

# PERHITUNGAN LUAS & VOLUME

Kuliah 06

# PERHITUNGAN LUAS

**Dilakukan Berdasarkan bentuk**

# LUAS

Menghitung luas dapat dilakukan dengan cara :

- I. Menggunakan data dari peta/gambar rencana
- II. Langsung dari data lapangan.

## I. Luas di peta

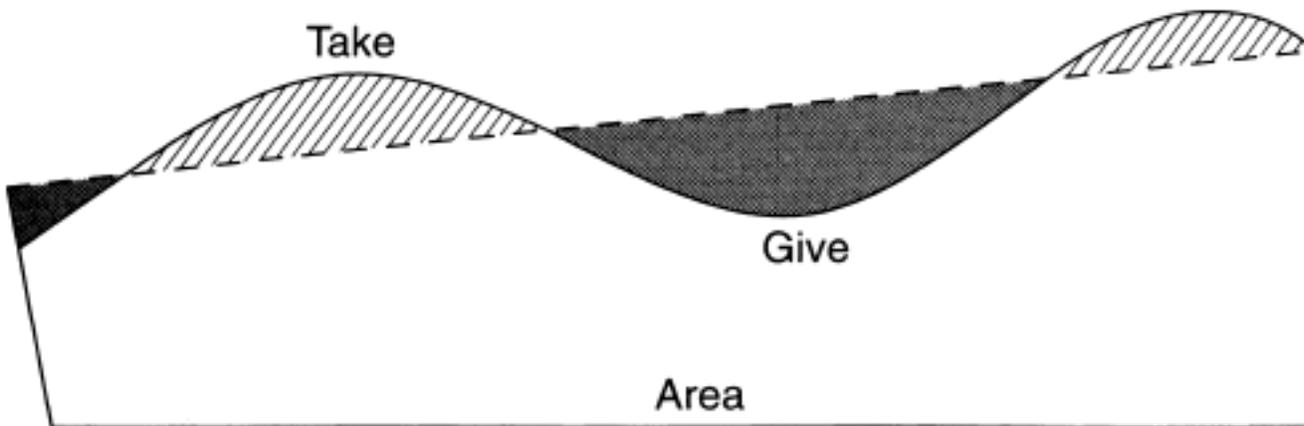
(1) Mengukur sisi-sisi segitiga a,b, dan c

LUAS segitiga =  $[s(s-a)(s-b)(s-c)]^{1/2}$  , dimana  $s = (a+b+c)/2$

Akurasi yang dicapai bergantung pada kesalahan skala gambar/peta dan ukuran sisi-sisi segitiga.

(2) Jika daerahnya tidak beraturan, didapat dengan cara meletakkan kertas transparan yang diberi grid/kisi dengan luas tertentu, kemudian diletakan diatas gambar tersebut (*superimposed*). Dengan menggunakan skala dan ukuran luas grid, maka dapat mengestimasi luas daerah dari jumlah grid. Luas grid pada batas yang tidak teratur dapat diestimasi.

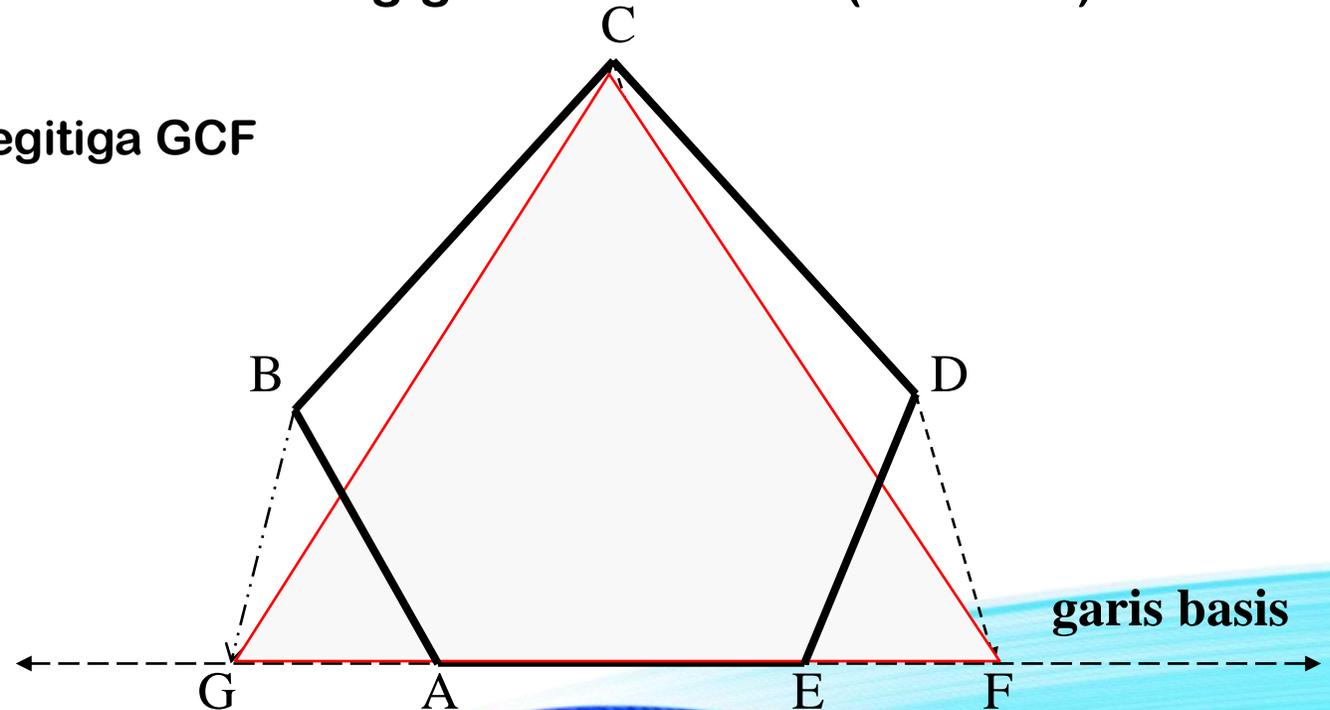
Alternatifnya, batas tidak beraturan dapat dikurangi menjadi garis lurus menggunakan garis '*take and give*', di mana area 'diambil' dari total area seimbang dengan area ekstra 'yang diberikan'



- (3) Jika daerahnya dibatasi dengan garis-garis dengan banyak titik sudut (poligon), dapat dihitung dengan menggunakan segitiga-segitiga yang luasnya sama. Lihat gambar poligon ABCDE, dibawah ini.

- Membuat Luas poligon ABCDE = Luas segitiga GCF**
- ✓ Hubungkan C dengan E, buat garis // CE dari titik D memotong garis basis di F. (DF//CE)
  - ✓ Hubungkan C dengan A, buat garis // CA dari titik B memotong garis basis di G. (BG//CA)

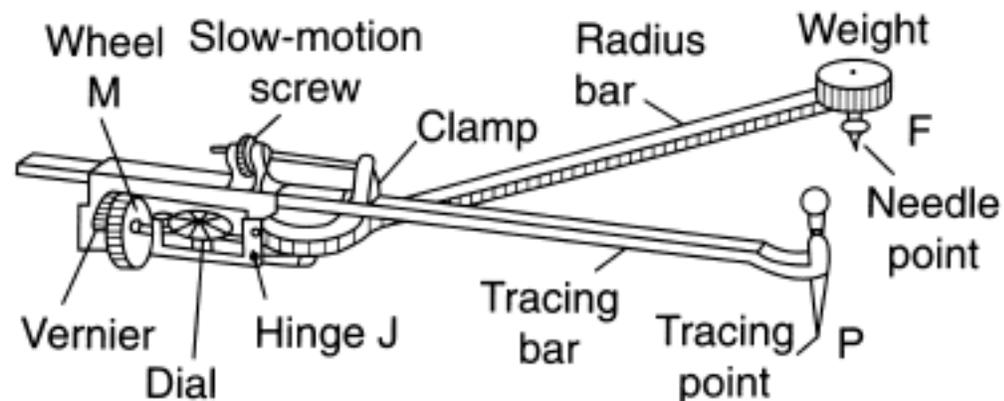
Luas poligon ABCDE sama dengan segitiga GCF



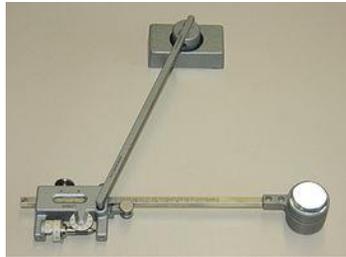
## (4) Mengukur luas di peta dengan alat Planimeter

Metode mekanis yang paling umum untuk mengukur luas dari denah pada kertas atau area tidak beraturan pada peta adalah dengan menggunakan alat yang disebut **PLANIMETER**

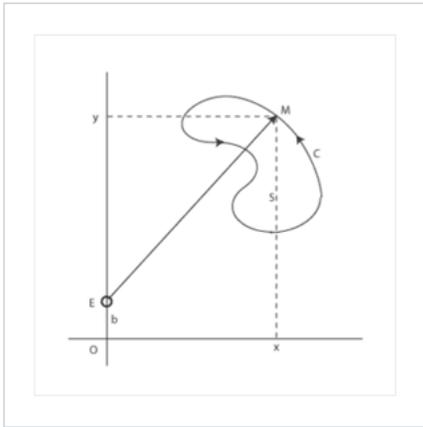
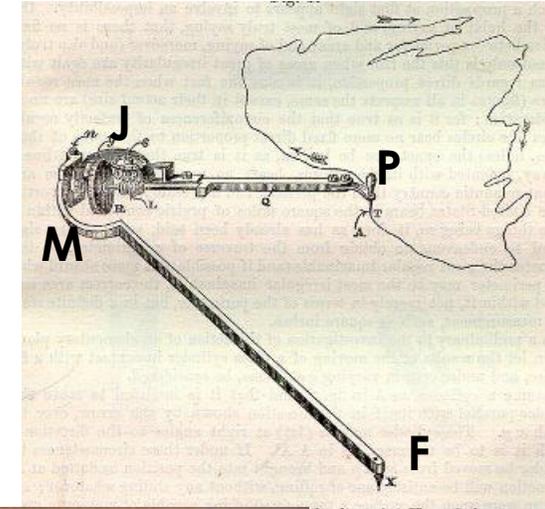
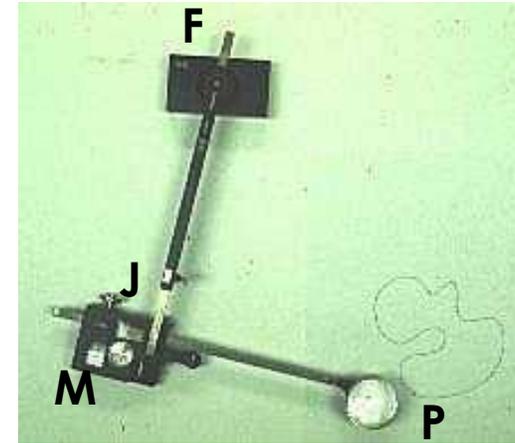
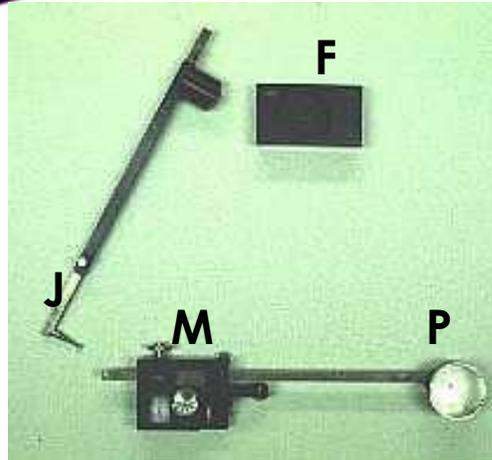
Ini terdiri dari dua tungkai, JF dan JP, yang bebas bergerak relatif satu sama lain melalui titik berengsel di J tetapi dipasang pada bidang dengan jarum pemberat di F (needle point). M adalah roda ukur berskala dan P jarum untuk menelusuri deliniasi area yang akan diukur luasnya (*tracing point*). Saat P digerakkan mengelilingi keliling area, roda pengukur sebagian berputar dan sebagian bergeser di atas denah dengan pergerakan titik penelusuran yang bervariasi.



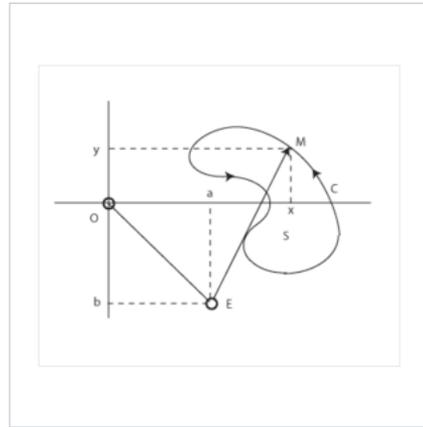
<https://youtu.be/UFa4fBL-QeM>



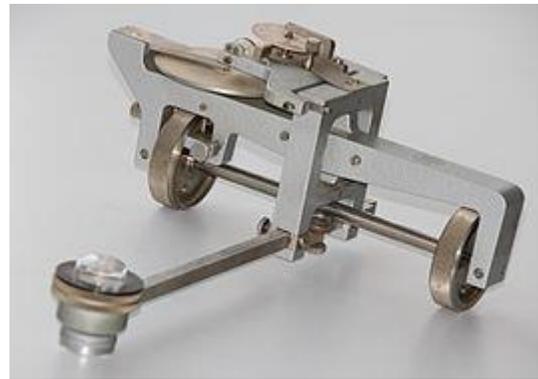
Polar Planimeter



Linear planimeter



Polar planimeter



Linear Planimeter



Prytz planimeter with wheel at the left

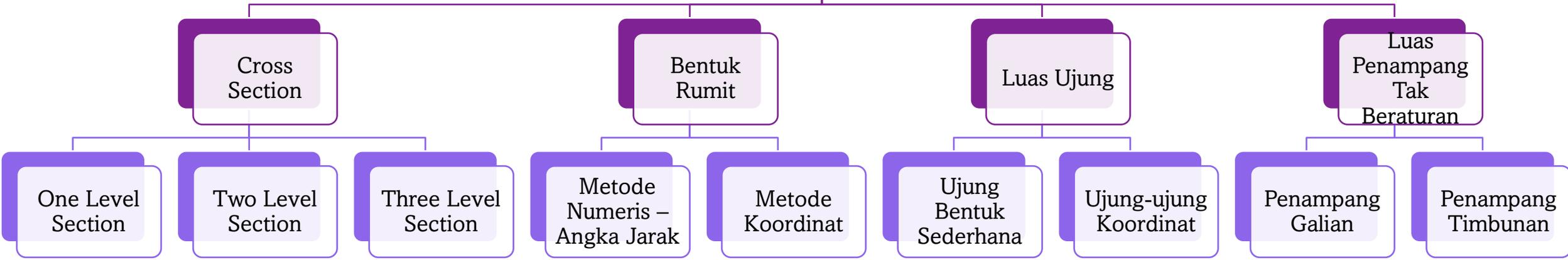


Digital Planimeter

# LUAS PENAMPANG *CROSS-SECTION* (BERATURAN)

- Metode *cross-section* atau penampang melintang banyak digunakan untuk pekerjaan tanah yang bersifat memanjang, seperti perencanaan jalan raya, jalan kereta api, bendungan dan penggalian pipa.
- Volume tanah antara dua penampang *cross-section* dapat dihitung apabila luas penampang diketahui terlebih dahulu.
- Luas konstruksi yang bersifat memanjang dengan bentuk penampang yang seragam (beraturan), lebar formasi dan kemiringan sisi galian yang konstan dapat ditentukan dengan rumus-rumus yang telah disederhanakan sehingga perhitungannya lebih mudah dan cepat.

Metode Menghitung Luas

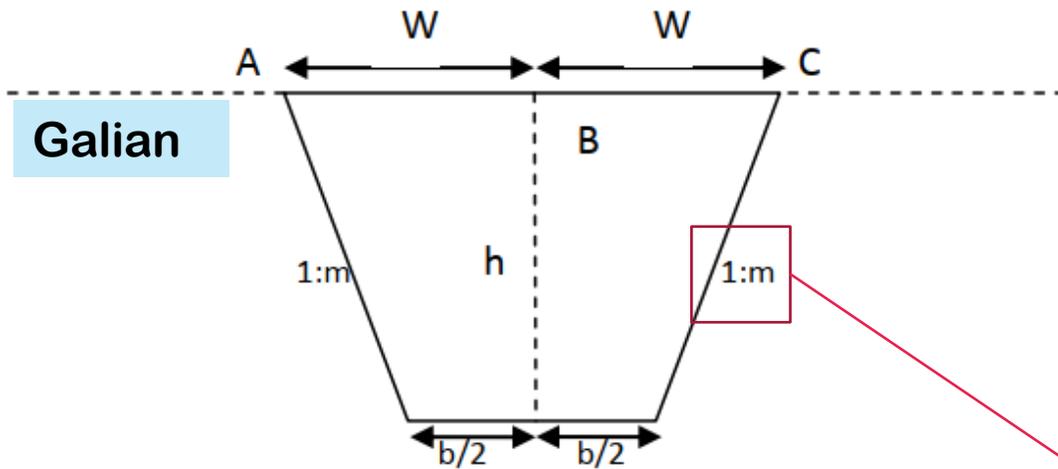


# LUAS: CROSS SECTION – ONE LEVEL SECTION

1

Penampang dengan permukaan tanah asli mendatar

Apabila melihat gambar penampang *cross section* seperti di samping dengan keterangan :  
**b** = lebar formasi  
**w** = lebar sisi dari perpotongan sumbu sampai perpotongan tanah asli dengan sisi galian

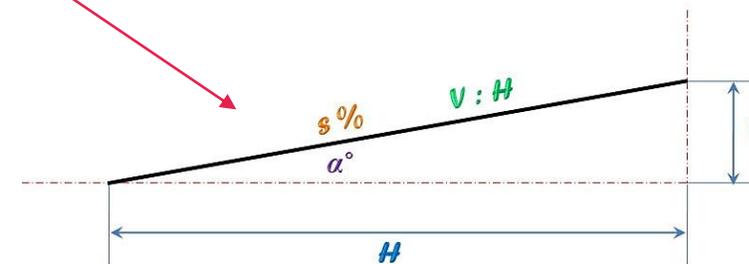


$$w = \frac{b}{2} + m \cdot h$$

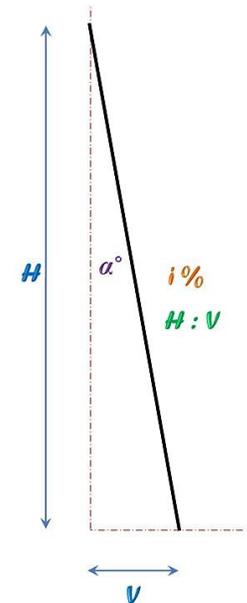
$$AC = 2 \cdot w = b + 2 \cdot m \cdot h$$

$$\text{Luas Penampang} = A = \left( \frac{b + b + 2 \cdot m \cdot h}{2} \right) h$$

$$A = h(b + m \cdot h)$$



SLOPE / INKLINASI



VERTIKALITAS / KETEGAKAN

Dalam pemasangan patok A dan C , lebar sisi dapat diskala dari gambar penampang dengan hati-hati dan teliti menggunakan alat sipat datar, rambu dan pita ukur. Pembacaan pada rambu di A dan b masing-masing  $H_2$  dan  $H_1$ , apabila  $h$  kedalaman formasi di bawah B, maka :

$$h_2 + H_2 = H + h \text{ atau } h_2 = H - H_2 + h, \text{ dan } h_2 = x/m$$

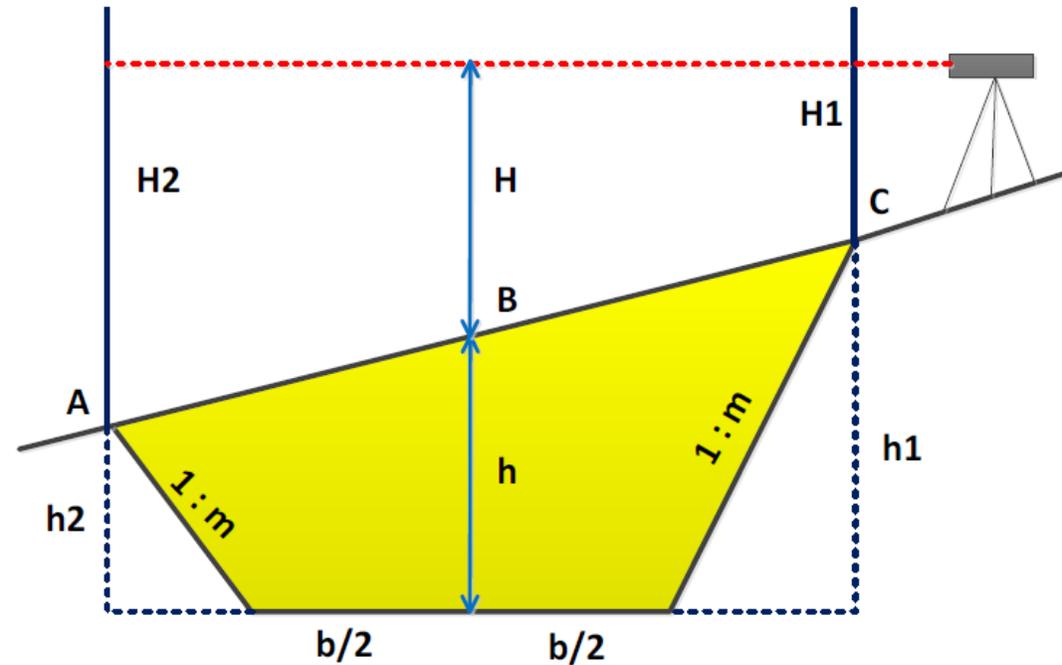
Oleh sebab itu :

$$x = m(H - H_2 + h)$$

$$w_2 = \frac{b}{2} + x$$

$$w_2 = \frac{b}{2} + m(H - H_2 + h)$$

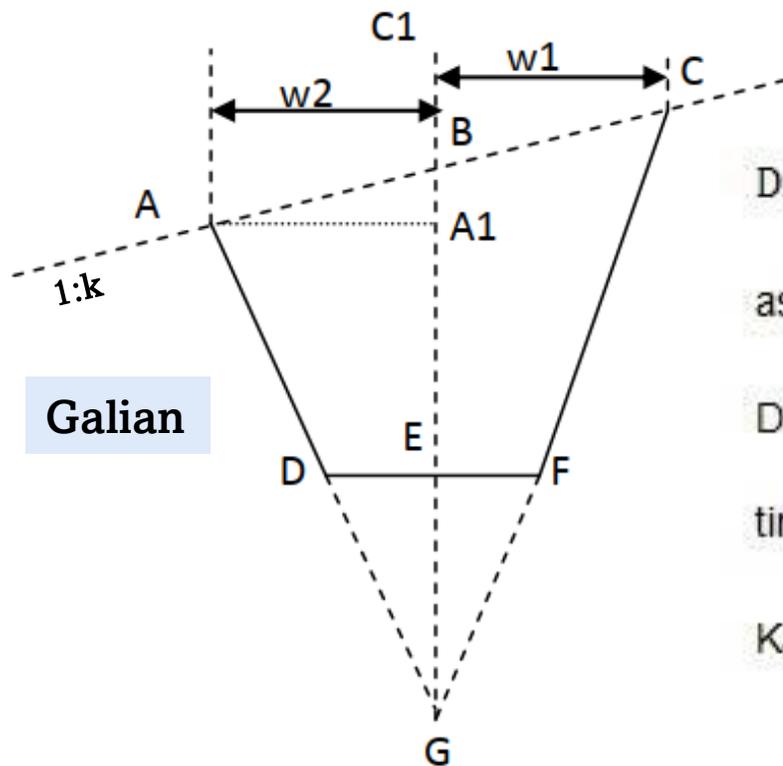
$$\text{Demikian pula : } w_1 = \frac{b}{2} + m(H - H_1 + h)$$



# LUAS: CROSS SECTION – TWO LEVEL SECTION

## Penampang dengan permukaan tanah asli miring

Pada kasus ini permukaan tanah asli miring terhadap arah sumbu proyek sehingga lebar sisi dari titik sumbu menjadi tidak sama.



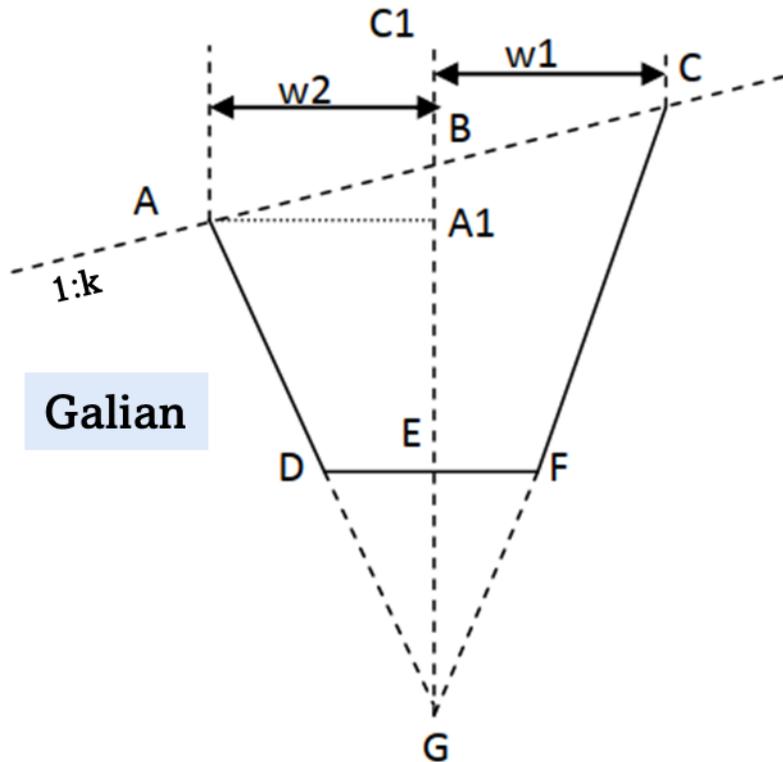
Galian

Di sini  $C_1 = \frac{w_1}{k}$  merupakan beda tinggi antara titik B dan C karena kemiringan tanah asli 1 ; k sepanjang jarak  $w_1$  demikian pula :  $A_1 B = \frac{w_2}{k}$ .

Demikian pula apabila sisi miring berpotongan di G, maka GE akan menjadi beda tinggi untuk jarak horisontal sepanjang  $\frac{b}{2}$ , sehingga  $GE = \frac{b}{2m}$

Karena  $\Delta C_1CG$  sebangun dengan  $\Delta EFG$  maka :

# LUAS: CROSS SECTION – TWO LEVEL SECTION



Galian

$$\frac{CC_1}{EF} = \frac{GC_1}{GE}$$

$$\frac{w_1}{b/2} = \frac{\frac{b}{2m} + h + \frac{w_1}{k}}{b/2m}$$

$$w_1 \left(1 - \frac{m}{k}\right) = \frac{b}{2} + mh$$

$$w_1 = \left(\frac{b}{2} + mh\right) \left(\frac{k}{k-m}\right)$$

Demikian pula :

$$\frac{AA_1}{DE} = \frac{GC_1}{GE}$$

$$\frac{w_2}{b/2} = \frac{\frac{b}{2m} + h - \frac{w_2}{k}}{b/2m}$$

Sehingga :

$$w_2 = \left(\frac{b}{2} + mh\right) \left(\frac{k}{k+m}\right)$$

Luas tampang galian atau timbunan adalah ACFDA :

= luas BCG + luas ABG - luas DFG

$$= \frac{1}{2} w_1 \left(\frac{b}{2m} + h\right) + \frac{1}{2} w_2 \left(\frac{b}{2m} + h\right) - \frac{1}{2} \cdot b \cdot \frac{b}{2m}$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{b}{2m} + h\right) + (w_1 + w_2) - \frac{b^2}{4m}$$

$$= \frac{1}{2m} \left\{ \left(\frac{b}{2} + mh\right) + (w_1 + w_2) - \frac{b^2}{2} \right\}$$

Beda tinggi antara C dan F : =  $h + \frac{w_1}{k}$

Beda tinggi antara A dan D : =  $h - \frac{w_2}{k}$

# LUAS: CROSS SECTION – THREE LEVEL SECTION

Penampang dengan permukaan tanah asli mempunyai dua kemiringan

Penampang jenis tanah ini memiliki kemiringan tanah asli 1:k dan 1:l. Rumus untuk lebar sisi pada penampang jenis ini dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

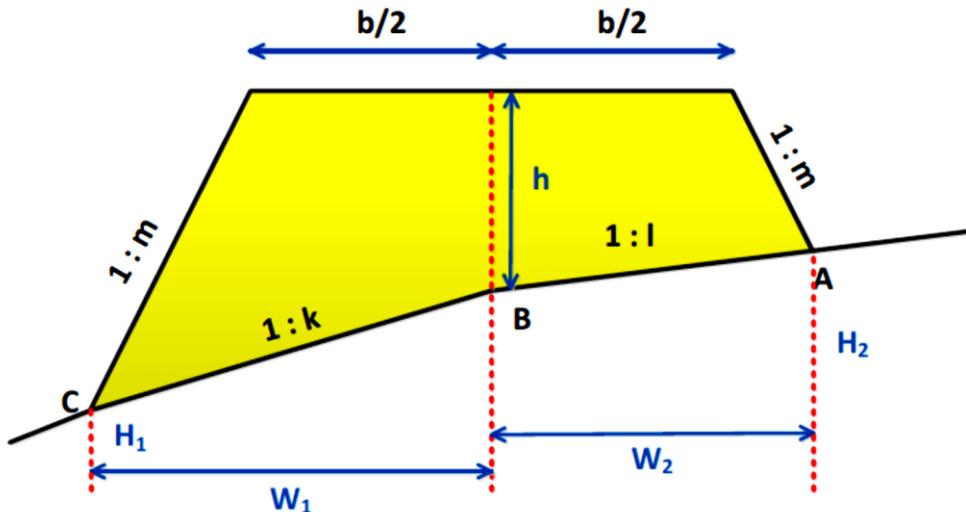
$$w1 = \left(\frac{b}{2} + mh\right) \left(\frac{k}{k - m}\right)$$

$$w2 = \left(\frac{b}{2} + mh\right) \left(\frac{l}{l + m}\right)$$

Apabila BA menurun dari garis sumbu maka persamaan w2 berubah menjadi:

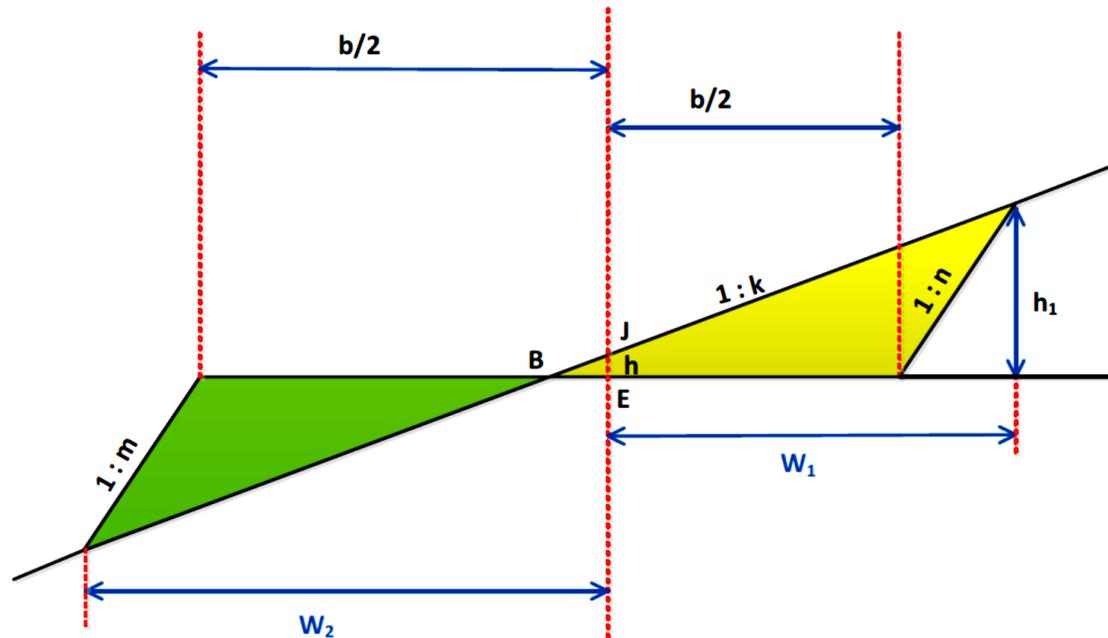
$$w2 = \left(\frac{b}{2} + mh\right) \left(\frac{l}{l - m}\right)$$

Dari persamaan-persamaan di atas maka rumus untuk luas penampang *Three Level Section/Variable Level* adalah sebagai berikut:



$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \frac{1}{2} w1 \left(\frac{b}{2m} + h\right) + \frac{1}{2} w2 \left(\frac{b}{2m} + h\right) - \frac{1}{2} b \cdot \frac{b}{2m} \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{b}{2m} + h\right) (w1 + w2) - \frac{b^2}{4m} \\ &= \frac{1}{2m} \left\{ \left(\frac{b}{2} + mh\right) (w1 + w2) - \frac{b^2}{2} \right\} \end{aligned}$$

# LUAS: PENAMPANG DENGAN TANAH ASLI DALAM GALIAN DAN TIMBUNAN (SIDE HILL TWO LEVEL SECTION)



$\triangle GBA$  sebangun dengan  $\triangle EBJ$ ,

Maka :

$$w_2 = \left( \frac{k}{k-m} \right) \left( \frac{b}{2} - m \cdot h \right)$$

$$w_2 = \left( \frac{k}{k-m} \right) \left( \frac{b}{2} - mh \right)$$

## Luas Timbunan :

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} h_2 \cdot DB &= \frac{1}{2} h_2 \cdot \left( \frac{b}{2} - kh \right) \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{2w_2 - b}{2m} \right) \cdot \left( \frac{b}{2} - kh \right) \\ &= \frac{1}{2} \cdot \frac{\left( \frac{b}{2} - kh \right)^2}{(k-m)} \end{aligned}$$

## Luas Galian :

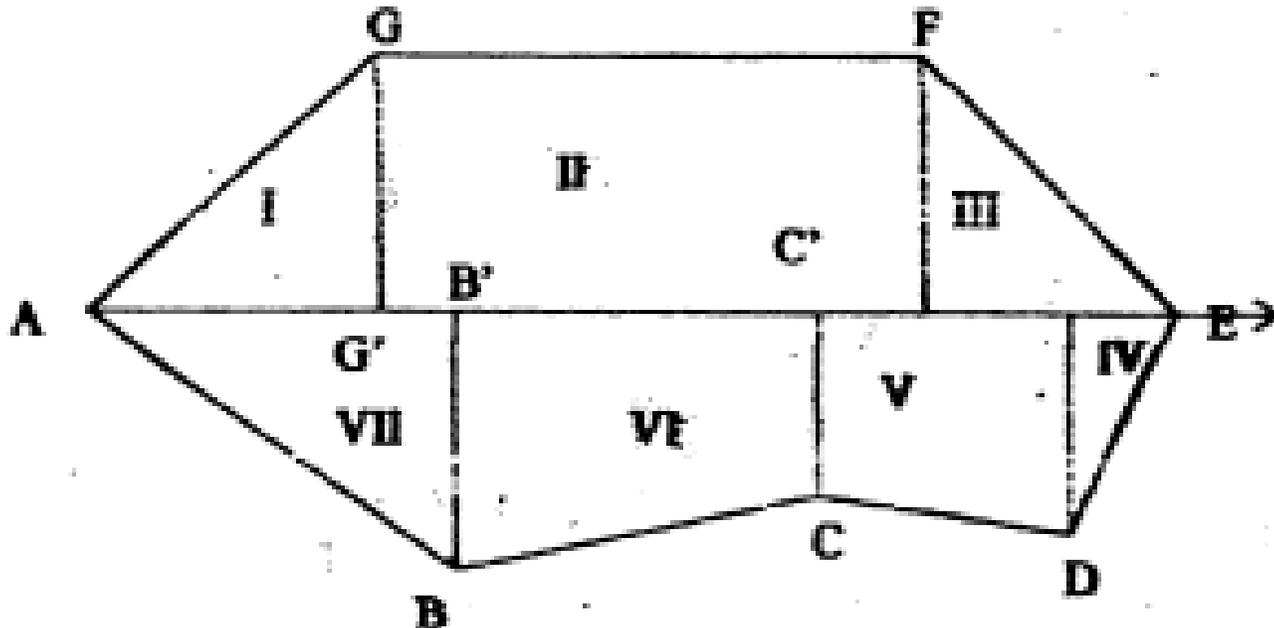
$$\begin{aligned} \frac{1}{2} h_1 \cdot BF &= \frac{1}{2} h_1 \cdot \left( \frac{b}{2} - kh \right) \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{2w_1 - b}{2n} \right) \cdot \left( \frac{b}{2} - kh \right) \\ &= \frac{1}{2} \cdot \frac{\left( \frac{b}{2} - kh \right)^2}{(k-n)} \end{aligned}$$

## II. Menghitung Luas di Lapangan

### LUAS: BENTUK RUMIT – NUMERIS ANGKA JARAK

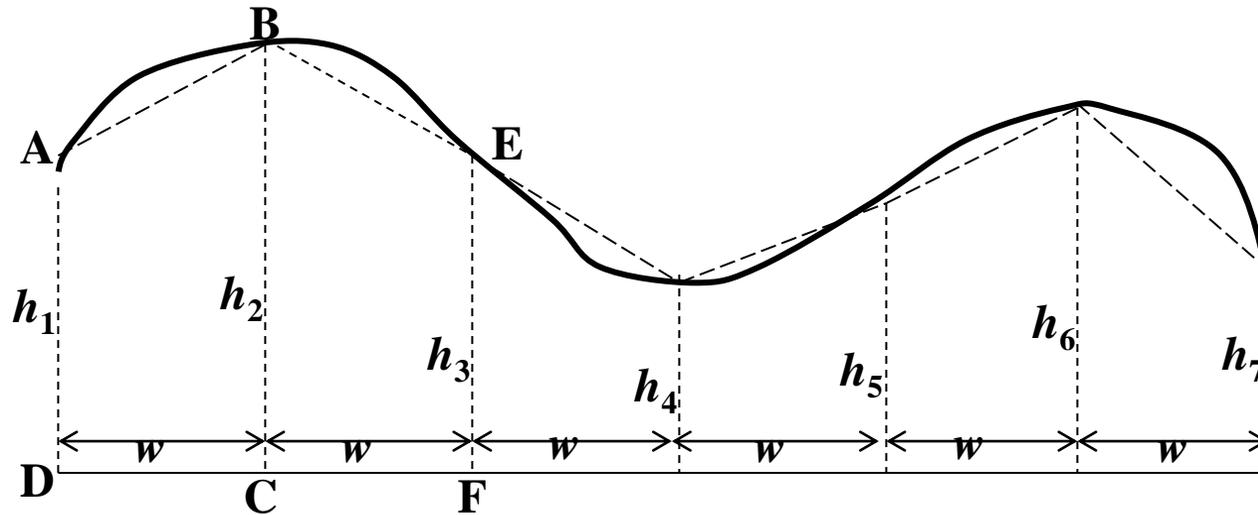
#### 1. Cara Numeris dengan Angka Jarak

Perhitungan luas masing-masing bentuk kemudian dijumlahkan seluruhnya.



Romawi	Luasan
I	Segitiga
II	Segiempat
III	Segitiga
IV	Segitiga
V	Trapeسيوم
VI	Trapeسيوم
VII	Segitiga

(a) *TRAPEZOIDAL rule*



Persamaannya merepresentasikan area yang dibatasi oleh garis putus-putus dibawah garis lengkung; dengan demikian, jika kurva batas berada di luar maka luas yang dihitung terlalu kecil, dan sebaliknya.

$$\text{Luas Trapesium pertama ABCD} = \frac{h_1 + h_2}{2} \times w$$

$$\text{Luas Trapesium kedua BEFC} = \frac{h_2 + h_3}{2} \times w$$

$$\text{Luas trapesium total} \quad A = w \left( \frac{h_1 + h_7}{2} + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \right)$$

## (b) *SIMPSON's* $\frac{1}{3}$ rule

Pada batas daerah melengkung, hitungan luas menggunakan aturan Simpson's lebih akurat daripada menggunakan aturan trapesium. Aturan Simpson's  $\frac{1}{3}$  rule berlaku, jika ordinat  $h_i$  berjumlah ganjil (  $i$  ganjil), atau jumlah trapesiumnya genap ( pada contoh  $i=7$ ). Bila jumlah trapezium ganjil maka dapat digunakan Simpson's  $\frac{3}{8}$  rule

$$A = \frac{w}{3} \left[ (h_1 + h_7) + 4(h_2 + h_4 + h_6) + 2(h_3 + h_5) \right]$$

Luas =  $1/3$  jarak  $w$  dikalikan dengan jumlah ordinat pertama ( $h_{\text{awal}}$ ) dan terakhir ( $h_{\text{akhir}}$ ) ditambah  $4 \times$  jumlah ordinat genap ( $\sum h_{\text{genap}}$ ) ditambah  $2 \times$  jumlah ordinat ganjil ( $\sum h_{\text{ganjil}}$ ).

Aturan ini mengasumsikan batas yang dimodelkan sebagai parabola di seluruh pasangan area dan oleh karena itu lebih akurat daripada aturan trapesium. Jika batasnya adalah parabola, rumusnya akan tepat. Persamaan tersebut membutuhkan jumlah ordinat yang ganjil dan akibatnya jumlah area yang genap.

# LUAS: BENTUK RUMIT – METODE KOORDINAT

## 2. Metode Koordinat

$$\text{Luas } 12341 = \frac{1}{2} (y_1[x_4 - x_2] + y_2[x_1 - x_3] + y_3[x_2 + x_4] + y_4[x_3 - x_1])$$

$$\text{Atau} = \frac{1}{2} (y_n[x_{n-1} - x_{n+1}])$$

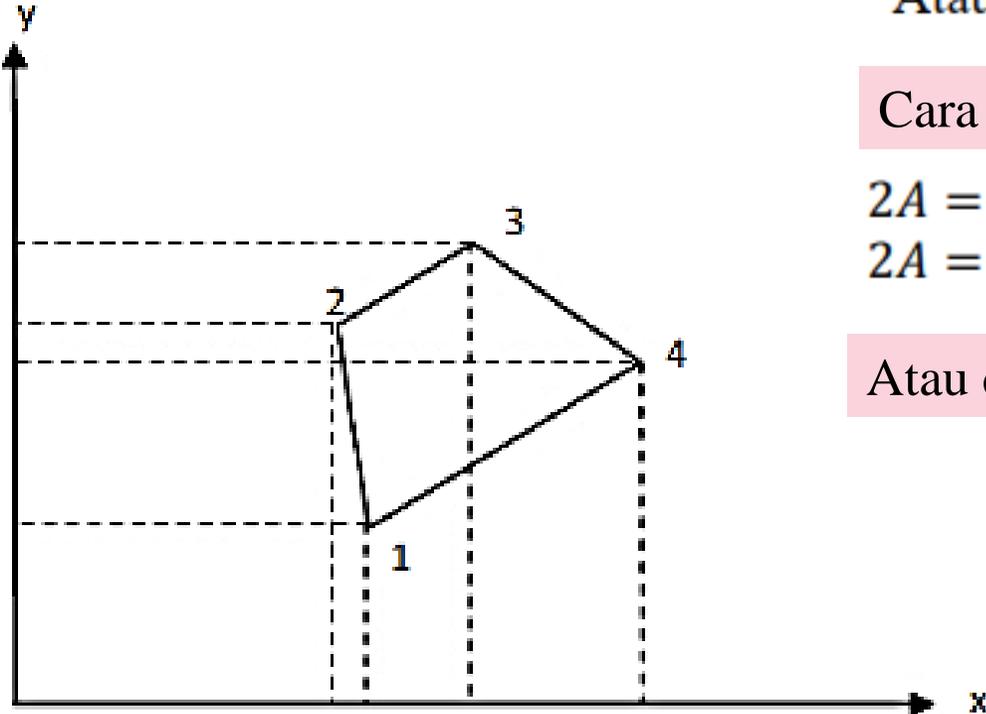
Cara lain untuk 2 kali luas adalah:

$$2A = (x_1y_2 + x_2y_3 + x_3y_4 + x_4y_1) - (y_1x_2 + y_2x_3 + y_3x_4 + y_4x_1)$$

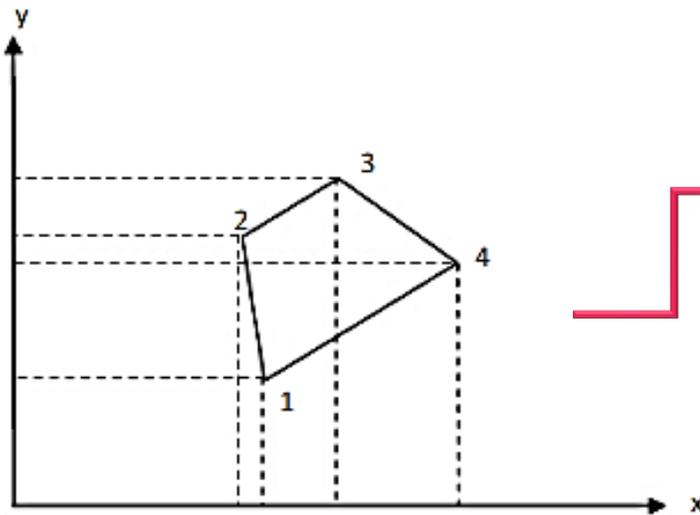
$$2A = x_ny_{n+1} - y_nx_{n+1}$$

Atau dapat juga dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{array}{cccccc} \frac{y_1}{x_1} & \frac{y_2}{x_2} & \frac{y_3}{x_3} & \frac{y_4}{x_4} & \frac{y_1}{x_1} & \text{+} \\ \swarrow & \swarrow & \swarrow & \swarrow & \swarrow & \\ \searrow & \searrow & \searrow & \searrow & \searrow & \text{-} \end{array}$$



# LUAS: BENTUK RUMIT – METODE KOORDINAT

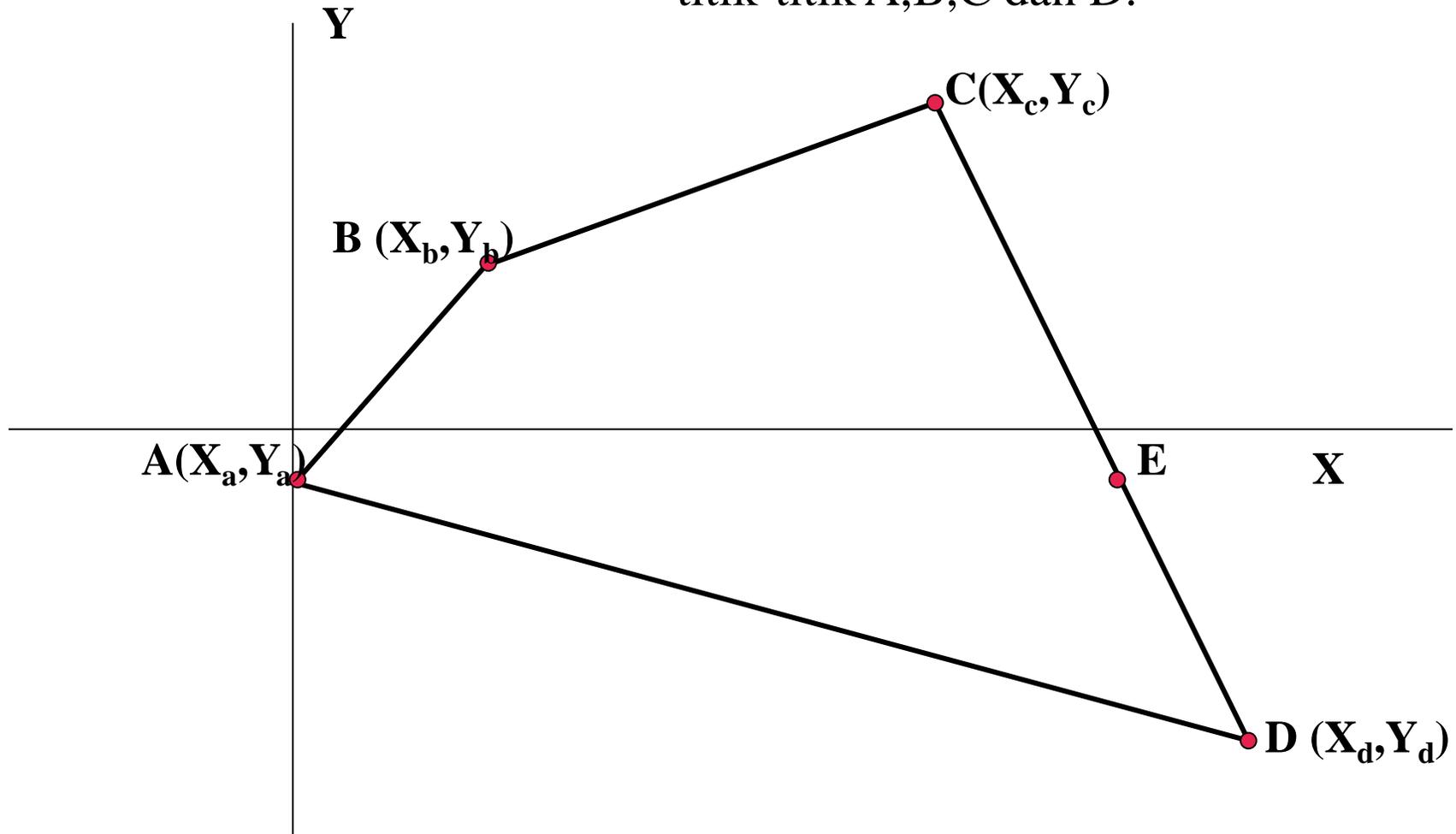


No titik	Koordinat		$X_1.Y_{n+1}$	$Y_1.X_{n+1}$	Jumlah
	X	Y			
1	$X_1$	$Y_1$			$0 - Y_1X_2$
2	$X_2 (-)$	$(+) Y_2$	$+X_1Y_2$	$-Y_2X_3$	$X_1Y_2 - Y_2X_3$
3	$X_3 (-)$	$(+) Y_3$	$+X_2Y_3$	$-Y_3X_4$	$X_2Y_3 - Y_3X_4$
4	$X_4 (-)$	$(+) Y_4$	$+X_3Y_4$	$-Y_4X_1$	$X_3Y_4 - Y_4X_1$
1	$X_1 (-)$	$(+) Y_1$	$+X_4Y_1$		$X_4Y_1 - 0$
		Jumlah	$\Sigma X_1.Y_{n+1}$	$\Sigma - Y_1.X_{n+1}$	Lihat *)

$$*) L = \frac{1}{2} (X_1.Y_2 + X_2.Y_3 + X_3.Y_4 + X_4.Y_1) - (Y_1.X_2 + Y_2.X_3 + Y_3.X_4 + Y_4.X_1)$$

## Metode koordinat

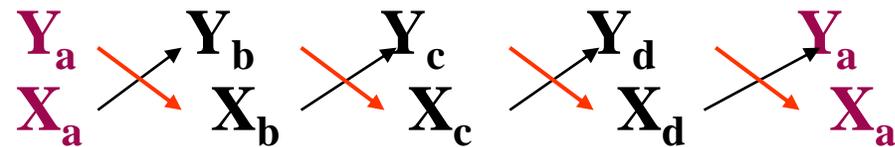
Diketahui sistem koordinat (X,Y) dan koordinat titik-titik A,B,C dan D.



Gambar 5

Luas ABCDE  $A = \frac{1}{2} \left| \left[ \sum (X_n \times Y_{n+1}) - \sum (Y_n \times X_{n+1}) \right] \right|$

Titik awal = titik akhir, maksudnya dimulai dari titik awal A, kemudian ke titik B, C, D dan kembali ke titik A



**Luas ABCD =  $\frac{1}{2} [(X_a \cdot Y_b + X_b \cdot Y_c + X_c \cdot Y_d + X_d \cdot Y_a) - (Y_a \cdot X_b + Y_b \cdot X_c + Y_c \cdot X_d + Y_d \cdot X_a)]$**

## Contoh soal metode koordinat

Sta	X	Y	$X_n \cdot Y_{n+1}$	$Y_n \cdot X_{n+1}$
A	0	0	$0 \times 71 = 0$	$0 \times 71 = 0$
B	71	71	$71 \times 148 = 10508$	$71 \times 163 = 11573$
C	163	148	$163 \times (-25) = -4075$	$148 \times 263 = 38924$
D	263	-25	$263 \times 0 = 0$	$(-25) \times 0 = 0$
A	0	0		

$$\Sigma (X_n \cdot Y_{n+1}) = 6433$$

$$\Sigma (Y_n \cdot X_{n+1}) = 50497$$

$$2 \times \text{Luas} = |44064|$$

$$\text{Luas ABCDA} = \frac{1}{2} (44064) = 22032 \text{ m}^2$$

# LUAS: BENTUK RUMIT – METODE KOORDINAT

## Note :

- Persamaan di atas dapat diperbanyak sesuai dengan titik detail penampang *cross section* yang ada di lapangan dan jumlahkan semua hasilnya.
- Pada penampang-penampang yang hanya terdiri dari galian saja atau timbunan saja maka sumbu proyek dijadikan sebagai *center line* untuk perhitungan.
- Biasanya hasil perhitungan akan bernilai positif untuk galian dan negatif untuk timbunan.

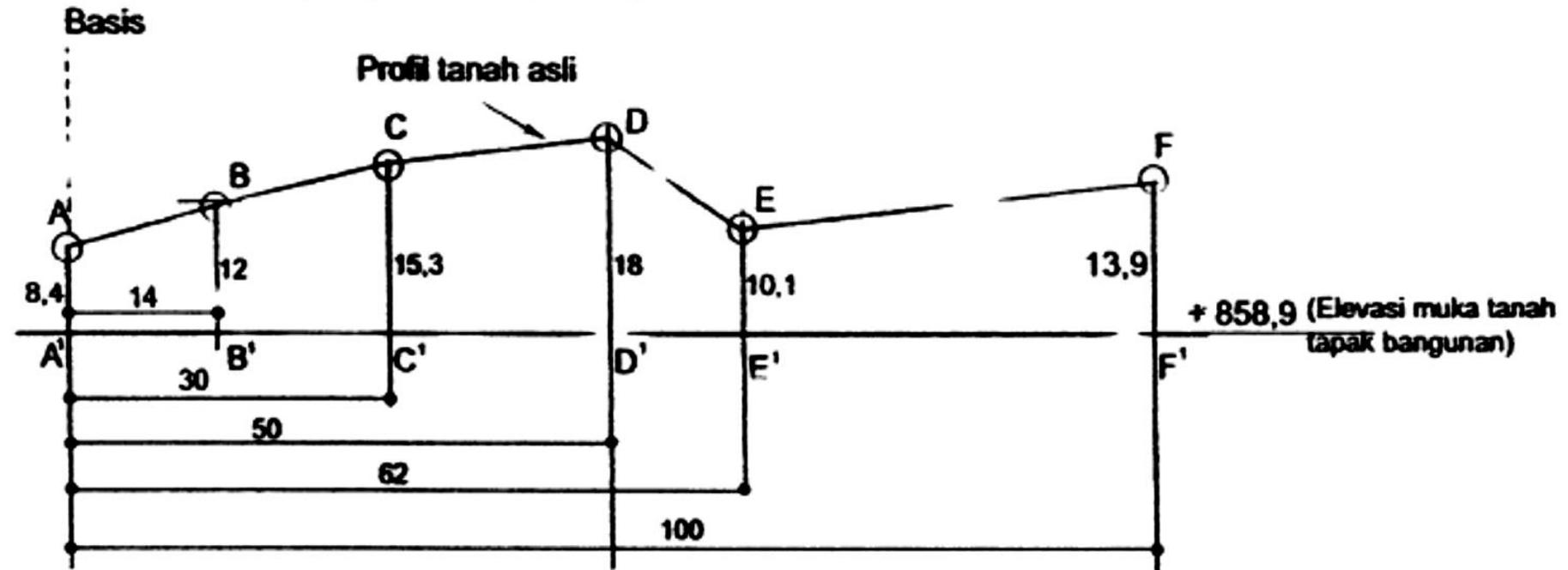
Latihan

SUMBU	TITIK KOORDINAT				
X	86,5910	86,6990	87,4970	87,5830	86,5909
Y	26,1120	25,6540	25,6540	26,0204	26,1120
X	86,5153	86,7433	87,5502	87,7870	87,5628
Y	24,6060	23,6270	23,6270	24,6750	24,6059

# LUAS: UJUNG – UJUNG BENTUK SEDERHANA

- Untuk menggambarkan prosedur hitungan luas ujung dengan bentuk sederhana seperti segitiga atau jajargenjang.
- Anggap gambar berikut ini berlaku untuk penampang melintang dan luas ujung bentuk sederhana terlihat dalam gambar berikut ini.
- Keterangan Gambar:
  - Angka-angka diatas garis (didahului huruf C) adalah ordinat galian dalam meter; angka-angka dibawah garis adalah jarak-jarak ke luar dari basis.
  - Timbunan dinyatakan dengan huruf F. Memakai C pengganti plus untuk galian, dan F pengganti minus untuk timbunan.
  - Dari ordinat galian dan jarak-jarak dari basis yang ditunjukkan, luas penampang melintang dalam gambar dihitung dengan menjumlah luas-luas trapesium masing-masing.

## Pekerjaan Galian untuk Perataan Tanah Lokasi Bangunan Gedung

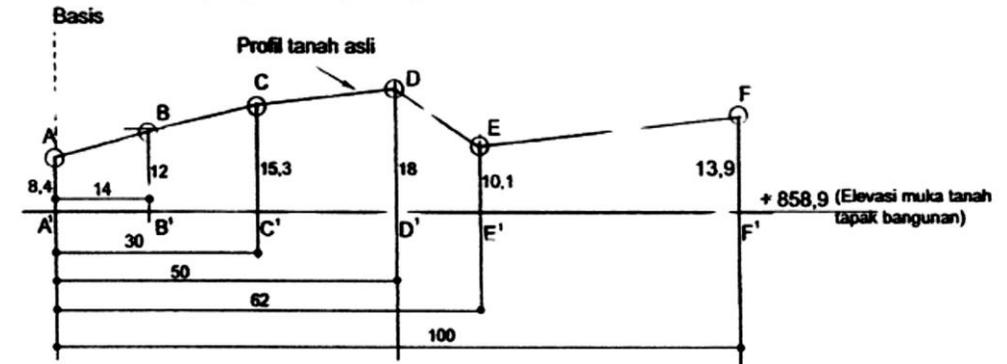


Elevasi	867,3	870,9	874,7	876,9	869,0	872,8
Jarak dari Basis	<u>8.4</u>	<u>12</u>	<u>15.8</u>	<u>1.8</u>	<u>10.1</u>	<u>13.9</u>
	0	14	30	50	62	100

Stasiun	A	B	C	D	E	F	
	<u>8.4</u>	<u>C 12</u>	<u>C 15.8</u>	<u>C 18.0</u>	<u>C 10.1</u>	<u>C 13.9</u>	<u>0</u>
	15	15	33	53	62	100	0

C = galian

# LUAS: UJUNG – UJUNG BENTUK SEDERHANA



Elevasi	867,3	870,9	874,7	876,9	869,0	872,8
Jarak dari Basis	8,4	12	15,8	1,8	10,1	13,9
	0	14	30	50	62	100

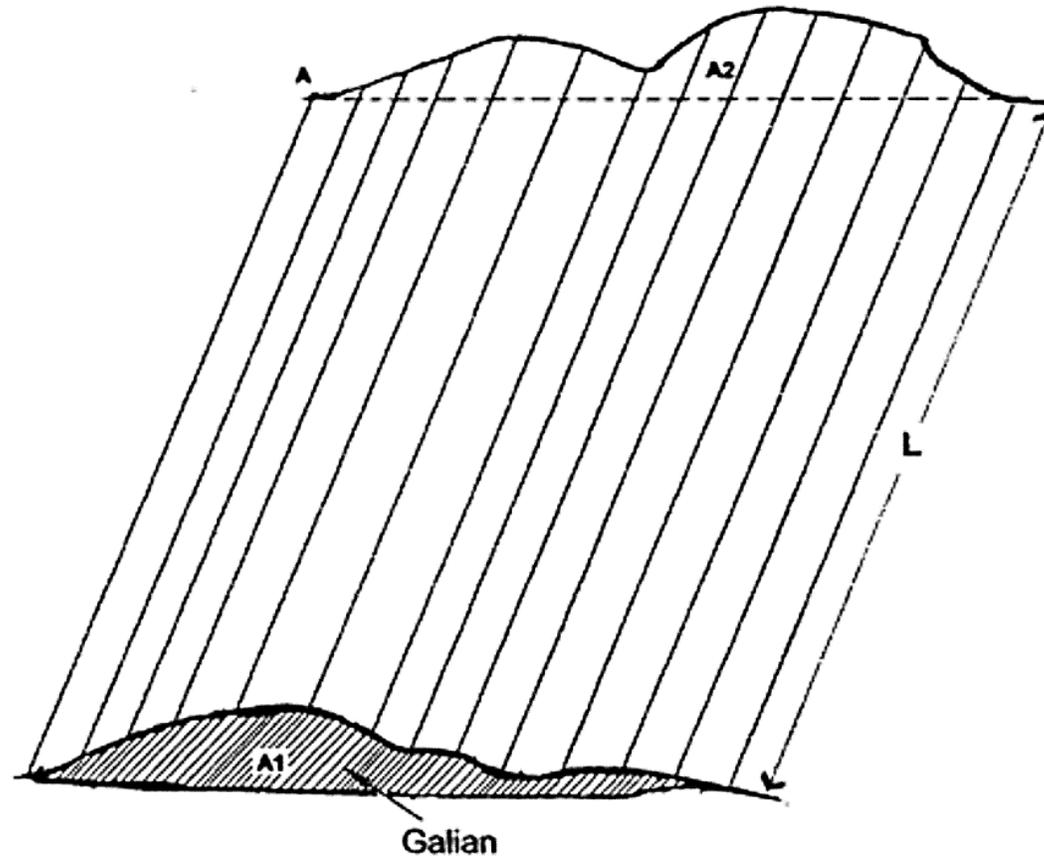
Stasiun	A	B	C	D	E	F	
	8,4	C-12	C-15,8	C-18,0	C-10,1	C-13,9	0
	15	15	33	53	62	100	0

C = galian

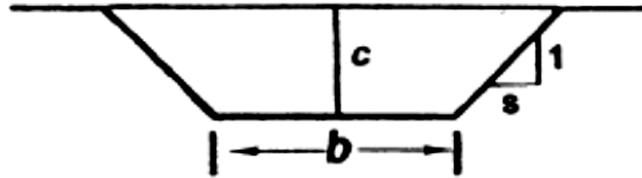
Tabel Luas ujung dengan bentuk sederhana.

Bentuk	Hitungan	Luas
AB <sup>1</sup> A <sup>1</sup>	$\frac{1}{2} (12+8,4)14$	142,8
BCC <sup>1</sup> B <sup>1</sup>	$\frac{1}{2} (12+15,8)16$	222,4
CDD <sup>1</sup> C <sup>1</sup>	$\frac{1}{2} (15,8+18)20$	338,0
DEE <sup>1</sup> D <sup>1</sup>	$\frac{1}{2} (18+10,1)12$	168,6
EFFE <sup>1</sup>	$\frac{1}{2} (10,1+13,9)38$	456
		<b>Luas = 1327,80</b>

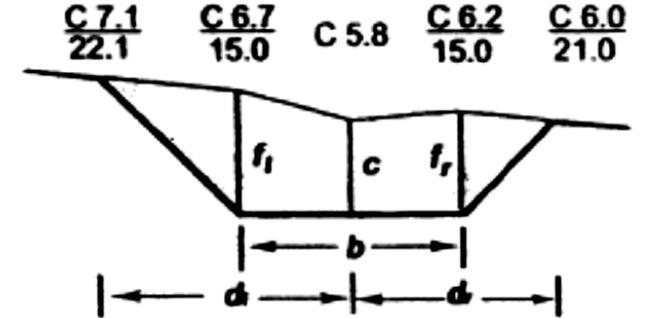
# LUAS: UJUNG-UJUNG KOORDINAT



# GAMBARAN LAINNYA



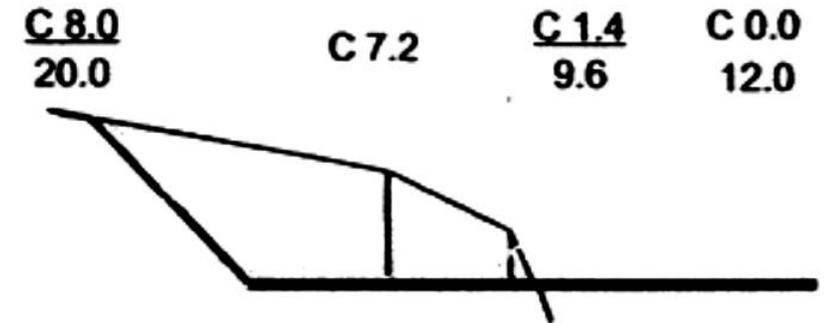
a. Penampang Datar (Level Section)  
 Galian Pondasi  
 $Luas = c(b + s \cdot c) / 2$



b. Penampang Lima Tingkat Galian  
 Pondasi (Five Level Section)  
 $Luas = (c \cdot b + f_l d + f_r d) / 2$



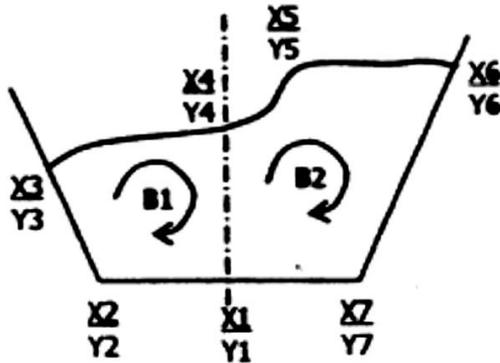
c. Penampang Tak Beraturan (Irregular Section)  
 Timbunan  
 Luas dihitung dengan Segitiga, Koordinat atau Planimeter



d. Penampang Transisi  
 (Transition Section)

# LUAS: TAK BERATURAN – PENAMPANG GALIAN

**Galian :**



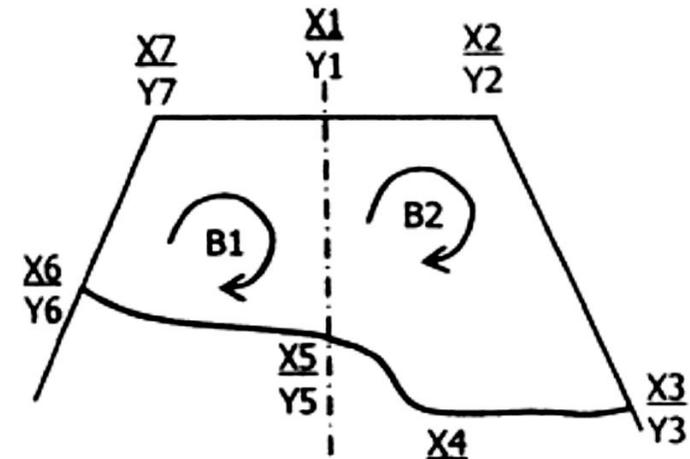
Gambar 3.6

Luas penampang galian :

$$LB1 = \frac{1}{2} (X1Y2 + X2Y3 + X3Y4 + X4Y1 - Y1X2 - Y2X3 - Y3X4 - Y4X1)$$

$$LB2 = \frac{1}{2} (X1Y7 + X7Y6 + X6Y5 + X5Y4 + X4Y1 - Y1X7 - Y7X6 - Y6X5 - Y5X4 - Y4X1)$$

**Timbunan :**



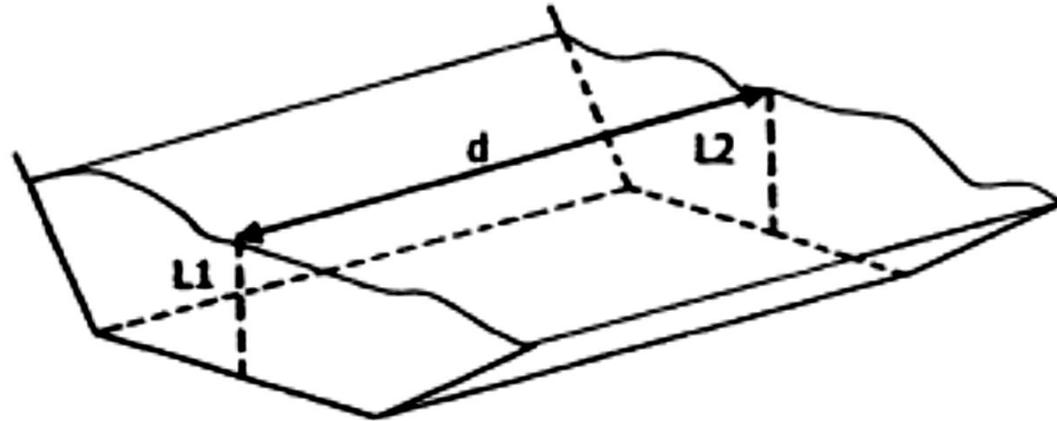
Gambar 3.7.γ4

Luas penampang timbunan :

$$LB1 = \frac{1}{2} (X1Y5 + X5Y6 + X6Y7 + X7Y1 - Y1X5 - Y5X6 - Y6X7 - Y7X1)$$

$$LB2 = \frac{1}{2} (X1Y7 + X7Y6 + X6Y5 + X5Y4 + X4Y1 - Y1X7 - Y7X6 - Y6X5 - Y5X4 - Y4X1)$$

# LUAS: TAK BERATURAN – PENAMPANG GALIAN



**Hitungan volume galian/timbunan :**

$$V_a = \frac{1}{2} (L1 + L2) \times d$$

# PERHITUNGAN VOLUME

Dilakukan dengan beberapa metode

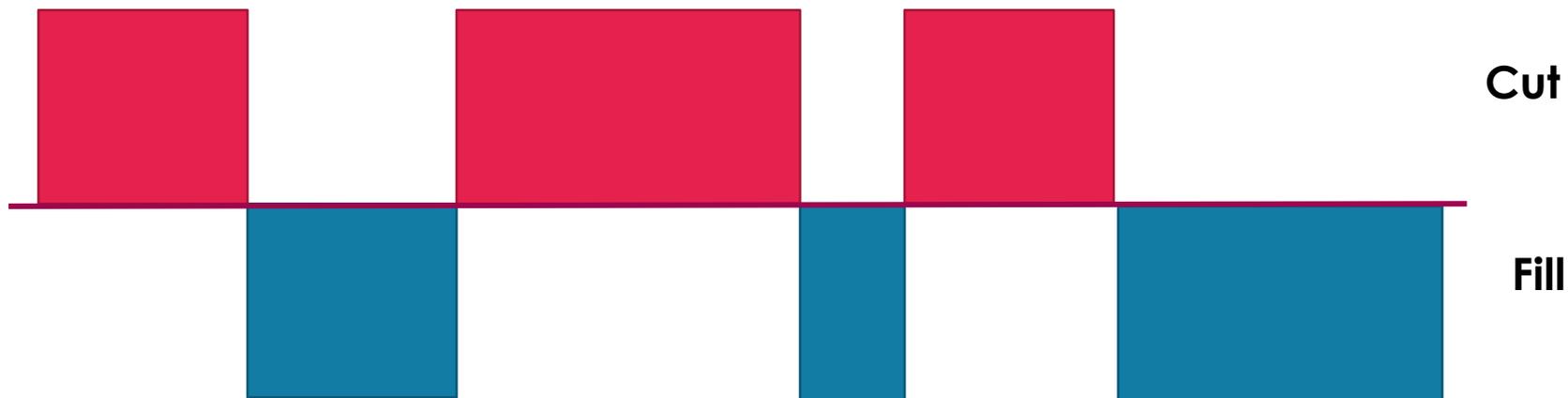


# Open Pit Mining



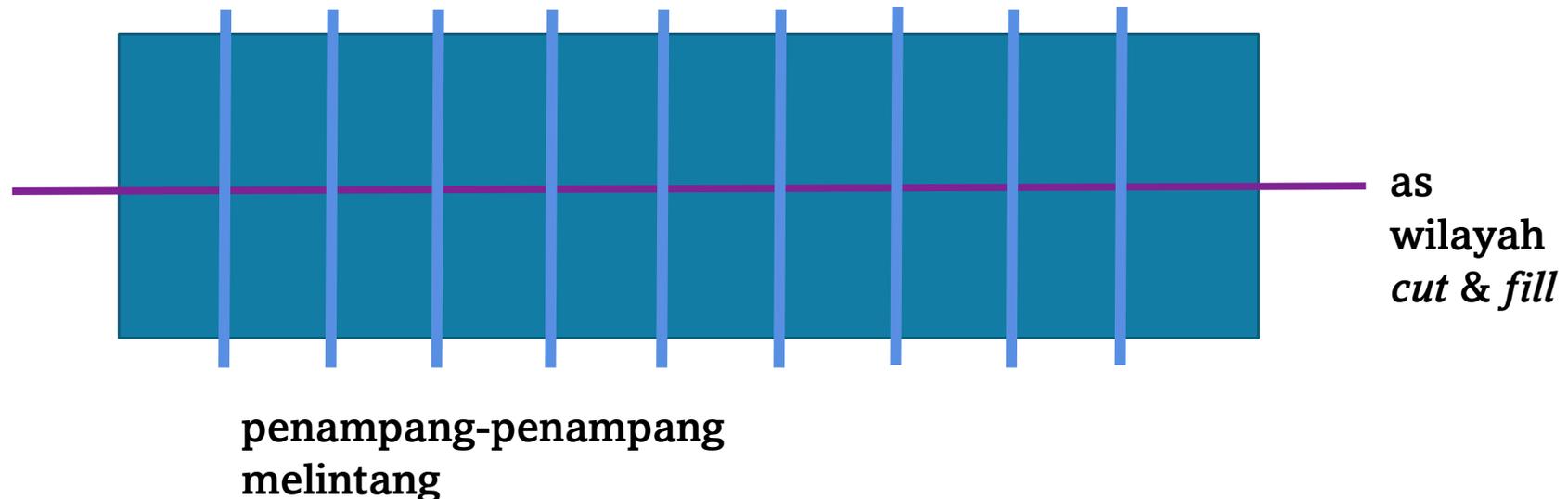
# VOLUME GALIAN & TIMBUNAN (CUT&FILL)

- Dalam pekerjaan tanah (earthwork), teknik geodesi antara lain banyak diperlukan untuk perhitungan volume tanah, baik untuk galian maupun timbunan.
- Dalam perhitungan tersebut diperhatikan keseimbangan volume galian dan timbunan sedemikian rupa sehingga sedapat mungkin menggunakan tanah yang terdapat pada lokasi pekerjaan.



# METODE GRID

- Perhitungan galian dan timbunan dapat dilakukan dengan menggunakan peta situasi dengan metode penggambaran profil melintang sepanjang jalur proyek atau metode grid-grid (gridding) yang meninjau galian dan timbunan dari tampak atas dan menghitung selisih tinggi garis kontur terhadap ketinggian proyek ditempat perpotongan garis kontur dengan garis proyek.



## Coordinate Squares or “Grid” Method

Metode '*coordinate squares* (metode grid) bagus digunakan untuk lokasi berkontur dan mendatar, bisa digunakan untuk keduanya.

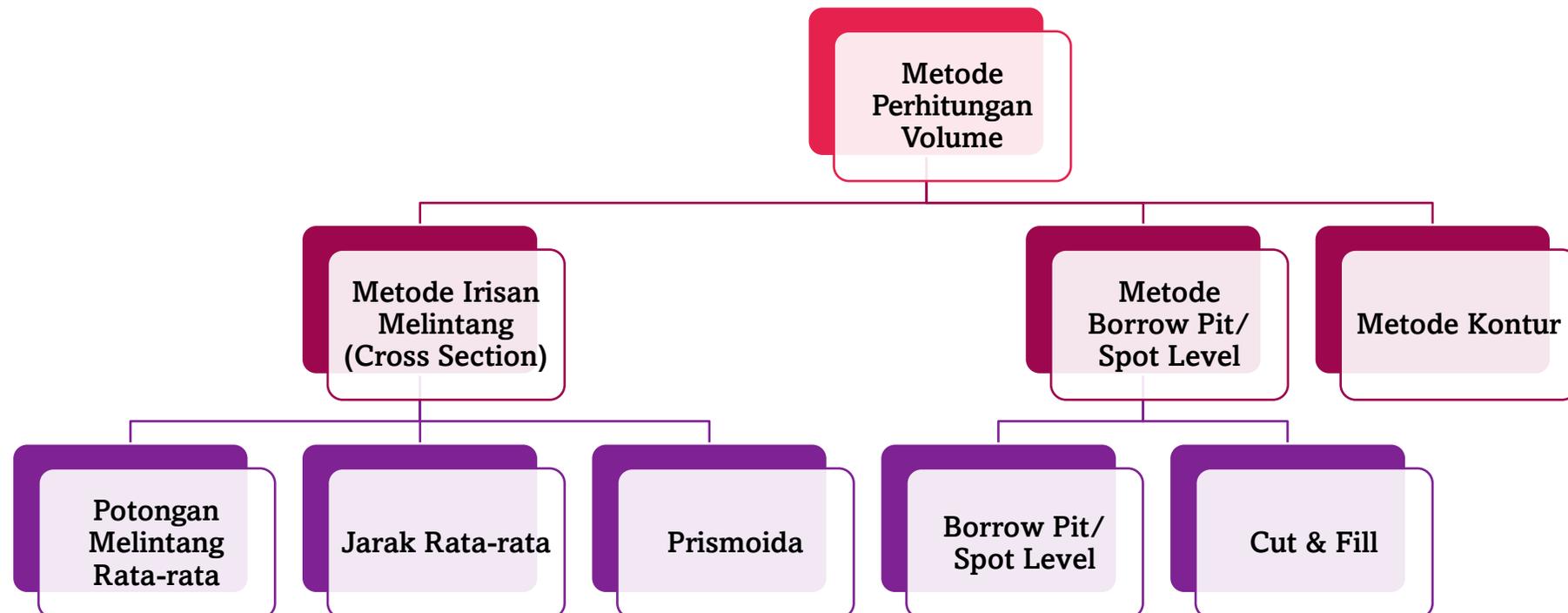
Area yang akan disurvei dipatok (ditandai) dalam bujursangkar (grid) 5, 10, 20, or 40 m, ukuran tergantung pada terain dan sesuai keperluan.

Instrumen total stasion dapat digunakan untuk mengontrol jalur-jalur agar sesuai sudutnya.

Panjang grid ditandai dan sudut-sudut ditandai dan diidentifikasi menggunakan nomor dan huruf di perpotongan garis.

# METODE GRID

- Galian dan timbunan berdimensi volume (meter kubik).
- Volume dapat diperoleh secara teoritis melalui perkalian luas dengan panjang.
- Galian dan timbunan untuk keperluan teknik sipil dan perencanaan diperoleh melalui perolehan luas rata-rata galian atau timbunan di dua buah profil melintang yang dikalikan dengan jarak mendatar antara kedua profil melintang tersebut.

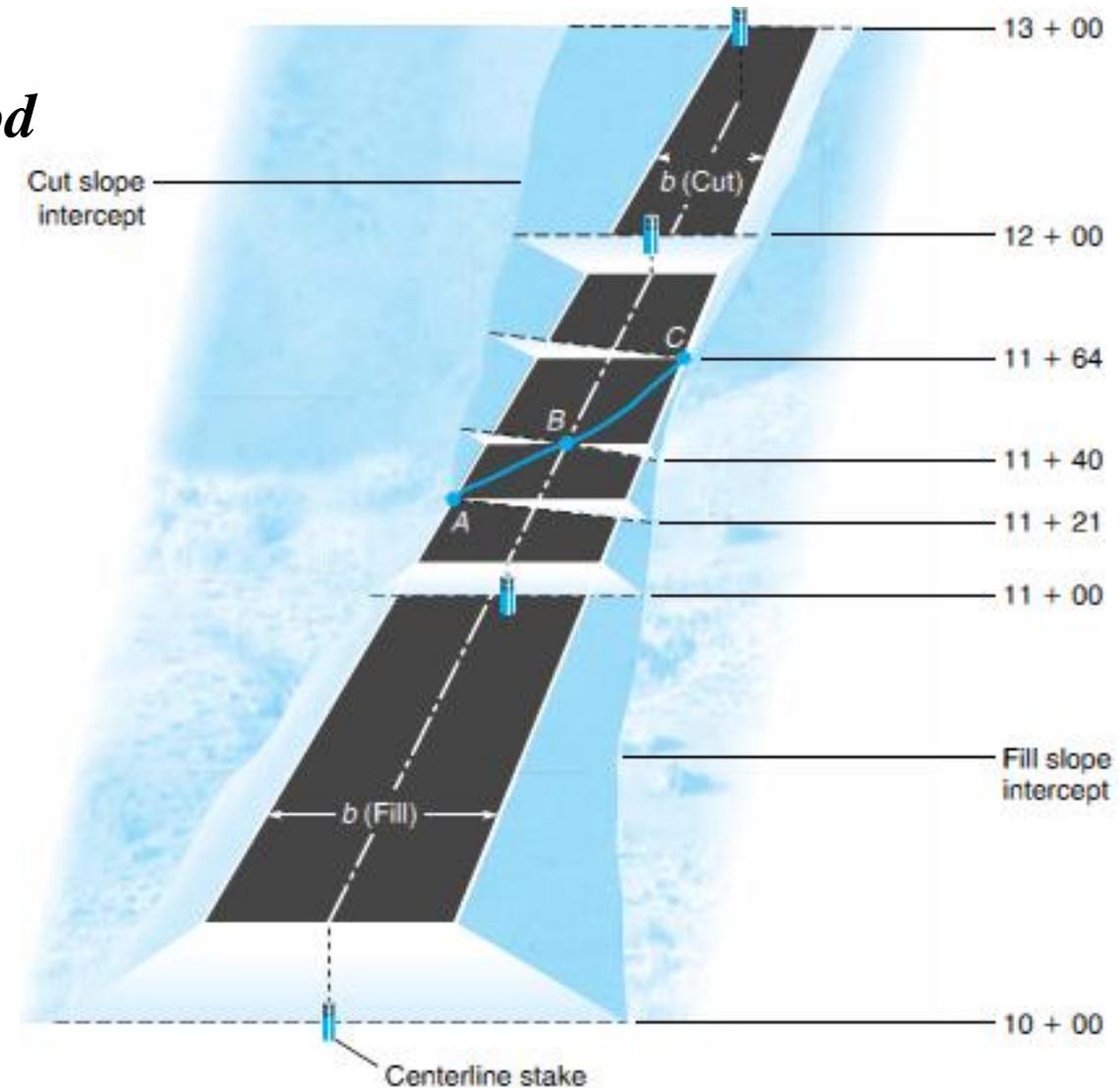


# VOLUME

## *The Cross Section Method*

Metode *cross-section* adalah metode yang banyak digunakan, khususnya untuk menghitung volume pada konstruksi linear (memanjang) seperti jalan raya, jalan kereta api, kanal.

Prosedurnya, setelah garis tengah ditentukan atau dipatok, profil tanah yang dinamakan *cross-sections* (penampang melintang) dibuat membentuk sudut  $90^\circ$  ke kanan-kiri dari garis tengah



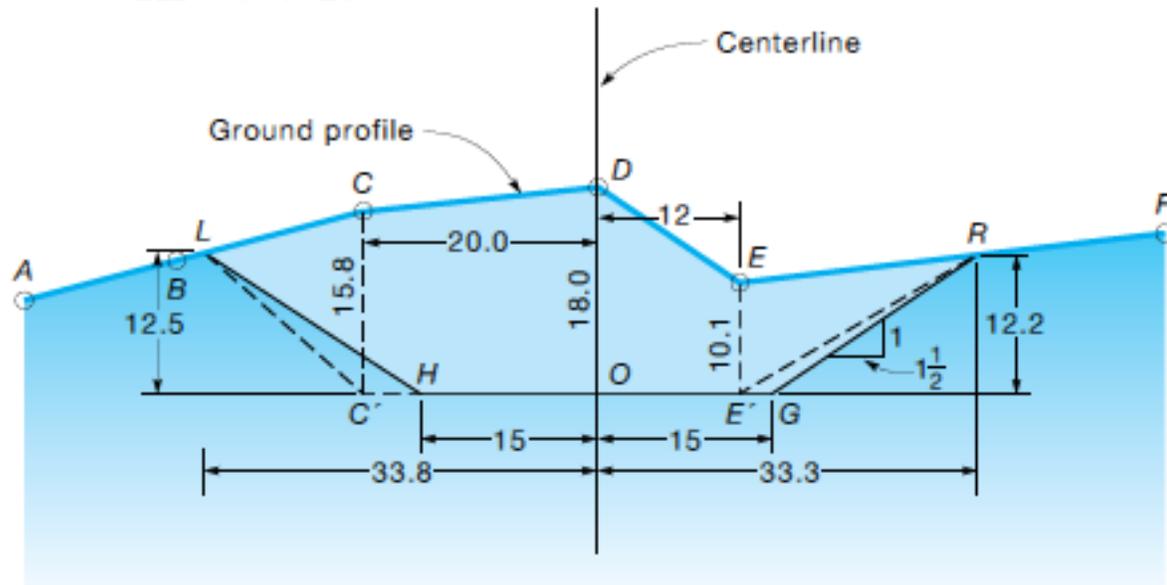
Timbunan, direncanakan dari stasion 10 + 00 sampai 11 + 21, transisi dari timbunan menjadi galian terjadi di stasion 11 + 21 sampai 11 + 64, dan galian diperlukan dari stasion 11 + 64 sampai 13 + 00.

# PERHITUNGAN VOLUME

## The Cross-Section :

Station	H	L	C	D	E	R	G
24 + 00 (Lt)	$\frac{0}{15}$	$\frac{C12.5}{33.8}$	$\frac{C15.8}{20}$	$\frac{C18.0}{0}$	$\frac{C10.1}{12}$	$\frac{C12.2}{33.3}$	$\frac{0}{15}$

$$HI = 879.29$$



Angka di atas garis pada pecahan (yang didepannya memiliki huruf C) adalah ordinat (besaran) untuk galian dalam meter. Sementara di bagian bawah garis adalah jarak ke arah luar (kiri-kanan) dari garis tengah.

Timbunan dinotasikan dengan huruf F. Penggunaan C pengganti + untuk galian dan F dan F pengganti - untuk timbunan, menghilangkan kebingungan.

Berdasarkan besaran galian dan jarak dari garis tengah jalur cross-section, luas *cross-section* (A) pada gambar dihitung dengan penambahan masing-masing luas segitiga dan trapezium.

# METODE GRID – CROSS SECTION

Irisan melintang diambil tegak lurus terhadap sumbu proyek dengan interval jarak tertentu dalam metode ini. Metode ini cocok digunakan untuk pekerjaan yang bersifat memanjang seperti perencanaan jalan raya, jalan kereta api, saluran, penanggulangan sungai, penggalian pipa, dan lain-lain.

Cara penentuan volume dengan metode melintang di bagi menjadi beberapa metode yaitu: Metode Grid – Cross Section:

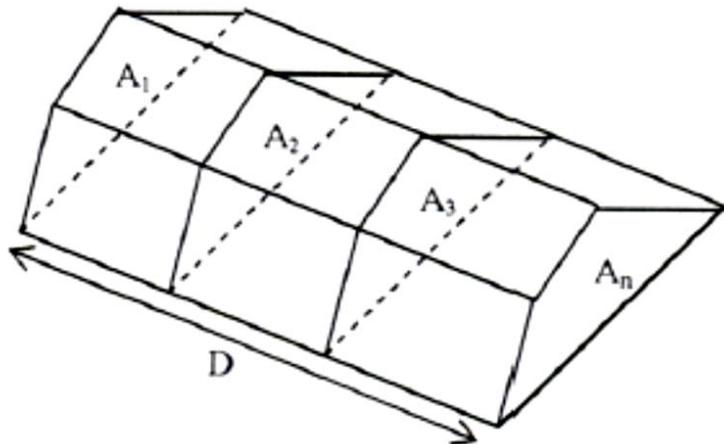
- 1) Metode potongan melintang rata-rata
- 2) Metode Jarak Rata-rata
- 3) Metode Prismoida

# METODE GRID – CROSS SECTION – POTONGAN MELINTANG RATA-RATA

- Dalam rumus ini volume didapat dengan mengalikan luas rata-rata dari irisan yang ada dengan jarak antara irisan awal dan akhir.

Apabila irisan-irisan tersebut  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{n-1}, A_n$  dan jarak antara irisan  $A_1$  ke  $A_n = D$  maka :

$$\text{Volume} = V = \left( \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{n-1} + A_n}{n} \right) \cdot D \dots \dots (I.2)$$

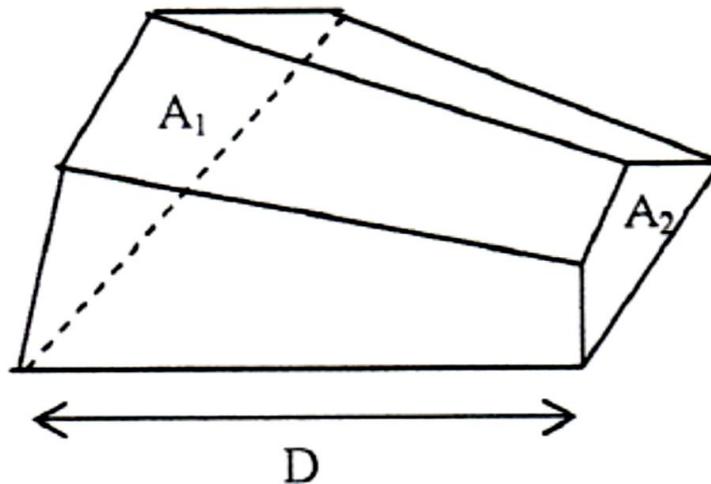


- $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{n-1}, A_n$  : Luas Penampang ke-1 sampai ke-n
- $D$  : Jarak antar penampang awal & penampang akhir
- $V$  : Volume melintang rata-rata

## METODE GRID – CROSS SECTION – JARAK RATA-RATA

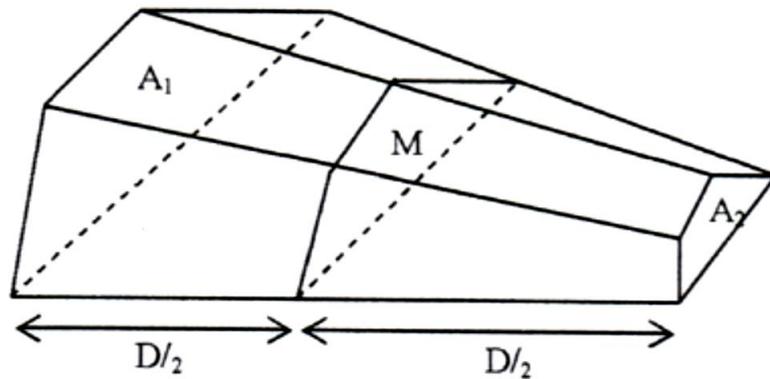
- Metode ini digunakan untuk perhitungan volume yang telah diketahui luas dari dua penampang dan jarak antara kedua penampang tersebut.
- Misalnya  $A_1$  dan  $A_2$  adalah luas penampang atas dan bawah dengan berjarak  $D$ , maka rumus perhitungan volumenya :

$$\text{Volume} = V = D \cdot \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \dots\dots\dots$$



## METODE GRID – CROSS SECTION – PRISMOIDA

- Metode ini adalah metode yang paling baik.
- Prisma adalah sebuah bangun yang bidang sisi-sisinya berupa bidang datar, sedangkan bidang alas dan atasnya sejajar.
- Rumus prismoida dinyatakan :

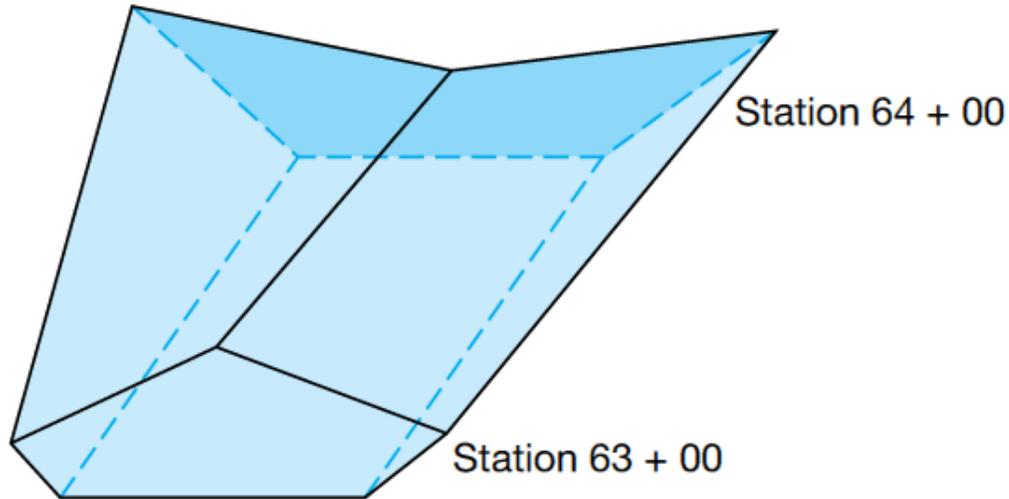


$$\text{Volume} = V = \frac{D}{6} \cdot (A_1 + 4AM + A_2) \dots\dots\dots (I.4)$$

Dengan h adalah tinggi prisma, A1 dan A2 adalah luas alas dan atas, dan AM adalah luas penampang tengah yang diperoleh dari:

$$AM = \frac{A_1 + A_2}{2} \dots\dots\dots (I.5)$$

# PERHITUNGAN VOLUME PRISMOIDAL



$$V_p = \frac{D [ A_1 + 4 A_m + A_2 ]}{6}$$

Prismoidal, diilustrasikan pada Gambar, adalah benda padat yang ujungnya paralel tetapi tidak kongruen (sama dan sebangun) dan sisi-sisi trapesiumnya juga tidak kongruen.

Sebagian besar benda padat pada pekerjaan tanah yang diperoleh dari data penampang sesuai dengan bentuk prismoidal. Namun, dari sudut pandang praktis, perbedaan volume yang dihitung dengan metode *average end-area* dan rumus prismoidal biasanya sangat kecil sehingga dapat diabaikan.

Jika akurasi ekstrim diperlukan, seperti pemotongan batu yang mahal (permata) atau penempatan beton, metode prismoidal dapat digunakan.

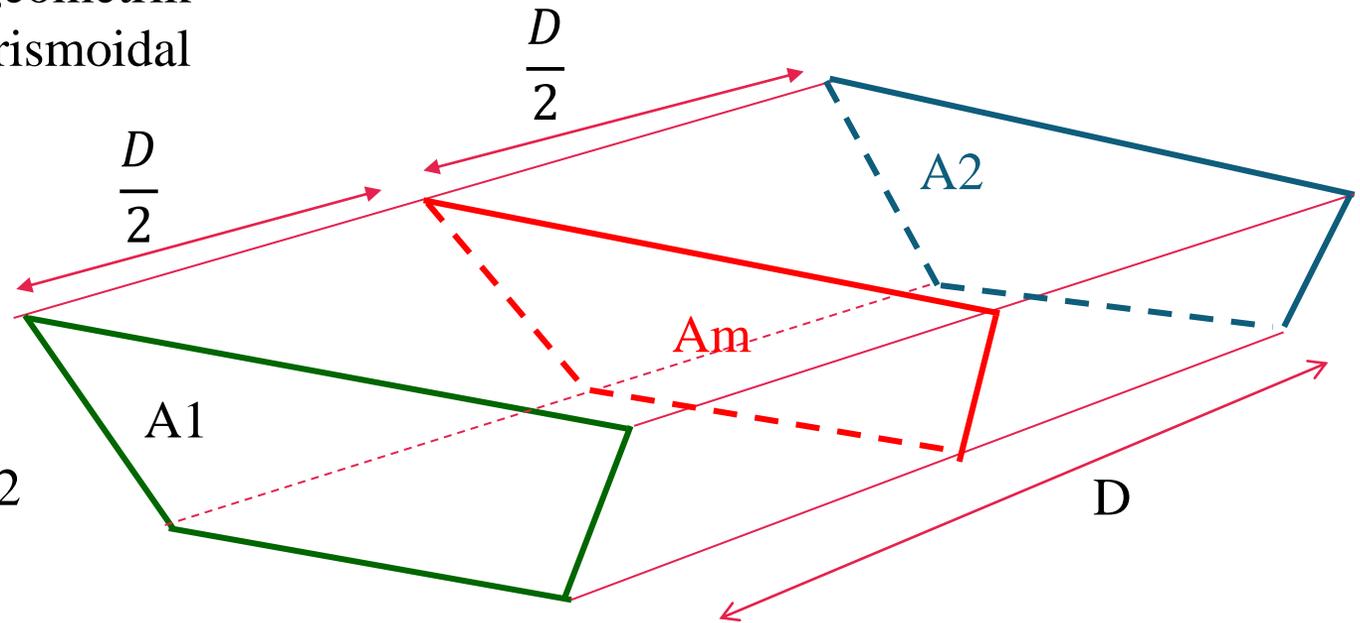
# PERHITUNGAN VOLUME

## Rumus Prismoidal :

(dari rumus Simpson's)

$$V_p = \frac{D [ A1 + 4 A_m + A2 ]}{6}$$

Persamaan Prismoidal dapat diaplikasikan untuk perhitungan volume semua geometrik 'solid' yang mendekati bentuk prismoidal (prisma terpancung).



D = jarak antara penampang A1 dan A2

A1 = Luas penampang awal

A2 = Luas penampang akhir

Am = Luas penampang bagian tengah

## PERHITUNGAN VOLUME

$A_m$  adalah bagian di pertengahan antara stasion A1 dan A2. Bagian pertengahan biasa dihitung setelah merata-ratakan tinggi dan lebar dari akhir 2 bagian.

Padahal luas bagian tengah tidak sama dengan rata-rata luas bagian akhir. Karena tidak akan ada perbedaan antara hasil rumus *average end-area* dan rumus prismoidal .

Rumus prismoidal umumnya memberikan volume yang lebih kecil dari hasil dari rumus *average end-area*. Sebagai contoh, volume pyramid dengan rumus prismoidal  $\frac{A_h}{3}$  (nilai eksak), sementara dengan rumus *average end-area* adalah  $\frac{A_h}{2}$

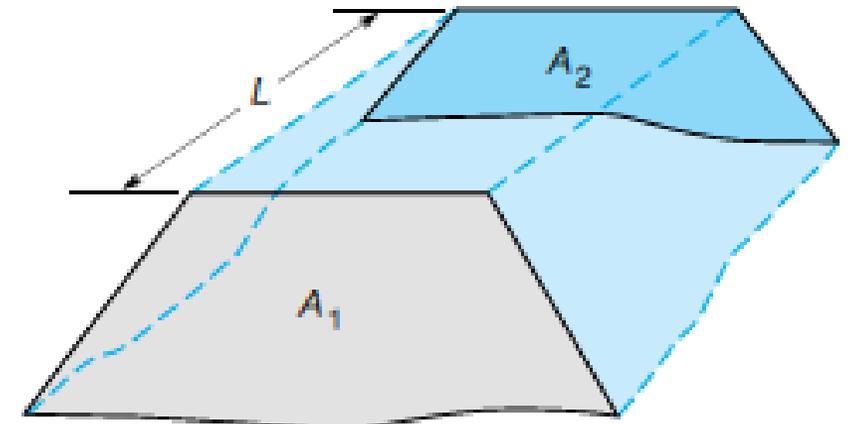
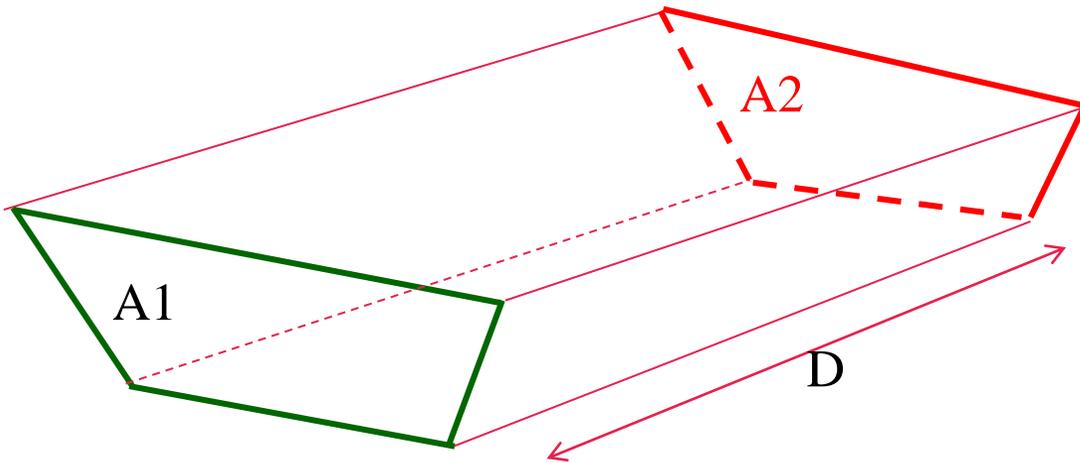
Pengecualian terjadi jika tinggi pusat besar tetapi lebarnya sempit di satu stasion, dan tinggi pusat kecil tetapi lebarnya besar di stasion yang berdekatan.

# PERHITUNGAN VOLUME

## *The Average End Area Method*

Persamaan :

$$V_a = \frac{(A_1 + A_2) D}{2} = \frac{(A_1 + A_2) L}{2}$$



V = Volume antara penampang A1 dan A2

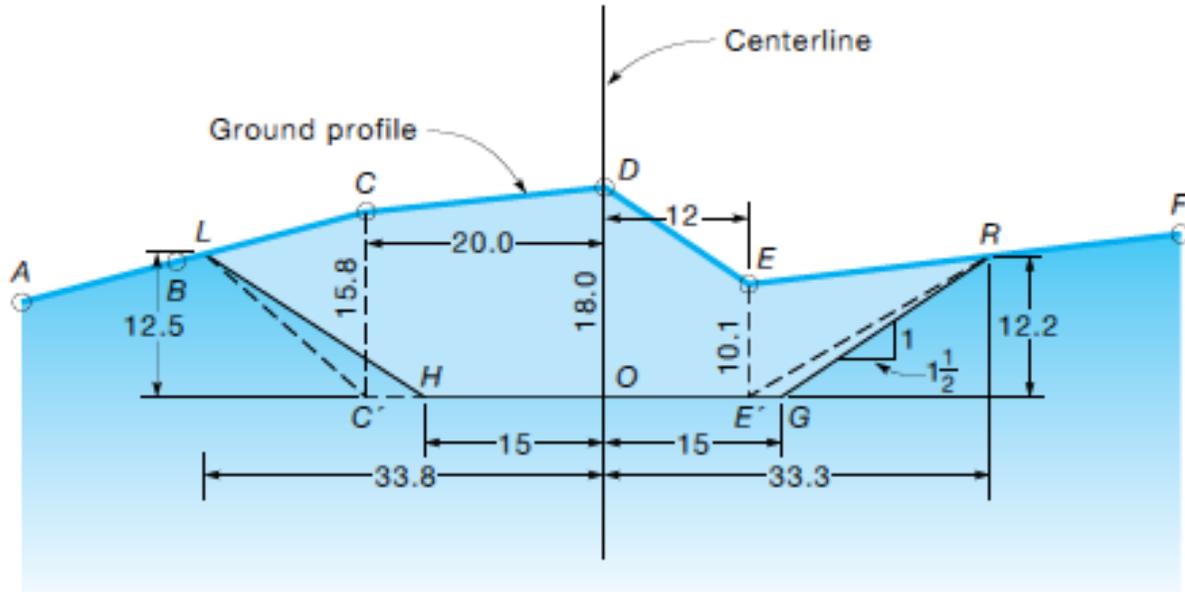
A1 = Luas penampang awal

A2 = Luas penampang akhir

D = L = Jarak antara penampang A1 dan A2

# PERHITUNGAN VOLUME

The Average End-Area :



Calculating End Area with Simple Figures

Figure	Computation	Area
ODCC'	$[(18.0 + 15.8)20]/2$	338.0
C'CL	$[(15.8)13.8]/2$	109.0
HLC'	$[-(5)12.5]/2$	-31.2
ODEE'	$[(18.0 + 10.1)12]/2$	168.6
EE'R	$[(10.1)21.3]/2$	107.6
E'RG	$[(3)12.2]/2$	18.3

Area = 710 m<sup>2</sup>

Calculating End Areas with Coordinates

Point	X	Y	Plus+	Minus-
O	0	0	✓	↘
H	-15	0	0	0
L	-33.8	12.5	0	+188
C	-20	15.8	-250	+534
D	0	18.0	0	+360
E	12	10.1	216	0
R	33.3	12.2	336	-146
G	15	0	183	0
O	0	0	0	0
			<u>0</u>	<u>0</u>
			+485	+936
			<u>+936</u>	

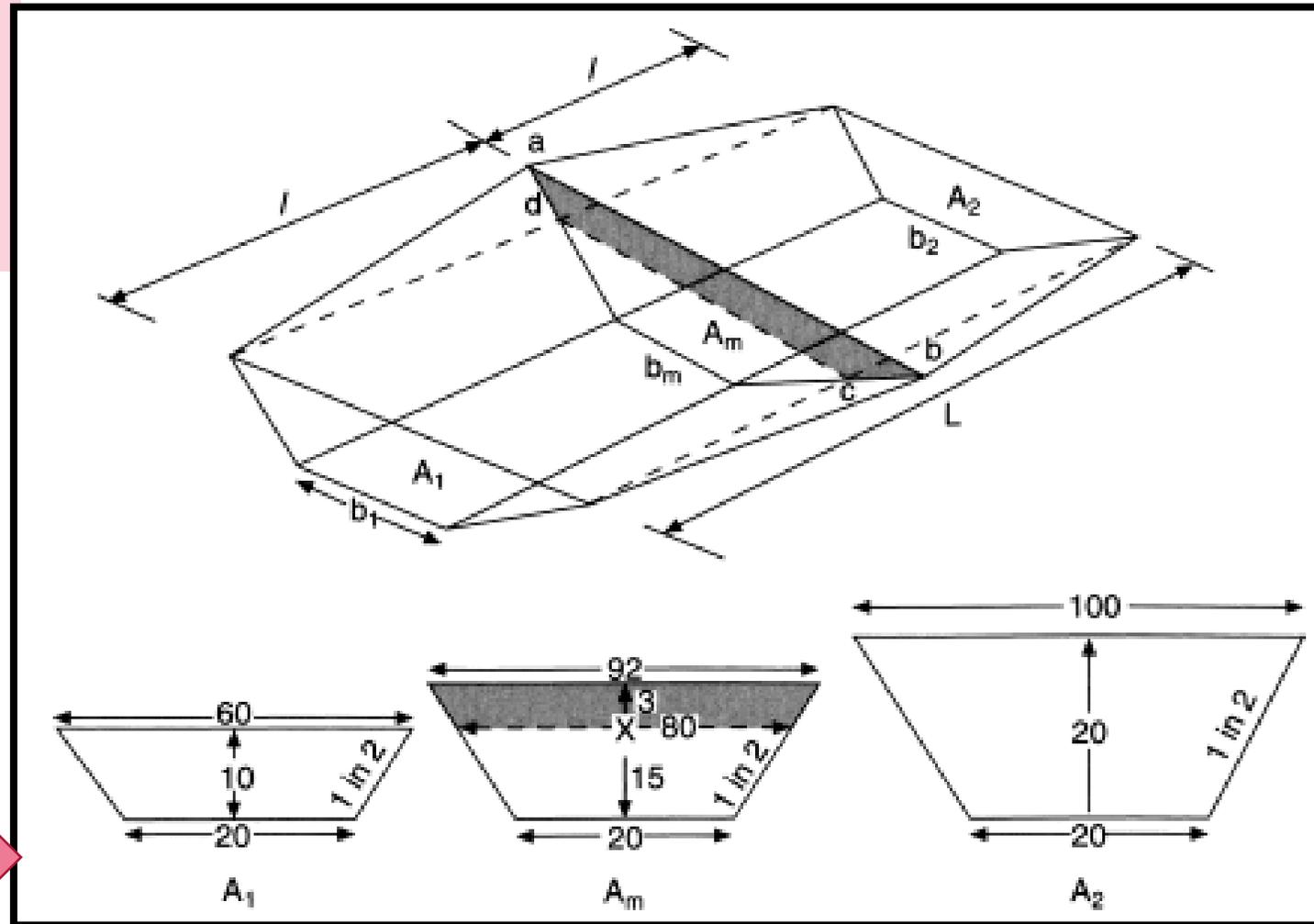
$\Sigma = 1421$

Area = 1421 / 2 = 710 m<sup>2</sup>

# PERHITUNGAN VOLUME

Centre heights:  $h_1 = 10$  m,  $h_2 = 20$  m,  $h_m = 18$  m  
Road widths:  $b_1 = b_2 = b_m = 20$  m  
Side slopes: 1 in 2 (50%)  
Horizontal distance between sections:  
 $l = 30$  m,  $L = 60$  m

N.B Untuk prismoid teoritis (asli),  $h_m$  adalah rata-rata dari  $h_1$  dan  $h_2$ , = 15 m.  
Garis putus-putus menunjukkan prismoid yang sebenarnya. Area berlebih dari bagian tengah ditampilkan berwarna. Volume sebenarnya adalah prismoid teoritis (asli) ditambah dua irisan.



# PERHITUNGAN VOLUME

Centre heights:  $h_1 = 10 \text{ m}$ ,  $h_2 = 20 \text{ m}$ ,  $h_m = 18 \text{ m}$

Road widths:  $b_1 = b_2 = b_m = 20 \text{ m}$

Side slopes: 1 in 2 (50%)

Horizontal distance between sections:  $l = 30 \text{ m}$ ,  $L = 60 \text{ m}$

(1) The true volume is thus a true prismoid plus two wedges

$$A_1 = ((60 + 20) / 2) \times 10 = 400 \text{ m}^2$$

$$A_2 = ((100 + 20) / 2) \times 20 = 1200 \text{ m}^2$$

$$A_m = ((80 + 20) / 2) \times 15 = 750 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume Prismoid} = V_1 = (60/6) (400 + 4 \times 750 + 1200) = \mathbf{46.000 \text{ m}^3}$$

$$\text{Volume Sisa 1} = (L/6) [(a + b + c) \times h] = (30/6) [(92 + 80 + 60) \times 3] = 3480 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Sisa 2} = (L/6) [(a + b + c) \times h] = (30/6) [(92 + 80 + 100) \times 3] = 4080 \text{ m}^3$$

$$\text{Total true volume} = 53.560 \text{ m}^3$$

## PERHITUNGAN VOLUME

Centre heights:  $h_1 = 10 \text{ m}$ ,  $h_2 = 20 \text{ m}$ ,  $h_m = 18 \text{ m}$

Road widths:  $b_1 = b_2 = b_m = 20 \text{ m}$

Side slopes: 1 in 2 (50%)

Horizontal distance between sections:  $l = 30 \text{ m}$ ,  $L = 60 \text{ m}$

(2) Volume by prismoidal equation ( $A_m$  will now have a centre height of 18 m)

$$A_1 = ((60 + 20) / 2) \times 10 = 400 \text{ m}^2$$

$$A_2 = ((100 + 20) / 2) \times 20 = 1200 \text{ m}^2$$

$$A_m = ((92 + 20) / 2) \times 18 = 1008 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume Prismoid} = V_1 = (60/6) (400 + 4 \times 1008 + 1200) = 56.320 \text{ m}^3$$

$$\text{Error} = 56.320 - 53.560 = +2760 \text{ m}^3$$

## PERHITUNGAN VOLUME

Centre heights:  $h_1 = 10$  m,  $h_2 = 20$  m,  $h_m = 18$  m

Road widths:  $b_1 = b_2 = b_m = 20$  m

Side slopes: 1 in 2 (50%)

Horizontal distance between sections:  $l = 30$  m,  $L = 60$  m

### (3) Volume by End Area

$$A_1 = ((60 + 20) / 2) \times 10 = 400 \text{ m}^2$$

$$A_2 = ((100 + 20) / 2) \times 20 = 1200 \text{ m}^2$$

$$A_m = ((80 + 20) / 2) \times 15 = 750 \text{ m}^2$$

Volume End-Area =

$$[(400+750) \times 30 / 2 + (750+1200) \times 30 / 2] = 46.500 \text{ m}^3$$

$$V_1 = [(400 + 1008) / 2] \times 30 = 21.120 \text{ m}^3$$

$$V_2 = [(1008 + 1200) / 2] \times 30 = 33.120 \text{ m}^3$$

$$\text{Total volume} = 54.240 \text{ m}^3$$

$$\text{Error} = 54.240 - 53.560 = +680 \text{ m}^3$$

Dengan demikian, dalam hal ini metode *average end-area* memberikan hasil yang lebih baik daripada persamaan prismoidal.

Akan tetapi, jika kita hanya mempertimbangkan prismoid asli, volume pada *average end-area* adalah 46.500 m<sup>3</sup> dibandingkan dengan volume dengan persamaan prismoid 46.000 m<sup>3</sup>, yang dalam hal ini adalah volume sebenarnya.

## PERHITUNGAN VOLUME

Oleh karena itu, dalam praktiknya, dapat dilihat bahwa tidak satu pun dari kedua metode ini yang memuaskan. Kecuali ada kondisi geometris ideal yang jarang terjadi, kedua metode ini akan memberikan kesalahan.

Untuk mencapai akurasi yang lebih baik, penampang harus ditempatkan di lapangan, dengan memperhatikan rumus yang akan digunakan. Jika penampang melintang kira-kira sama dalam ukuran dan bentuk, dan permukaan estimasi kasaran (*'intervening'*), maka *end-area* akan memberikan hasil yang dapat diterima. Jika bagian-bagian tersebut memiliki ukuran dan bentuk yang sangat berbeda, dengan bagian tengah berisi (kira-kira) dengan garis lurus yang dihasilkan di antara bagian ujung, maka persamaan prismoidal akan memberikan hasil yang lebih baik

Menurut Tuckman (dalam Sugiyono, 2007) variabel *intervening* adalah variabel yang secara teoritis mempengaruhi hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen menjadi hubungan yang tidak langsung dan tidak dapat diamati dan diukur

## PERHITUNGAN VOLUME

Perbedaan antara volume yang diperoleh dengan rumus average-end-area dan rumus prismoidal disebut koreksi prismoidal,  $C_p$ .

Berbagai buku tentang survei rute memberikan rumus dan tabel untuk menghitung koreksi prismoidal, yang dapat diterapkan pada volume *average-end-area* untuk mendapatkan volume prismoidal.

Koreksi volume prismoida =  $C_v$

Adalah perbedaan antara volume End-Area ( $V_a$ ) dengan volume prismoida ( $V_p$ )

$$C_v = V_a - V_p$$

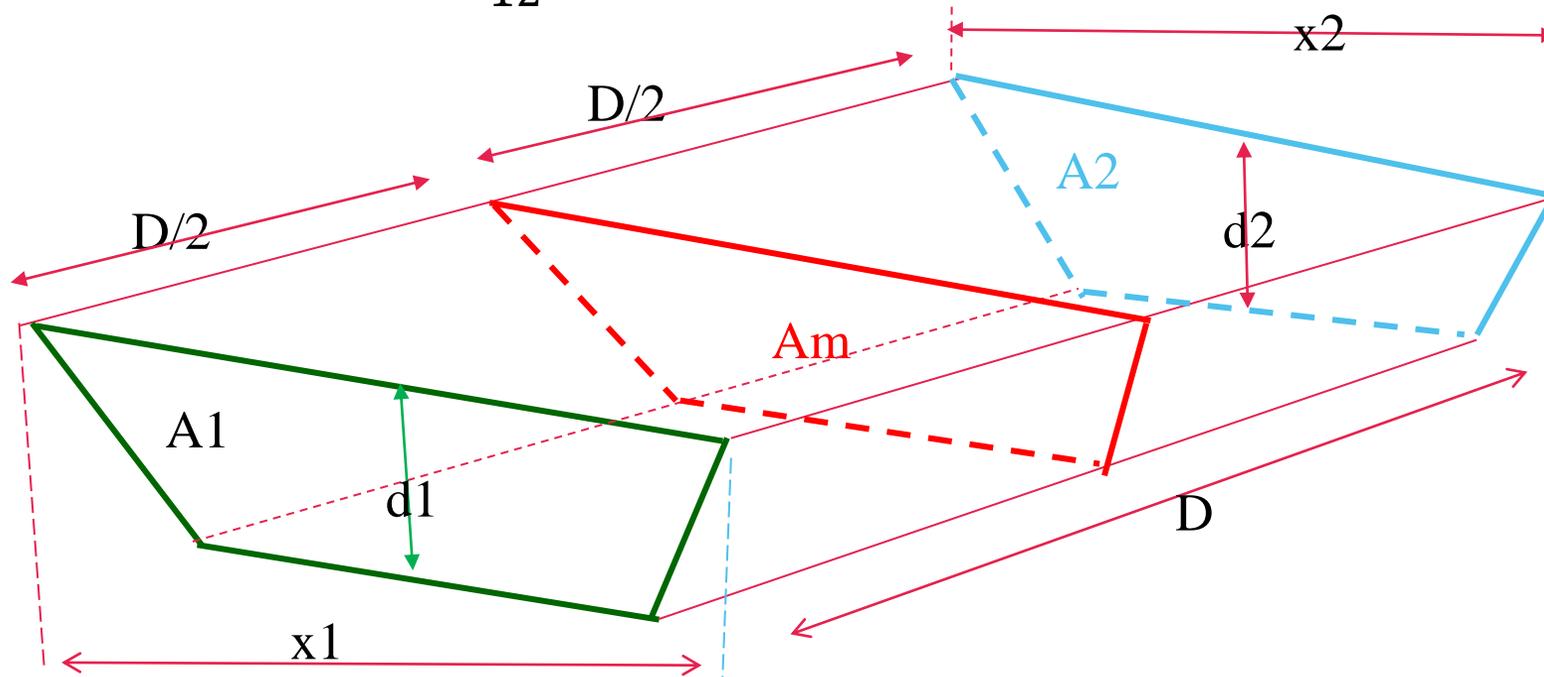


$$V_p = V_a - C_v$$

$V_p$  volume yang lebih akurat dari pada  $V_a$

Jika  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $x_1, x_2$  dan  $D$  diketahui, maka tidak perlu mengetahui  $A_m$  dapat dihitung:

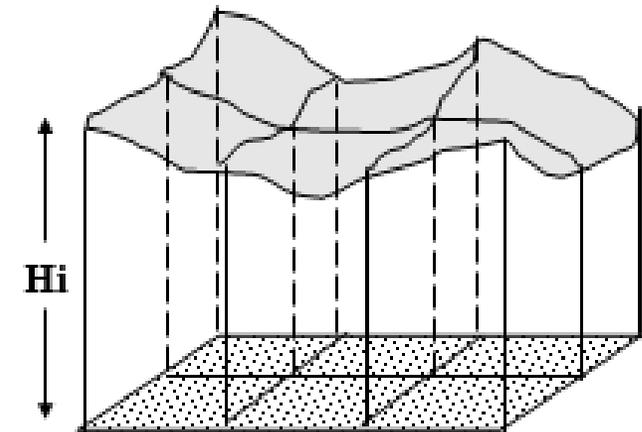
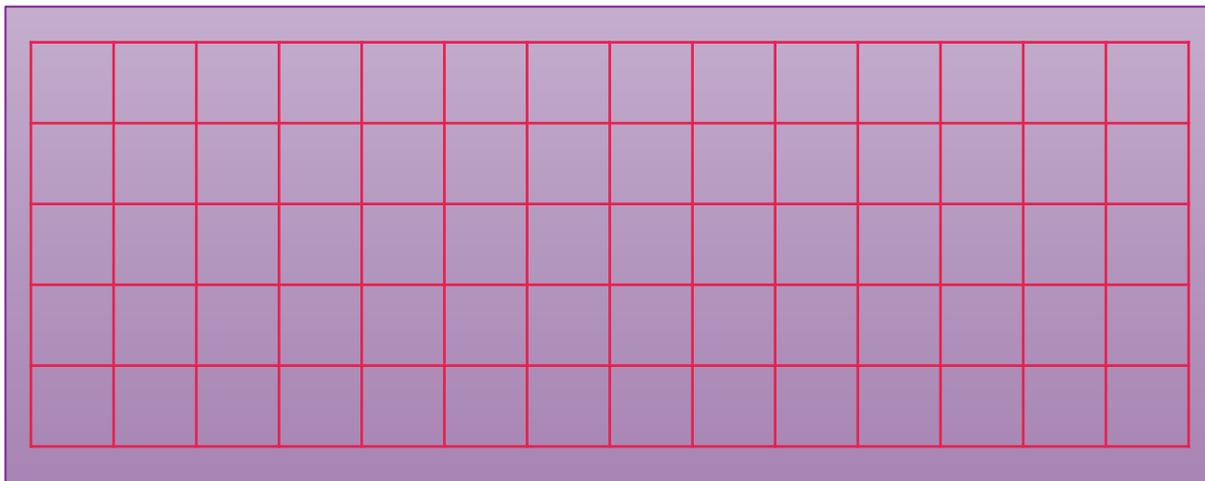
$$C_v = \frac{D (d_1 - d_2)(x_1 - x_2)}{12} \text{ m}^2$$



Sehingga  $V_p = V_a - C_v = \left[ \frac{(A_1 + A_2) D}{2} \right] - \left[ \frac{D (d_1 - d_2)(x_1 - x_2)}{12} \right]$

# METODE BORROW PIT / SPOT LEVEL

- Metode ini banyak dipakai pada pekerjaan penggalian yang besar dan luas.
- Pelaksanaanya di lapangan meliputi pembuatan jaring-jaring grid yang berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang dengan panjang sisi yang tertentu, misal 10 meter, 15 meter atau yang lain.
- Titik-titik grid di lapangan ditandai dengan patok kayu, kemudian diadakan pengukuran sipat datar untuk mengetahui ketinggian setiap patok.



## METODE BORROW PIT / SPOT LEVEL – BORROW PIT / SPOT LEVEL

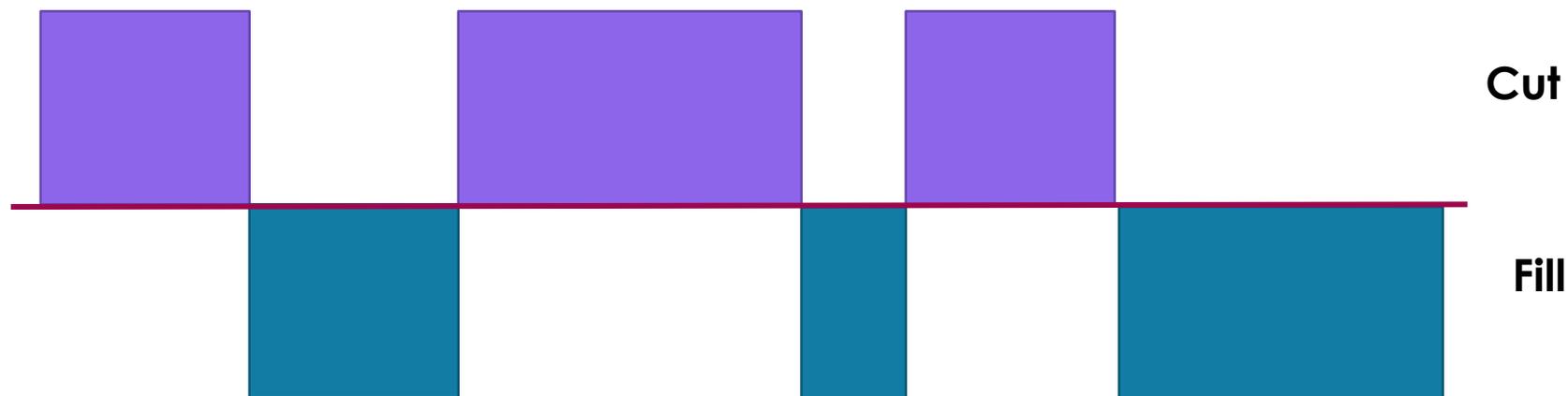
Selisih tinggi setiap patok, terdapat 2 kasus :

1. Dapat dihitung apabila penggalian akan dikerjakan hingga pada level yang tertentu,
2. Apabila penggalian dilakukan terlebih dahulu baru dihitung volume tanah yang telah digali, maka setelah penggalian dilakukan pengukuran sipat datar lagi pada patok-patok tersebut untuk mengetahui kedalaman penggalian di setiap patok.

Dari selisih-selisih ketinggian tersebut kemudian dihitung volumenya dengan rumus prismoida dengan alas prisma berupa empat persegi panjang atau segitiga, sedangkan tinggi prisma di ambil dari rata-rata dalamnya penggalian di titik-titik grid.

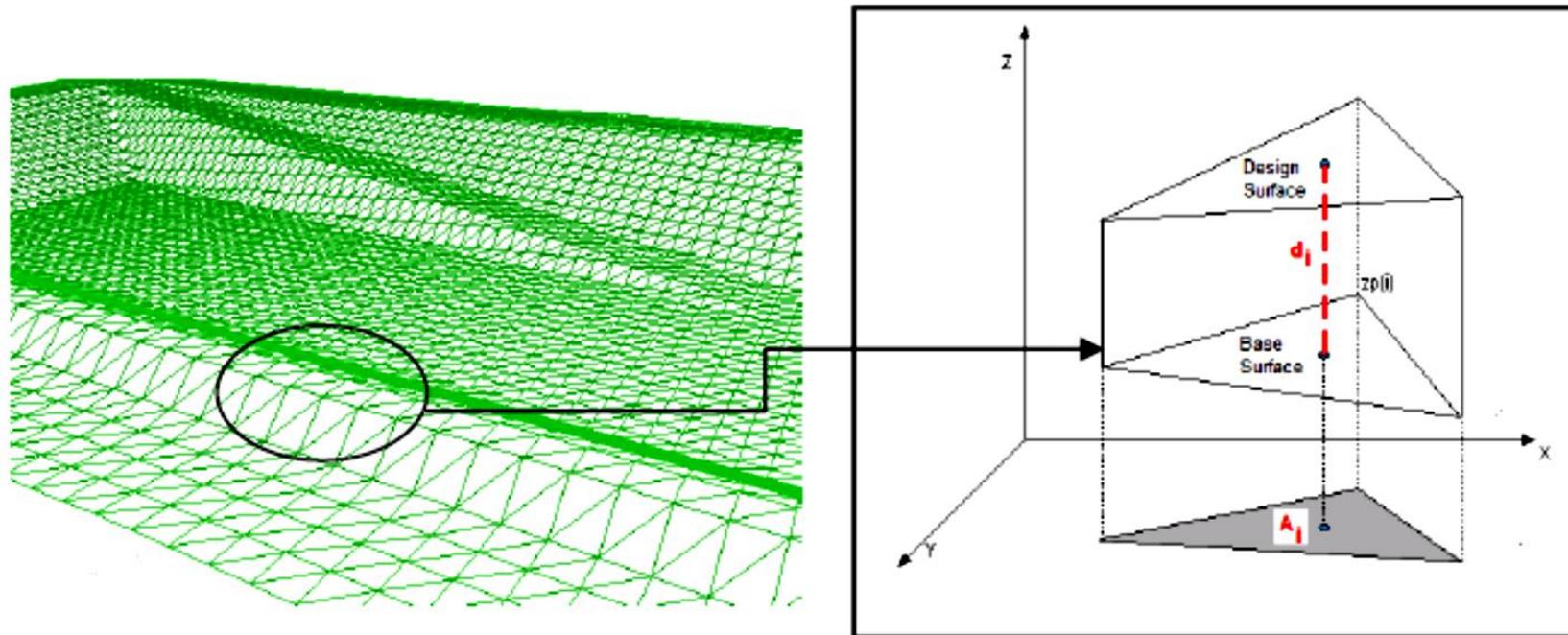
## METODE BORROW PIT / SPOT LEVEL – CUT AND FILL

- Prinsip perhitungan volume batubara menggunakan metode cut and fill adalah menghitung luasan dua penampang serta jarak antara penampang atas dan bawah.
- Dengan mengetahui data penampang atas dan bawah, maka dapat dihitung luas masing-masing penampang.
- Volume dihitung dari DTM yang dibentuk dari jaring-jaring segitiga (TIN). Jaring segitiga ini membentuk geometri prisma dari 2 *surface*.
- *Design surface* merupakan *surface* yang akan dihitung bolumenya sedangkan *base surface* adalah *surface* yang dijadikan alas.



## METODE BORROW PIT / SPOT LEVEL – CUT AND FILL

- Visualisasi penghitungan volume pada satu sampe jarring segitiga metode cut and fill.



Visualisasi penghitungan volume dengan metode cut and fill

(Geodis-Ale, 2012)

## METODE BORROW PIT / SPOT LEVEL – CUT AND FILL

- Visualisasi pada slide sebelumnya menunjukkan bahwa volume total dari suatu area dihitung dari penjumlahan volume semua prisma.
- Volume prisma dihitung dengan mengalikan permukaan proyeksi ( $A_i$ ) dengan jarak antara pusat massa dari dua segitiga yaitu desain surface dan base surface ( $d_i$ ).
- Rumus penghitungan volume dengan metode prisma dengan rumus berikut ini.

$$V_i = A_i \cdot d_i$$

Keterangan :

$V_i$  = Volume Prisma

$A_i$  = Luas bidang permukaan proyeksi

$d_i$  = Jarak antara pusat massa dua segitiga surface desain dan base desain.

# METODE BORROW PIT / SPOT LEVEL – CUT AND FILL

- Rumus penentuan volume sebelumnya secara terperinci dapat dijelaskan oleh rumus *triangular prism* dan *rectangular prism* yang dikemukakan oleh Pfilipsen.
- Rumus *rectangular prism* dapat dilihat pada persamaan (I.7) dan (I.8) (Pfilipsen, 2006).

$$hm = \frac{\sum_{i=1}^n (gi \times hi)}{4 \times n} \dots\dots\dots(I.7)$$

$$V = F \times (hm - ho) \dots\dots\dots(I.8)$$

Keterangan :

V = Volume total

F = Luas permukaan keseluruhan

hm = Tinggi rata-rata vertex

ho = Tinggi pada bidang referensi horizontal

# PERHITUNGAN VOLUME BORROW-PIT

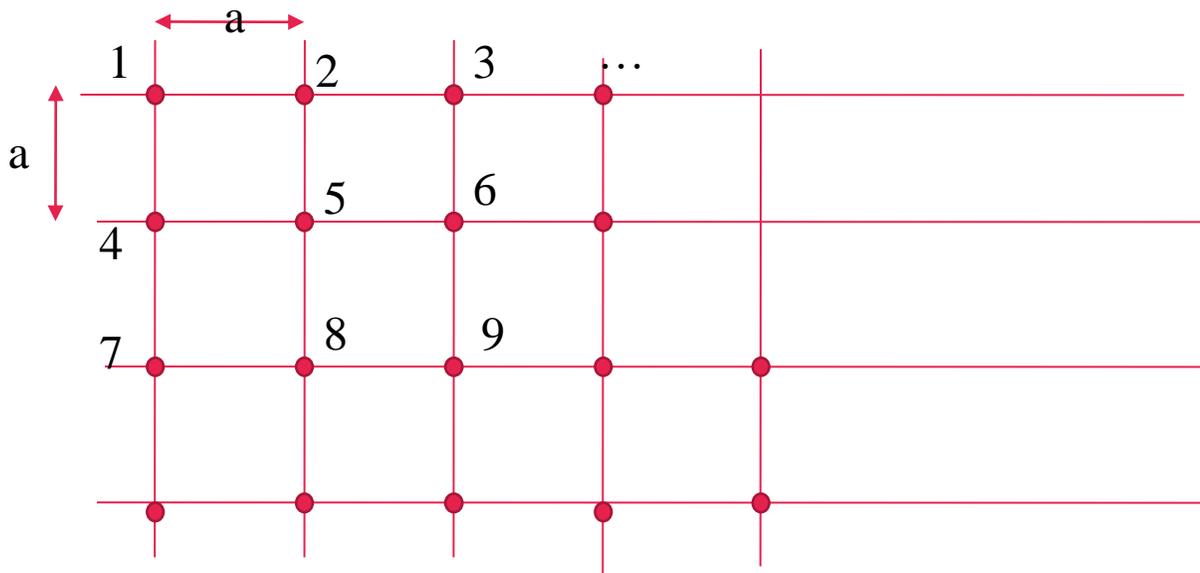
Pada banyak proyek, kecuali konstruksi rute linier panjang, jumlah tanah, kerikil, batu, atau material lain yang digali atau ditimbun seringkali paling baik ditentukan dengan metode borrow-pit.

Kuantitas yang dihitung menjadi dasar pembayaran kepada kontraktor atau pemasok bahan. Volume batubara atau material lepas lainnya di *stockpile* dapat ditemukan dengan cara yang sama

## VOLUME *BORROW PIT* :

Adalah volume yang diambil dari luar jalur

Pada daerah di luar jalur tersebut, perlu dilakukan pengukuran tinggi titik2 yang dipasang di daerah tersebut dan membentuk kisi-kisi (grid) ber jarak sama panjang. Volume dihitung dengan cara prisma terpancung (*truncated prism*)



Jarak antara titik-titik = a

Diukur tinggi titik-titik kisi,

Misalkan titik-titik tersebut 1 s/d 9 (lihat gambar) dengan tinggi T1 s/d T9

Jika daerah tersebut akan di gali pada ketinggian  $T_g$ , berapa Volume galian tersebut?

$$V_g = \frac{[A (\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4)]}{4}$$

$$V_g = \frac{[A (\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4)]}{4}$$

$$A = a \cdot a = \text{Luas segi empat kisi (m}^2 \text{)}$$

Dalam menghitung volume maka:

$h_1$  = beda tinggi yang digunakan satu kali, yaitu titik 1, titik 3, titik 9 dan titik 7

$h_2$  = beda tinggi yang digunakan dua kali, yaitu titik 2, titik 6, titik 8 dan titik 4

$h_3$  = beda tinggi yang digunakan tiga kali,....tidak ada

$h_4$  = beda tinggi yang digunakan empat kali, yaitu titik 5

yang termasuk  $h_1$

:

$$T_1 - T_g = \dots$$

$$T_3 - T_g = \dots$$

$$T_9 - T_g = \dots$$

$$T_7 - T_g = \dots$$

$$\text{_____} +$$

$$\Sigma h_1 = \dots$$

$$1 \Sigma h_1 = \dots$$

yang termasuk  $h_2$

:

$$T_2 - T_g = \dots$$

$$T_6 - T_g = \dots$$

$$T_8 - T_g = \dots$$

$$T_4 - T_g = \dots$$

$$\text{_____} +$$

$$\Sigma h_2 = \dots$$

$$2 \Sigma h_2 = \dots$$

yang termasuk  $h_3$  :

$$\text{_____} +$$

$$\Sigma h_3 = 0$$

$$3 \Sigma h_3 = 0$$

$$V_g = \frac{[A (\Sigma h_1 + 2\Sigma h_2 + 3\Sigma h_3 + 4\Sigma h_4)]}{4}$$

yang termasuk  $h_4$  :

$$T_5 - T_g = \dots$$

$$\text{_____} +$$

$$\Sigma h_4 = \dots$$

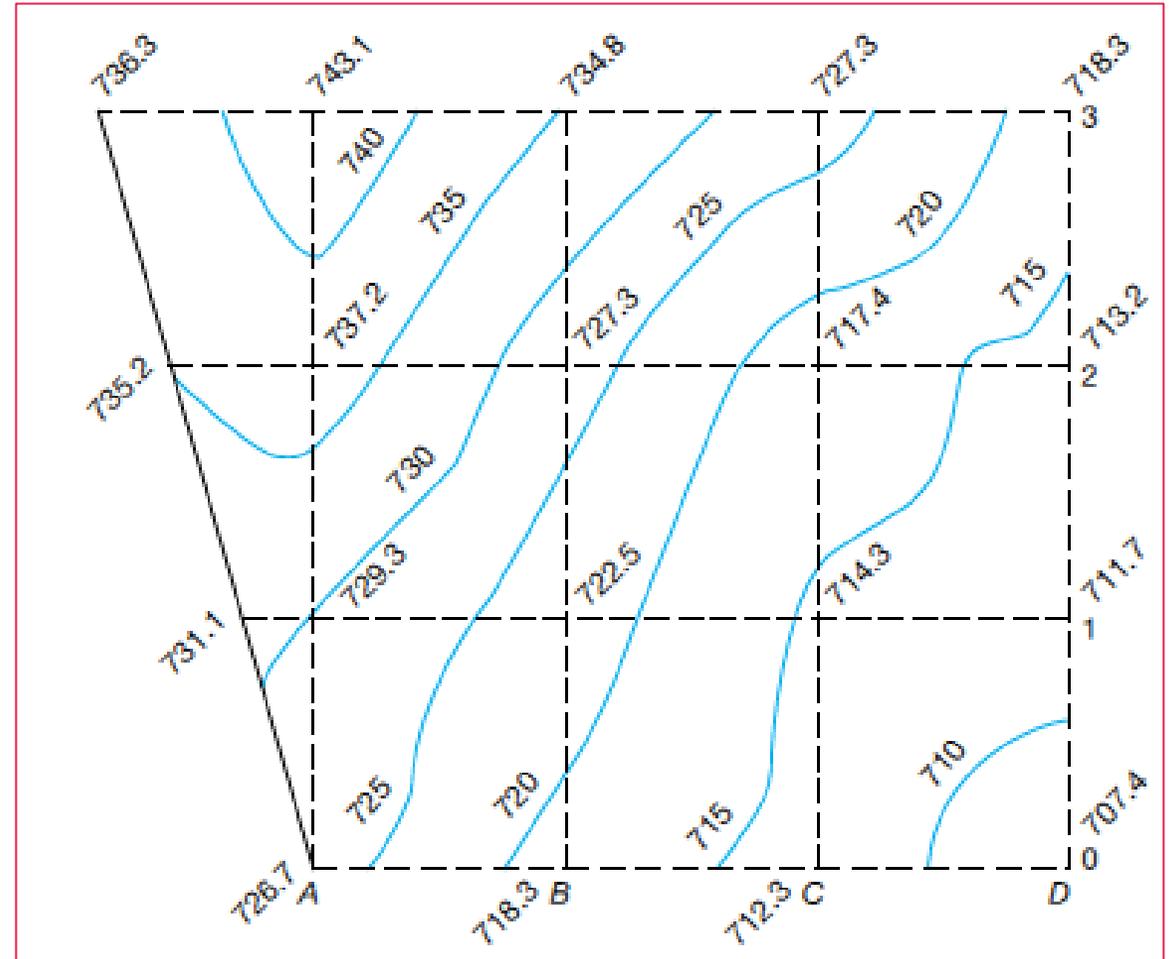
$$4 \Sigma h_4 = \dots$$

## Coordinate Squares or “Grid” Method - Contour

Elevasi tiap titik perpotongan akan ditentukan dengan beda tinggi atau levelling trigonometric

Kontur diinterpolasi antara tinggi titik-titik perpotongan sepanjang area survey dengan estimasi atau kalkulasi dengan jarak yang proporsional (bobot).

Elevasi yang diperoleh dengan interpolasi sepanjang diagonal biasanya tidak akan sama dengan hasil interpolasi sepanjang 4 sisi karena permukaan tanah tidak datar.



## PERHITUNGAN VOLUME

### Contour Area Method

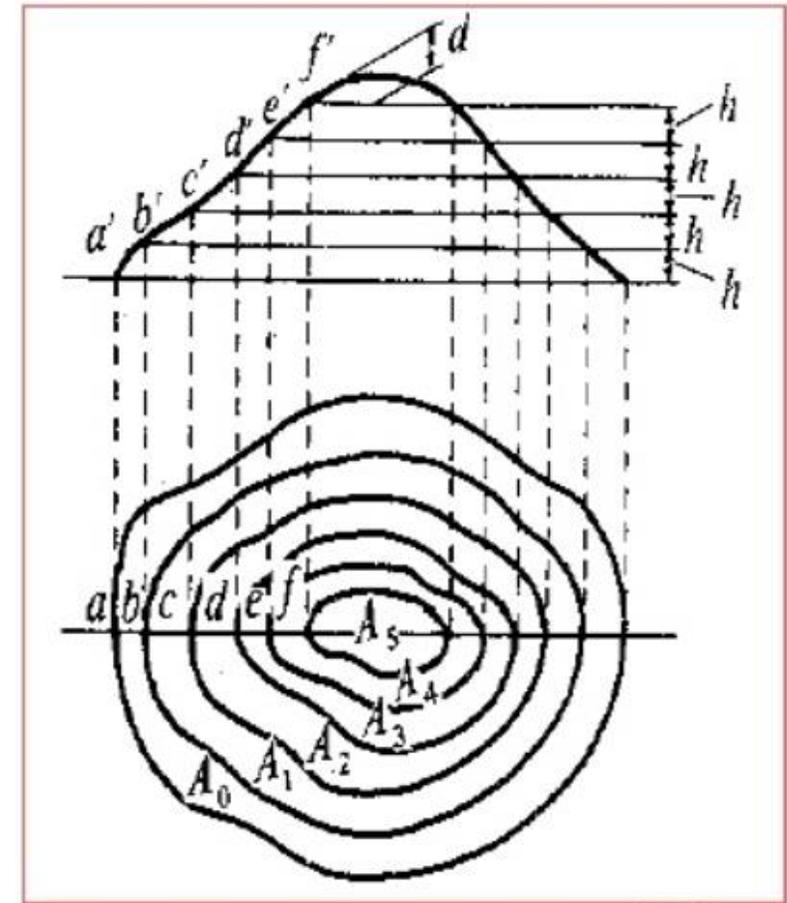
Volume berdasarkan kontur dapat diperoleh dari peta kontur menggunakan planimeter untuk luas area yang tertutup tiap kontur ketinggian.

Alternatif, perangkat lunak CAD dapat digunakan untuk menentukan luas. Kemudian luas rata-rata kontur yang berdekatan diperoleh menggunakan Persamaan Volume, dan volume diperoleh dengan mengalikan dengan jarak (interval) kontur.

Penggunaan rumus prismoidal jarang, tetapi bisa dilakukan. Prosedur ini berbasis komputasi volume yang tersedia dalam perangkat lunak CAD.

# METODE KONTUR

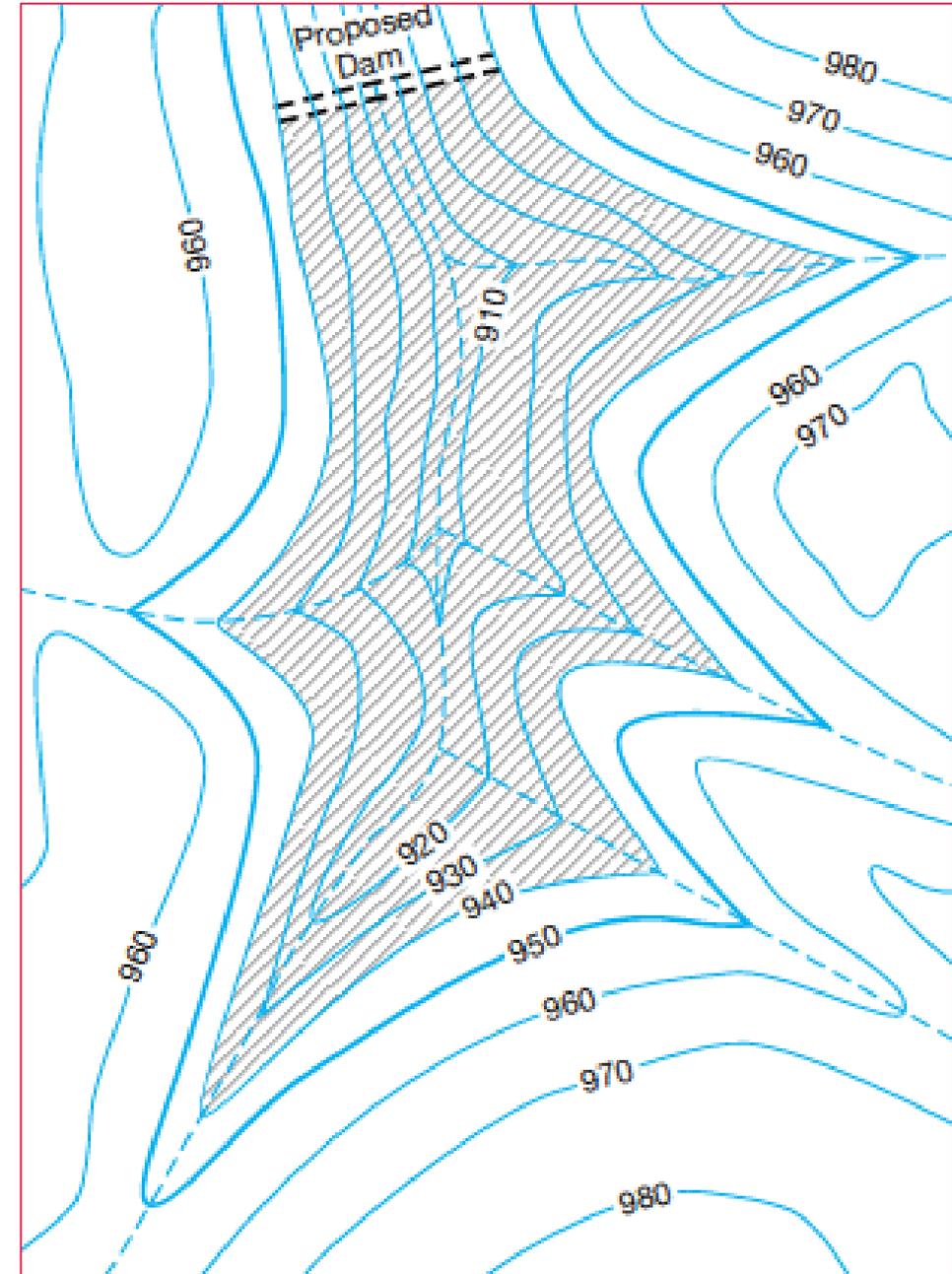
- Garis kontur pada peta adalah garis-garis yang menghubungkan tempat-tempat yang sama tinggi sehingga bidang yang terbentuk oleh sebuah garis kontur akan berupa bidang datar.
- Suatu garis kontur menjadi pembatas luas penampang.
- Interval garis kontur (beda harga antara dua garis kontur berurutan) menjadi tinggi atau jarak antar penampang.
- Penentuan luas dengan metode ini dilakukan dengan cara planimeter karena bangun atau bidang yang dibatasi oleh sebuah garis kontur bentuknya tidak teratur.
- Volumennya dapat dihitung dengan rumus end area untuk setiap dua buah tampang yang berurutan, rumus prismoida untuk tiga buah tampang, atau rumus simpson untuk tampang yang banyak.



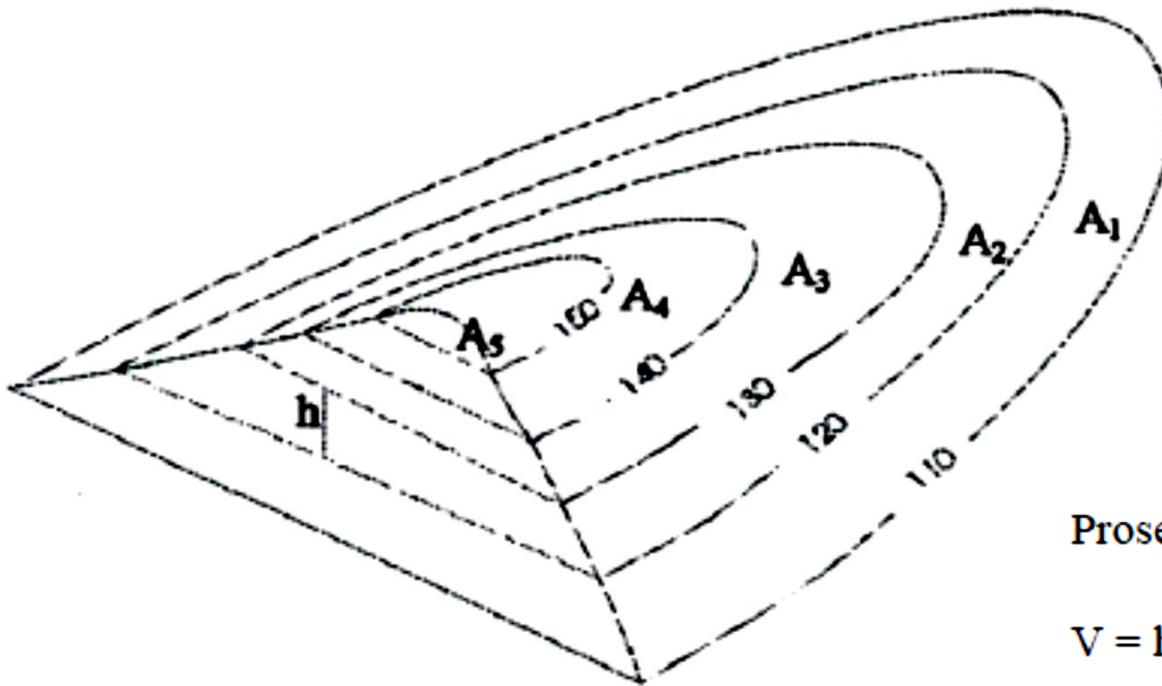
## Contour-Area Method

Metode *contour-area* sesuai untuk menentukan volume pada luasan yang besar, sebagai contoh menghitung jumlah dan meratakan pada ketinggian tertentu pada lokasi untuk landasan pacu bandara yang diusulkan untuk dibangun (*cut and fill grading*)

Aplikasi lain yang bermanfaat dari metode *contour-area* adalah dalam menentukan volume air yang akan ditampung di waduk yang dibuat oleh bendungan yang diusulkan.



# METODE KONTUR



Prosedur perhitungan volume dilakukan dengan metode garis kontur :

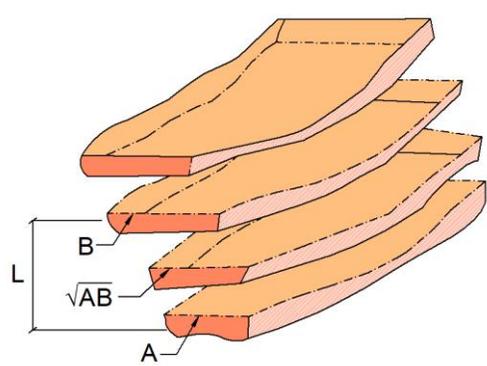
$$V = h \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5}{n} \dots\dots\dots (I.1)$$

Keterangan gambar I.6 :

$A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$  : Luas tampang

$h$  : Interval kontur/beda tinggi antar kontur

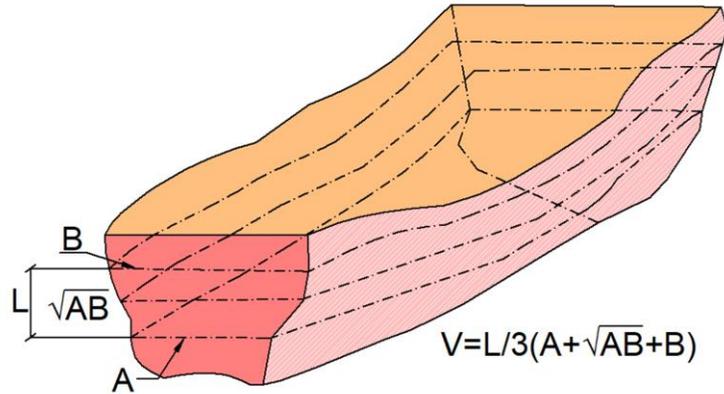
$n$  : Jumlah luasan



# PERHITUNGAN VOLUME

## Contour Area Method

$$V = i(A_1 + A_2 + \dots + A_n)$$



<https://esurveying.net/land-survey/earthwork-volume-calculation-contour-method>

$i$  : interval kontur atau  $L$

$A_1, A_2, A_n$  : luas area per kontur ketinggian

$V$  : volume

Metode ini menghasilkan taksiran yang terlalu tinggi, sehingga lebih banyak dilakukan dengan cara :

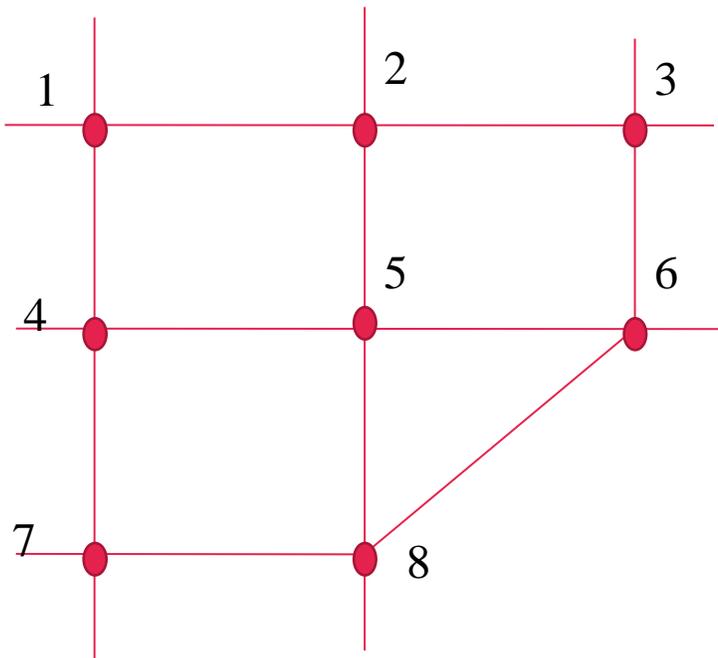
- Menghitung luas menggunakan planimeter (karena area satu garis kontur tinggi biasanya memiliki bentuk tidak beraturan) atau menggunakan metode koordinat
- Volume diperoleh dengan mengalikan luas tersebut dengan interval kontur

## Sumber Kesalahan dalam Penentuan Volume

Beberapa kesalahan umum dalam menentukan area bagian dan volume pekerjaan tanah adalah:

1. Melakukan kesalahan dalam mengukur penampang melintang di lapangan, misalnya tidak tegak lurus dengan garis tengah.
2. Membuat kesalahan dalam mengukur *average end-area*.
3. Gagal menggunakan rumus prismoidal yang dibenarkan.
4. Melakukan area penampang melintang (*cross-section*) di luar batas yang dibenarkan oleh data lapangan.

## TUGAS 03:



Jika jarak antara titik adalah  $a = 10 \text{ m}$

Tinggi titik-titik 1 s/d 8, sbb:

$$T1 = 105 \text{ m}$$

$$T2 = 104 \text{ m}$$

$$T3 = 103 \text{ m}$$

$$T4 = 104,5 \text{ m}$$

$$T5 = 105,5 \text{ m}$$

$$T6 = 103,5 \text{ m}$$

$$T7 = 105 \text{ m}$$

$$T8 = 104,5 \text{ m}$$

Daerah tersebut akan di gali pada ketinggian  $T_g = 100 \text{ m}$

Berapa volume galian daerah 12368741 ?

