuhan individu guru dan tenaga kependidikan.

Kegiatan ini dilaksanakan berdasarkan hasil pemetaan guru SMK bidang teknologi setelah dilakukan uji kompetensi guru, sebagai bagian dari pengembangan diri dalam rangka menciptakan guru yang professional. Agar kegiatan pengembangan diri guru tercapai secara optimal diperlukan modul-modul yang digunakan sebagai salah satu sumber belajar pada kegiatan diklat fungsional dan kegiatan kolektif guru dan tenaga kependidikan lainnya. Modul Diklat PKB pada intinya merupakan model bahan belajar (learning material) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul diklat merupakan substansi materi pelatihan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi yang didesain dalam bentuk *printed materials* (bahan tercetak).

Modul diklat PKB ini dikembangkan untuk memenuhi kegiatan PKB bagi guru dan tenaga kependidikan paket keahlian Geomatika pada grade/ level 2 yang terfokus dalam pemenuhan peningkatan kompetensi pedagogik dan professional yang memenuhi prinsip: berpusat pada kompetensi (*competencies oriented*), pembelajaran mandiri (*self-instruction*), maju

berkelanjutan (*continuous progress*), penataan materi yang utuh dan lengkap (*whole-contained*), rujuk-silang antar isi mata diklat (*cross referencing*), dan penilaian mandiri (*self-evaluation*)

B. Tujuan

Secara umum tujuan penulisan modul ini adalah untuk meningkatkan kualitas layanan dan mutu pendidikan paket keahlian Geomatika serta mendorong guru untuk senantiasa memelihara dan meningkatkan kompetensinya secara terus-menerus secara profesional.

Secara khusus tujuannya adalah untuk:

a. Meningkatkan kompetensi guru paket keahlian Geomatika untuk mencapai standar kompetensi yang ditetapkan.
b. Memenuhi kebutuhan guru paket keahlian Geomatika dalam peningkatan kompetensi sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni.
c. Meningkatkan komitmen guru paket keahlian Geomatika dalam melaksanakan tugas pokok dan fungsinya sebagai tenaga profesional.
d. Menumbuhkembangkan rasa cinta dan bangga sebagai penyandang profesi guru.

C. Peta kompetensi

Peta kompetensi untuk Penelitian Tindakan Kelas ini menfacu kepada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru. Di dalam Permendiknas ini dinyatakan bahwa Kompetensi Guru dibagi menjadi 4 aspek yaitu: Kompetensi Pedagogik, Kompetensi Kepribadian, Kompetensi Profesional, dan Kompetensi Sosial.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup modul meliputi:

a. Pedagogik
    1. Pendekatan pembelajaran saintifik diterapkan sesuai dengan karakteristik matei yang akan diajarkan

2. Berbagai strategi/model pembelajaran (Problem based learning, Discovery Learning dan Inquary Learning) dibedakan dengan tepat
3. Berbagai metoda dan teknik pembelajaran dijelaskan dengan benar
4. Berbagai metoda dan teknik pembelajaran diterapkan sesuai dengan tujuan pembelajaran

b. Profesional
   1. Mendeteksi data jarak sudut,beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis.
   2. Membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis.
   3. Menguraikan azimuth
   4. Mengukur azimuth dengan berbagai metode.

E. Petunjuk Penggunaan Modul

Ikutilah petunjuk ini selama anda mengikuti kegiatan belajar

a. Sebelum melakukan kegiatan belajar mulailah dengan doa, sebagai ucapan syukur bahwa anda masih memiliki kesempatan belajar dan memohon kepada Tuhan agar di dalam kegiatan Geomatika selalu dalam bimbinganNya.
b. Pelajari dan pahami lebih dahulu Konsep dan Hakikat Pengalaman Belajar, menguraikan teknik pengukuran dan pemetaan topografi, mengukur topografi, dan membuat peta topografi dengan perangkat lunak yang disajikan, kemudian dapat menggambarkannya dengan baik
c. Bertanyalah kepada instruktur bila mengalami kesulitan dalam memahami materi pelajaran.
d. Dapat juga menggunakan buku referensi yang menunjang bila dalam modul ini terdapat hal-hal yang kurang jelas.
e. Kerjakan tugas-tugas yang diberikan dalam lembar kerja dengan baik
f. Dalam mengerjakan praktek lapangan utamakan ketelitian pengukuran, kebenaran, dan kemampuan penggunaan alat. Jangan membuang-buang waktu saat praktek dan juga jangan terburu-buru yang menyebabkan kurangnya ketelitian dan menimbulkan kesalahan.

g. Setelah praktek selesai, dilanjutkan dengan membuat laporan. Sebelum dikumpul kepada fasilitator sebaiknya periksa sendiri terlebih dahulu secara cermat, dan perbaikilah bila ada kesalahan, serta lengkapilah terlebih dahulu bila ada kekurangan.

BAB 2

PEDAGOGIK

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PENDEKATAN PEMBELAJARAN SAINTIFIK

A. Tujuan:

Setelah mengikuti pelatihan strategi pembelajaran kejuruan, diharapkan peserta mampu

a. Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik
b. Memahami dan menerapkan strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu

B. Indikator Pencapaian Kompetensi:

a. Pendekatan pembelajaran saintifik diterapkan sesuai dengan karakteristik matei yang akan diajarkan
b. Berbagai strategi/model pembelajaran (Problem based learning, Discovery Learning dan Inquary Learning) dibedakan dengan tepat
c. Berbagai metoda dan teknik pembelajaran dijelaskan dengan benar
d. Berbagai metoda dan teknik pembelajaran diterapkan sesuai dengan tujuan pembelajaran

C. Uraian Materi

1. PENDAHULUAN TEORI BELAJAR DAN PRINSIP PEMBELAJARAN

a. Aplikasi Teori Behavioristik dalam Pembelajaran

Teori belajar behavioristik adalah sebuah teori yang menyatakan tentang perubahan tingkah laku sebagai hasil dari pengalaman. Aliran ini menekankan pada terbentuknya perilaku yang tampak sebagai hasil belajar. Teori behavioristik dengan model hubungan stimulus-responnya, mendudukkan orang yang belajar sebagai individu yang pasif. Munculnya perilaku akan semakin kuat bila

diberikan penguatan dan akan menghilang bila dikenai hukuman. Belajar merupakan akibat adanya interaksi antara stimulus dan respon. Seseorang dianggap telah belajar sesuatu jika dia dapat menunjukkan perubahan perilakunya. Menurut teori ini dalam belajar yang penting adalah input yang berupa stimulus dan output yang berupa respon. Stimulus adalah apa saja yang diberikan guru kepada peserta didik, sedangkan respon berupa reaksi atau tanggapan peserta didik terhadap stimulus yang diberikan oleh guru tersebut. Proses yang terjadi antara stimulus dan respon tidak penting untuk diperhatikan karena tidak dapat diamati dan tidak dapat diukur. Yang dapat diamati adalah stimulus dan respon, oleh karena itu apa yang diberikan oleh guru (stimulus) dan apa yang diterima oleh peserta didik (respon) harus dapat diamati dan diukur. Teori ini mengutamakan pengukuran, sebab pengukuran merupakan suatu hal penting untuk melihat terjadi atau tidaknya perubahan tingkah laku tersebut.

Menurut Thorndike, belajar adalah proses interaksi antara stimulus dan respon. Perubahan tingkah laku akibat kegiatan belajar *tidak dapat diamati*. Meskipun aliran behaviorisme sangat mengutamakan pengukuran, tetapi tidak dapat menjelaskan bagaimana cara mengukur tingkah laku yang tidak dapat diamati. Teori Thorndike ini disebut pula dengan teori koneksionisme.

Watson mendefinisikan belajar sebagai proses interaksi antara stimulus dan respon, namun stimulus dan respon yang dimaksud *harus dapat diamati (observable) dan dapat diukur*. Jadi walaupun dia mengakui adanya perubahan-perubahan mental dalam diri seseorang selama proses belajar, namun dia menganggap faktor tersebut sebagai hal yang tidak perlu diperhitungkan karena tidak dapat diamati.

Clark Hull juga menggunakan variabel hubungan antara stimulus dan respon untuk menjelaskan pengertian belajar. Semua fungsi tingkah laku bermanfaat terutama untuk menjaga agar organisme tetap

bertahan hidup. Oleh sebab itu Hull mengatakan kebutuhan biologis (drive) dan pemuasan kebutuhan biologis (drive reduction) adalah penting dan menempati posisi sentral dalam seluruh kegiatan manusia, sehingga stimulus (stimulus dorongan) dalam belajarpun hampir selalu dikaitkan dengan kebutuhan biologis, walaupun respon yang akan muncul mungkin dapat berwujud macam-macam. Penguatan tingkah laku juga dikaitkan dengan kondisi biologis.Diharapkan guru dapat mengasosiasi stimulus respon secara tepat. Peserta didik harus dibimbing melakukan apa yang harus dipelajari. Guru tidak boleh memberikan tugas yang mungkin diabaikan oleh anak.

Menurut Skinner hubungan antara stimulus dan respon yang terjadi melalui interaksi dengan lingkungannya, yang kemudian menimbulkan perubahan tingkah laku. Menurutnya respon yang diterima seseorang tidak sederhana karena stimulus-stimulus yang diberikan akan saling berinteraksi dan interaksi antar stimulus itu akan mempengaruhi respon yang dihasilkan. Respon yang diberikan ini memiliki konsekuensi-konsekuensi. Konsekuensi-konsekuensi inilah yang nantinya mempengaruhi munculnya perilaku. Oleh karena itu dalam memahami tingkah laku seseorang secara benar harus memahami hubungan antara stimulus yang satu dengan lainnya, serta memahami konsep yang mungkin dimunculkan dan berbagai konsekuensi yang mungkin timbul akibat respon tersebut.

Analisis Teori Behavioristik

Pendidik yang masih menggunakan kerangka behavioristik biasanya merencanakan kurikulum dengan menyusun isi pengetahuan menjadi bagian-bagian kecil yang ditandai dengan suatu keterampilan tertentu. Kemudian, bagian-bagian tersebut disusun secara dari yang sederhana sampai yang komplek.

Pandangan teori behavioristik telah cukup lama dianut oleh para pendidik. Teori ini banyak dikritik karena seringkali tidak mampu

menjelaskan situasi belajar yang kompleks, sebab banyak variabel atau hal-hal yang berkaitan dengan pendidikan dan/atau belajar yang dapat diubah menjadi sekedar hubungan stimulus dan respon. Teori ini tidak mampu menjelaskan penyimpangan-penyimpangan yang terjadi dalam hubungan stimulus dan respon.

Teori behavioristik juga cenderung mengarahkan peserta didik untuk berfikir linier, konvergen, tidak kreatif dan tidak produktif. Pandangan teori ini bahwa belajar merupakan proses pembentukan atau shaping, yaitu membawa peserta didik menuju atau mencapai target tertentu, sehingga menjadikan peserta didik tidak bebas berkreasi dan berimajinasi. Padahal banyak faktor yang mempengaruhi proses belajar, proses belajar tidak sekedar pembentukan atau shaping.

Aliran ini menekankan pada terbentuknya perilaku yang tampak sebagai hasil belajar. Teori behavioristik dengan model hubungan stimulus responnya, mendudukkan orang yang belajar sebagai individu yang pasif. Respon atau perilaku tertentu dengan menggunakan metode drill atau pembiasaan semata. Munculnya perilaku akan semakin kuat bila diberikan reinforcement dan akan menghilang bila dikenai hukuman.

Aplikasi teori behavioristik dalam kegiatan pembelajaran tergantung dari beberapa hal seperti: tujuan pembelajaran, sifat materi pelajaran, karakteristik peserta didik, media dan fasilitas pembelajaran yang tersedia. Pembelajaran yang dirancang dan berpijak pada teori behavioristik memandang bahwa pengetahuan adalah obyektif, pasti, tetap, tidak berubah. Pengetahuan telah terstruktur dengan rapi, sehingga belajar adalah perolehan pengetahuan, sedangkan mengajar adalah memindahkan pengetahuan (transfer of knowledge) ke orang yang belajar atau peserta didik. Fungsi mind atau pikiran adalah untuk menjiplak struktur pengetahuan yag sudah ada melalui proses berpikir yang dapat dianalisis dan dipilah, sehingga makna yang dihasilkan dari proses berpikir seperti ini ditentukan oleh karakteristik struktur pengetahuan tersebut. Peserta didik diharapkan

akan memiliki pemahaman yang sama terhadap pengetahuan yang diajarkan. Artinya, apa yang dipahami oleh pengajar atau guru itulah yang harus dipahami oleh murid.

Demikian halnya dalam pembelajaran, peserta didik dianggap sebagai objek pasif yang selalu membutuhkan motivasi dan penguatan dari pendidik. Oleh karena itu, para pendidik mengembangkan kurikulum yang terstruktur dengan menggunakan standar-standar tertentu dalam proses pembelajaran yang harus dicapai oleh para peserta didik. Begitu juga dalam proses evaluasi belajar peserta didik diukur hanya pada hal-hal yang nyata dan dapat diamati sehingga hal-hal yang bersifat tidak teramati kurang dijangkau dalam proses evaluasi.

Implikasi dari teori behavioristik dalam proses pembelajaran dirasakan kurang memberikan ruang gerak yang bebas bagi peserta didik untuk berkreasi, bereksperimentasi dan mengembangkan kemampuannya sendiri. Siswa dianggap sebagai robot yang hanya menjalankan perintah guru. Akibatnya peserta didik kurang mampu untuk berkembang sesuai dengan potensi yang ada pada diri mereka.

Karena teori behavioristik memandang bahwa pengetahuan telah terstruktur rapi dan teratur, maka peserta didik atau orang yang belajar harus dihadapkan pada aturan-aturan yang jelas dan ditetapkan terlebih dulu secara ketat. Pembiasaan dan disiplin menjadi sangat esensial dalam belajar, sehingga pembelajaran lebih banyak dikaitkan dengan penegakan disiplin. Kegagalan atau ketidakmampuan dalam penambahan pengetahuan dikategorikan sebagai kesalahan yang perlu dihukum dan keberhasilan belajar atau kemampuan dikategorikan sebagai bentuk perilaku yang pantas diberi hadiah. Ketaatan pada aturan dipandang sebagai penentu keberhasilan belajar. Siswa adalah objek yang berperilaku sesuai dengan aturan, sehingga kontrol belajar harus dipegang oleh sistem yang berada di luar dirinya.

Pembelajaran mengikuti urutan kurikulum secara ketat, sehingga aktivitas belajar lebih banyak didasarkan pada buku teks/buku wajib dengan penekanan pada ketrampilan mengungkapkan kembali isi buku teks/buku wajib tersebut.

Evaluasi hasil belajar menuntut jawaban yang benar. Maksudnya bila peserta didik menjawab secara “benar” sesuai dengan keinginan guru, hal ini menunjukkan bahwa peserta didik telah menyelesaikan tugas belajarnya. Evaluasi belajar dipandang sebagi bagian yang terpisah dari kegiatan pembelajaran, dan biasanya dilakukan setelah selesai kegiatan pembelajaran. Teori ini menekankan evaluasi pada kemampuan peserta didik secara individual.

i. **Aplikasi Teori Kognitif dalam Kegiatan Pembelajaran**

Teori belajar ini disebut sebagai model perceptual, yaitu melatih siswa untuk mengoptimalkan dalam memahami terhadap suatu objek. Teori ini menyatakan bahwa tingkahlaku seseorang ditentukan oleh persepsi serta pemahamannya tentang situasi yang berhubungan dengan dirinya. Belajar merupakan perubahan persepsi dan pemahaman yang tidak selalu dapat terlihat sebagai tingkahlaku yang nampak.

Teori kognitif ini sangat besar pengaruhnya dalam proses pembelajaran, akibatnya pembelajaran di Indonesia pada umumnya lebih cenderung *kognitif oriented* (berorientasi pada intelektual/kognisi). Sehingga out put pendidikan kaya intelektual tetapi miskin moral kepribadian.

Pada hakikatnya teori kognitif adalah sebuah teori pembelajaran yang cenderung melakukan praktek yang mengarah pada kekuatan intelektual pesertadidik. Meskipun teori ini memiliki berbagai kelemahan, namun memiliki juga kelebihan yang harus diperhatikan yaitu kecerdasan pesertadidik perlu dimulai dari adanya pembentukan kualitas intelektual (kognitif). Konsekuensinya proses

pembelajaran harus lebih member ruang yang luas agar siswa mengembangkan kualitas intelektualnya.

c. Aplikasi Teori Konstruktivisme dalam Kegiatan Pembelajaran

Teori konstruktivis ini menyatakan bahwa siswa harus menemukan sendiri dan mentransformasikan informasi kompleks, mengecek informasi baru dengan aturan-aturan lama dan merevisinya apabila aturan-aturan itu tidak lagi sesuai. Bagi siswa agar benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, mereka harus bekerja memecahkan masalah, menemukan segala sesuatu untuk dirinya, berusaha dengan susah payah dengan ide-ide. Menurut teori konstruktivis ini, satu prinsip yang paling penting dalam psikologi pendidikan adalah bahwa guru tidak hanya sekedar memberikan pengetahuan kepada siswa. Siswa harus membangun sendiri pengetahuan di dalam benaknya. Guru dapat memberikan kemudahan untuk proses ini, dengan memberi kesempatan siswa untuk menemukan atau menerapkan ide-ide mereka sendiri, dan mengajar siswa menjadi sadar dan secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar. Guru dapat memberi siswa anak tangga yang membawa siswa ke pemahaman yang lebih tinggi, dengan catatan siswa sendiri yang harus memanjat anak tangga tersebut.

Pengetahuan tidak bisa diberikan begitu saja kepada siswa dan diharapkan siswa juga harus aktif secara mental membangun struktur pengetahuannya berdasarkan kematangan kognitif yang dimilikinya. Siswa akan lebih mudah mempelajari sesuatu bila dia memiliki pengalaman dengan apa yang dipelajarinya. Teori ini memusatkan pada kesuksesan siswa dalam mengorganisasikan pengalaman mereka, bukan kepatuhan siswa dalam refleksi atas apa yang telah diperintahkan dan dilakukan oleh guru. Dengan kata lain, siswa lebih diutamakan untuk mengkonstruksi sendiri pengetahuan mereka melalui asimilasi dan akomodasi.

Pengajar berperan sebagai fasilitator atau instruktur yang membantu murid mengkonstruksi koseptualisasi dan solusi dari masalah yang dihadapi. Mereka berpendapat bahwa pembelajaran yang optimal adalah pembelajaran yang berpusat pada murid (*student center learning*).

Pendidikan diselenggarakan dengan tujuan membantu siswa menjadi manusia yang merdeka dan mandiri, serta mampu memberi konstribusi kepada masyarakatnya. Pendidikan menjadikan orang mudah diatur tetapi tidak bias disetir. Belajar tidak hanya meniru atau mencerminkan apa yang yang diajarkan, melainkan menciptakan sendiri. Penerapan konstruktivisme dalam proses belajar mengajar menghasilkan metode pengajaran yang menekankan aktivitas utama pada siswa. Teori pendidikan yang didasari konstruktivisme memandang murid sebagai orang yang menanggapi secara aktif objek-objek dan peristiwa-peristiwa dalam lingkungannya, serta memperoleh pemahaman tentang seluk-beluk objek-objek dan peristiwa-peristiwa itu.

Menurut teori ini, perlu disadari bahwa siswa adalah subjek utama dalam kegiatan penemuan pengetahuan. Mereka menyusun dan membangun pengetahuan melalui berbagai pengalaman yang memungkinkan terbentuknya pengetahuan. Mereka harus menjalani sendiri berbagai pengalaman yang pada akhirnya memberikan percikan pemikiran (*insight*) tentang pengetahuan-pengetahuan tertentu.

Pandangan konstruktivisme menekankan pentingnya siswa menyadari alasan dan tujuan ia belajar. Baginya perlu dihindari pendidikan yang hanya menghasilkan orang yang sekadar menurut dan melakukan perintah. Pendidik adalah orang yang mengajar, memberi teladan dan membiasakan anak didik untuk menjadi manusia mandiri dan berperan dalam memajukan kehidupan masyarakatnya. Jika pun ada ganjaran dan hukuman, maka “ganjaran dan hukuman itu harus datang sendiri sebagai hasil atau

buahnya segala pekerjaan dan keadaan. Mengajar bukanlah kegiatan memindahkan pengetahuan dari guru ke murid melainkan kegiatan yang memungkinkan siswa membangun sendiri pengetahuannya. Kegiatan mengajar di sini adalah sebuah partisipasi dalam proses belajar. Pengajar ikut aktif bersama siswa dalam membentuk pengetahuan, mencipta makna, mencari kejelasan, bersikap kritis dan memberikan penilaian-penilaian terhadap berbagai hal. Mengajar adalah membantu siswa untuk berpikir secara kritis, sistematis dan logis dengan membiarkan mereka berpikir sendiri.

Pengajar harus dapat memahami dan menghargai pemikiran siswa yang sering kali siswa menampilkan pendapat yang berbeda bahkan bertentangan dengan pemikiran pengajar. Apa yang dikatakan oleh murid dalam menjawab sebuah pertanyaaan adalah masuk akal bagi mereka saat itu. Jika jawaban itu jauh bertentangan dengan prinsip-prinsip keilmuan atau membahayakan, maka pengajar harus hati-hati dalam memberi pengarahan. Jangan sampai pengarahan yang diberikan menghilangkan rasa ingin tahu siswa atau menimbulkan konflik antara pengajar dengan siswa.

d. Aplikasi Teori Belajar Humanistik dalam Kegiatan Pembelajaran

Dalam teori humanistik, proses belajar dimulai dan ditujukan untuk kepentingan memanusiakan manusia. Proses belajar dianggap berhasil jika si pelajar memahami lingkungannya dan dirinya sendiri. Siswa dalam proses belajarnya harus berusaha agar lambat laun ia mampu mencapai aktualisasi diri dengan sebaik-baiknya. Teori belajar ini berusaha memahami perilaku belajar dari sudut pandang pelakunya, bukan dari sudut pandang pengamatnya.

Teori belajar ini lebih banyak berbicara tentang konep-konsep pendidikan untuk membentuk manusia yang dicita-citakan, serta tentang proses belajar dalam bentuknya yang paling ideal. Tujuan utama para pendidik adalah membantu siswa untuk mengembangkan dirinya, yaitu membantu masing-masing individu untuk mengenal diri

mereka sendiri sebagai manusia yang unik dan membantu dalam mewujudkan potensi-potensi yang ada dalam diri mereka.

Teori humanistic bersift sangat eklektik. Setiap pendekatan belajar memiliki kelemahan maupun kelebihannya, teori ini akan memanfaatkan teori-teori apapun, asal tujunnya tercapai.

Tokoh penting dalam teori belajar humanistik secara teoritik antara lain yaitu Arthur W. Combs, Abraham Maslow dan Carl Rogers.

1) **Arthur Combs**

Belajar terjadi bila mempunyai arti bagi individu. Guru tidak bisa memaksakan materi yang tidak disukai atau tidak relevan dengan kehidupan anak. Anak tidak bisa matematika atau bahasa bukan karena bodoh tetapi karena mereka enggan dan terpaksa mempelajarinya dan mereka merasa tidak memiliki alasan penting untuk mempelajarinya. Untuk itu guru harus memahami perilaku siswa dengan mencoba memahami dunia persepsi siswa tersebut sehingga apabila ingin merubah perilakunya, guru harus berusaha merubah keyakinan atau pandangan siswa yang ada. Combs berpendapat bahwa banyak guru membuat kesalahan dengan berasumsi bahwa siswa mau belajar apabila materi pelajarannya disusun dan disajikan sebagaimana mestinya.

2) **Abraham Maslow**

Teori Maslow didasarkan pada asumsi bahwa di dalam diri individu ada suatu usaha yang positif untuk berkembang dan kekuatan untuk melawan atau menolak perkembangan itu. Pada diri masing-masing orang mempunyai berbagai perasaan takut seperti rasa takut untuk berusaha atau berkembang, takut untuk mengambil kesempatan, dan sebagainya, tetapi di sisi lain seseorang juga memiliki dorongan untuk lebih maju.

Maslow membagi kebutuhan-kebutuhan (needs) manusia menjadi tujuh hirarki. Bila seseorang telah dapat memenuhi kebutuhan pertama, barulah ia dapat menginginkan kebutuhan

yang terletak di atasnya. Hierarki kebutuhan manusia menurut Maslow ini mempunyai implikasi yang penting yang harus diperhatikan oleh guru pada waktu ia mengajar anak-anak.

3) **Carl Rogers**

Guru menghubungkan pengetahuan akademik ke dalam pengetahuan terpakai seperti mempelajari mesin dengan tujuan untuk memperbaiki mobil. Menurut Rogers yang terpenting dalam proses pembelajaran adalah pentingnya guru memperhatikan prinsip pendidikan dan pembelajaran, yaitu menjadi manusia berarti memiliki kekuatan yang wajar untuk belajar. Siswa tidak harus belajar tentang hal-hal yang tidak ada artinya. Siswa akan mempelajari hal-hal yang bermakna bagi dirinya. Pengorganisasian bahan pelajaran berarti mengorganisasikan bahan dan ide baru sebagai bagian yang bermakna bagi siswa. Pengorganisasian bahan pengajaran berarti mengorganisasikan bahan dan ide baru sebagai bagian yang bermakna bagi siswa. Belajar yang bermakna dalam masyarakat modern berarti belajar tentang proses.

Implikasi Teori Belajar Humanistik

Keberhasilan implementasi teori humanistic dalam belajar harus dilakukan dengan cara menciptakan suasana pembelajaran yaag menyenangkan, menggairahkan, member kebebasan siswa dalam memahami dan menganalisis pengalaman atau teori yang dialami dalam kehidupan. Agar belajar bermakna bagi siswa, diperlukan inisiatif dan keterlibatan penuh dari siswa sendiri. Maka siswa akan mengalami eksperemensial (*eksperemential learning*).

Pembelajaran menurut teori humanistic adalah bagaimana seorang guru benar-benar mampu memahami perbedaan dan memposisikan siswa sebagai kelompok yang harus dibimbing dan dikembangkan semua potensinya. Indikasi keberhasilan atau kualitas pembelajaran dilihat dari kemampuan peserta didik untuk melakukan sosialisasi

kepada sesama manusia. Hal ini didasarkan atas asumsi bahwa pembelajaran dan pendidikan adalah proses membimbing agar peserta didik benar-benar bisa menjadi profil manusia yang ideal dan sempurna.

Aplikasi teori humanistik lebih menunjuk pada ruh atau spirit selama proses pembelajaran yang mewarnai metode-metode yang diterapkan. Peran guru dalam pembelajaran humanistik adalah menjadi fasilitator bagi para siswa sedangkan guru memberikan motivasi, kesadaran mengenai makna belajar dalam kehidupan siswa. Guru memfasilitasi pengalaman belajar kepada siswa dan mendampingi siswa untuk memperoleh tujuan pembelajaran. Siswa berperan sebagai pelaku utama (student center) yang memaknai proses pengalaman belajarnya sendiri. Diharapkan siswa memahami potensi diri, mengembangkan potensi dirinya secara positif dan meminimalkan potensi diri yang bersifat negatif.

Pembelajaran berdasarkan teori humanistik ini cocok untuk diterapkan pada materi-materi pembelajaran yang bersifat pembentukan kepribadian, hati nurani, perubahan sikap, dan analisis terhadap fenomena sosial. Indikator dari keberhasilan aplikasi ini adalah siswa merasa senang bergairah, berinisiatif dalam belajar dan terjaadi perubahan pola pikir, perilaku dan sikap atas kemauan sendiri. Siswa diharapkan menjadi manusia yang bebas, berani, tidak terikat oleh pendapat orang lain dan mengatur pribadinya sendiri secara bertanggungjawab tanpa mengurangi hak-hak orang lain atau melanggar aturan, norma, disiplin atau etika yang berlaku.

e. Teori Pembelajaran Masa Lalu, Masa Kini, dan Masa Mendatang

Teori-teori belajar dikelompokkan menurut cara mereka menjawab beberapa persoalan dasar, termasuk di antaranya persoalan mengenai hakiakat pembelajaran dan proses pembentukkan teori. Jawaban-jawaban atas persoalan ini tidak berupa detail-detail teori tersebut melainkan memperlihatkan secara umum apa yang diusahakan oleh teori tersebut dan bagaimana pelaksanaannya.

Pembelajaran yang tersebar melalui banyak koneksi spesifik bisa terpadu membuahkan hasil kognitif yang cukup gestaltis. Akan tetapi para penentangnya mengklaim ada masalah serius di sana dan sejauh ini lebih menunjukkan harapan tinggi daripada pencapaian yang nyata. Kompleksitas teori terkait dengan topik perkembangan, yaitu dijelaskan bagaimana manusia diprogram untuk bisa berfungsi seperti apa yang mereka lakukan. Pembelajaran bisa diapndang sebagai proses yang mirip dengan penulisan program.

Bagaimana cara kita membahas masalah penguatan dan motivasi? Banyak kalangan yang mendukung pandangan bahwa pada umumnya pembelajaran tergantung pada kontiguitas, tanpa memerlukan penguatan. Hal ini meliputi bukan hanya pembelajaran melalui tindakan (learning by doing) melainkan juga pembelajaran melalui pengamatan (learning by observation).

Sepanjang kita berfokus pada pengetahuan dan pembelajaran melalui pengamatan, nampaknya akan lebih konsisten bila kita membahas memori sebagai pemanggilan kembali informasi simpanan daripada sebagai persaingan di antara respon-respon. Kebanyakan teori pembelajaran memandang persepsi sebagai hal yang tidak perlu dipersoalkan.

Bagi kita, teori pembelajaran memilki dua arti penting yang pokok. Pertama, teori pembelajaran menyediakan kosakata dan keranagka konseptual yang bisa kita guankan untuk menginterpretasi contoh-contoh pembelajaran yang kita amati. Hal ini penting artinya bagi siapa saja yang hendak mengamati dunia secara seksama. Kedua, teori pembelajaran menuntun kita ke mana harus mencari solusi atas persoalan-persoalan praktis. Teori memang tidak memberikan kita solusi, namun teori mengarahkan perhatian kita kepada variable-variabel yang bermanfaat untuk menemukan solusi.

f. Pendidikan Life Skill Mata Diklat Produktif

Pendidikan life skill dapat pada mata diklat produktif berbentuk kompetensiproduktif terpadu dengan kecakapan hidup lainnya (personal, social danakademik).

Secara umum ada tiga tujuan utama pembelajaran, yaitu :

1) *Content objectives*, yaitu penguasan siswa terhadap materi pelajaran. Materi pelajaran yang berbentuk konsep-konsep kunci dan tema-tema esensial, sedangkan selebihnya diberikan melalui kokurikuler.

2) *Methodollogical Objectives*, yaitu penguasaan siswa pada "*learning how tolearn",* yaitu penguasaan siswa terhadap proses penemuan kunci keilmuan yang dilakukan dengan metode penemuan, penyelidikan, eksplorasi dsd. Kemampuan ini bersifat generik.

3) *Life skill objectives*, merupakan penguasaan siswa terhadap kedua tujuan diatas dan mengaplikasikannya kedalam kehidupan sehari-hari jadi dengan *lifeskill objectives* siswa berlatih *basic intelectual skill* dan *basic manual skill* yang semuanya bersifat generik. Dengan demikian pembelajaran pada mata diklat produktif harus mengacu kepada kegiatan tujuan di atas.

Life skill objective pada mata diklat produktif diberikan dalam model pembelajaran *Action Oriented Teaching with Self Reliant Learning* dan model pembelajaran Analisis Sistem. Kedua model ini berbasis kompetensi dan kerja proyek. Bahan belajar disusun dalam bentuk modul pembelajaran yang dipelajari secara kelompok dengan pendekatan kolaboratif dan konkruen. Pendekatan kolaboratif berarti kegiatan dilakukan bersama sejak perencanaan, pelaksanaan hingga pengujian. Sedangkan pendekatan konkruen berarti pola dan kerangka disusun bersama, selanjutnya tugas dilakukan secara individual, tetapi tetapdalam kelompok.

g. Beberapa Model Pembelajaran SMK

Model pembelajaran adalah suatu kegiatan pembelajaran yang dirancang atau dikembangkan dengan menggunakan pola pembelajaran tertentu. Pola pembelajaran yang dimaksud dapat menggambarkan kegiatan guru dan peserta didik dalam mewujudkan kondisi belajar atau sistem lingkungan yang menyebabkan terjadinya proses belajar. Pola pembelajaran menjelaskan karakteristik serentetan kegiatan yang dilakukan oleh guru-peserta didik. Pola pembelajaran dikenal dengan istilah sintak (Bruce Joyce, 1985)

Pada penjelasan pelaksanaan pembelajaran yang tertuang pada Lampiran Permendiknas Nomor 41 tahun 2007, tentang Standar Proses, II poin C, dinyatakan tentang beberapa model pembelajaran alternatif yang dapat dikembangkan dan digunakan secara inovatif sesuai dengan kebutuhan dan situasi yang dihadapi di kelas serta untuk mendukung iklim belajar PAKEM (pembelajaran aktif, kreatif, efektif dan menyenangkan). Iklim belajar PAKEM diharapkan dapat menumbuhkembangkan secara optimal multi kecerdasan yang dimiliki setiap peserta didik.

Model-model pembelajaran yang dapat digunakan antara lain:

1) *Project Work*

Project work adalah model pembelajaran yang mengarahkan peserta didik pada prosedur kerja yang sistematis dan standar untuk membuat atau menyelesaikan suatu produk (barang atau jasa), melalui proses produksi/pekerjaan yang sesungguhnya. Model pembelajaran *project work* sering digunakan untuk program pembelajaran produktif.

Langkah-langkah pembelajaran *project work*

a) Perencanaan *Project work*

i. Inventarisasi jenis pekerjaan (job), standar kompetensi dan produk yang dapat dihasilkan. Inventarisasi Standar Kompetensi Lulusan

Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi standar kompetensi (SK) yang terdapat dalam kurikulum/silabus.

ii. Inventarisasi Pekerjaan (Job)

Pendataan jenis pekerjaan (job) dapat mengacu: kepada jenis pekerjaan yang ada di kurikulum, Standar Kompetensi Kerja (SKK) yang berlaku, dan atau standar pekerjaan lain yang ada di DU/DI/masyarakat. Setiap kompetensi keahlian pada umumnya memiliki lebih dari satu bidang/jenis pekerjaan yang dapat di isi oleh lulusan.

iii. Inventarisasi Produk (Barang/Jasa) Setiap Pekejaan

Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengiden-tifikasi produk yang dapat dihasilkan oleh setiap bidang/jenis pekerjaan sehingga peserta didik memilki orientasi produk yang akan dihasilkan pada setiap pembelajaran.

iv. Analisis Standar Kompetensi Terhadap Produk (Barang/Jasa)

Hasil inventarisasi standar kompetensi lulusan, bidang pekerjaan, dan produk tersebut, selanjutnya dianalisis standar kompetensi yang dibutuhkan untuk menghasilkan setiap produk dan bidang pekerjaan dengan menggunakan tabel Analisis Standar Kompetensi Terhadap Jenis Produk

v. Penetapan Bukti Belajar/Evidence of Learning

Berdasarkan hasil analisis standar kompetensi terhadap produk, guru diminta untuk menetapkan bukti-bukti belajar (Evidence Of Learning) yang akan digunakan sebagi acuan dalam penilaian hasil belajar peserta didik.

b) Pelaksanaan Model Pembelajaran Pendekatan *Project work*

Pembelajaran dengan pendekatan *Project work* dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

i. Guru menyampaikan:

- Tujuan pembelajaran yang akan dicapai

- Strategi pembelajaran dengan pendekatan *project work*
- Alternatif judul/nama produk/jasa yang dapat dipilih peserta.
- Ruang lingkup standar kompetensi yang akan dipelajari oleh peserta didik
- Untuk setiap judul/nama produk/jasa
- Menyusun dan menetapkan pedoman penilaian kompetensi sesuai denganjudul *project work*
- Memfasilitasi bimbingan kepada peserta didik dengan memanfaatkanlembar bimbingan.

ii. Peserta didik

- Memilih salah satu judul/nama produk/jasa. Dan menyusun rencana projectwork sesuai dengan judul yang dipilih. Kerangka rencana *project work* sebagai berikut.
- Melakukan proses belajar sesuai dengan proses produksi yang telah direncanakan. Kegiatan dilakukan sesuai dengan rambu-rambu yang telah ditetapkan dalam proposal di bawah bimbingan dan pengawasan guru. Proses belajar menekankan pada pencapaian standar kompetensi yang dibuktikan dengan bukti belajar (learning evidence) dan diorganisasi dalam bentuk portofolio.
- Mengorganisasi bukti belajar sebagai portofolio.
- Melaksanakan kegiatan kuliminasi (presentasi/ pengujian/ penyajian/ display).
- Menyusun laporan sesuai dengan pengalaman belajar yang diperoleh.

iii. Penilaian Hasil Belajar

Penilaian hasil belajar dengan pendekatan *project work* pada dasarnya adalah penilaian standar kompetensi yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan,

sikap, kesesuaian produk/jasa, dan kesesuaian waktu pelaksanaan. Komponen *project work* yang dinilai terdiri dari penyusunan rencana *Project work*, pelaksanaan proses produksi, laporan, kegiatan, dan kulminasi (presentasi/pengujian/penyajian/display).

Peserta didik dinyatakan kompeten apabila memenuhi standar minimal yang dipersyaratkan pada indikator dari setiap kompetensi dasar. Penetapan pencapaian nilai mengacu pada Pedoman Penilaian dan Pelaporan Hasil Belajar Peserta Didik SMK.

2) *Contextual Teaching and Learning* (CTL)

Pembelajaran CTL (*Contextual Teaching And Learning*) merupakan suatu proses belajar yang holistik, bertujuan membantu peserta didik untuk memahami makna materi pelajaran yang dipelajari dengan mengkaitkan materi tersebut dengan konteks kehidupan peserta didik sehari-hari (konteks pribadi, sosial dan kultural). Dengan demikian, mereka memiliki pengetahuan/keterampilan yang secara fleksibel dapat diterapkan (ditransfer) dari satu permasalahan/konteks ke permasalahan/konteks lainnya.

Karakteristik Pembelajaran Berbasis CTL

a) Kerjasama
b) Saling menunjang
c) Menyenangkan
d) Tidak membosankan
e) Belajar dengan bergairah
f) Pembelajaran terintegrasi
g) Menggunakan berbagai sumber
h) Peserta didik aktif

Guru perlu mengkondisikan dan mempersiapkan materi pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran, dan

mengkaitkannya dengan realitas dan kebenaran (konstruktivisme).

Guru perlu memahami:

a) Belajar adalah kegiatan aktif, yaitu peserta didik membangun sendiri pengetahuannya, mencari sendiri arti dari apa yang mereka pelajari dan bertanggung jawab terhadap hasil belajarnya.
b) Belajar bukanlah suatu proses mengumpulkan sesuatu, tetapi merupakan suatu proses menemukan sesuatu melalui pengembangan pemikiran dengan cara membuat kerangka pengertian yang baru.
c) Peserta didik mempunyai cara untuk mengerti sendiri, sehingga setiap peserta didik perlu mengerti kekhasan, keunggulan dan kelemahannya dalam menghadapi suatu apapun.
d) Mengajar bukanlah memindahkan pengetahuan dari guru ke peserta didik, tetapi suatu kegiatan yang memungkinkan peserta didik membangun sendiri pengetahuannya.
e) Mengajar berarti berpartisipasi dengan peserta didik dalam membentuk pengetahuan, membuat makna, mempertanyakan kejelasan, bersikap kritis, mengadakan justifikasi.
f) Guru berperan sebagai mediator dan fasilitator untuk membantu proses belajar peserta didik agar berjalan baik. Proses belajar lebih ditekankan pada peserta didik yang belajar.

Komponen CTL

a) Inquiry (merumuskan masalah)

Bagaimana cara melukiskan suasana kerja di suatu unit kerja? Dapat dilakukan antara lain melalui:

i. Mengamati atau melakukan observasi.

ii. Menganalisis dan menyajikan hasil dalam tulisan atau gambar.
iii. Mengkomunikasikan atau menyajikan hasil karya pada pembaca, teman sekelas, guru, atau audien yang lain.

b) **Questioning (bertanya)**

Questioning dapat diterapkan antara peserta didik dengan peserta didik, antara guru dengan peserta didik, antara peserta didik dengan guru, antara peserta didik dengan orang lain yang didatangkan ke kelas. Questioning juga dapat dilakukan saat berdiskusi, bekerja dalam kelompok, ketika mengamati atau menemui kesulitan.

c) Konstruktivisme

Merancang pembelajaran dalam bentuk peserta didik bekerja praktik mengerjakan sesuatu, berlatih secara fisik, menulis karangan, mendemonstrasikan atau menciptakan ide.

d) Learning community (masyarakat belajar)

Masyarakat belajar dapat diterapkan sesuai dengan kebutuhan. Materi yang diberikan, antara lain berupa pembentukan kelompok kecil, kelompok besar, mendatangkan ahli ke kelas, bekerja dengan kelas sederajat atau bekerja dengan kelas di atasnya, dan bekerja dengan masyarakat di lingkungan sekolah.

e) **Authentic assessment (penilaian yang sebenarnya)**

i. Kemajuan belajar dinilai dari proses dan hasil.
ii. Menilai pengetahuan, keterampilan dan sikap (performansi) yang diperoleh peserta didik.
iii. Penilai tidak hanya oleh guru, tetapi juga bisa teman atau orang lain.
iv. Karakteristik Penilaian dilaksanakan selama dan sesudah proses pembelajaran. Penilaian dilakukan dalam bentuk formatif maupun sumatif
v. Obyek yang diukur adalah pengetahuan dan keterampilan, bukan sekedar mengingat fakta, bersifat

berkesinambungan, terintegrasi dan dapat digunakan sebagai feed back.

f) Modeling (pemodelan)

Guru bukan satu-satunya model, tetapi bisa juga model dari peserta didik yang memiliki kelebihan dengan cara mendemonstrasikan kemampuannya atau dari pihak luar yang bertindak sebagai native speaker.

g) Reflection (refleksi)

Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi hal-hal yang sudah diketahui, dan hal-hal yang belum diketahui agar dapat dilakukan suatu tindakan penyempurnaan. Realisasi dari refleksi dapat berupa:

i. Pernyataan langsung tentang apa yang diperoleh peserta didik
ii. Catatan atau jurnal peserta didik.
iii. Kesan dan saran peserta didik mengenai pembelajaran
iv. Proses dan hasil Diskusi.
v. Hasil karya.

Model pembelajaran CTL dilaksanakan dengan langkah sebagai berikut:

a) Mengkaji materi ajar yang bersifat konsep atau teori yang akan dipelajari peserta didik.
b) Memahami latar belakang dan pengalaman hidup peserta didik melalui prosespengkajian secara seksama.Kembangkan pemikiran bahwa anak akan belajar lebih bermakna dengan cara bekerja sendiri, menemukan sendiri, dan mengkonstruksi pengetahuan dan ketrampilan barunya;
c) Mempelajari lingkungan sekolah dan tempat tinggal peserta didik, selanjutnya memilih dan mengkaitkannya dengan konsep atau teori yang akan dibahas.

d) Merancang pengajaran dengan mengkaitkan konsep atau teori yang dipelajari dengan mempertimbangkan pengalaman peserta didik dan lingkungan kehidupannya.
e) Melaksanakan pengajaran dengan selalu mendorong peserta didik untuk mengkaitkan apa yang sedang dipelajari dengan pengetahuan/pengalaman sebelumnya dan fenomena kehidupan sehari-hari, serta mendorong peserta didik untuk membangun kesimpulan yang merupakan pemahaman peserta didik terhadap konsep atau teori yang sedang dipelajarinya.
f) Kembangkan sikap ingin tahu siswa dengan bertanya
g) Lakukan repleksi akhir pertemuan
h) Melakukan penilaian autentik (authentic assessment) yang memungkinkan peserta didik untuk menunjukkan penguasaan tujuan dan pemahaman yang mendalam terhadap pembelajarannya, sekaligus pada saat yang bersamaan dapat meningkatkan dan menemukan cara untuk peningkatan pengetahuannya.

2. KONSEP PENDEKATAN PEMBELAJARAN SAINTIFIK

Penerapan Pendekatan Saintifik dalam Pembelajaran Pada Mata Pelajaran paket keahlianTeknik Gambar Bangunan

a. Konsep

Proses pembelajaran merupakan suatu proses yang mengandung serangkaian kegiatan mulai dari perencanaan, pelaksanaan hingga penilaian.

Pembelajaran adalah proses interaksi antar peserta didik dan antara peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar yang berlangsung secara edukatif, agar peserta didik dapat membangun sikap, pengetahuan dan keterampilannya untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

b. Prinsip Pembelajaran

Proses pembelajaran mengacu pada prinsip-prinsip sebagai berikut:

1) Dari peserta didik diberi tahu menuju peserta didik mencari tahu;
2) Dari guru sebagai satu-satunya sumber belajar menjadi belajar berbasis aneka sumber belajar;
3) Dari pendekatan tekstual menuju proses sebagai penguatan penggunaan pendekatan ilmiah;
4) Dari pembelajaran berbasis konten menuju pembelajaran berbasis kompetensi;
5) Dari pembelajaran yang menekankan jawaban tunggal menuju pembelajaran dengan jawaban yang kebenarannya multi dimensi;
6) Dari pembelajaran verbalisme menuju keterampilan aplikatif;
7) Peningkatan dan keseimbangan antara keterampilan fisikal (hardskills) dan keterampilan mental (softskills);
8) Pembelajaran yang mengutamakan pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik sebagai pembelajar sepanjang hayat;
9) Pembelajaran yang menerapkan nilai-nilai dengan memberi keteladanan (ing ngarso sung tulodo), membangun kemauan (ing madyo mangun karso), dan mengembangkan kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran (tut wuri handayani);
10) Pembelajaran yang berlangsung di rumah, di sekolah, dan di masyarakat;
11) Pembelajaran yang menerapkan prinsip bahwa siapa saja adalah guru, siapa saja adalah siswa, dan di mana saja adalah kelas.
12) Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran; dan
13) Pengakuan atas perbedaan individual dan latar belakang budaya peserta didik.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

BERBAGAI STRATEGI/MODEL PEMBELAJARAN

A. Tujuan:

B. Indikator Pencapaian Kompetensi:

C. Uraian Materi

1. PENDAHULUAN

2. JENIS-JENIS MODEL PEMBELAJARAN SAINTIFIK

Model pembelajaran merupakan kerangka konseptual yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan pembelajaran yang disusun secara sistimatis untuk mencapai tujuan belajar yang menyangkut sintaksis, sistem sosial, prinsip reaksi dan sistem pendukung (Joice&Wells).

Tujuan penggunaan model pembelajaran sebagai strategi bagaimana belajar yang membantu peserta didik mengembangkan dirinya baik berupa informasi, gagasan, ketrampilan nilai dan cara-cara berfikir dalam meningkatkan kapasitas berfikir secara jernih, bijaksana dan membangun ketrampilan sosial serta komitmen (Joice & Wells).

a. Problem-Based Learning (PBL)

1) Definisi PBL

PBL adalah pembelajaran yang didasari oleh dorongan penyelesaian masalah. Pengertiantersebut sejalan dengan yang diutarakan oleh Barrows & Tamblyn: *"…the learning which result from the process of working towards the understanding of,or resolution of a problem."* (Barrows & Tamblyn, 1980).

Sebagai model pembelajaran, PBL menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru.

2) Prinsip Dasar

a) Pembelajaran berawal dari adanya masalah (soal, pertanyaan, dsb) yang perlu diselesaikan.

b) Masalah yang dihadapi akan merangsang peserta didik untuk mencari solusinya; peserta didik mencari/membentuk pengetahuan baru untuk menyelesaikan masalah.

3) Tujuan PBL
   a) Mendorong peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam proses belajar
   b) Menilai sejauh mana pemahaman peserta didik tentang materi yang dipelajari
4) Beberapa Kelebihan PBL
   a) PBL merangsang keterbukaan pikiran serta mendorong peserta didik untuk melakukan pembelajaran yang reflektif, kritis dan aktif.
   b) PBL merangsang peserta didik untuk bertanya dan menggali pengetahuan secara mendalam.
   c) PBL mencerminkan sifat alamiah pengetahuan, yaitu: kompleks dan berubah
   d) Ubah sesuai kebutuhan, sebagai respons terhadap masalah yang dihadapi.
5) Kompetensi yang dikembangkan
   a) Beradaptasi dan berpartisipasi dalam perubahan.
   b) Mengenali dan memahami masalah serta mampu membuat keputusan yang beralasan dalam situasi baru.
   c) Menalar secara kritis dan kreatif.
   d) Mengadopsi pendekatan yang lebih universal atau menyeluruh.
   e) Mempraktikkan empati dan menghargai sudut pandang orang lain.
   f) Berkolaborasi secara produktif dalam kelompok.
   g) Mengenal kekuatan dan kelemahan diri sendiri serta menemukan cara untuk mengatasi kelemahan diri; self-directed learning.

6) Karakteristik Masalah PBL
    a) Masalah dapat berupa tugas melakukan sesuatu, pertanyaan atau hasil identifikasi dari keadaan yang ada di sekitar peserta didik.
    b) Masalah berupa tugas yang tidak memiliki struktur yang jelas sehingga merangsang peserta didik untuk mencari informasi untuk memperjelasnya.
    c) Masalah harus cukup kompleks dan ambigu sehingga peserta didik terdorong untuk menggunakan berbagai strategi penyelesaian masalah, teknik dan ketrampilan berpikir.
    d) Masalah harus bermakna dan ada hubungannya dengan kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik termotivasi mengarahkan dirinya untuk menyelesaikan masalah dan mengujinya secara praktis.
7) Sumber Pembelajaran
    a) Bahan bacaan, baik yang disediakan secara langsung maupun yang ada di sekitar tempat belajar.
    b) Informasi dari narasumber (dijelaskan sekilas dan berdasarkan pertanyaan peserta didik).
    c) Lingkungan dan hasil uji coba praktis.
    d) Sumber-sumber lain yang dapat diakses peserta didik.
8) Metode dalam PBL
    a) Diskusi kelompok.
    b) Belajar mandiri (individual).
    c) Eksperimen kelompok.
    d) Observasi gejala dan wawancara terhadap narasumber.
    e) Komparasi dengan hasil-hasil penyelesaian masalah yang sudah ada.
9) Karakteristik Kelompok
    a) Peserta didik dibagi secara acak.
    b) Jumlah anggota kelompok berkisar antara 5-8 orang.
    c) Heterogen (latar belakang dan kemampuan cukup beragam).

d) Waktu kerja disesuaikan dengan jadwal belajar dan kesediaan anggota kelompok.

10) Peran Guru
    a) Guru berperan sebagai fasilitator
    b) Menyusun ‘trigger problems’
    c) Guru juga dapat berperan sebagai narasumber terutama utk informasi yang sulit diperoleh dari sumber lain
    d) Memastikan jalannya proses pembelajaran dan setiap anggota kelompok terlibat
    e) Melakukan evaluasi
11) Langkah-langkah PBL
    a) Guru menjelaskan tujuan pembelajaran. Menjelaskan logistik yang dibutuhkan. Memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah yang dipilih.
    b) Guru membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasi tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut (menetapkan topik, tugas, jadwal, dll.)
    c) Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah, pengumpulan data, hipotesis, pemecahan masalah.
    d) Guru membantu peserta didik dalam merencanakan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan dan membantu mereka berbagi tugas dengan temannya
    e) Guru membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses-proses yang mereka gunakan

Contoh Pelaksanaan PBL

1) Proses Sasaran Hasil
2) Tutor memulai sesi dengan presentasi masalah Peserta didik dirangsang untuk dapat mengidentifikasi masalah konkret
3) Pembelajaran tentang konteks masalah dan ruang lingkup materi

4) Peserta didik mencari dan menyusun kerangka berpikir untuk menyelesaikan masalah Peserta didik aktif menggali berbagai sumber untuk memperoleh info yang dibutuhkan
5) Belajar secara kumulatif dan mengaitkan berbagai pengetahuan
6) Peserta didik menguji pendekatan dan solusi masalah mereka
7) Peserta didik melatih kemampuan logika dan analisis
8) Meningkatkan perkembangan mental lebih komplek
9) Peserta didik mengevaluasi dan merevisi solusi mereka; memanfaatkan feed-back
10) Membandingkan dengan kelompok lain dan menerima umpan balik
11) Memperolehtambahan pengetahuan tentang masalah
12) Peserta didik menyusun 'teori' baru berdasarkan pengalaman penyelesaian masalah Peserta didik belajar melakukan abstraksi dan generalisasi brdasarkan pengalaman
13) Mampu mengintegrasi pengetahuan yang diperoleh dari pengalaman
14) Peserta didik menerapkan 'teori' untuk membahas masalah baru dan evaluasi kritis Peserta didik menguji apakah pengetahuan yang diperolehnya berguna/ tidak.
15) Mampu membuat solusi yang realistik dan tepat-guna.

b. Discovery Learning

c. Model Mengajar Inquiry Training

Model mengajar Inquiry Training adalah model pembelajaran yang diarahkan untuk membantu peserta didik mengembangkan keterampilan intelektual yang terkait dengan penalaran sehingga mampu merumuskan masalah, membangun konsep dan hipotesis serta menguji untuk mencari jawaban

Langkah-Langkah Kegiatan Belajar

1) Fase satu, mengidentifikasi masalah

2) Fase dua: mengumpulkan informasi yang dilihat dan dialami terkait dengan masalah
3) Fase tiga , mengelompokkan data:
   a) Memisahkan variabel-variabel yang relevan
   b) Membuat hipotesa tentang hubungan-hubungan penyebab.
4) Fase empat, mengorganisasikan data dan memformulasikan suatu paparan.
5) Fase lima, menganalisis strategi inquiri dan mengembangkan model pembelajaran yang lebih efektif.

d. Model Bermain Peran (Role Playing)

Model pembelajaran yang digunakan untuk mengembangkan kemampuan analogitentang situasi permasalahan kehidupan yang sebenarnya.

Langkah-Langkah Pembelajaran

1) Fase pertama memotivasi kelompok dengan mengidentifikasi dan menjelaskan masalah, menginterpretasikan; mengekplorasi isu-isu, menjelaskan peran.
2) Fase kedua, memilih peran.
3) Fase ketiga, menyiapkan pengamat.
4) Fase keempat, menyiapkan tahap-tahap peran.
5) Fase kelima, pemeranan.
6) Fase keenam, diskusi dan evaluasi.
7) Fase ketujuh, pemeranan ulang.
8) Fase kedelapan, diskusi dan evaluasi.
9) Fase kesembilan, membagi pengalaman dan menarik generalisasi.

Pada Kurikulum 2013 dikembangkan 3 (tiga) model pembelajaran utama yang diharapkan dapat membentuk perilaku saintifik, perilaku sosial serta mengembangkan rasa keingintahuan. Ketiga model tersebut adalah: model Pembelajaran Berbasis Masalah *(Problem Based Learning),* model Pembelajaran Berbasis Proyek *(Project Based*

Learning), dan model Pembelajaran Melalui Penyingkapan/Penemuan *(Discovery/Inquiry Learning)*. Tidak semua model pembelajaran tepat digunakan untuk semua KD/materi pembelajaran. Model pembelajaran tertentu hanya tepat digunakan untuk materi pembelajaran tertentu pula. Demikian sebaliknya mungkin materi pembelajaran tertentu akan dapat berhasil maksimal jika menggunakan model pembelajaran tertentu. Untuk itu guru harus menganalisis rumusan pernyataan setiap KD, apakah cenderung pada pembelajaran penyingkapan *(Discovery/Inquiry Learning)* atau pada pembelajaran hasil karya (*Problem Based Learning dan Project Based Learning*).

Masing-masing model pembelajaran tersebut memiliki urutan langkah kerja *(syntax)* tersendiri, yang dapat diuraikan sebagai berikut.

a. **Model Pembelajaran Penyingkapan** (Penemuan dan pencarian/penelitian).

   Model *Discovery Learning* adalah memahami konsep, arti, dan hubungan, melalui proses intuitif untuk akhirnya sampai kepada suatu kesimpulan (Budiningsih, 2005:43). *Discovery* terjadi bila individu terlibat, terutama dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep dan prinsip.

   Discovery dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan dan *inferi*. Proses tersebut disebut *cognitive process* sedangkan *discovery* itu sendiri adalah *the mental process of assimilatig conceps and principles in the mind* (Robert B. Sund dalam Malik, 2001:219).

   1) Sintaksis model *Discovery Learning*
      a) Pemberian rangsangan *(Stimulation)*;
      b) Pernyataan/Identifikasi masalah (Problem Statement);
      c) Pengumpulan data (Data Collection);
      d) Pembuktian (Verification), dan
      e) Menarik kesimpulan/generalisasi *(Generalization*).

2) Sintaksis model *Inquiry Learning* Terbimbing.

Model pembelajaran yang dirancang membawa peserta didik dalam proses penelitian melalui penyelidikan dan penjelasan dalam setting waktu yang singkat (Joice & Wells, 2003).

Merupakan kegiatan pembelajaran yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki sesuatu secara sistematis kritis dan logis sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya.

Sintak /tahap model inkuiri meliputi:

a) Orientasi masalah;
b) Pengumpulan data dan verifikasi;
c) Pengumpulan data melalui eksperimen;
d) Pengorganisasian dan formulasi eksplanasi, dan
e) Analisis proses inkuiri.

b. Model Pembelajaran Hasil Karya *Problem Based Learning.*

Merupakan pembelajaran yang menggunakan berbagai kemampuan berfikir dari peserta didik secara individu maupun kelompok serta lingkungan nyata untuk mengatasi permasalahan sehingga bermakna, relevan dan konstektual (Tan Onn Seng, 2000)

Tujuan PBL adalah untuk meningkatkan kemampuan dalam menerapkan konsep-konsep pada permasalahan baru/nyata, pengintegrasian konsep *High Order Thinking Skills* (HOTS), keinginan dalam belajar, mengarahkan belajar diri sendiri dan keterampilan (Norman and Schmitdt).

1) Sintaksis model *Problem Based Learning* dari Bransford and Stein (dalam Jamie Kirkley, 2003:3) terdiri atas:
   (a) Mengidentifikasi masalah;
   (b) Menetapkan masalah melalui berpikir tentang masalah dan menseleksi informasi-informasi yang relevan;
   (c) Mengembangkan solusi melalui pengidentifikasian alternatif-alternatif, tukar-pikiran dan mengecek perbedaan pandang;

(d) Melakukan tindakan strategis, dan
(e) Melihat ulang dan mengevaluasi pengaruh-pengaruh dari solusi yang dilakukan.

2) Sintaksis model *Problem Based Learning* Jenis *Trouble Shooting* (David H. Jonassen, 2011:93) terdiri atas:
(a) Merumuskan uraian masalah;
(b) Mengembangkan kemungkinan penyebab;
(c) Mengetes penyebab atau proses diagnosis, dan
(d) Mengevaluasi.

c. Model pembelajaran *Project Based Learning (PJBL).*

Pembelajaran otentik menggunakan proyek nyata dalam kehidupan yang didasarkan pada motivasi yang tinggi, pertanyaan yang menantang, tugas-tugas atau permasalahan untuk membentuk penguasaan kompetensi yang dilakukan secara kerjasama dalam upaya memecahkan masalah, (Barel, 2000 and Baron 2011)

Tujuan PJBL adalah meningkatkan motivasi belajar, team work, keterampilan kolaborasi dalam pencapaian kemampuan akademik level tinggi/taksonomi tingkat kreativitas yang dibutuhkan pada abad 21 (Cole & Wasburn Moses, 2010).

Sintaksis/Tahapan Model Pembelajaran *Project Based Learning*, meliputi:

1) Penentuan pertanyaan mendasar *(Start with the Essential Question);*
2) Mendesain perencanaan proyek;
3) Menyusun jadwal (Create a Schedule);
4) Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (Monitor the Students and the Progress of the Project);
5) Menguji hasil (Assess the Outcome), dan
6) Mengevaluasi pengalaman *(Evaluate the Experience)*.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3
PENERAPAN METODA DAN TEKNIK PEMBELAJARAN SAINTIFIK

A. Tujuan:

B. Indikator Pencapaian Kompetensi:

C. Uraian Materi

1. PERENCANAAN PEMBELAJARAN

Perencanaan pembelajaran dirancang dalam bentuk silabus yang disusun serta ditetapkan secara nasional. Rancangan tersebut perlu dirancang/dijabarkan lebih lanjut oleh guru ke dalam rencana pembelajaran dalam bentuk program tahunan/semesteran. Adapun perencanaan pembelajaran secara mikro dikenal sebagai Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang disusun oleh guru mata pelajaran dengan mengacu pada silabus.

RPP dikembangkan untuk mengarahkan kegiatan pembelajaran peserta didik dalam upaya memenuhi tuntutan KD, disusun secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, efisien, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, konstektual dan kolaboratif, serta memberikan ruang yang cukup dalam melakukan prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. RPP dibuat berdasar pasangan KD dari KI-3 dan KD dari KI-4, dengan ketentuan sebagai berikut,

a. Satu pasangan KD dibuat dalam satu RPP
b. Satu RPP dapat dibuat untuk satu kali pertemuan atau lebih

1) Perumusan indikator

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) dirumuskan dalam pernyataan perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4.

2) Perumusan tujuan

Tujuan pembelajaran mengandung unsur peserta didik *(audience)*, perilaku *(behavior)*, kondisi *(condition),* dan kriteria *(degree)*. Rumusan tujuan pembelajaran harus mencerminkan **keterikatan** antara sikap-sikap yang terkandung dalam KD dari KI-1 dan KD dari KI-2 yang dapat di pilih dan di bentuk melalui porses pembelajaran KD-3 dan KD-4. Perumusan tujuan juga harus mencerminkan aspek penilaian otentik berupa proses dan produk.

Rumusan kriteria dalam tujuan pembelajaran berupa kriteria kompetensi sikap, kompetensi pengetahuan, kompetensi keterampilan. Kriteria dapat berupa perilaku, proses atau produk yang dapat diamati dan atau diukur.

3) Langkah pembelajaran

Langkah-langkah pembelajaran berisikan pendekatan pembelajaran saintifik dan model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik KD yang akan diajarkan.

2. PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Langkah-langkah pembelajaran berpendekatan saintifik harus dapat dipadukan secara sinkron dengan langkah-langkah kerja *(syntax)* model pembelajaran. Model pembelajaran merupakan kerangka konseptual yang digunakan sebagai pedoman dalam melakukan pembelajaran yang disusun secara sistimatis untuk mencapai tujuan belajar yang menyangkut sintaksis, sistem sosial, prinsip reaksi dan sistem pendukung (Joice&Wells).

Tujuan penggunaan model pembelajaran sebagai strategi bagaimana belajar yang membantu peserta didik mengembangkan dirinya baik berupa informasi, gagasan, ketrampilan nilai dan cara-cara berfikir dalam meningkatkan kapasitas berfikir secara jernih, bijaksana dan membangun ketrampilan sosial serta komitmen (Joice & Wells).

Pada Kurikulum 2013 dikembangkan 3 (tiga) model pembelajaran utama yang diharapkan dapat membentuk perilaku saintifik, perilaku sosial serta mengembangkan rasa keingintahuan. Ketiga model tersebut

adalah: model Pembelajaran Berbasis Masalah *(Problem Based Learning),* model Pembelajaran Berbasis Proyek *(Project Based Learning),* dan model Pembelajaran Melalui Penyingkapan/Penemuan *(Discovery/Inquiry Learning)*. Tidak semua model pembelajaran tepat digunakan untuk semua KD/materi pembelajaran. Model pembelajaran tertentu hanya tepat digunakan untuk materi pembelajaran tertentu pula. Demikian sebaliknya mungkin materi pembelajaran tertentu akan dapat berhasil maksimal jika menggunakan model pembelajaran tertentu. Untuk itu guru harus menganalisis rumusan pernyataan setiap KD, apakah cenderung pada pembelajaran penyingkapan *(Discovery/Inquiry Learning)* atau pada pembelajaran hasil karya (*Problem Based Learning dan Project Based Learning*).

Rambu-rambu penentuan model penyingkapan/penemuan:

a. Pernyataan KD-3 dan KD-4 mengarah ke pencarian atau penemuan;
b. Pernyataan KD-3 lebih menitikberatkan pada pemahaman pengetahuan faktual, konseptual, dan procedural; dan
c. Pernyataan KD-4 pada taksonomi mengolah dan menalar.

Rambu-rambu penemuan model hasil karya (*Problem Based Learning* dan *Project Based Learning*) dengan kriteria:

a. Pernyataan KD-3 dan KD-4 mengarah pada hasil karya berbentuk jasa atau produk;
b. Pernyataan KD-3 pada bentuk pengetahuan metakognitif;
c. Pernyataan KD-4 pada taksonomi menyaji dan mencipta, dan
d. Pernyataan KD-3 dan KD-4 yang memerlukan persyaratan penguasaan pengetahuan konseptual dan prosedural.

Proses pembelajaran sesuai dengan pendekatan pembelajaran saintifik, meliputi lima langkah sebagai berikut:

a. **Mengamati,** yaitu kegiatan siswa untuk mengidentifikasi melalui indera penglihat (membaca, menyimak), pembau, pendengar, pengecap dan peraba pada waktu mengamati suatu obyek dengan

ataupun tanpa alat bantu. Alternatif kegiatan mengamati antara lain observasi lingkungan, mengamati gambar, video, tabel dan grafik data, menganalisis peta, membaca berbagai informasi yang tersedia di media masa dan internet maupun sumber lain. Bentuk hasil belajar dari kegitan mengamati adalah **siswa dapat mengidentifikasi masalah.**

b. **Menanya,** yaitu kegiatan siswa untuk mengungkapkan apa yang ingin diketahuinya baik yang berkenaan dengan suatu obyek, peristiwa, suatu proses tertentu. Dalam kegiatan menanya, siswa membuat pertanyaan secara individu atau kelompok tentang apa yang belum diketahuinya. Siswa dapat mengajukan pertanyaan kepada guru, nara sumber, Siswa lainnya dan atau kepada diri sendiri dengan bimbingan guru sampai dengan siswa mandiri sehingga menjadi suatu kebiasaan. Pertanyaan dapat diajukan secara lisan dan tulisan serta dapat membangkitkan motivasi siswa untuk tetap aktif dan menyenangkan. Bentuknya dapat berupa kalimat pertanyaan dan kalimat hipotesis. Bentuk hasil belajar dari kegitan menanyai adalah **siswa dapat merumuskan masalah dan menentukan hipotesis.**

c. **Mengumpulkan data,** yaitu kegiatan siswa untuk mencari informasi sebagai bahan yang dapat dianalisis dan disimpulkan. Kegiatan mengumpulkan dapat dilakukan dengan cara membaca buku, mengumpulkan data sekunder, observasi lapangan, uji coba (eksperimen), wawancara, menyebarkan kuesioner, dan lain-lain. Bentuk hasil belajar dari kegitan mengumpulkan data adalah **siswa dapat menguji hipotesis.**

d. **Mengasosiasi,** yaitu kegiatan Siswa dalam bentuk serangkaian aktivitas fisik dan pikiran dengan bantuan peralatan tertentu. Bentuk kegiatan mengolah data antara lain melakukan klasifikasi, pengurutan *(sorting),* menghitung, membagi, dan menyusun data dalam bentuk yang lebih informatif, serta menentukan sumber data sehingga lebih bermakna. Kegiatan siswa dalam mengolah data misalnya membuat tabel, grafik, bagan, peta konsep, menghitung, dan pemodelan. Selanjutnya siswa menganalisis data untuk

membandingkan ataupun menentukan hubungan antara data yang telah diolahnya dengan teori yang ada sehingga dapat ditarik kesimpulan dan atau ditemukannya prinsip dan konsep penting yang bermakna dalam menambah skema kognitif, meluaskan pengalaman, dan wawasan pengetahuannya. Bentuk hasil belajar dari kegitan menalar/mengasosiasi adalah **siswa dapat menyimpulkan hasil kajian dari hipotesis.**

e. **Mengomunikasikan** yaitu kegiatan Siswa dalam mendeskripsikan dan menyampaikan hasil temuannya dari kegiatan mengamati, menanya, mengumpulkan dan mengolah data, serta mengasosiasi yang ditujukan kepada orang lain baik secara lisan maupun tulisan dalam bentuk diagram, bagan, gambar, dan sejenisnya dengan bantuan perangkat teknologi sederhana dan atau teknologi informasi dan komunikasi. Bentuk hasil belajar dari kegitan mengkomunikasikan adalah **siswa dapat memformulasikan dan mempertanggungjawabkan pembuktian hipotesis.**

Contoh Perancangan Pembelajaran Saintifik Pada Mata Pelajaran PK Teknik Mesin

Agar memudahkan langkah pemaduan/pensinkronan pendekatan dengan model pembelajaran yang dipilih atas dasar hasil analisis, dapat menggunakan matrik perancah sebagai pertolongan sebelum dituliskan menjadi kegiatan inti pada RPP. Pemaduan atau pensinkronan antara langkah-langkah pendekatan saintifik dan sintaksis (langkah kerja) model pembelajaran tersebut, dilakukan sebagai berikut:

a. Pilih pasangan KD-KD dari mata pelajaran yang diampu sesuai dengan silabus dan buku teks siswa terkait.
b. Rumuskan IPK dari KD3 dan dari KD4 sesuai dengan dimensi proses atau level pengetahuan dan dimensi kategori pengetahuan yang terkandung di masing-masing KD. Setiap KD minimal memiliki 2 (dua) indikator.
c. Petakan pemilihan model pembelajaran sesuai KD dengan mempertimbangkan rambu-rambu pemilihan model pembelajaran.

d. Pilih model pembelajaran sesuai KD dengan mempertimbangkan rambu-rambu pemilihan model pembelajaran.
e. Tentukan kegiatan peserta didik dan kegiatan guru sesuai dengan langkah-langkah (sintaksis) model pembelajaran yang dipilih, kemudian sinkronkan dengan langkah pendekatan saintifik (5M) sampai mencapai IPK.

Tabel B1.1. Penentuan Model PembelajaranMata Pelajaran Teknik Pemesinan Bubut; Kelas XI

<table>
<tr><th>No.</th><th>Kompetensi</th><th>Analisis dan Rekomendasi *)</th><th>Kriteria dan Model Pembelajaran</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1.</td><td>KD 3.1
MengidentifikasiTeknik Penyediaan Air Bersih</td><td rowspan="2">KD 3.1 “Mengidentifikasi” merupakan gradasi C1 belum terkait dengan KI-3 yaitu C2 (memahami) sampai C4 (menganalisis), sedangkan tingkat pengetahuan “Teknik Penyediaan Air Bersih” merupakan pengetahuan faktual, belum utuh terkait KI-3 yaitu sampai metakognitif
Rekomendasi:
Kemampuan KD-3.1 dan 3.2 diperbaiki pada perumusan IPK dan Tujuan pembelajaran. Demikian juga gradasi pengetahuan ditingkatkan minimal sampai prosedural di RPP

KD 4.1dan KD 4.2</td><td rowspan="2">Berdasarkan analisis dan rekomendasi maka:
a. KD-3.1 ditingkatkan taksonominya sampai memahami (C2), dan materi pengetahuan pada tingkat konseptual dan atau prosedural
b. KD 4.1 ditingkatkan gradasi keterampilan konkritnya pada taksonomi presisi, sehingga setara dengan mengolah dan atau menalar
c. Pernyataan KD-3.1 dan KD 4.1 mengarah pada pencarian atau membuktikan teori

Jadi untuk pembelajaran dipilih Model PembelajaranInquiri Terbimbing</td></tr>
<tr><td>KD 4.1
Menggunakan Teknik Penyediaan Air Bersih untuk berbagai jenis pekerjaan</td></tr>
</table>

		"Menggunakan" mesin.../alat ... merupakan keterampilan konkrit gradasi **manipulasi** (P2 Dave), belum terkait dengan tuntutan KI-4 yaitu mengolah, menalar, dan menyaji (P3-P5 abstrak Dyers), padanannya sampai **artikulasi** (P4 konkrit Dave) **Rekomendasi**: Belum ada KD-4 abstrak sampai gradasi menyaji (P5) dan belum ada KD-4 konkrit sampai tingkat artikulasi (P4). Jadi di tingkatkan pada IPK dan Tujuan pembelajaran untuk RPP Pasangan KD-3.1 (C1), KD-4.1 (P2 konkrit); jadi KD-3.1 belum memenuhi linearitas tingkatan KD-4.1. **Rekomendasi** perlu ditingkatkan pada IPK dan Tujuan Pembelajaran pada RPP	
2.	KD.3.2 Mengidentifikasi alat potong Teknik Penyediaan Air Bersih. KD.4.2 Menggunakan alat		

	potong Teknik Penyediaan Air Bersih untuk berbagai jenis pekerjaan.		
	Dst		

Tabel B1.2. Matrik Perancah Pemaduan Sintaksis Model Pembelajaran *Inquiri Terbimbing*dengan Pendekatan Saintifik pada Mata Pelajaran: Teknik Penyediaan Air Bersih(kelas XI)

Kompetensi Dasar:

1.1 .Mengidentifikasi Teknik Penyediaan Air Bersih

4.1 Menggunakan Teknik Penyediaan Air Bersih untuk berbagai jenis pekerjaan

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
3.1.1 Membedakan jenis Teknik Penyediaan Air Bersih berdasarkan fungsi	Melalui diskusi peserta didik menguraikan jenis-jenis Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai prinsip kerja secara santun dan menghargai pendapat pihak lain	Orientasi masalah	Guru menanyakan kepada siswa apa fungsi dan perbedaan Teknik Penyediaan Air Bersih, jelaskan bagian utama dan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, dan tentukan alat	Peserta didik secara berkelompok berdiskusi membahas permasalahan berdasarkan hasil pengamatan jenis dan fungsi Teknik Penyediaan Air Bersih, bagian utama dan perlengkapan Teknik Penyediaan Air			

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
			bantu kerja serta dimensi Teknik Penyediaan Air Bersih. Untuk menindentifikasi	Bersih, alat bantu kerja serta dimensi Teknik Penyediaan Air Bersih yang disajikan			
	Melalui observasi peserta didik membandingkan jenis-jenis Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai penggunaan dengan melakukan		Peserta didik memperhatikan permasalahan yang diberikan guru tentang jenis dan fungsi Teknik Penyediaan Air Bersih, bagian utama	Peserta didik mempertanyakan secara mandiri atau pada sumber belajar berkaitan apa fungsi dan perbedaan Teknik Penyediaan Air Bersih, jelaskan			

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
	secara teliti dan bertanggungjawab		dan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja serta dimensi Teknik Penyediaan Air Bersih untuk mengidentifikasi.	bagian utama dan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, dan tentukan alat bantu kerja serta dimensi Teknik Penyediaan Air Bersih., dan merumuskan permasalahannya.			
3.1.2 Merinci bagian utama Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai konstruksi	Melalui kajian referensi peserta didik menggali bagian utama Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai konstruksi	Pengumpulan data dan verifikasi		.	Guru mendorong peserta didik mengumpulkan berbagai jenis informasi tentang jenis		

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
	dengan mengembangkan rasa ingin tahu.				dan fungsi Teknik Penyediaan Air Bersih, bagian utama dan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja serta dimensi Teknik Penyediaan Air Bersih dari berbagai media		
3.1.3 Menghitung dimensi Teknik	Melalui telaah buku teks peserta didik				Peserta didik secara individu	Peserta didik berdiskusi memverifikasi	

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
Penyediaan Air Bersih berdasarkan parameter	menghitung dimensi Teknik Penyediaan Air Bersih berdasarkan parameter secara teliti dan kritis.				menggali berbagai informasi yang berkaitan dengan jenis dan fungsi Teknik Penyediaan Air Bersih, bagian utama dan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja serta dimensi Teknik Penyediaan Air Bersih dari berbagai	tentang jenis dan fungsi Teknik Penyediaan Air Bersih, bagian utama dan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja serta dimensi Teknik Penyediaan Air Bersih dengan prinsip dan aturannya	

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
					sumber.		
3.1.4 Menguraikan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai peran	Melalui diskusi peserta didik merinci perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai pekerjaan dengan mengamalkan kerjasama dan demokratis dalam berfikir.					Peserta didik memberikan pendapat berkaitan dengan materi diskusi dan menentukan jenis dan fungsi Teknik Penyediaan Air Bersih, bagian utama dan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja serta dimensi Teknik	

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
						Penyediaan Air Bersih beserta karakteristiknya	
4.1.1 Memilih perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai fungsi	Melalui demonstrasi peserta didik memilah perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai fungsi dengan merespon dan melakukan secara konsisten	Pengumpulan data melalui eksperimen/ mencoba			Guru menugaskan peserta didik memilih perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja Teknik Penyediaan Air Bersih dan mencoba menggunakan Teknik Penyediaan Air Bersih		
4.1.2 Menentukan alat bantu	Melalui eksperimen peserta didik				Peserta didik memilih perlengkapan	Peserta didik menilai jenis dan fungsi	

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
kerja membubut sesuai fungsi	menentukan alat bantu kerja membubut sesuai fungsi dengan melakukan kerjasama secara tertib.				Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja Teknik Penyediaan Air Bersih dan mencoba menggunakan Teknik Penyediaan Air Bersih Guru melakukan tutorial kelompok	Teknik Penyediaan Air Bersih, bagian utama dan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja serta dimensi Teknik Penyediaan Air Bersih untuk menentukan apakah telah memenuhi kaidah atau prinsip Teknik Penyediaan Air Bersih.	

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
4.1.3 Mengoperasikan Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai SOP	Melalui praktik peserta didik mengoperasikan Teknik Penyediaan Air Bersih sesuai SOP dengan melakukan secara teliti dan disiplin	Mengorganisasi dan memformulasikan penjelasan				Guru menugaskan revisi pemilihan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja Teknik Penyediaan Air Bersih dan perbaikan penggunaan Teknik Penyediaan Air Bersih	
						Peserta didik melakukan revisi pemilihan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat	Peserta didik mempresentasikan/memaparkan hasil pemilihan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja Teknik Penyediaan Air Bersih dan

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
						bantu kerja Teknik Penyediaan Air Bersih dan perbaikan penggunaan Teknik Penyediaan Air Bersih berdasarkan masukan pada saat presentasi berkaitan dengan hal-hal yang dianggap belum tepat/benar	hasil menggunakan Teknik Penyediaan Air Bersih pada kelompok lain Peserta didik memberikan tanggapan terhadap pertanyaan yang muncul pada saat presentasi. Peserta didik memberikan masukan dan menerima masukan
4.1.4 Menyajikan laporan proses membubut	Melalui diskusi peserta didik menyajikan laporan proses	Menganalisis proses inkuiri				Guru menugaskan peserta didik untuk	Peserta didik mensimulasikan pemilihan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
berdasarkan telaah dan asosiasi referensi rujukan	membubut berdasarkan telaah dan asosiasi referensi rujukan					menyempurnakan pemilihan perlengkapan Teknik Penyediaan Air Bersih, alat bantu kerja Teknik Penyediaan Air Bersih dan penggunaan Teknik Penyediaan Air Bersih secara lisan	bantu kerja Teknik Penyediaan Air Bersih dan penggunaan Teknik Penyediaan Air Bersih yang telah dibuat oleh masing-masing kelompok Peserta didik mengamati dan memberikan tanggapan terhadap setiap kelompok penyaji
						Peserta didik membuat simpulan tentang pemilihan perlengkapan Teknik Penyediaan Air	

Indikator Pencapaian Kompetensi	Tujuan Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Pendekatan saintifik				
			Mengamati	Menanya	Mengumpulkan Informasi	Menalar	Mengomunikasikan
						Bersih, alat bantu kerja Teknik Penyediaan Air Bersih dan penggunaan Teknik Penyediaan Air Bersih	

Hasil pemaduan model pembelajaraan dan pendekatan saintifik dipergunakan dalam penyusunan RPP khususnya pada perumusan kegiatan inti pembelajaran

D. LATIHAN

1. Jelaskan perbedaan teori belajar Behavioristik, teori belajar Kognitif, teori belajar Konstruktivismedan teori belajar Humanistik
2. Jelaskan perbedaan konsep pendekatan pembelajaran *Project work*, Kooperatif, dan Pembelajaran Berbasis masalah

E. RANGKUMAN

Untuk dapat melaksanakan tugasnya secara profesional, seorang guru dituntut dapat memahami dan memliki keterampilan yang memadai dalam mengembangkan berbagai model pembelajaran yang efektif, kreatif dan menyenangkan, sebagaimana diisyaratkan dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan.

Mencermati upaya reformasi pembelajaran yang sedang dikembangkan di Indonesia, para guru atau calon guru saat ini banyak ditawari dengan aneka pilihan model pembelajaran, yang kadang-kadang untuk kepentingan penelitian (penelitian akademik maupun penelitian tindakan) sangat sulit menermukan sumber-sumber literarturnya.

Jika para guru telah dapat memahami konsep atau teori dasar pembelajaran yang merujuk pada proses (beserta konsep dan teori) pembelajaran sebagaimana dikemukakan di atas, maka pada dasarnya guru pun dapat secara kreatif mencobakan dan mengembangkan model pembelajaran tersendiri yang khas, sesuai dengan kondisi nyata di tempat kerja masing-masing, sehingga pada gilirannya akan muncul model-model pembelajaran versi guru yang bersangkutan, yang tentunya semakin memperkaya khazanah model pembelajaran yang telah ada.

Beberapa model pembelajaran yang biasanya dapat dikembangkan guru di SMK antara lain;

1. *Project work* adalah model pembelajaran yang mengarahkan peserta didik pada prosedur kerja yang sistematis dan standar untuk membuat atau menyelesaikan suatu produk (barang atau jasa), melalui proses produksi/pekerjaan yang sesungguhnya. Model pembelajaran *project work* sering digunakan untuk program pembelajaran produktif.
2. Pembelajaran CTL (Contextual Teaching And Learning) merupakan suatu proses belajar yang holistik, bertujuan membantu peserta didik untuk memahami makna materi pelajaran yang dipelajari dengan mengkaitkan materi tersebut dengan konteks kehidupan peserta didik sehari-hari (konteks pribadi, sosial dan kultural).
3. Problem-Based Learning (PBL); adalah pembelajaran yang didasari oleh dorongan penyelesaian masalah. Pengertian tersebut sejalan dengan yang diutarakan oleh

Barrows & Tamblyn:"…the learning which result from the process of working towards the understanding of, or resolution of a problem." (Barrows & Tamblyn, 1980).

4. Model mengajar Inquiry Training; adalah model pembelajaran yang diarahkan untuk membantu peserta didik mengembangkan keterampilan intelektual yang terkait dengan penalaran sehingga mampu merumuskan masalah, membangun konsep dan hipotesis serta menguji untuk mencari jawaban dari permasalahan2 desain dan pekerjaan bangunan
5. Model Bermain Peran (Role Playing); digunakan untuk mengembangkan kemampuan analogitentang situasi permasalahan kehidupan yang di pembelajaran SMK berkaitan permasalahan desain dan struktur gedung yang sebenarnya.

F. DAFTAR PUSTAKA

Hill, F. Wilfred. 2009. *Theories of Learning (Terj. Teori-teori Pembelajaran)*. Bandung: Nusa Media

Joyce Bruce. Et al. 2000. Models of Teaching. 6th Ed. Allyn & Bacon: London

M. Saekhan Muchith, M.Pd. 2008. *Pembelajaran Kontekstual*. Semarang: RaSAIL Media Group.

Nasution. S. 2005. Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar. Jakarta: Bumi Aksara.

Sanjaya, Wina. 2006. Strategi Pembelajaran. Jakarta: Media Prenada

Slavin, R. E. 1995. Cooperative learning. Second edition. Boston: Allyn and Bacon.

Sudjana, Nana. 1989. Cara Belajar Siswa Aktif dalam Proses Belajar Mengajar. Bandung: Sinar Baru.

Uno, B. Hamzah. 2006. Perencanaan Pembelajaran. Jakarta: Bumi Aksara.

Yamin, Martinis. 2006. Strategi Pembelajaran Berbasis Kompetensi. Jakarta: Gaung Persada Press.

BAB 3

PROFESIONAL

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

Mendeteksi Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi dan Koordinat sesuai Ketentuan Teknis

A. Tujuan

Dengan diberikan modul penjelasan tentang mendeteksi data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis ini, Anda diharapkan mempunyai pengetahuan dan keterampilan tentang jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat yang didapat dari pengukuran dengan pengunaan berbagai macam alat ukur, dan mampu mengaplikasikan pendeteksian data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis ini dalam perencanaan dan pengukuran.

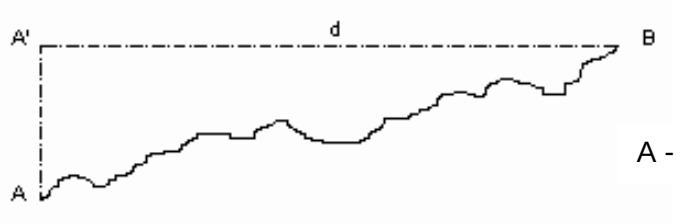
B. Indikator

Mendeteksi Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi dan Koordinat sesuai Ketentuan Teknis.

C. Uraian Materi

1. Jarak

Dalam ilmu ukur tanah atau pengukuran lahan yang dimaksud dengan jarak antar dua titik adalah panjang garis mendatar dan lurus yang menghubungkan kedua titik tersebut. Jarak dapat diketahui secara langsung dengan pengukuran mendatar dan secara tidak langsung melalui pengukuran jarak miring dan pengukuran sudut lerengnya. Pengukuran jarak merupakan basis dalam pemetaan. Walaupun sudut-sudut dapat dibaca seksama dengan peralatan yang rumit, paling sedikit ada sebuah garis yang harus diukur panjangnya untuk melengkapi sudut-sudut dalam penentuan lokasi titik-titik.



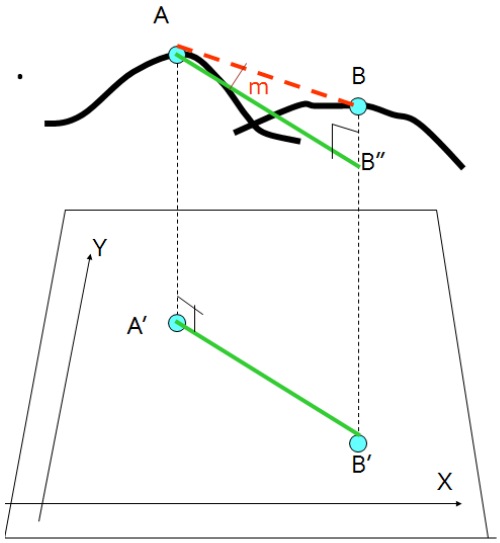
Gambar 1.1. Jarak

Secara umum jarak dapat dibagi menjadi dua yaitu :

a. Jarak horizontal, merupakan panjang garis antara dua titik yang terletak pada bidang datar proyeksi
b. Jarak miring, apabila panjang garis antara dua titik yang terletak tidak pada bidang datar.

Dalam pengukuran tanah, jarak datar antara dua titik berarti jarak horisontal. Jika kedua titik berbeda elevasinya, jaraknya adalah panjang garis horisontal antara garis unting-unting di kedua titik itu.

Jika Titik A dan B terletak di permukaan bumi. Garis penghubung lurus AB disebut Jarak Miring. Garis AA' dan BB' merupakan garis sejajar dan tegak lurus bidang datar. Jarak antara kedua garis tsb disebut Jarak Mendatar dari A ke B. Jarak BB" disebut Jarak Tegak dari A ke B atau biasa disebut Beda Tinggi. Sudut BAB" disebut Sudut Miring.



A'B' = Jarak Mendatar
AB = Jarak Miring
BB" = Beda Tinggi antara A dan B

Antara Sudut Miring, Jarak Miring, Jarak Mendatar dan Beda Tinggi, terdapat hubungan sbb :

AB" = A'B' = AB Cos m

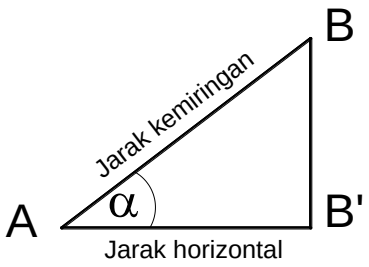
BB" = AB Sin m

$(AB)^2 = (A'B')^2 + (BB")^2$

Gambar 1.2. Jarak Miring, Jarak Mendatar dan Beda Tinggi

Mengukur jarak adalah mengukur panjang penggal garis antar dua buah titik tertentu. Penggal garis ini merupakan sambungan penggal-penggal garis lurus yang lebih kecil. Pengukuran jarak adalah penentuan jarak antara, dua titik di permukaan bumi, biasanya yang digunakan adalah jarak horizontalnya atau pekerjaan pengukuran antara dua buah titik baik secara langsung maupun tidak langsung yang dilaksanakan secara, serentak atau dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu jarak horizontal dan jarak miring.

Jarak horizontal adalah jarak yang apabila diukur maka perbedaan tingginya adalah 0. Sedangkan jarak miring adalah hasil pengukurannya melibatkan kemiringan. Perlu Anda ketahui bahwa jarak yang dapat digambarkan secara langsung pada peta adalah jarah horizontal, bukan jarak miring.



Gambar 1.3. Pengukuran Jarak

Cara pengukuran jarak horizontal yang sederhana pada daerah miring adalah sebagai berikut. Untuk jarak pendek dilakukan dengan merentangkan pita dan menggunakan waterpass sehingga mendekati horizontal. Untuk jarak yang panjang dilakukan secara bertahap. Jarak horizontal A - E adalah d1 + d2 + d3 +d4.

Untuk daerah datar, pengukuran jarak tidak mengalami masalah. Namun ada kalanya pada daerah yang datar terdapat hambatan. Hambatan ini terutama terjadi pada daerah datar yang memiliki garis ukur yang panjang, yaitu adanya obyek penghalang seperti sungai atau kolam.

Jarak antara dua buah titik di bidang datar (2 dimensi) dapat diketahui dengan cara akar dari pertambahan selisih kuadrat absis dengan selisih

kuadrat ordinat kedua titik tersebut. Tahap-tahap Pengukuran Jarak dan Arah Berikut ini, adalah tahap-tahap yang harus Anda lakukan dalam memetakan suatu wilayah dengan alat bantu meteran dan kompas

Reduksi jarak ukur pada suatu bidang referensi. sebelurn digunakan, biasanya suatu jarak ukur (measured distance), (umumnya berupa jarak miring) diproyeksikan terlebih dahulu pada suatu bidang referensi.

a. Pengklasifikasian Pengukuran Jarak

1) Pengukuran jarak langsung

Pengukuran jarak langsung biasanya menggunakan instrument atau alat ukur jarak langsung, misalnya pita ukur langkah, alat ukur jarak elektronik dan lain-lain. Alat-alat yang digunakan dalam pengukuran jarak secara langsung diantaranya adalah kayu ukur dan rantai ukur.

Syarat pengukuran dengan rantai ukur :

a) Jika panjang satu jalur melebihi panjang rantai, maka jalan rantai tersebut ditandai dengan batang penentu yang berwarna terang
b) Jalur-jalur rantai menjangkau daerah-daerah yang penting lainnya.
c) Titik yang diukur saling terlibat.
d) Tim minimum 2 orang
    - Mistar,
    - Pita ukur metalik,
    - Pita ukur serat-serat gelas,
    - Pita ukur dari baja,
    - Pita ukur invar,
    - Roda ukur,
    - Speedometer
    - Curvimeter dan,
    - Pedometer

2) Pengukuran jarak tidak langsung

Pengukuran ini biasanya menggunakan instrument ukur jarak tachymetry dan metode optic.

Pengukuran jarak tidak langsung ada beberapa macam diantaranya pengukuran jarak dengan kira-kira. Cara ini dapat menggunakan langkah dan menggunakan skala pada peta.

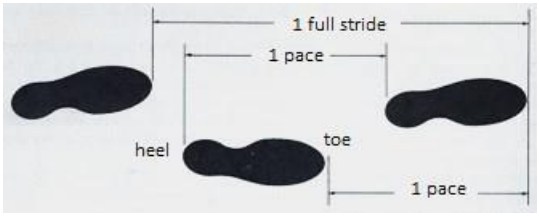
Tujuan yang akan dicapai dalam pengukuran jarak adalah membuat garis yang benar-benar lurus sehingga jaraknya dapat diukur dengan pasti.

b. Bebagai macam instrumen ukur jarak dan cara penggunaanya

1) Pengukuran Jarak Dengan Langkah

Karena ketelitiannya yang rendah, dewasa ini langkah (pacing) hanya digunakan untuk membantu penempatan instrumen sipat datar di tengah-tengah antara dua buah rambu pada pekerjaan sipat datar. Pada hakekatnya sangatlah sukar untuk mempertahankan jarak langkah yang tetap dan pengalaman menunjukkan bahwa untuk jarak ukur 100 m seorang petugas yang berpengalaman pun dapat membuat kesalahan sampai beberapa meter. Tingkat ketelitiannya antara 1:50 sampai 1:200 tergantung tingkat keahlian pengukur.

Jarak = unit langkah x jumlah langkah

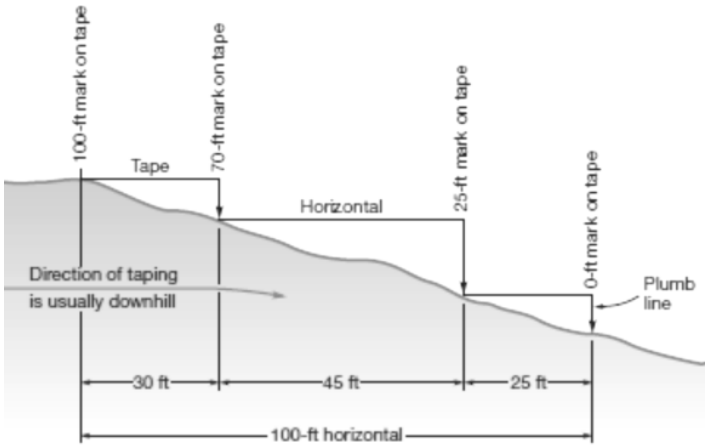


Gambar 1.4 Pacing

2) Pengukuran Jarak Dengan Pita Ukur

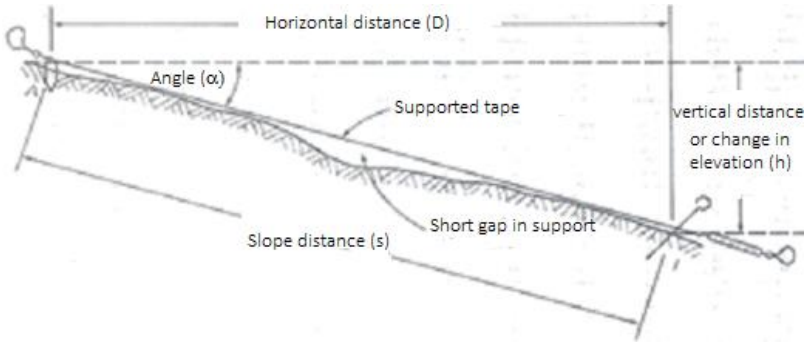
Jarak yang diperoleh dari pengukuran dengan pita ukur secara mendatar adalah jarak datar (*horizontal distance)*. Jika pengukuran tidak bisa dilakukan dengan sekali membentangkan pita ukur maka jarak tersebut bisa dibagi menjadi beberapa bagian

sehingga setiap bagiannya bisa diukur dengan sekali membentangkan pita ukur.



Gambar 1.5. Taping dalam beberapa bentangan

Jika pengukuran dilakukan secara langsung pada daerah miring yang curam maka yang diperoleh adalah jarak miring/slope (s). Untuk menentukan jarak datar (D), maka diperlukan pengukuran sudut miring (α) dengan menggunakan abney hand level dan clinometer.



Gambar 1.6.Taping pada permukaan miring

Jarak datar dihitung dengan rumus:

$$D = s \cos \alpha$$

Jika beda tinggi (h) antara ujung-ujung titik diukur, maka jarak datar dihitung dengan rumus:

$$D = (s^2 - h^2)^{½}$$

3) Pengukuran Jarak Dengan Cara Optis

Metode dimana suatu jarak antara dua buah titik diukur secara tidak langsung disebut Tachymetri. Pada prinsipnya metode ini dilakukan dengan penempatan sebuah instrumen ukur jarak pada ujung titik permulaan dan instrumen tersebut diarahkan pada titik sasaran yang ditempatkan pada ujung lainnya.

Pengukuran jarak dengan cara optis adalah pengukuran jarak dengan menggunakan alat ukur yang dilengkapi pengukur jarak optis (misal theodolit dan sipat datar). Alat ini dalam teropongnya terdapat tiga benang mendatar diafragma.

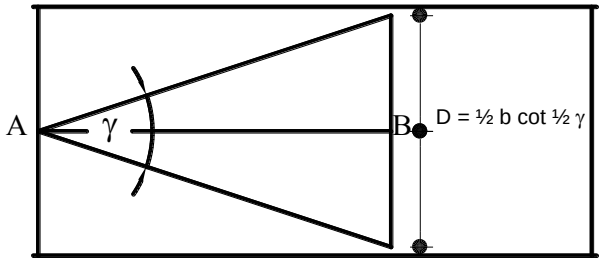
Metoda Pengukuran Jarak:

a) Metode Segitiga Sama Kaki

Prinsipnya berdasar pemecahan pada sebuah segitiga sama kaki. Terdapat dua metoda dasar, yaitu :

(1) Metode Pertama

Basis yang digunakan konstan dan sudut paralaks adalah variabel yang harus ditentukan nilainya. (Gambar 1.7)

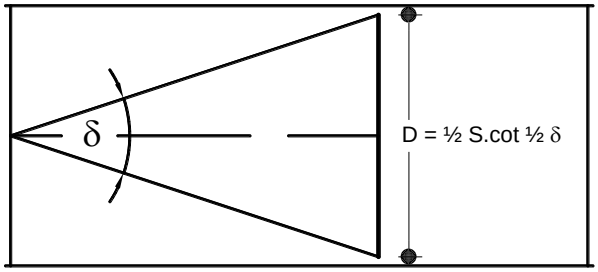


Gambar 1.7. Basis Konstan, Sudut Paralaks Variabel

Untuk penentuan jaraknya, dipakai sebuh mistar basis yang panjangnya tepat 2 meter yang umumnya dipasang mendatar. Sudut paralaks γ diukur dengan theodolit. Dalam hal ini mistar basis dipasang mendatar, maka sudut γ adalah sudut mendatar.

(2) Metode Kedua

Sudut paralaks konstan, sedangkan basis adalah variabel yang harus ditentukan nilainya (Gambar 1.5). Panjang S dibaca pada mistar yang bisanya dipasang tegak. Pengukuran jarak optis pada alat sipat datar menggunakan prinsip metode kedua.



Gambar 1.8. Sudut Paralaks Konstan, Basis Variabel

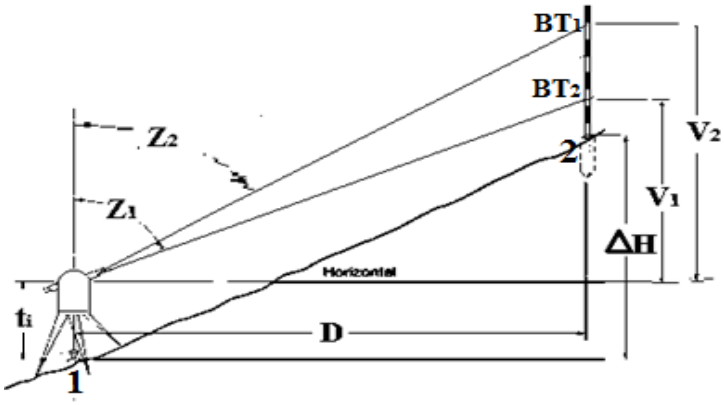
b) Metode Tangensial

Cara ini dilakukan jika terjadi kerusakan pada benang stadia sehingga hanya benang tengah yang tampak dalam lensa teropong.

Jika bacaan lingkaran vertikal yang diperoleh adalah zenit (z), maka untuk mengubah menjadi heling (θ) adalah sebagai berikut:

$\theta = 90^o - z$ (posisi biasa) atau

$\theta = z - 270^o$ (posisi luar biasa)



Gambar 1.9. Pengukuran metode tangensial

Rumus jarak datar adalah:

$$D = \frac{(BT_1 - BT_2)}{(Tg\theta_1 - Tg\theta_2)}$$

Jarak Vertikal:

V = D sin z cos z, jika menggunakan sudut zenit

V = D tg θ, jika menggunakan sudut miring

V bernilai posistif jika z < 90^0, dan bernilai negatif jika z >90^0

Rumus beda tingginya adalah:

ΔH = ti + V - BT

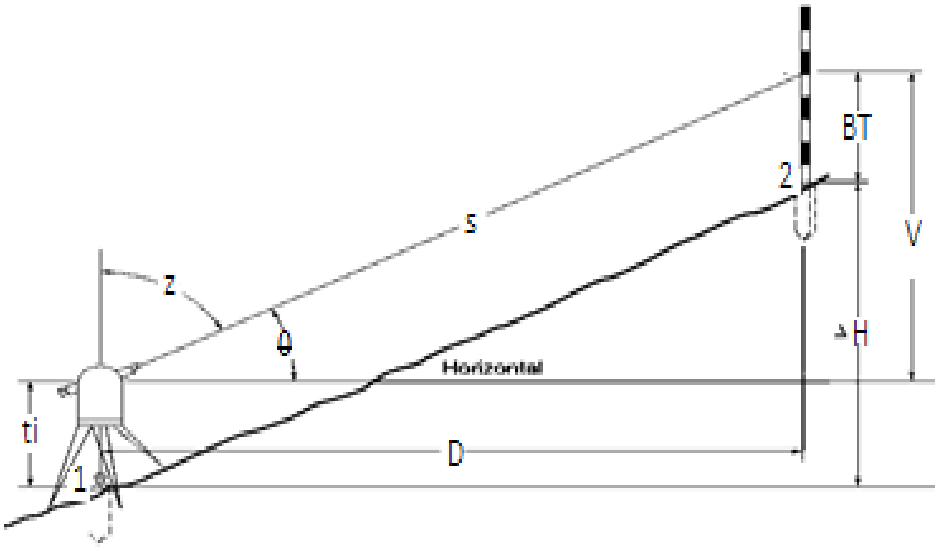
c) Metode Stadia

Cara ini dilakukan jika lensa okuler teropong mempunyai benang stadia.

Jika bacaan lingkaran vertikal yang diperoleh adalah zenit (z), maka untuk mengubah menjadi heling (θ) adalah sebagai berikut:

θ = 90o - z (posisi biasa) atau

θ = z - 270o (posisi luar biasa)



Gambar 1.10. Pengukuran metode stadia

Rumus jarak datar adalah:

D = 100 x (BA-BB) x Sin^2 z, jika menggunakan sudut zenit

D = 100 x (BA-BB) x $Cos^2\theta$, jika menggunakan sudut miring

Jarak vertikal adalah:

V = D sin z cos z, jika menggunakan sudut zenit

V = D tg θ, jika menggunakan sudut miring

V bernilai posistif jika z < 90o, dan bernilai negatif jika z > 90^o

Rumus beda tingginya adalah:

ΔH = ti + V - BT

d) Metode Subtense

Metode subtense adalah pengukuran jarak optis dengan rambu basis 2 m. Prinsip dasar metoda ini adalah mencari garis tinggi segitiga sama kaki, yang panjang alasnya (basis) diketahui dan sudut paralaks yang dihadapannya diukur. Jarak dapat dihitung dengan rumus:

D = ½ b cot ½ γ

Panjang basis biasanya 2 m dan bila sudut paralaks cukup kecil, maka dipakai rumus pendekatan

$$D = \frac{b}{2\tan\frac{1}{2}\gamma} = \frac{b}{\gamma''}\rho''$$

dan karena b = 2 m,

$$D = \frac{2}{\gamma''}\rho''(m)$$

dimana ρ" = 206265

Metode ini dinamakan metode 'subtense' karena sudut γ harus dinyatakan dalam detik ("). Sudut γ adalah sudut horisontal dan diukur dengan theodolit. Walaupun tinggi theodolit dan tinggi rambu basis tidak sama tinggi, namun jarak yang diperoleh adalah jarak mendatar.

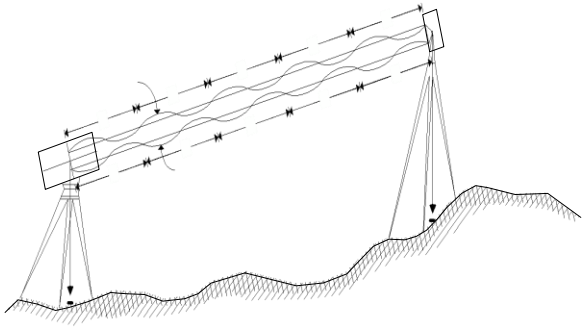
Gambar 1.11. Alat Subtense Bar

4) Pengukuran Jarak Dengan Electronic Distance Measurement (EDM)

Alat EDM menentukan panjang berdasarkan pada perubahan fase yang terjadi sewaktu energi elektromagnetik dengan panjang gelombang yang diketahui, merambat dari satu ujung garis ke ujung yang lain dan kembali

Kelebihan EDM adalah jarak yang di ukur lebih cepat dan teliti. Dengan EDM, jarak ditunjukkan dalam bentuk digital dalam feet atau meter, dan banyak diantara alat-alat ini mempunyai koputer mikro terpasang tetap yang memberi hasil tereduksi langsung ke komponen horizontal dan vertikal.

Dasar kerja dari alat ini adalah gelombang energi (gelombang cahaya, microwave, gelombang radio) yang dipancarkan dari pemancar di A (transmitter) dan di B dipantulkan oleh alat pemantul (reflector) dan diterima kembali oleh alat penerima (receiver) di A seperti terlihat pada Gambar 1.12.



Gambar 1.12. Prosedur EDM

Bila kecepatan rambat gelombang energi = V m/dt, dan waktu yang diperlukan pada saat merambat dari mulai dipancarkan sampai diterima kembali = t detik, maka dapat dihitung jarak dari titik A ke B = ½ . v. t meter. Ketelitian yang dapat dicapai oleh alat ini adalah sekitar 2 sampai 10 p.p.m (part per million = 2 s/d 10 milimeter untuk tiap kilometer). Karena perambatan gelombang energi ini tadi lewat lapisan udara, maka harus dikoreksi juga terhadap temperatur dan tekanan udara pada saat pengukuran.

Berikut adalah contoh dari alat pengukur jarak elektronik:

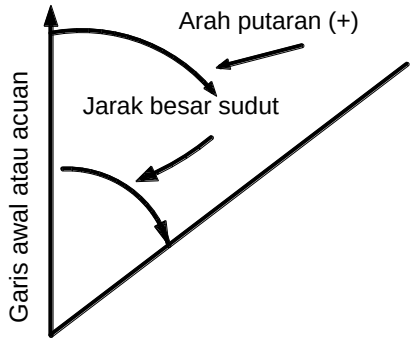
Tabel 1.1. Alat Pengukur Jarak Elektronis

No	Merk	Sumber Tenaga	Kemampuan Jarak
1.	Geodimeter 76	Laser	3000 m
2.	Distomat DI 10	Infra merah	2000 m
3.	DM 60 Cubitape	Infra merah Microwave Gelombang	2000 m

2. Sudut

Posisi titik-titik dan orientasi garis tergantung pada pengukuran sudut dan arah. Dalam pekerjaan pengukuran tanah, arah ditentukan oleh sudut arah dan azimut. Sudut yang diukur dalam pengukuran tanah digolongkan menjadi sudut horizontal dan sudut vertikal. Sudut-sudut dapat diukur secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung sudut diukur di lapangan dengan kompas, theodolit kompas, theodolit biasa ataupun sextan. Sedangkan secara tidak langsung dapat diukur dengan metode pita, yang harganya dihitung dari hubungan kuantitas yang diketahui dalam sebuah segitiga atau bentuk geometrik sederhana lainnya.

Tiga persyaratan dasar untuk menentukan sebuah sudut diantaranya adalah garis awal atau acuan, arah perputaran dan jarak (besar) sudut.



Gambar 1.13. Persyaratan Dasar Dalam Penentuan Sudut

a. Macam Sudut

Terdapat dua macam sudut yaitu a. sudut horizontal dan b. sudut vertikal

1) Sudut Vertikal
   a) Bacaan lingkaran vertikal bisa merupakan sudut vertikal (z) maupun sudut miring (θ).

      Pada kedudukan biasa $\theta = 90^o - z$

      Pada kedudukan luar biasa $\theta = z - 270^o$

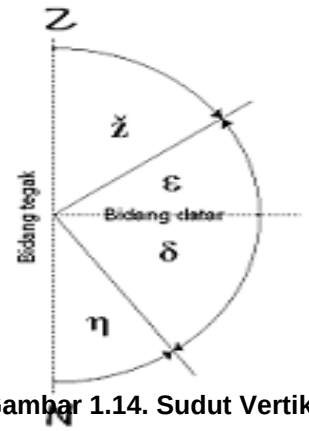
   b) Sudut vertikal, yaitu sudut yang ditentukan dari garis tegak (vertikal).

      Jika pembacaan sudutnya dari arah zenit (atas) maka disebut sudut zenit (z), jika dari arah nadir (bawah) maka disebut sudut nadir (n).

   c) Sudut miring, yaitu sudut yang ditentukan dari garis mendatar (horisontal) ke arah atas atau ke arah bawah.

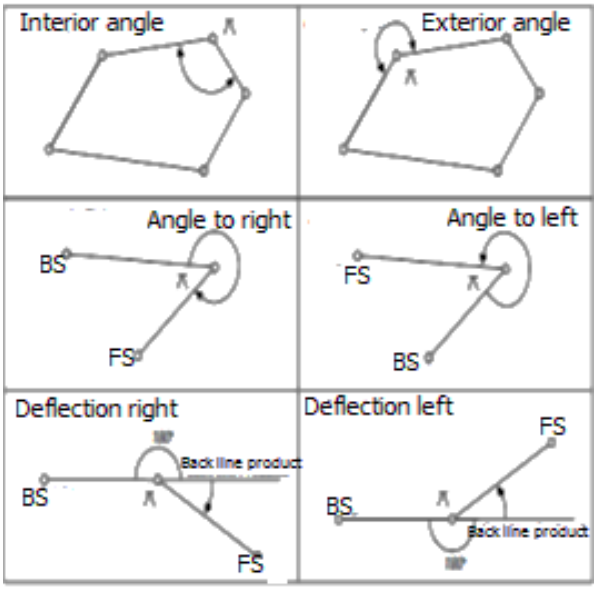
      Jika pembacaan sudutnya ke arah atas maka disebut sudut elevasi (ε), jika ke arah bawah maka disebut sudut depresi (δ).

   d) Sudut vertikal maupun sudut miring digunakan untuk menghitung jarak datar.



Gambar 1.14. Sudut Vertikal

2) Sudut Horizontal
   a) Bacaan lingkaran horisontal pada teodolit merupakan arah horizontal teropong ketitik bidik tertentu.
   b) Sudut horisontal adalah selisih antara dua arah horisontal yang berlainan (bacaan FS – bacaan BS).
   c) Sudut horisontal digunakan untuk menghitung azimut sisi poligon.
   d) Sudut horisontal dibedakan menjadi:
      (1) Sudut dalam (interior angle) adalah sudut yang terletak di bagian dalam poligon tertutup.
      (2) Sudut luar (eksterior angle) adalah pelingkar sudut dalam pada poligon tertutup.
      (3) Sudut ke kanan(angle to the right) adalah sudut menuju FS dengan putaran searah jarum jam.
      (4) Sudut ke kiri(angle to the left) adalah sudut menuju FS dengan putaran berlawanan jarum jam.
      (5) Sudut defleksi adalah sudut miring antara sebuah garis dan perpanjangan garis sebelumnya.
         - Sudut defleksi kiri = sudut defleksi yang belok ke kiri.
         - Sudut defleksi kanan = sudut defleksi yang belok ke kanan.



Gambar 1.15. Sudut Horizontal

b. Satuan Pengukuran Sudut

Ada beberapa sistem untuk menyatakan besarnya sudut, diantaranya yaitu :

1) Sistem Seksagesimal

   Dalam sistem seksagesimal keliling lingkaran dibagi dalam 360 bagian yang disebut derajad. 1^{o} (1 derajad) = 60’ (60 menit) dan 1’ = 60” (60 detik).

2) Sistem Sentisimal

   Dalam sistem sentisimal keliling lingkaran dibagi dalam 400 bagian yang disebut grade.

   1^{g} (1 grade) = 100^{c} (100 centigrade) dan 1^{c} = 100^{cc} (100 centicentigrade).

3) Sistem Radial Dalam sistem radial keliling lingkaran dibagi dalam bagian yang disebut dengan satu radial.

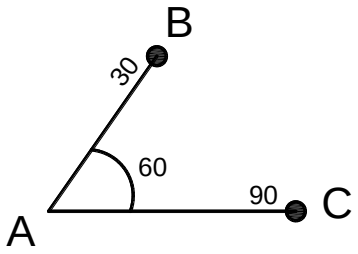
4) Sistem Waktu, Sistem waktu digunakan dalam pengukuran astronomi. Dimana, 360 ° = 24 jam; 1 jam =15 °

1 lingkaran = 360 : = 400g = 2π rad

c. Bacaan Sudut

Bacaan sudut merupakan bacaan sudut pada Theodolit (alat sejenis) ketika membidik arah tertentu. Sudut merupakan selisih antara dua bacaan sudut. Alat diletakkan di titik A, diarahkan ke B, bacaan sudutnya adalah 30°. Alat kemudian diputar ke kanan dan diarahkan ke C, diperoleh bacaan sudut 90°.

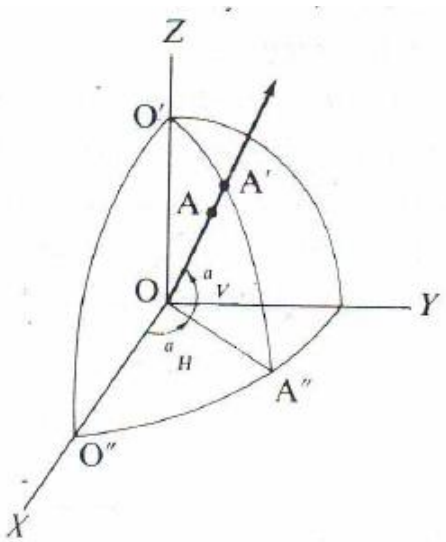
Maka ∠BAC = ∠ Bacaan AC - ∠ Bacaan AB = 90°-30° = 60°.



Gambar 1.16. Bacaan Sudut dan Sudut

d. Pengukuran Sudut

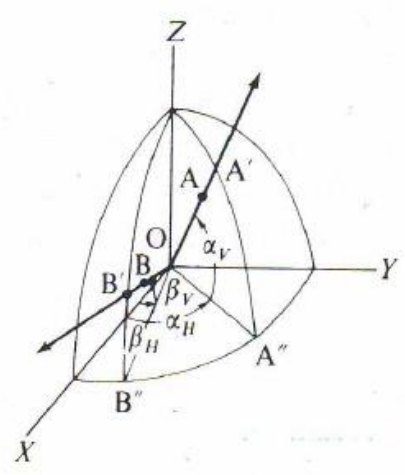
Pengukuran sudut berarti mengukur suatu sudut yang terbentuk antara suatu titik dan dua titik lainnya. Pada pengukuran ini diukur arah dari pada dua titik atau lebih yang dibidik dari satu titik kontrol dan jarak antara titik-titik diabaikan. Pada Gbr. 1.17 terlihat skema sebuah bola dengan panjang jari-jari yang tak terbatas. Dengan titik pusat bola 0



sebagai titik referensi, garis kolimasi OA dari 0 ke A memotong permukaan bola tersebut pada titik A'. OXY adalah bidang horizontal dan OZ adalah sumbu tegak lurus pada bidang itu jadi dapat dianggap sebagai sumbu vertikal. Lingkaran besar yang melintasi 0' dan A' memotong bidang OXY pada titik A". Sudut ∠A"OA' disebut sudut elevasi.

Gambar 1.17. Metode untuk menentukan arah titik A

Selanjutnya, jika diambil sebagai contoh, di mana terdapat dua titik sasaran A dan B seperti yang tertera pada Gbr. 1.18 maka sudut A"OB" disebut sudut horizontal dari A ke B



Gambar 1.18. Metode untuk menentukan arah titik A dan titik B

3. Beda Tinggi

Ketinggian suatu titik pada dasarnya menunjukkan posisi suatu titik di atas bidang datum tertentu. Koordinatnya merupakan jarak titik tersebut terhadap bidang datum sehingga hanya terdiri dari satu parameter saja (umumnya dinotasikan dengan h).

Datum ketinggian mempunyai tiga bentuk, yaitu:

a. Bidang datar

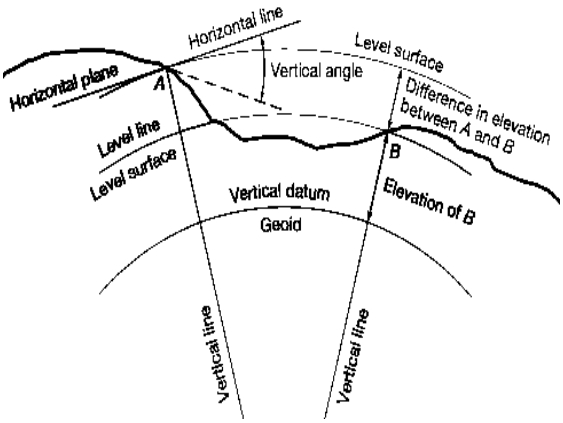
   Datum ini hanya berlaku untuk daerah dengan ukuran maksimal 55 km x 55 km.

b. Elipsoid

   Adalah bidang lengkung beraturan yang dibentuk oleh suatu elips yang diputar 180: terhadap sumbu pendeknya. Datum ini digunakan untuk perhitungan geodesi.

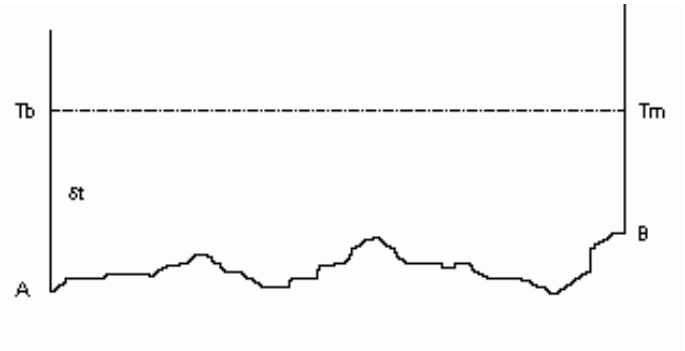
c. Geoid

   Adalah bidang ekuipotensial gaya berat bumi, artinya permukaan yang mempunyai potensial gaya berat tetap/sama di setiap tempat. Permukaan geoid tidak beraturan.



Gambar 1.19. Bidang Datum

Beda tinggi antara dua titik adalah jarak antara bidang ekuipotensial yang melalui suatu titik dengan bidang ekuipotensial yang melalui titik lainnya. Pengukuran beda tinggi adalah pengukuran yang bertujuan untuk menentukan beda tinggi antar titik-titik atau tinggi suatu titik secara relatif terhadap bidang acuan tertentu. Bidang acuan (datum) untuk menentukan tinggi titik-titik di permukaan bumi adalah tinggi muka laut rata-rata (*mean sea level*) atau pun titik lokal yang sudah diketahui ketinggiannya. Beda tinggi bisa diukur secara langsung melalui pengukuran barometris, menyipat datar atau secara tidak langsung melalui pengukuran jarak miring dan sudut lerengnya disebut cara pengukuran trigonometris.



Gambar 1.20. Beda tinggi

Beda tinggi AB = δt = tb – tm

Beda tinggi bernilai : (+) menunjukkan permukaan tanah naik

(-) menunjukkan permukaan tanah turun

Yang dihasilkan dari pengukuran beda tinggi:

- Profil memanjang
- Profil Melintang
- Kontur

Hasil pengukuran beda tinggi digunakan untuk:

- Desain jalan raya, rel kereta api, saluran air, dll.
- Menggambarkan konstruksi proyek.
- Menghitung volume tanah dan material lainnya.
- Menyelidiki karakteristik drainase suatu area.
- Mengembangkan peta konfigurasi tanah secara umum.
- Mempelajari *earth subsidence* (penyusutan bumi) dan c*reostal movement* (pergerakan kerak bumi).

Pengukuran beda tinggi (jarak vertikal) bisa dilakukan secara langsung maupun tidak langsung (menggunakan metode pengukuran beda tinggi).

Pengukuran jarak vertikal secara langsung bisa menggunkan pita ukur maupun alat pengukur jarak elektonik (EDM). Pengukuran jarak vertikal dengan EDM biasanya digunakan untuk mengukur lubang bukaan tambang, tinggi lantai pada bangunan bertinggkat, dan jalur pipa.

Secara prinsip metode pengukuran beda tinggi (leveling) dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

a. Metode Barometris (*barometric leveling*)

Metode barometris prinsipnya adalah mengukur beda tekanan atmosfer suatu ketinggian menggunakan alat barometer yang kemudian direduksi menjadi beda tinggi.

Gambar 1.21. Barometer

Pengukuran dengan barometer relatif mudah dilakukan, tetapi membutuhkan ketelitian pembacaan yang lebih dibandingkan dua metode lainnya, yaitu metode alat sipat datar dan metode trigonometric

Beda tinggi antara dua tempat secara umum dirumuskan sebagai:

$dH = - dP / (\rho . g)$

dh : beda tinggi

dP : perbedaan tekanan udara

ρ : kepadatan udara

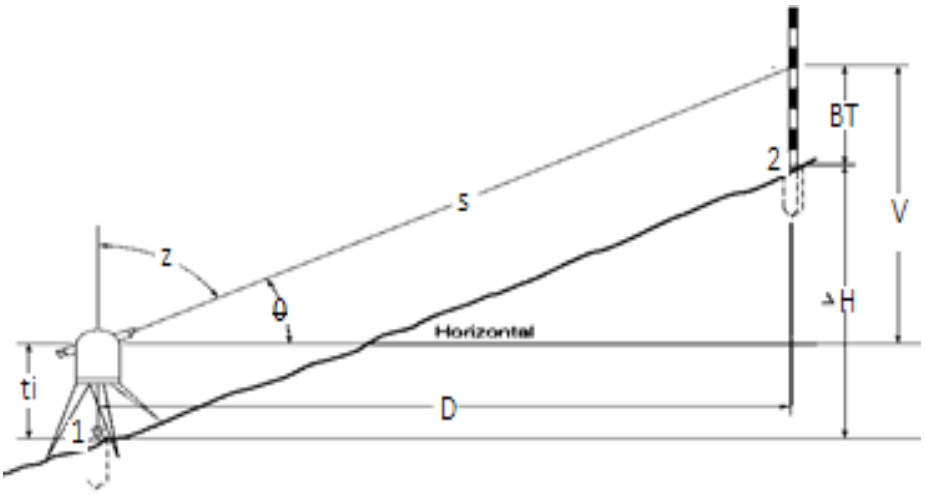
g : percepatan gaya berat

Hasil dari pengukuran barometer ini bergantung pada ketinggian permukaan tanah juga bergantung pada temperatur udara, kelembapan, dan kondisi-kondisi cuaca lainnya. Pada prinsipnya menghitung beda tinggi pada suatu wilayah yang relatif sulit dicapai karena kondisi alamnya dengan bantuan pembacaan tekanan udara atau atmosfer menggunakan alat barometer.

b. Cara Trigonometris (*Trigonometric leveling*)

Penentuan beda tinggi dengan cara trigonometri adalah penentuan beda tinggi secara tidak langsung, yaitu beda tinggi fungsi dari jarak mendatar dan sudut vertikal antar dua titik yang diukur beda tingginya. Jarak mendatar diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan pita ukur, secara elektronik *(EDM*) atau dengan cara lain. Sedangkan sudut vertikal diukur dengan menggunakan alat ukur *theodolite*.

Garis bidik alat ukur bisa dibuat dalam keadaan miring (tidak mendatar). Alat ukur ditempatkan di atas titik ukur (1), sedangkan pada titik ukur lainnya (2) ditempatkan rambu. Data yang diukur adalah bacaan rambu (benang atas BA, benang tengah BT, benang bawah BB), sudut vertikal (z) atau sudut miring (θ), dan tinggi alat ukur (ti). Untuk jarak dekat (> 1000 feet) efek kelengkungan bumi dan refraksi diabaikan.



Gambar 1.22. ***Trigonometric leveling***

Beda tinggi (ΔH) titik 1 dan 2 adalah:

$\Delta H = ti + (D \sin z \cos z) - BT$ atau $\Delta H = ti + (D \tan \theta) - BT$

Jarak optis (D) adalah:

$D = 100 \times (BA-BB) \times \sin^2 z$ atau $D = 100 \times (BA-BB) \times \cos^2 \theta$

Hubungan zenit (z)dan heling(θ) adalah:

$\theta = 90^o - z$ (posisi biasa) atau $\theta = z - 270^o$ (posisi luar biasa)

c. Cara Penyipat Datar

Metode sipat datar adalah metode penentuan beda tinggi yang paling teliti dibandingkan dengan kedua metode tersebut. Alat ukur yang digunakan pada pengukuran beda tinggi metode sipat datar adalah waterpas (level), dimana garis bidiknya dalam keadaan mendatar. Beda tinggi antara dua titik adalah selisih antara dua bidang datar yang melewati kedua titik yang diukur, gambar 1.23.

HI = Elev. A +BS

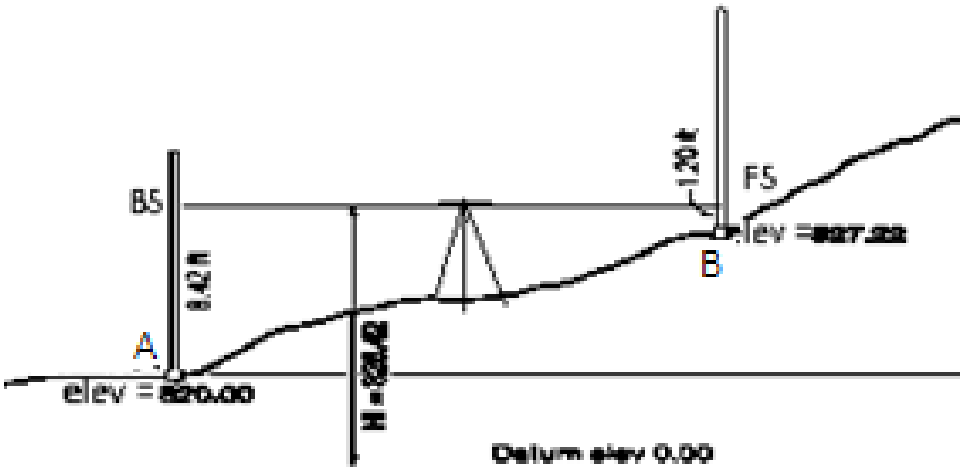
Elev. B = HI – FS = Elev. A + BS –FS

Keterangan:

HI : tinggi alat dari datum

BS : bacaan rambu belakang

FS : bacaan rambu depan elev : tinggi titik

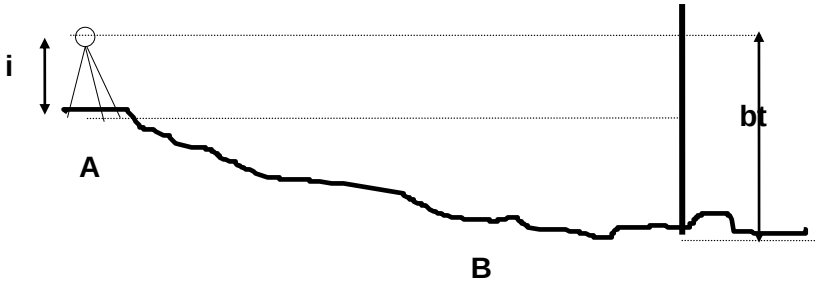


Gambar 1.23. Metode sipat datar

Peralatan yang digunakan pada pengukuran sipat datar adalah waterpas (level), tripod, rambu, dan pita ukur.

Ada tiga cara penempatan waterpas yaitu:

1) Menempatkan alat di atas salah satu titik yang akan ditentukan tingginya.



Gambar 1.24. Alat Sipat Datar diatas Salah Satu Titik

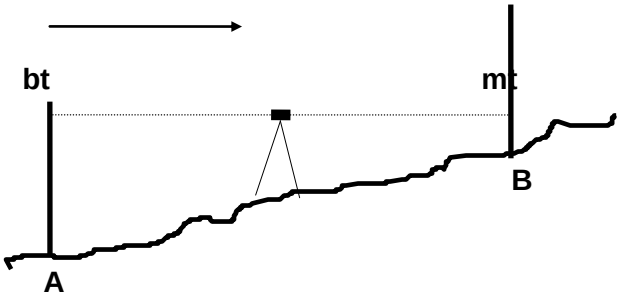
Beda tinggi antara A dan B adalah :

$\Delta h_{AB} = i - bt$

dimana i : tinggi alat waterpas

t : bacaan benang tengah

2) Menempatkan alat sipat datar diantara dua titik yang akan ditentukan beda tingginya.



Gambar 1.25. Alat Sipat Datar di antara Dua Titik

Beda tinggi adalah :

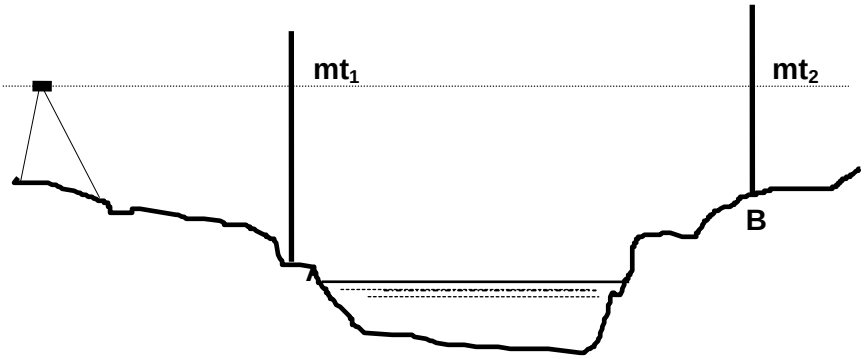
$\Delta h = bt - mt$

dimana bt : bacaan benang tengah rambu belakang

mt : bacaan benang tengah rambu muka

3) Menempatkan alat di luar kedua titik yang akan dihitung beda tingginya.

Teknik ini dilakukan apabila terdapat kendala penempatan alat diantara kedua titik tersebut.



Gambar 1.26. Alat Sipat Datar Diantara Dua Titik

Beda tingginya adalah :

$\Delta h = mt_1 - mt_2$

dimana mt_1 : bacaan benang tengah rambu A

mt_2 : bacaan benang tengah rambu B

Dari ketiga cara tersebut di atas, yang paling teliti dan memberikan hasil pengukuran yang lebih baik adalah menempatkan alat sipat datar diantara kedua titik yang akan ditentukan beda tingginya, karena:

- Kesalahan yang mungkin masih ada pada pengaturan alat dapat saling memperkecil.

- Pengaruh tidak sejajarnya garis bidik dengan garis arah nivo akan hilang jika jarak antara alat ukur ke kedua rambu dibuat sama.

d. Kesalahan Pengukuran Sipat Datar

Pada Ilmu Ukur Tanah, dapat dinyatakan tanpa syarat, bahwa :

- Setiap melakukan pengukuran cenderung melakukan kesalahan.
- Tidak ada pengukuran yang tepat.
- Harga sebenarnya dari suatu pengukuran tidak pernah diketahui.
- Kesalahan yang tepat tidak dapat diketahui.

Kesalahan-kesalahan yang biasanya sangat mempengaruhi hasil pengukuran, terdiri dari :

1) Kesalahan besar *(Blunder).*

   Kesalahan yang terjadi akibat keliru sewaktu mencatat atau mengukur hasil pengamatan, atau tidak memahami sepenuhnya metoda pengukuran, sehingga hasil pengamatan menyimpang jauh dari harga yang dianggap benar. Biasanya untuk kesalahan ini tidak dapat ditolerir, dengan kata lain pengukuran harus diulang kembali.

2) Kesalahan Sistematis*.*

   Kesalahan yang terjadi menurut aturan-aturan yang dapat diterangkan sumber, sifat dan besar kesalahannya. Umumnya bersumber dari kesalahan alat ukur. Kesalahan sistematis tunduk pada kaedah-kaedah matematika dan fisika. Menghilangkan atau menentukan harga kesalahan sistematis dapat dilakukan dengan cara :

   a) Dieliminir langsung di lapangan sewaktu melaksanakan pengukuran dengan metoda-metoda pengukuran tertentu.
   b) Dihitung dengan menggunakan rumus matematika tertentu, kemudian dikoreksi kepada hasil pengukuran.

3) Kesalahan Acak *(Random).*

   Kesalahan yang timbul tidak menentu dan acak, serta tidak dapat diprediksi besarnya. Tetapi dapat diketahui dengan prosedur yang disebut hitungan perataan. Kesalahan acak/random ini

tunduk kepada teori kemungkinan (*probability*), sehingga dapat ditaksir dengan menggunakan teori distribusi normal dan metoda kuadrat terkecil (*least square*).

Kesalahan dalam pengukuran berasal dari tiga sumber, yaitu :

1) Kesalahan Alamiah.

   Kesalahan yang timbul disebabkan oleh perubahan-perubahan angin, suhu, keregangan udara, refraksi, gaya berat dan deklinasi magnetik serta tidak stabilnya meletakkan alat sehingga mengalami penurunan selama pengukuran berlangsung.

2) Kesalahan Alat *(Instrument)*

   Timbul karena kesalahan dalam penyetelan alat atau karena ketidaksempurnaan konstruksi alat, antara lain :

   a) Kesalahan garis Bidik.

      Kesalahan ini timbul akibat tidak sejajarnya garis bidik dengan garis jurusan nivo. Walaupun waterpass sudah dirancang sedemikian rupa sehingga tidak dapat digerakkan dalam arah vertikal, namun kesalahan garis bidik sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran beda tinggi.

      Besar pengaruh kesalahan garis bidik terhadap hasil beda tinggi :

      $$\Delta h^{*} = \tan \alpha \ (D_b - D_m) + \Delta h^{u}$$

      dimana : Δh^{*} : beda tinggi hasil koreksi

      Δh^{u} : beda tinggi hasil pengukuran

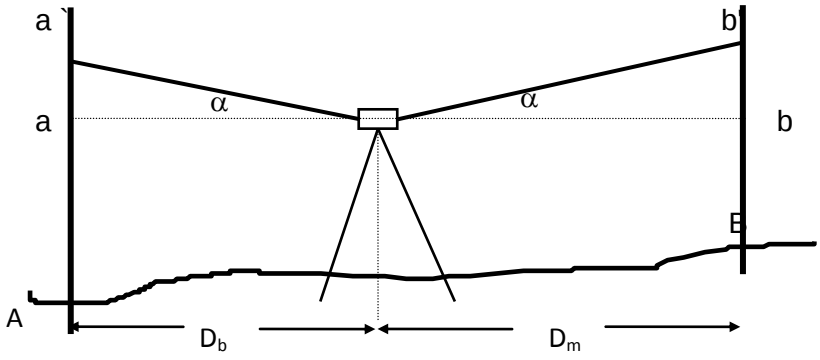
      $\tan \alpha$: kesalahan garis bidik

      Db : jarak ke rambu belakang

      Dm : jarak ke rambu muka

      Agar pengaruh kesalahan garis bidik sama dengan nol haruslah diusahakan agar :

      $D_b = D_m$ atau $\sum D_b = \sum D_m$



Gambar 1.27. Posisi Alat untuk Mengeleminir Kesalahan Garis Bidik

b) Kesalahan Nol Rambu.

Bila rambu baik, maka garis nol skala rambu harus berhimpit dengan alas rambu. Karena kesalahan pembuatan, garis nol dapat terletak di atas alas rambu. Karena seringnya rambu dipakai, maka ada letak di bawah alas rambu.

Kesalahan nol rambu dapat tereliminir langsung di lapangan dengan cara membagi slag menjadi slag genap dan penempatan rambu secara selang-seling, akan mengakibatkan rambu yang ditempatkan pada titik awal akan berfungsi sebagai rambu muka pada slang terakhir dan ditempatkan pada akhir ukuran

c) Kesalahan nivo kotak

Untuk menegakkan rambu ukur digunakan nivo kotak yang diletakkan pada rambu. Apabila gelembung nivo ditempatkan di tengah, rambu harus tegak. Akan tetapi bila gelembung nivo kotak sudah di tengah tetapi rambu miring, dikatakan terdapat kesalahan nivo kotak karena salah mengaturnya.

d) Kesalahan miringnya rambu

Kesalahan ini disebabkan oleh berdirinya rambu yang tidak vertikal, yang mengakibatkan hasil pengukuran sipat datar tidak lagi benar. Oleh karena itu pada waktu pengukuran,

harus diusahakan selalu agar rambu benar-benar tegak, sebab kesalahan akibat kemiringan rambu ini tidak dapat dieleminir langsung di lapangan.

e) Kesalahan Pengukur *(Personal).*

Kesalahan yang timbul karena keterbatasan manusia, baik dalam melihat, merasa maupun meraba. Misalnya dalam pemegangan rambu, pembacaan skala pada rambu atau skala pada alat dan lain-lain.

4. Koordinat

a. Koordinat Peta

Kalau kita memperhatikan sebuah peta, kita akan melihat garis-garis membujur (menurun) dan melintang (mendatar) yang akan membantu kita untuk menentukan posisi suatu tempat di muka bumi.

Gambar 1.28 Peta

Garis-garis koordinat tersebut memiliki ukuran (dalam bentuk angka) yang dibuat berdasarkan kesepakatan. Perpotongan antara garis bujur dan garis lintang tersebut dinamakan Koordinat Peta.

b. Sistem Koordinat Peta

Tahukan Anda dimana garis koordinat pada permukaan bumi?

Tentu saja garis tersebut tidak terdapat pada permukaan bumi, hanya terdapat pada peta saja. Garis tersebut dibuat berdasarkan kesepakatan para ahli pembuat peta tentang cara menentukan posisi suatu tempat di permukaan bumi.

Jadi, Sistem Koordinat merupakan kesepakatan tata cara menentukan posisi suatu tempat di muka bumi ini. Dengan adanya sistem koordinat, masyarakat menjadi saling memehami posisi masing- masing di permukaan bumi. Dengan sistem koordinat pula, pemetaan suatu wilayah menjadi lebih mudah.

c. Jenis Sistem Koordinat

Saat ini terdapat dua sistem koordinat yang biasa digunakan di Indonesia, yaitu sistem koordinat Bujur-Lintang dan sistem koordinat UTM (Universal Transverse Mercator).

Sistem koordinat ini ada dua karena tidak semua sistem koordinat cocok untuk dipakai di semua wilayah. SIstem koordinat bujur-lintang tidak cocok digunakan di tempat-tempat yang berdekatan dengan kutub sebab garis bujur akan menjadi terlalu pendek. Tetapi, kedua sistem koordinat tersebut cocok digunakan di Indonesia.

Gambar 1.28 Lingkaran Keliling Bumi

1) Sistem Koordinat Bujur-Lintang

Sistem koordinat bujur-lintang (atau dalam bahasa Inggris disebut Latitude-Longitude), terdiri dari dua komponen yang menentukan, yaitu :

a) Garis dari atas ke bawah (vertikal) yang menghubungkan kutub utara dengan kutub selatan bumi, disebut juga garis lintang (Latitude).

b) Garis mendatar (horizontal) yang sejajar dengan garis khatulistiwa, disebut juga garis bujur (Longitude).

Gambar 1.29. Garis Lintang dan Bujur

- Untuk membagi wilayah dunia menjadi bagian utara dan selatan, maka ditentukan sebuah garis, maka ditentukan sebuah garis yang tepat berada di tengah yaitu garis khatulistiwa (ekuator).
- Untuk membagi wilayah timur dan barat, ditentukan sebuah garis Prime Meridian yang terletak di kota Greenwich (Inggris).

a) Lokasi yang termasuk wilayah Barat, Timur, Utara, dan Selatan menurut koordinat Bujur-Lintang

(1) Wilayah Utara - Selatan
Sebagaimana disebutkan, wilayah utara-selatan dipisahkan oleh garis khatulistiwa yang tepat memotong kota Pontianak di Kalimantan Barat.

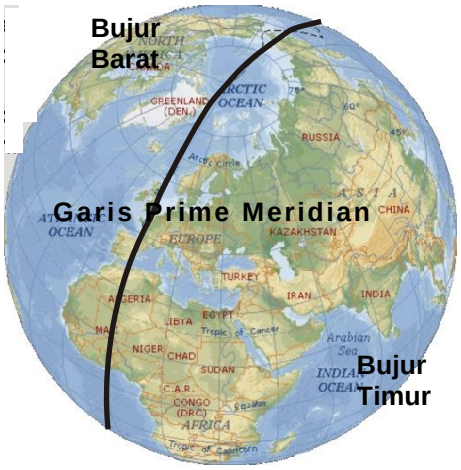
Gambar 1.30. Garis Khatulistiwa

- Garis khatulistiwa ini disebut dengan garis 0 (nol-derajat) dari garis tersebut sampai Kutub Utara disebut belahan bumi utara. Wilayah yang termasuk pada belahan bumi utara adalah Eropa, sebagian Afrika, sebagian negara di lautan Pasifik, Amerika Utara, Amerika Tengah, dan sebagian besar Asia.
- Dari garis khatulistiwa sampai Kutub Selatan dinamakan belahan bumi selatan dengan wilayah

sebagian Afrika, sebagian Indonesia, Australia, sebagian negara di lautan Pasifik, dan sebagian besar Amerika Selatan.

(2) Wilayah Timur-Barat

Wilayah timur dan barat ditentukan oleh garis prime meridian yang melalui kota Greenwich di Inggris, perpotongannya bertemu d wilayah lautan Pasifik, yak garis yang memotong kepulauan Fiji.



Gambar 1.31. Garis Bujur

- Koordinat yang berada di sebelah timur Greenwich disebut dengan **Bujur Timur** dengan wilayah yang tercakup antara lain sebagian besar Eropa, sebagian besar Asia (termasuk Indonesia), Australia dan beberapa negara di kepulauan Pasifik.
- Koordinat yang berada di sebelah barat Greenwich disebut dengan Bujur Barat dengan wilayah yang tercakup antara lain sebagian Eropa, sebagian Afrika, Amerika Utara, Amerika tengah, dan Amerika Selatan, dan beberapa negara di lautan Pasifik.

b) Perhitungan Bujur-Lintang

Karena bentuk dunia seperti bola, maka ketentuan yang mengatur koordinat bujur-lintang mirip dengan ketentuan

matematika yang mengatur lingkaran. Dengan demikian, cara menentukan koordinat bujur- lintang adalah sama dengan perhitungan lingkaran yaitu : derajat (^{o}), menit ('), dan detik (")

Contoh:

5 51' 30" LS

cara membacanya

5 derajat 51 menit 30 detik lintang selatan

Berapa jarak setiap garis tersebut?

1 (derajat) bujur / lintang = 111,322 km = 111.322 meter

1 (derajat) bujur / lintang = 60' (menit) = 3600" (detik)

1' (menit) bujur / lintang = 60" (detik)

1' (menit) bujur / lintang = 1.885,37 meter

1" (detik) bujur / lintang = 30,9227 meter

Contoh:

Berapa jarak antara 7^o10'30" sampai 8^o15'40"

Jarak antara kedua titik tersebut adalah 1^o 5'10"

1^o x 111.322 m = 111.322 m

5' x 1.885,37 m = 9.426,85

10" x 30,9227 m = 309,227 m

= 121.058,007 m

= 121,058 km

c) Mencari Koordinat Suatu Tempat di Peta Dasar Berdasarkan Sistem Bujur- Lintang

Untuk memudahkan, berikut ini adalah langkah-langkah termudah dalam melihat koordinat bujur lintang suatu tempat di dalam peta.

1) Perhatikan dan catat skala peta yang digunakan
2) Menggunakan peta yang ada, lakukan perhitungan sederhana untuk menentukan : 1' = berapa cm? ; 1" = berapa cm?

3) Pastikan letak tempat yang akan ditentukan koordinatnya di dalam peta
4) Periksa garis bantu bujur dan lintang terdekat dengan tempat tersebut
5) Gunakan bantuan penggaris untuk memastikan pertemuan garis bujur dan lintang (koordinat) di tempat tersebut
6) Dengan bantuan perhitungan pada poin (2), tentukan koordinat bujur dan lintang tempat tersebut

d) Memasukkan Suatu Koordinat ke dalam Peta

Jika kampung kota tidak terdapat dalam peta, kita dapat memasukkan posisi kota/kampong kita ke dalam peta. Tentunya kita harus memiliki koordinat kota/kampung kita misalnya (dapat diukur dengan menggunakan GPS).

Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

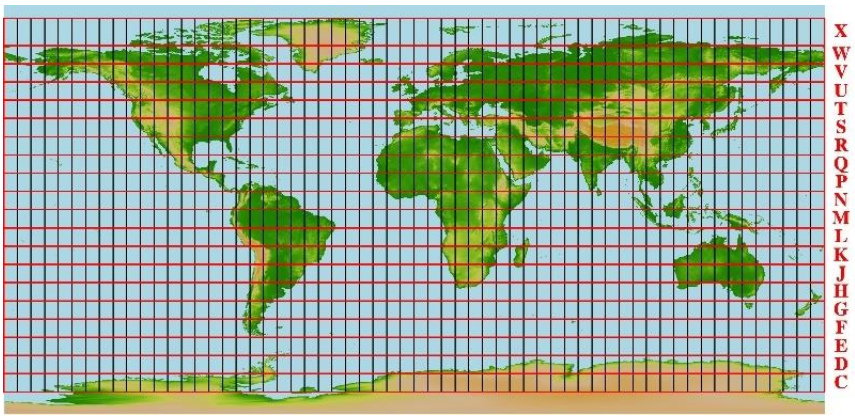
1) Perhatikan dan catat skala peta yang digunakan
2) Menggunakan peta yang ada, lakukan perhitungan sederhana untuk menentukan : 1' = berapa cm? ; 1"= berapa cm?
3) Perhatikan sumber peta, tentang garis-garis bantu koordinat Bujur-lintang.
4) Pastikan bahwa titik koordinat yang kita punya menjadi Bagian peta.
5) Tetapkan garis bantu bujur-lintang yang terdekat dengan koordinat Yang kita punya.
6) Dengan bantuan penggaris dan garis bantu bujut-lintang, pastikan letak koordinat yang Kita punya dalam peta.

2) Sistem Koordinat UTM (Universal Transverse Mercator)

Koordinat Universal Transverse Mercator atau biasa disebut dengan UTM, memang tidak terlalu dikenal di Indonesia, karena lebih sering menggunakan koordinat bujur-lintang. Dalam

pemetaan partisipatif, agar masyarakat memahaminya disarankan menggunakan dua koordinat; Bujur – Lintang dan UTM.

a) Pembagian Zona Dalam Koordinat UTM



Gambar 1.32. Pembagian Zona Dalam Koordinat UTM

(1) Seluruh wilayah yang ada di permukaan bumi dibagi menjadi 60 zona bujur
(2) Zona 1 dimulai dari lautan teduh (pertemuan antara garis 180 Bujur Barat dan 180 Bujur Timur), menu ke timur dan berakhir di tempat berawalnya zona 1.
(3) Masing-masing zona bujur memiliki lebar 6 (derajat) atau sekitar 667 kilometer.
(4) Garis lintang UTM dibagi menjadi 20 zona lintang dengan panjang masing-masing zona adalah 8 (derajat) atau sekitar 890 km
(5) Zona lintang dimulai dari 80 LS - 72 LS diberi nama zona C dan berakhir pada zona X yang terletak pada koordinat 72 LU – 84 LU.
(6) Huruf (I) dan (O) tidak dipergunakan dalam penamaan zona lintang.
(7) Dengan demikian penamaan setiap zona UTM adalah koordinasi antara kode angka (garis bujur) dan kode huruf (garis lintang).
(8) Dalam koordinat UTM, setiap zona memiliki sumbu-sumbu tersendiri, berbeda dengan koordinat bujur-lintang

yang menggunakan satu sumbu yang berpusat pada Kutub Utara dan Kutub Selatan

b) Menuliskan Koordinat UTM

Berbeda dengan koordinat bujur-lintang yang menggunakan perhitungan lingkaran (derajat, menit, dan detik). Koordinat UTM menggunakan perhitungan jarak. Jadi, angka-angka yang tertera dalam peta dengan koordinat UTM menunjukkan jarak sebenarnya di lapangan (dalam satuan meter).

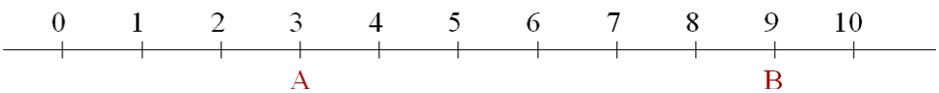
Dalam sistem koordinat UTM garis bujurnya hanya menggunakan arah timur, dalam bahasa Inggris ditulis East dan dalam peta disingkat (E) atau dalam bahasa Indonesia ditulis Timur dan disingkat (T).

Cara menulis koordinat UTM
48 M 0817750 mT
UTM 9070450 mU
Artinya

- Letak koordinat UTM itu berada berada di zona 48M UTM.
- Memiliki koordinat bujur 0817750 mT (terletak 817 km dari sebelah Timur awal zona 48).
- Memiliki koordinat Lintang 9070450 (terletak 950 km ke arah selatan garis khatulistiwa

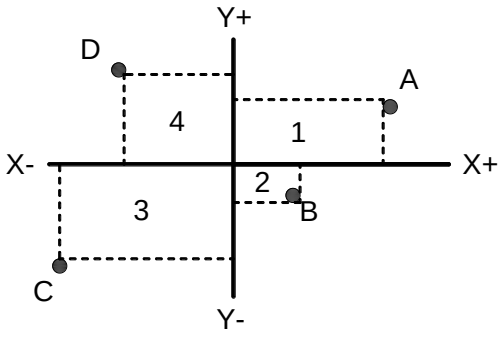
d. Koordinat Rectangular (Cartesian)

Bila kita akan menentukan posisi beberapa buah titik yang terletak pada suatu garis lurus, maka titik-titik tersebut dapat ditentukan melalui jarak dari suatu titik, yang biasa disebut titik nol.



Dari gambar di atas, dapat diperoleh bahwa jarak A ke B adalah 6 satuan, yaitu (9) – (3) = 6

Untuk menentukan titik-titik yang tidak terletak pada satu garis lurus, maka cara yang kita gunakan yaitu melalui pertolongan dua buah garis lurus yang saling tegak lurus, yang biasa disebut salib sumbu.

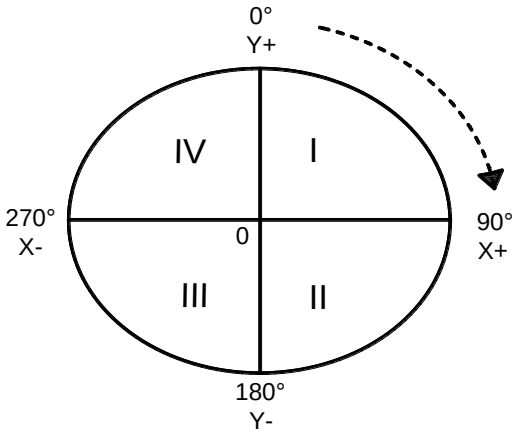


Gambar 1.33. Salib Sumbu

Garis yang mendatar dinamakan absis atau sumbu X, sedangkan garis yang vertikal dinamakan ordinat atau sumbu Y.

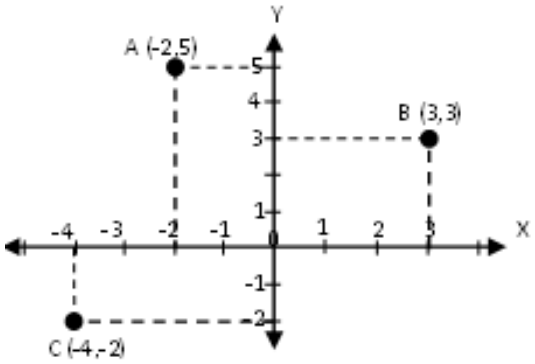
Di dalam Ilmu Ukur Tanah digunakan perjanjian sebagai berikut :

1) Sumbu Y positif dihitung ke arah utara
2) Sumbu X positif dihitung ke arah timur
3) Kuadran 1 terletak antara Y+ dan X+
4) Kuadran 2 terletak antara Y- dan X+
5) Kuadran 3 terletak antara Y- dan X-
6) Kuadran 4 terletak antara Y+ dan X-



Gambar 1.34. Sistem Kuadran

Posisi obyek ditentukan dengan dua garis yang saling tegak lurus.



Gambar 1.35. Koordinat Cartesian

Koordinat A (Xa,Ya), koordinat B (Xb,Yb), dan koordinat C (Xc,Yc).

Jarak antar titik bisa dihitung:

$D_{AB} = \sqrt{(Xb - Xa)^2 + (Yb - Ya)^2}$

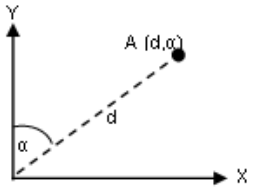
$D_{AC} = \sqrt{(Xc - Xa)^2 + (Yc - Ya)^2}$

$D_{BC} = \sqrt{(Xc - Xb)^2 + (Yc - Yb)^2}$

e. Koordinat Polar (Vektor)

Posisi obyek ditentukan berdasarkan jarak vektor dari titik origin (d) dan arah garis/sudut dari sumbu tertentu (α).

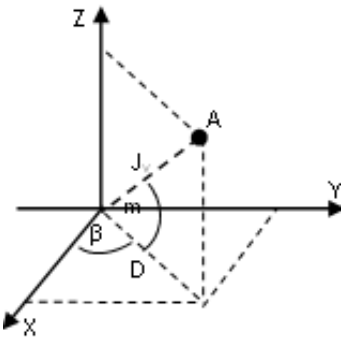
Koordinat titik A (d, α) berarti jarak titik A dari titik O adalah d, dengan arah α: dari sumbu Y.



Gambar 1.36 Koordinat Polar

f. Koordinat Tiga Dimensi (3D)

Posisi obyek didasarkan pada tiga garis yang terletak saling tegak lurus, dimana titik nol ketiga garis tersebut saling berimpit.



Gambar 1.37. Koordinat 3 dimensi

Koordinat A sistem cartesian: A(X_A,Y_A,Z_A).

Koordinat A sistem polar: A(J_V,β,m).

Jv = jarak vektor titik A terhadap origin O(0,0,0)

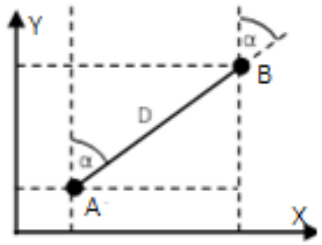
D = jarak titik A pada bidang datar XOY

β = sudut horisontal (pada bidang XOY)

m = sudut vertikal (tegak lurus bidang XOY)

Hubungan koordinat cartesian dan koordinat polar sebagai berikut:

1) Jika diketahui koordinat A (X_A,Y_A), maka jarak vektor titik A (Jv) terhadap origin.
   O(0,0) dan arah A (α) dari sumbu X bisa dihitung.
   $Jv^2 = XA^2 + YA^2$
   Tan α = (XA/YA) sehingga α = Arc Tan (XA/YA)



Gambar 1.38 Hubungan jarak, sudut dan koordinat

2) Jika diketahui jarak vektor titik A dari origin O(0,0) sebesar r, dan sudut dari sumbu Y sebesar α, maka koordinat titik A bisa dihitung.
   Sin α = X_A/J_V sehingga $X_A = J_V$ Sin α
   Cos α = Y_A/J_V sehingga $Y_A = J_V$ Cos α

3) Jika diketahui koordinat A (X_A,Y_A) dan koordinat B (X_B,Y_B), maka jarak AB (D_{AB}) dan sudut jurusan dari titik A ke titik B (α_{AB}) bisa dihitung.

- D_{AB}= (X_B-X_A)/Sin α_{AB} = (Y_B-Y_A)/Cos α_{AB}

  Tan α_{AB} = $\frac{(X_B - X_A)}{(Y_B - Y_A)}$ sehingga αAB = Arc Tan $\frac{(X_B - X_A)}{(Y_B - Y_A)}$

4) Sebaliknya jika diketahui koordinat A (X_A,Y_A), jarak AB (D_{AB}), dan sudut jurusan dari titik A ke titik B (α_{AB}), maka koordinat B (X_B,Y_B) bisa dihitung

Sin α_{AB} = (X_B-X_A)/ D_{AB} sehingga X_B = X_A + D_{AB} Sin

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar (Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Mendeteksi Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi dan Koordinat sesuai Ketentuan Teknis? Dan bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
2. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
3. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Dan apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-1.1.

Aktivitas 1. Mengamati

Mengamati penjelasan Mendeteksi Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi dan Koordinat sesuai Ketentuan Teknis, sehingga mempunyai pengetahuan dan keterampilan tentang jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat yang didapat dari pengukuran dengan penggunaan berbagai macam alat ukur, dan mampu mengaplikasikan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai

ketentuan teknis ini dalam perencanaan dan pengukuran areal serta pengolahan data dan penggambaran.

Saudara diminta untuk mengamati kondisi sesuai penjelasan berikut ini:

1. Bebagai macam instrumen ukur jarak, cara penggunaanya dan metode pengukuran jarak
2. Macam sudut, satuan pengukuran sudut, bacaan sudut pada theodolite, dan metode pengukuran sudut.
3. Metode pengukuran beda tinggi yang dikelompokkan menjadi Metode Barometris, Trigonometris dan Penyipat Datar.
4. Koordinat peta, sistem koordinat peta, dan sistem koordinat

Saudara mungkin mempunyai pengamatan yang berbeda dari teman-teman lain tentang kondisi sesuai penjelasan. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati penjelasan tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya isilah tabel pada LK-1.1.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan KP1 tentang Mendeteksi Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi dan Koordinat sesuai Ketentuan Teknis.

Aktivitas 2. Mengumpulkan Informasi/Eksperimen

Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, praktek/eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang prinsip-prinsip mendeteksi data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis.

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-1.2

Untuk memperkuat pemahaman Saudara membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis, Bacalah Bahan Bacaan

KP1 tentang membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis.

Aktivitas 3. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang prinsip mendeteksi data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis.

Aktivitas 4. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang prinsip mendeteksi data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Jelaskan pengertian jarak!
2. Jelaskan satuan pengukuran sudut!
3. Jelaskan cara pengukuran beda tinggi!
4. Jelaskan jenis sistem koordinat!

F. Ringkasan

Berdasarkan uraian materi mengenai mendeteksi data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jarak antar dua titik adalah panjang garis mendatar dan lurus yang menghubungkan kedua titik tersebut.
2. Jarak horizontal, merupakan panjang garis antara dua titik yang terletak pada bidang datar proyeksi, sedangkan jarak miring apabila panjang garis antara dua titik yang terletak tidak pada bidang datar.
3. Pengklasifikasian Pengukuran Jarak
   a. Pengukuran jarak langsung
   b. Pengukuran jarak tidak langsung
4. Berbagai macam instrumen ukur jarak dan cara penggunaanya
   a. Pengukuran Jarak Dengan Langkah
   b. Pengukuran Jarak Dengan Pita Ukur

c. Pengukuran Jarak Dengan Cara Optis
d. Pengukuran Jarak Dengan Electronic Distance Measurement (EDM)

5. Terdapat dua macam sudut yaitu a. sudut mendatar dan b. sudut tegak
6. Satuan Pengukuran Sudut terdiri dari:
   a. Sistem Seksagesimal
   b. Sistem Sentisimal
   c. Sistem Radial Dalam
   d. Sistem Waktu
7. Bacaan Sudut merupakan bacaan sudut pada alat ukur ketika membidik arah tertentu
8. Pengukuran Sudut berarti mengukur suatu sudut yang terbentuk antara suatu titik dan dua titik lainnya.
9. Beda tinggi ialah selisih ketinggian antara titik-titik di permukaan bumi terhadap suatu permukaan datar acuan misalnya permukaan air laut rata-rata.
10. Beda tinggi bisa diukur secara langsung melalui pengukuran barometris, menyipat datar atau secara tidak langsung melalui pengukuran trigonometris.
11. Koordinat
    a. Koordinat Peta ialah perpotongan antara garis bujur dan garis lintang
    b. Sistem Koordinat Peta merupakan kesepakatan tata cara menentukan posisi suatu tempat di muka bumi ini.
    c. Jenis Sistem Koordinat terdiri dari: (i) Sistem Koordinat Bujur-Lintang (ii) Sistem Koordinat UTM (Universal Transverse Mercator)
12. Penentuan posisi suatu dapat ditentukan melalui jarak dari suatu titik dan kuadran.

G. Kunci Jawaban Latihan

1. Jelaskan pengertian jarak!

   Jarak antar dua titik adalah panjang garis mendatar dan lurus yang menghubungkan kedua titik tersebut.
2. Jelaskan satuan pengukuran sudut!

   Satuan Pengukuran Sudut terdiri dari:

a. Sistem Seksagesimal
b. Sistem Sentisimal
c. Sistem Radial Dalam
d. Sistem Waktu

3. Jelaskan cara pengukuran beda tinggi!

   Beda tinggi bisa diukur secara langsung melalui pengukuran barometris, menyipat datar atau secara tidak langsung melalui pengukuran trigonometris.

4. Jelaskan jenis sistem koordinat!
   a. Sistem Koordinat Bujur-Lintang
   b. Sistem Koordinat UTM (Universal Transverse Mercator)

LEMBAR KERJA KP - 1

LK – 1.1

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Mendeteksi Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi dan Koordinat sesuai Ketentuan Teknis dan bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

   .....
   .....
   .....
   .....

2. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

   .....
   .....
   .....
   .....

3. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

   .....
   .....
   .....
   .....

LK – 1.2

1. Apa yang Saudara ketahui tentang instrumen ukur jarak, cara penggunaanya dan metode pengukuran jarak. Jelaskan dan lengkapi dengan gambar jika dibutuhkan!

.....
.....
.....
.....

2. Apa yang Saudara ketahui tentang Macam sudut, satuan pengukuran sudut, bacaan sudut pada theodolite, dan metode pengukuran sudut. Jelaskan dan lengkapi dengan gambar jika dibutuhkan!

   .....
   .....
   .....
   .....

3. Apa yang Saudara ketahui tentang Metode pengukuran beda tinggi yang dikelompokkan menjadi Metode Barometris, Trigonometris dan Penyipat Datar. Jelaskan dan lengkapi dengan gambar jika dibutuhkan!

   .....
   .....
   .....
   .....

4. Apa yang Saudara ketahui tentang Koordinat peta, sistem koordinat peta, dan sistem koordinat. Jelaskan dan lengkapi dengan gambar jika dibutuhkan!

   .....
   .....
   .....
   .....

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

Membenarkan Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi Dan Koordinat Dilakukan Sesuai Ketentuan Teknis

A. Tujuan

Dengan diberikan modul penjelasan tentang membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis ini, Anda diharapkan mempunyai pengetahuan dan keterampilan tentang jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat yang didapat dari pengukuran dengan pengunaan berbagai macam alat ukur, dan mampu mengaplikasikan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis ini dalam perencanaan dan pengukuran areal serta pengolahan data dan penggambaran.

B. Indikator

Membenarkan Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi Dan Koordinat Dilakukan Sesuai Ketentuan Teknis.

C. Uraian Materi

1. Jarak

a. Kesalahan Dan Kekeliruan Pengukuran Jarak

Secara garis besar kesalahan dalam pengukuran bersumber dari kesalahan pada Instrumen, Alam dan Personel.

1) Kesalahan

Pengalaman menunjukan bahwa didalam melakukan pengukuran selalu terjadi ketidaktepatan (kesalahan), besarnya kesalahan yang diperolehkan untuk pengukuran dengan kayu ukur, pita ukur dan rantai ukur dapat dihitung berdasarkan persamaan menurut Soetomo Wongsotjitro (1980.h.52) sebagai berikut;

S1 = 0,008 $\sqrt{D+ 0.0003D + 0,05}$

S2 = 0,010 $\sqrt{D + 0,0004D + 0,05}$

S3 = 0,012 $\sqrt{D + 0,0005D + 0,05}$

dimana:

S1 = Kesalahan yang dibenarkan (m) pada lapangan datar.

S2 = Kesalahan yang dibenarkan (m) pada lapangan miring.

S3 = Kesalahan yang diperolehkan (m) pada lapangan curam

D = Panjang pengukuran (m)

Bila jarak yang diukur menghasilkan kelipatan dari puluhan, maka untuk mendapatkan kesalahan yang diperkenankan lihat tabel. 2.1

Tabel 2.1 Kesalahan yang diperkenankan untuk Pengukuran Jarak di Lapangan

No	D	S1	S2	S3
	m	m	m	m
1	20	0,092	0,103	0,114
2	30	0,103	0,117	0,131
3	40	0,113	0,129	0,146
4	50	0,122	0,141	0,160
5	60	0,130	0,152	0,173
6	70	0,138	0,162	0,183
7	80	0,146	0,171	0,197
8	90	0,153	0,181	0,209
9	100	0,160	0,190	0,220
10	150	0,193	0,232	0,272
11	200	0,223	0,271	0,320
12	250	0,252	0,308	0,365
13	300	0,279	0,343	0,408
14	350	0,305	0,377	0,450
15	400	0,330	0,410	0,490
16	450	0,355	0,442	0,530
17	500	0,379	0,474	0,568

Referensi : Soetomo Wongsotjitro, 1980. h.53

2) Kekeliruan

Kekeliruan yang terdapat dalam pengukuran jarak pada umumnya disebabkan oleh;

a) Pengukuran tidak dimulai dari titik nol alat ukur, sedangkan pembacaan ujung alat ukur dibaca oleh orang yang berlainan. Untuk menghindari hal ini, perlu dilakukan pencegahan dan kompromi antara si pengukur.

b) Salah pengertian yang dilakukan oleh sipencatat. Untuk menghindari hal ini, seorang pembaca harus memberi tahu kepada sipencatat dengan suara jelas dan sipencatat mengulangi apa yang diucapkan pembaca dan langsung mencatat.

c) Membaca angka terbalik, misalnya angka 6 terbaca 9, untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan pembacaan ulang atau dibaca oleh orang lain.

d) Tidak menggunakan unting-unting pada areal berlereng/miring sehingga jarak horizontal berbeda dengan jarak miring bila dihitung dengan rumus phythagoras atau rumus sinus. Untuk menghindari hal ini pengukuran pada areal yang miring pergunakanlah nivo dan unting-unting untuk menghorizontalkan dan menentukan awal pengukuran selanjutnya.

e) Salah menggunakan metoda, misalnya pengukuran seharusnya dilakukan dengan methoda terpotong-potong, tapi masih dilakukan methoda bertingkat. Untuk mengatasi hal ini pengukuran harus diulangi sesuai dengan methoda yang digunakan untuk areal tersebut.

b. Pengukuran Jarak Datar.

Salah satu dasar pekerjaan dalam ilmu ukur tanah adalah menentukan jarak antara dua titik diatas permukaan bumi.pada jarak yang terbatas, jarak antara dua pada elevasi yang berbeda biasanya digunakan jarak horizontal, pengukuran jarak tersebut dapat dilakukan dengan ;kayu ukur, pita ukur, rantai ukur, spidometer langkah dan odometer.

1) Kayu Ukur

Untuk pekerjaan pengukuran jarak datar dengan kayu ukur diperlukan beberapa buah yalon pen ukur dua buah kayu ukur dan dua orang tenaga. Kayu ukur yang digunakan harus mempunyai perbedaan atau kayu ukur pertama dipakai warna merah-putih-

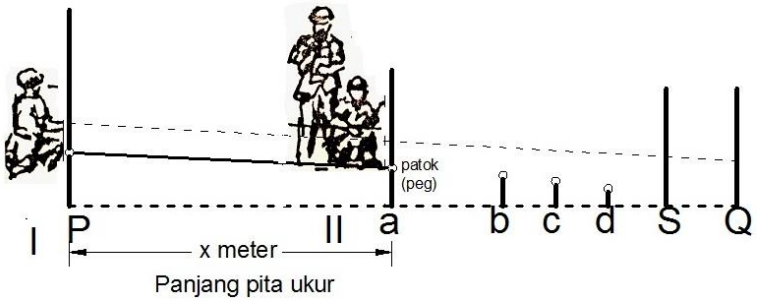
merah-putih-merah dan kayu ukur yang kedua putih-hitam-putih-hitam-putih.

Misalnya jarak antara titik P dan Q yang akan diukur dengan kayu ukur, maka antara titik P dan Q tersebut harus dibagi jaraknya sedemikian rupa, serta ditandai yalon (pen ukur). Tandai tersebut digunakan sebagai pedoman untuk melakukan pengukuran terhadap garis lurus PQ, cara pengukuran sebagai berikut:

a) Buatlah garis lurus antar titik P dan Q (seperti membuat garis lurus yang telah diuraikan diatas).
b) Bagian garis lurus tersebut sedemikian rupa (kira-kira dua kali panjang kayu ukur) dan tandai dengan pen ukur.
c) Letakan kayu ukur pertama digaris lurus PQ, ujung belakang disentuhkan pada titik P.
d) Letakan kayu ukur kedua dimuka kayu ukur pertama digaris lurus PQ hingga dua ujung kayu ukur saling bersinggungan.
e) Ambil kayu ukur pertama dengan jalan menarik kebelakang, supaya kayu ukur kedua tidak berobah posisinya.
f) Letakkan kayu ukur pertama dimuka kayu ukur kedua sedemikian rupa (digaris lurus PQ), hingga kedua kayu ukur saling bersinggungan.
g) Lakukan pekerjaan seterusnya sampai ketitik Q.
h) Bila pengukuran kayu ukur terakhir kurang dari panjang kayu ukur, maka pengukuran dilakukan dengan pita ukur (meteran)
i) Hitunglah jarak pengukuran dengan kelipatan panjang kayu ukur (kelipatan 3 atau 5 meter),ditambah dengan hasil pengukuran pita ukur bila pengukuran terakhir kurang dari panjang kayu ukur.

2) Pita Ukur

Pengukuran jarak yang dilakukan dengan pita ukur baik pita ukur yang terbuat dari kain, baja dan pita ukur lainnya dapat dilakukan sekurang-kurangnya perhatikan gambar .37



Gambar 2.1. Pengukuran jarak dengan pita ukur

a) Pasang yalon di titik arah pengukuran yang direncanakan, misalnya titik P dan Q.
b) Buatlah terlebih dahulu garis lurus PQ, seperti membuat garis lurus yang telah diuraikan di atas
c) Orang pertama membawa Satu buah pen ukur, orang kedua membawa beberapa buah pen ukur (tergantung pada kebutuhan).
d) Tancapkan pen ukur yang dibawah orang pertama pada titik P dan tempatkan ujung pita ukur (tanda nol) pada titik P
e) Orang kedua menarik/merentang pita ukur menuju titik Q sambil membawa sejumlah pen ukur dan menancapkan pen pada angka terakhir ujung pita ukur (dititik a), sesuai dengan aba-aba dari orang pertama (dalam garis lurus PQ).
f) Orang pertama mencabut pen ukur pertama sambil memengang ujung pita ukur dan pindah ke pen ukur di titik a.
g) Orang kedua menarik pita ukur menuju titik Q.
h) Dengan aba-aba dari orang pertama, orang kedua meluruskan arah pengukuran dan menancapkan pen lagi pada ujung pita ukur (titik.b)
i) Orang pertama mencabut pen dititik a dan pindah ke pen ukur dititik b, sedangkan orang kedua menarik pita ukur menuju titik Q dan menancapkan pen dititik C, pada ujung pita ukur.
j) Dengan cara yang sama pekerjaan dilanjutkan sampai ke titik Q (titik-titik d,s dan Q).

k) Hitung hasil pengukuran dengan cara menghitung banyak pen ukur yang dipegang orang pertama dikurangi satu dikalikan panjang pita ukur, atau dapat dihitung dengan rumus :

L = (P-1) x J

L = jarak pengukuran

P = jumlah pen ukur yang dipergunakan

J = jarak dari pen ke pen ukur

1 = konstanta

1) Rantai Ukur

Cara pengukuran jarak dengan rantai ukur sama dengan cara pengukuran jarak dengan pita ukur. Hanya perlu diperhatikan, rantai ukur harus ditarik sedemikian rupa, supaya rantai lurus. Besarnya gaya tarikan harus kurang dari 5 kg.

2) Speedometer Langkah

Pengukuran jarak dengan alat ini berdasarkan atas langkah manusia dan pembacaan spedometer. Panjang langkah berkisar antara 35-60cm, sedangkan jumlah langkah dua kali dari bacaan spedometer bila dimulai dan diakhirin oleh kaki yang berbeda sebab bila kaki kiri bergerak jarum speedometer tidak bergerak, tetapi bila kaki kanan bergerak/menginjak tanah satu langka jarum spedometer akan menunjukan angka satu. Untuk melakukan pengukuran dengan alat ini dapat dilakukan oleh satu orang, caranya adalah sebagai berikut ;

a) Ikatkan/gantungkan spedometer pada betis/paha kanan.
b) Nol kan jarum penunjuk dengan menekan knot.
c) Mulailah berjalan dari titik awal (titik P) searah garis lurus ketitik tujuan yang akan diukur (titik Q), Usahakan berjalan biasa.
d) Bila telah sampai dititik Q, perhatikan pembacaan jarum spedometer mulai dari satuan puluhan sampai satuan, ratusan, ribuan.
e) Hitung jarak dengan cara mengalikan jumlah bacaan speedometer dikali dua, dikali panjang langkah.

Contoh : Panjang langkah diambil 45 cm.

Pembacaan speedometer 30

Maka jarak = 30x2x45 cm = 2700 cm = 27 m.

3) Odometer

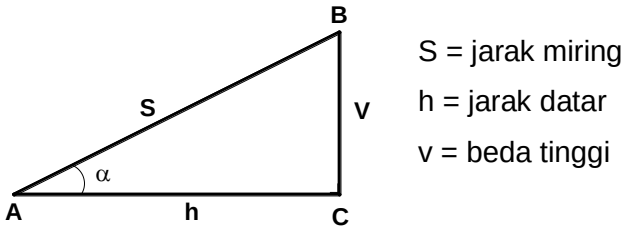
Pengukuran jarak dengan odometer dapat dilakukan oleh satu orang tenaga.pengukuran ini dimulai dari titik awal (titik P) dan alat didorong/ditarik tujuan (titik Q) dalam bentuk garis lurus .jarak dari P ke Q dapat dihitung dengan jalan menghitung putaran roda yang telah diketahui kelilingnya.

c. Pengukuran Jarak Miring.

Pengukuran jarak pada daerah kemiringan 1- 2% dapat diambil langsung jarak horizontal sebagai jarak miring. Pada daerah dengan kemiringan 3-10 % pengukuran harus dilakukan dengan cara koreksi, cara bertingkat, sedangkan pada areal kemiringan lebih dari 10 % dilakukan dengan cara terpotong-potong.

1) Cara Koreksi

Pengukuran jarak dilapangan pada areal kemiringan 3-10 % dapat dilakukan dengan cara koreksi dan menggunakan rumus phythagoras serta rumus sinus alat yang digunakan pita ukur (rantai ukur), kayu ukur, yalon, pen dan dua orang tenaga. Jarak yang diukur dengan metoda ini adalah jarak miring, sedangkan yang dikatakan jarak adalah jarak horizontal (jarak datar) dan beda tinggi adalah jarak vertical. Untuk menghitung jarak dan beda tinggi digunakan rumus phythagoras dan sinus, cara kerja perhatikan gambar 2.2.



Gambar 2.2. Pengukuran Jarak Miring

a) Buat garis lurus AB terlebih dahulu seperti membuat garis lurus di lapangan datar dengan bantuan yalon (perhatian gambar 2.2)
b) Bagi jarak AB sedemikian rupa (kira-kira sepanjang pita/kayu ukur) dan tandai dengan pen ukur.
c) Ukur jarak AB dengan pita, rantai atau kayu ukur seperti mengukur jarak datar, misalnya 5 m.
d) Bila kemiringan belum diketahui ukur beda tinggi (V)dan besar sudut α dengan alat ukur sudut.
e) Hitung jarak datar (h) dengan rumus phythagoras dan sinus.

Rumus Pythagoras $\rightarrow$ $S^2 = h^2 + v^2$

$h^2 = S^2 - v^2$

$h = \sqrt{S^2 - V^2}$

Rumus sinus $\longrightarrow \frac{h}{s} = \cos \alpha$

$h = S \cos \alpha$

f) Bila kemiringan diketahui misalnya 5 %, maka jarak datar dapat dihitung seperti berikut ;

Kemiringan = $\frac{v}{h}$ x 100 % = 5 % = $\frac{5}{100}$

Sehingga V = 5

h = 100

S = $\sqrt{100^2 + 5^2}$ = $\sqrt{10.000 + 25}$

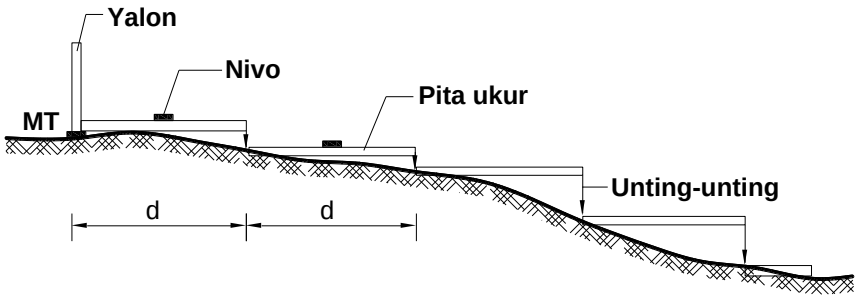
= 100,125

g) Koreksi hasil pengukuran jarak miring bila kemiringan belum diketahui harus sama dengan yang telah diketahui harus sama dengan yang telah diketahui (S dengan kemiringan 5% harus sama dengan S berdasarkan beda tinggi atau sudut α)

2) Cara bertingkat

Pengukuran jarak miring dengan kemiringan 3-10 % dapat dilakukan oleh oleh tiga orang tenaga, satu buah pita ukur, satu buah nivo, beberapa buah yalon dan dua buah unting-unting.

Jarak pengukuran setiap tingkat dapat dibuat sepanjang pita ukur (25 m),cara pengukurannya perhatikan gambar.33



Gambar 2.3. Pengukuran Jarak Miring dengan Kemiringan 3-10 %

a) Pasang yalon dititik A dan B tegak lurus, sesuai dengan rencana pengukuran,perhatikan gambar 2.3.
b) Orang pertama memegang pita ukur dititik A dan orang kedua menarik pita ukur sepanjang pita ukur (25 m), dalam garis lurus AB.
c) Orang kedua menghorizontalkan pita ukur atas aba-aba dari orang ketiga yang menempatkan nivo di atas pita ukur.
d) Bila pita ukur telah horizontal maka orang kedua menempatkan unting-unting di ujung pita ukur dan menyatukan ke tanah (titik C), sebagai awal pengukuran selanjutnya.
e) Orang pertama pindah ke titik C sambil memegang ujung pita ukur, sedangkan orang kedua menarik pita ukur menuju titik B, sepanjang pita ukur.
f) Orang kedua menghorizontalkan lagi tarikan pita ukur atas aba-aba dari orang ketiga yang menempelkan nivo di atas pita ukur.
g) Bila pita ukur telah horizontal maka orang kedua menempatkan unting-unting diujung pita ukur dan menjatuhkan unting-unting ke tanah (titik D, untuk permulaan pengukuran selanjutnya)
h) Lakukan hal yang sama sampai ke titik B (akhir pengukuran).

i) Bila pengukuran berakhir tidak sampai sepanjang pita ukur maka jarak dihitung sesuai dengan keperluan (dx).

j) Hitung jarak dengan cara menjumlahkan seluruh hasil pengukuran. D = d1 + d2 + ……dn + …dx

atau D = dn + dx

D = jarak yang diukur

dn = Banyak interval sepanjang jarak yang diukur.

dx = sisa jarak yang diukur.

3) Cara terpotong- potong

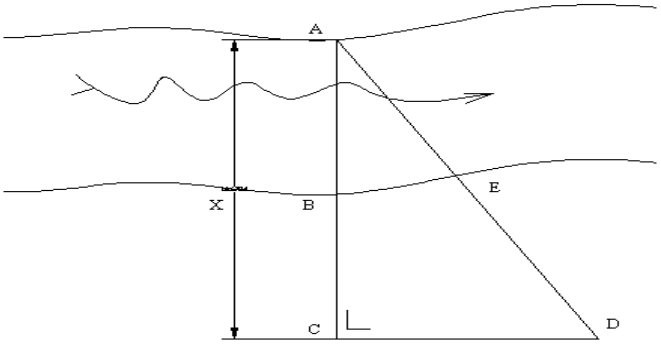
Pengukuran dengan cara ini sama dengan cara pengukuran bertingkat. Hanya jarak interval pengukuran diperpendek (dipotong-potong) karena areal pengukuran curam atau 10 % . Alat ukur yang dipakai biasanya kayu ukur karena panjangnya hanya 5 m dan mudah untuk menghorizontalkan. Untuk mendapatkan pengukuran jarak yang teliti setiap pengukuran dilakukan dua kali dan diambil rata-ratanya.

d. Pengukuran Jarak yang ada Halangan (Pengukuran Lebar Sungai)

Untuk melakukan pengukuran jarak yang ada halangan di lapangan dilakukan berdasarkan atas bentuk halangan tersebut. Bentuk halangan yang sering dijumpai di lapangan ada dua macam, yaitu jarak antara dua titik yang akan diukur tidak kelihatan, seperti dihalangan oleh bangunan. Pengukuran untuk keadaan seperti ini dapat dilakukan dengan cara pembuatan garis lurus ada halangan seperti yang telah diuraikan diatas. Hanya yang harus dikerjakan lagi mengukur jarak titik bantu ke titik bantu lainnya, sehingga dengan jarak titik bantu dapat dihitung jarak antara titik yang terhalang tersebut.

Bentuk kedua jarak antara titik yang akan diukur kelihatan tetapi dihalangkan oleh sungai yang tak mungkin diseberangi. Untuk pengukuran seperti ini dapat dilakukan dengan sistem perbandingan sisi-sisi segitiga siku-siku, serta menggunakan pita ukur (kayu palang)

satu buah, beberapa buah yalon, tiga orang tenaga dan beberapa buah pen ukur, cara pengukuran adalah sebagai berikut; (**Gambar 2.4**).



Gambar 2.4. Pengukuran Lebar Sungai (Jarak yang ada Halangan)

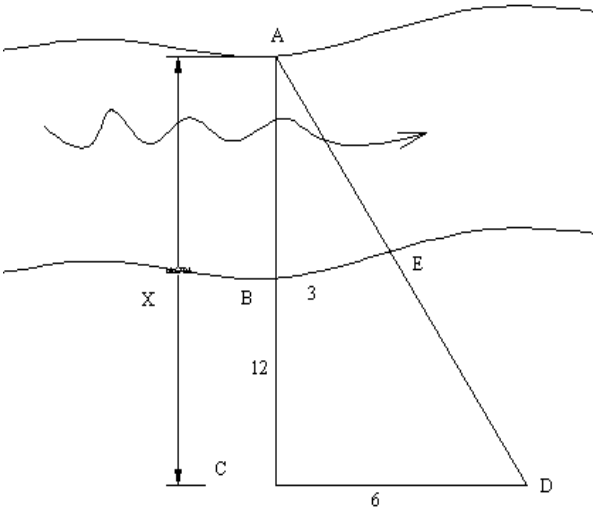
1) Tentukan suatu titik di seberang sungai (titik A) tepat pada pinggir sungai, yang terdiri dari benda yang ada seperti kayu, batu dan sebagainya.
2) Tancapkan yalon pada pinggir dekat sipengukur (titik B) tegak lurus.
3) Perpanjang garis lurus AB (seperti memperpanjang garis lurus tanpa halangan) sehingga didapat titik C.
4) Tancapkan yalon di titik C tegak lurus.
5) Bidik dari titik C ketitik B dan A, hingga titik C segaris dengan garis lurus AB, dengan cara menggeser-geser yalon di titik C.
6) Kemudian tentukan titik D disamping kiri atau kanan titik C.
7) Buatlah garis CD dengan pita ukur tegak lurus terhadap garis lurus BC dengan metoda perbandingan sisi segitiga siku-siku 3:4:5 atau dengan kayu palang.
8) Tentukanlah titik E di samping kiri atau kanan titik B (bersamaan arahnya dengan titik D).
9) Buatlah garis BE tegak lurus terhadap BC dengan metoda perbandingan sisi segitiga siku-siku 3:4:5, sehingga BE sejajar dengan CD.
10) Bidiklah dari titik D ke titik A, sehingga titik E terletak pada garis lurus AD, maka didapat garis lurus DEA.

11) Ukurlah jarak masing-masing titik dengan pita ukur sehingga didapat hasil pengukuran ; BC =……..m

CD = …….m

BE = …….m

12) Untuk mendapatkan jarak dari titik C ke A (x) dan jarak AB (lebar sungai) dapat dihitung sebagai berikut



Misalkan AC = X

AB = X-BC

AB : AC =BE : CD

(x-BC) :x = BE : CD

x. BE = CD. (x-BC)

x.BE = CD.x – CD. BC

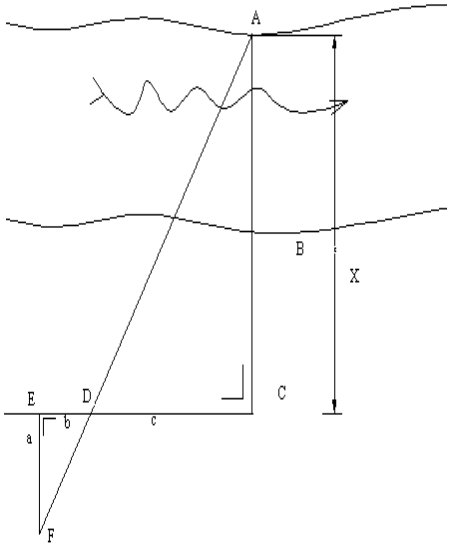
CD. BC = CD.x-x.BE

CD. BC = X (CD-BE)

$$X = \frac{CD.BC}{(CD-BE)}$$

Lebar sungai (AB) = x -BC

Selain dari cara di atas dapat pula dilakukan seperti cara di bawah ini, perhatikan gambar 35.



Misalkan jarak AC = X

CD = c

DE = b

EF = a

c : x = b : a

xb = ca

$$x = \frac{ca}{b}$$

lebar sungai (jarak AB)

= x - BC

Gambar 2.5. Cara untuk mendapatkan jarak (lebar sungai)

Tabel 2.2. Tabel Pengukuran lebar sungai

No.	No. Titik	Jarak (m)	Keterangan

2. Sudut

a. Pengukuran Sudut Miring

Seperti telah diuraikan pada alat ukur sudut miring diatas untuk melakukan pengukuran sudut miring dapat dilakukan dengan dua macam alat. Alat pertama adalah suatu rangka yang berbentuk segitiga dari kayu/besi yang dilengkapi busur lingkaran dengan skala derajat, dan kedua alat yang berbentuk rangka segitiga, pada salah satu sisi (sisi bawah) dibuat bentuk busur lingkaran yang mempunyai skala derajat serta dilengkapi dengan teropong.

1) Alat Segitiga dari Kayu/Besi

   Untuk pengukuran sudut dengan alat ini dapat dilakukan oleh satu orang tenaga, caranya adalah dengan meletakan alat pada areal yang akan diukur sesuai dengan keadaan tanah. Bagian alat yang berbentuk busur lingkaran berskala derajat diletakan di atas tanah, kemudian dibaca bacaan yang ditunjukan jarum anak panah. Berdasarkan bacaan dari jarum anak panah tersebut, maka didapat besarnya sudut miring dari areal tersebut.

2) Teropong yang dilengkapi dengan Alat Bidik.

   Pengukuran sudut dengan alat ini dapat dilakukan oleh dua orang tenaga dan dua yalon. Cara pengukuran adalah; orang pertama menempatkan alat di atas suatu tongkol atau yalon yang ditancapkan di dalam tanah hingga kuat. Orang kedua membawa yalon lainnya ke arah tujuan pengukuran dan menancapkan yalon tegak tujuan pengukuran dan menancapkan yalon tegak lurus terhadap zenit/bumi kedalam tanah, tinggi yalon dibuat sama dengan tinggi teropong.

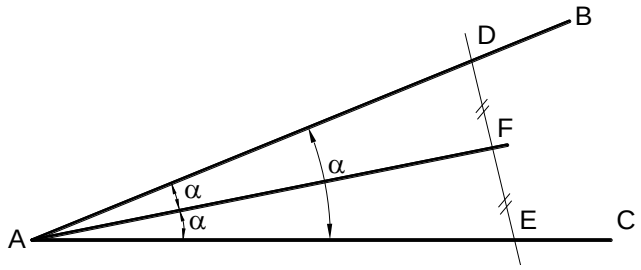
Untuk melakukan pengukuran, teropong diarahkan ke titik tujuan (yalon yang ditancapkan orang kedua). Bidiklah dari teropong hingga bacaan dalam teropong diusahakan tepat diatas yalon, kemudian kunci teropong dengan skrup S sehingga keadaan teropong tetap. Maka besar sudut miring dapat dibaca pada skala yang berimpit dengan garis pada plat P.

b. Menentukan Besar Sudut

Menentukan besar suatu sudut di lapangan dapat dilakukan dengan dua metoda yaitu; metoda sinus dan metoda tangens. Pengukuran besar sudut dengan methoda ini diperlukan tiga orang tenaga, satu buah pita ukur dan beberapa buah yalon/pen ukur.

1) Metoda Sinus

Pengukuran sudut dengan metoda ini bisa dipakai untuk sudut lancip (<90^0) sedangkan untuk sudut tumpul (>90^0) digunakan pelurus sudut,cara pengukuran perhatikan gambar di bawah ini. Misalkan $\angle$BAC (sudut α) yang akan diukur besarnya.



Gambar 2.6. Penentuan Besar Sudut Metoda Sinus

a) Orang pertama mendirikan yalon tegak lurus di titik A, orang kedua dan ketiga menempatkan yalon tegak lurus di B dan C.
b) Ukurlah suatu jarak terrtentu dalam garis AB dengan bilangan bulat misalnya 10 m dan tancapkan pen ukur pada jarak tersebut tersebut (titik D), AD=10 m
c) Ukur jarak di garis lurus AC = AD, sehingga didapat titik E, lalu tancapkan pen ukur.
d) Hubungkan titik D dengan titik E, kemudian bagi dua jarak DE sama panjang, sehingga dengan sendirinya AF membagi DE atas dua bagian yang sama.

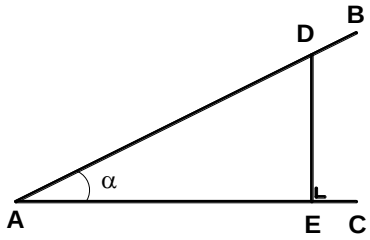
e) Ukur jarak AF dengan pita ukur.

f) Hitunglah sudut A (∠BAC) dengan rumus sinus

Sinus ∠BAF atau sinus $\angle \frac{1}{2} \alpha = \frac{FD}{AD}$ panjang AD diketahui (10m), sedangkan FD dapat dicari dari hasil pengukuran pita ukur, sehingga $\angle \frac{1}{2} \alpha$ dapat dicari, dengan didapatnya $\angle \frac{1}{2} \alpha$, maka ∠BAC = 2x $\frac{1}{2} \alpha$.

2) Methoda Tangens

Methoda tangens biasanya dipakai untuk sudut-sudut besar, cara pengukuran dengan methoda ini perhatikan gambar dibawah ini, misanya ∠CAB yang akan ditentukan besarnya.



Gambar 2.7. Penentuan Besar Sudut Metoda Tangens

a) Dirikan yalon tegak lurus di titik A,B dan C.

b) Ukurlah suatu jarak tertentu dari titik A ke titik E dalam garis AC.

c) Tancapkan yalon di titik E dan bidik dari titik A ke C hingga garis AEC berbentuk garis lurus.

d) Tukar yalon di titik E dengan pen ukur.

e) Tarik garis tegak lurus di titik E memotong garis AB sehingga didapat titik D.

f) Ukur DE dengan pita ukur.

g) Hitung besar sudut A dengan rumus tangens

Tangens BAC = tg $\alpha = \frac{DE}{AE}$

c. Pembuatan Sudut Siku-Siku

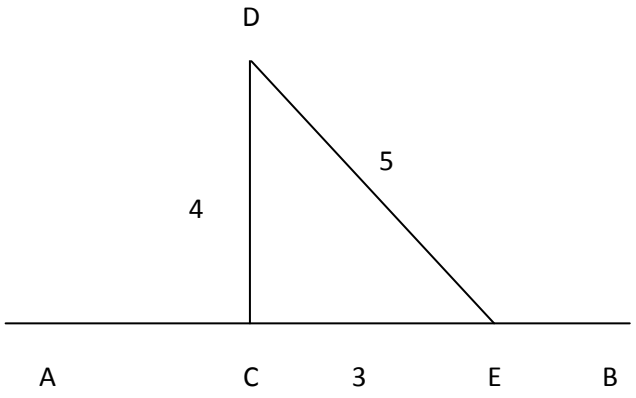
Membuat sudut siku-siku atau menarik garis tegak lurus terhadap garis lainya dilapangan, dapat dilakukan dengan alat sederhana seperti, pita ukur, siku-siku tukang kayu, kayu palang serta alat yang agak sempurna yaitu cermin sudut dan prisma.

1) Pita Ukur

Untuk pembuatan sudut siku dengan pita ukur dapat dilakukan dengan metoda perbandingan sisi segitiga (3:4:5), metoda tali busur dan metoda setengah lingkaran

a) Metoda perbandingan sisi segitiga (3:4:5)

Pengukuran sudut dengan metoda ini adalah berdasarkan prinsip dalil Phythagoras. Untuk melakukan pengukuran diperlukan tiga orang tenaga, dua buah pita ukur, beberapa buah yalon dan pen ukur. Cara pembuatannya perhatikan gambar. 2.8, misalkan pada garis AB akan dibuat sudut siku-siku di titik C.



Gambar 2.8. Metoda Segitiga

(1) Tancapkan yalon di titik C tegak lurus.

(2) Buatlah suatu jarak dari titik C ke arah titik A atau titik B sepanjang 3 m, hingga didapat titik E.

(3) Tancapkan yalon dititik E tegak lurus, serta bidik dari titik A atau B, sehingga titik E terletak dalam garis lurus ACB.

(4) Dengan menggunakan dua pita ukur, ambil jarak 4 m dari titik C dan 5 m dari titik E.

(5) Tarik dan putar kedua pita ukur sedemikian rupa hingga kedua ujung dari pita ukur dari jarak 4 m dan 5 m berpotongan disatu titik, misalnya titik D, maka DCE=90^0.

(6) Tancapkan yalon di titik D tegak lurus dan cek pengukuran jarak dari titik ketitik kembali.

(7) Cek hasil pengukuran dengan dalil Phytagoras , dimana

$(CD)^2 + (CE)^2 = (DE)^2$

$4^2 + 3^2 = 5^2$

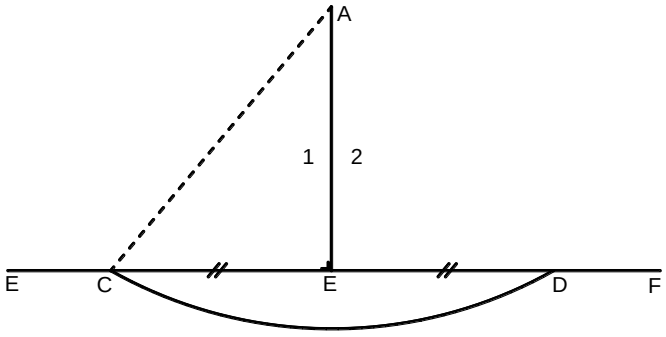
$16 + 9 = 25$

b) Metoda Tali busur

Pembuatan sudut siku dengan metoda ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

(1) Dari suatu titik tertentu akan dibuat garis tegak lurus pada suatu garis.

Untuk pengukuran dengan metoda ini dapat dilakukan oleh dua orang tenaga, satu buah pita ukur dan beberapa buah yalon dan pen ukur. Cara kerjanya perhatikan gambar 2.9, misalnya dari titik A harus dibuat garis tegak lurus terhadap garis lurus EF.



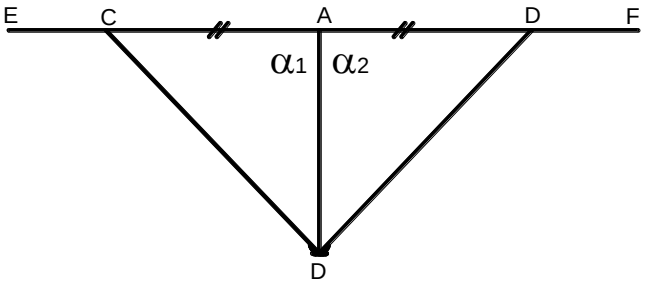
Gambar 2.9. Pembuatan sudut siku Metoda Busur pada garis

(a) Tancapkan yalon di titik A, E dan F tegak lurus.

(b) Lingkarkan suatu jarak tertentu dari titik A ke garis EF dengan pita ukur, memotong garis EF, sehingga didapat titik C dan D.

(c) Tancapkan yalon tegak lurus di titik C dan D dalam garis lurus EF.
(d) Ukur jarak CD dengan pita ukur dan bagi dua sama panjang, sehingga didapat titik B.
(e) Tancapkan yalon di titik B dan bidik dari titik E atau F, hingga titik B berada dalam garis lurus ECDF.
(f) Hubungkan titik B dengan titik A, maka AB tegak lurus tehadap EF (B_1 dan $B_2 = 90^0$)

(2) Dari suatu titik pada suatu garis dibuat garis tegak lurus. Pengukuran sudut siku dengan metoda ini dapat dilakukan oleh dua orang tenaga, satu buah pita ukur dan beberapa buah yalon serta pen ukur, caranya perhatikan gambar 2.10, misalnya titik A terletak pada garis lurus EF, dari titik A harus ditarik garis tegak lurus terhadapap EF.



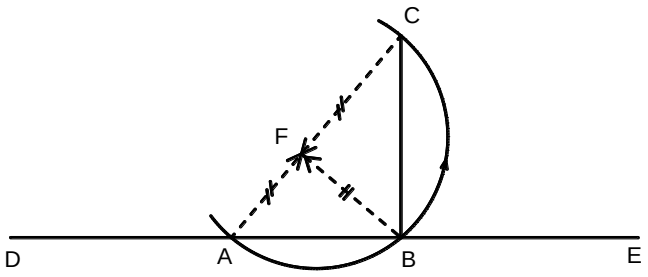
Gambar 2.10. Pembuatan sudut siku Metoda Busur pada Titik

(a) Tancapkan yalon tegak lurus di titik E, A dan F
(b) Ambil suatu jarak tertentu dari titik A kearah E dan F sama panjang, hingga didapat titik B dan titik C (AB=AC).
(c) Tancapkan yalon di titik B dan C tegak lurus.
(d) Bidik dari titik E atau dari titik F, hingga titik B dan titik C berada dalam garis lurus EAF.
(e) Lingkarkanlah suatu jarak tertentu dengan pita ukur dari titik B dan C sebagai titik pusat, sehingga kedua busur lingkaran berpotongan di suatu titik (titik D)

(f) Hubungkan titik A dan D, sehingga didapat garis AD tegak lurus pada garis EF (AD⊥EF) atau $\alpha 1 = \alpha 2 = 90^0$

c) Metoda Setengah Lingkaran

Pembuatan sudut siku-siku dengan metoda setengah lingkaran diperlukan dua orang tenaga, satu buah pita ukur dan beberapa buah yalon serta pen ukur. Cara pembuatannya perhatikan gambar 2.11, misalnya akan dibuat di titik B garis tegak lurus terhadap garis DE



Gambar 2.11. Pembuatan sudut siku Metoda Setengah Lingkaran

(1) Tancapkan yalon tegak lurus di titik D,B,dan E.
(2) Letakan suatu titik lainya (F) di luar garis AB.
(3) Tancapkan yalon tegak lurus di titik F dan ikatkan pita ukur pada yalon tersebut.
(4) Lingkarkan busur lingkaran pita ukur, titik F sebagai titik pusat dan FB sebagai jari-jari lingkaran, sehingga memotong garis DE di titik A.
(5) Tancapkan yalon tegak lurus di titik A.
(6) Hubungkanlah titik A dengan titik F.
(7) Perpanjang garis AF sampai memotong busur lingkaran, hingga didapat titik C.
(8) Tancapkan yalon tegak lurus di titik C, bidik dari A ke C sehingga A, F dan C satu garis (berimpit).
(9) Hubungkan C dengan F dan ukur jarak CF harus sama dengan AF dan BF, maka didapat BC tegak lurus terhadap DE (BC ⊥ DE).

2) Siku-siku Tukang Kayu

Pembuatan sudut siku dengan alat ini diperlukan sekurang-kurangnya dua orang tenaga, satu buah siku-siku tukang kayu dan beberapa buah yalon (pen ukur), cara kerja: misalnya akan dibuat garis tegak lurus di titik C pada garis lurus AB.

a) Tancapkan yalon (pancang) tegak lurus di titik A dan B.
b) Ikatkan benang pada yalon A dan tarik/regangkan dan ikatkan pada yalon B.
c) Tentukan jarak titik C dari titik A atau dari titik B, serta tandai jarak tersebut pada benang AB.
d) Tancapkan yalon/pancang dekat titik C, tetapi tidak bersinggungan dengan benang.
e) Pasang siku-siku dekat titik C, salah satu sisinya sejajar dengan benang AB, tetapi tidak menyinggung benang AB.
f) Ikatkan benang dipancang dekat titik C, tarik benang kearah titik D dan buat sejajar dengan sisi siku-siku lainya, dengan cara menggeser-geser titik D ke kiri atau ke kanan.
g) Setelah keadaan sejajar tercapai, tancapkan yalon di titik D dan ikatkan benang di yalon, maka persilangan benang CD tegak lurus pada AB (sudut C = 90^0)
h) Tukarlah yalon dengan pancang, serta ikatkan benang pindahkan ke pancang, dengan demikian pekerjaan selesai.

3) Kayu Palang

Dalam mempergunakan alat ini diperlukan dua orang tenaga dan beberapa buah yalon sesuai dengan kebutuhannya, cara kerjanya perhatikan gambar 2.12.

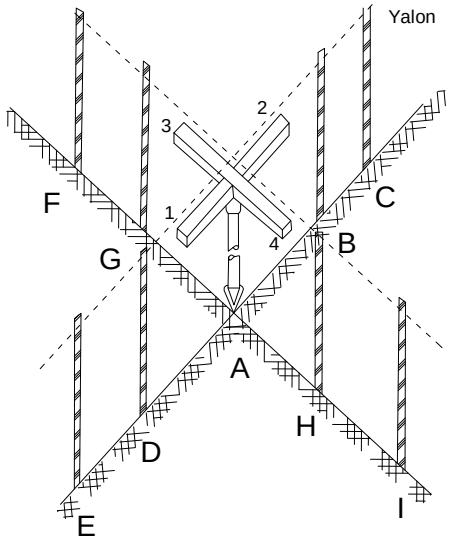
a) Tancapkan kayu palang tegak lurus di titik A oleh orang pertama.
b) Atas petunjuk orang pertama (orang yang berada dikayu palang) orang kedua menancapkan yalon B dan C pada arah bidikan 1-2, sehingga arah bidikan 1-2 B dan C merupakan garis lurus

c) Orang pertama pindah ke arah bidikan 2-1 dikayu palang, sedangkan orang kedua pindah ke arah depan orang pertama dan menancapkan yalon dititik D dan E atas petunjuk orang pertama, sehingga arah bidikan 2-1 –D dan E merupakan garis lurus.

d) Dengan cara yang sama dilanjutkan arah bidikan dari 3-4 dan 4-3, sehingga hasil bidikan yalon F-G-H dan I merupakan garis lurus.

e) Maka garis CE dan FI berpotongan tegak lurus di titik A.

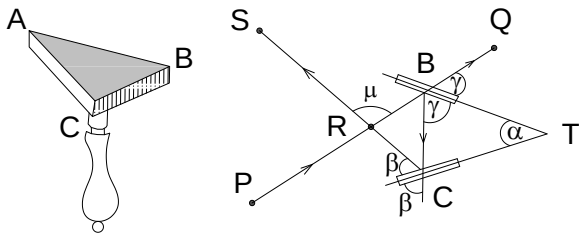
f) Dengan demikian telah tercapai pembuatan sudut siku-siku di titik A.



Gambar 2.12. Kayu Palang

4) Prisma

Cara pemakaian prisma sama dengan cermin sudut, hanya jalan sinarnya yang berbeda, prinsip kerja prisma perhatikan gambar 45. Arah PB adalah arah pandang dari mata ke titik Q dan arah mata ke titik S adalah arah refleksi melalui kaca yang membentuk sudut melalui kaca yang membentuk sudut melalui PBCS berimpit akibatnya garis PQ⊥CS. Pada titik Q dan S dipasang yalon, di titik P berdiri orang yang memegang prisma, orang tersebut bergerak-gerak sehingga bayangan yalon di titik S kelihatan dalam Prisma. Bila yalon di titik S telah berimpit dengan Q, maka garis PQ ⊥ CS.



Gambar 2.13. Prisma

Untuk prisma jenis lain prinsip kerjanya sama, yang berbeda cuma dari segi kontruksi, sehingga jalan sinarnya akan berlainan.

3. Beda Tinggi

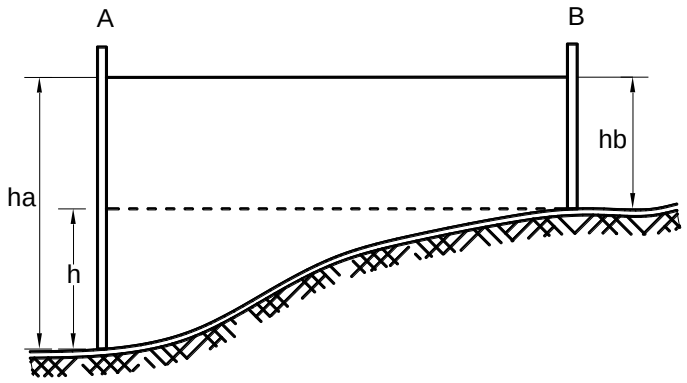
Pengukuran beda tinggi antara dua titik di lapangan dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu;

a. Cara Barometris

Pengukuran beda tinggi antara dua titik di lapangan dapat dilakukan oleh dua orang tenaga, dua buah barometer, dua buah thermometer dan dua buah hygrometer, cara pengukuran perhatikan gambar 2.14

a) Pengukuran dimulai pada waktu yang bersamaan, kedua barometer, thermometer dan hyrometer ditempatkan dititik A.

b) Catat tekanan udara, suhu dan kelembaban udara.



Gambar 2.14. Pengukuran Cara Barometeris

c) Salah satu barometer, thermometer dan hygrometer ditempatkan di titik A oleh orang pertama dan yang lainnya di bawa ke titik B oleh orang kedua, dalam perjalanan menuju titik B kedua orang mencatat tekanan, suhu dan kelembaban udara pada waktu yang bersamaan (misalnya setiap 10 menit).

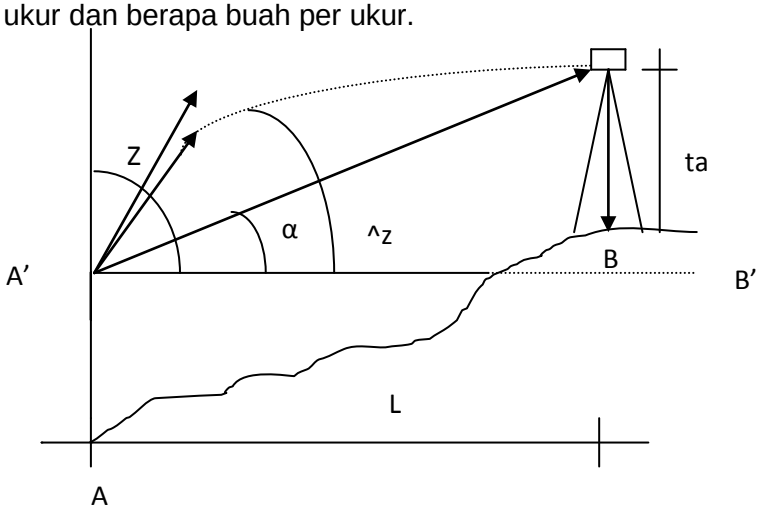
d) Dari hasil pengukuran tekanan udara di titik A adalah berat udara yang tingginya = ha dan tekanan udara di titik B adalah berat udara yang tingginya = hb

e) Dari hasil pengukuran, dapat dihitung beda tinggi antara titik A dan B dengan rumus h = ha –hb, menurut Soetomo Wongsotjitro (1980. h. 26) dimana tekanan udara disuatu tempat tertentu adalah sama dengan berat udara dengan tebal tertentu pula.

Dalam menentukan beda tinggi dengan cara ini harus diperhitungkan terhadap koreksi suhu, kelembaban udara karena berat udara disuatu tempat tergantung dari gaya tarik bumi yang belum tentu sama besarnya antara titik A dan B, sehingga dalam menentukan beda tinggi dengan cara ini ketelitiannya kasar. Biarpun diusahakan secermat mungkin, namun kesalahan yang sering terjadi berkisar antara 10-20 cm.

b. Cara Trigonometris

Pengukuran beda tinggi dengan cara ini diperlukan dua orang tenaga, satu buah alat ukur sudut miring, satu buah yalon/tongkat, alat ini dipergunakan untuk mengukur sudut vertikal (tegak), satu buah pita ukur dan berapa buah per ukur.



Gambar 2.15. Pengukuran Cara Trigonometris

Alat pengukur sudut diletakkan di titik B, dibuat mendatar dan diarahkan ke yalon di titik A

1) Kemudian alat dibidikkan ke titik A, tinggi bidikkan di titik A diambil sama dengan tinggi tingi alat (ta), sehingga didapatkan sudut sebesar α
2) Ukur tinggi alat (ta) dan tinggi titik AA' dengan pita ukur.
3) Hitung beda tinggi antara titik A dan B dengan cara berikut;
   beda tinggi = B-B' = L tg α - ta.
4) Hitung jarak miring antara titik A ke B dengan rumus A B = ta $\sin^2 \alpha$, dan hitung jarak datar dari A ke B dengan rumus A'B' = AB cos α = L meter.

Biasanya jarak datar jarak sekali diukur/dihitung karena yang dipetakan hanya proyeksi dari titik A dan B. pengukuran dengan cara ini digunakan untuk jarak–jarak sangat jauh misalnya; di daerah pergunungan untuk mencari beda tinggi antara titik sudut-sudutnya, jaringan segitiga primer yang selanjutnya digunakan untuk ukuran ketinggian topografis.

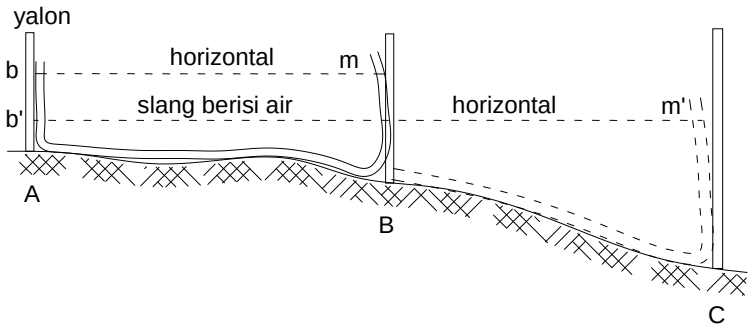
Kesukaran yang sering terjadi dalam pengukuran ini sinar cahaya dari titik A ke B tidak lurus, karena sinar tersebut melalui lapisan udara yang mempunyai suhu berbeda, hingga pada lapisan-palisan udara sinar akan dibiaskan dan membuat arah garis lengkung, dengan demikian pengukuran harus dikoreksi.

c. Cara pengukuran Beda tinggi Dengan Alat Penyipat Datar

Pengukuran beda tinggi dengan alat penyipat datar dapat dilakukan dengan beberapa cara, tergantung pada jenis alat yang dipergunakan, dalam modul ini diuraikan cara pengukuran dengan alat penyipat datar sederhana.

1) Dengan pipa plastik (slang plastik)

   Pengukuran beda tinggi dengan alat ini dapat dilakukan oleh tiga orang tenaga, satu buah slang plastik bening yang berdiameter 10 mm, meteran/pita ukur, beberapa buah yalon (sesuai dengan kebutuhan) dan air yang bersih, cara pengukuran perhatikan gambar 2.16.



Gambar 2.16. Pengukuran beda tinggi dengan pipa plastik

a) Pasang yalon di titik yang akan diukur beda tingginya (titik A, B dan C), tegak lurus.
b) Ambil slang plastik dan isi air seperlunya.
c) Periksa slang yang telah berisi air jangan sampai ada bagian yang bocor dan gelembung-gelembung udara.
d) Orang pertama membawa ujung slang ke titik A dan orang kedua ke titik B, sedangkan orang ketiga siap dengan meter dan alat tulis.
e) Orang pertama dan kedua menempelkan ujung slang pada yalon di titik A dan B dengan hati-hati, hingga ujung slang tidak bergerak dan air cepat tenang.
f) Setelah permukaan air dikedua ujung slang tenang, maka orang ketiga mengukur tinggi air dari tanah kepermukaan air dalam slang dengan meteran di titik A dan B lalu di catat.
g) Ulangi pengukuran sampai tiga kali dan ambil rata-ratanya.
h) Kemudian orang kedua pindah ke titik C, orang pertama tetap di titik A dan lakukan hal yang sama seperti di atas hingga didapat tinggi pengukuran di titik A dan C.
i) Hitung hasil pengukuran sebagai berikut;
   (1) Misalkan tinggi pengukuran dititik A tiga kali pengukuran b1, b2 dan b3 di titik B tiga kali pengukuran m1, m2 dan m3.

   rata-rata tinggi di A = $\frac{b1 + b2 + b3}{3} = b$

Rata-rata tinggi di B = $\frac{m1+m2+m3}{3} = m$

Maka beda tinggi diantara titik A dengan titik B

= HAB = b – m.

(2) Misalkan tinggi pengukuran di titik A dan C tiga kali pengukuran adalah b1', b2', b3' dan m1', m2', m3'.

Rata-rata tinggi di A = $\frac{b1'+b2'+b3'}{3}$ = b'

Rata-rata tinggi di C = $\frac{m1'+m2'+m3'}{3}$ = m'

Maka beda tinggi antara titik A dan C = HAC = b'-m'.

(3) Setelah didapatnya beda tinggi antara A,B dan C maka beda tinggi antara B dengan C dapat dicari.

2) Dengan Waterpas

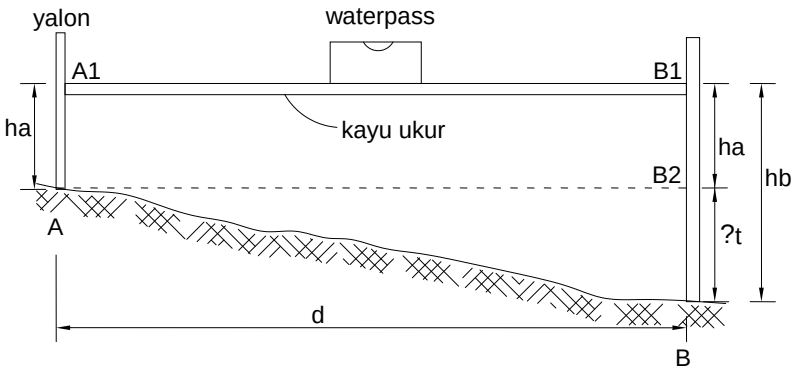
Pengukuran beda tinggi dengan alat ini dapat dilakukan oleh empat orang tenaga, satu buah waterpas, satu buah meter/pita ukur, satu buah kayu ukur dan beberapa buah yalon (tergantung pada kebutuhannya). Dalam melakukan pengukuran digunakan kayu ukur sebagai alat bantu untuk mendatarkan/leveling pada waterpas, jarak titik yang akan diukur tidak terlalu jauh (maksimum sepanjang kayu ukur). Cara pengukuran adalah sebagai berikut, misalkan beda tinggi yang akan dicari antara titik A dan B.

a) Tentukan titik yang akan diukur sesuai dengan keadaan lapangan.
b) Tancapkan yalon di titik A dan B tegak lurus oleh orang pertama dan kedua, orang ketiga membawa kayu ukur dan waterpas sedangkan orang keempat membawa meteran dan alat tulis.
c) Tempatkan kayu ukur oleh orang ketiga dalam posisi horizontal antara titik A dan B, untuk mendatarkan/horizontal tempatkan waterpas di atas kayu ukur dan gelombang nivo harus berada di tengah-tengah.

d) Bila gelembung nivo telah berada di tengah-tengah maka kayu ukur horizontal,pegang ujung kayu ukur di titik A dan B lalu tandai pada yalon tersebut oleh orang pertama dan kedua (A1,B1).

e) Ukur dengan meteran, tinggi tanda A1 dan B1 yang terdapat pada yalon dititik A dan B dari permukaan tanah (ha dan hb).

f) Hitung beda tinggi antara titik A dan B dari hasil pengukuran misalnya tinggi pengukuran dititik A =A^1 dan B = B^1 (lihat gambar 2.17).



Gambar 2.17. Pengukuran beda tinggi dengan Waterpas

Beda tinggi antara titik A dan B = B^1- A^1 = hb-ha = t.

g) Dari hasil pengukuran diatas dapat dihitung jarak miring antara titik A ke titik B, (lihat Δ ABB2). AB2 = diketahui dari hasil pengukuran (sepanjang kayu ukur). BB2 = beda tinggi = Δ t

Maka jarak miring AB = $\sqrt{(AB2)^2 + (BB2)^2}$

$= \sqrt{d^2 + \Delta t^2}$

4. Koordinat

Metode Penentuan Posisi Horizontal

a. Metode Polar

Menentukan satu titik koordinat yang diikatkan pada satu titik yang sudah diketahui koordinatnya

b. Metode Mengikat Ke muka

Menentukan satu titik koordinat yang diikatkan pada dua titik yang sudah diketahui koordinatnya

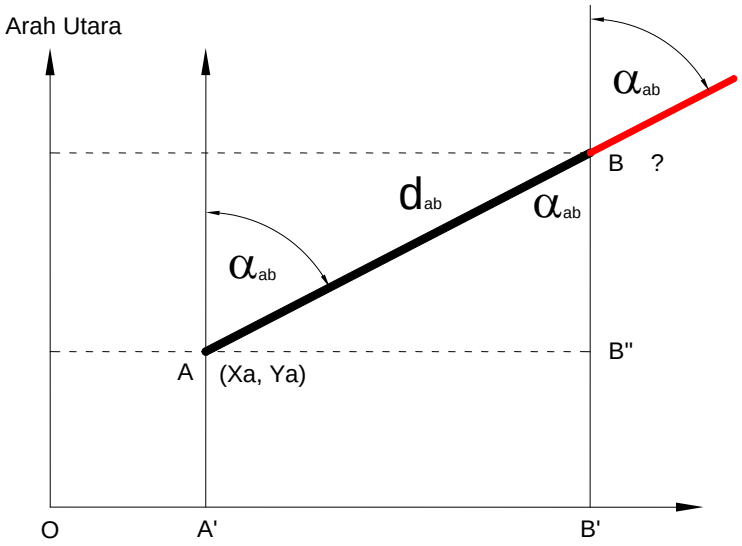
c. Metode Mengikat Ke belakang

Menetukan satu titik koordinat yang diikatkan pada tiga titik yang sudah diketahui koordinatnya

d. Poligon

Menentukan banyak titik koordinat yang diikatkan pada satu atau beberapa titik yang sudah diketahui koordinatnya

a. Metode Polar



Gambar 2.18. Metoda Polar

Apabila Diketahui Koordinat

Titik A adalah (Xa, Ya) dan

Hasil Pengukuran a_{ab} dan d_{ab}

Hitung : Koordinat Titik B ?

Penyelesaian :

$X_b = OB'$ $\quad$ $Y_b = B'B$

$X_b = OA' + A'B''$ $\quad$ $Y_b = B'B'' + B''B$

$X_b = X_a + DX_{ab}$ $\quad$ $X_b = Y_a + DY_{ab}$

$$\text{Sin } \alpha_{ab} = \frac{\Delta X_{ab}}{d_{ab}} \rightarrow \Delta X_{ab} = d_{ab} \text{ Sin } \alpha_{ab} \Rightarrow \quad Xb = Xa + d_{ab} \text{ Sin } \alpha_{ab}$$

$$\text{Cos } \alpha_{ab} = \frac{\Delta Y_{ab}}{d_{ab}} \rightarrow \Delta Y_{ab} = d_{ab} \text{ Cos } \alpha_{ab} \Rightarrow \quad Yb = Ya + d_{ab} \text{ Cos } \alpha_{ab}$$

b. Pengikatan Ke Muka

Pengikatan ke muka adalah suatu metode pengukuran data dari dua buah titik di lapangan tempat berdiri alat untuk memperoleh suatu titik lain di lapangan tempat berdiri target (rambu ukur, benang, unting-unting) yang akan diketahui koordinatnya dari titik tersebut. Garis antara kedua titik yang diketahui koordinatnya dinamakan garis absis. Sudut dalam yang dibentuk absis terhadap target di titik B dinamakan sudut beta. Sudut beta dan alfa diperoleh dari lapangan.

Pengukuran koordinat sebuah titik dengan cara ke muka dapat dilakukan apa bila titik tersebut dapat diikatkan pada dua titik yang sudah diketahui koordinatnya, hasil pengukuran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

a) Jarak d.AB $\sqrt{(XB - XA)^2 + (YB - YA)^2}$

b) Sudut jurusan AB dan Ba

$$Tg\ \alpha AB = \frac{XB - XA}{YB - YA} \rightarrow \alpha AB = ...$$

$$\alpha\ BA = \alpha\ AB \pm 180^0$$

c) Cari jarak d.AC dan dBC

d) Hitung koordinat titik C ditinjau dari titik A.

$$XC1 = X\ A + d\ AC \sin \alpha\ AC$$

$$YC1 = Y\ A + d\ AC \cos \alpha\ AC$$

e) Hitung koordinat titik C ditinjau dari titik B

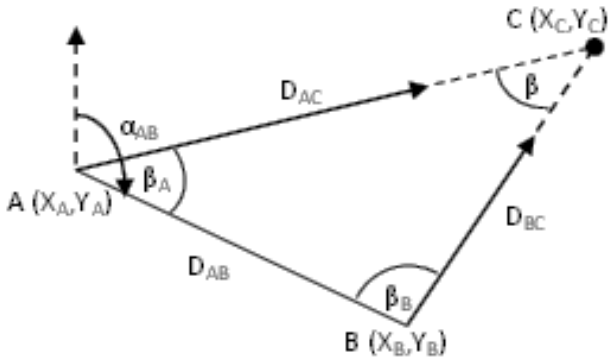
$$X\ C2 = X\ A + d\ BC \sin \alpha\ BC$$

$$Y\ C2 = Y\ B + d\ BC \cos \alpha\ BC$$

f) Koordinat titik C

$$XP = \frac{X\,C1 + X\,C2}{2}$$

$$YP = \frac{Y\,C1 + Y\,C2}{2}$$

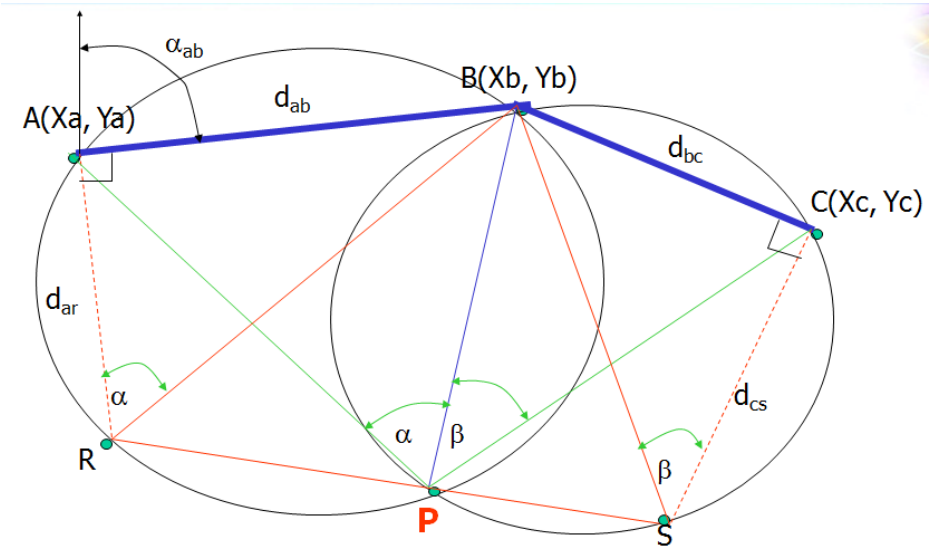


Gambar 2.19. Pengikatan ke muka

c. Pengikatan Ke belakang

Pengukuran kordinat titik cara ke belakang ini hampir sama dengan cara kemuka, hanya disini pesawat berada pada titik yang belum diketahui kordinatnya.

Rumus-rumus yang dipergunakan untuk menghitung koordinat adalah seperti di bawah ini:



Gambar 2.20. Pengikatan Kebelakang

Langkah-Langkah :

a. Menghitung Titik R

Xr = Xa + (Yb-Ya) Cotg α

Yr = Ya – (Xb-Xa) Cotg α

b. Menghitung Titik S

Xs = Xc + (Yc-Yb) Cotg β

Ys = Yc - (Xc-Xb) Cotg β

c. Menghitung Sudut Jurusan αrs

$$Tg\ \alpha_{rs} = \frac{Xs - Xr}{Ys - Yr} \rightarrow Tg\alpha_{rs} = n$$

d. Hitung N = n +1/n

e. Menghitung Koordinat Titik P

Dari Titik R :

$$X_{P1} = \frac{nX_b + \frac{1}{n} Xr + Y_b - Yr}{N}$$

$$Y_{P1} = \frac{\frac{1}{n} Y_b + n\ Yr + X_b - Xr}{N}$$

Dari Titik S :

$$X_{P2} = \frac{nX_b + \frac{1}{n} Xs + Y_b - Ys}{N}$$

$$Y_{P2} = \frac{\frac{1}{n} Y_b + n\ Ys + X_b - Xs}{N}$$

f. Koordinat titik P

$$XP = \frac{X_{P1} + X_{P2}}{2}$$

$$YP = \frac{Y_{P1} + Y_{P2}}{2}$$

d. Poligon

Poligon (poly = banyak, gonos = sudut) adalah serangkaian garis lurus yang menghubungkan titik-titik di permukaan bumi. Metode poligon adalah salah satu cara penentuan posisi horisontal banyak titik. Tujuan pengukuran poligon untuk menentukan koordinat titik-titik ikat (kontrol) pengukuran.

Kegunaan poligon:

- Kerangka dasar pengukuran.
- Kontrol jarak dan sudut.

- Basis titik untuk pengukuran selanjutnya.
- Memudahkan perhitungan pada plotting peta.

Data yang diperoleh dari pengukuran:

- Tinggi instrumen (ti)
- Bacaan lingkaran vertikal (Vtk)
- Bacaan lingkaran horisontal (Hz)
- Benang atas (BA)
- Benang tengah (BT)
- Benang bawah (BB)

Data yang diperlukan sebagai pengikat (datum):

- Azimut titik ikat
- Koordinat titik ikat
- Tinggi titik ikat

Jenis-jenis Poligon:

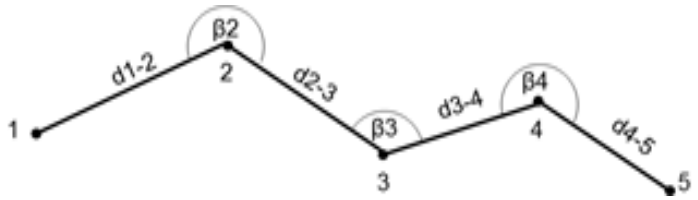
1) Poligon terbuka

Titik awal dan akhir pengukuran tidak sama.

Dibedakan menjadi:

a) Tidak terikat

- Azimut dan koordinat titik-titik poligon bisa dihitung dengan datum yang ditentukan.
- Kesalahan sudut dan jarak tidak bisa dikoreksi.



Gambar 2.21. Poligon terbuka tidak terikat

b) Terikat sebagian

Poligon terbuka terikat koordinat saja:

- Azimut dihitung berdasarkan azimut yang ditentukan.
- Koordinat dihitung berdasarkan koordinat yang sudah diketahui.

- Kesalahan sudut tidak bisa dikoreksi.
- Kesalahan absis dan ordinat bisa dikoreksi.

Gambar 2.22. Poligon terbuka terikat koordinat

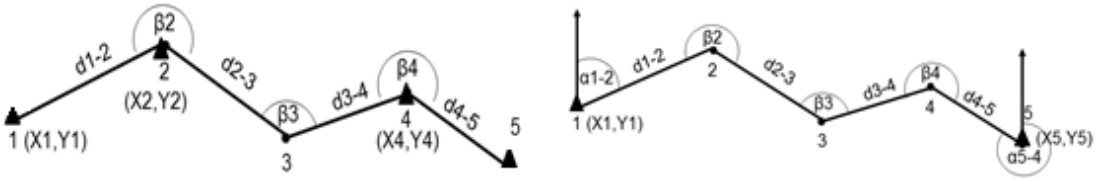
Poligon terikat azimut saja:

- Azimut dihitung berdasarkan azimut yang sudah diketahui.
- Koordinat dihitung berdasarkan koordinat yang ditentukan.
- Kesalahan sudut bisa dikoreksi
- Kesalahan absis dan ordinat tidak bisa dikoreksi.

Gambar 2.23. Poligon terbuka terikat azimut

c) Terikat sempurna (terikat koordinat dan azimut)

- Azimut dihitung berdasarkan azimut yang sudah diketahui.
- Koordinat dihitung berdasarkan koordinat yang sudah diketahui.
- Kesalahan sudut, absis dan ordinat bisa dikoreksi



Gambar 2.24. Poligon terbuka terikat sempurna

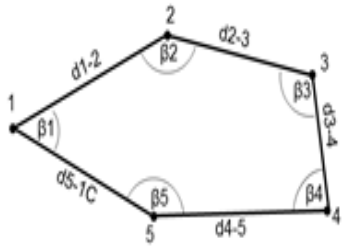
2) Poligon Tertutup

Titik awal menjadi titik akhir pengukuran.

Dibedakan menjadi:

a) Tidak terikat

- Azimut dan koordinat titik-titik poligon bisa dihitung dengan datum yang ditentukan.
- Kesalahan sudut, absis dan ordinat bisa dikoreksi.

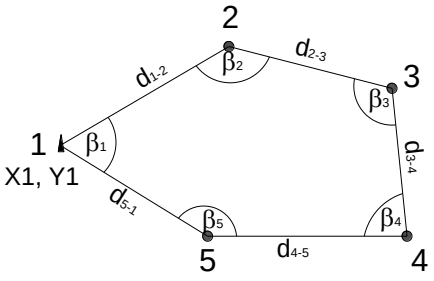


Gambar 2.25 Poligon tertutup tidak terikat

b) Terikat sebagian (koordinat saja atau azimut saja)

Poligon tertutup terikat koordinat saja:

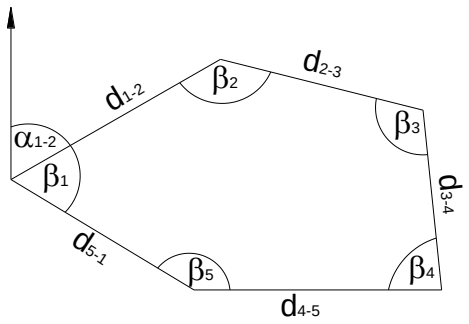
- Azimut dihitung berdasarkan azimut yang ditentukan.
- Koordinat dihitung berdasarkan koordinat yang sudah diketahui.
- Kesalahan sudut, absis, dan ordinat bisa dikoreksi.



Gambar 2.26. Poligon tertutup terikat koordinat

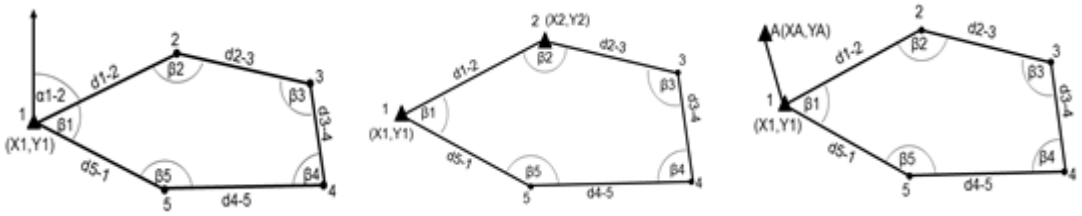
Poligon tertutup terikat azimut saja:

- Azimut dihitung berdasarkan azimut yang sudah diketahui.
- Koordinat dihitung berdasarkan koordinat yang ditentukan.
- Kesalahan sudut, absis, dan ordinat bisa dikoreksi.



Gambar 2.27. Poligon tertutup terikat azimuth

c) Terikat sempurna (terikat koordinat dan azimut)
   - Azimut dihitung berdasarkan azimut yang sudah diketahui.
   - Koordinat dihitung berdasarkan koordinat yang ditentukan.
   - Kesalahan sudut, absis, dan ordinat bisa dikoreksi.



Gambar 2.28 Poligon tertutup terikat sempurna

Perhitungan Poligon:

b) Perhitungan Poligon Terbuka

Syarat geometris pada poligon terbuka terikat sempurna:

1) Syarat sudut: $\Sigma\beta u = (\alpha_{akhir} - \alpha_{awal} + (n \times 1800)) - \Sigma\beta_u$
2) Syarat absis: $\Sigma d \sin\alpha = X_{akhir} - X_{awal}$
3) Syarat ordinat: $\Sigma d \cos\alpha = Y_{akhir} - Y_{awal}$

Kesalahan-kesalahan data pengukuran poligon terbuka adalah:

1) Kesalahan penutup sudut: $f\beta = (\alpha_{akhir} - \alpha_{awal} + (n \times 1800)) - \Sigma\beta_u$

   Kesalahan penutup sudut dikoreksikan sama rata pada sudut-sudut hasil ukuran: $k\beta = f\beta/n$.

   Apabila $f\beta$ tidak habis dibagi, sisa pembagian itu diberikan koreksi tambahan pada sudut yang mempunya kaki pendek atau panjang sisi poligon yang pendek.

2) Kesalahan penutup absis: fx = (Xakhir – Xawal) - Σ d sin α

3) Kesalahan penutup ordinat: fy = (Yakhir – Yawal) - Σ d cos α

Kesalahan fx dan fy dibagi habis pada absis dan ordinat titik-titik poligon dengan perbandingan lurus dengan jarak-jarak sisi poligon, atau dapat ditulis:

$$kx_i = \frac{d_i}{\Sigma d}.f_x \quad \text{dan} \quad ky_i = \frac{d_i}{\Sigma d}.f_y$$

4) Kesalahan penutup jarak linear polygon (fl)

$$fl = \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2}$$

Keterangan notasi :

βu = sudut horisontal ukuran fx = kesalahan penutup absis

fβ = kesalahan sudut fy = kesalahan penutup ordinat

kβ = koreksi sudut fl = kesalahan jarak linier

d = jarak sisi poligon kx_i = koreksi absis di titik i

α = azimut sisi poligon ky_i = koreksi ordinat di titik i

n = banyaknya titik poligon i = 1, 2, 3, . . . , n

c) Perhitungan Poligon Tertutup

Pengukuran dengan sistem poligon tertutup pada prinsipnya adalah untuk menghitung luas areal berdasarkan koordinat titik daerah yang luas dan sangat komplek. Rumus – rumus yang dipakai dalam perhitungan adalah sebagai berikut:

(1) Cek Bt = ½ (ba + bb)

(2) Jarak optis = (ba - bb) x 100 → jarak biasa

= (ba - bb) x $\cos^2\alpha$ x 100 → bila mempunyai sudut vertikal

(3) Bila pengukuran dilakukan muka belakang .

$$\text{Jarak optis} = \frac{\text{Jarak muka} + \text{jarak belakang}}{2}$$

(4) Cek jarak optis akan dipakai rumus toleransi.

S1=0,008 $\sqrt{D + 0{,}0003D + 0{,}05}$ (daerah datar atau kemiringan 3%)

S2=0,010 $\sqrt{D + 0{,}0004D + 0{,}005}$ (daerah kemiringan 3-10 %)

S3 = 0,012 $\sqrt{D + 0{,}0005D + 0{,}005}$ (daerah curam atau kemiringan besar dari 10%)

Tergantung pada keadaan/kemiringan tanah atau

K = $\frac{\Sigma\Delta.y}{\Sigma D}$ x D masing – masing

(5) Koreksi sudut Σ sudut diukur = (n - 2) x 180 ± f

(6) Toleransi sudut lihat tabel sudut poligon (dalam kota)

T = 0,4 $\sqrt{n}$ → n = banyak titik

(7) Azimuth = (azimuth awal + sudut yang diukur ± 180^0

= (azimuth awal +180^0 – sudut yang diukur)

(8) Azimuth awal –azimuth akhir = 0

(9) Δ X = d. Sin t

Δ Y = d. Cos t →t = sudut azimuth

(10) Σ d sin t = 0 dan Σ d cos t = 0

Bila Σ d sin t ≠ 0 dan Σ d cos t ≠ 0, maka harus ± f → f = koreksi

(11) Koordinat titik

X = koordinat titik diketahui + X ± f

Y = koordinat titik diketahui + Y ± f

(12) Luas areal (L)

2 L = (X_n . Y_{n-1}) - (X_{n+1} . Y_n)

Setelah didapatkan koordinat masing-masing titik poligon, maka hasil koordinat tersebut dipetakan dalam sebuah grafik, begitu pula dengan beda tinggi tiap-tiap titik tersebut. Grafik yang kita dapatkan tersebut dapat dijadikan satu, sehingga dalam grafik itu dapat dilihat koordinat titik, jarak antar titik, dan ketinggian tiap titik, serta beda tinggi antar titik nya.

Langkah-langkah Perhitungan Poligon Tertutup

(1) Analisa Soal dan Data Poligon Tertutup

- data poligon terdiri atas data titik2, sudut dalam, jarak antar titik, dan azimuth awal, serta koordinat titik awal sebagai referensi

- terkadang sudut azimuth awal harus di cari dulu dari mengikat titik sebelumnya atau titik BM, gunakan perhitungan sudut dan jarak
- Hitung jumlah titik polygon

(2) Buat Form Poligon

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)			Jarak (d)	d sin α	Δx	d cos α	Δy	X	Y	Xn	$Y_{(n-1)} - Y_{(n+1)}$	ΣL
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"	m									
1	*2*			*3*	*4*			*5*			*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*

(3) Isi data yang diketahui

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)			Jarak (d)	d sin α	Δx	d cos α	Δy	X	Y	Xn	$Y_{(n-1)} - Y_{(n+1)}$	ΣL
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"	m									
1	*2*			*3*	*4*			*5*			*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
A	**100**	**45**	**37**	2	100	45	35									**10,000.00**	**5,000.00**	10,000.000	644.76	6,447,635.75
								126	**55**	**17**	**647.25**	517.4561	-0.000067	-388.8125	-0.002100					
B	**231**	**23**	**43**	2	231	23	41									10,517.44	4,611.16	10,517.44	591.78	6,224,052.210
								178	18	58	**203.03**	5.9666	-0.000021	-202.942	-0.000063					
C	**17**	**12**	**59**	3	17	12	56									10,523.41	4,408.22	10,523.41	-491.07	-5,167,771.08
								15	31	54	**720.35**	192.8889	-0.000075	694.0495	-0.002222					
D	**89**	**3**	**28**	2	89	3	26									10,716.29	5,102.24	10,716.29	-847.71	-9,084,526.61
								284	35	20	**610.24**	-590.5665	-0.000063	153.708	-0.001888					
E	**101**	**34**	**24**	2	101	34	22									10,125.72	5,255.95	10,125.72	102.24	1,035,240.94
								206	9	42	**285.13**	-125.715	-0.000030	-255.919	-0.000888					
A																10,000.000	5,000.000			

$126^o52'17''$ adalah azimuth awal = Az_{AB}

(4) Totalkan semua sudut dalam Σ = $540^o00'11''$

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi		
	°	'	"	"	°	'	"
1	*2*			*3*	*4*		
A	100	45	37				
B	231	23	43				
C	17	12	59				
D	89	3	28				
E	101	34	24				
A							
Σ	**540**	**0**	**11**	11	540	0	0
	540	**0**	**0**		Σ sudut = 0 cek! => k		
	0	**0**	**11**				

Cek, jumlah titik = 5 bh (A-E) ==> (n-2)x180 = (5-2)x180 = 540

(5) Hitung selisih antara Σ dengan 540 = - 11" (berarti semua sudut harus diKURANGI dengan koreksi, [ingat, terkadang juga diTAMBAH])

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi		
	°	'	"	"	°	'	"
1	*2*			*3*	*4*		
A	100	45	37	2			
B	231	23	43	2			
C	17	12	59	3			
D	89	3	28	2			
E	101	34	24	2			
A							
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	540	0	0
	540	**0**	**0**		*Σ sudut = 0 cek! => k*		
	0	**0**	**11**				

(6) Hitung : 11/5 = 2.2 ≈ setiap sudut ditambah dengan 2" atau 3" => distribusi merata {biasanya, jarak terPENDEK untuk detik terBESAR} kolom 3

(5)a. Jangan lupa hitung total sudut terkoreksi harus sama dengan selisih sudut dalam = 11"

(7) Hitung sudut terkoreksi dengan menjumlah sudut dalam (kolom 2) dengan koreksi (kolom 3) = (kolom 4)

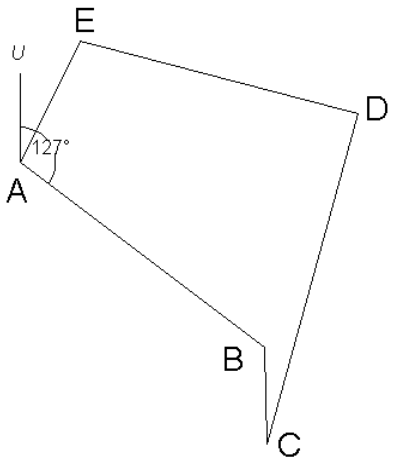
Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi		
	°	'	"	"	°	'	"
1	*2*			*3*	*4*		
A	100	45	37	2	100	45	35
B	231	23	43	2	231	23	41
C	17	12	59	3	17	12	56
D	89	3	28	2	89	3	26
E	101	34	24	2	101	34	22
A							
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	**540**	**0**	**0**
	540	**0**	**0**		*Σ sudut = 0 cek! => k*		
	0	**0**	**11**				

(7)a. Kontrol hitungan sudut dalam TAHAP I SELESAI

(8) Masukkan nilai Azimuth Awal pada baris antara titik satu dan dua (Az_{AB}) (kolom 5)

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)		
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"
1	*2*			*3*	*4*			*5*		
A	100	45	37	2	100	45	35			
								126	55	17
B	231	23	43	2	231	23	41			
C	17	12	59	3	17	12	56			
D	89	3	28	2	89	3	26			
E	101	34	24	2	101	34	22			
A										
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	**540**	**0**	**0**			
	540	**0**	**0**		*Σ sudut = 0 cek! => kontrol*					
	0	**0**	**11**							

(9) Buat sketsa Poligon Tertutup



Baiknya buat sketsa poligon terlebih dahulu berdasarkan data azimuth, sudut dalam dan jarak pada kertas buram (gunakan imajinasi anda)

(9)a. Buat garis vertikal (arah utara) => buat garis dengan sudut (kira2) 126/127 derajat 647 meter ==> AzAB

(9)b. Dengan informasi sudut dalam disetiap titik gambar sketsa poligon pada kertas buram

(9)c. Jika telah tergambar akan sangat membantu dalam perhitungan sudut jurusan

(10) Sudut jurusan

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)		
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"
1	*2*			*3*	*4*			*5*		
A	100	45	37	2	100	45	35			
								126	55	17
B	231	23	43	2	231	23	41			
								178	18	58
C	17	12	59	3	17	12	56			
								15	31	54
D	89	3	28	2	89	3	26			
								284	35	20
E	101	34	24	2	101	34	22			
								206	9	42
A										
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	**540**	**0**	**0**			
	540	**0**	**0**	*Σ sudut = 0 cek! => kontrol*						
	0	**0**	**11**							

(10)a. AzBC = AzAB+180+αB-360= 126d55'17"+180+231d23'41"-360=178d18'58“

(10)b. AzCD = AzBC+180+αC-360= 15d31'54“

(10)c. AzDE = AzCD+180+αD = 284d35'20“

(10)d. AzEA = AzDE+180+αE-360= 206d09'42“

Ingat, rumus tidak berlaku umum, oretan gambar sangat membantu dlm mencari sudut

TAHAP II SELESAI

(11) Masukkan nilai jarak pada kolom 6 dan hitung total jaraknya

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)			Jarak (d)	d sin α	Δx	d cos α	Δy
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"	m				
1	*2*			*3*	*4*			*5*			*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
A	100	45	37	2	100	45	35								
								126	55	17	647.25				
B	231	23	43	2	231	23	41								
								178	18	58	203.03				
C	17	12	59	3	17	12	56								
								15	31	54	720.35				
D	89	3	28	2	89	3	26								
								284	35	20	610.24				
E	101	34	24	2	101	34	22								
								206	9	42	285.13				
A															
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	**540**	**0**	**0**				**2466**	(0.0)^6	-(0.0)^6	(0.0)^6	-(0.0)^6
	540	**0**	**0**	*Σ sudut = 0 cek! => kontrol*								*fx*	(0.000)	*fy*	(0.000)
	0	**0**	**11**										*ok!*		*ok!*

(12) Hitung d sin α = (kolom 6) x sin(kolom 5) = (kolom 7)

(12)a. Hitung total jarak kolom 7 = 0.026

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)			Jarak (d)	d sin α	Δx	d cos α	Δy
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"	m				
1	*2*			*3*	*4*			*5*			*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
A	100	45	37	2	100	45	35								
								126	55	17	647.25	517.451			
B	231	23	43	2	231	23	41								
								178	18	58	203.03	5.966			
C	17	12	59	3	17	12	56								
								15	31	54	720.35	192.889			
D	89	3	28	2	89	3	26								
								284	35	20	610.24	-590.565			
E	101	34	24	2	101	34	22								
								206	9	42	285.13	-125.715			
A															
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	**540**	**0**	**0**				**2466**	**0.026**	(0.026/6	(0.026/6	(0.026/6
	540	**0**	**0**		*Σ sudut = 0 cek! => kontrol*							*fx =*	(0.0000	*fy =*	(0.0000
	0	**0**	**11**										*oke!*		*oke!*

(13) Metoda koreksi jarak

(13). dari hitungan 12.a. berarti nilai koreksi jarak fx berlebih 0.026, maka jarak perlu diKURANGI dengan koreksinya.

(13)a. kolom 8 = - (0.026/2466) x 517.451 = -0.0067

(13)b. kolom 8 = - (0.026/2466) x 5.966 = -0.0021

(13)c. dan seterusnya

(13)d. hitung total jarak terkoreksi = -0.026 => fx=0.026+(-0.026) = 0.00 ok!

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)			Jarak (d)	d sin α	Δx	d cos α	Δy
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"	m				
1	*2*			*3*	*4*			*5*			*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
A	100	45	37	2	100	45	35								
								126	55	17	647.25	517.451	-0.0067		
B	231	23	43	2	231	23	41								
								178	18	58	203.03	5.966	-0.0021		
C	17	12	59	3	17	12	56								
								15	31	54	720.35	192.889	-0.0075		
D	89	3	28	2	89	3	26								
								284	35	20	610.24	-590.565	-0.0063		
E	101	34	24	2	101	34	22								
								206	9	42	285.13	-125.715	-0.0030		
A															
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	**540**	**0**	**0**				**2466**	**0.026**	**-0.026**	(0.026/6	(0.026/6
	540	**0**	**0**		*Σ sudut = 0 cek! => kontrol*							***fx=***	**0.000**	*fy =*	(0.0000
	0	**0**	**11**										*oke!*		*oke!*

(14) Lakukan juga untuk d cos α dan Δy ==> kolom 9 dan 10

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)			Jarak (d)	d sin α	Δx	d cos α	Δy
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"	m				
1	*2*			*3*	*4*			*5*			*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
A	100	45	37	2	100	45	35								
								126	55	17	647.25	517.451	-0.0067	-388.815	-0.0200
B	231	23	43	2	231	23	41								
								178	18	58	203.03	5.966	-0.0021	-202.942	-0.0063
C	17	12	59	3	17	12	56								
								15	31	54	720.35	192.889	-0.0075	694.045	-0.0222
D	89	3	28	2	89	3	26								
								284	35	20	610.24	-590.565	-0.0063	153.708	-0.0188
E	101	34	24	2	101	34	22								
								206	9	42	285.13	-125.715	-0.0030	-255.919	-0.0088
A															
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	**540**	**0**	**0**				**2466**	**0.026**	**-0.026**	**0.076**	**-0.076**
	540	**0**	**0**	*Σ sudut = 0 cek! => kontrol*								***fx=***	**0.000**	***fy=***	**0.000**
	0	**0**	**11**										***ok!***		***ok!***

(14)a. hitung total jarak terkoreksi = -0.076 => fx=0.076+(-0.076) = 0.00 ok!

TAHAP III SELESAI

(15) Koordinat X,..

(15). Koordinat X = X (awal) + d sin α + Δx = 10000 + 517.451 + -0.0067

= 10517.44 = kolom 11

(15)a. 10517.44 + 5.966 + -0.0021 = 10523.41

(15)b. dst

(15)c. cek! Koordinat awal sama dengan koordinat akhir = 10,000

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)			Jarak (d)	d sin α	Δx	d cos α	Δy	X	Y
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"	m						
1	*2*			*3*	*4*			*5*			*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
A	100	45	37	2	100	45	35									10,000.00	
								126	55	17	647.25	517.451	-0.0067	-388.815	-0.0200		
B	231	23	43	2	231	23	41									10,517.44	
								178	18	58	203.03	5.966	-0.0021	-202.942	-0.0063		
C	17	12	59	3	17	12	56									10,523.41	
								15	31	54	720.35	192.889	-0.0075	694.045	-0.0222		
D	89	3	28	2	89	3	26									10,716.29	
								284	35	20	610.24	-590.565	-0.0063	153.708	-0.0188		
E	101	34	24	2	101	34	22									10,125.72	
								206	9	42	285.13	-125.715	-0.0030	-255.919	-0.0088		
A																10,000.00	
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	**540**	**0**	**0**				**2466**	**0.026**	**-0.026**	**0.076**	**-0.076**	***ok!***	*ok!*
	540	**0**	**0**	*Σ sudut = 0 cek! => kontrol*								***fx=***	**0.000**	***fy=***	**0.000**		
	0	**0**	**11**										***ok!***		***ok!***		

(16) Lakukan juga untuk koordinat Y kolom 12

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)			Jarak (d)	d sin α	Δx	d cos α	Δy	X	Y
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"	m						
1	*2*			*3*	*4*			*5*			*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
A	100	45	37	2	100	45	35									10,000.00	5,000.00
								126	55	17	647.25	517.451	-0.0067	-388.815	-0.0200		
B	231	23	43	2	231	23	41									10,517.44	4,611.16
								178	18	58	203.03	5.966	-0.0021	-202.942	-0.0063		
C	17	12	59	3	17	12	56									10,523.41	4,408.22
								15	31	54	720.35	192.889	-0.0075	694.045	-0.0222		
D	89	3	28	2	89	3	26									10,716.29	5,102.24
								284	35	20	610.24	-590.565	-0.0063	153.708	-0.0188		
E	101	34	24	2	101	34	22									10,125.72	5,255.93
								206	9	42	285.13	-125.715	-0.0030	-255.919	-0.0088		
A																10,000.00	5,000.00
Σ	**540**	**0**	**11**	**11**	**540**	**0**	**0**				**2466**	**0.026**	**-0.026**	**0.076**	**-0.076**	***ok!***	***ok!***
	540	**0**	**0**		***Σ sudut = 0 cek! => kontrol***							***fx=***	**0.000**	***fy=***	**0.000**		
	0	**0**	**11**										***ok!***		***ok!***		

Perhitungan poligon tertutup selesai TAHAP IV SELESAI

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar (Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Membenarkan Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi Dan Koordinat Dilakukan Sesuai Ketentuan Teknis? Sebutkan!
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

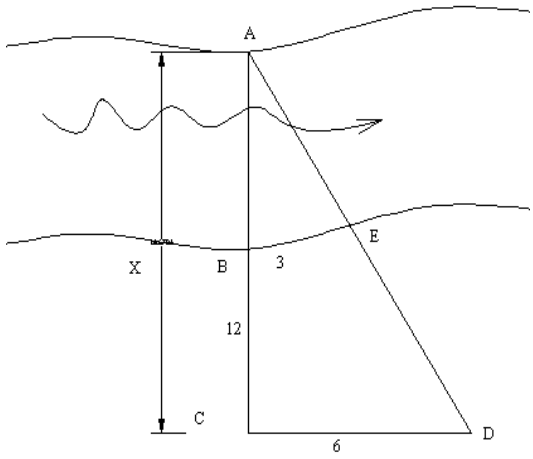
Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-2.1.

Aktivitas 1. Mengamati

Mengamati penjelasan membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis, sehingga mempunyai pengetahuan dan keterampilan tentang jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat yang didapat dari pengukuran dengan penggunaan berbagai macam alat ukur, dan mampu mengaplikasikan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis ini dalam perencanaan dan pengukuran areal serta pengolahan data dan penggambaran.

Saudara diminta untuk mengamati kondisi kegiatan sesuai penjelasan dan gambar berikut ini:

1. Cara menentukan jarak dua titik dengan menggunakan alat ukur jarak berikut: kayu ukur, pita ukur, speedometer langkah dan odometer.
2. Pengukuran Jarak yang ada Halangan (Pengukuran Lebar Sungai)



3. Pengukuran sudut, penentuan besar sudut dan pembuatan sudut siku-siku.
4. Pengukuran beda tinggi antara dua titik di lapangan yang dilakukan dengan Cara Barometris, Trigonometris dan Penyipat Datar
5. Penentuan koordinat dengan Metode Penentuan Posisi Horizontal yaitu Metode Polar, Metode Mengikat ke Muka, Metode Mengikat ke Belakang dan dengan Metode Poligon.

Saudara mungkin mempunyai pengamatan yang berbeda dari teman-teman lain tentang kondisi kegiatan-kegiatan pada penjelasan dan gambar. Apa

yang Saudara temukan setelah mengamati kegiatan-kegiatan tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya isilah tabel pada LK-2.2.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Saudara dapat membaca Bahan Bacaan KP4 tentang Membenarkan Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi dan Koordinat sesuai Ketentuan Teknis.

Aktivitas 2. Mengumpulkan Informasi/Eksperimen

Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, praktek/eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang prinsip-prinsip membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis.

Saudara dapat menuliskan jawaban dengan menggunakan LK-2.2
Untuk memperkuat pemahaman Saudara membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis, Bacalah Bahan Bacaan KP2 tentang membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis, kemudian melaksanakan Tugas Praktek dengan menggunakan LK-2.2P

Aktivitas 3. Mengasosiasi/ Mengolah Informasi

Mengkategorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang prinsip membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis.

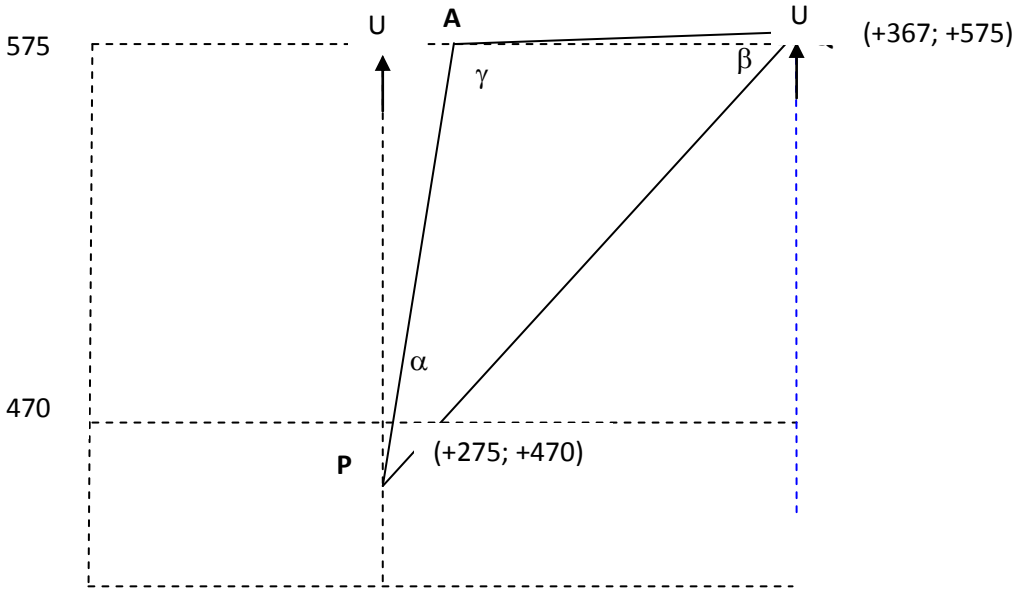
Aktivitas 4. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang prinsip membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat sesuai ketentuan teknis

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Latihan Soal Pengikatan Kemuka

Hitunglah koordinat Titik A dengan cara pengikatan kemuka berdasarkan data dan gambar di bawah!



2. Latihan Soal Poligon Tertutup

Berdasarkan informasi, dan hasil pengukuran suatu kawasan di peroleh data pengukuran POLIGON TERTUTUP sebagai berikut:

a. Titik **A** berada pada koordinat **(+500.00, +300.00)**
b. Azimuth awal, **αab = 225°0'00"**
c. Pengukuran **searah jarum jam**
d. Hasil pengukuran lapangan sebagai berikut:

Titik	Sudut dalam			Jarak (d)
	°	'	"	m
A	134	59	57	A – B = 282.84
B	44	59	57	B – C = 200.00
C	224	59	57	C – D = 282.84
D	44	59	57	D – E = 400.00
E	89	59	57	E – A = 200.00

Tugas anda;

a. Tulis kode soal pada lembaran jawaban anda.

b. Hitunglah koordinat titik B, C, D, E dengan menggunakan tabel. *Sketsa gambar amat membantu dalam berhitung,*
c. Gambarkan daerah tersebut dengan skala yang tepat pada kertas milimeter, dan lengkapi dengan symbol serta informasi lainnya.

F. Ringkasan

1. Secara garis besar kesalahan dalam pengukuran bersumber dari kesalahan pada Instrumen, Alam dan Personel
2. Pengukuran dalam Ilmu Ukur Tabah terdiri dari:
   a. Pengukuran Jarak Datar.
   b. Pengukuran Jarak Miring.
   c. Pengukuran Jarak yang ada Halangan
3. Pengukuran sudut terdiri atas:
   a. Pengukuran Sudut Miring
   b. Menentukan Besar Sudut
   c. Pembuatan Sudut Siku-Siku
4. Pengukuran beda tinggi antara dua titik di lapangan dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu;
   a. Cara Barometris
   b. Cara Trigonometris
   c. Cara pengukuran Beda tinggi Dengan Penyipat Datar
5. Koordinat

   Metode Penentuan Posisi Horizontal
   a. Metode Polar

      Menentukan satu titik koordinat yang diikatkan pada satu titik yang sudah diketahui koordinatnya
   b. Metode Mengikat Ke muka

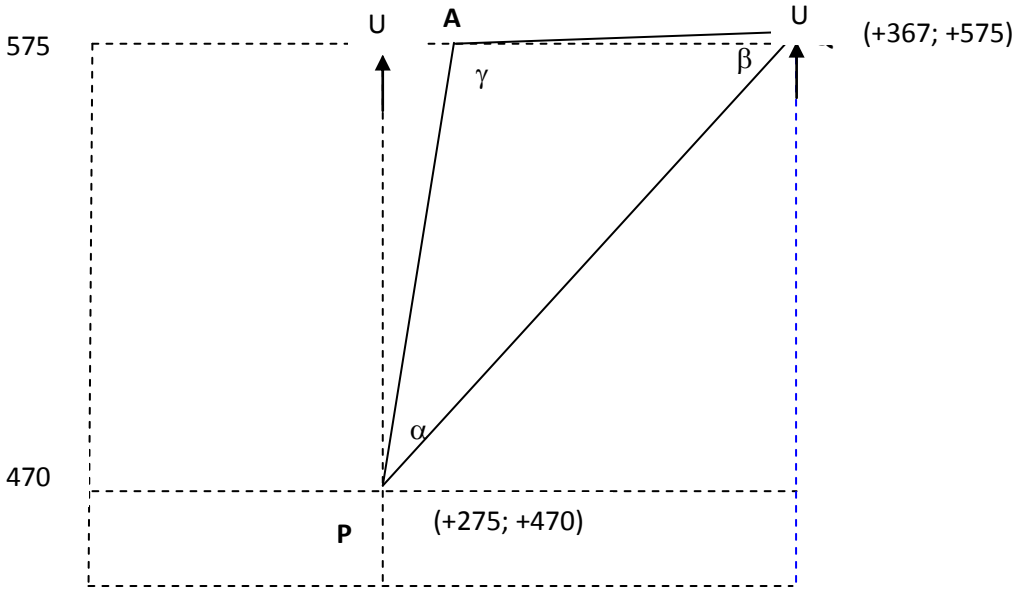
      Menentukan satu titik koordinat yang diikatkan pada dua titik yang sudah diketahui koordinatnya
   c. Metode Mengikat Ke belakang

      Menetukan satu titik koordinat yang diikatkan pada tiga titik yang sudah diketahui koordinatnya

6. Poligon adalah serangkaian garis lurus di permukaan tanah yang menghubungkan titik-titik dilapangan, dimana pada titik-titik tersebut dilakukan pengukuran sudut dan jarak.
7. Macam-macam Bentuk Poligon
   a) Poligon Terbuka
   b) Poligon Tertutup

G. Kunci Jawaban Latihan

1. Jawaban Soal Pengikatan Kemuka



a. Menghitung sudut

$\gamma = 180^o - \alpha - \beta$

$= 180^o - 37^o15'25" - 48^o19'37"$

$= 94^o24'58"$

b. Menghitung α_{PQ} dan d_{PQ}

$$tg\ \alpha_{PQ} = \frac{X_Q - X_P}{Y_Q - Y_P}$$

$$\alpha_{PQ} = tg^{-1} . \frac{367 - 275}{575 - 470} = 41{,}225 = 41^o13'28{,}32"$$

$$\text{Sin } \alpha PQ = \frac{X_Q - X_P}{d_{PQ}}$$

$$d_{PQ} = \frac{X_Q - X_P}{\text{Sin}_{PQ}} = \frac{367 - 275}{\sin 41^o 13'28,32''} = 139,603 \text{ m}$$

$$\text{Cos } \alpha_{PQ} = \frac{Y_Q - Y_P}{d_{PQ}}$$

$$d_{PQ} = \frac{Y_Q - Y_P}{\text{Cos}_{PQ}} = \frac{575 - 470}{\cos 41^o 13'28,32''} = 139,603 \text{ m}$$

$$d_{PQ \text{ rata-rata}} = \frac{139,603 + 139,603}{2} = 139,603 \text{ m}$$

c. Mencari d_{PA} dan d_{QA}

$$d_{PA} = \frac{d_{PQ}}{\sin \gamma}.\sin \beta$$

$$= \frac{139,603 \text{ m}}{\sin 94^o 24'58''}.\sin 48^o 19'37'' = 104,587 \text{ m}$$

$$d_{QA} = \frac{d_{PQ}}{\sin \gamma}.\sin \alpha$$

$$= \frac{139,603 \text{ m}}{\sin 94^o 24'58''}.\sin 37^o 15'25'' = 84,766 \text{ m}$$

d. Menghitung α_{PA} dan d_{QA}

$\alpha_{PA} = \alpha_{PQ} - \alpha$

$= 41^o 13'28,32'' - 37^o 15'25'' = 3^o 58'3,32''$

$\alpha_{QA} = \alpha_{PQ} + \beta - 180^o$

$= 41^o 13'28,32'' + 48^o 19'37'' - 180^o = -90^o 26'54,68''$

e. Menghitung koordinat A

$X_{A1} = X_P + d_{PA} . \sin \alpha_{PA}$

$= 275 + 104,587 . \sin 3^o 58'3,32'' = 282,237$

$X_{A2} = X_Q + d_{QA} \cdot \sin \alpha_{QA}$

$= 275 + 84{,}766 \cdot \sin(-90^o 26'54{,}68") = 282{,}236$

$$X_{A\ rata\text{-}rata} = \frac{282{,}237 + 282{,}236}{2} = 282{,}236$$

$Y_{A1} = Y_P + d_{PA} \cdot \cos \alpha_{PA}$

$= 470 + 104{,}587 \cdot \cos 3^o 58'3{,}32" = 574{,}336$

$Y_{A2} = Y_Q + d_{QA} \cdot \cos \alpha_{QA}$

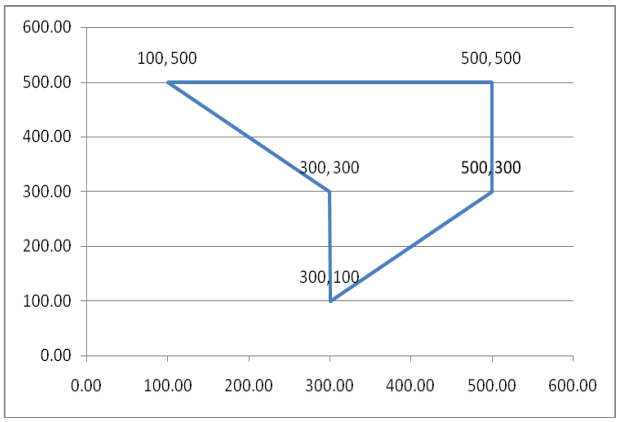
$= 275 + 84{,}766 \cdot \cos(-90^o 26'54{,}68") = 574{,}336$

$$Y_{A\ rata\text{-}rata} = \frac{574{,}336 + 574{,}336}{2} = 574{,}336$$

Koordinat titik A (282,236 ; 574,336)

2. Jawaban Soal Poligon Tertutup

Titik	Sudut dalam			koreksi	Sudut terkoreksi			Azimuth (α)			Jarak (d)	d sin α	Δx	d cos α	Δy	X	Y
	°	'	"	"	°	'	"	°	'	"	m						
1	*2*			*3*	*4*			*5*			*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
A	**134**	**59**	**58**	2	135	0	0									**500.000**	**300.000**
								225	**0**	**0**	**282.843**	-200.000	0.000	-200.000	0.000		
B	**44**	**59**	**58**	2	45	0	0									300.000	100.000
								360	0	0	**200.000**	0.000	0.000	200.000	0.000		
C	**224**	**59**	**58**	2	225	0	0									300.000	300.000
								315	0	0	**282.843**	-200.000	0.000	200.000	0.000		
D	**44**	**59**	**58**	2	45	0	0									99.999	500.000
								450	0	0	**400.000**	400.000	0.000	0.000	0.000		
E	**89**	**59**	**58**	2	90	0	0									499.999	500.000
								540	0	0	**200.000**	0.000	0.000	-200.000	0.000		
A	**134**	**59**	**58**		135	0	0									499.999	300.000
Σ	**539**	**59**	**50**	**10**	**540**	**0**	**0**	225	0	0	**1365.686**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	***ok!***	***ok!***
	540	**0**	**0**	*Σ sudut = 0 cek! => kontrol*								***fx=***	**-0.001**	***fy=***	**0.000**		
	0	**0**	**10**										***ok!***		***ok!***		



LEMBAR KERJA KP - 2

LK – 2.1

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran Mendeteksi Data Jarak, Sudut, Beda Tinggi dan Koordinat sesuai Ketentuan Teknis? Sebutkan!

   .....
   .....
   .....
   .....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

   .....
   .....
   .....
   .....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

   .....
   .....
   .....
   .....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

   .....
   .....
   .....

6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

   .....
   .....
   .....

LK – 2.2

1. Apa yang Saudara ketahui tentang cara menentukan jarak dua titik dengan menggunakan alat ukur jarak berikut: kayu ukur, pita ukur, speedometer langkah dan odometer? Tuliskan tahapan yang dilakukan untuk menentukan jarak dua titik dengan menggunakan alat ukur jarak berikut: kayu ukur, pita ukur, speedometer langkah dan odometer! Jelaskan dan lengkapi dengan gambar!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

2. Apa yang Saudara ketahui tentang pengukuran lebar sungai dan mengapa Saudara melakukan pengukuran lebar sungai? Tuliskan tahapan yang dilakukan pada pengukuran lebar sungai! Jelaskan dan lengkapi dengan gambar!

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

3. Apa yang Saudara ketahui tentang pengukuran sudut, penentuan besar sudut dan pembuatan sudut siku-siku. Tuliskan tahapan yang dilakukan untuk pengukuran sudut, penentuan besar sudut dan pembuatan sudut siku-siku. Jelaskan dan lengkapi dengan gambar!

   .....

   .....

   .....

   .....

4. Apa yang Saudara ketahui tentang pengukuran beda tinggi antara dua titik di lapangan yang dilakukan dengan Cara Barometris, Trigonometris dan Penyipat Datar? Tuliskan tahapan yang dilakukan pada pengukuran beda tinggi antara dua titik di lapangan yang dilakukan dengan Cara Barometris, Trigonometris dan Penyipat Datar! Jelaskan dan lengkapi dengan gambar!

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

5. Apa yang Saudara ketahui tentang Penentuan koordinat dengan Metode Penentuan Posisi Horizontal yaitu Metode Polar, Metode Mengikat ke Muka, Metode Mengikat ke Belakang dan dengan Metode Poligon? Tuliskan tahapan yang dilakukan pada Penentuan koordinat dengan Metode Penentuan Posisi Horizontal yaitu Metode Polar, Metode Mengikat ke Muka, Metode Mengikat ke Belakang dan dengan Metode Poligon! Jelaskan dan lengkapi dengan gambar!

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

6. Apa yang harus Saudara lakukan selaku guru kejuruan apabila melihat kondisi fasilitas praktek yang tidak optimal?

.....
.....
.....

LK – 2.2.P

TUGAS PRAKTIK:

1. **Kasus Menghitung Lebar Sungai Tanpa Menyeberanginya (Praktek Jarak dengan Halangan)**

   Setelah memahami membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis serta langkah kerja yang telah diuraikan sebelumnya, lakukanlah praktikum sesuai dengan langkah-langkah berikut ini.

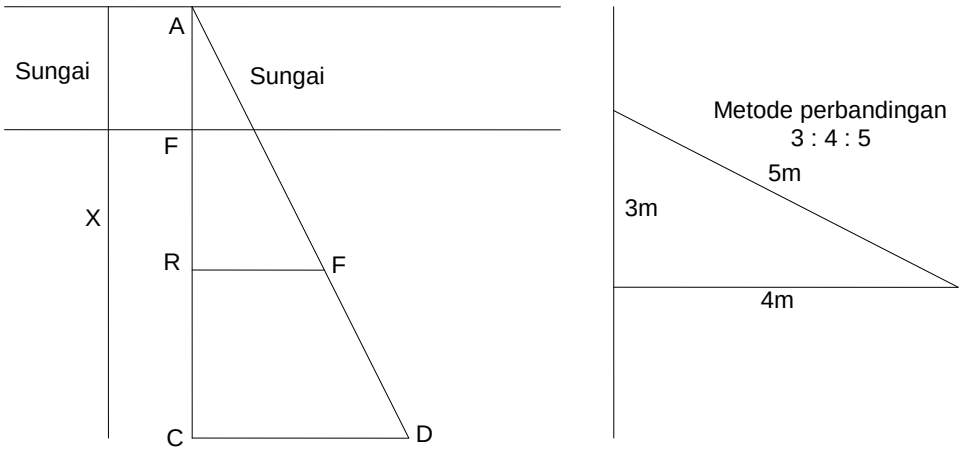
   a. Tujuan

      Dengan diberikan alat dan perlengkapan seperti tercantum dalam labsheet ini, Anda diharapkan dapat menghitung dan mempraktekkan pengukuran jarak dan lebar sungai tanpa menyeberangi dengan metoda perbandingan sisi-sisi segitiga sebangun dan menggambarkan hasil pengukuran dengan skala tertentu (ditetapkan instrukstur).

   b. Teori Singkat

      Pengukuran lebar sungai tanpa menyeberangi dilakukan bila si pengukur tidak bisa melewati sungai tersebut, karena bila dilewati berkemungkinan akan menimbulkan bahaya bagi si pengukur, sedangkan lebar sungai harus diukur misalnya untuk rencana sebuah jembatan.

      Untuk melaksanakan pengukuran terlebih dahulu carilah suatu titik (titik A) berupa kayu atau batu dan sebagainya diseberang sungai dan harus jelas kelihatan dari tempat si pengukur . Dari titik A buatlah garis garis lurus ketitik B dan C kira-kira tegak lurus terhadap As sungai, kemudian buat garis C-D dan C-E tegak lurus terhadap garis lurus A-C dengan metoda 3 : 4 : 5 atau dengan prisma (lihat gambar dibawah ini)



Lebar sungai dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

AB : AC = BE : CD Misalnya AC = x

AB = x – BC

AB : AC = BE : CD

(x – BC) : x = BE : CD

x . BE = CE (x – BC)

x . BE = CD . x – CD . BC

CD . BC = CD . x – BE . x

CD . BC = x (CD – BE)

$$x = \frac{CD \cdot BC}{CD - BE}$$ ------ > harga x didapat

Lebar sungai (AF) = x – (BC + BF)

c. Keselamatan Kerja
   1) Pelajari baik-baik labsheet ini sebelum anda memulai perkerjaan.
   2) Periksa alat – alat sebelum melakukan pekerjaan (apakah sudah siap pakai).
   3) Perhatikan keadaan lapangan pengukuran supaya tidak terjadi kecelakaan.
   4) Gunakan alat dan perlengkapan sesuai dengan fungsinya.

d. Alat Dan Perlengkapan
   1) Labsheet
   2) Pita / rantai ukur
   3) Pen ukur
   6) Prisma
   7) Tabel Ukur
   8) Kertas dan alat gambar

4) Yalon
5) Nivo yalon
9) Sepatu dan topi
10) Parang

e. Langkah Kerja

1) Siapkan alat dan perlengkapan yang diperlukan dan periksa dengan teliti apakah siap pakai.
2) Tinjau lokasi pengukuran, kemudian tentukan daerah pengukuran.
3) Tentukan suatu patok/titik di seberang sungai tepat pada pinggir sungai (titik A) yang terdiri dari benda yang ada disana seperti kayu, batu dan sebagainya hingga jelas kelihatan dari tempat si pengukur.
4) Tancapkan yalon pada pinggir sungai dekat kita melakukan pengukuran, misalnya titik F bila bisa untuk membuat sudut siku pada titik tersebut .
5) Bila pinggir sungai tempat si pengukur tidak bebas, maka buatlah titik B segaris dengan A – F sehingga bebas untuk membuat sudut siku nantinya (lihat gambar kerja).
6) Perpanjangan garis lurus A – F – B sehingga didapat titik C, dan tancapkan yalon tegak lurus pada titik tersebut dengan bantuan nivo yalon.
7) Bidik dari titik C ke titik B, F, dan A, sehingga titik C segaris dengan garis lurus A, sehingga titik C segaris dengan garis lurus A- F – B dengan cara menggeser yalon di titik C ke kiri atau ke kanan.
8) Ukur dengan pita / rantai ukur, panjang garis B-C dan B-F serta catat dalam tabel ukur.
9) Tentukan titik D disamping kiri atau samping kanan titik C.
10) Buat garis C-D tegak lurus terhadap B-C dengan metoda perbandingan 3 : 4 : 5 atau dengan prisma.
11) Ukur panjang garis C-D dan catat tabel ukur.
12) Tentukan titik E disamping kiri atau kanan titik B yang bersamaan arah dengan titik D.
13) Buat garis B-E tegak lurus terhadap gsaris B-C.
14) Bidik dari titik D ke A, sehingga titik E terletak pada garis lurus A-D, maka didapatlah garis lurus A-E-D.

15) Ukur panjang garis B-E dengan pita ukur serta catat pada tabel ukur.

16) Dari hasil pengukuran didapatkan :

B-C = ... meter B-E = ... meter

C-D = ... meter B-F = ... meter

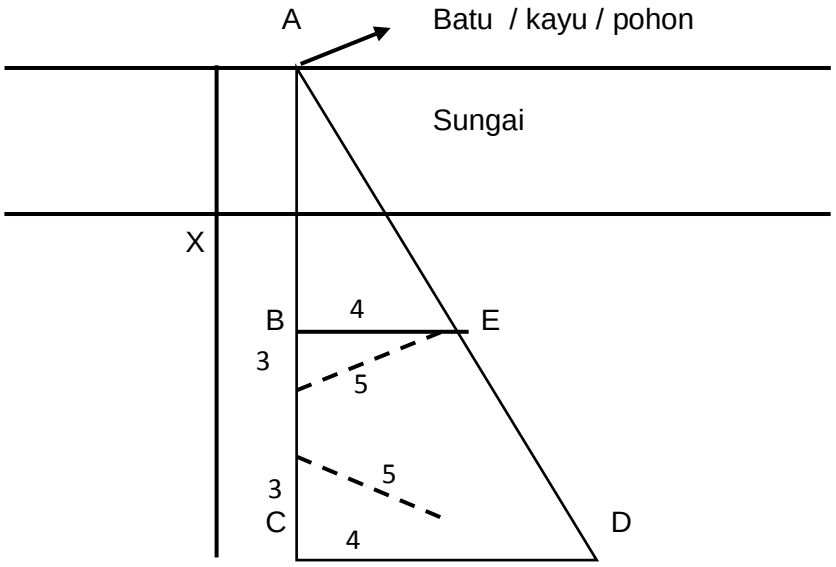
17) Hitung lebar sungai dengan rumus seperti pada teori singkat.

18) Buat gambar dan laporan hasil pengukuran.

f. Evaluasi

1) Proses kerja
   a) Pemakaian alat.
   b) Keselamatan kerja.
   c) Langkah dan sikap kerja
   d) Waktu.
2) Mengoreksi hasil pengukuran.
3) Laporan

g. Gambar Kerja



h. Tabel Pengukuran

No.	No. Titik	Jarak (m)	Keterangan

2. Kasus Perhitungan Beda Tinggi (Penggunaan Leveling Instrumen dan Bak)

a. Tujuan

Dengan diberikan alat dan bahan seperti tercantum dalam labsheet ini, mahasiswa diharapkan dapat mempraktekkan penggunaan alat Leveling dan Bak Ukur, serta dapat membaca bacaan benang bak ukur dan menghitung jarak, beda tinggi dan ketinggian titik pengukuran dengan skala tertentu.

b. Teori Singkat

Bak ukur distel / dipasang sesuai dengan angka yang ada dan dipegang dari samping serta tegak lurus.

Instrumen bisa digunakan harus memenuhi tiga syarat sebagai berikut:

1) Garis arah nivo // garis bidik (visier)
2) Garis arah nivo harus tegak lurus sumbu kesatu.
3) Benang mendatar diafragma harus tegak lurus pada sumbu ke satu.

Untuk memenuhi ketiga syarat diatas maka instrumen harus distel dengan cara memasukkan gelombang nivo kotak berapa ditengah dengan menggunakan tiga skrup penyetel. Alat dikatakan stel bila diputar sekeliling gelombang nivo tetap berada di tengah-tengah.

Cara menggunakan teropong (instrumen) dihadapkan ke sasaran (bak ukur) dan lensa distel sampai bak ukur terlihat dengan jelas lalu dibaca benang atas (ba) benang tengah (bt) dan benang bawah (bb).

Perhitungan dapat dilakukan dengan rumus :

1) Jarak = (ba – bb) x 100
2) Beda tinggi = tinggi pesawat (ta) – bt
3) Ketinggian = tinggi titik yang diketahui + beda tinggi
4) Cek benang tengah = $\frac{BA + BB}{2}$

Jarak optis dibandingkan dengan jarak yang diukur secara langsung dengan pita (D) harus masuk dalam toleransi maksimum-minimum dengan rumus :

S1 = 0,008 $\sqrt{D + 0{,}0003D + 0{,}05}$ (daerah datar atau kemiringan 3%)

S2 = 0,010 $\sqrt{D + 0{,}0004D + 0{,}005}$ (daerah lereng atau kemiringan 3-10 %)

S3 = 0,012 $\sqrt{D + 0{,}0005D + 0{,}005}$ (daerah curam atau kemiringan besar dari 10%)

Jarak optis harus berkisar antara D + S dengan D – S . Bila tidak masuk maka pembacaan benang harus diulang lagi.

c. Keselamatan Kerja
   1) Pelajarilah lembaran labsheet ini baik – baik sebelum diulang lagi.
   2) Periksa alat sebelum melakukan pekerjaan (apakah sudah siap pakai).
   3) Perhatikan keadaan lapangan dan hati – hati dalam bekerja.
   4) Gunakan alat sesuai dengan fungsinya.

d. Alat dan Perlengkapan
   1) Labsheet
   2) Bak ukur
   3) Statif
   4) Leveling instrumen AL.2/TS.2
   5) Unting-unting
   6). payung
   7). Payung
   8). Yalon
   9). Tabel ukur / alat tulis
   10). Sepatu dan topi

e. Langkah Kerja
   1) Siapkan semua alat dan perlengkapan yang diperlukan serta periksa dengan teliti.

2) Stel bak ukur dan pasang sesuai angka / huruf yang ada.
3) Rencanakan lokasi pengukuran lokasi pengukuran sesuai dengan keadaan lapangan.
4) Dirikan statif (kaki tiga) hingga kepala statif kira-kira mendatar, lalu kuatkan statif dengan cara menekan ketiga kakinya ke tanah.
5) Ambil alat penyipat datar, pasang alat di atas statif dan stel unting-unting tepat di tengah-tengah (di titik pusat patok).
6) Stel nivo kotak yang ada pada alat dengan cara memutar skrup penyetel (ada tiga buah) hingga gelembung nivo berada ditengah-tengah. Kemudian putar alat 180°. Apabila gelembung nivo tetap berada di tengah-tengah maka alat dikatakan siap untuk dioperasikan, bila tidak maka gelembung nivo harus distel kembali.
7) Pasang bak ukur sesuai dengan rencana, harus diperhatikan permasangan bak ukur harus tegak lurus.
8) Arahkan alat penyipat datar ke bak ukur, lihat dengan alat bidik kasar yang terletak di atas teropong, bila kelihatan tanda segitiga sudah tepat pada bak ukur maka bacaan bisa dilihat melalui teropong.
9) Kemudian bidikkan ke bak ukur dan distel, hingga angka pada bak ukur terlihat dengan jelas (gunakan skrup diafragma dan skrup lensa okuler).
10) Baca bacaan benang dan catat pada tebel ukur, cek bt sesuai dengan rumus pada teori singkat.
11) Ukur jarak langsung dari bak ukur ke titik pusat patok dan ukur tinggi pesawat.
12) Hitung hasil pengukuran dengan rumus pada teori singkat dan buatkan gambar hasil pengukuran dengan skala tertentu .
13) Buat laporan pratikum dan serahkan pada instruktur yang bersangkutan.

f. Evaluasi
1) Proses kerja
a) Pemakaian alat.

b) Keselamatan kerja.

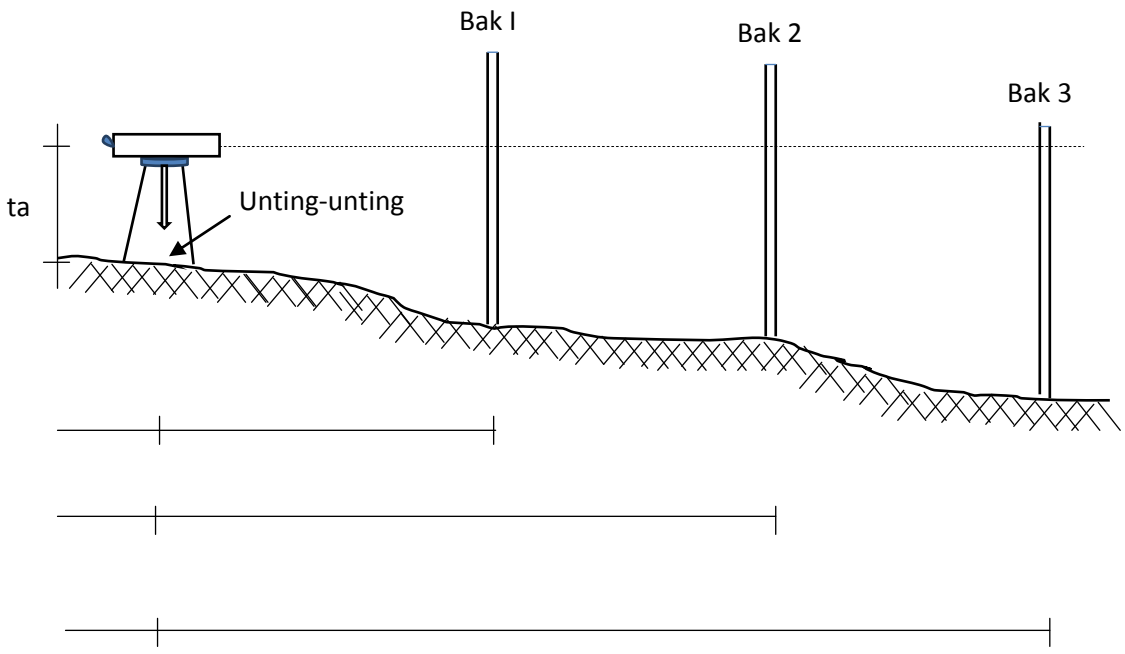
c) Langkah dan sikap kerja

d) Waktu.

2) Mengoreksi hasil pengukuran.

3) Laporan

g. Gambar Kerja



h. Tabel Pengukuran

No.	No. Titik	Tinggi alat	Bacaan Bak			Jarak (m)		Beda tinggi	Tinggi titik
			Ba	Bt	Bb	Pita	Optis		

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

Menguraikan Azimuth

A. Tujuan

Dengan diberikan modul penjelasan tentang menguraikan azimuth, guru diharapkan mempunyai pengetahuan dan keterampilan tentang azimuth dan mampu mengaplikasikan dalam perencanaan dan pengukuran.

B. Indikator

Menguraikan Azimuth.

C. Uraian Materi

1. Defenisi

Azimuth ialah besar sudut antara utara magnetis (nol derajat) dengan titik/sasaran yang kita tuju, azimuth juga sering disebut sudut kompas, perhitungan searah jarum jam. Ada tiga macam azimuth yaitu :

a. Azimuth Sebenarnya, yaitu besar sudut yang dibentuk antara utara sebenarnya dengan titik sasaran.
b. Azimuth Magnetis, yaitu sudut yang dibentuk antara utara kompas dengan titik sasaran.
c. Azimuth Peta, yaitu besar sudut yang dibentuk antara utara peta dengan titik sasaran.

Back Azimuth adalah besar sudut kebalikan/kebelakang dari azimuth. Cara menghitungnya adalah bila sudut azimuth lebih dari 180 derajat maka sudut azimuth dikurangi 180 derajat, bila sudut azimuth kurang dari 180 derajat maka sudut azimuth dikurangi 180 derajat, bila sudut azimuth = 180 derajat maka back azimuthnya adalah 0 derajat atau 360 derajat. Azimuth adalah suatu sudut yang dimulai dari salah satu ujung jarum magnet dan diakhiri pada ujungnobjektif garis bidik yang besamya sama dengan angka pembacaan. Azimuth suatu garis adalah sudut antara garis meridian dari garis tersebut, diukur searah dengan jarum jam, biasanya dari titik antara garis meridian (dapat pula dari arah selatan). Besarnya sudut azimuth antara 0 – 360 derajat.

Arah orientasi merupakan salah satu unsur utama dalam proses pengukuran untuk membuat peta, khususnya peta umum. Pada umumnya setiap peta merniliki arah utama yang ditunjukkan ke arah atas (utara). Terdapat 3 (tiga) arah utara yang sering digunakan dalam suatu peta.

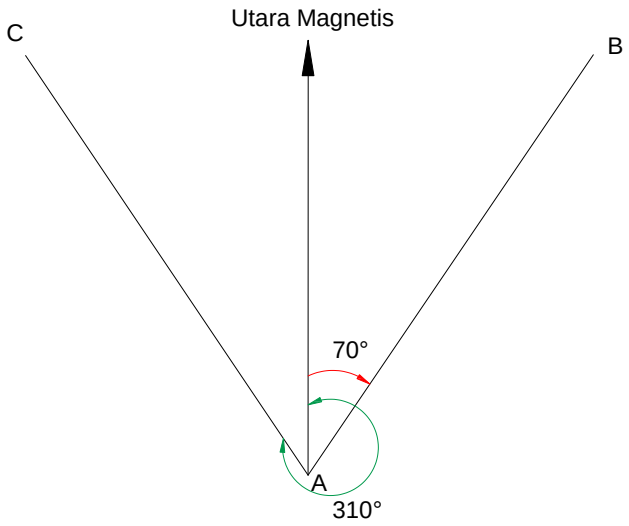
a. Utara magnetis, yaitu utara yang menunjukkan kutub magnetis.
b. Utara sebenarnya (utara geografis), atau utara arah meridian.
c. Utara grid, yaitu utara yang berupa garis tegak lurus pada garis horizontal di peta.

Ketiga macam arah utara itu dapat berbeda pada setiap tempat. Perbedaan ketiga arah utara ini perlu diketahui sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pembacaan arah pada peta. Arah utara magnetis merupakan arah utara yang paling mudah ditetapkan, yaitu dengan pertolongan kompas magnetik. Perbedaan sudut antara utara magnetis dengan arah dari suatu obyek ke tempat obyek lain searah jarum jam disebut sudut arah atau sering disebut azimuth magnetis. Pada peta yang dibuat dengan menggunakan kompas maka perlu diberikan penjelasan bahwa utara yang digunakan adalah utara magnetis.

Contoh:

Azimuth Magnetis AB (Az, AB) = 70°

Azimuth Magnetis AC (Az, AC) = 310°



Gambar 3.1. Pembagian kuadran azimuth

Azimuth dapat diperoleh dengan cara arcus tangent dari pembagian selisih absis terhadap selisih ordinat. Besarnya sudut azimuth tersebut berrgantung dari nilai positif atau negatifnya selisih absis atau ordinat.

a. Jika selisih absis bernilai positif dan selisih ordinatnya bernilai positif maka azimuth berada di kuadran I yang nilainya sama dengan sudut tersebut.
b. Jika selisih absis bernilai positif dan selisih ordinat bernilai negatif maka azimuth berada di kuadran II yang nilainya sama dengan 180 dikurangi sudut tersebut .
c. Jika selisih absis bernilai negatif dan selisih ordinat bernilai negatif maka azimuth berada di kuadran III yang nilainya sama dengan 180 ditambah sudut tersebut.
d. Jika selisih absis berniali negatife dan selisih ordinat bernilai positif maka azimuth berada di kuadran IV yang nilainya sama dengan 360 dikurangi berada di kuadran empat yang nilai sudutnya sama dengan 360° dikurang besar sudut tersebut.

2. Penggunaan Azimuth

Azimuth dapat diperoleh dengan cara arcus tangen dari pembagian selisih absis terhadap selisih ordinat. Besarnya sudut jurusan atau azimuth tersebut bergantung pada nilai positif atau negatifnya selisih absis atau ordinat. Jika selisih absis bernilai positif dan selisih ordinat bernilai positif maka azimuth berada di kuadran satu yang nilainya sama dengan besar sudut tersebut. Jika selisih absis bernilai positif dan selisih ordinat bernilai negatif maka azimuth berada di kuadran dua yang nilainya sama dengan 180° dikurang besar sudut tersebut. Jika selisih absis bernilai negatif dan selisih ordinat bernilai negatif maka azimuth berada di kuadran tiga yang nilai sudutnya sama dengan 180° ditambah besar sudut tersebut. dan jika selisih absis bernilai negatif dan selisih ordinat bernilai positif maka azimuth berada di kuadran empat yang nilai sudutnya sama dengan 360° dikurang besar sudut tersebut.

Selain dari jarak informasi yang lain yang dapat diketahui dari dua buah titik yang sudah diketahui koordinatnya yaitu Azimuth atau sudut jurusan.

Maka sudut jurusan AB yang didapat dari titik A (Xa,Ya) dan B (Xb,Yb) dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut

Setelah alat ukur B.T.M diukur, sehingga bagian-bagian yang penting berada di dalam keadaan yang baik dan sebelum alat ukur apakah yang dibaca pada lingkaran mendatar dan pada lingkaran tegak. Pada lingkaran tegak diukur sudut-sudut miring yang besarnya sama dengan pembacaan pada skala lingkaran tegak dengan menggunakan nonius. Pada lingkaran mendatar tidaklah ada nonius untuk melakukan pembacaan pada skala lingkaran mendatar.

Dilakukan pada ujung utara lingkaran jarum magnet yang berada di cos D bersama-sama dengan skala lingkaran mendatar.

Yang dibaca pada lingkaran mendatar adalah suatu sudut yang dinamakan azimuth yaitu suatu sudut yang dimulai dari salah satu ujung jarum magnet dan diakhiri pada ujung objektif garis bidik dan besarnya sama dengan angka pembacaan. Menurut ketentuan di atas azimuth harus dimulai dari salah satu ujung magnet sedangkan dua ujung dan sudut azimuth dapat diputar dari kiri kekanan atau dari kanan ke kiri, maka didapatlah 2 x 2 = 4 macam azimuth yang biasa disebut bearing.

3 Cara menentukan macam azimuth

a. Tentukan garis skala yang berimpit dengan ujung Utara jarum magnet. Angka pada garis skala ini menentukan besarnya suatu busur yang dimulai dari garis nol skala dan diakhiri pada angka itu.
b. Tentukan busur yang besarnya dinyatakan oleh angka pembacaan
c. Carilah suatu sudut yang dimulai dari salah satu ujung jarum magnet dan yang diakhiri pada ujung objektif yang sama besarnya dengan busur lingkaran yang dinyatakan oleh pembacaan.
d. Cara pernutaran sudut itu. merupakan macam azimuth. skala lingkaran mendatar turut berputar dengan teropong dan jarum magnet tetap kearah Utara - Selatan magnetis.

Mengetahui arah sebuah garis yang menghubungkan dua buah titik P1 dan P2 di atas permukaan bumi adalah hal yang terpenting dalam pengukuran. Pada umumnya arah sebuah garis yang menghubungkan dua buah tititk P1 dan P2 di atas permukaan bumi dinyatakan dengan azimuth. Azimuth diukur degan metode astronomis dengan menggunakan alat-alat seperti jarum magnet, gyrocompas, dll. Pengukuran azimuth diadakan untuk menghilangkan kesalahan akumulatif pada sudut-sudut terukur dalam jaringan triangulasi atau dalam pengukuran jaring- jaring, penentuan azimuth untuk titik-titik kontrol yang tidak terlihat serta dengan lainnya, penentuan sumbu X untuk kordinat bidang datar pada pekerjaan pengukuran yang bersifat lokal.

3. Macam – macam azimuth

a. Azimuth kompas

Dalam pekerjaan pengukuran yang sederhana, maka pengukuran azimuth awal ataupun akhirnya hanya dilakukan dengan menggunakan alat penunjuk arah Utara (kompas). Umumnya azimuth magnetis jenis ini dikenal dengan nama sudut jurusan. Untuk maksud tersebut pengukuran dilakukan hanya pada satu sisi poligon saja (2 sisi poligon lebih baik). Prosedur pengukuran adalah sebagai berikut :

1) Memasang dan mendatarkan theodolite pada salah satu titik poligon.
2) Menempatkan lingkaran graduasi pada $0^{o}0'0''$, kemudian klem atas dikencangkan (pada titik B)
3) Klem bawah dibuka, maka arahkan teropong kearah utara dengan bantuan kompas yang telah diletakkan pada sisi teodolite, lalu klem bawah dikencangkan dan klem atas dibuka.
4) Bidikan teropong diarahkan ke salah satu titik poligon lain yang satu sisi dengan tempat berdiri alat, misal A dan catat lingkaran graduasinya. Maka diperoleh azimuth di titik B terhadap titik A. Cara dalam menentukan azimuth tadi, dapat pula dilakukan dengan cara Repetisi agar diperoleh hasil yang teliti. Untuk melengkapi pengukuran sudut ini dengan segala

kelengkapannya, maka selanjutnya akan diturunkan penentuan azimuth kontrol dengan mengukur tinggi matahari.

b. Azimuth matahari

Pada prinsipinya pengukuran tinggi matahari yang dilakukan adalah untuk menentukan azimuth matahari (a) pada saat pembidikan tinggi (t) dilakukan.

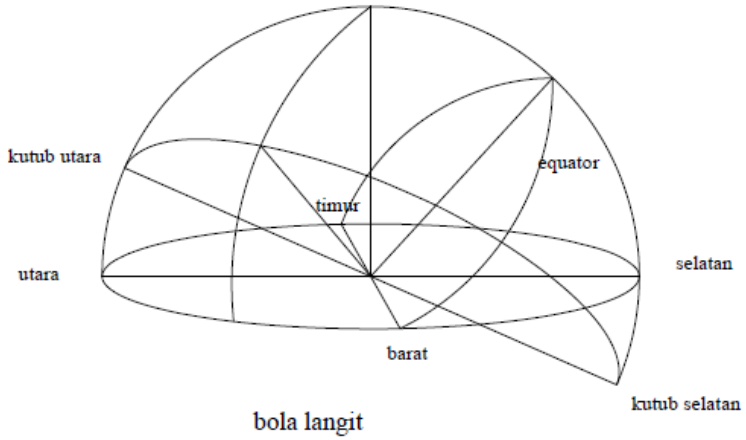
Mengukur tinggi matahari dengan melakukan penadahan bayangan matahari pada selembar kertas. Dari hubungan segitiga diatas, kutub utara dan matahri pada saat tertentu akan didapatkan hubungan matematis di atas permukaan bola langit sebagai berikut:

$\cos(90^o - \delta) = \sin h \sin \vartheta + \cosh \cos a$. Apabila lintang diketahui secara pendekatan (umumnya cukup hasil interpolasi dari peta topografi) dan harga deklinasi matahari dapat dicari tabel matahari, maka dengan mudah segera akan didapatkan harga azimuth matahari (a). Dengan mempunyai harga sudut mendatar antara matahari dan target , maka :

$A = a + s$

Prosedur pengukurannya dapat dilakukan dengan berbagai cara, hal ini disebabkan

1) Mengukur matahari dengan memakai filter khusus pada lensa objektifnya.
2) Mengukur tinggi matahari dengan memakai prisma roelofs



Gambar 3.2. Azimuth Matahari

Dengan memilih salah satu peralatan dan mengukur waktu pengukuran (t), maka dapat ditentukan harga deklinasi matahari dari tabel matahari yang selalu dikeluarkan setiap tahun oleh Jawatan Topografi Darat ataupun Jurusan Geodesi ITB.

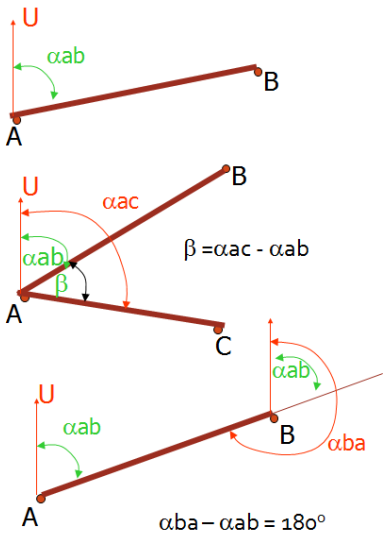
Prosedurnya adalah sebagai berikut :

1) Atur kedudukan alat pada titik dari sisi yang akan ditentukan azimuthnya.
2) Tempatkan filter atau prisma roelofs di muka lensa objektif apabila penadahan bayangan yang dilakukan, maka lakukan pemfokuskan lensa untuk tak hingga ke arah bukan matahari.
3) Setelah matahari dekat sasaran (benang silang), persiapkan penunjuk tanda waktu yang telah dibicarakan dengan tanda waktu yang benar .
4) Tepat matahari memasuki benang silang, catat : Waktu, Tinggi, Arah mendatar matahari, Arah mendatar ke target di ujung sisi lainnya.
5) Dari tabel deklinasi matahari untuk tahun yang bersangkutan dapat ditentukan dapat ditentukan deklinasi matahari pad saat terbidik (pencarian dilakukan dengan argumen waktu (t) yang di dapat dari hasil pengkuran.
6) Carilah nilai lintang dari peta topografi dengan cara melakukan interpolasi.
7) Hitung besarnya azimuth matahari
   $\cos(90^o - \delta) = \sin h \sin \vartheta + \cosh \cos a$
8) Hitung besarnya sudut mendatar antara matahari dan target. Maka azimuth sisi didapat dengan memakai rumus A = a + s.

c. Azimuth (Sudut Jurusan)

Sudut Jurusan adalah : Sudut yang dihitung mulai dari sumbu Y+ (arah utara) berputar searah jarum jam sampai titik ybs.

1) Sudut Jurusan mempunyai harga dari 0^o sd. 360^o.
2) Dua sudut jurusan dari dua arah yang berlawanan berselisih 180^o

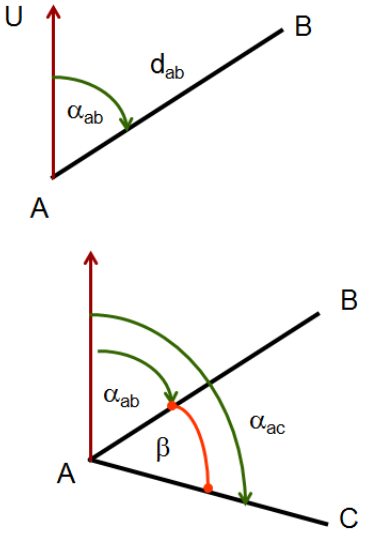


Gambar 3.3. Sudut Jurusan

3) Sudut Jurusan suatu sisi dihitung dari sumbu Y+ (arah utara) berputar searah jarum jam sampai titik ybs, harganya 0^o - 360^o
4) Dua sudut jurusan dari dua arah yang berlawanan berselisih 180^o Misalnya $a_{ba} = a_{ab} + 180^o$ atau $a_{ba} - a_{ab} = 180^o$

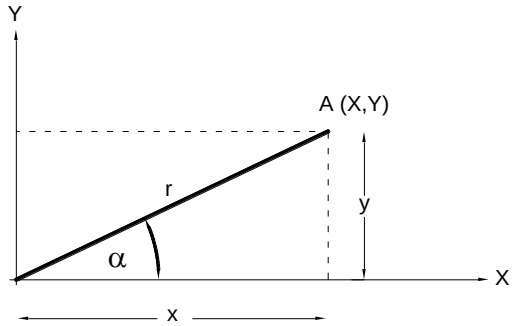
Arah suatu titik yang akan dicari dari titik yang sudah diketahui biasa dikenal dengan sudut jurusan

1) dimulai dari arah utara geografis (Y+)
2) diputar searah jarum jam
3) diakhiri pada arah yang bersangkutan



-a_{ac}= sudut jurusan dari A ke C
-a_{ab}= sudut jurusan dari A ke B
-b = sudut mendatar antara dua arah
$a_{ac} = a_{ab} + b$

Gambar 3.4. Sudut Jurusan

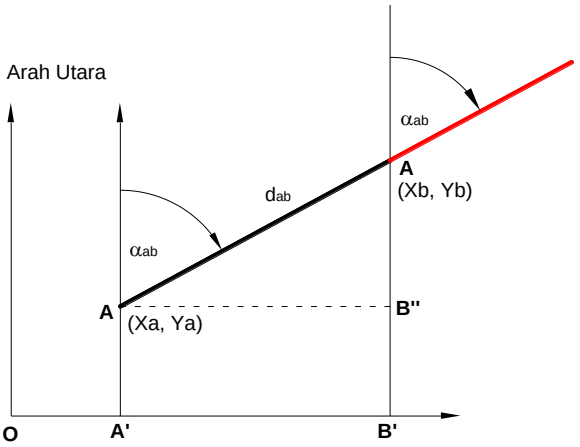


Gambar 3.5. Sudut Jurusan dalam sumbu cartesian

$$\sin \alpha = \frac{y}{r} \qquad tg\alpha = \frac{y}{x}$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{r} \qquad \cot g\alpha = \frac{x}{y}$$

Dalil Pitagoras: r = $\sqrt{x^2 + y^2}$



Gambar 3.6. Koordinat pada sudut jurusan

Apabila diketahui Koordinat Titik A (Xa, Ya) dan B (Xb, Yb), maka:

$$tg\alpha_{ab} = \frac{x_b - x_a}{y_b - y_a}$$

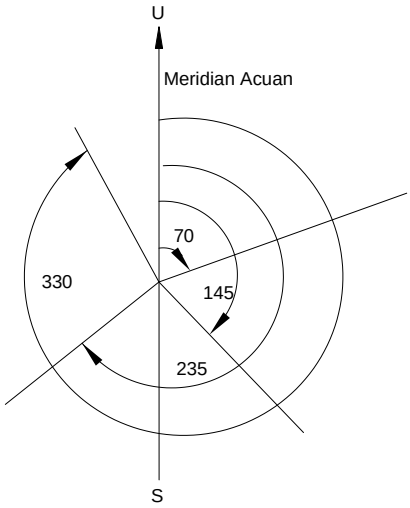
$$\alpha_{ab} = arc\ \text{tg}\ \frac{x_b - x_a}{y_b - y_a}$$

dan dari Rumus pitagoras diperoleh :

$d_{ab} = \sqrt{(\Delta x_{AB})^2 + (\Delta y_{AB})^2}$

Azimuth adalah sudut yang diukur searah jarum jam dari sembarang meridian acuan. Dalam pengukuran tanah datar, Azimuth biasanya diukur dari utara, tetapi para ahli astronomi, militer dan National Geodetic Survey memakai selatan sebagai arah acuan.

Seperti ditunjukkan dalam gambar 3.7, Azimut berkisar antara 0 sampai 360° dan tidak memerlukan huruf-huruf untuk menunjukkan kuadran. Jadi Azimut OA adalah 70°, Azimut OB 145°, Azimut OC 235°, dan Azimut OD 330°. Perlu dinyatakan dalam catatan lapangan apakah Azimut diukur dari utara atau selatan.



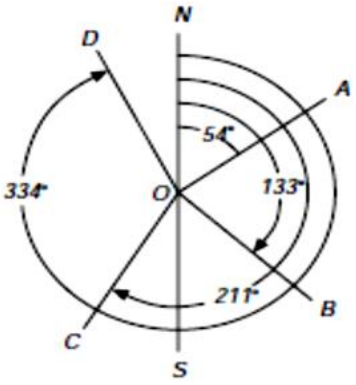
Gambar 3.7. Azimuth

Macam-macam azimut yaitu:

a. Azimut sebenarnya, yaitu sudut yang dibentuk antara utara geografis dengan titik yang dituju.
b. Azimut magnetis, yaitu sudut yang dibentuk antara utara kompas dengan titik yang dituju.
c. Azimut peta, yaitu besar sudut yang dibentuk antara utara peta dengan titik yang dituju.

Back azimuth (BAz) adalah besar sudut kebalikan dari fore azimuth (FAz).

- jika FAz<180^o maka BAz = FAz + 180^o
- jika FAz>180 ^{o} maka BAz = FAz – 180^o

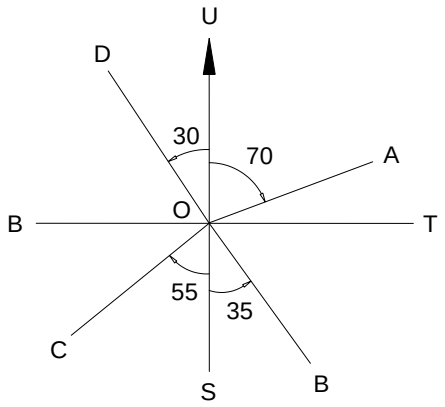


Contoh:

Azimut:	Back azimut:
OA = 54^o	AO = $54^o + 180^o = 234^o$
OB = 133^o	BO = $133^o + 180^o = 313^o$
OC = 211^o	CO = $211^o - 180^o = 31^o$
OD = 334^o	DO = $334^o - 180^o = 154^o$

4. Sudut Arah (Bearing)

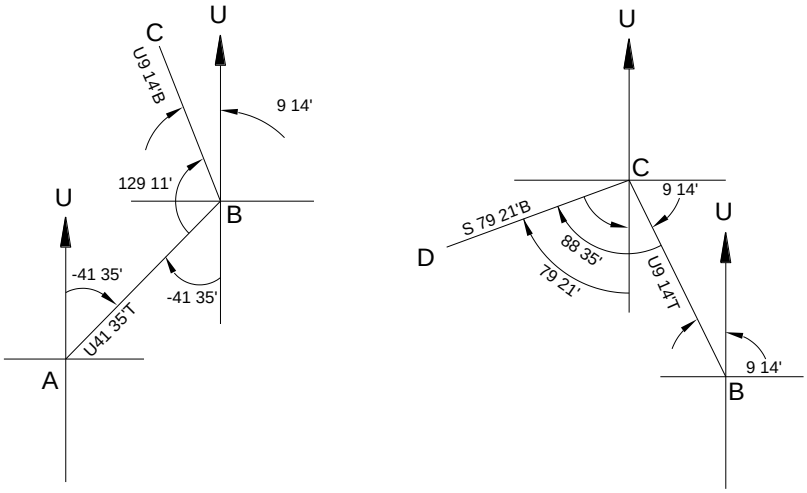
Sudut arah merupakan satu sistem penentuan arah garis dengan memakai sebuah sudut dan huruf-huruf kuadran. Sudut arah sebuah garis adalah sudut lancip horizontal antara sebuah meridian acuan dan sebuah garis. Sudutnya diukur dari utara maupun selatan ke arah timur ataupun barat, untuk menghasilkan sudut kurang dari 90°. Kuadran yang terpakai ditunjukkan dengan huruf U atau S mendahului sudutnya dan T atau B mengikutinya. Contoh U80°T. Dalam gambar 3.8, semua sudut arah dalam kuadran UO°T diukur searah jarum jam dari meridian. Jadi Sudut arah garis OA adalah U70°T. Semua sudut arah dalam kuadran SO°T adalah berlawanan arah jarum jam dari meridian, sehingga OB adalah S35°T. Demikian pula dengan sudut arah OC adalah S55°B dan untuk OD, U30°B.



Gambar 3.8. Bearing

Dalam pengukuran poligon, diperlukan sudut arah (atau Azimut). Sebuah poligon adalah serangkaian jarak dan sudut, atau jarak dan sudut arah, atau jarak dan azimut yang menghubungkan titik-titik yang berurutan. Garis-garis bidang tanah milik, membentuk poligon jenis poligon tertutup. Sebuah pengukuran jalan raya dari satu kota ke kota lainnya biasanya merupakan poligon terbuka, tetapi bila mungkin harus ditutup dengan pengikatan pada titik-titik yang diketahui koordinat, yang dekat dengan titik awal dan titik akhir.

Hitungan sudut arah sebuah garis disederhanakan dengan gambar sketsa gambar 3.9. Dalam gambar 3.9 (a) anggaplah sudut arah garis AB adalah U41°35'T dan sudut di B berputar searah jarum jam (kekanan) dari garis BA yang diketahui, adalah 129°11'. Kemudian sudut arah garis BC adalah 180° - (41° 35'+129°11') = 9°14', dan dari sketsa sudut arah BC adalah U9°14'B



Gambar 3.9. Hitungan Bearing

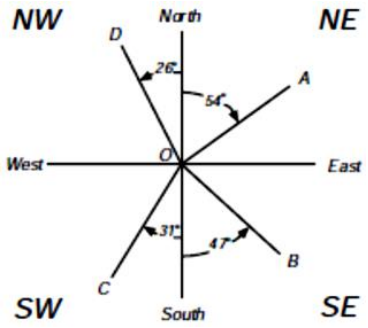
Dalam gambar 3.9 (b), sudut arah jarum jam di C dari B ke D diukur sebesar 88°35'. Sudut arah CD adalah 88° 35' – 9° 14'= S79° 21'B. Melanjutkan teknik ini, sudut sudut arah dalam Tabel 3.1 telah ditentukan untuk semua garis dalam gambar 3.9 (a)

Tabel 3.1. Sudut arah dalam gambar 3.9

AB	U41°35'T	DE	S31°51'B
BC	U9°14'B	EF	S12°27'T
CD	S79°21'B	FA	S73°35'T
Cek		AB	U41°35'T

Sudut arah suatu arah awal harus dihitung kembali sebagai sebuah pengecekan memakai sudut terakhir. Adanya ketidaksesuaian menunjukkan bahwa (1) telah terjadi galat (error) aritmetik atau (2) sudut-sudutnya tidak diratakan dengan benar sebelum menghitung sudut arah. Dalam tabel 3.1, perhatikan bahwa sudut arah AB dalam gambar 3.9 diperoleh dengan memakai sudut terukur 115°10' di A, sehingga menghasilkan sudut arah U41°35'T, yang cocok dengan sudut arah awal.

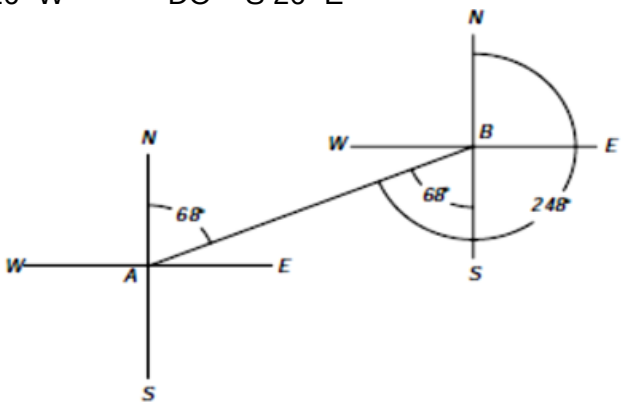
Dengan menggunakan notasi North (N) untuk Utara, South (S) untuk Selatan, East (E) untuk Timur, West (W) untuk Barat maka sudut arah dapat juga digambarkan seperti Gambar



Gambar 3.10 Bearing dengan notasi N, S, E, W

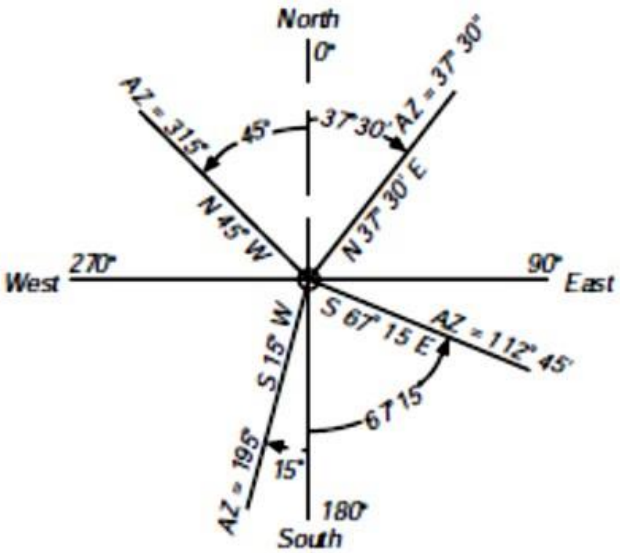
Back bearing (BBr) adalah besar sudut kebalikan dari fore bearing (FBr). BBr diperoleh dari FBr dengan cara mengganti huruf awal arah N menjadi S (atau S menjadi N), dan huruf akhir E menjadi W (atau W menjadi E), sedangkan besar sudutnya tetap.

Bearing:	Back bearing:
OA = N 54^o E	AO = S 54^o W
OB = S 47^o E	BO = N 47^o W
OC = S 31^o W	CO = N 31^o E
OD = N 26^o W	DO = S 26^o E



Gambar 3.11 Azimuth dan Back Bearing

5. Hubungan Azimuth dan Bearing



Gambar 3.12 Azimuth dan Bearing

Jika azimut ≤ 90^o,	maka	azimut = Bearing N-E
Jika 90^o < azimut ≤ 180^o,	maka	(180^o - azimut) = Bearing S-E
Jika 180^o < azimut ≤ 270^o,	maka	(azimut - 180^o) = Bearing S-W

Jika 270^o < azimut ≤ 360^o, maka (360^o - azimut) = Bearing N-W

Contoh:

Azimut	Bearing
$37^o30'$	N $37^o30'$ E
$112^o45'$	(180^o – $112^o45'$) = N $67^o15'$ E
195^o	(1950 – 180^o) = S 15^o W
315^o	(360^o – 315^o) = N 45^o W

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai penguraian azimuth ini, diantaranya yaitu:

1. **Mengamati**

   Mengamati penjelasan tentang penguraian azimuth.

1. **Menanya**

   Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang prinsip-prinsip penguraian azimuth.

2. **Mengumpulkan Informasi/ Eksperimen (Mencoba)**

   Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, praktek/eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang prinsip-prinsip penguraian azimuth.

3. **Mengasosiasi/ Mengolah Informasi**

   Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang prinsip penguraian azimuth.

4. **Mengkomunikasikan**

   Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang prinsip penguraian azimuth.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Jelaskan pengertian azimuth!
2. Jelaskan 3 macam azimuth!
3. Jelaskan tentang sudut arah (bearing)!

F. Ringkasan

1. Azimut adalah sudut yang diukur searah jarum jam dari sembarang meridian acuan.
2. Ada tiga macam azimuth yaitu :
   a. Azimuth Sebenarnya, yaitu besar sudut yang dibentuk antara utara sebenarnya dengan titik sasaran.
   b. Azimuth Magnetis, yaitu sudut yang dibentuk antara utara kompas dengan titik sasaran.
   c. Azimuth Peta, yaitu besar sudut yang dibentuk antara utara peta dengan titik sasaran.
3. Sudut arah (bearing) ialah sudut lancip horizontal antara sebuah meridian acuan dan sebuah garis. Sudutnya diukur dari utara maupun selatan ke arah timur ataupun barat, untuk menghasilkan sudut kurang dari 90°

G. Kunci Jawaban Latihan

1. Jelaskan pengertian azimuth!

   Azimut adalah sudut yang diukur searah jarum jam dari sembarang meridian acuan. Dalam pengukuran tanah datar, Azimut biasanya diukur dari utara. Defenisi lain dari Azimuth ialah besar sudut antara utara magnetis (nol derajat) dengan titik/sasaran yang kita tuju.
2. Jelaskan 3 macam azimuth!

   Ada tiga macam azimuth yaitu :
   a. Azimuth Sebenarnya, yaitu besar sudut yang dibentuk antara utara sebenarnya dengan titik sasaran.
   b. Azimuth Magnetis, yaitu sudut yang dibentuk antara utara kompas dengan titik sasaran.
   c. Azimuth Peta, yaitu besar sudut yang dibentuk antara utara peta dengan titik sasaran.
3. Jelaskan tentang sudut arah (bearing)!

   Sudut arah sebuah garis adalah sudut lancip horizontal antara sebuah meridian acuan dan sebuah garis. Sudutnya diukur dari utara maupun selatan ke arah timur ataupun barat, untuk menghasilkan sudut kurang dari 90°.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

Mengukur Azimuth dengan Berbagai Metode

A. Tujuan

Dengan diberikan modul penjelasan tentang mengukur azimuth dengan berbagai metode, guru diharapkan mempunyai pengetahuan dan keterampilan tentang mengukur azimuth dengan berbagai metode dan mampu mengaplikasikan dalam perencanaan dan pengukuran.

B. Indikator

Mengukur azimuth dengan berbagai metode.

C. Uraian Materi

1. Defenisi

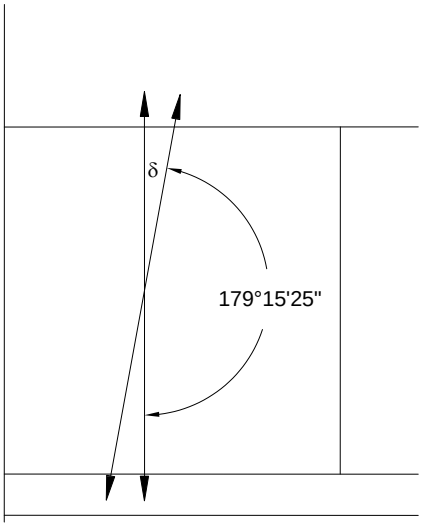
Menentukan Pengukuran untuk pemetaan pada hakikatnya adalah untuk menentukan posisi baik planimetris (X,Y), maupun ketinggian (Z) dari suatu titik ke titik lain. Agar titik yang telah diukur dapat dihitung atau ditentukan kembali posisinya , maka unsur-unsur yang harus diketahui atau diukur adalah Jarak, sudut arah, beda tinggi dan luas. Dalam ilmu ukur tanah sudut arah atau sudut jurusan dihitung dari arah utara geografis ke arah timur berputar searah jarum jam. Sudut arah atau sudut jurusan ini juga dikenal dengah istilah *Azimuth.*

Dalam peralatan ukur tanah, umumnya belum banyak alat yang menunjukkan atau mengukur sudut arah dari utara geografis secara langsung ke titik yang dibidik. Pada alat-alat yang dilengkapi dengan bousole atau kompas seperti halnya theodolit dengan offset bousole, theodolit (T0) dan BTM (Bousole Trance Montagne) dapat secara langsung mengukur sudut jurusan atau azimuth, namun bukan azimuth geografis akan tetapi azimuth magnetis. Perbedaan antara arah utara yang ditunjukkan oleh utara magnetis dan utara geografis disebut dengan " Delinasi magnit " atau salah tunjuk jarum magnit.

UG = Utara Geografis

UM = Utara Magnetis

δ = Deklinasi magnit



Gambar 4.1. Sudut Deklinasi

Besar kecilnya sudut deklinasi dipengaruhi oleh :

a. Tempat dimana dilakukannya pengamatan matahari, makin mendekati kutub makin besar, begitu juga sebaliknya.
b. Adanya atraksi lokal atau gangguan medan magnet setempat.
c. Adanya benda-benda yang terbuat dari logam (besi, nikel dan lain lain) pada tempat diadakannya pengamatan.
d. Kesalahan konstruksi alat tersebut seperti jarum magnet tidak sejajar dengan 0º - 180º

Cara membandingkan suatu arah yang diukur dengan kompas dan dengan pengamatan utara astronomis (Pengamatan matahari). Selisih arah yang didapat merupakan besaran koreksi yang harus diberikan terhadap data hasil ukuran arah dengan kompas untuk mendapatkan arah yang benar.

2. Macam-macam Azimuth.

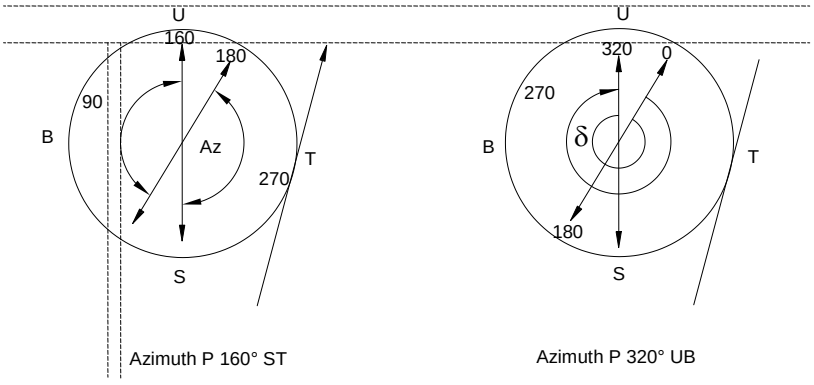
Pada alat ukur tanah yang menggunakan kompas, maka azimuth yang terbaca dengan menggunakan ujung utara magnit adalah azimuth magnetis. Pada alat-alat yang menggunakan kompas dalam pembacaan arah horizontalnya adanya ketentuan bahwa: “ Azimuth adalh besar sudut yang dimulai dari arah utara atau selatan jarum magnit sampai objektif garis bidik yang besarnya sama dengan angka pembacaan”. Karena pengaturan arah angka-angka skala lingkaran

horizontal ada yang kekanan atau searah jarum jam dan ada pula yang kekiri atau berlawanan arah dengan putaran jarum jam, demikian pula posisi teropong atau garis bidik ada yang sejajar dengan angka 0º-180º, dan ada pula yang sejajar dengan 180º-0º pada skala lingkaran horizontal , maka dalam pembacaan akan didapat 4 (empat) macam kemungkinan azimuth atau Bearing. Sehingga sebelum dimulai pengukuran dengan alat-alat ukur yang menggunakan kompas perlu terlebih dahulu macam azimuth apa yang dibaca oleh alat tersebut.

3. Cara Penentuan Azimuth

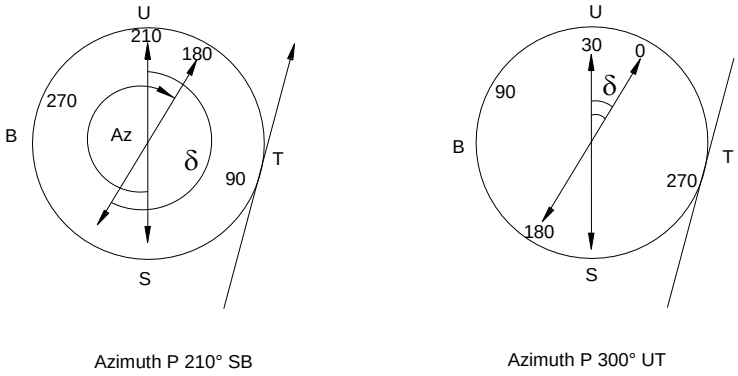
Adapun cara menentukan macam azimuth adalah sebagai berikut

a. Tentukan garis skala yang berimpitan dengan ujung utara magnit. Angka tersebut menyatakan besar suatu busur yang dimulai dari nol skala dan diakhiri pada angka itu.
b. Tentukan busur yang besarnya sama dengan dengan angka pembacaan dimulai dari titik nol.
c. Carilah suatu sudut yang dimulai dari salah satu ujung jarum magnit utara atau selatan sampai garis bidik yang sama besarnya dengan busur lingkaran yang dinyatakan dalam angka pembacaan. Maka cara atau arah putaran dari sudut tersebut menyatakan macam azimuthnya.



Gambar 4.2. Azimuth Selatan Timur dan Utara Barat

1) Skala lingkaran searah jarum jam, garis bidik sejajar 0º - 180º (Gambar 4.2.a)
2) Skala lingkaran searah jarum jam, garis bidik sejajar 180º - 0º (Gambar 4.3.b)



Gambar 4.3. Azimuth Selatan Barat dan Utara Timur

3) Skala lingkaran berlawanan arah jarum jam, garis bidik sejajar dengan garis 0º - 180º (Gambar 4.3a)
4) Skala lingkaran berlawan arah jarum jam, garis bidik sejajar dengan garis 180º-0º (Gambar 4.3b)

Apabila dalam perhitungan selanjutnya diperlukan macam azimuth Utara- Timur maka macam Azimuth Utara- Barat, dan Selatan-Timur dikonversikan menjadi azimuth Utara-Timur.

Adapun konversinya sebagai berikut:
360º-Azimuth Utara-Barat = Azimuth Utara-Timur
180º- Azimuth Selatan-Timur = Azimuth Utara-Timur
Azimuth Selatan- Barat - 180º = Azimuth Utara-Timur

4. Rumus penentuan Koreksi Bousole (Metode Pengamatan Matahari)

Sebelum dilaksanakan pengukuran, terlebih dahulu diperlukan besarnya koreksi bousole dari alat yang digunakan dengan cara pengamatan matahari. Maksud dan tujuan diadakan koreksi bousole yaitu untuk mengetahui berapa besar penyimpangan besaran utara magnetis dari alat tersebut, sesuai tidak dengan nilai akurasi dari alat tersebut. Misalnya alat tersebut mempunyai nilai akurasi 20’ ternyata penyimpangan 30’ berarti alat tersebut mempunyai penyimpangan 10’ dari nilai koreksi. Apabila terjadi penyimpangan sampai derajat, alat tersebut harus dikalibrasi/ perbaikan.

Rumus C = A – Am

dimana

C = Besarnya koreksi bousole

A= Azimuth matahari/ azimuth sesungguhnya hasil pengolahan data

Am= Azimuth matahari hasil pembacaan jarum magnet

Untuk menghitung azimuth matahari dari pengamatan matahari digunakan rumus:

$$\text{Cos A} = \frac{\sin \text{ D} - \sin \text{ Q}.\sin \text{Z}}{\text{Cos Q} - \text{Cos t}}$$

dimana A= Azimuth matahari

D = Deklinasi matahari

Q = Lintang pengamatan

t = Tinggi/ sudut mirirng rata-rata

Sedangkan azmiuth yang digunakan adalah azimuth perbaikan antara azimuth magnet ditambah dengan koreksi bousole

Rumus A = Am + C

dimana A = Azimuth Perbaikan

Am = Azimuth hasil pembacaan alat ukur

C = Koreksi bousole

Cat A= Azimuth (perbaikan)

- Azimuth dari hasil pembacaan ke muka

  A = Am + C
- Azimuth dari hasil pembacaan belakang

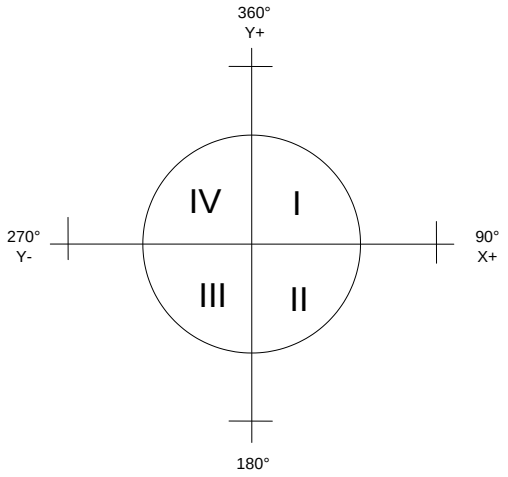
  A = (Am ± 180º) + C

5. Penentuan Koreksi Bousole (Titik Koordinat)

Rumus Perhitungan Kwadran

- Kwadran I Jika = $\frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{+}{+}$, maka hasil α tetap
- Kwadran I Jika = $\frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{+}{-}$, maka hasil 180º - α

- Kwadran I Jika = $\frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{-}{-}$, maka hasil 180º + α
- Kwadran I Jika = $\frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{-}{+}$, maka hasil 360º + α



Gambar 4.4. Kuadran

dimana :

α = Azimuth Geografis

Xa = Koordinat X awal Xb = Koordinat X awal

Ya = Koordinat Y awal Yb = Koordinat Y akhir

Δ X = Selisih Koordinat X ΔY = Selisih Koordinat Y

Contoh hitungan

Diket :

Xa = 565.041 Ya = 9.674.000

Xb = 565.201 Yb = 9.674.200

Azimuth Magnetis = 38º 0’ 3 “

Perhitungan

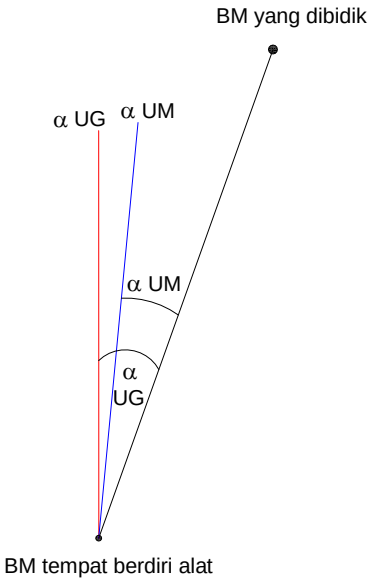
$Tg^{-1} = \frac{565.201 - 565.041}{9.674.200 - 9.674.000} = \frac{160}{200} = 0.8$

a. = 38,659

b. = 38º39’35”

Karena 160 + dan 200 +, maka termasuk kuadran I sehingga α tetap 38º39’35”

Koreksi Bousole = Azimuth Geografis – Azimuth Magnetis
38º 39’ 35 “ – 38º 0‘ 3 “ = 0º 39’ 32”

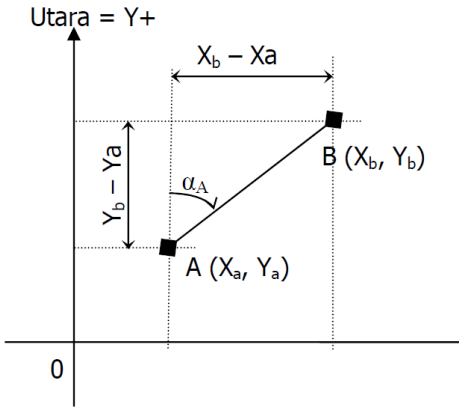


Gambar 4.5. Azimuth

6. Menghitung Azimut

Banyak juru ukur lebih menyukai Azimut daripada sudut arah untuk menyatakan arah garis, karena lebih mudah mengerjakannya, terutama kalau menghitung poligon dengan komputer.

a. Mencari azimuth dari titik tetap



Gambar 4.6. Azimuth Dari Titik Tetap

Azimuth dari A ke B dapat dihitung dengan rumus:

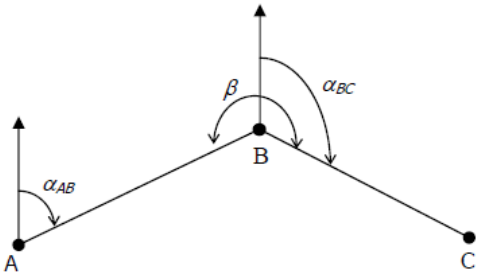
$$\alpha_{AB} = \tan^{-1} \frac{(X_b - X_a)}{(Y_b - Y_a)}$$

Untuk menghitung azimuth, harus dilihat dulu arahnya terletak di kuadran berapa, dan ini dapat dilihat dari tanda aljabar dari harga ($X_b - X_a$) dan ($Y_b - Y_a$).Letak kuadran dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1. Kuadran Azimuth

Kuadran	α	($X_b - X_a$)	($Y_b - Y_a$)	Azimuth (ϕ)
I	$\alpha_{AB} = \tan^{-1} \frac{(X_b - X_a)}{(Y_b - Y_a)}$	+	+	ϕ = α
II		+	–	ϕ = 180° – |α|
III		–	–	ϕ = 180° + |α|
IV		–	+	ϕ = 360° – | α|

7. Azimuth dari rangkaian titik



Gambar 4.7. Azimuth Dari Rangkaian Titik

Pada titik A, B, C seperti gambar, diketahui azimuth α_{AB} dan sudut β. Kemudian akan dicari besar azimuth α_{BC}

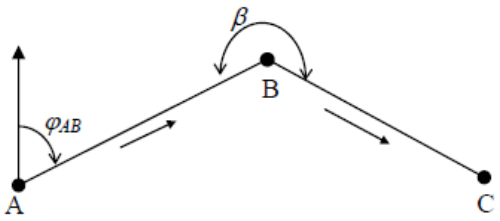
Azimuth α_{BC} dapat dicari dengan rumus umum sebagai berikut **:**

$$\alpha_{AB} = \alpha_{BC} \pm 180^o \pm \beta$$

Dengan ketentuan sebagai berikut :

a. Harga ± 180º dapat dipilih (+) atau (−) , hasilnya akan sama saja
b. Harga ± β: - dipakai tanda (+) bila sudut β berada di kiri garis A-B-C
   - dipakai tanda (−) bila sudut β berada di kanan garis A-B-C
c. Bila azimuth lebih besar dari 360°, maka harus dikurangi 360°
d. Bila azimuth lebih kecil dari 0°, maka harus ditambah 360°

Contoh:



Diketahui : $\phi_{AB} = 50°$

$\beta = 220°$

Ditanya : $\phi_{BC} = ?$

Jawab : $\phi_{BC} = \phi_{AB} + 180^o + \beta = 50°+180°+220°= 450°-360° = 90°$

atau $\phi_{BC} = \phi_{AB} -180^o + \beta = 50°-180°+220°= 90°$

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai mengukur azimuth dengan berbagai metode, diantaranya yaitu:

1. **Mengamati**

   Mengamati penjelasan tentang pengukuran azimuth dengan berbagai metode.

2. **Menanya**

   Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang prinsip-prinsip pengukuran azimuth dengan berbagai metode.

3. **Mengumpulkan Informasi/ Eksperimen (Mencoba)**

   Mengumpulkan data yang dipertanyakan dan menentukan sumber (melalui benda konkret, dokumen, buku, praktek/eksperimen) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan tentang prinsip-prinsip pengukuran azimuth dengan berbagai metode.

4. **Mengasosiasi/ Mengolah Informasi**

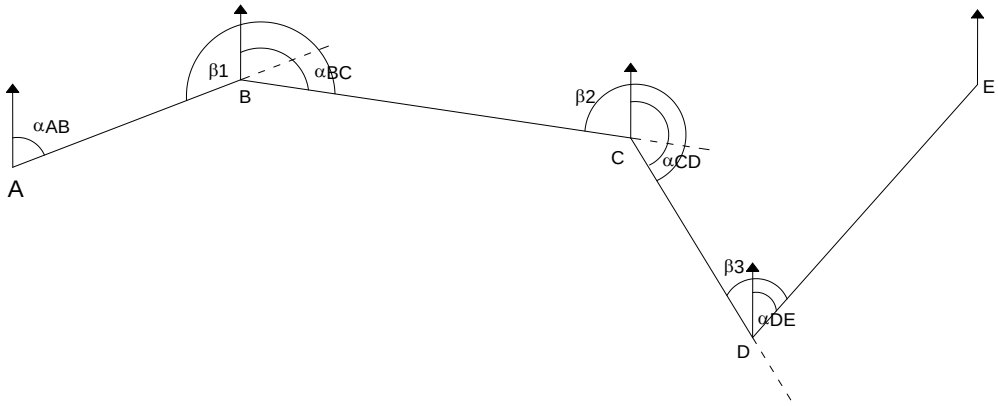
   Mengkatagorikan data dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks tentang prinsip pengukuran azimuth dengan berbagai metode.

5. Mengkomunikasikan

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang prinsip pengukuran azimuth dengan berbagai metode.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Jelaskan metode penguraian azimuth!
2. Diketahui gambar dan data hasil pengukuran Poligon Terbuka. Berapakah azimuth BC, CD dan azimuth DE?



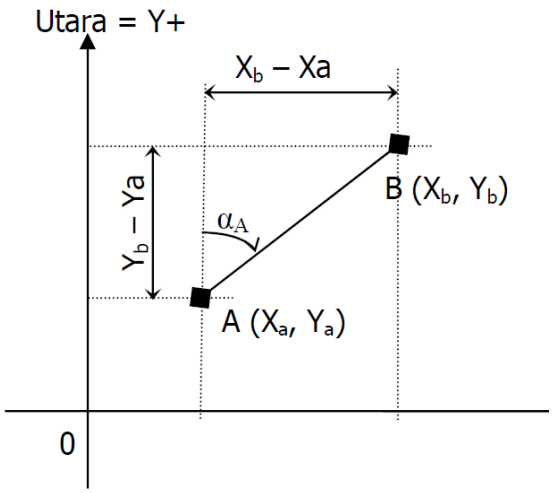
Titik	Sudut Poligon			Azimuth		
	β			α		
	o	'	"	o	'	"
A				67	27	38
B	210	25	38			
C	225	39	47			
D	75	41	37			
E						

F. Ringkasan

1. Cara menentukan macam azimuth :
   a. Tentukan garis skala yang berimpitan dengan ujung utara magnit. Angka tersebut menyatakan besar suatu busur yang dimulai dari nol skala dan diakhiri pada angka itu.
   b. Tentukan busur yang besarnya sama dengan dengan angka pembacaan dimulai dari titik nol.
   c. Carilah suatu sudut yang dimulai dari salah satu ujung jarum magnit utara atau selatan sampai garis bidik yang sama besarnya dengan busur lingkaran yang dinyatakan dalam angka pembacaan
2. Metode penguraian azimuth:
   a. Azimuth dari titik tetap
   b. Azimuth dengan rangkaian titik-titik

G. Kunci Jawaban Latihan

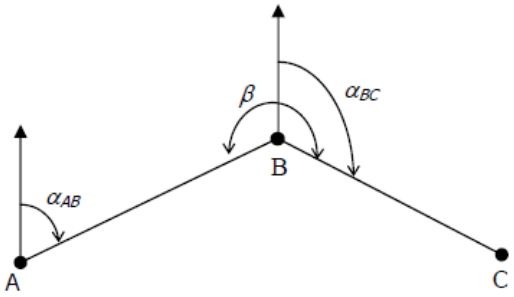
1. Jelaskan metode penguraian azimuth!
   a. Mencari azimuth dari titik tetap



Azimuth dari A ke B dapat dihitung dengan rumus:

$$\alpha_{AB} = \tan^{-1} \frac{(X_b - X_a)}{(Y_b - Y_a)}$$

- Mencari azimuth dari rangkaian titik



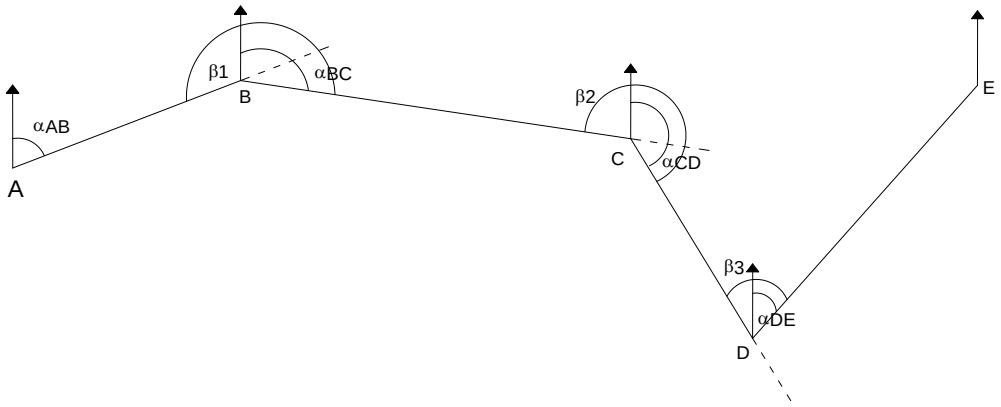
Pada titik A, B, C seperti gambar, diketahui azimuth α_{AB} dan sudut β. Kemudian akan dicari besar azimuth α_{BC}

Azimuth α_{BC} dapat dicari dengan rumus umum sebagai berikut **:**

$\alpha_{AB} = \alpha_{BC} \pm 180^o \pm \beta$

2. Diketahui gambar dan data hasil pengukuran Poligon Terbuka. Berapakah azimuth BC, CD dan azimuth DE?

   Jawaban :



αBC = (β1 - 180°) + αAB

= (210°25'38" - 180°) + 67°27'38"

= 97°53’16”

αCD = (β2 - 180°) + αBC

= (225°39'47" - 180°) + 97°53'16"

= 143°33’3”

αDE = β3 – (180° - αCD)

= 75°41'37" - (180° - 143°33'3")

= 39°14’40”

Titik	Sudut Poligon			Azimuth		
	β			α		
	o	'	"	o	'	"
A						
				67	27	38
B	210	25	38			
				0	0	0
C	225	39	47			
				0	0	0
D	75	41	37			
				39	14	32
E						

Jika dicek dengan koreksi jarak dan koordinat terlihat perhitungannya kontrol.

Titik	Sudut Poligon			Azimuth			Jarak	dsinα	dcosα	x	y
	β			α			d	Δx	Δy		
	o	'	"	o	'	"					
A										280	370
				67	27	38	95	87.74	36.42		
B	210	25	38							367.74	406.42
				97	53	16	185	183.25	-25.39		
C	225	39	47							550.99	381.03
				143	33	3	100	59.41	-80.44		
D	75	41	37							610.40	300.59
				39	14	32	150	94.89	116.17		
E										705.29	416.76
								425.29	46.76	425.29	46.76
								Σdsinα	Σdcosα	X akhir - x awal	Y akhir - Y awal

PENUTUP

1. Modul pasca UKG (Ujian Kompetensi Guru) yang membahas tentang topik mendeteksi data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis, membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis, menguraikan azimuth dan pengukuran azimuth dengan berbagai metode ini, diharapakan dapat berguna dalam mengembangkan kompetensi dan meningkatkan kemampuan pada level berikutnya. Topik mendeteksi data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis, membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis, menguraikan azimuth dan pengukuran azimuth dengan berbagai metode ini merupakan dasar bagi topik-topik di grade berikutnya. Maka dari itu dengan mengetahui dan memahami tentang hal-hal tersebut, Anda sudah memiliki dasar dan panduan.
2. Anda dapat mengembangkan materi-materi berkaitan dengan pengukuran mendeteksi data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis, membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis, menguraikan azimuth dan pengukuran azimuth dengan berbagai metode yang tidak ada dalam modul ini. Modul ini masih butuh pengembangan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dari hari ke hari.
3. Modul ini juga diharapkan akan membantu anda dalam belajar secara mandiri dan mengukur kemampuan diri sendiri sehigga nantinya anda dapat meningkatkan kemampuan ke level berikutnya.

EVALUASI

.

Pada bagian evaluasi ini, ada 3 jenis latihan yang akan diberikan untuk mengukur kemampuan anda, yaitu:

1. Kognitif skill
   a. Jelaskan secara tepat dan singkat tentang pengklasifikasian pengukuran jarak!
   b. Jelaskan berbagai macam instrumen ukur jarak dan cara penggunaanya!
   c. Jelaskan satuan pengukuran sudut!
   d. Lakukan perhitungan konversi sudut dengan berbagai satuan pengukuran sudut.
   e. Jelaskan secara tepat dan singkat tentang pengklasifikasian azimuth!
   f. Jelaskan perbedaan azimuth dan bearing
   g. Jelaskan secara tepat dan singkat tentang pengukuran azimuth dengan berbagai metode.

2. Psikomotor Skill
   a. Lakukan pengukuran jarak dengan menggunakan instrument ukur jarak!
   b. Lakukan pengukuran sudut dengan menggunakan alat ukur!
   c. Lakukan pengukuran pengikatan ke muka dan pengikatan ke belakang!
   d. Lakukan pengukuran poligon!
   e. Lakukan pengukuran azimuth dengan menggunakan instrument alat ukur!

3. Atitude Skill

   Sebagai sebuah tim dalam melakukan pekerjaan atau praktik mendeteksi data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis, membenarkan data jarak, sudut, beda tinggi dan koordinat dilakukan sesuai ketentuan teknis, menguraikan azimuth dan pengukuran azimuth dengan berbagai metode, bagaimana cara anda menanamkan rasa ketaqwaan kepada tuhan yang maha esa, rasa tanggung jawab, kebersamaan dan kedisiplinan?

Daftar Pustaka

1. Frick, Heinz. Ilmu dan Alat Ukur Tanah. Yayasan Konisius Yogyakarta. 1991.
2. Gayo, Yusuf. Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan. PT. Pradnya Paramitha. Jakarta. 1992.
3. Gilani, Charles D and Wolf, Paul R. Ementary Surveying. 13th Edition. Prentice Hall. 2012
4. Irvine, William. Penyigian untuk Konstruksi. ITB. 1995.
5. Jaelani, Lalu M dan Pratomo, Danar G. Diklat Teknis Pengukuran dan Pemetaan Kota. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS. 2004.
6. Jaringan Kerja Pemetaan Partisipatif. Seri Panduan Pemetaan Partisipatif 4. Garis Pergerakan
7. Kavanagh, Barry F. Surveying with Construction Application. 3rd Edition. Prentice Hall. 1995.
8. Kusumawati, Yuli. Catatan Kuliah Ilmu Ukur Tanah. 2014.
9. Planning Survey Section. Survey dan Pemetaan. Sinarmas Forestry Division.
10. Purwaamijaya, Iskandar Muda. Teknik Survey dan Pemetaan Jilid 1 dan 2, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. 2008
11. Soemarlan, DS. Latihan Praktek Ukur Tanah dan Pemetaan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. 1979.
12. Wongsotjitro, Soetomo. Ilmu Ukur tanah. Yayasan Konisius Yogyakarta. 1997.