# MODUL KERJ<mark>a i</mark> Praktek pengukuran dan penggambaran poligon

Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa mampu melaksanakan prosedur pengukuran poligon dengan menggunakan alat ukur teodolit, menghitung koordinat poligon dengan program bantu Microsoft Exel dan menggambarkannya dengan program bantu Auto-Cad.

#### BAGIAN 1.1.

## **TEORI POLIGON**

Pada pekerjaan pemetaan suatu wilayah diperlukan suatu kerangka dasar yang digunakan sebagai titik ikat dan titik kontrol. Titik-titik kerangka dasar tersebut mempunyai koordinat dan ketinggian yang dipasang pada kerapatan tertentu, dengan menggunakan struktur yang permanen, bahan yang awet, tercatat dan mudah dikenali.

Titik kerangka dasar ini berupa titik ikat yang merupakan titik yang telah diketahui posisi horisontal (X dan Y) ataupun ketinggiannnya Z. Titik ini digunakan sebagai titik pengikat dalam penentuan posisi titik-titik (arah, sudut, beda tinggi) lain yang dibidik. Selanjutnya, dapat ditentukan berapa koordinat titik-titik baru yang dibidik berdasarkan titik ikat tersebut.

Fungsi titik kerangka dasar juga sebagai titik kontrol yaitu digunakan sebagai titik cek

Page 3 of 133

atas perhitungan-perhitungan yang dilakukan sebelumnya. Sebaiknya titik kontrol ini menggunakan titik kerangka lain (bukan dari titik ikat) sehingga bisa diketahui apakah posisi X. Y, Z dari titik sebelumnya benar atau tidak.

### 1.1.1. Poligon Kerangka Dasar

Pada daerah yang relatif sempit (20 km x 20 km) biasanya menggunakan pengukuran dengan cara poligon. Poligon disini merupakan kumpulan titik-titik yang terhubungkan dalam suatu garis khayal. Dalam penentuan koordinat titik satu ke titik lain, pekerjaan pengukuran harus meliputi:

#### 1. Koordinat titik awal/ akhir.

Koordinat ini bisa diketahui dari pengukuran-pengukuran sebelumnya atau ditentukan sembarang.

#### 2. Azimuth awal/akhir.

Azimuth dapat ditentukan dari perhitungan koordinat yang sudah ada, pengamatan astronomi (bintang/ matahari) ataupun pengukuran dengan menggunakan teodolit

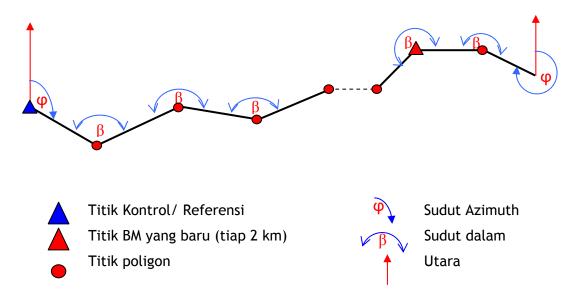
kompas.

#### 3. Jarak

Pengukuran jarak merupakan data yang diperoleh dari lapangan, dapat dilakukan dengan cara manual (menggunakan pita ukur) ataupun dengan menggunakan teodolit. Dalam pengukuran jarak, dibuat selurus mungkin antar titik-titik poligon dan juga jika kondisi tanah miring, usahakan dalam pengukuran jarak pita ukur dalam posisi sedatar mungkin.

#### 4. Sudut dalam

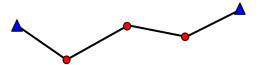
Sudut juga ditentukan berdasarkan hasil pengukuran di lapangan. Pengukuran sudut ini menggunakan alat ukur teodolit dengan arah putaran alat sebaiknya searah dengan jarum jam.



Gambar 1.1 : Contoh Poligon

# 1.1.2. Bentuk poligon

1. Poligon Terbuka: titik awal tidak dijadikan sebagai titik akhir

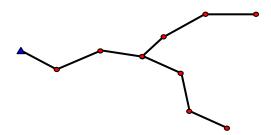


Gambar 1.2: Contoh Poligon Terbuka

2. Poligon Tertutup: Titik awal dan titik akhir koordinat berhimpit (satu titik), berawal dan berakhir di satu titik.

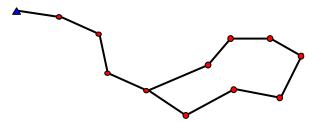
Gambar 1.3 : Contoh Poligon Tertutup

# 3. Poligon Bercabang: poligon terbuka yang memiliki cabang



Gambar 1.4 : Contoh Poligon Bercabang

4. Poligon Kombinasi : perpaduan anatara poligon terbuka dan poligon tertutup.



Gambar 1.5 : Contoh Poligon Kombinasi

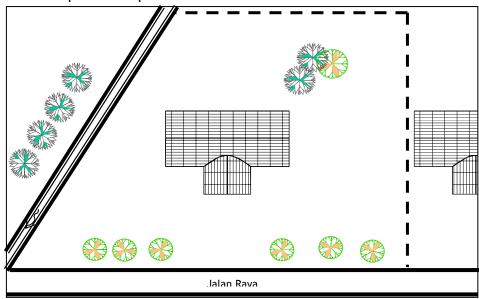
# BAGIAN 1.2.

# PERAGAAN PENGUKURAN POLIGON DENGAN ALAT UKUR TEODOLIT

Teodolit merupakan alat ukur dalam ilmu ukur tanah yang dapat menghasilkan sudut horisontal, sudut vertikal serta jarak dan elevasi optis (dari olahan data bacaan benang atas, benang tengah dan benang bawah). Praktek penyetelan alat ukur teodolit telah di sampaikan di Mata Kuliah Ilmu Ukur Tanah 1. Pada bagian ini disinggung cara pengukuran poligon di lapangan dengan menggunakan alat ukur teodolit.

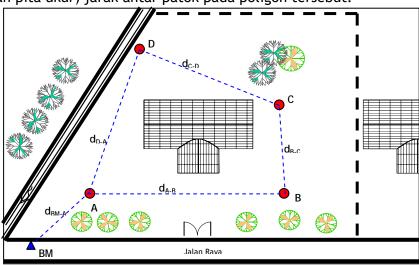
# 1.2.1. Tahapan contoh pengukuran :

1. Akan dilakukan pemetaan pada areal tersebut di bawah ini.



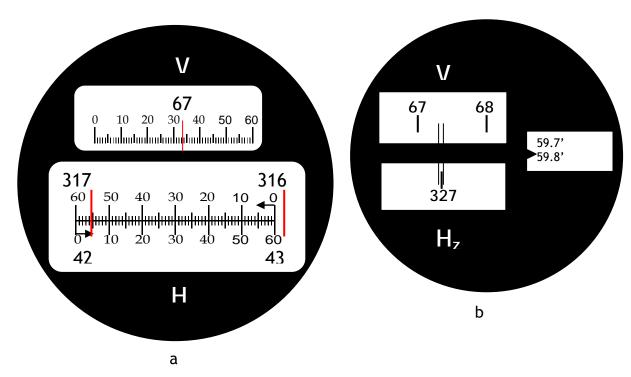
Gambar 1.6 : Contoh Lapangan Pengukuran

2. Lakukan pematokan pada titik-titik yang memungkinkan untuk dilakukan pengukuran dengan baik (lokasi bebas, antar patok terlihat, cukup cahaya, dll). Dalam pematokkan cari juga informasi tentang letak BM di sekitar lokasi pengukuran, patok salah satu titik poligon di lokasi yang dapat terlihat oleh titik BM tersebut. Setelah dilakukan pematokan, ukur secara manual (dengan pita ukur) jarak antar patok pada poligon tersebut.



Gambar 1.7 : Contoh Penempatan Patok di Lapangan

3. Mulailah melakukan pembidikan, letakkan teodolit di titik Benchmark (BM), dan setting-lah alat ukur teodolit tersebut. Apabila kondisi topografi relatif datar usahan setting sudut vertikal adalah 90° dan kuncilah. Tujuan pen-*setting*-an sudut vertikal 90° adalah untuk memudahkan pengukuran, pencatatan dan analisis data.



Gambar 1.8: Lingkaran Pembacaan Sudut Vertikal dan Horisontal

- 4. Tentukanlah arah azimuth, misalnya berdasarkan arah utara kompas, arah jalan, dan lain lain. Pada azimuth ini setting posisi sudut horisontal di 0'00'00''
- 5. Setelah itu, arahkan teodolit ke poligon pada patok yang terdekat dan mudah dibidik di mana bak ukur diletakkan.
- 6. Selanjutnya, setting sudut horisontal, kunci alat, dan catatlah. Misalkan pada gambar 1.11, posisi teodolit di Titik A, arahkan teodolit ke Titik B dengan sudut vertikal 0°00'00'' dan sudut horisontal 0°00'00''. Kemudian putar alat searah jarum jam ke Titik B maka sudut horisontal akan berubah (sudut vertikal tetap). Nilai sudut horisontal tersebut merupakan sudut dalam Titik A.

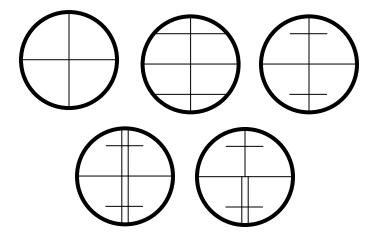
Untuk tahap selanjutnya pindahkan alat ke Titik B, arahkan teodolit ke Titik A, setting sudut vertikal 0°00'00'' dan sudut horisontal 0°00'00'', setelah itu putar alat searah jarum jam ke Titik C, maka sudut horisontal akan berubah. Catat perubahan sudut horisontal ini sebagai sudut dalam di Titik B.

7. Pada setiap titik penngukuran lakukan pencatatan untuk bacaan benang atas (BA), benang tengah (BT) dan benang bawah (BB). Jangan lupa, cek langsung apakah hubungan BA, BT, dan BB memenuhi persamaan berikut, apabila tidak sesuai cek lagi bacaannya atau cek posisi alat ukur dan cara memegang rambu ukur. Kemudian ulangi pembacaan pada titik tersebut.

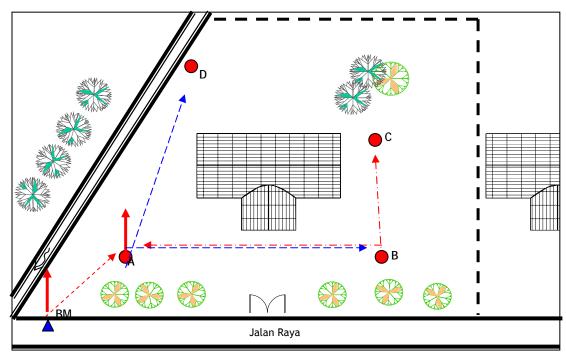
$$BT = \frac{BA + BB}{2}$$



Gambar 1.9 : Pembacaan Rambu Ukur dengan BA = 0.078, BT = 0.074 dan BB = 0.070



Gambar 1.10 : Berbagai Bentuk Model Benang Silang pada Teodolit



Gambar 1.11 Contoh Pembidikkan Titik Poligon

### BAGIAN 1.3.

# PRAKTEK PENGUKURAN POLIGON DI LAPANGAN

## 1.3.1. Pra Pengukuran

- 1. Satu kelas, terdiri dari 7 kelompok yang masing-masing terdiri dari 6-7 mahasiswa, pilih salah satu anggota sebagai koordinator tim.
- 2. Tiap mahasiswa harus menggunakan pakaian praktikum.
- 3. Sehari sebelum praktikum komting kelas harus berkoordinasi dengan laboran untuk pengefix-an jadwal praktikum, ketersediaan alat, dan tata cara peminjaman alat, dll.
- 4. Saat hari-H tiap-tiap kelompok (diwakili oleh koordinator kelompok dan satu orang anggota) melakukan peminjaman peralatan kelengkapan praktikum.
- 5. Lakukan praktikum di lokasi yang telah ditentukan, dan selalu berkoordinasi dengan dosen dan kelompok lain.

- 6. Selama praktikum, jaga Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3/Occupational of Health and Safety) dan juga jaga kondisi alat.
- 7. Lakukan praktikum sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.
- 8. Kembalikan peralatan praktikum dalam kondisi baik, bersih dan lengkap.

## 1.3.2. Pengukuran poligon di lapangan

Pada Bagian 1.2 di atas telah dijelaskan secara singkat pengukuran poligon di lapangan dengan menggunakan alat ukur teodolit. Berikut ini disinggung tahapan pengukuran poligon yang ditekankan pada pengukuran sesungguhnya di lapangan. Adapun urutan pekerjaan pengadaan kerangka dasar pemetaan secara umum :

## 1. Survey lokasi:

Peninjauan keadaan lapangan untuk mendapatkan informasi tentang kondisi lapangan, seperti posisi Bench Mark, topografi medan, kondisi alam, administrasi teknis dan non-teknis seperti perijinan dan lain-lainnya.

Benchmark (BM) merupakan titik tetap yang menjadi acuan dalam penentuan ketinggian suatu tempat. Karena sifatnya tetap dan menjadi acuan umum, maka titik ini selalu menjadi acuan dalam melakukan pekerjaan pengukuran. Informasi mengenai BM ini sangat penting karena untuk mendukung pekerjaan pengukuran.

Topografi medan juga harus dikenal lebih dahulu, untuk daerah rawa-rawa yang sulit dijangkau maka berbagai persiapan harus dilakukan agar alat ukur (teodolit rambu ukur) bahkan juru ukur bisa melakukan pengukuran dengan lancar.

Kondisi alam di lokasi pegukuran juga harus dikenal, persiapan yang menyangkut keselamatan kerja tentunya berbeda antara daerah yang dihuni binatang liar atau daerah perkotaan.

Apabila pengukuran meliputi wilayah-wilayah tertentu yang memerlukan ijin secara khusus maka kesiapan perijinan mutlak dibutuhkan.

#### 2. Perencanaan Pengukuran:

a. Menentukan bentuk kerangka, tempat patok (titik poligon) dan kerapatannya.

Dalam menentukan bentuk kerangka harus memperhatikan model areal yang akan diukur. Misalnya, jika memetakan alur sungai di salah satu sisinya maka dipilih bentuk poligon terbuka, jika akan memetakan suatu bangunan maka dipilih bentuk poligon tertutup, dan lain sebagainya.

Tempat patok harus dipilih sedemikian rupa agar titik yang berdekatan terlihat satu sama lain dan juga perlengkapan alat ukur (teodolit dan rambu ukur) dan juru ukur dapat beroperasi di titik tersebut.

Kerapatan patok selain menentukan tingkat kesalahan pengukuran juga berpengaruh pada waktu pekerjaan. Semakin rapat jarak antar patok maka akan memperlama waktu pekerjaan, namun demikian bukan berarti harus mengambil jarak terjauh tapi tetap perhatikan kemampuan alat ukur.

#### b. Bentuk dan bahan patok dan cara pemasangannya.

Bentuk patok harus mudah dikenali, artinya bisa jadi dalam areal yang sama banyak sekali patok yang terpasang di lokasi pengukuran, untuk itu kepemilikan patok harus berbeda satu sama lain. Patok bisa jadi diberi kode-kode khusus sehingga bisa terus dikenali selama pekerjaan pengukuran berlangsung.

Bahan patok tergantung dari waktu yang dibutuhkan dalam pekerjaan pengukuran. Apabila waktu pengukuran membutuhkan waktu yang lama maka bahan harus tahan lama, namun demikian jangan menggunakan patok dengan nilai ekonomis tinggi untuk menghindari resiko kehilangan.

Cara pemasangan tergantung dari bahan patok, bentuk patok dan tentunya kondisi tanah lokasi pematokan namun yang jelas sebaiknya dikondisikan agar patok tidak mudah bergeser/ tercabut secara mudah (tidak disengaja).

## c. Menentukan jenis dan jumlah peralatan ukur yang akan digunakan.

Pemilihan tipe alat ukur dan jumlahnya menyangkut efektifitas kerja, dan besarnya sumber daya operatornya.

d. Jadwal pelaksanaan pekerjaan, personil, peralatan dan logistik, termasuk mobilisasinya.

Jadwal pelaksanaan perlu dibuat untuk mengefektifkan kerja dan ada target yang jelas atas apa yang akan dikerjakan. Waktu pelaksanaan kerja, jumlah personil dan kebutuhan logistik dan mobilisasinya berbanding lurus dengan harga yang harus dibayar.

f. Pekerjaan administrasi (ijin pengukuran serta model dan cara pencatatan form data).

Adakalanya pekerjaan pengukuran tidak melintasi tempat-tempat umum, namun melintasi lokasi-lokasi privat seperti kawasan militer, daerah konservasi, melewati batas wilayah, dan lain-lain. Untuk itu biasanya diperlukan ijin terlebih dahulu ke pihak yang berwenang.

Form pencatatan sebaiknya dibuat sesederhana mungkin baik dari segi format maupun dari segi cara pengisiannya serta pada tahap akhir cara pembacaannya pun harus mudah. Tabel-tabel yang komunikatif diharapkan membantu tingkat pemahaman juru ukur dalam mencatat dan para analis data dalam membaca data.

# BAGIAN 1.4.

# PERHITUNGAN POLIGON BERDASAR DATA PENGUKURAN POLIGON DI LAPANGAN

## 1.4.1. Prinsip Hitungan Poligon

Tahapan perhitungan poligon dalam menentukan koordinat suatu titik adalah sebagai berikut:

1. Tahap 1 : hitung besar koreksi sudut

$$f_{\beta} = (\varphi_{akhir} - \varphi_{awal}) \pm (\sum \beta) \pm n \cdot 180^{\circ}$$

Di mana:

 $f_{\beta}$  = koreksi dudut dalam

$$\phi$$
 = azimuth

$$\sum \beta$$
 = jumlah sudut dalam

2. Tahap ke-2: hitung sudut dalam terkoreksi

$$\overline{\beta}_i = \beta + \frac{1}{n} \cdot f_{\beta}$$

$$\overline{\beta}_{i+1} = \beta_{i+1} + \frac{1}{n} \cdot f_{\beta}$$

3. Tahap ke-3: hitung sudut jurusan terkoreksi

$$\varphi_i = \varphi_{awal} \pm \overline{\beta}_i \pm 180^{\circ}$$

$$\varphi_{i+1} = \varphi_i \pm \overline{\beta}_{i+1} \pm 180^{\circ}$$

Dalam perhitungan azimuth tiap titik sebaikknya selalu memperhatikan sketsa dari poligon tersebut, untuk mempermudah penentuan apakah formula tersebut di atas menggunakan Page 26 of 133

tanda + (ditambah) atau - (dikurangi), sehingga tidak perlu menghafal kapan menggunakan positif kapan menggunakan tanda negatif.

4. Tahap ke-4: hitung koreksi koordinat X dan Y

$$\boldsymbol{f}_{x} = \left(\boldsymbol{X}_{akhir} - \boldsymbol{X}_{awal}\right) - \sum_{i=1}^{n} \left(\boldsymbol{d}_{i} \cdot sin \, \phi_{i}\right)$$

$$f_y = (Y_{akhir} - Y_{awal}) - \sum_{i=1}^{n} (d_i \cdot cos \, \phi_i)$$

Untuk poligon tertutup karena kembali ke titik awal maka nilai  $\left(X_{akhir}-X_{awal}\right)$  dan  $\left(Y_{akhir}-Y_{awal}\right)$  adalah nol.

5. Tahap ke-5: hitung koreksi koordinat X dan Y

$$\Delta X_{i} = \left(\frac{d_{i}}{\sum_{i=1}^{n} d} \cdot f_{x}\right) + d_{i} \cdot \sin \varphi_{i}$$

$$\Delta Y_i = \left(\frac{d_i}{\sum_{i=1}^n d} \cdot f_y\right) + d_i \cdot \cos \varphi_i$$

6. Tahap ke-6: hitung koordinat X terkoreksi dan Y terkoreksi

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_i$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_i$$

Page 28 of 133

# 7. Tahap ke-7: hitung toleransi pengukuran.

a. toleransi sudut

$$f_{_{\beta}} \leq i \cdot \sqrt{n}$$

Di mana:

 $f_{\beta}$  = koreksi sudut

i = bacaan skala terkecil sudut alat ukur (ketelitian alat)

n = jumlah titik sudut pengukuran

b. toleransi jarak

$$\frac{\sqrt{{f_x}^2 + {f_y}^2}}{\sum D} \leq \frac{1}{2500} \,, \text{ bila jarak diukur dengan pita ukur}$$

Di mana:

$$\sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$
 = salah linear

 $\sum D$ 

= total panjang poligon

#### 8. Tahap ke-8: hitung pengukuran.

Tabelkan hitungan tersebut dalam format di Microsoft Exel dengan perhitungan menggunakan formula yang ada dalam software tersebut. Tabel tersebut harus memuat kolom-kolom sesuai dengan tahap-tahap perhitungan di atas.

# 1.4.2. Contoh Hitungan Poligon

Didapatkan data hasil pengukuran poligon di lapangan seperti tersebut di bawah ini. Sudut dalam Titik A adalah 87°30'30'', sudut dalam Titik B adalah 89°50'20'', Titik C adalah 90°30'40'' dan sudut dalam Titik D 91°40'40''. Koordinat Titik A adalah (15,20) dan azimuth Titik A ke B adalah 145°. Hitung koordinat titik-titik yang lain.

Berikut disajikan contoh perhitungan poligon tertutup dengan program bantu hitung Microsoft Exel.

C22 ▼																						
	A	В	C	D D	Е	F	G	Н		J	K	L	М	N	0	Р	Q	R	S	T	U	٧١
1						PENGUKURAN POLIGON																
2	N	Nama Surveyor			: Perdar	na Putra								Alat Uki								
3							nyar - Lapangan Parkir					Tipe Ala			t Ukur   : TL 20-DF							
4	I	Tanggal Pengukuran				nuari 2006																
5			Sudut Dalam			Sudut Dalam Terkoreksi				Azimuth				Jarak	fx	fy	ΔΧί	ΔΥί	Х	Y		
6		Patok	β				β'				φ				d <sub>i</sub> , Sin φ <sub>i</sub>	d <sub>i .</sub> Cos φ <sub>i</sub>						
7		Paluk	0	'	Ш	0	0	٥	1	"	rad	0	0	1		meter						
8			kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5	kolom 6	kolom 7	kolom 8	kolom 9	kolom 10	kolom 11	kolom 12	kolom 13	kolom 14	kolom 15	kolom 16	kolom 17	kolom 18	kolom 19	kolom 20
9		A	87	30	30	87.508	87.624	87	37	27.5	1.530	145	145	0	0.00	$\geq \leq$	$\geq \leq$	$\geq \leq$	$\geq \leq$	$\geq \leq$	15	-20
10	-															45	45 25.811	-36.862	27.618	-36.122		
11	-	В	89	50	20	89.839	89.955	89	57	17.5	1.571	235.05	235	2	42.50						42.618	-56.122
12 13	-												ļ		<del> </del>	47	-38.521	-26.928	-36.634	-26.155		
14	-	С	90	30	40	90.511	90.627	90	37	37.5	1.582	324.42	324	25	5.00						5.984	-82.277
15	+												l		<del> </del>	45	-26.184	36.598	-24.377	37.338		
16		D	91	40	40	91.678	91.794	91	47	37.5	1.603	52.62	52	37	27.50	40	04.707	04.000		04.000		-44.939
17	1		N.Z	$\mathbb{Z}$	NZ	$\mathbb{Z}$	<b>N</b>	NZ	N.Z	NZ	$\nabla Z$	145.00	145	0	1000	40	31.787	24.282	33.393	24.939	15	-20
18		A	$\triangle$	$\triangle$	$\triangle$	$\angle$		A	$/ \tilde{\land}$	À	X	145.00	145	U	0.00	$\geq \leq$	> <	>>	$\geq <$	$\geq <$	15	-20
19		Σ	359	32	10.0	359.536	360.000									177	7.108	2.910				
20		۷	209	32	10.0	337,330	300,000			$\triangle$				$\triangle$		1//	7.108	2,910				
21																						
22		fβ =	0.464																			
23																						

Gambar 1.12. Model Tabel Perhitungan Poligon di MS. Exel

Gambar 1.12. merupakan contoh perhitungan poligon dengan program bantu hitung Microsoft Exel. Program ini berbentuk kumpulan *cell* dengan masing-masing *cell* merupakan bagian dari Kolom dan Baris. Misalkan C22 artinya cell pada kolom ke-C, baris ke-22.

Untuk perhitungan table di atas angka yang dicetak tebal merupakan data input yang diperoleh di lapangan, sedangkan angka-angka yang lain merupakan hasil perhitungan berdasarkan tahapan perhitungan seperti yang tersebut di bagian 1.4.1.

Dalam membuat tabel, jangan lupa membuat kop tabel yang berisi nama surveyor, lokasi pengukuran, waktu pengukuran, jenis alat ukur dan tipenya.

Pada tabel tersebut, kolom 1,2 dan 3 merupakan isian data sudut dalam yang terbagi dalam derajat (°), menit (') dan detik ("). Dalam perhitungannya, boleh dijadikan dalam satuan derajat seluruhnya (kolom 4) atau dengan cara menjumlah tiap derajat, menit dan detik secara terpisah (C19,D19 dan E19).

Beberapa formula program bantu hitung MS. Exel yang bisa digunakan dalam perhitungan poligon adalah :

Tabel 1 Fungsi Formula di MS. Exel

Fungsi	Kegunaan
+	Penjumlahan
-	Pengurangan
*	Perkalian
/	Pembagian
=SUM()	menampilkan penjumlahan dalam kolom atau baris
=COUNT()	Menampilkan banyaknya data (n) dalam kolom atau baris
=INT()	Menampilkan bilangan interger (bilangan bulat)
=RADIANS()	Menampilkan nilai sudut dalam radians
=SIN()	Menampilkan perhitungan nilai sinus suatu sudut (nilai sudut harus dalam
	bentuk radians)
=COS()	Menampilkan perhitungan nilai cosinus suatu sudut (nilai sudut harus dalam
	bentuk radians)
\$\$	Pembatas perhitungan

Berikut disajikan contoh perhitungan yang dilakukan di dalam perhitungan poligon di gambar 1.12.

1. Contoh perumusan untuk menjadikan dalam bentuk derajat adalah (kolom 4):

```
F9 =C9+D9/60+E9/3600
F11 =C11+D11/60+E11/3600
dan seterusnya
```

2. Penjumlahan secara terpisah dapat dengan menggunakan formula:

```
E19 =((SUM(E9:E16)/60)-INT(SUM(E9:E16)/60))*60

D19 =(((SUM(D9:D16)/60)-INT(SUM(D9:D16)/60))*60)+INT(SUM(E9:E16)/60)

C19 =SUM(C9:C16)+INT(SUM(D9:D16)/60)
```

3. Penjumlahan kolom:

```
F19 = SUM(F9:F16)
```

4. Perhitungan koreksi sudut dalam:

C22 = 
$$((-F19+COUNT(F9:F16)*180))-360$$

5. Sudut dalam terkoreksi (kolom 5):

6. Mengganti satuan derajat dalam satuan derajat-menit-detik (oʻʻ) (kolom 6,7,8):

```
H9 = INT(G9)
```

- 19 = INT((G9-H9)\*60)
- J9 =((G9-H9)\*60-I9)\*60 dan seterusnya

7. Menjadikan satuan derajat (kolom 5) menjadi satuan radian (kolom 9) :

```
K9 = G9/180*(22/7)
```

dan seterusnya

```
8. Perhitungan azimuth (kolom 10):
```

```
L11 =L9+180-G11
L13 =L11+180-G13
L15 =L13-180-G15
L17 =L15+180-G9
```

9. Penjumlahan jarak komulatif (kolom 14):

```
P19 =SUM(P10:P17)
```

10. Perhitungan koreksi jarak X (kolom 15)

```
Q10 =P10*SIN(RADIANS(L9))
Q12 =P12*SIN(RADIANS(L11))
dan seterusnya
```

11. Perhitungan koreksi jarak X komulatif (kolom 15)

```
Q19 = (U9-U9)-SUM(Q10:Q17)
```

12. Perhitungan koreksi jarak Y (kolom 16)

R10 =P10\*COS(RADIANS(L9)) R12 =P12\*COS(RADIANS(L11)) dan seterusnya

13. Perhitungan koreksi jarak Y komulatif (kolom 16)

M39 = (V9-V9)-SUM(R10:R17)

14. Perhitungan koreksi jarak X (kolom 17):

\$10 =P10/\$P\$19\*\$Q\$19+Q10 \$12 =P12/\$P\$19\*\$Q\$19+Q12 dan seterusnya

15. Perhitungan koreksi jarak Y (kolom 18):

T10 =P10/\$P\$19\*\$R\$19+R10 T12 =P12/\$P\$19\*\$R\$19+R12 dan seterusnya

# 16. Perhitungan koordinat X (kolom 19):

U11 =U9+S9 U13 =U11+S12 dan seterusnya

# 17. Perhitungan koordinat Y (kolom 20):

V11 =V9+T10 V13 =V11+T12 dan seterusnya

# BAGIAN 1.5.

# PENGGAMBARAN POLIGON

Setelah perhitungan poligon selesai, selanjutnya plot sketsa poligon ke dalam program bantu AutoCad 2004. Dalam penggambaran, besar/kecil skala, huruf, angka (ukuran) harus disesuikan dengan kondisi saat nanti di cetak (*print-out*). Kop gambar sesuai dengan gambar berikut ini.



Gambar 1.12: Contoh KOP Gambar dalam format A1

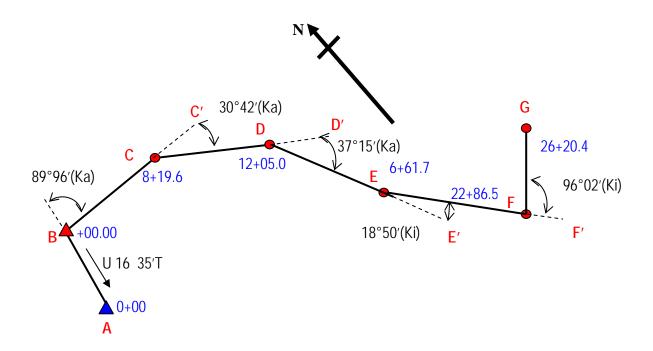
#### **BAGIAN 1.6.**

### **DISKUSI SOAL**

- 1. Jelaskan perbedaan antara poligon tertutup dan terbuka. Berikan pendapat tentang keuntungan dan kerugian dalam pemakaian poligon terbuka.
- 2. PQR adalah bentuk segitiga. Bila diketahui koordinat P (-4,3) dan titik Q (4,-4), besar sudut  $= 60^{\circ}$  (sudut PQR), hitunglah koordinat titik R
- 3. Suatu poligon terbuka yang diikatkan pada titik awal P (71,330 ; 112,425) dan titik akhir Q (-7,142 ; 198,876), sedangkan  $\varphi$  awal = 359°29'19" dan  $\varphi$  akhir = 97°35'42", apabila didapatkan data  $B_1$  = 91°22'10" ;  $B_2$  = 129°20'15" ;  $B_3$  = 205°15'29" ;  $B_4$  = 132°39'10" ;  $B_5$  = 78°30'18" ;  $B_6$  = 68°32'21" dan  $d_{P-1}$  = 46 m,  $d_{1-2}$  = 72 m,  $d_{2-3}$  = 55 m,  $d_{3-4}$  =53 m,  $d_{4-5}$  = 50

m,  $d_{5-6}$  = 63 m,  $d_{6-Q}$  = 49 m. Maka hitunglah koordinat titik-titik yang lain (yaitu titik 1, 2, 3, 4, 5, 6)

- 4. Suatu poligon tertutup yang diikatkan pada suatu koordinat awal dimana X1 = 12 m dan Y1 = -6 m, sedangkan azimuth awalnya 145° maka apabila di dapatkan hasil pengukuran sudut sbb :  $B_1 = 92°30'20"$ ;  $B_2 = 89°20'10"$ ;  $B_3 = 91°10'10"$ ;  $B_4 = 86°59'10"$  dan  $d_{1-2} = 52$  m,  $d_{2-3} = 50$  m,  $d_{3-4} = 58$  m,  $d_{4-1} = 50$  m. Maka hitunglah koordinat titik-titik yang lain.
- 5. Lima sudut dalam dari sebuah poligon segi banyak tertutup bersisi enam diukur sebesar : A = 95°10′, B = 137°46′, C = 69°32′, D = 189°15′, dan E = 120°17′. Sudut di F tidak diukur. Bila semua susut terukur dianggap benar, berapa harga sudut F?
- 6. Hitung dan buatlah tabel sudut-sudut arah untuk poligon pada gambar berikut ini.



- 7. Hitung dan tulislah dalam table untuk poligon berikut
  - (a). sudut sudut arah
  - (b).  $\Delta Y$  dan  $\Delta X$
  - (c). kesalahan penutup linier
  - (d). keseksamaan

Untuk jenis pengukuran manakah ketelitiannya memuaskan?

	SUDUT DALAM		PANJANG
GARIS	(KANAN)	SUDUT ARAH	(m)
AB	A = 113°37'	U 32°21' T	173.5
ВС	B = 149°33'		249.6
CD	C = 125°43'		274.2
DE	D = 114°26'		326.4
EF	E = 80°53'		357.8
FA	F = 135°48'		194.2

# MODUL KERJA II PRAKTEK TACHIMETRI

Tujuan Pembelajaran Umum

Mahasiswa mampu melakukan pengukuran detail di lapangan dan penggambarannya.

#### BAGIAN 2.1.

### TEORI TACHIMETRI

Survei topografi (pengukuran situasi) suatu wilayah dapat dilakukan dengan cara tachimetri untuk mendapatkan detail lapangan. Detail lapangan tersebut dapat meliputi model kontur permukaan tanah, posisi bangunan, letak tanaman, batas-batas wilayah dan lain-lain.

Data-data yang diambil saat melakukan pengukuran pada dasarnya sama dengan pengukuran poligon karena memang alat yang digunakan sama dengan pengukuran poligon yaitu teodolit. Dalam melakukan pengukuran posisi alat ukur diletakkan di titik-titik poligon yang telah diketahui koordinatnya. Pada bagian ini, pengukuran tachimetri meliputi pengukuran posisi suatu titik dalam posisi horisontal (Sumbu X-Y) dan elevasi atau

#### ketinggiannya (Z).

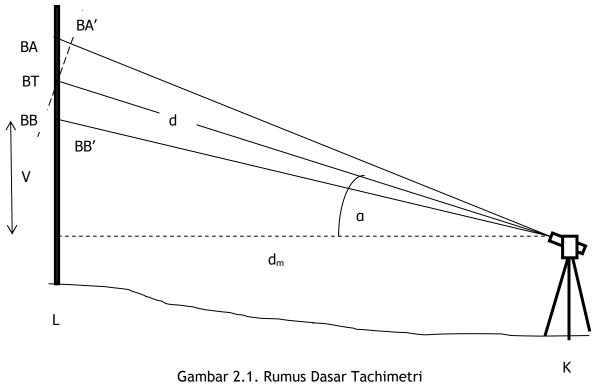
Pada dasarnya ada beberapa cara pengukuran situasi :

#### 1. Secara langsung

Pengukuran ini dilakukan dengan cara melakukan pematokan di lapangan pada areal dengan ketinggian sama. Pematokan dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur waterpass maupun teodolit. Nantinya patok dengan ketinggian sama tersebut akan terlihat semacam garis kontur dan detail lapangan.

#### 2. Tidak langsung

Pengukuran ini dengan cara bertahap, mulai dari membuat kerangka poligon sebagai batas maupun sumber informasi posisi X-Y dan ketinggian/elevasinya, membidik titik-titik detail disekitar poligon dengan cara tachimetri sehingga akan didapatkan informasi tentang posisi titik detail tersebut berdasarkan XYZ, pengolahan data dan penggambaran, kemudian digambar situasi lapangan yang dilengkapi dengan garis kontur.



Jarak mendatar

 $d_o = 100 \, (BA - BB) \, \Rightarrow \, \text{rumus jarak optis, dengan sudut vertikal adalah 90°00'00'' atau garis bidik tegak lurus dengan baak ukur.}$ 

Apabila setting alat tidak tegak lurus sudut vertikal tidak  $90^{\circ}00'00''$ , maka didapatkan hubungan formula sebagai berikut :

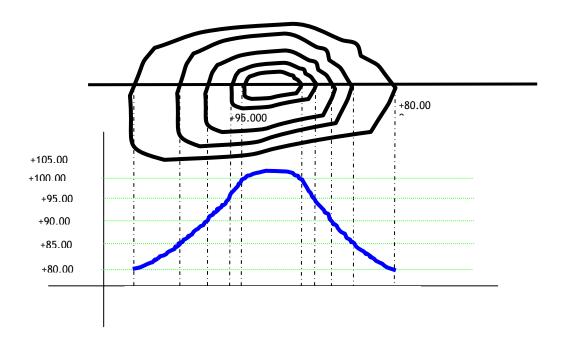
$$BA' \cdot BB' = BA \cdot BB \cdot \cos \alpha$$

$$d_o = 100 (BA - BB) \cdot \cos \alpha$$

# BAGIAN 2.2.

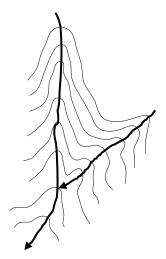
# **TEORI KONTUR**

Hal penting dalam melakukan pemetaan adalah tersedianya informasi mengenai ketinggian suatu wilayah. Dalam peta topografi, informasi tentang elevasi biasanya berupa garis kontur, yaitu garis yang menghubungkan titik-titik dengan ketinggian sama.



Gambar 2.2. Kontur

Berdasarkan model/ motif dari kumpulan garis kontur tersebut, bisa diketahui keadaan sebenarnya di lapangan. Misalkan, suatu daerah aliran sungai, maka kontur yang terbentuk adalah seperti terlihat gambar di bawah ini.



Gambar 2.3. Kontur pembentuk aliran sungai

#### 2.2.1. Istilah dalam kontur.

Ada dua istilah yang menyangkut kontur, yaitu interval kontur dan indeks kontur.

#### 1. Interval kontur

Interval kontur merupakan perbedaan elevasi antar dua garis kontur yang berdekatan. Pada penampilan peta di satu halaman, interval kontur ini dibuat sama besar nilainya antara satu kontur dengan kontur lain. Dalam hal penyajian, semakin besar skala maka informasi pada peta akan semakin banyak (semakin detail), sehingga interval kontur akan semakin kecil. Contoh pemakaian interval kontur dapat dilihat di tabel di bawah ini).

#### 2. Indeks kontur

Indeks kontur merupakan garis kontur dengan kelipatan tertentu. Misal tiap kelipatan 1 meter, 5 meter, 10 meter, dan lain-lain.

Dalam penentuan indeks kontur dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$i = \left(\frac{25}{\text{panjang 1km di peta}}\right) \text{meter}$$

#### Contoh:

Akan dibuat peta dengan skala 1:1000, maka indeks kontur yang ditampilkan dalam peta adalah:

1 km, pada peta skala 1:1000 adalah = 
$$\left(\frac{1 \text{km}}{1000 \text{ cm}}\right) = \left(\frac{100000 \text{ cm}}{1000 \text{ cm}}\right) = 100$$

Maka 
$$i = \left(\frac{25}{100}\right) = 0.25 \text{ meter}$$

Berikut contoh interval kontur yang umum digunakan sesuai bentuk permukaan tanah dan skala peta yang digunakan.

Tabel 2
Interval kontur berdasarkan skala dan bentuk medan

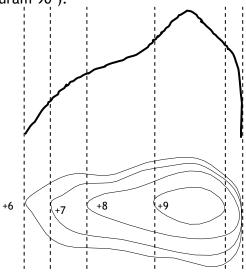
Skala	Topografi	Interval kontur
≥1:1000	Datar	0.2 - 0.5 m
	Bergelombang	0.5 - 1.0 m
	Berbukit	1.0 - 2.0 m
1:1000 - 1: 10000	Datar	0.5 - 1.5 m
	Bergelombang	1.0 - 2.0 m
	Berbukit	2.0 - 3.0 m
≤1:10000	Datar	1.0 - 3.0 m
	Bergelombang	2.0 - 5.0 m
	Berbukit	5.0 - 10.0 m
	Bergunung	0.0 - 50.0 m

Diambil dari: modul IUT UNS

#### 2.2.2. Sifat Garis Kontur

Sifat garis kontur ada beberapa macam, diantaranya adalah :

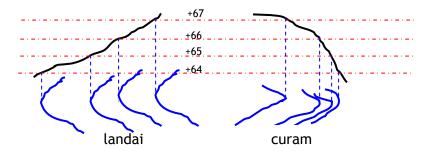
a. Garis Kontur saling melingkari satu sama lain dan tidak akan saling berpotongan, tapi bisa berimpit (pada daerah curam  $90^{\circ}$ ).



Gambar 2.4. Garis kontur yang saling melingkari

Page 59 of 133

- b. Garis Kontur menutup pada dirinya sendiri.
- c. Garis Kontur lebih rapat pada daerah curam dari pada daerah yang lebih landai.

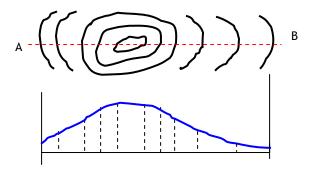


Gambar 2.5. Garis kontur untuk kondisi lapangan landai dan curam

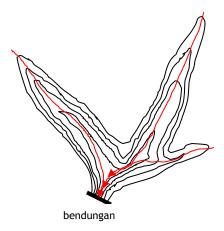
### 2.2.3. Kegunaan Garis Kontur

Selain menunjukkan bentuk ketinggian permukaan tanah, garis kontur juga dapat digunakan untuk:

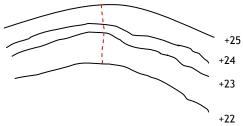
- a. Membuat potongan memanjang (*long-section*).
- b. Menghitung luas dan volume suatu wilayah.
- c. Menghitung tingkat kemiringan suatu wilayah.



Gambar 2.6. Potongan memanjang dari potongan garis kontur.



Gambar 2.7. Bentuk, luas dan volume daerah genangan berdasarkan garis kontur.



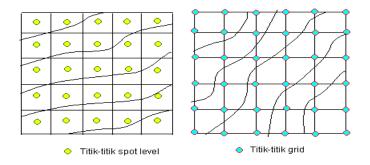
Gambar 2.8. Rute dengan kelandaian tertentu.

#### 2.2.4. Membuat Garis Kontur

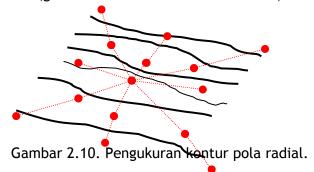
Dalam membuat kontur suatu wilayah semakin besar derajat kerapatan titik, semakin teliti informasi yang dibutuhkan sehingga hasil yang didapatkan juga semakin akurat.

Informasi tentang titik detail tidak harus memiliki elevasi yang sama, namun dibidik dari lapangan mengikuti pola tertentu. Pola-pola tersebut adalah :

- pola kotak-kotak (spot level),
- pola profil (grid) dan
- pola radial, pola radial ini digunakan untuk pemetaan topografi pada daerah yang luas dan permukaan tanahnya tidak beraturan.

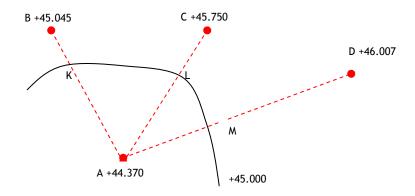


Gambar 2.9. Pengukuran kontur pola spot level dan pola grid (gambar diambil dari modul IUT UNS)



### 2.2.5. Membuat interpolasi Garis Kontur

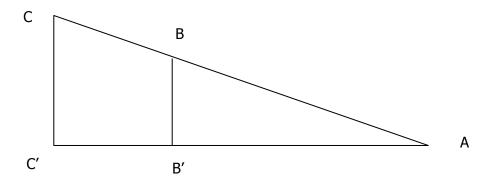
Untuk membuat garis kontur, yang perlu dilakukan adalah plot terlebih dahulu detail titik-titik yang didapatkan dari lapangan, selanjutnya ditentukan titik-titik dengan elevasi yang sama. Dalam menentukan elevasi yang dimaksud dapat menggunakan beberapa cara, diantaranya numeris.



Gambar 2.11. Interpolasi penentuan titik-titik kontur

Cara ini menggunakan perbandingan linear antara dua titik yang ada informasi elevasinya dan satu titik yang dicari.

Pada gambar di atas, titik K yang terletak pada garis ketinggian + 45 berada pada jarak AK =( $\Delta$  hAK /  $\Delta$  hAB)  $\Delta$  jarak AB. Pada dasarnya prinsip perhitungan (interpolasi) garis kontur menggunakan perbandingan segi tiga siku-siku. Lihat gambar segi tiga berikut ini.



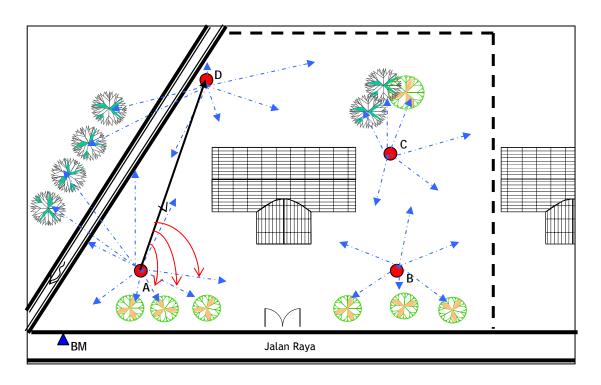
Gambar 2.12. Prinsip Segitiga Interpolasi

$$\frac{\mathsf{AB'}}{\mathsf{BB'}} = \frac{\mathsf{AC'}}{\mathsf{CC'}}$$

### BAGIAN 2.3.

# PRAKTEK PENGUKURAN TACHIMETRI

Setelah penggambaran poligon, selanjutnya lakukan pengukuran detil lapangan di lokasi poligon tersebut. Detil yang diukur meliputi kontur, bangunan pendukung (selokan, kolam, gazebo, dll), posisi tanaman, dan lain sebagainya. Peralatan ukur yang digunakan adalah teodolit dan kelengkapannya.



Gambar 2.11. Pengukuran detil lapangan

### Tahapan pengukuran:

- 1. Letakkan alat ukur teodolit di patok (poligon A).
- 2. Setting teodolit, unting-unting tepat di atas patok, cek nivo.
- 3. Ukurlah tinggi pesawat teodolit ke tanah (jika pengukuran terhadap patok, jangan lupa tambahkan dengan tinggi patok).
- 4. Jika memungkinkan set sudut vertikal 90°00'00''.
- 5. Bidik Titik D, set sudut horisontal 0°00'00'' baca bacaan BA,BT,BB.
- 6. Putar alat searah jarum jam, mulai lakukan pengukuran detail lapangan dengan mencatat sudut horisontalnya dan bacaan BA,BT,BB. Adapun detail yang dibidik adalah:
  - pojok-pojok bangunan
  - tepi-tepi jalan
  - tepi-tepi saluran/ sungai
  - tanaman
  - titik-titik dengan relief ketinggian yang berbeda (sesuaikan dengan skala yang akan digunakan).

- batas-batas alam dan buatan
- dan lain-lain.
- 7. Setelah pembidikan di Titik A selesai, pindahkan alat di Titik B, bidik Titik A. Setting sudut vertikal 90°00'00'' dan sudut horisontalnya 0°00'00''.
- 8. Mulailah lakukan pengukuran detail di Titik B seperti prosedur di atas.

# BAGIAN 2.4.

# PRAKTEK PERHITUNGAN DETAIL LAPANGAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari praktek pengukuran detail di lapangan selanjutnya kalkulasi data tersebut dalam program bantu MS. Exel. Sebagai contoh model tabel dan model perhitungan dapat dilihat di gambar 2.12 berikut ini.

	l13	•	<i>f</i> <sub>x</sub> =(F13-H	H13)*100																
	Α	В	C	D	Е	F	G	Н		J	K	L	М	N	0	Р	Q	R	S	
1																				
3										DETAIL	SITUASI									Н
4		Jenis pengukuran : Deta		: Detail S	etail Situasi				DETAIL	oi i Onoi	_			Diukur ol	oleh : Pertiwi Putri				H	
5		V			Kampus ITS - Manyar (Lapangan Parkir)			ir)						jenis alat					r	
6		tanggal		: 22 Janus		-)-(	-8								no seri		: TL-20D			r
7				,,																Г
8																				
9			Tinggi Tinggi Titik			Bacaan Benang			Jarak	Beda			Sudut Vertikal				Sudut Horizontal			Г
10		Patok	Alat	Patok Sasaran Bacaan benang			ang	Jalak	tinggi	elevasi	Suddit Aelitikat					Judut Horizontal			Г	
11						BA	ВТ	BB	meter	meter		۰	1	11	۰	۰	1	"	۰	Г
12		kolom 1	kolom 2	kolom 3	kolom 4	kolom 5	kolom 6	kolom 7	kolom 8	kolom 9	kolom 10	kolom 11	kolom 12	kolom 13	kolom 14	kolom 15	kolom 16	kolom 17	kolom 18	Г
13 14		A	1.300		D	1.407	1.348	1.289	11.80		+4.500	90	0	0	90.000	0	0	0	0.000	E
15					1	1.321	1.263	1.205	11.60	0.085	+4.585	90	0	0	90.000	9	50	0	9.833	E
16 17					2	1.200	1.160	1.120	8.00	0.103	+4.688	90	0	0	90,000	11	34	10	11.569	
18 19					3	1.115	1.094	1.073	4.20	0.066	+4.754	90	0	0	90.000	166	32	30	166.542	E
20 21					<u> </u>					-0.033					$\vdash$					Н
22					4	1.195	1.127	1.059	13.60		+4.721	90	0	0	90.000	247	15	10	247.253	
23																				

Gambar 2.12. Model Perhitungan Detail di MS. Exel

Pada gambar 2.12, merupakan salah satu contoh prosedur perhitungan detail pengukuran situasi di lapangan. Titik sasaran D dibidik terlebih dahulu sebagai acuan bagi titik-titik detail yang lain (Titik 1, 2, 3 dan 4). Sehingga Titik D sudut horisontal harus di setting 0°00'00'' baru kemudian titik-titik yang lain dibidik.

Berikut ini disajikan beberapa contoh formula perhitungan detail pada gambar 2.12. Data input untuk perhitungan yang didapatkan dari alat ukur teodolit adalah :

- Tinggi Pesawat/alat (kolom 2).
- Tinggi patok, jika ada ketinggian (kolom 3).
- Bacaan Atas (BA), Bacaan Tengah (BT) dan Bacaan Bawah (BB) (kolom 5, 6, 7).
- Sudut vertikal (kolom 11, 12, 13).
- Sudut horisontal (kolom 15, 16, 17).

1. Perhitungan jarak (kolom 8)

I13 =(F13-H13)\*100

I15 =(F15-H15)\*100

dan seterusnya

2. Perhitungan beda tinggi (kolom 9)

J14 =G13-G15

J16 =G15-G17

dan seterusnya

3. Perhitungan elevasi (kolom 10)

K15 = K13+J14

K17 =K15+J16

dan seterusnya

4. Sudut vertikal dalam satuan derajat (kolom 14)

5. Sudut horisontal dalam satuan derajat (kolom 18)

=(P13+Q13/60+R13/3600)

P15 = P15 + (Q15/60) + (R15/3600)

dan seterusnya

## BAGIAN 2.5.

## PRAKTEK PENGGAMBARAN DETAIL LAPANGAN

Setelah data diolah melalui tabel perhitungan detail lapangan untuk tahap selanjutnya adalah penggambaran detail lapangan tesebut di kertas A1. Untuk penggambaran ini dapat menggunakan program bantu gambar Auto-Cad.

Informasi-informasi yang harus ditampilkan pada gambar tersebut adalah:

## 1. Skala gambar

Skala gambar di sini harus sesuai dengan skala gambar yang umum digunakan misalnya 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000, 1:5000, 1:10000, dan lain-lain. Skala merupakan perbandingan jarak antara di atas kertas dan kenyataannya di lapangan. Dalam pemilihan skala tergantung dari luasan kertas yang ditentukan. Skala gambar yang besar akan memberikan informasi yang lebih jelas dan lebih detail, sehingga obyek-obyek yang

ditampilkan di peta akan semakin jelas pula.

## 2. Titik-titik poligon

Titik-titik poligon ini yang dilengkapi dengan informasi koordinat X-Y dan elevasinya (Z).

#### 3. Arah azimuth

Jika memungkinkan, arah azimuth ini sebaikknya mengarah pada bagian atas kertas gambar (sejajar dengan arah lebar kertas) sehingga seperti peta pada umumnya yang ada arah U (utaranya).

## 4. Titik-titik detail di lapangan

Dalam pengukuran sebaikknya pembidikan titik-titik detail di lapangan serapat mungkin apalagi jika kondisi tanah relatif datar. Pengukuran yang rapat tersebut dibutuhkan agar kontur yang digambar nantinya memiliki pola yang jelas dan mudah dalam penghubungan titik-titik dengan elevasi yang sama.

# 5. Informasi-informasi lainnya.

Informasi-informasi lainnya bisa meliputi letak pohon, kolam, dan lain sebagainya. Informasi-informasi tersebut di dalam gambar bisa diberupakan simbol-simbol kartografi seperti pada Mata Kuliah kartografi.

## BAGIAN 2.5.

## **DISKUSI SOAL**

- 1. Apa tujuan pembuatan peta topografik untuk bagian baru sebuah kota? Sebuah taman kota? Untuk letak kawasan industri?
- 2. Sebuah peta garis tinggi mempunyai interval 1 m dan skala 1:1000. Jika dua garis tinggi berdekatan terpisah 40 m, berapa lereng rata-rata tanah antara kedua garis tinggi?
- 3. Pada sebuah peta digambar dengan skala 1 cm = 50 cm, garis-garis tinggi ditempat tertentu terpisah sejauh 30 mm. Interval garis tinggi adalah 2 m. Berapa persen kemiringan tanah antara dua garis tinggi yang berurutan?
- 4. Apakah metode menentukan letak garis tinggi langsung itu lebih cepat daripada metode tak langsung untuk tanah biasa? Apakah lebih teliti? Jelaskan!

5. Di bawah ini adalah elevasi-elevasi pada pojok-pojok bujursangkar koordinat 15 m.

17 16 17 16 19 22

18 15 17 20 21 24

17 18 16 17 18 25

- (a) Sekitar angka manakah dalam table dapat ditarik garis tinggi tertutup 1,5 m
- (b) Gambar garis-garis tinggi 1,5 m untuk wilayah itu. Bandingkan elevasi-elevasi pada lokasi beberapatitik pusat bujursangkar dengan interpolasi pada diagonal-diagonal.



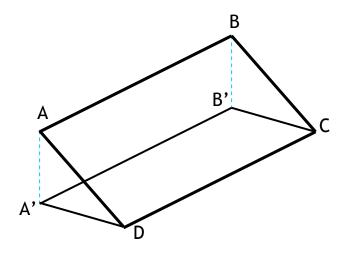
Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa mampu melakukan perhitungan luas dan volume suatu areal.

# BAGIAN 3.1.

# TEORI PERHITUNGAN LUAS

Luas suatu wilayah merupakan luas pada bidang datar (X dan Y) tanpa ada unsur ketinggian (Z). Kondisi di lapangan yang tidak datar (tidak beraturan) tersebut diproyeksikan ke bidang datar sehingga yang tampak dalam gambar adalah bidang X dan Y. Akibat proyeksi tersebut, luas di gambar tampaknya lebih kecil dari pada luas di lapangan.



Gambar 3.1. Pengertian Luas

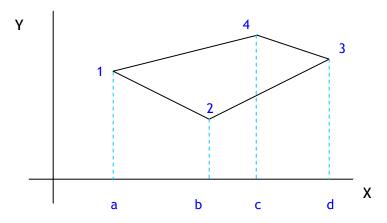
Obyek ABCD setelah diproyeksikan ke bidang datar menjadi ABC'D'. Dalam perhitungan luas, luas yang dihitung adalah luas ABC'D'.

Dalam mengitung suatu daerah dapat digunakan berbagai macam cara yang meliputi:

## 1. Metode Matematis

## A. Koordinat

Diketahui poligon tertutup dengan koordinat masing-masing titik poligon diketahui seperti gambar berikut ini:



Gambar 3.2. Metode Koordinat

Luas poligon tersebut adalah jumlah luas trapesium 14ca dan 43dc dikurangi jumlah trapesium

12ba dan 43db.

Page 90 of 133

$$\begin{split} A_T &= \frac{(Y_1 + Y_4) \cdot (X_4 - X_1)}{2} + \frac{(Y_4 + Y_3) \cdot (X_3 - X_4)}{2} - \frac{(Y_1 + Y_2) \cdot (X_2 - X_1)}{2} - \frac{(Y_2 + Y_3) \cdot (X_3 - X_2)}{2} \\ A_T &= -\frac{(Y_1 + Y_2) \cdot (X_2 - X_1)}{2} - \frac{(Y_2 + Y_3) \cdot (X_3 - X_2)}{2} + \frac{(Y_4 + Y_3) \cdot (X_3 - X_4)}{2} + \frac{(Y_1 + Y_4) \cdot (X_4 - X_1)}{2} \\ 2A_T &= -(Y_1 + Y_2) \cdot (X_2 - X_1) - (Y_2 + Y_3) \cdot (X_3 - X_2) + (Y_4 + Y_3) \cdot (X_3 - X_4) + (Y_1 + Y_4) \cdot (X_4 - X_1) \\ 2A_T &= -\left[Y_1 \cdot X_2 - \underline{Y_1 \cdot X_1} + \underline{Y_2 \cdot X_2} - Y_2 \cdot X_1\right] - \left[Y_2 \cdot X_3 - \underline{Y_2 \cdot X_2} + \underline{Y_3 \cdot X_3} - Y_3 \cdot X_2\right] + \\ & \left[Y_4 \cdot X_3 - \underline{Y_4 \cdot X_4} + \underline{Y_3 \cdot X_3} - Y_3 \cdot X_4\right] + \left[Y_1 \cdot X_4 - \underline{Y_1 \cdot X_1} + \underline{Y_4 \cdot X_4} - Y_4 \cdot X_1\right] \\ 2A_T &= -Y_1 \cdot X_2 + Y_2 \cdot X_1 - Y_2 \cdot X_3 + Y_3 \cdot X_2 + Y_4 \cdot X_3 - Y_3 \cdot X_4 + Y_1 \cdot X_4 - Y_4 \cdot X_1 \\ 2A_T &= (X_1 \cdot Y_2 - X_2 \cdot Y_1) + (X_2 \cdot Y_3 - X_3 \cdot Y_2) + (X_3 \cdot Y_4 - X_4 \cdot Y_3) + (X_4 \cdot Y_1 - X_1 \cdot Y_4) \end{split}$$

$$A_{T} = \frac{\left(X_{1} \cdot Y_{2} - X_{2} \cdot Y_{1}\right) + \left(X_{2} \cdot Y_{3} - X_{3} \cdot Y_{2}\right) + \left(X_{3} \cdot Y_{4} - X_{4} \cdot Y_{3}\right) + \left(X_{4} \cdot Y_{1} - X_{1} \cdot Y_{4}\right)}{2}$$

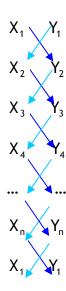
Sehingga secara umum dapat disimpulkan bahwa untuk menghitung luas poligon sebanyak n titik dapat digunakan perumusan berikut ini (tanda mutlak untuk menghindari luas yang negatif):

$$A_{T} = \frac{\left| (X_{1} \cdot Y_{2} - X_{2} \cdot Y_{1}) + (X_{2} \cdot Y_{3} - X_{3} \cdot Y_{2}) + (X_{3} \cdot Y_{4} - X_{4} \cdot Y_{3}) + \dots + (X_{n} \cdot Y_{1} - X_{1} \cdot Y_{n}) \right|}{2}$$

Atau

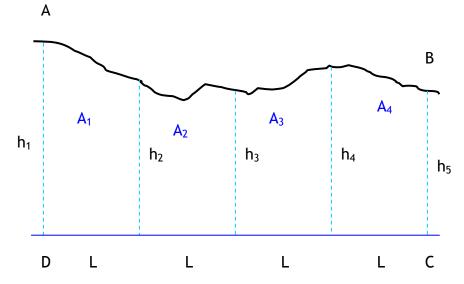
$$A_{T} = \left| \sum_{n=1}^{i=1} \left( \frac{\left( X_{i} \cdot Y_{i+1} - X_{i+1} \cdot Y_{i} \right)}{2} \right) + \frac{\left( X_{n} \cdot Y_{i} - X_{i} \cdot Y_{n} \right)}{2} \right|$$

Untuk lebih mempermudah pemahaman lihat gambar berikut :



## B. Trapezoidal's Rule

Metode Trapezoidal's Rule ini biasa digunakan untuk daerah yang tidak teratur. Prinsip perhitungan metode ini mirip dengan metode koordinat dari segi bentuk yang diasumsikan, yaitu trapesium. Sebagai contoh lihat gambar berikut.



Gambar 3.3. Mencari Luasan Metode Trapezoidal's Rule Dengan Offset (L) Sama

Untuk menghitung luas ABCD, maka terlebih dahulu dibagi dalam ruas-ruas 'trapesium' dengan tinggi/offset trapesium sama (L). maka luas ABCD merupakan jumlah dari  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  dan  $A_4$ , di mana

$$A_1 = \frac{L \cdot (h_1 + h_2)}{2},$$

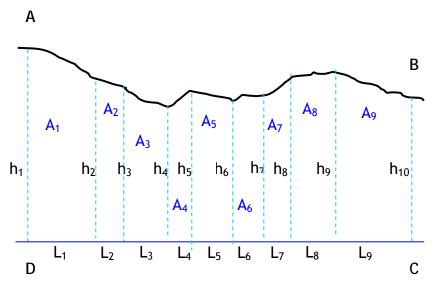
$$A_2 = \frac{L \cdot \left(h_2 + h_3\right)}{2},$$

$$A_3 = \frac{L \cdot \left(h_3 + h_4\right)}{2},$$

$$A_4 = \frac{L \cdot \left(h_4 + h_5\right)}{2}$$

Ketelitian nilai luas ABCD dapat semakin besar apabila dalam penentuan ruas-ruas tersebut semakin mirip dengan bentuk trapesium sempurna. Cara ini memungkinkan didapatkan offset (L) yang tidak sama, namun demikian prinsip perhitungan dengan perumusan trapesium dapat dilakukan. Sebagai contoh, untuk gambar tersebut model

pembagian ruas dapat dilakukan dengan model berikut ini.

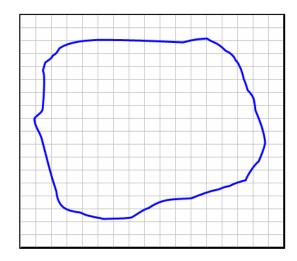


Gambar 3.4. Mencari Luasan Metode Trapezoidal's Rule Dengan Offset (L) Berbeda

#### 2. Metode Grafis

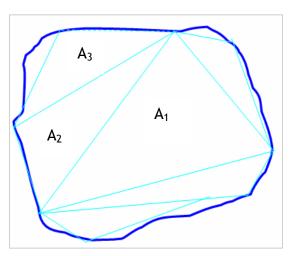
A. Menggunakan bantuan bujur sangkar

Cara ini menggunakan bantuan bujur sangkar (kertas millimeter). Daerah yang akan dihitung luasnya terlebih digambar dalam skala tertentu. Selanjutnya, gambar dengan skala tersebut diplot pada kertas millimeter. Tahap selanjutnya adalah menghitung berapa banyak kotak yang masuk dalam gambar tersebut. Terakhir, jumlah kotak tersebut dihitung luasnya dan dikalikan dengan skala gambar untuk mendapatkan luas yang sebenarnya di lapangan.



Gambar 3.5. Perhitungan luas dengan cara grafis - bajur sangkar

# B. Menggunakan bantuan segi tiga



Gambar 3. 6. Perhitungan luas dengan cara grafis - segitiga

Daerah yang akan dihitung luasnya terlebih dahulu dibagi-bagi dalam banyak segi tiga. Tiap sisi segi tiga tersebut diberi nama sisi a, sisi b, sisi c. Untuk luas satu segi tiga adalah :

$$A_{1} = \sqrt{s_{1} \cdot (s_{1} - a_{1}) \cdot (s_{1} - b_{1}) \cdot (s_{1} - c_{1})}$$
di mana  $s_{1} = \frac{a_{1} + b_{1} + c_{1}}{2}$ 

Tiap-tiap segi tiga tersebut dihitung luasnya, maka luasanm total dari daerah tersebut adalah jumlah luas segi tiga - segi tiga tersebut.

Dari kedua metode grafis tersebut, semakin kecil bujur sangkar atau segi tiga yang dibuat dalam gambar, semakin teliti perhitungan luas yang dihasilkan.

#### 3. Metode Mekanis

Metode mekanis ini dengan menggunakan alat bantu yang disebut dengan planimeter. Alat ini diletakkan di atas peta (gambar) yang akan dihitung luasnya. Planimeter diplot mengikuti batas-batas daerah yang akan dihitung luasnya. Luas daerah actual dapat dihitung berdasarkan hasil pengukuran berdasarkan konversi tertentu. Ketelitian peta berbanding lurus dengan besar skala gambar yang dihitung.

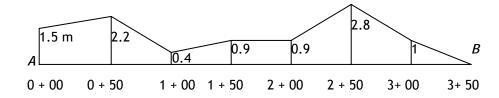


Gambar 3. 7. Perhitungan luas dengan cara mekanis - planimeter

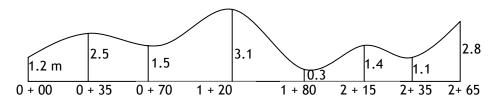
# BAGIAN 3.2.

# **DISKUSI SOAL**

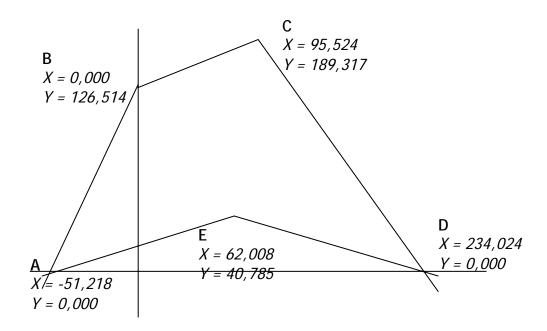
1. Hitung luas tanah pada gambar di bawah ini



2. Hitung luas bidang tanah pada gambar di bawah ini



3. Gambar berikut ini adalah sebuah poligon. Hitunglah luas poligon dengan metode koordinat.



4. Hitunglah luas bangun PQRS.P dengan metode koordinat dan grafis apabila diketahui data

#### berikut ini:

TITIK	X	Υ
Α	-30,451	-70,256
В	-23,008	58,987
С	85,223	125,057
D	35,226	-45,089

- 5. Hitunglah luas sebidang tanah hak milik dibatasi oleh poligon dan busur melingkar digambarkan sebagai berikut: *AB*, S40°00'B, 120 m; *BC*, S80°T, 120 m; *CD*, U35°00'B, 60 m; *DA*, sebuah busur lingkaran menyinggung CD di titik D.
- 6. Luas sebuah lapangan tergambar di peta dengan skala 1 inc:300 ft diukur dengan planimeter lengan-tetap yang tetapannya 10 dan tercatat 2587 putaran roda. Berapakah luas lapangan dinyatakan dalam feet persegi.

7. Buatlah table dengan program computer excel untuk menghitung luas dalam segibanyak tertutup dengan metode koordinat.

## BAGIAN 3.3.

## TEORI PERHITUNGAN VOLUME

Perhitungan volume pada pekerjaan teknik sipil sering dikaitkan dengan pekerjaan timbunan, galian, perhitungan kapasitas tampungan suatu waduk, dan lain-lain. Kenyataan di lapangan ketidakteraturan bentuk sering kali menjadi penghambat dalam melakukan perhitungan volume. Perhitungan volume timbunan misalnya, apabila terjadi kesalahan kebutuhan volume tanah untuk timbunan, maka justru akan mempersulit pekerjaan teknik sipil yang lain. Bahkan, hal tersebut bias jadi akan menambah biaya pekerjaan karena bisa jadi sulitnya mobilisasi tanah yang digunakan sebagai timbunan.

Contoh selanjutnya, pada pekerjaan galian dan timbunan (cut and fill) suatu jalan

yang melintasi wilayah dengan topografi bergelombang. Setelah dilakukaan pengukuran dan desain jalan akan diketahui berapa volume tanah yang harus digali dan berapa kebutuhan tanah untuk timbunan. Ketepatan pengukuran dan perhitungan volume akan menghasilkan biaya konstruksi yang tidak mahal, karena telah diketahui berapa potensi dan kebutuhan tanah. Apabila terjadi kesalahan perhitungan volume *cut and fill*, tentunya akan menambah biaya konstruksi.

#### 3.3.1. Menghitung Volume Tanah

Beberapa motode perhitungan volume akan disajikan berikut ini.

#### 1. Penampang Rata-rata

Areal yang akan dihitung volumenya, dibagi dalam beberapa pias (potongan melintangnya). Selanjutnya cari luas tiap pias tersebut, volume areal merupakan harga ratarata pias yang membatasinya dikalikan dengan jarak antara kedua pias tersebut.

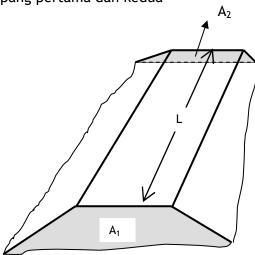
$$Volume = \left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \cdot L$$

# Keterangan:

A1 = Luas penampang pertama

A2 = Luas penampang kedua

L = Jarak penampang pertama dan kedua



Gambar 3.8. Cara perhitungan volume metode penampang rata-rata

# 2. Cara Kontur

Cara ini juga menggunakan pembagian pias per pias, namun sebagai pedoman pembagian pias adalah garis kontur.

Volume = 
$$\left(\frac{A_1 + A_2 + A_3 + ... + A_n}{n}\right) \cdot (n-1) \cdot h$$

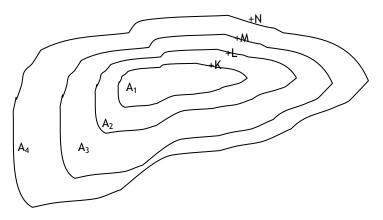
#### Keterangan:

A1 = Luas penampang pias ke-1 untuk elevasi ke-1

A2 = Luas penampang pias ke-2 untuk elevasi ke-2

n = Jumlah pias

h = beda elevasi (untuk kontur dengan interval kontur yang sama)



Gambar 3.9. Cara perhitungan volume metode penampang rata-rata dengan menggunakan kontur

# BAGIAN 3.4.

# **DISKUSI SOAL**

- 1. Mengapa volume galian dan timbunan harus dijumlahkan secara terpisah?
- 2. Hitunglah volume penggalian antara stasiun 50+00, dengan luas ujung 326  $m^2$  dan stasiun 51+00 dengan luas ujung 189  $m^2$ .
- 3. Buat table luas-ujung terhadap kedalaman timbunan dari 3 sampai 7 meter dengan pertambahan 0,5 meter untuk tampang datar, sebuah badan jalan rata lebar 12 m, dan kemiringan 2:1
- 4. Hitunglah volume penggalian dalam meter kubik antara stasiun 15+00 sampai dengan

Page 113 of 133

stasiun 20+00, data dalam table berikut:

Stasiun	Galian	stasiun	Galian
	Luas ujung (m²)		Luas ujung (m²)
15+00	25	18+00	27
16+00	30	19+00	28
17+00	29	20+00	31

5. Seperti data yang ada dalam table di bawah, tabelkan volume-volume galian, timbunan, dan kumulatif dalam meter kubik, antara stasiun-stasiun 30+00 sampai dengan 60+00. Pakailah sebuah factor pemampatan 1,25 untuk galian.

Stasiun	Luas ujung (m²)		Stasiun	Luas ujung (m²)	
	Galian	Timbunan		Galian	Timbunan
30+00	0		30+00		34
31+00	35		31+00		36
32+00	48		32+00		47
33+00	51		33+00		51
34+00	37		34+00		19
34+50	0	0	34+50		9

6. Hitung luas-luas tampang pada soal no.5 dengan metode koordinat

# MODUL KERJA IV PRAKTEK PENGUKURAN SISTEM BPN Tujuan Pembelajaran Mahasiswa mampu melakukan pengukuran sistem BPN dan menggambarkannya.

# BAGIAN 4.1.

# TEORI PENGUKURAN SISTEM BPN

#### 4.1.1. Metode pengukuran

Pengukuran sistem Badan Pertanahan Nasional (BPN) merupakan pengukuran dengan menggunakan pita ukur. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan batasbatas suatu areal maupun bangunan yang ada di atasnya.

Pada pengukuran menggunakan pita ukur, cukup dilakukan dengan merentangkan pita ukur dengan ketegangan pita secukupnya pada jarak lurus antara dua titik. Pengukuran jarak merupakan pengukuran lurus (jarak terpendek antara dua titik).

Jika jarak antara dua titik tersebut lebih panjang dari pada panjang pita ukur, maka pengukurannya dilakukan secara bertahap. Jarak dari jarak kedua titik itu merupakan jumlah dari tiap tahapan pengukuran tersebut. Jika jarak masing-masing bagian tersebut adalah  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ , dan seterusnya maka jarak kedua titik tersebut adalah:

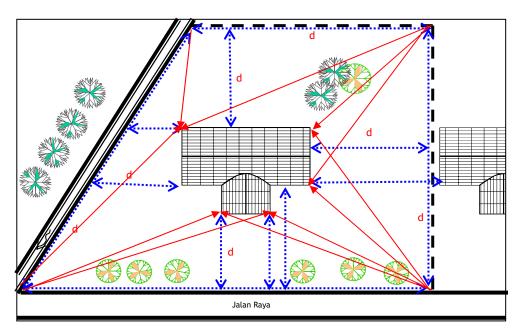
$$d = d_1 + d_2 + d_3 + ... + d_n = \sum_{i=1}^{n} d_i$$

Sering kali pengukuran dilakukan di areal dengan topografi miring, maka pengukuran dapat dilakukan terlebih dahulu dengan mengetahui kemiringan lahan  $(\alpha)$  dan mengukur jarak miringnya kemudian baru dihitung jarak datarnya.

$$\mathbf{d}_{\mathsf{datar}} = \mathbf{d}_{\mathsf{miring}} \cdot \cos \alpha$$

Berikut ini disajikan contoh pengukuran sistem BPN. Pengukuran ini meliputi bidang tanah, batas-batas lahan, jarak bangunan dengan batas, jarak antar bangunan, dan lain

sebagainya.



 ${\it Gambar~4.1:Contoh~Pengukuran~Sistem~BPN}$ 

#### 4.1.2. Kesalahan pengukuran

Kesalahan dalam pengukuran jarak dapat disebabkan oleh beberapa sebab, misalnya:

1. kesalahan dari juru ukur,

kesalahan ini bisa jadi karena juru ukur salah membaca pita ukur ataupun pada saat proses pencatatan.

2. kesalahan dari pita ukur,

seringkali saat pengukuran dalam menarik pita ukur terlalu kencang sehingga pita ukur menjadi renggang, hal tersebut akan berakibat pada salahnya pengukuran. Selain itu jenis bahan pita ukur juga berpengaruh pada tingkat pemuaian bahan pada berbagai suhu lapangan.

#### 4.1.2. Kegiatan Pengukuran Sistem BPN

Pesertifikasian tanah yang dilakukan oleh Badan Pertanahan Nasional, pada dasarnya terdiri dari tim hukum dan tim teknis pengkuran lapangan. Kegiatan pengukuran tersebut terbagi atas 3 tahap pekerjaan.

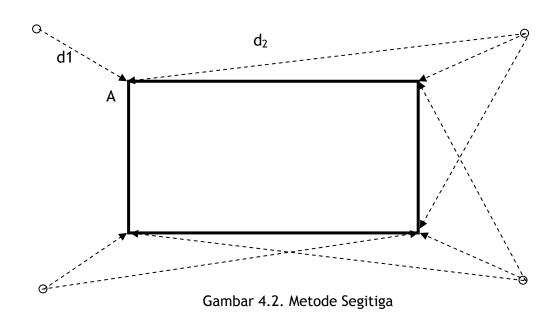
Tahapan pekerjaan tersebut adalah:

1. Pekerjaan lapangan oleh tim teknis pengukuran lapangan.

Pekerjaan lapangan tersebut antara lain melakukan survey lokasi pengukuran, batas-batas lokasi pengukuran (blok), pencarian dan/atau pemasangan BM, pengukuran poligon, dan pengukuran bidang tanah.

Pada tahap pemasangan batas harus disaksikan oleh tetangga yang bersebelahan dan tim dari BPN. Pemasangan batas dilakukan berdasarkan kesepakatan antara pemohon dengan tetangga yang bersebelahan di mana tanahnya saling bersinggungan batasnya. Patok yang dipasang di pojok-pojok batas biasanya berupa patok beton dengan ukuran 10x10x40 centimeter.

Saat pengukuran biasanya digunakan metode segitiga (lihat gambar 4.1) dengan menggunakan alat ukur rol meter. Metode segitiga ini nantinya ditentukan dari perpotongan jarak-jarak. Pada gambar 4.2, terlihat bahwa Titik A merupakan perpotongan jarak  $d_1$  dan  $d_2$ . Demikian pula seterusnya untuk titik-titik yang lain.



Page 124 of 133

# 2. Perkerjaan perhitungan dan penggambaran.

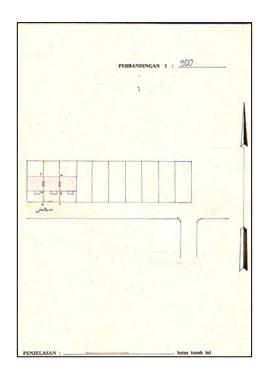
Pada tahap ini, dilakukan kalkulasi hasil pengukuran di lapangan, penggambaran kerangka peta pendaftaran tanah dan pembuatan bidang ukur bidang tanah.

#### 3. Pekerjaan perhitungan luas bidang dan pembuatan surat ukur.

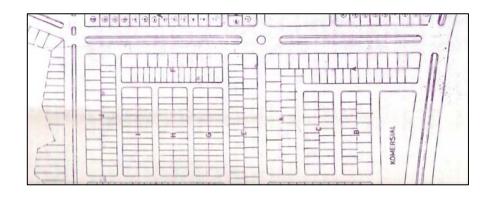
Tahap ini, dilakukan perhitungan luas tanah yang diukur dan bangunan yang ada di atasnya, pembuatan peta dasar teknik dan daftar luasnya, peta pendaaftaran dan pembuatan surat ukur.

111111111111111111111111111111111111111					
fara tara tara ta		DAFTAR ISIAN 207			
112-10-07-0	8 - 9 - 00 276	Nomor hak : B.276.			
AL 370471	SURAT UK	II R			
AU 310411					
GAMBAR SITUASI NIB: [1 2 . 1 0 . 0 7 . 0 8 . 0 0 14 5]					
	Nomor: 161 / 08 /1				
SEBIDANG TANAH	TERLETAK DALAM				
Propinsi :					
Kabupaten/ <del>Kotamodya-</del> :					
Kecamatan :	Om/H				
Desa/Kelurahan :	Kalipecabean	Bldt AU-37			
Peta :	84 tened				
Lembar : Kotal	k : Non	nor Pendaftaran			
Keadaan Tanah : Bobd.darur	tamb pelamaga distanya	berdiri sobuh zumb gobing			
		<u></u>			
Tanda-tanda batas : Temboli	a-b dan o-f berdiri ditem	ph bates			
Tembok	o-d berdiri didalam bates				
Luss : 90 H2 ( Senbille	m poleh noter persegi )				
***************************************	***********************************				
	alab Olm Colonel Intiff	*			
Penunjukan dan penetapan batas : Oloh Bör, finimal Ariffin					

Gambar 4.3. Contoh Surat Ukur



Gambar 4.4. Contoh Gambar Ukur



Gambar 4.5. Contoh Gambar Ukur 2

#### BAGIAN 4.2.

# PRAKTEK PENGUKURAN SISTEM BPN DI LAPANGAN DAN PENGGAMBARAN HASILNYA

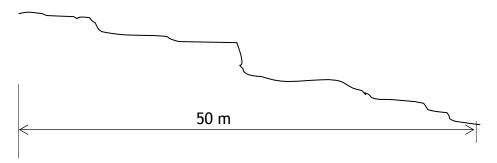
Berdasarkan lokasi pengukuran terdahulu, lakukanlah pengukuran dengan menggunakan sistem BPN. Pengukuran meliputi panjang dan lebar bangunan, panjang dan lebar lahan, bangunan dengan batas lahan, antar bangunan, jalan, dan lain sebagainya. Lokasi pengukuran sama dengan saat pekerjaan pengukuran poligon dan detail situasi.

Berdasarkan pengukuran sistem BPN tersebut, gambarlah di program bantu Auto-Cad di halaman yang sama pada lokasi yang telah dipetakan sebelumnya. Selain itu hitunglah luas bangunan dan tanah yang ada berdasarkan teori-teori yang telah diberikan. Kemudian cantumkan hasil perhitungan bersama gambar poligon, detail situasi yang telah digambar sebelumnya.

# BAGIAN 4.3.

# **DISKUSI SOAL**

- 1. Sebutkan dan jelaskan 6 langkah pengukuran dengan pita ukur baik pada tanah datar maupun tanah miring!
- 2. Bagaimana cara (prosedur) pengukuran jarak dengan pita ukur pada tanah miring jika jaraknya 50 m. Jelaskan! Kemanakah arah pengukuran?



- 3. Sebuah pita baja 30 m bila dibandingkan dengan sebuah standar sebenarnya 30,01 m panjangnya. Berapakah panjang garis terkoreksi yang diukur dengan pita ini menghasilkan 256,89 m?
- 4. Hitunglah jarak horisontal untuk jarak miring AB seperti data di bawah ini:
  - (a). AB = 174,97 m, beda elevasi A ke B = 9,6 m
  - (b). AB = 257,51 m, sudut miring =  $3^{\circ}42'30''$
  - (c). AB = 532,65 m, gradien -3,5 %
- 5. Pada waktu mengukur jarak CD, paku lapangan pertama ditempatkan 0,4 m ke kanan garis CD dan paku kedua dipasang 0,3 m ke kiri garis CD. Jarak tercatat adalah 87,56 m. Hitunglah jarak yang benar.
- 6. Saat CD diukur dengan pita, sebuah pohon pada garis jarak membuat diadakan pemasangan titik perantara E dengan pergeseran 15 cm kesamping garis CD. Kemudian garis CE diukur sepanjang lereng seragam dengan kemiringan 3,5 % didapatkan 267,45 m. Garis ED di tanah horisontal terukur 95,78 m. Carilah panjang CD!
- 7. Sebuah lapangan dengan bentuk tidak teratur diukur dengan pita baja 30 m yang panjangnya 30,03 m dan luasnya yang salah didapat sebesar 45.976,56 m2. Berapa luas

sebenarnya?