

## HITUNGAN HITUNGAN VOLUME Pengerukan

Dwi Santoso<sup>1</sup>, Khoirul Imam Fatoni<sup>2</sup>, Eka Djunarsjah<sup>3</sup>, Johar Setiyadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi D-III Hidro-Oseanografi, STTAL

<sup>2</sup>Dosen Pengajar Prodi D-III Hidrografi, STTAL

<sup>3</sup>Dosen dari Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan ITB

### ABSTRAK

Pelabuhan merupakan salah satu jaringan transportasi yang menghubungkan transportasi laut dengan transportasi darat. Dengan demikian dapat dipastikan bahwa akan banyak kegiatan yang berhubungan erat dengan perencanaan, pelaksanaan, dan pemeliharaan pelabuhan, salah satu pekerjaan perawatan pelabuhan adalah pengerukan alur pelayaran untuk menjaga kedalaman dan menjamin keselamatan kapal yang melalui alur pelayaran pelabuhan tersebut, dengan dukungan data batimetri.

Berdasarkan data batimetri pelabuhan PLTU Tanjung Jati-B Jepara Jawa Tengah dapat dijadikan sebagai data untuk menghitung luas segmen dan volume yang akan dikeruk secara teliti sampai kedalaman yang diinginkan. Metode yang digunakan pada hitungan volume ini adalah metode **Newton-Cotes**, ada tiga metode yang terkenal yaitu Metode Trapezium (*Trapezoidal Rule*), Metode Simpson 1/3 (*Simpson's 1/3 Rule*), dan Metode Simpson 3/8 (*Simpson's 3/8 Rule*), hitungan volume dilaksanakan dengan perangkat lunak Matlab.

Berdasarkan hitungan yang sudah dilaksanakan menggunakan data batimetri hasil survei Hidro-Oseanografi dan pemetaan di Pelabuhan Khusus PLTU Tanjung Jati-B Jepara Jawa Tengah yang dilaksanakan oleh Primkopal Dishidros. Berdasarkan hasil penghitungan menggunakan Metode Trapezium dihasilkan volume sebesar 302.294,8882 m<sup>3</sup>, Metode 1/3 Simpson 302.268,9474 m<sup>3</sup>, dan Metode 3/8 Simpson sebesar 304.657,8472 m<sup>3</sup>.

Kata kunci: *Pengerukan, Perangkat lunak Matlab, Metode Trapezium, 1/3Simpson, dan 3/8 Simpson.*

### ABSTRACT

*Port is one of the transportation network connecting sea transportation and land transport. Thus it is certain that many activities are closely related of the port planning, implementation, and maintenance. One of port maintenance part is dredging, this project done to maintain the depth and ensure the safety of the ship through the port shipping channel, to support the implementation of the dredging bathymetric data is required.*

*Based on bathymetric data port of Tanjung Jati power plant-B Jepara, Central Java, so it can be used as data to calculate the area and volume to be dredged accurately until the desired depth. The method used to count this volume is a method of Newton-Cotes, there are three well-known methods, namely methods Trapezoid (Trapezoidal Rule), Method Simpson's 1/3 (Simpson's 1/3 Rule), and the method of Simpson's 3/8 (Simpson's 3/8 Rule), volume counts carried out by Matlab software.*

*Based on calculations that have been implemented the bathymetric data of survey Hydro - Oceanographic and mapping in the specials Port of Tanjung Jati Power Plant-B Jepara, Central Java wich are implemented by Primkopal Dishidros. Based on the calculation result using Trapezoidal method resulting volume of 302.294,8882 m<sup>3</sup>, 1/3 Simpson Method at 302.268,9474 m<sup>3</sup>, 3/8 Simpson Method at 304.657,8472 m<sup>3</sup>.*

*(Keywords: Dredging, Matlab Software, Trapezoidal Method, 1/3 Simpson, and 3/8 Simpson)*

## Latar Belakang

Pelabuhan merupakan salah satu jaringan transportasi yang menghubungkan transportasi laut dengan transportasi darat. Sehingga perlu banyak dibangun/dikembangkan pelabuhan, bahwa keberadaan pelabuhan yang dapat melayani dengan baik dan menjadi sarana peralihan dari transportasi darat merupakan salah satu syarat penting untuk kelancaran kegiatan ekonomi di negara tersebut.

Meninjau fungsi pelabuhan agar dapat bermanfaat dengan baik, maka sangat diperlukan perawatan pelabuhan, salah satunya adalah pekerjaan pengerukan alur pelayaran pelabuhan. Pekerjaan ini dilakukan untuk menjaga kedalaman dan menjamin keselamatan kapal yang melalui alur pelayaran pelabuhan tersebut. Pekerjaan pengerukan alur pelayaran pelabuhan tidak dapat dipisahkan dengan pekerjaan survei pemetaan laut (survei batimetri) untuk mengetahui kondisi dasar laut dan hitungan volume pengerukan. Produk akhir yang akan dihasilkan dari pekerjaan pengerukan alur pelayaran pelabuhan adalah kedalaman laut yang sesuai dengan rencana pekerjaan pengerukan alur pelayaran pelabuhan. Jika sesuai dengan ketentuan yang berlaku untuk alur pelayaran di Pelabuhan, alur lalu lintas pelayaran akan aman dan aktivitas pelabuhan dapat berlangsung dengan lancar.

Sedimentasi di alur pelayaran Pelabuhan khusus PLTU Tanjung Jati-B Jepara Jawa Tengah terjadi setiap saat, salah satu penyebab terjadinya sedimentasi di pelabuhan ini adalah terdapatnya muara sungai di sebelah kiri dari pelabuhan, dengan kondisi tersebut sehingga lancar tidaknya arus pelayaran ini menjadi kepentingan bersama. Karena itu, sangat penting diupayakan mengeruk sedimentasi alur pelayaran di Pelabuhan khusus PLTU Tanjung Jati-B Jepara Jawa Tengah untuk keselamatan pelayaran. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan hitungan jumlah volume material yang dikeruk

dilakukan di alur Pelabuhan khusus PLTU Tanjung Jati-B Jepara Jawa Tengah sepanjang 300 m dan lebar 100 m. Adapun tugas akhir ini dibuat untuk mengetahui pemanfaatan survei hidrografi untuk pelaksanaan pekerjaan pengerukan alur pelayaran pelabuhan dengan studi kasus Pelabuhan khusus PLTU Tanjung Jati-B Jepara Jawa Tengah.

## Perumusan Masalah

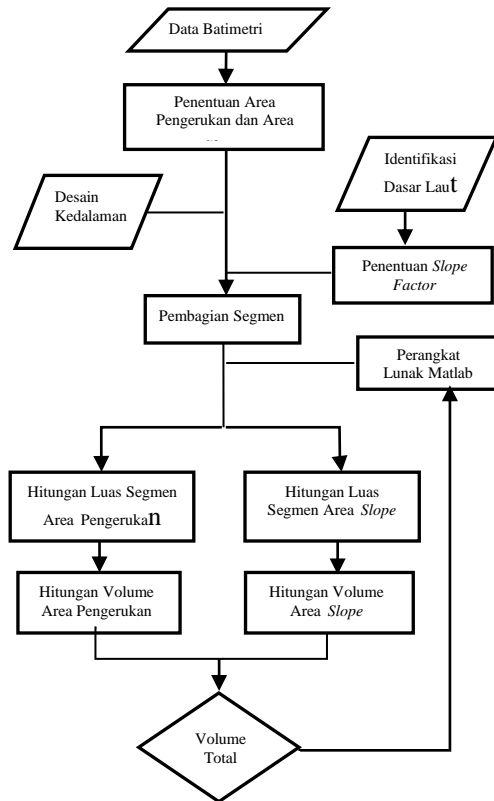
Perumusan masalah pada penulisan tugas akhir ini dibatasi pada area yang berbentuk persegi empat dengan ukuran 300 m x 100 m di depan dermaga PLTU Tanjung Jati-B Jepara Jawa Tengah, hasil survei Primkopal Dishidros tahun 2011 dengan menggunakan alat duga Echosounder MIDAS Echosounder, selanjutnya data tersebut dijadikan sebagai data kedalaman untuk menghitung perkiraan volume yang akan dikeruk sampai kedalaman 20 m, metode yang digunakan pada hitungan volume ini adalah metode **Newton-Cotes**, ada tiga metode **Newton-Cotes** yang terkenal antara lain Metode Trapezium (*Trapezoidal Rule*), Metode Simpson 1/3 (*Simpson's 1/3 Rule*), dan Metode Simpson 3/8 (*Simpson's 3/8 Rule*), hitungan volume dilaksanakan dengan perangkat lunak Matlab. Data batimetri yang digunakan untuk menghitung perkiraan volume yang akan dikeruk adalah data batimetri yang sudah dikoreksi dengan data pasang surut, sehingga tidak dibahas untuk proses pengambilan dan pengolahan data batimetri.

## Tujuan Penelitian

Menghitung volume material yang akan dikeruk dengan menggunakan perangkat lunak Matlab.

## Diagram Alur Pikir

Hitungan volume pengerukan menggunakan perangkat lunak Matlab



## Metode Hitungan Volume

Hitungan volume pada penelitian ini menggunakan integrasi numerik, terdapat tiga pendekatan dalam menurunkan rumus integrasi numerik. Pendekatan pertama adalah berdasarkan tafsiran geometri integral Tentu. Daerah integrasi dibagi atas sejumlah pias (*strip/segmen*) yang berbentuk segiempat. Luas daerah integrasi dihiperikan dengan luas seluruh pias, integrasi numerik yang diturunkan dengan pendekatan ini digolongkan ke dalam **metode Pias**.

Pendekatan kedua adalah berdasarkan polinom interpolasi. Di sini fungsi  $f(x)$  dihiperikan dengan polinom interpolasi  $p_n(x)$ . Selanjutnya integrasi

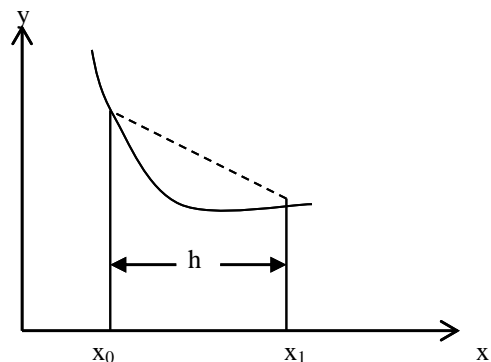
dilakukan terhadap  $p_n(x)$  karena polinom lebih mudah diintegrasikan daripada mengintegrasikan  $f(x)$ . Rumus integrasi numerik yang diturunkan dengan pendekatan ini dinamakan **metode Newton-Cotes**, metode ini adalah metode yang umum untuk menurunkan rumus integrasi numerik. Polinom interpolasi menjadi dasar metode *Newton-Cotes*. Mengapa polinom interpolasi? Karena suku-suku polinom mudah diintegrasikan. Dari integrasi numerik yang diturunkan dari metode *Newton-Cotes*, tiga di antara metode yang terkenal adalah :

1. Metode Trapesium (*Trapezoidal Rule*)
2. Metode Simpson 1/3 (*Simpson's 1/3 Rule*)
3. Metode Simpson 3/8 (*Simpson's 3/8 Rule*)

Pendekatan ketiga yaitu **kuadrat Gauss**, namun pada Tugas Akhir ini metode yang digunakan adalah **metode Newton-Cotes**.

## Metode Trapesium

Luas daerah yang dihitung sebagai hampiran nilai integrasi adalah daerah di bawah garis lurus, lihat sebuah pias berbentuk trapesium dari  $x = x_0$  sampai  $x = x_1$  berikut.



Gambar 1 Metode trapesium

Panjang segmen dibagi atas banyaknya pias trapesium, metode

integrasi yang diperoleh adalah Metode Trapesium gabungan (*Composite Trapezoidal's Rule*).

$$L = h/2(f_0 + 2f_1 + 2f_{n-1} + f_n) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- L = luas segmen/penampang
- h = Jarak antar titik kedalaman
- f<sub>0</sub> = Angka kedalaman awal
- f<sub>1</sub> = Angka kedalaman kedua
- f<sub>n-1</sub> = Angka kedalaman ke n-1
- f<sub>n</sub> = Angka kedalaman ke-n

Dengan demikian didapatkan luas segmen ( L<sub>1</sub> - L<sub>n</sub> ) dari persamaan (1), maka nilai tersebut dimasukkan ke rumus mencari volume antara dua segmen dari area tersebut. Rumus yang digunakan menurut Metode Trapesium dalam mencari nilai volume antara dua segmen adalah :

$$V_1 = \frac{1}{2} (L_1 + L_2) \times d \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

- V = volume antar segmen / volume antar penampang
- L<sub>1</sub> = luas segmen satu
- L<sub>2</sub> = luas segmen kedua
- d = jarak antar segmen

Rumus volume total area adalah penjumlahan antara rumus volume dua segmen sehingga didapatkan rumus sebagai berikut :

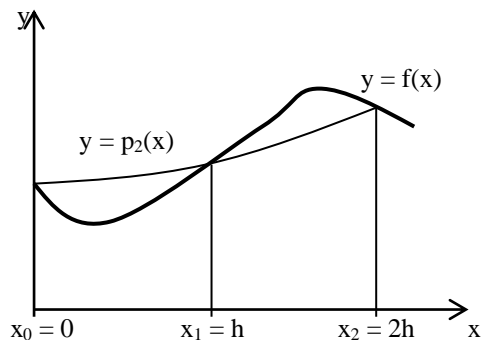
$$V_t = V_1 + V_2 + V_n \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- V<sub>t</sub> = Volume total area pengerukan
- V<sub>1</sub> = Volume antar L<sub>1</sub> dan L<sub>2</sub>
- V<sub>2</sub> = Volume antar L<sub>2</sub> dan L<sub>3</sub>
- V<sub>n</sub> = Volume antar L<sub>n-1</sub> dan L<sub>n</sub>

### Metode 1/3 Simpson

Hampiran nilai integrasi yang lebih baik dapat ditingkatkan dengan menggunakan polinom interpolasi berderajat yang lebih tinggi. Misalkan fungsi f(x) dihampiri dengan polinom interpolasi derajat 2 yang grafiknya berbentuk parabola. Luas daerah yang dihitung sebagai hampiran nilai integrasi adalah daerah dibawah parabola (gambar 2.2). untuk itu dibutuhkan 3 buah titik data, misalkan (0, f(0)), (h, f(h)) dan (2h, f(2h)). Namun penggunaan Metode 1/3 Simpson mensyaratkan jumlah selang harus genap, ini berbeda dengan Metode Trapesium yang tidak mempunyai persyaratan mengenai jumlah selang.



Gambar 2 Metode 1/3 Simpson

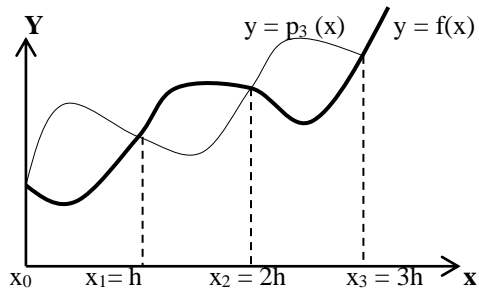
Polinom interpolasi derajat 2 yang melalui ketiga buah titik tersebut didapat rumus luas Metode 1/3 Simpson gabungan adalah :

$$L = \frac{h}{3} (f_0 + 4f_1 + 2f_2 + 4f_3 + \dots + 2f_{n-2} + 4f_{n-1} + f_n) \dots \dots \dots (4)$$

### Metode 3/8 Simpson

Hampiran nilai integrasi yang lebih teliti dapat ditingkatkan dengan menggunakan polinom interpolasi berderajat lebih tinggi. Misalkan fungsi f(x) kita hampiri dengan polinom interpolasi derajat 3. luas daerah yang dihitung

sebagai hampiran nilai integrasi adalah daerah dibawah kurva parabola polinom derajat 3 tersebut (gambar 3) Untuk membentuk polinom interpolasi derajat 3 dibutuhkan 4 buah titik data, misalkan titik-titik tersebut  $(0, f(0))$ ,  $(h, f(h))$ ,  $(2h, f(2h))$  dan  $(3h, f(3h))$ . ( Rinaldi Munir, 2013 )



Gambar 3 Metode 3/8 Simpson

rumus luas Metode 3/8 Simpson gabungan

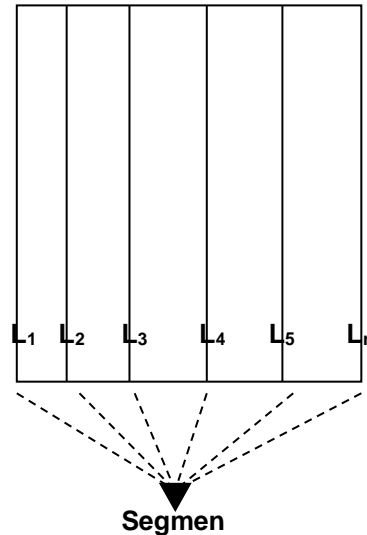
$$L = \frac{3h}{8} ( f_0 + 3 f_1 + 3 f_2 + \dots + 2f_{n-3} + 3f_{n-2} + 3f_{n-1} + f_n ) \dots ( 5 )$$

Rumus volume antar segmen yang digunakan menurut aturan 3/8 Simpson gabungan sama dengan dua metode diatas, lihat persamaan (2,3)

### Teknis Hitungan volume Pengerukan

Pelaksanaan untuk hitungan volume pengerukan data utama yang digunakan adalah data batimetri, untuk mendapatkan data tersebut dengan cara melaksanakan survei batimetri untuk mendapatkan bentuk permukaan dasar laut. Data batimetri yang digunakan untuk hitungan volume sudah dikoreksi dengan data pasang surut.

Data batimetri yang sudah dikoreksi selanjutnya ditentukan area yang akan dikeruk, dari area pengerukan yang sudah ditentukan dibagi segmen-segmen untuk menghitung luas segmen-segmen tersebut.



Gambar 4 Pembagian Segmen

Berdasarkan pembagian segmen-segmen pada area pengerukan dan area *slope*, sehingga luas segmen-segmen dapat dihitung, rumus untuk menghitung luas segmen area pengerukan dengan Metode Trapezium, Metode 1/3 Simpson, dan Metode 3/8 Simpson dapat dilihat pada persamaan (1, 4, 5) dari semua luas segmen dapat dihitung jumlah volume antar segmen pada area pengerukan dan area *slope*, lihat persamaan (2). Selain dihitung volume antar segmen, harus dihitung juga volume total pada area pengerukan, lihat persamaan (3).

Menentukan volume *slope* harus ditentukan area *slope* tersebut agar bisa dihitung jumlah volumenya. Untuk menentukan area *slope*, pertama harus diketahui jenis dasar laut pada area pengerukan. Setelah diketahui jenis dasar lautnya selanjutnya bisa ditentukan *slope factor* nya ( Lihat Tabel 1). Dari data *slope* yang sudah diketahui bisa ditentukan batasan *slope* pada area pengerukan, untuk menentukan batasan *slope* dengan cara mengkalikan *slope factor* dengan angka kedalaman paling luar pada area pengerukan, sehingga dari

hasil pengkalian tersebut bisa dihitung jumlah volume *slope*, dari jumlah volume area pengerukan ditambah jumlah volume *slope* didapatkan total volume pengerukan.

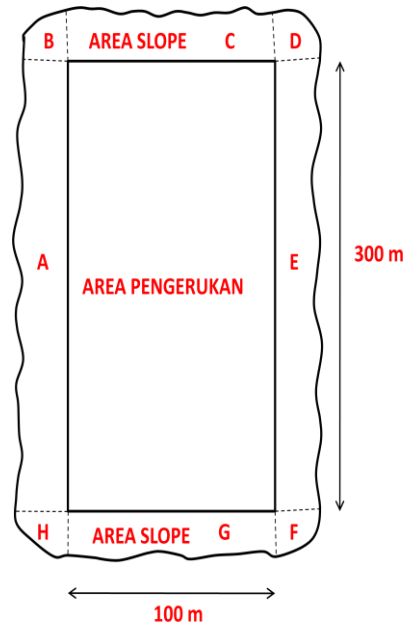
tabel 1 Kemiringan Lereng Standar

Slope alur ditentukan berdasarkan jenis material/nilai N (kekerasan tanah)

Klasifikasi	Nilai N	Jenis Tanah	Slope
Tanah lempung	<4	Lumpur	1 : 3-5
	4- 8	Lunak	1 : 2-3
	8-20	Sedang Keras	1 : 1,5-2
Pasir	< 10	Lunak	1 : 2-3
	10-30	Sedang	1 : 1,5-2
Kerikil			1 : 1-1,5
Batu			1

### Hitungan Volume Pengerukan

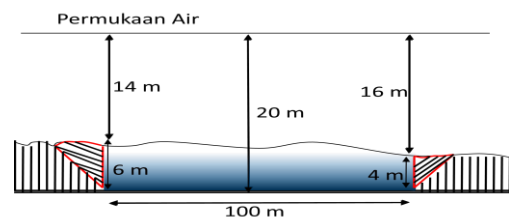
Pelaksanaan hitungan volume pengerukan sesuai dengan area yang akan dikeruk, hitungan dilaksanakan dengan perangkat lunak Matlab dan memperhatikan *slope factor* yang sesuai dengan jenis dasar laut pada area yang akan dikeruk. Sebelum ditentukannya *slope factor*, pada saat pelaksanaan survei batimetri dilakukan juga pengambilan contoh dasar laut pada area survei, dari hasil pengambilan contoh dasar laut tersebut selanjutnya dilakukan identifikasi contoh dasar laut untuk menentukan *slope factor*, berdasarkan hasil identifikasi pada area yang akan dikeruk dasar lautnya adalah lumpur, berdasarkan Tabel 1 *slope factor* yang digunakan adalah 1:5. Hitungan dilaksanakan dengan menggunakan data lapangan yang sudah dikoreksi oleh pasut dengan skala 1 : 1000.



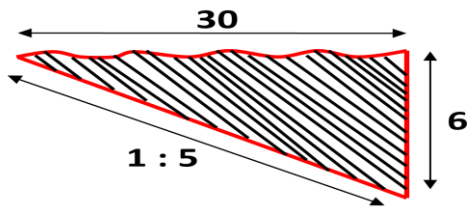
Gambar 5 Sketsa Area Pengerukan dan Area Slope

### Pembagian Segmen dan Hitungan Volume pada Area Slope

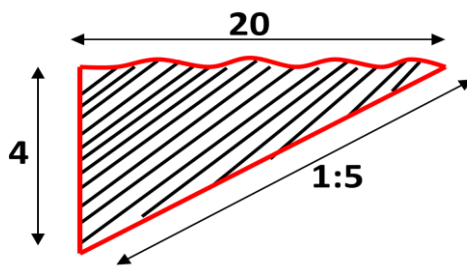
Hitungan volume area *slope* dibutuhkan batasan area *slope* yang berdasarkan faktor kemiringan, berikut adalah cara menentukan batasan area *slope*.



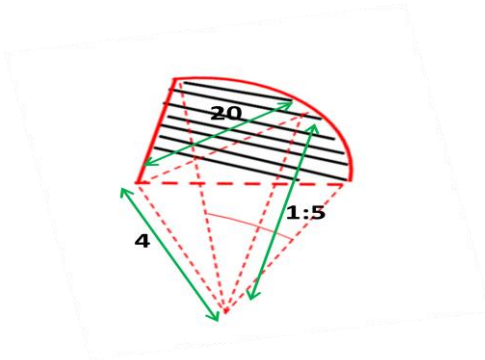
Gambar 6 Profil Melintang Luasan Slope



Gambar 7 Profil Melintang Luasan Slope Kiri

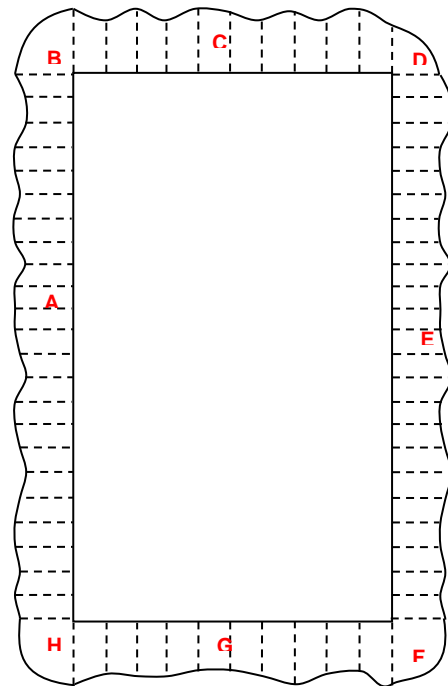


Gambar 8 Profil Melintang Luasan Slope Kanan



Gambar 9 Profil Volume Slope Bagian Pojok

Batasan *slope* telah ditentukan dari perbandingan *slope* sehingga lebar *slope* tidak selalu sama karena ditentukan dari titik-titik kedalaman pada batas terluar area pengerukan (Gambar 6, 7, 8, 9). Dari lebar *slope* tersebut dapat ditentukan batas *boundary* untuk area *slope* (Gambar 5)



Gambar 10 Penentuan segmen Area Pengerukan dan Area Slope

Batas area slope selanjutnya dibagi segmen-segmen pada area *slope* berdasarkan jarak antar angka kedalaman. Untuk menghitung volume *slope* pertama dihitung luas segitiga tiap segmen dari area slope. Rumus yang digunakan adalah rumus luas segitiga yaitu :

$$L = 0.5 \times \text{alas} \times \text{tinggi}$$

Berdasarkan rumus dasar luas segitiga didapat rumus untuk menentukan luas segmen.

$$L = 0.5 * (Fs * t) * t$$

Dimana :

L = Luas segmen

Fs = Faktor kemiringan / *Slope factor*

t = Angka kedalaman

Rumus yang digunakan untuk mencari nilai volume antara dua segmen adalah :

$$V_1 = (L_1+L_2) \times d$$

Dimana:

V = volume *slope* antar segmen / volume antar penampang

L<sub>1</sub> = luas *slope* segmen satu

L<sub>2</sub> = luas *slope* segmen kedua

d = jarak antar segmen

Rumus volume total area pada bagian A, C, E, G adalah penjumlahan antara rumus volume dua segmen sehingga didapatkan rumus sebagai berikut :

$$V_t = V_1 + V_2 + V_n$$

Dimana :

V<sub>t</sub> = Volume total *slope*

V<sub>1</sub> = Volume antar L<sub>1</sub> dan L<sub>2</sub>

V<sub>2</sub> = Volume antar L<sub>2</sub> dan L<sub>3</sub>

V<sub>n</sub> = Volume antar L<sub>n-1</sub> dan L<sub>n</sub>

Rumus untuk menghitung volume *slope* pada bagian sisi keempat sudut dari area *slope* adalah menggunakan rumus volume kerucut :

$$V = 1/3 * \pi r^2 * t$$

Dimana

V = Volume kerucut

r = hasil perkalian dari faktor *slope* dengan angka kedalaman

t = angka kedalaman

Rumus volume *slope* pada sisi keempat sudut dari area *slope* adalah ¼ volume kerucut sehingga didapat rumus sebagai berikut.

$$V_s = 1/12 * \pi r^2 * t$$

Dimana :

V<sub>s</sub> = Volume *slope*

r = hasil perkalian dari faktor *slope* dengan angka kedalaman

t = angka kedalaman

Persamaan / rumus untuk area pengerukan dan area *slope* diatas selanjutnya dibuat *script* pada perangkat lunak.

Hasil hitungan volume dengan menggunakan perangkat lunak Matlab dan dengan tiga metode yaitu Metode Trapesium, Metode 1/3 Simpson, Metode 3/8 Simpson dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

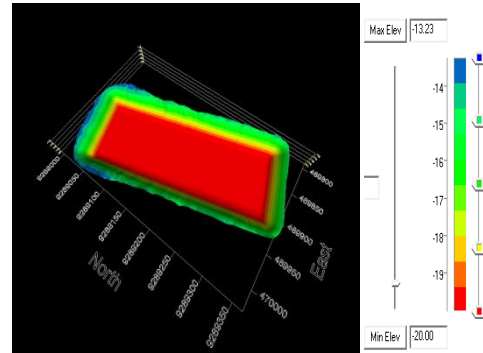
Tabel 2 Hasil Hitungan Volume Pengerukan Metode Trapesium dan Metode 1/3 Simpson

Volume Area Pengerukan			area slope	volume area slope (m3)
Antar Segmen	Trapesium (m3)	1/3 Simpson (m3)		
1	16719.0975	16717.0033	A	47550.1335
2	16712.2463	16737.7058	B	922.4026
3	16684.8325	16710.8083	C	12869.9569
4	16693.3550	16683.3333	D	943.8363
5	16822.5750	16793.7117	E	47718.9284
6	16921.3188	16896.3842	F	1663.1936
7	17003.0963	16994.6525	G	20427.5573
8	17015.3200	17016.5217	H	1528.3671
9	17034.2900	17068.4208		
10	17064.3813	17026.0300		
<b>Jumlah</b>	<b>168670.5125</b>	<b>168644.5717</b>		<b>133624.3757</b>
<b>Volume Total</b>	<b>302294.8882</b>	<b>302268.9474</b>		



Tabel 3 Hasil Hitungan Volume Pengerukan Metode 3/8 Simpson

Volume Area Pengerukan		area slope	volume area slope (m3)
Antar Segmen	3/8 Simpson (m3)		
1	16737.2959	A	48214.2894
2	16740.8445	B	922.4026
3	16712.3255	C	12869.9569
4	16704.2356	D	943.8363
5	16837.0801	E	48426.5847
6	16955.8987	F	1825.7698
7	17032.7172	G	21008.7008
8	17037.9656	H	1532.0930
9	17092.1816		
10	17063.6690		
<b>Jumlah</b>	<b>168914.2136</b>		<b>135743.6336</b>
<b>Volume Total</b>	<b>304657.8472</b>		



Gambar 11 Sesudah dikeruk

### Kesimpulan

Luas daerah yang dihitung dengan Metode Trapesium dihipotesiskan dengan polinom interpolasi yang melalui antar titik sebagai garis lurus, untuk Metode 1/3 Simpson luas daerah yang dihitung dihipotesiskan dengan polinom interpolasi derajat 2 yang grafiknya berbentuk parabola, sehingga Metode 1/3 Simpson nilainya lebih teliti daripada Metode Trapesium. Hitungan luas dengan Metode 1/3 Simpson mensyaratkan jumlah selang harus genap, untuk Metode 3/8 Simpson luas daerah yang dihitung dihipotesiskan dengan polinom interpolasi derajat 3 yang grafiknya berbentuk parabola, sehingga Metode 3/8 Simpson nilainya lebih teliti daripada Metode 1/3 Simpson, Metode 3/8 Simpson mensyaratkan jumlah selang harus ganjil, sesuai persyaratan di atas maka hasil yang lebih teliti adalah dengan menggunakan Metode 3/8 Simpson.

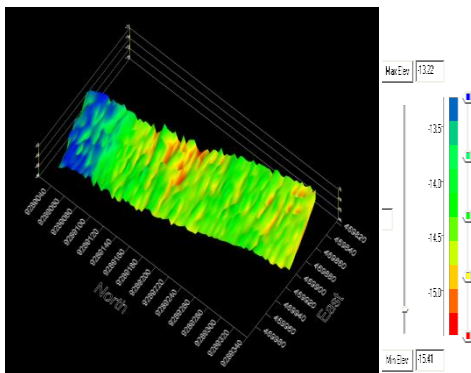
Berdasarkan hasil hitungan volume pengerukan menggunakan perangkat lunak Matlab didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Hitungan Volume Total

	Trapesium (m <sup>3</sup> )	1/3 Simpson (m <sup>3</sup> )	3/8 Simpson (m <sup>3</sup> )
<b>Jumlah</b>	<b>302.294,8882</b>	<b>302.268,9474</b>	<b>304.657,8472</b>

Berdasarkan hasil hitungan volume pengerukan menggunakan perangkat lunak Matlab, Metode Trapesium hasilnya lebih besar 0,0085%

Berikut tampilan tiga dimensi 3D berdasarkan hitungan volume



Gambar 11 Sebelum dikeruk

dari Metode 1/3 Simpson, sedangkan Metode 3/8 Simpson hasilnya lebih besar 0.7903% dari Metode 1/3 Simpson.

#### **Saran**

- Area yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk persegi panjang, agar pada penelitian berikutnya diteliti juga area dengan bentuk yang berbeda (bentuk tidak beraturan).
- Pada penelitian ini untuk memotong area pengerukan dilakukan secara manual agar pada penelitian berikutnya dibuat cara memotong area yang akan dikeruk dan cara interpolasi data pada perangkat lunak Matlab.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Direktorat Jendral Perhubungan Laut, Departemen Perhubungan (2006), Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan Dan Reklamasi. Jakarta.
- Feriza A.Irawan (2012), Buku Pintar Pemrograman MATLAB: Cara Cepat dan Mudah Mempelajari Bahasa Pemrograman Untuk Penyelesaian Masalah Komputasi, MediaKom, Yogyakarta.
- Integral,  
<http://WWW.%3A%2F%2Felista.akpri nd.ac.id>. Di akses pada tanggal 14 Maret 2012.
- Iskandar Zulkarnain (2010), Analisis Perbandingan Perhitungan Volume Pengerukan Dengan Perhitungan Manual dan Program Surfer. Tugas Akhir, Jurusan Hidro-Oseanografi STTAL, Jakarta.
- Primkopal Hidros (2011), Laporan Survei Kedalaman Laut Pelabuhan PLTU. Tanjung Jati-B Jepara Jawa Tengah, Jakarta.
- Rinaldi Munir (2013), Metode Numerik, Informatika, Bandung.
- Teguh Widiarsono, MT. (2005), Tutorial Praktis Belajar Matlab, Jakarta.

