

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti Dan Judul Peneliti	Universitas Dan Tahun	Tujuan Peneliti	Hasil
1.	M Zulfa Irsyad, “Analisis Perhitungan Volume Timbunan Dan Galian Pada Embung Sigit Menggunakan Software Civil 3D dan Surpac”	Universitas Gadjah Mada “2021”	Untuk menghitung volume timbunan dan galian pada embung sigit yang dilakukan menggunakan perangkat lunak Surpac 6.6.2 dan Civil 3D 2021. Analisis dilakukan untuk mendapatkan nilai signifikansi atas perbedaan hasil hitungan volume dari kedua perangkat lunak.	Hasil analisis statistik menggunakan metode T-tes sampel berpasangan didapatkan kesimpulan bahwa hasil perhitungan volume menggunakan Surpac 6.6.2 dan Civil 3D 2021 adalah sama atau tidak berbeda secara signifikan.
2.	“Analisis Perbandingan Perhitungan	Institut Teknologi	penelitian ini melakukan perhitungan	hasil perhitungan volume didapatkan rata- rata nilai

	Volume Bersih Galian dan Timbunan (Net Volume) dengan Metode Trapezoidal dan Borrow Pit pada Perangkat Lunak Autocad Civil 3D.”	Sepuluh November (ITS) 2021	volume bersih galian dan timbunan (net volume) dengan data dari salah satu pit di area tambang PT Anugerah Bara Kaltim yang dimpotong menjadi 3 bagian yaitu pit bagian A,B, dan C. Perhitungan volume dilakukan dengan menggunakan metode Trapezoidal dan Borrow Pit pada perangkat lunak AutoCAD Civil 3D dimana dari hasil tiap metode akan dibandingkan terhadap nilai hitungan manual sebagai acuan dengan mengacu pada toleransi	selisih volume yang beragam, yaitu pada metode borrow pit sebesar 1,911%, dan metode trapezoidal sebesar 0,427%.
--	--	------------------------------------	---	---

			ASTM (American Society for Testing and Materials) pada tahun 2002 yaitu batas maksimal prosentase selisih hasil perhitungan volume yaitu sebesar 2,78%, selanjutnya akan dianalisa manakah metode yang tepat untuk digunakan dalam pekerjaan perhitungan volume tambang batubara.	
3.	Ryanto Imanuel Gultom. “Perhitungan Volume Galian dan Timbunan Dengan Metode Cut & Fill Pada Pembangunan	Politeknik Negeri Batam. 2020.	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan topografi dan menghitung volume galian dan timbunan dengan menggunakan software AutoCAD Land	Hasil perhitungan dengan metode composite volume pada area jalan diperoleh hasil galian 68 m3 dan timbunan 696 m3. Dan area parkir diperoleh galian 328 m3 dan timbunan 217 m3. Sehingga total

	Jalan dan Area Parkir		Desktop 2009 Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan topografi dan menghitung volume galian dan timbunan dengan menggunakan software AutoCAD Land Desktop 2009	keseluruhan galian adalah 397 m ³ dan total timbunan adalah 913 m ³ .
4.	Agustinus Raja Lama. “Analisis Ketelitian Perhitungan Volume Galian Menggunakan Data Gridding dan Tanpa Gridding Pada Pekerjaan Bendungan.”	Institut Teknologi Nasional Malang. 2019	Tujuan Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui ketelitian perhitungan volume yang diperoleh dari data gridding pada software Surfer 15 dengan metode Invers Distance to a Power, Kriging, Natural Neighbor, Radial Basis Fuction dan	Hasil perhitungan volume akan dibandingkan terhadap hasil galian sebenarnya dari Bendungan Rotiklot, dengan toleransi perhitungan $\pm 2.78\%$ menurut ASTM (American Standard Testing and Material) Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat, ada empat

			Triangulation with Linear Interpolation serta data tanpa gridding dengan metode Surface to Surface (TIN) pada software Terramodel 10.3 dengan sebaran interval jarak antara data pengukuran yang berjauhan.	metode gridding yang dapat diterima menurut toleransi ASTM $\pm 2.78\%$ yaitu Kriging, Natural Neighbor, Radial Basis Function dan Triangulation with Linear Interpolation. Hasil perhitungan yang paling teliti adalah menggunakan metode gridding Kriging dengan selisih terhadap volume asli adalah sebesar 0.04 %, sedangkan metode Inverse Distance to a Power memiliki selisih terbesar terhadap volume asli yaitu sebesar 6.49%. Hal ini disebabkan metode Inverse Distance to a Power tidak dapat merepresentasikan
--	--	--	--	---

				permukaan secara benar pada interval jarak titik pengukuran yang berjauhan.
5.	Yustika Irawaty Simbolon. “Analisa Volume Galian dan Timbunan Pada Pekerjaan Pembangunan Jalur Sepeda jl. RE. Martadinata Batam Menggunakan Metode Perbedaan Tinggi Elevasi dengan Perhitungan Kontraktor.”	Universitas Interinasional Batam. 2023	Tujuan Penelitian ini adalah penulis membuat perbandingan perhitungan volume galian dan timbunan menggunakan aplikasi Software AutoCAD untuk menghitung luas, menuangkan hasil hitungan luas ke dalam Microsoft Excel untuk menghitung volume galian dan timbunan dan menggunakan aplikasi AutoCAD memvisualisasi galian dan timbunan.	Untuk hasil volume timbunan, volume yang diperoleh oleh penulis lebih kecil dibandingkan dengan volume yang telah di hitung oleh kontraktor pelaksana, yaitu nilai perbandingannya adalah 1.189,3875 m ³ : 1.439,76 m ³ .

2.2 Definisi Pemetaan dan Topografi

Pemetaan mempunyai arti menentukan posisi sekumpulan titik pada permukaan bumi yang akan di diskripsikan dalam bidang datar (Purwohardjo, 1986). Suatu pemetaan membutuhkan pengukuran untuk memperoleh data. Pengukuran untuk pembuatan peta juga biasa disebut pengukuran topografi, untuk pengukuran situasi, atau pengukuran detil, dilakukan untuk dapat menggambarkan unsur-unsur: alam, buatan manusia dan bentuk permukaan tanah dengan system dan cara tertentu (Purwohardjo, 1986). Metode mengukur dengan menyentuh langsung objek yang akan dipetakan disebut metode terestris. Pengukuran dilakukan untuk menentukan posisi (koordinat dan ketinggian) titik-titik di muka bumi. Titik-titik di muka bumi yang diukur, dikelompokkan ke dalam dua kelompok besar yaitu titik-titik kerangka dasar dan titik-titik detil. Titik-titik kerangka dasar adalah sejumlah titik-titik (ditandai dengan patok kayu atau beton) yang dibuat dengan kerapatan tertentu yang akan digunakan untuk menentukan koordinat dan ketinggian titik-titik detil. Titik-titik detil adalah titik-titik yang ada di lapangan yaitu titik-titik sepanjang pinggiran sungai, jalan, pojok bangunan dan lain-lain, yaitu unsur- unsur yang mewakili dilapangan (Purwohardjo, 1986).

Peta merupakan gambaran dari unsur-unsur alam dan buatan manusia, berada di permukaan bumi yang digambarkan pada suatu bidang datar dengan skala tertentu (Purwohardjo, 1986). Kemajuan teknologi juga mempengaruhi wawasan tentang peta, peta yang biasanya identik dengan lembaran-lembaran kertas, kini lebih dikenal dengan sesuatu yang digital. Pembuatan peta kini berbasiskan oleh komputer, dimana peta konvensional yang berbentuk lembaran-lembaran kertas kini telah diubah menjadi digital.

2.3 Kerangka Dasar Pemetaan

Tahap awal sebelum melakukan suatu pengukuran adalah dengan melakukan penentuan titik-titik kerangka dasar pemetaan pada daerah atau areal yang akan dilakukan pengukuran yaitu penentuan titik-titik yang ada di lapangan yang ditandai dengan patok kayu, paku atau patok permanen yang dipasang dengan

kerapatan tertentu, fungsi dari sistem kerangka dasar pemetaan dengan penentuan titik-titik inilah yang nantinya akan dipakai sebagai titik acuan (reference) bagi penentuan titik-titik lainya dan juga akan dipakai sebagai titik kontrol bagi pengukuran yang baru. Pengukuran dilaksanakan untuk memperoleh data sudut dan jarak dilapangan yang akan dihasilkan suatu data posisi berupa data koordinat (X,Y) yang dapat digunakan dalam pembuatan peta dasar teknik (Brinker,1986). Terdapat 2 macam kerangka kontrol yakni:

2.3.1 Kerangka Horizontal

Kerangka dasar horizontal merupakan kumpulan titik-titik yang telah diketahui atau ditentukan posisi horizontalnya berupa koordinat pada bidang datar (X,Y) dalam sistem proyeksi tertentu. Bila dilakukan dengan cara teristris, pengadaan kerangka horizontal bisa dilakukan menggunakan cara triangulasi, trilaterasi atau poligon. Pemilihan cara dipengaruhi oleh bentuk medan lapangan dan ketelitian yang dikehendaki. (Purwohardjo, 1986). Metode poligon merupakan salah satu metode untuk penentuan Kerangka kontrol horizontal.

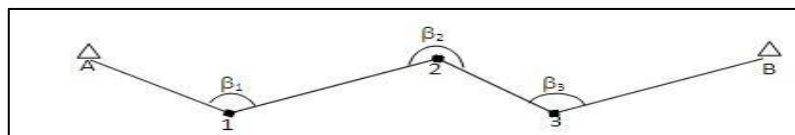
1. Metode Poligon

Poligon adalah serangkaian garis berurutan yang panjang dan arahnya telah ditentukan dari pengukuran lapangan. Pengukuran poligon merupakan pekerjaan menetapkan stasiun poligon dan membuat pengukuran yang perlu. Merupakan salah satu cara paling dasar dan paling banyak dilakukan untuk menentukan posisi titik Poligon Terbuka (Nurjati, 2004) yang belum diketahui koordinatnya dari titik yang sudah diketahui koordinatnya. Metode poligon adalah suatu cara penentuan posisi horisontal banyak titik dimana titik satu dan lainnya dihubungkan satu sama lain dengan pengukuran sudut dan jarak sehingga membentuk rangkaian titik-titik (poligon). Poligon digunakan untuk pemetaan daerah kecil, penyelenggaraan titik-titik kerangka dasar. Metode poligon lebih bisa menyesuaikan dengan keadaan lapangan dan ketelitiannya dapat memadai untuk pemetaan topografi. Maksud dan tujuan pengukuran polygon adalah untuk:

- Menentukan koordinat titik-titik yang belum diketahui koordinatnya dari titik yang telah diketahui koordinatnya.
- Merapatkan jaringan kerangka pengukuran yang telah ada.
- Sebagai kerangka pengukuran dan pemetaan.

a. Poligon Terbuka

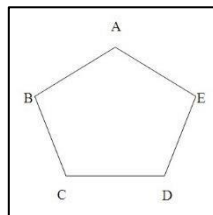
Poligon terbuka adalah suatu poligon yang titik awalnya dan titik akhirnya merupakan titik yang berlainan (tidak bertemu pada suatu titik).



Gambar 2 1 Poligon Terbuka (Nurjati, 2004)

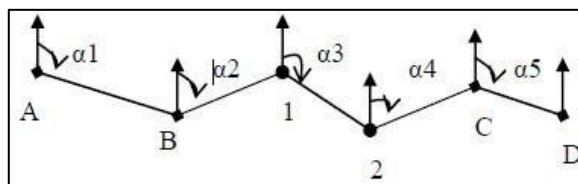
b. Poligon Tertutup

Poligon tertutup adalah suatu poligon yang titik awalnya dan titik akhirnya bertemu pada satu titik yang sama. Pada poligon tertutup, koreksi sudut dan koreksi koordinat tetap dapat dilakukan karena titik awal dan titik akhir pada titik yang sama.



Gambar 2 2 Poligon Tertutup (Nurjati, 2004)

a) Perhitungan Poligon



Gambar 2 3 Perhitungan Sudut Jurusan (Nurjati, 2004)

Menghitung Jarak:

$$d_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} \quad (2.1)$$

(Nurjati, 2004)

Menghitung Sudut Jurusan:

$$\alpha_{AB} = \tan^{-1} \frac{(X_B - X_A)}{(Y_B - Y_A)} \quad (2.2)$$

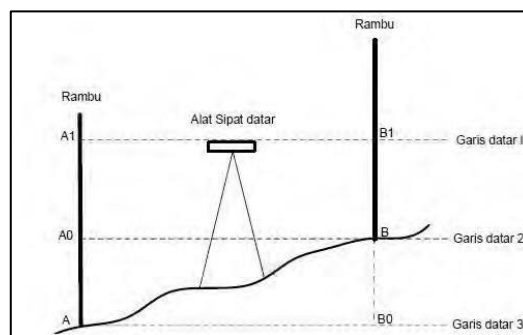
(Nurjati, 2004)

2.3.2 Kerangka Vertikal

Kerangka kontrol vertikal merupakan kumpulan titik-titik yang telah diketahui atau ditentukan posisi vertikalnya berupa ketinggian terhadap bidang rujukan ketinggian tertentu. Bidang rujukan ketinggian ini bisa berupa ketinggian muka air laut rata-rata (*mean sea level*) atau ditentukan lokal.

1. Prinsip Penentuan Beda Tinggi

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat sipat datar (waterpass). Alat didirikan pada suatu titik yang diarahkan pada dua buah rambu yang berdiri vertikal. Maka beda tinggi dapat dicari dengan melakukan pengukuran antara bacaan muka dan bacaan belakang.



Gambar 2 4 Prinsip Pengukuran Beda Tinggi (Nurjati, 2004)

Prinsip penentuan beda tinggi dengan sipat datar menggunakan garis bidik sebagai garis datar 1 di titik A dan B didirikan rambu ukur secara tegak. Jarak vertikal rambu di titik $AA_1=a$ dan $BB_1=b$ dapat diukur. Pada titik A dan B angka rambu adalah nol, bila $AA_1=a$ dan $BB_1=b$ maka beda tinggi A dan B adalah:

$$\Delta H_{AB} = a - b \quad (3.4)$$

(Nurjati, 2004) Jika:

ΔH_{AB} = Beda tinggi titik A dan B

$\Delta H_{AB} = 0$, maka A dan B sama tinggi

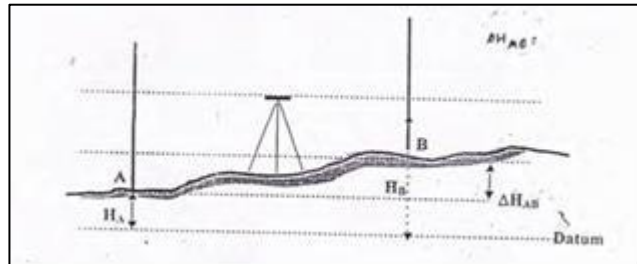
$\Delta H_{AB} > 0$, maka A lebih rendah dari B

$\Delta H_{AB} < 0$, maka A lebih tinggi dari B

2. Macam-Macam Penentuan Beda Tinggi

Cara I:

Alat diletakan diantara dua buah rambu yang vertical, cara ini digunakan pada pengukuran sipat datar memanjang dan pada daerah yang relatif datar.



Gambar 2 5 Cara I Pengukuran Beda Tinggi (Nurjati, 2004)

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A \rightarrow \Delta H_{AB} = BT_A - BT_B \quad (3.5)$$

(Nurjati, 2004) Keterangan:

ΔH_{AB} = Beda tinggi titik A dan titik B (m)

H_A = Tinggi titik A (m)

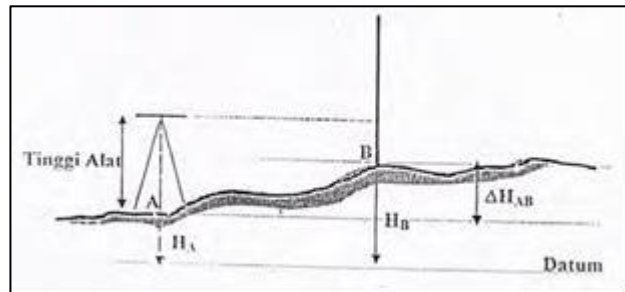
H_B = Tinggi titik B (m)

BT_B = Benang tengah titik B (m)

BT_A = Benang tengah titik A (m)

Cara II:

Alat diletakkan pada suatu titik yang akan diukur beda tingginya dan titik yang lain didirikan rambu ukur. Cara ini biasanya dilakukan pada pengukuran sipat datar melintang karena jarak antar titik yang terlalu pendek.



Gambar 2 6 Cara II Pengukuran Beda Tinggi (Nurjati, 2004)

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A \rightarrow \Delta H_{AB} = T_{\text{Alat}} - BT_B \quad (3.6)$$

(Nurjati, 2004) Keterangan:

T_{Alat} = Tinggi alat (m)

2.4 Pengukuran Detil

Pengukuran detail/situasi adalah kegiatan pengumpulan data koordinat permukaan bumi dan segala sesuatu yang ada di atasnya baik alami maupun buatan manusia (sungai, bangunan, jembatan, saluran air, sawah dll). beberapa metode dalam pengukuran titik-titik detail yang dapat dilakukan, diantaranya:

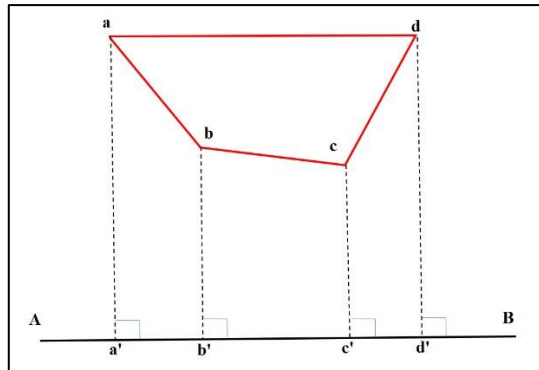
- Metode *Offset*

2.4.1 Metode *Offset*

Metode offset adalah pengukuran titik-titik planimetrik (X,Y) sederhana menggunakan alat-alat sederhana yaitu pita ukur, dan yalon (Basuki S, 2011). Pengukuran untuk pembuatan peta cara *offset* menggunakan alat utama pita ukur, sehingga cara ini juga biasa disebut cara rantai (*chain surveying*). Secara garis besar metode *Offset* dibagi menjadi 2 cara yaitu:

1. Metode Penyikuan

Pada metode ini setiap titik detail a,b,c,d pada dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2 7 Metode Penyikuan (Basuki A, 2011)

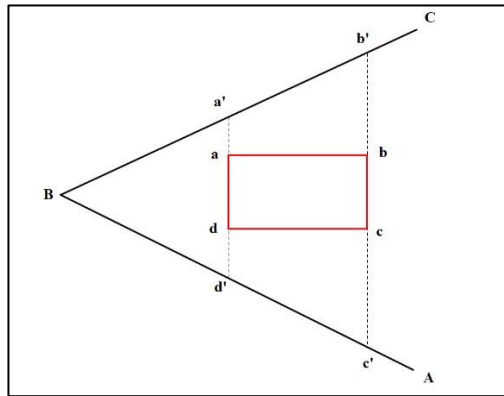
diproyeksikan tegak lurus ke garis ukur AB, dengan bantuan cermin sudut atau prisma sudut. Kemudian diukur langsung jarak-jarak titik detail tersebut dari garis ukur, yaitu aa',bb',cc',dan dd', serta jarak titiktitik proyeksi dari titik sudut pada garis ukur yang bersangkutan yaitu Aa',Ab', Ac', dan Ad'. Dengan demikian maka posisi planimetrik a,b,c, dan d dapat ditentukan atau digambarkan.

2. Metode Mengikat atau Interpolasi

Berbeda dengan metode penyikuan, pada metode ini titik-titik detail diikat dengan dua garis lurus pada garis ukur dengan cara perpanjangan sisi.

a) Perpanjangan sisi

Metode atau cara ini digunakan khususnya untuk detil-detil yang dibatasi oleh garis-garis lurus, misalnya batas tanah/ persil dan sisi bangunan. Perpanjangan sisi dapat dilakukan ke sebuah garis ukur atau lebih, tergantung dari bentuk dan posisi detil terhadap garis ukur. Apabila sebuah persegi panjang perpanjangan 3 sisi dapat memotong satu garis ukur, maka detil tersebut dapat direkonstruksi atau digambarkan, namun apabila hanya perpanjangan 2 buah sisi yang dapat memotong garis sebuah garis ukur yang sama, maka diperlukan lebih dari sebuah garis ukur. Dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2 8 Metode Perpanjangan Sisi (Basuki S, 2011)

sisi ad dan bc diperpanjang hingga memotong garis ukur AB dan BC , masing-masing di d' , c' dan a' , b' . ukur jarak aa' , bb' , cc' , dd' , Ac' , Ad' , Ba' , Bb' . Dari ukuran jarak-jarak tersebut maka posisi titik-titik a, b, c, d dapat digambarkan.

2.5 Metode Perhitungan Volume

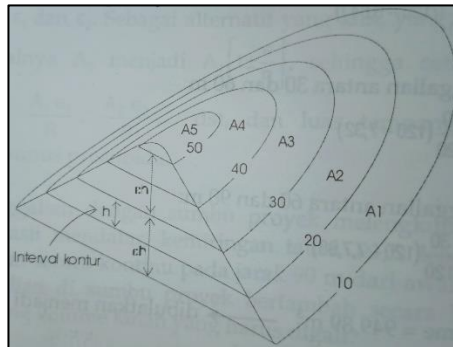
Metode perhitungan volume pada dasarnya menggunakan prinsip perhitungan volume dari bagian permukaan yang dibatasi oleh penampang-penampang melintangnya. Perhitungan volume dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain (Purwohardjo, 1989).

- Metode Garis Kontur.
- Metode *Cross Section*.
- Metode *Borrow Pit*.

2.5.1 Metode Garis Kontur

Garis kontur adalah garis yang menghubungkan titik-titik yang memiliki ketinggian yang sama, sehingga bidang yang dibentuk oleh sebuah garis kontur adalah merupakan bidang datar. Luas penampang ditentukan dengan luasan yang dibatasi oleh suatu garis kontur, sedangkan beda tinggi atau jarak antar penampang ditentukan dari interval garis kontur, yaitu beda tinggi antara dua garis kontur yang berurutan. Penentuan volume dengan menggunakan garis kontur dapat ditentukan

dengan menggunakan rumus end areas untuk setiap dua buah tampang yang berurutan.



Gambar 2 9 Penentuan Dengan Garis Kontur (Basuki S, 2011)

kontur:

$$V = (A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n) (d_1 + d_2 + \dots + d_{n-1}) \quad (4.5)$$

(Irvine, 1995) Keterangan:

A_1, A_2, A_3, A_n : Luas penampang (m^2)

h : Interval kontur (m)

n : Jumlah luasan

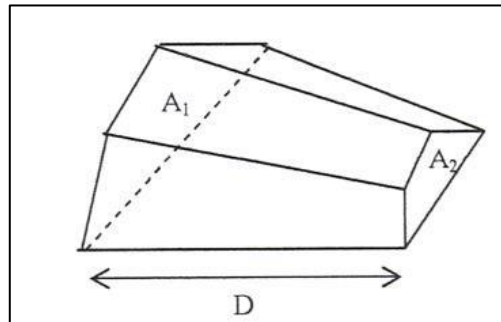
2.5.2 Metode Trapezoidal

Irisan melintang diambil tegak lurus terhadap sumbu proyek (*Alignment*) 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 dibagi menjadi beberapa metode yaitu:

1. *Average End Area* (Penampang rata-rata)

Dalam rumus ini volume didapat dengan mengalikan luas 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:



Gambar 2 10 Penentuan Volume Dengan Metode Penampang Rata-rata (Irvine, 1995)

$$V = d \left(\frac{A_1 + A_2}{2} + \frac{A_2 + A_3}{2} + \frac{A_3 + A_4}{2} + \dots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2} \right) \quad (4.6)$$

(Agor, 1982) Keterangan:

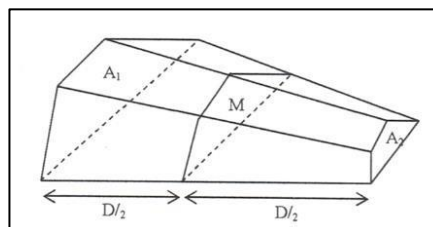
$A_1, A_2, A_3, \dots, A_{n-1}, A_n$: Luas penampang ke-1 sampai ke-n (m^2)

d : Interval/jarak antar penampang yang bersebelahan (m)

V : Volume melintang rata-rata (m^3)

2. Metode *Prismoida*

Metode prismoidal mirip dengan metode penampang rata-rata namun menggunakan penampang tambahan di tengah dua stasiun berurutan, sehingga metode ini cocok digunakan apabila medan di lapangan memiliki perubahan yang lebih besar antar tiap section. Rumus prismoida dinyatakan dengan persamaan:



Gambar 2 11 Penentuan Volume Dengan Metode *Prismoida* (Irvine, 1995)

$$V = \frac{D}{6} (A_1 + 4M + A_2) \quad (4.7)$$

$$M = \frac{(A_1 + A_2)}{2} \quad (4.8)$$

(Basuki S, 2011)

Dimana D adalah Jarak antara penampang, A1 dan A2 adalah luas alas dibawah dan diatas, dan M adalah luas penampang tengah yang merupakan rata dari luas alas atas dan bawah.

Keterangan:

A1 dan A2 : Luas penampang atas dan bawah (m²)

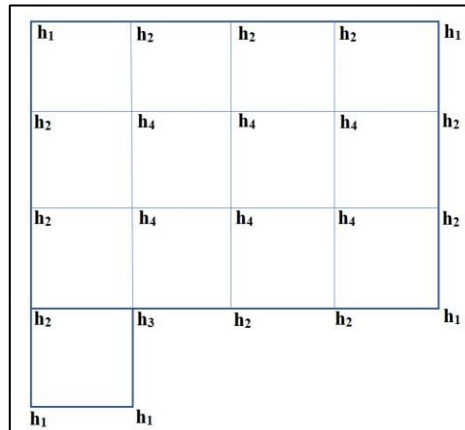
D : Jarak antara A1 dan A2 (m)

M : Luas penampang tengah (m²)

Prismoida adalah benda padat yang mempunyai dua permukaan datar yang sejajar, bentuknya teratur dan tidak teratur, yang dapat dihubungkan dengan permukaan baik datar maupun melengkung, yang padanya dapat ditarik garis lurus dari salah satu ujung yang sejajar ke ujung sejajar lainnya (Irvine, 1995).

2.5.3 Borrow Pit

Cara menghitung volume dengan *Borrow Pit* adalah dengan membagi daerah tersebut kedalam beberapa “kapling” yang seragam. Metode ini banyak dipakai pada pengerjaan penggalian yang besar dan luas. Pelaksanaan dilapangan meliputi pembuatan jarring-jaring grid yang berbentuk bujur sangkar atau persegi panjang dengan panjang sisi yang tertentu. Titik-titik grid dilapangan ditandai dengan patok kayu, kemudian diadakan pengukuran sipat datar untuk mengetahui ketinggian setiap patok. Apabila penggalian akan dikerjakan hingga level tertentu, maka selisih tinggi untuk setiap patok dapat dihitung. Dari selisih-selisih ketinggian tersebut kemudian dihitung volumenya dengan rumus prisma terpancung, dengan alas prisma berupa persegi atau segitiga, dan tinggi prisma diambil dari rata-rata dalamnya penggalian di titik-titik grid (Basuki S, 2011). Berikut adalah gambaran perhitungan volume menggunakan metode *Borrow Pit*:

Gambar 2 12 *Borrow Pit* Berbentuk Segi Empat

$$V = A \left(1 \sum h_1 + 2 \sum h_2 + 3 \sum h_3 + 4 \sum h_4 \right) \quad (4.9)$$

4

(Agor 1982)

Keterangan:

A = luas penampang satu kapling yang seragam (m²) h1 = tinggi yang digunakan untuk menghitung volume 1 kali (m)

h2 = tinggi yang digunakan untuk menghitung volume 2 kali (m)

h3 = tinggi yang digunakan untuk menghitung volume 3 kali (m)

h4 = tinggi yang digunakan untuk menghitung volume 4 kali (m)

2.6 Digital Terrain Model (DTM)

Digital Terrain Model (DTM) adalah representasi statistik permukaan tanah yang kontinyu dari titik-titik yang diketahui koordinat X, Y, dan Z nya pada suatu sistem koordinat tertentu. ”(Li Zhilin dan Gold, 2005). Suatu DTM merupakan sistem yang terdiri dari dua bagian, yaitu sekumpulan titik-titik yang mewakili bentuk permukaan terrain yang disimpan pada memori komputer, dan Algoritma untuk melakukan interpolasi titik-titik baru dari data titik yang diberikan atau menghitung data lain (Linkwitz, 1970).

DTM sendiri dapat diartikan sebagai representasi ketinggian dari suatu continuous terrain atau permukaan (tanpa ada *feature* alam dan *hand made*) dalam bentuk digital atau numeris, dalam sistem koordinat X, Y, Z. Pengertian DTM mencakup tidak hanya tinggi (*height*) dan elevasi (*elevation*), tetapi juga unsur-unsur morfologi yang lain seperti garis sungai, dsb. (Dipokusumo dkk, 1983).

2.7 Software AutoCAD Civil 3D (Student Version)

AutoCAD Civil 3D adalah perangkat lunak desain teknik sipil dan solusi dokumentasi yang mendukung alur kerja pemodelan informasi bangunan. Perangkat lunak ini banyak digunakan di beberapa bidang pekerjaan, salah satunya pekerjaan pertambangan batubara. Untuk mendukung pekerjaan pertambangan batubara, perangkat lunak ini dapat membuat permukaan tanah (*surface*) secara digital atau biasa disebut *Digital Terrain Models* (DTM), dengan memakai titik-titik (*point*) secara tiga dimensional sebagai referensi, di mana titik-titik tersebut langsung diambil dari hasil pengukuran di lapangan dengan koordinat X Y serta elevasinya. Dari pembentukan DTM ini nantinya dapat digunakan untuk melakukan perhitungan volume galian (Autodesk, 2014). Metode perhitungan volume di *AutoCAD Civil 3D* yaitu dengan metode *average end area/trapezoidal*, *prismoidal*, *Borrow Pit*, dll.