

# **SKRIPSI**

**PERHITUNGAN VOLUME Pengerukan Secara Berkala  
Hasil Kegiatan Dredging di Pelabuhan Gresik  
Menggunakan Software Terramodel**



**Di susun oleh:  
ARIF WIBOWO  
1125920**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2014**

TERMINAL

AMERICAN AIRLINES PASSENGERS WILL NOT BE ALLOWED TO  
BOARD AIRCRAFT IF THEY ARE VACCINATED AGAINST  
SMALLPOX DURING TRIP TO AFFECTED AREAS

AMERICAN AIRLINES  
PASSENGERS WILL NOT  
BOARD AIRCRAFT

AMERICAN AIRLINES PASSENGERS  
WILL NOT BE ALLOWED TO BOARD AIRCRAFT  
IF THEY ARE VACCINATED AGAINST  
SMALLPOX DURING TRIP TO AFFECTED AREAS  
AMERICAN AIRLINES  
PASSENGERS



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERHITUNGAN VOLUME Pengerukan Secara Berkala  
Hasil Kegiatan Dredging di Pelabuhan Gresik  
Menggunakan Software Terramodel**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai  
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang**

Oleh:

**ARIF WIBOWO  
1125920**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**(Hery Purwanto, ST., MSc)**

**Dosen Pembimbing II**

**(Silvester Sari Sai, ST., MT)**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1**

**(Ir. Agus Darpono, MT)**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>PERPUSTAKAAN<br/>INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL<br/>MALANG</b> |           |
| <b>CALL No:</b>  | No. Reg   |
|  | Tanggal : |
|  | Jumlah :  |
|  | Copics :  |



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

---

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**NAMA : ARIF WIBOWO**

**NIM : 11.25.920**

**JURUSAN : TEKNIK GEODESI**

**JUDUL : PERHITUNGAN VOLUME Pengerukan Secara Berkala Hasil Kegiatan Dredging di Pelabuhan Gresik Menggunakan Software Terramodel**

**Telah Dipertahankan di Hadapan Team Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)**

**Pada hari : Sabtu**  
**Tanggal : 15 Februari 2014**  
**Dengan nilai :**

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua**

**(Ir. Agus Darpono, MT)**

**Sekretaris**

**(Silvester Sari Sai, ST., MT)**

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

**(Ir. Agus Darpono, MT)**

**Penguji II**

**(D.K. Sunaryo, ST., MT)**

**Penguji III**

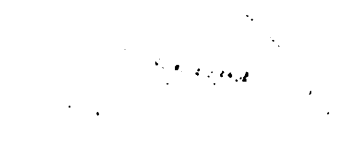
**(Ir. Jasmani, M.Kom)**

(12-УЎНА ДАВОНО' 211)



Бекноли I

(D.K. SHARIFOV 211' 211)



Бекноли II

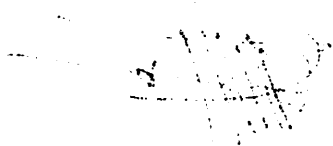
УЎНА ДАВОНО' Бекноли

(12-УЎНА ДАВОНО' 211)



Бекноли III

(12-УЎНА ДАВОНО' 211)



Бекноли

(SHARIFOV SHARIFOV 211' 211)



Шарифов

Бекноли I ШАР ШАРОВ

Бекноли шари :  
Давон : 12 бердан 2014  
Қада шари : 28010

2014 йили (2-1)

Ўша Давоннинг қўйилган ўша Бекноли I ШАР ШАРОВ

ТЕКНИК  
БЕЎНАВИЙ СВЕТИК МЕТОДИКАДА СОЎНА  
БЕКНОЛИ ШАР ШАРОВ ДАВОН  
ТЕКНИК : ТЕКНИК СЕОДЕСИ  
ИШИ : 1132870  
ИШИ : АБИ ДАВОН

БАҚИЛА ТЕКНИК ШАР ДАВОН БЕРИШ  
БЕКНОЛИ ШАР ШАРОВ

**PERHITUNGAN VOLUME Pengerukan Secara Berkala  
HASIL KEGIATAN Dredging Di Pelabuhan Gresik  
Menggunakan Software Terramodel**

Arif Wibowo 1125920

Dosen Pembimbing I : Hery Purwanto, ST., MSc.

Dosen Pembimbing II : Silvester Sari Sai, ST., MT.

**Abstraksi**

*Pelabuhan Gresik terletak di utara Kabupaten Gresik Propinsi Jawa Timur. Secara geografis terletak pada posisi 07° 10' 7" LS dan 112° 40' 9" BT. Pelabuhan ini memiliki kapasitas dermaga pelabuhan untuk aktivitas bongkar muat barang dalam jumlah yang besar di setiap harinya. Kondisi ini memungkinkan kolam dermaga di pelabuhan yang semakin lama semakin dangkal karena pengaruh aktivitas kapal dan faktor lain yang menyebabkan penumpukan sedimentasi di dasar kolam dermaga pelabuhan. Dalam hal ini, sangat di perlukan kegiatan dredging dan monitoring kegiatan dredging pada kolam dermaga yang dangkal tersebut untuk menunjang lancarnya aktivitas di pelabuhan tersebut.*

*Data pengukuran batimetri diperlukan untuk mengetahui berapa besar volume sedimentasi yang di keruk pada kolam dermaga pelabuhan. Perhitungan volume dilakukan menggunakan metode membandingkan 2 (dua) data kedalaman permukaan (surface to surface) pada software Terramodel. Untuk data yang pertama adalah data rencana desain kedalaman yang telah ditentukan dan data yang kedua adalah data hasil pemeruman batimetri setelah dilakukan kegiatan dredging sebanyak 4 (empat) kali sesi, yang selanjutnya dilakukan proses analisis kedalaman dan perhitungan volume sedimen yang di keruk.*

*Hasil dari proses penelitian ini adalah tampilan profil melintang, visualiasai 3 Dimensi, dan volume dredging pada tiap sesi pemeruman batimetri yang telah dilakukan. Pada data sesi 1, sesi 2, sesi 3, dan sesi 4 secara berturut didapakan hasil volume dredging sebesar 73.169,9 m<sup>3</sup>, 50.408,8 m<sup>3</sup>, 11.089,5 m<sup>3</sup>, dan 3.434,4 m<sup>3</sup>. Jumlah volume total sebesar 138.102,6 m<sup>3</sup> dengan volume rencana dredging sebesar 132.480,2 m<sup>3</sup> dengan selisih volume sebesar 5.622,4 m<sup>3</sup>.*

**Kata kunci :** *Pelabuhan Gresik, Surface to Surface, Volume Dredging.*

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Wibowo  
NIM : 11.25.920  
Program Studi : Teknik Geodesi S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul

**“PERHITUNGAN VOLUME Pengerukan secara berkala  
Hasil kegiatan Dredging di Pelabuhan Gresik  
Menggunakan Software Terramodel”**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, April 2014  
Yang membuat pernyataan

Arif Wibowo  
NIM : 11.25.920

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, kupersembahkan karya kecilku ini untuk orang-orang yang kusayangi :

- ★ Orang tuaku yang sangat kucintai, Alm. Bapak terima kasih berkat perjuanganmu, anandamu bisa seperti sekarang ini, semoga Allah memberi tempat yang paling mulia di sisi-Nya, "Amin". Ibu terima kasih atas motivasi dan doamu, kaulah wanita yang paling tegar dan tersabar yang menjadi motivasi ku selama ini, jangan pernah lelah untuk selalu membimbing anandamu ini, bakti ku selalu untukmu.
- ★ Kakandaku Alm. Zikri Safkan Hadi, semoga Allah memberi tempat yang paling mulia di sisi-Nya, "Amin". Akan adinda lanjutkan perjuangan dan cita-citamu dahulu.
- ★ Keluarga besarku di Jogja, Eyang, Pakde, Bude, Om, Tante, dan Sepupuku semua, terima kasih banyak atas doa dan motivasi kalian semua.
- ★ Keluarga besar di Malang, mas Yusuf, mbak Tika, mas Ahmad, mbak Yunanik, serta Indah, Arfha, Lanty, dan semuanya. Terima kasih banyak atas doa dan motivasi kalian semua.
- ★ Sahabatku, Tomi, Anggito, Satrio, Rudi, Hendro, dan semuanya. Terima kasih atas dukungan dan doa kalian semua, semoga sukses dan kompak selalu.
- ★ Teman spesialku, Tita. Terima kasih banyak atas doa dan motivasi yang telah diberikan, semoga Allah membalas kebaikanmu.
- ★ Teman dan sahabat seperjuanganku semua di Institut Teknologi Nasional Malang, kalian sangat luar biasa, semoga cita-cita kita tercapai. Salam sukses untuk kita semua.

*" Alam iki sejatining guru "*

*" Kawula mung sadarma, mobah-mosik kersaning Hyang sukmo "*

*" Kesadaran adalah matahari, kesabaran adalah bumi, keberanian menjadi caktawala, dan perjuangan adalah pelaksanaan " (W S Rendra)*

*" Misteri menciptakan keajaiban dan keajaiban adalah dasar keinginan manusia untuk memahami " (Neil Armstrong)*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi yang berjudul “ Perhitungan Volume Pengerukan Secara Berkala Hasil Kegiatan Dredging di Pelabuhan Gresik Menggunakan Software Terramodel ” dengan baik.

Penulisan Skripsi merupakan salah satu persyaratan dalam mencapai derajat Sarjana Program Studi Teknik Geodesi S1.

Dalam penulisan Skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ir.Agus Darpono, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Hery Purwanto, ST., MSc, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Silvester Sari Sai, ST., MT, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Staf dosen dan karyawan di Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, atas segala bimbingan yang telah diberikan selama masa studi yang penulis tidak dapat sebutkan satu per satu.
5. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dorongan dan bantuan serta pengertian yang besar kepada penulis.
6. Teman-teman seangkatan dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bantuan baik moril maupun materiil kepada penulis dalam proses pembuatan skripsi ini.

Dalam penulisan laporan ini penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Maka dari itu, kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan demi penyempurnaan penulisan skripsi ini.

**Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.**

**Malang, Maret 2014**

**Penulis**

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| Judul .....  | i    |
| Lembar Persetujuan.....                                | ii   |
| Lembar Pengesahan.....                                 | iii  |
| Abstraksi.....   | iv   |
| Surat Pernyataan Keaslian Skripsi .....                | v    |
| Lembar Persembahan .....                               | vi   |
| Kata Pengantar .....                                   | vii  |
| Daftar Isi.....  | ix   |
| Daftar Tabel.....                                      | xii  |
| Daftar Gambar.....                                     | xiii |
| Daftar Lampiran .....                                  | xvii |
| <br>   |      |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                               | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                              | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                            | 2    |
| 1.4 Batasan Masalah .....                              | 3    |
| 1.5 Tinjauan Pustaka .....                             | 3    |
| <br>   |      |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                            | 5    |
| 2.1 Definisi dan Lingkup Hidrografi .....              | 5    |
| 2.2 Penentuan Posisi GPS Dalam Survei Hidrografi ..... | 6    |
| 2.2.1 Penentuan Posisi Secara Kinematik .....          | 7    |
| 2.2.2 Sistem DGPS.....                                 | 8    |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3 Survei Batimetri .....  | 9         |
| 2.3.1 Pasang Surut Laut .....                                     | 9         |
| 2.3.1.1 Pengamatan Pasut.....                                     | 13        |
| 2.3.1.2 Pengikatan Stasiun Pengamat Pasut .....                   | 14        |
| 2.3.2 Pemeruman.....  | 15        |
| 2.4 Peta Batimetri .....  | 19        |
| 2.5 <i>Software</i> HydroPro dan Terramodel .....                 | 20        |
| 2.5.1 <i>Software</i> HydroPro.....                               | 20        |
| 2.5.2 <i>Software</i> Terramodel.....                             | 21        |
| 2.5.2.1 Perhitungan Volume Pada <i>Software</i> Terramodel .....  | 27        |
| 2.5.2.2 Metode Perhitungan Volume <i>Surface To Surface</i> ..... | 28        |
| <br>  |           |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                        | <b>30</b> |
| 3.1 Deskripsi Daerah Penelitian .....                             | 30        |
| 3.2 Perencanaan dan Persiapan Penelitian .....                    | 31        |
| 3.3 Peralatan Penelitian .....                                    | 31        |
| 3.4 Bahan Penelitian.....   | 32        |
| 3.5 Diagram Alir Penelitian .....                                 | 33        |
| 3.6 Konversi Data.....  | 34        |
| 3.7 Pengolahan Data.....  | 42        |
| 3.7.1 Input Data.....   | 42        |
| 3.7.2 Analisa Perubahan Kedalaman .....                           | 48        |
| 3.7.3 Perhitungan Volume.....                                     | 59        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>          | <b>65</b> |
| <b>4.1 Hasil Penelitian .....</b>                 | <b>65</b> |
| 4.1.1 Gambar Profil Melintang .....               | 65        |
| 4.1.2 <i>Visualisasi 3 Dimensi Progress</i> ..... | 68        |
| 4.1.3 Volume Pengerukan .....                     | 70        |
| <b>4.2 Pembahasan .....</b>                       | <b>71</b> |
| <br>  |           |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                        | <b>74</b> |
| <b>5.1 Kesimpulan.....</b>                        | <b>74</b> |
| <b>5.2 Saran .....</b>                            | <b>75</b> |

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## **DAFTAR TABEL**

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 : Beberapa istilah dan definisi datum vertikal..... | 11 |
| Tabel 4.1 : Hasil perhitungan volume .....                    | 71 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 : Penentuan posisi GPS, absolut dan diferensial .....             | 7  |
| Gambar 2.2 : Sistem DGPS.....  | 9  |
| Gambar 2.3 : Visualisasi kedudukan beberapa datum vertikal .....             | 13 |
| Gambar 2.4 : Skema pengikatan stasiun pengamat pasut .....                   | 14 |
| Gambar 2.5 : Model permukaan dasar perairan/batimetri.....                   | 16 |
| Gambar 2.6 : Lajur-lajur perum .....   | 16 |
| Gambar 2.7 : Lajur perum arah tegak lurus garis pantai .....                 | 17 |
| Gambar 2.8 : Angka kedalaman pada titik-titik fiks perum .....               | 18 |
| Gambar 2.9 : Pengukuran kedalaman secara akustik.....                        | 19 |
| Gambar 2.10 : Proses <i>editing</i> CAD pada <i>software</i> Terramodel..... | 25 |
| Gambar 2.11 : Visualisasi 3D (DTM) pada <i>software</i> Terramodel.....      | 27 |
| Gambar 3.1 : Lokasi daerah penelitian.....                                   | 30 |
| Gambar 3.2 : Diagram alir penelitian.....                                    | 33 |
| Gambar 3.3 : Tampilan <i>software</i> HYDROpro NavEdit.....                  | 35 |
| Gambar 3.4 : Tampilan membuka <i>project</i> data pengukuran .....           | 35 |
| Gambar 3.5 : Tampilan data pengukuran .....                                  | 36 |
| Gambar 3.6 : Tampilan kotak dialog data editor.....                          | 36 |
| Gambar 3.7 : Tampilan kotak dialog data editor.....                          | 37 |
| Gambar 3.8 : Tampilan data survei yang telah di setup .....                  | 37 |
| Gambar 3.9 : Tampilan line survei .....                                      | 38 |
| Gambar 3.10 : Tampilan kotak dialog <i>export parameter</i> .....            | 38 |
| Gambar 3.11 : Tampilan kotak dialog <i>data selection</i> .....              | 39 |
| Gambar 3.12 : Tampilan kotak dialog <i>reduce levels</i> .....               | 39 |
| Gambar 3.13 : Tampilan kotak dialog <i>depth parameters</i> .....            | 40 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 3.14 : Tampilan kotak dialog <i>export wizard</i> .....                 | 40 |
| Gambar 3.15 : Tampilan pilihan jenis <i>file</i> dan <i>point</i> .....        | 41 |
| Gambar 3.16 : Tampilan nama <i>file</i> yang disimpan dan <i>summary</i> ..... | 41 |
| Gambar 3.17 : Tampilan tempat menyimpan <i>file</i> dan formatnya.....         | 42 |
| Gambar 3.18 : <i>Open software</i> Terramodel 10.43.....                       | 43 |
| Gambar 3.19 : Tampilan lembar kerja Terramodel 10.43.....                      | 43 |
| Gambar 3.20 : Tampilan open <i>file</i> .....                                  | 44 |
| Gambar 3.21 : Tampilan lembar kerja yang siap digunakan.....                   | 44 |
| Gambar 3.22 : Import data <i>point source file</i> .....                       | 45 |
| Gambar 3.23 : Kotak dialog <i>select points file</i> .....                     | 45 |
| Gambar 3.24 : Kotak dialog <i>view file contents</i> .....                     | 46 |
| Gambar 3.25 : Kotak dialog <i>import summary</i> .....                         | 46 |
| Gambar 3.26 : Tampilan hasil <i>import data</i> .....                          | 47 |
| Gambar 3.27 : Tampilan <i>file format (.pro)/Terramodel file</i> .....         | 47 |
| Gambar 3.28 : Kotak dialog <i>open file</i> .....                              | 48 |
| Gambar 3.29 : Tampilan data.....   | 49 |
| Gambar 3.30 : Kotak dialog <i>AutoCad import file</i> .....                    | 49 |
| Gambar 3.31 : Tampilan data desain dan <i>progress</i> .....                   | 50 |
| Gambar 3.32 : Kotak dialog DTM Layer.....                                      | 51 |
| Gambar 3.33 : Tampilan garis <i>boundary</i> data desain.....                  | 51 |
| Gambar 3.34 : Tampilan garis <i>boundary</i> DTM.....                          | 52 |
| Gambar 3.35 : Membuat garis horisontal.....                                    | 53 |
| Gambar 3.36 : <i>Setting Xlines</i> .....                                      | 53 |
| Gambar 3.37 : <i>Setting interval Xlines</i> .....                             | 54 |
| Gambar 3.38 : Tampilan <i>cross section</i> .....                              | 54 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 3.39 : Tampilan kotak dialog <i>XSheet</i> .....            | 55 |
| Gambar 3.40 : Kotak dialog <i>Xsheet Settings</i> .....            | 55 |
| Gambar 3.41 : Kotak dialog <i>Cross Section Properties</i> .....   | 56 |
| Gambar 3.42 : Kotak dialog <i>Export RDK Settings</i> .....        | 56 |
| Gambar 3.43 : Kotak dialog <i>Xsheet layer selection</i> .....     | 57 |
| Gambar 3.44 : Tampilan hasil <i>cross section</i> .....            | 57 |
| Gambar 3.45 : Tampilan <i>Layer Selection</i> .....                | 58 |
| Gambar 3.46 : Tampilan <i>3D Visualizer</i> .....                  | 58 |
| Gambar 3.47 : Kotak dialog <i>open file</i> .....                  | 59 |
| Gambar 3.48 : Tampilan data desain dan <i>progress</i> .....       | 60 |
| Gambar 3.49 : Kotak dialog <i>Earthwork</i> .....                  | 60 |
| Gambar 3.50 : Pilihan metode perhitungan volume.....               | 61 |
| Gambar 3.51 : Kotak dialog <i>Earthwork volume settings</i> .....  | 62 |
| Gambar 3.52 : <i>Layer selection</i> DTM .....                     | 62 |
| Gambar 3.53 : Tampilan memilih garis <i>boundary</i> .....         | 63 |
| Gambar 3.54 : Kotak dialog <i>document-P3Pad</i> hasil volume..... | 63 |
| Gambar 3.55 : Kotak dialog <i>save as</i> hasil volume.....        | 64 |
| Gambar 4.1 : Tampilan profil melintang sesi 1 .....                | 66 |
| Gambar 4.2 : Tampilan profil melintang sesi 2.....                 | 66 |
| Gambar 4.3 : Tampilan profil melintang sesi 3.....                 | 67 |
| Gambar 4.4 : Tampilan profil melintang sesi 4.....                 | 67 |
| Gambar 4.5 : Tampilan 3 Dimensi sesi 1 .....                       | 68 |
| Gambar 4.6 : Tampilan 3 Dimensi sesi 2 .....                       | 68 |
| Gambar 4.7 : Tampilan 3 Dimensi sesi 3 .....                       | 69 |
| Gambar 4.8 : Tampilan 3 Dimensi sesi 4 .....                       | 69 |

**Gambar 4.9 : Hasil perhitungan volume ..... 70**

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |     |
|--|-----|
| Lampiran A : Hasil Perhitungan Volume Sesi 1 ..... | 77  |
| Lampiran B : Hasil Perhitungan Volume Sesi 2 ..... | 87  |
| Lampiran C : Hasil Perhitungan Volume Sesi 3 ..... | 97  |
| Lampiran D : Hasil Perhitungan Volume Sesi 4 ..... | 107 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur dan pemeliharaan dermaga pelabuhan di negara Indonesia dalam era yang semakin maju ini sangat berperan penting untuk menunjang aktivitas bongkar muat barang dan penumpang yang membutuhkan sarana transportasi laut. Mengingat negara Indonesia memiliki banyak pulau yang dipisahkan oleh laut dan selat sehingga membutuhkan sarana dan prasarana yang sangat mendukung untuk menghubungkan perekonomian antar pulau pada wilayah negara Indonesia dan antar negara dalam kegiatan *eksport* dan *import*.

Pelabuhan merupakan tempat yang sangat berperan dalam kegiatan *eksport* dan *import* barang dalam jumlah yang sangat besar yang diangkut oleh kapal-kapal yang besar. Hal ini memungkinkan adanya suatu pemeliharaan suatu pelabuhan yang meliputi daerah kolam dermaga pelabuhan untuk aktivitas bersandarnya kapal pada dermaga pelabuhan. Monitoring kedalaman kolam dermaga pelabuhan merupakan hal yang sangat penting untuk terus dilakukan demi menunjang lancarnya aktivitas bongkar muat di suatu pelabuhan.

Di Kabupaten Gresik Propinsi Jawa Timur, terdapat suatu pelabuhan yang memiliki kapasitas dermaga pelabuhan untuk aktivitas bongkar muat barang di setiap harinya. Kondisi ini memungkinkan kolam dermaga di pelabuhan yang semakin lama semakin dangkal karena pengaruh aktivitas kapal dan faktor lain seperti arus, angin dan gelombang air laut yang menyebabkan penumpukan

sedimentasi di dasar kolam dermaga pelabuhan. Dalam hal ini, sangat diperlukan kegiatan pengerukan sedimentasi pada kolam dermaga yang dangkal tersebut untuk menunjang lancarnya aktivitas di pelabuhan tersebut.

Data pengukuran batimetri diperlukan untuk mengetahui berapa besar volume sedimentasi yang harus di keruk agar kedalaman kolam dermaga pelabuhan tetap bisa secara terus-menerus digunakan. Pada penelitian ini penulis melakukan teknik perhitungan volume sedimentasi yang didapat dari hasil pengolahan data pengukuran batimetri dalam kurun waktu tertentu dalam suatu teknik pengolahan menggunakan *software Terramodel*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam mencari berapa volume *dredging* sedimentasi yang harus di keruk pada pelabuhan Gresik tersebut, pada penelitian ini akan dijelaskan bagaimana tahapan dan cara mengetahui jumlah volume yang harus dikeruk pada kolam dermaga pelabuhan Gresik pada setiap sesi pengukuran batimetri, dari tahapan pengolahan data *surface* (Natural) dan data *progress* (Hasil Survey) yang proses pengolahannya dilakukan pada *software Terramodel*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu :

- a. Untuk mengetahui *progress* pengerukan sesuai dengan peta desain.
- b. Penggambaran penampang sesuai hasil *progress* terhadap desain pengerukan.
- c. Perhitungan *progress* volume pengerukan selama 4 (empat) kali monitoring.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Melakukan penggambaran penampang dasar laut sesuai dengan desain pengerukan yang didapat dari data pengukuran batimetri di pelabuhan Gresik.
- b. Menghitung volume sedimen yang akan di keruk dari data pengamatan dari 4 (empat) kali monitoring menggunakan *software terramodel*.

#### **1.5 Tinjauan Pustaka**

(Bambang Triatmodjo, 1999: 159) material yang terbawa arus dari gelombang air laut akan mengendap di daerah yang lebih tenang, seperti di muara sungai, teluk, pelabuhan, dan sebagainya, sehingga mengakibatkan sedimentasi di daerah tersebut. (Bambang Triatmodjo, 1999: 160) Akresi atau sedimentasi juga dapat mengurangi fungsi pantai atau bangunan-bangunan pantai, seperti pengendapan di muara yang dapat mengganggu aliran sungai dan lalu lintas pelayaran, serta pengendapan di pelabuhan dan alur pelayaran. (Bambang Triatmodjo, 1999: 185) Transpor sedimen sepanjang pantai banyak menyebabkan permasalahan seperti pendangkalan pelabuhan, erosi pantai dan sebagainya. Oleh sebab itu prediksi transpor sedimen sepanjang pantai adalah sangat penting.

Beberapa cara yang biasanya digunakan untuk memprediksi transpor sedimen sepanjang pantai adalah sebagai berikut.

- a. Cara terbaik untuk memperkirakan transpor sedimen sejajar pantai pada suatu tempat adalah mengukur debit sedimen di lokasi yang ditinjau.

b. Peta atau pengukuran yang menunjukkan elevasi dasar dalam suatu periode tertentu dapat memberikan petunjuk tentang angkutan sedimen. Cara ini terutama baik apabila di daerah yang ditinjau terdapat bangunan yang bisa menangkap transpor sedimen sepanjang pantai, misalnya groin, pemecah gelombang suatu pelabuhan dan sebagainya.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Definisi dan Lingkup Hidrografi**

Definisi hidrografi adalah cabang ilmu yang berkepentingan dengan pengukuran sifat dan bentuk dasar perairan dan dinamika badan air. Fenomena dasar perairan yang disebut dalam definisi tersebut di atas meliputi: bathimetri atau 'topografi' dasar laut, jenis material dasar laut, dan morfologi dasar laut. Sementara itu, dinamika badan air yang disebut dalam definisi tersebut di atas meliputi: pasang-surut muka air dan arus. Data mengenai fenomena dasar perairan dan dinamika badan air diperoleh dari pengukuran yang kegiatannya disebut sebagai survei hidrografi. Data yang diperoleh dari survei hidrografi kemudian diolah dan disajikan sebagai informasi geospasial atau informasi yang terkait dengan posisi di muka bumi. Sehubungan dengan hal itu, maka seluruh informasi yang disajikan harus memiliki data posisi dalam ruang yang mengacu pada suatu sistem referensi tertentu. Oleh karenanya, posisi suatu obyek, di dalam dan di dasar perairan merupakan titik perhatian utama dalam hidrografi. Informasi hidrografi utamanya ditujukan untuk:

1. Navigasi dan keselamatan pelayaran,
2. Penetapan batas wilayah atau daerah dilaut; dan
3. Studi dinamika pesisir dan pengelolaan sumberdaya laut.

Pengguna produk hidrografi terdiri dari berbagai sektor, terutama transformasi maritim dan navigasi, pengelolaan kawasan pesisir, eksplorasi dan eksploitasi), sumberdaya laut, pengelolaan lingkungan laut, rekayasa lepas pantai,

hukum laut dan zona ekonomi eksklusif, serta aplikasi-aplikasi survei di pesisir dan laut lainnya dan laut lainnya (Poerbandono, 2005).

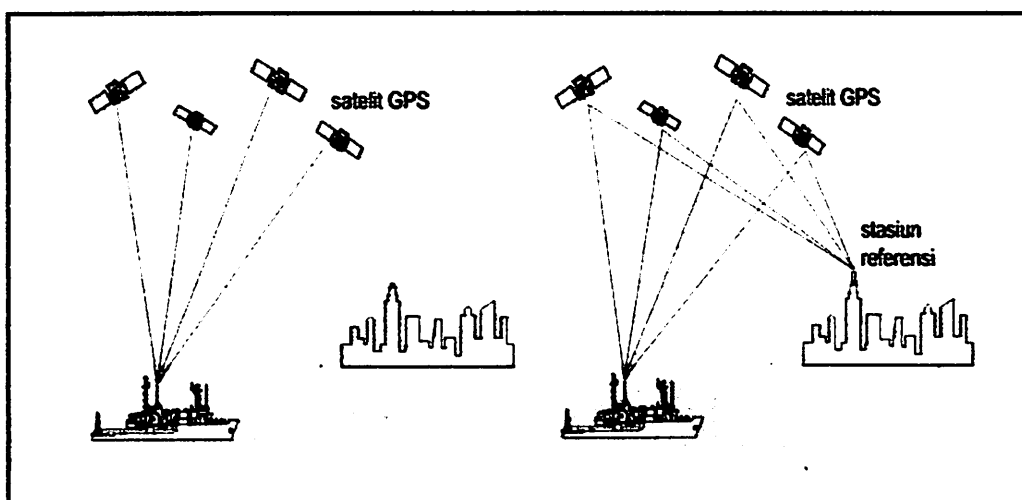
## **2.2 Penentuan Posisi GPS Dalam Survei Hidrografi**

Poerbandono dan Eka Djunasjah (2005:40) menyebutkan dalam hal survei dan pemetaan serta penentuan posisi di laut, GPS telah digunakan untuk keperluan survei hidro-oceanografi, survei seismik, penentuan rambu-rambu dan peralatan bantu navigasi serta titik-titik pengeboran minyak lepas pantai, ataupun untuk mempelajari karakteristik arus, gelombang, ataupun pasut di lepas pantai. Survei hidro-oceanografi umumnya menggunakan sistem penentuan posisi elektronik yang memanfaatkan gelombang radio seperti Mini Ranger, Polarfix, Syledis, Hyperfix, dan Argo untuk mendapatkan informasi tentang posisi. Saat ini penggunaan GPS dalam survei hidro-oceanografi terutama terkait dengan:

1. Penentuan posisi titik-titik kontrol di pantai
2. Navigasi kapal survei
3. Penentuan posisi titik-titik perum (*sounding*)
4. Penentuan posisi sensor-sensor hidrografi dan oseanografi
5. Penentuan posisi struktur atau objek di laut seperti wahana pengeboran (*rig*)

### 2.2.1 Penentuan Posisi Secara Kinematik

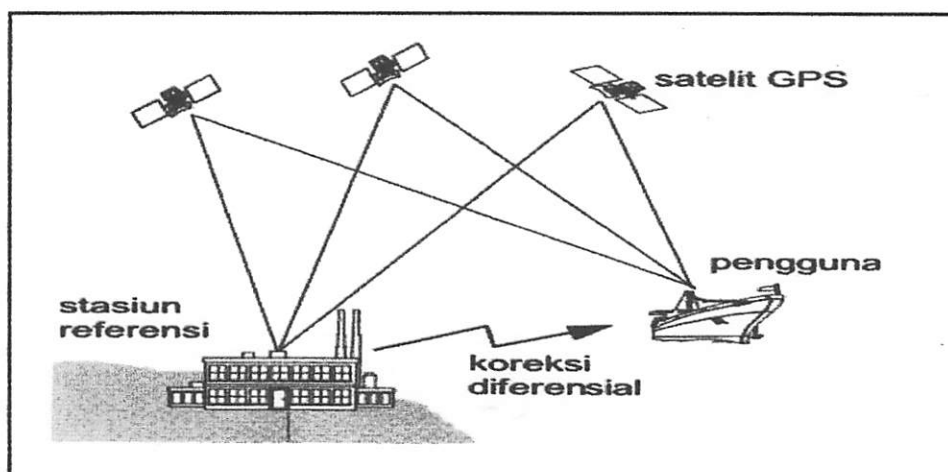
Penentuan posisi secara kinematik (*kinematic positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang bergerak dan receiver GPS tidak dapat atau tidak punya kesempatan untuk berhenti pada titik tersebut, seperti dalam kasus lingkungan laut. Penentuan posisi kinematik ini dapat dilakukan secara absolut ataupun diferensial (lihat Gambar 2.1 ) dengan menggunakan data pseudorange dan/fase. Hasil penentuan posisi bisa diperlukan saat pengamatan (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan (*post-procesing*). Untuk real-time differential positioning diperlukan komunikasi data antara stasiun referensi dengan *receiver* yang bergerak. Ketelitian posisi kinematik yang diberikan oleh GPS dapat berkisar dari tingkat: rendah (penentuan posisi absolut dengan *pseudorange*) sampai tingkat tinggi (penentuan posisi absolut dengan fase). Dari segi aplikasinya, metode kinematik GPS ini akan bermanfaat untuk navigasi, pemantauan (*surveillance*), *guidance*, fotogrametri, *airbone*, *gravimetry*, survei hidrografi dan lainnya (Poerbandono, 2005).



Gambar 2.1 Penentuan posisi GPS, absolut dan diferensial (Poerbandono, 2005)

### 2.2.2 Sistem DGPS

DGPS adalah akronim yang sudah umum digunakan untuk sistem penentuan posisi real-time secara diferensial menggunakan data pseudorange. Sistem ini umumnya digunakan untuk penentuan posisi objek-objek yang bergerak. Untuk merealisasikan tuntutan *real-time*-nya, maka monitor station harus mengirimkan koreksi diferensial ke pengguna secara real-time menggunakan sistem komunikasi data tertentu, seperti yang di ilustrasikan pada Gambar 2.2 . Koreksi diferensial ini dapat berupa koreksi *pseudorange* (seperti RTCM SC-104) maupun koreksi koordinat. Dalam hal ini, yang umum digunakan adalah koreksi *pseudorange*. Koreksi koordinat jarang digunakan , karena koreksi ini menuntut bahwa stasiun referensi mengirim koreksi serta pengamat mengamati set satelit yang sama, dimana hal ini umumnya tidak selalu dapat selalu direalisasikan dalam operasional lapangannya. Ketelitian tipikal posisi yang diberikan oleh sistem DGPS ini adalah sekitar 1 sampai 3 meter atau lebih baik. Dengan ketelitian setingkat itu, sistem DGPS ini umumnya digunakan pada survei-survei kelautan (Poerbandono, 2005).



Gambar 2.2 Sistem DGPS (Poerbandono, 2005)

## **2.3 Survei Batimetri**

Survei batimetri dimaksudkan untuk mendapatkan data kedalaman dan konfigurasi/topografi dasar laut, termasuk lokasi dan luasan obyek-obyek yang mungkin membahayakan. Survei batimetri dilaksanakan mencakup sepanjang koridor survei dengan lebar bervariasi. Lajur utama harus dijalankan dengan interval 100 meter dan lajur silang (*cross line*) dengan interval 1.000 meter, kemudian setelah rencana jalur kabel ditetapkan, koridor baru akan ditetapkan selebar 1.000 meter. Lajur utama dijalankan dengan interval 50 meter dan lajur silang (*cross line*) dengan interval 500 meter. Peralatan *echosounder* digunakan untuk mendapatkan data kedalaman optimum mencakup seluruh kedalaman dalam area survei. Agar tujuan ini tercapai, alat *echosounder* dioperasikan sesuai dengan spesifikasi pabrik. Prosedur standar kalibrasi dilaksanakan dengan melakukan *barcheck* atau koreksi Sound Velocity Profile (SVP) untuk menentukan *index error correction*. Kalibrasi dilaksanakan minimal sebelum dan setelah dilaksanakan survei pada hari yang sama. Kalibrasi juga selalu dilaksanakan setelah adanya perbaikan apabila terjadi kerusakan alat selama periode survei. Pekerjaan survei batimetri tidak boleh dilaksanakan pada keadaan ombak dengan ketinggian lebih dari 1,5 m bila tanpa *heave compensator*, atau hingga 2,5 m bila menggunakan *heave compensator* (Wordpress).

### **2.3.1 Pasang Surut Laut**

Pasang surut laut (*ocean tide*) adalah fenomena naik turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Pengaruh gravitasi benda-benda langit

terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasut laut, tetapi juga mengakibatkan perubahan bentuk bumi (*bodily tides*) dan atmosfer (*atmospheric tides*). Istilah 'pasut laut' atau 'pasut' merupakan gerak naik dan turun muka laut dengan periode rata-rata sekitar 12.4 jam atau 24.8 jam. Fenomena lain yang berhubungan dengan pasut adalah arus pasut, yaitu gerak badan air menuju dan meninggalkan pantai saat air sedang pasang dan surut.

Permukaan air laut dipakai sebagai tinggi nol. Kedalaman suatu titik di dasar perairan atau ketinggian titik di pantai mengacu pada permukaan laut yang dianggap sebagai bidang referensi (atau datum) vertikal. Karena posisi muka laut selalu berubah, maka penentuan tinggi nol harus dilakukan dengan merata-ratakan data tinggi muka air yang diamati pada rentang waktu tertentu. Data tinggi muka air pada rentang waktu tertentu juga berguna untuk keperluan peramalan pasut. Analisis data pengamatan tinggi muka air juga akan berguna untuk mengenali karakter pasut dan fenomena lain yang mempengaruhi tinggi muka air (Poerbandono, 2005).

Menurut Bambang Triatmodjo (1996:53) bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Di suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe, yaitu :

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)
2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)
3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*)

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Hasil pengamatan pasut menghasilkan beberapa definisi dari suatu permukaan referensi. Di bawah ini adalah beberapa istilah dan definisi dari pengamatan pasang surut.

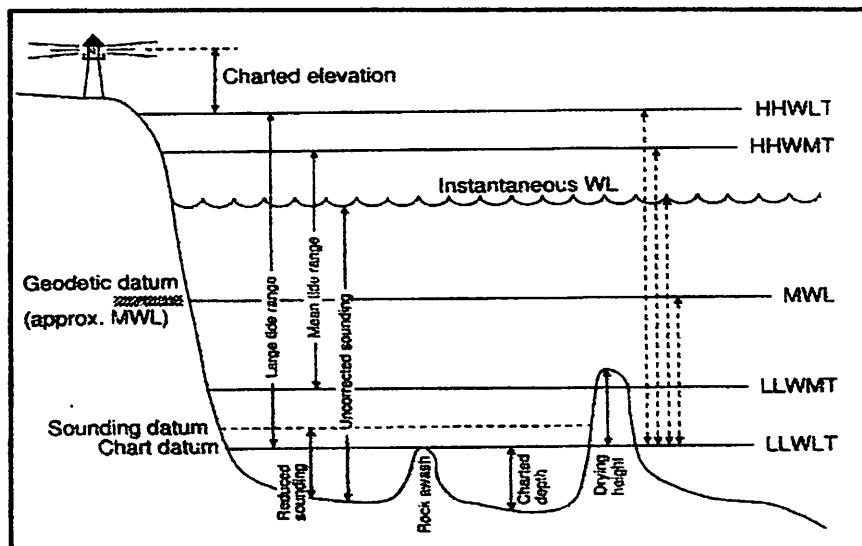
Tabel 2.1 Beberapa istilah dan definisi datum vertikal (CARIS, 2003)

| NO. | ISTILAH                              | DEFINISI   |
|-----|--------------------------------------|--|
| 1.  | <i>Mean Sea level (MSL)</i>          | ketinggian rata-rata permukaan laut di sebuah stasiun pasang surut untuk semua pengamatan pasang surut selama periode 19-tahun, biasanya ditentukan dari pembacaan ketinggian per jam diukur dari tingkat referensi tetap yang telah ditentukan. |
| 2.  | <i>Mean High Water (MHW)</i>         | Ketinggian rata-rata semua air pasang yang tinggi di suatu tempat selama 19 tahun.   |
| 3.  | <i>Mean Low Water (MLW)</i>          | Ketinggian rata-rata semua air pasang yang rendah di suatu tempat selama 19 tahun.   |
| 4.  | <i>Mean Higher High Water (MHHW)</i> | Tinggi rata-rata air pasang tinggi yang tertinggi di suatu tempat selama periode 19 tahun.   |
| 5.  | <i>Mean Low Water (MLW)</i>          | Ketinggian rata-rata semua air pasang yang   |

|     |   |   |
|-----|---|---|
|     |   | terendah di suatu tempat selama 19 tahun.   |
| 6.  | <i>Mean Lower Low Water</i><br>(MLLW)       | Tinggi rata-rata terendah air rendah di suatu tempat selama 19 tahun.                                 |
| 7.  | <i>Mean High Water Springs</i><br>(MHWS)    | Tinggi rata-rata air pada air pasang tertinggi. Disebut juga air pasang tertinggi.                    |
| 8.  | <i>Mean Low Water Springs</i><br>(MLWS)     | Tinggi rata-rata air pada air pasang terendah. Disebut juga air pasang terendah.                      |
| 9.  | <i>Mean Water level</i> (MWL)               | Rata-rata dari semua level air per jam selama periode pengamatan yang tersedia di catatan.            |
| 10. | <i>Higher High Water Large Tide</i> (HHWLT) | Rata-rata air tinggi dari pasang tertinggi, di ambil salah satu dari tiap pengamatan selama 19-tahun. |
| 11. | <i>Lower Low Water Large Tide</i> (LLWLT)   | Rata-rata air rendah dari pasang terendah, di ambil salah satu dari tiap pengamatan selama 19-tahun.  |

Untuk keperluan navigasi digunakan muka air terendah sebagai datum vertikal untuk angka-angka kedalaman laut yang dinyatakan sebagai angka-angka dan garis kontur kedalaman peta navigasi laut. Muka air terendah dipilih sedemikian rupa sehingga hampir tidak pernah terjadi keadaan ketika angka kedalaman yang tercantum di peta lebih kecil dari kedalaman aktual. Datum vertikal ini disebut chart datum atau muka surutan. Penentuan muka surutan ditujukan untuk menjamin keselamatan pelayaran. Muka surutan yang ditetapkan

dari pengamatan pasut umumnya lebih rendah dari tinggi rata-rata permukaan air laut terendah saat bulan perbani. Pada Gambar 2.3 diperlihatkan kedudukan relatif beberapa datum vertikal (Poerbandono, 2005).



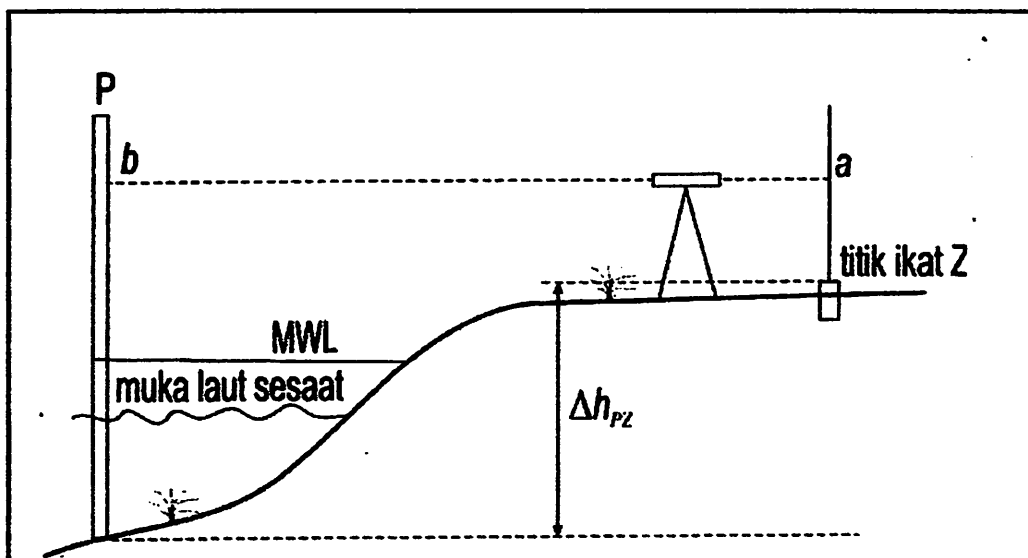
Gambar 2.3 Visualisasi kedudukan beberapa datum vertikal ( de jong et al., 2002)

### 2.3.1.1 Pengamatan Pasut

Pengamatan pasut dilakukan untuk memperoleh data tinggi muka air laut di suatu lokasi. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut dapat ditetapkan datum vertikal tertentu yang sesuai untuk keperluan-keperluan tertentu pula. Pengamatan pasut dilakukan dengan mencatat atau merekam data tinggi muka air laut pada setiap interval waktu tertentu. Rentang pengamatan pasut sebaiknya dilakukan selama selang waktu keseluruhan periodisasi benda-benda langit yang mempengaruhi terjadinya pasut telah kembali pada posisinya 'semula'. Rentang waktu pengamatan pasut yang lazim dilakukan untuk keperluan praktis adalah 15 atau 29 piantan (1 piantan = 25 jam). Interval waktu pencatatan atau perekaman tinggi muka laut biasanya adalah, 15, 30, atau 60 menit (Poerbandono, 2005).

### 2.3.1.2 Pengikatan Stasiun Pengamat Pasut

Pengikatan stasiun pengamat pasut adalah prosedur standar yang dilakukan untuk mengetahui kedudukan nol palem relatif terhadap suatu titik di pantai yang ditetapkan untuk keperluan rekonstruksi. Titik pengikatan nol palem tersebut perlu didokumentasikan (dibuat permanen sebagai *bench mark*) dengan baik agar mudah ditentukan kembali. Pengikatan stasiun pengamat pasut dilakukan dengan pengukuran sipat datar untuk menentukan beda tinggi nol palem relatif terhadap titik pengikat. Jika selisih tinggi palem terhadap titik ikat diketahui, maka selisih tinggi tersebut nantinya akan digunakan untuk mendefinisikan tinggi titik ikat itu sendiri setelah datum vertikal ditentukan dari pengamatan pasut. Gambar 2.4 memperlihatkan kedudukan palem (alat alat pengamat pasut lain) di  $P$  sebesar  $\Delta h_{pz}$  terhadap titik pengikat  $Z$ . Tinggi muka air yang diamati, diukur relatif terhadap nol palem berdasarkan beda tinggi yang diukur dengan sipat datar (Poerbandono, 2005).



Gambar 2.4 Skema pengikatan stasiun pengamat pasut (Poerbandono, 2005)

Beberapa persyaratan untuk penempatan lokasi stasiun pasut yang harus dipenuhi antara lain adalah:

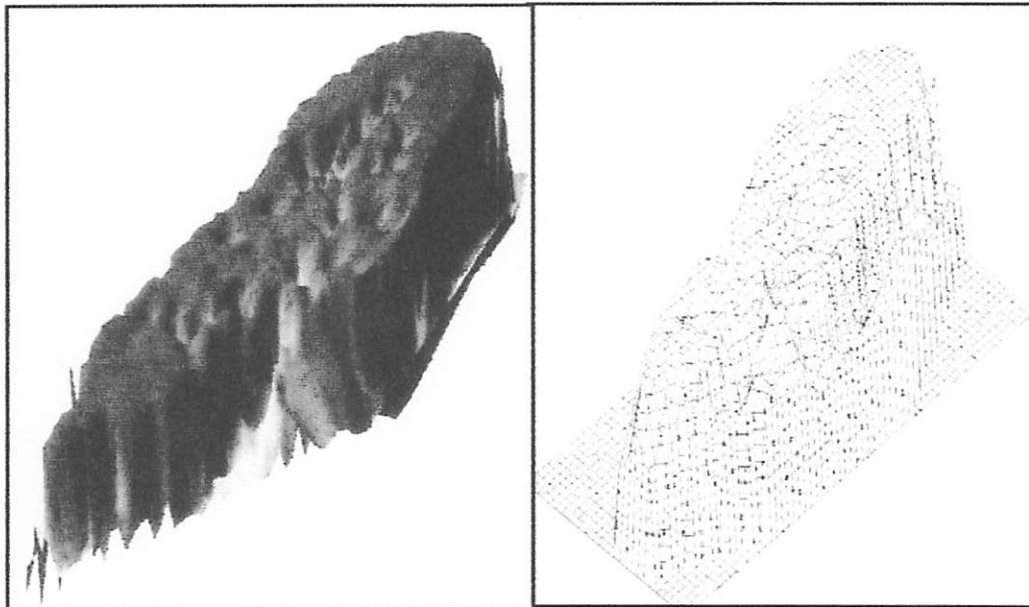
1. Lokasi stasiun pasut harus menggambarkan karakteristik pasang surut di daerah sekitarnya.
2. Tanah di daerah lokasi stasiun pasut harus keras (tidak berlumpur).
3. Lokasi stasiun pasut sebaiknya jauh dari muara sungai, untuk menghindari pengaruh aliran serta endapan dan sampah yang terbawa menuju laut.
4. Perairan di lokasi pasut diupayakan bersih dan jernih serta tidak terganggu oleh tetumbuhan laut yang ada disekitarnya.
5. Lokasi dicari sedemikian rupa agar memudahkan pengawasann dan pemeliharaan stasiun pasut.
6. Terlindung dari pengaruh ombak dan gelombang serta pengaruh lainnya secara langsung.

### **2.3.2 Pemeruman**

Pemeruman adalah proses dan aktivitas yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (topografi) dasar perairan (*seabed surface*). Proses penggambaran dasar perairan tersebut (sejak pengukuran, pengolahan hingga visualisasinya) disebut sebagai survei bathimetri. Gambaran dasar perairan dapat disajikan dalam garis-garis kontur atau model permukaan digital.

Garis-garis kontur kedalaman atau model batimetri diperoleh dengan menginterpolasikan titik-titik pengukuran kedalaman yang tersebar pada lokasi yang dikaji. Kerapatan titik-titik pengukuran kedalaman bergantung pada skala model yang hendak dibuat. Titik-titik pengukuran kedalaman berada pada lajur-lajur pengukuran kedalaman yang disebut sebagai lajur perum atau *sounding line*

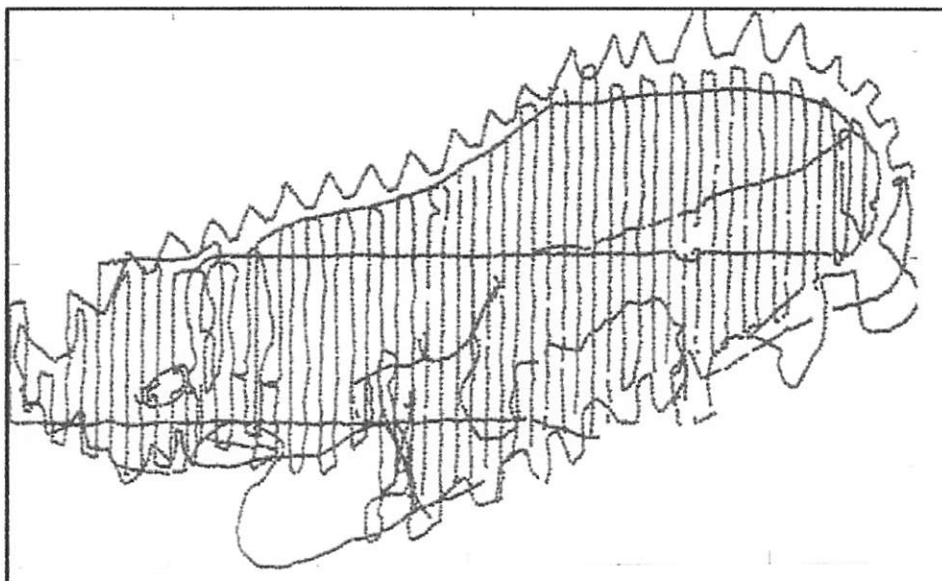
(Gambar 2.6). Pada contoh (Gambar 2.5) jarak antar perum adalah 100 m yang melingkupi daerah survei seluas sekitar 3x6 km<sup>2</sup> (Poerbandono, 2005).



(a) Model batimetri dalam penyajian tiga dimensi

(b) Model batimetri dalam penyajian dengan *wireframe*

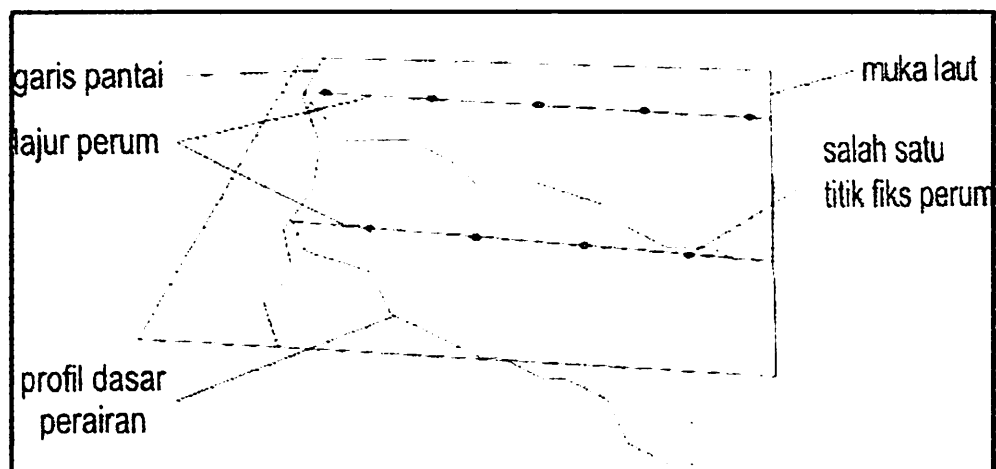
Gambar 2.5 Model permukaan dasar perairan/batimetri (Poerbandono, 2005)



Gambar 2.6 Lajur-lajur perum (Poerbandono, 2005)

Jarak antar titik-titik fiks perum pada suatu lajur pemeruman setidaknya tidaknya sama dengan atau lebih rapat interval lajur perum. Saat ini, teknik perekaman data kedalaman sudah dapat dilakukan secara digital. Laju perekaman data telah mencapai kecepatan yang lebih baik dari 1 titik per detik.

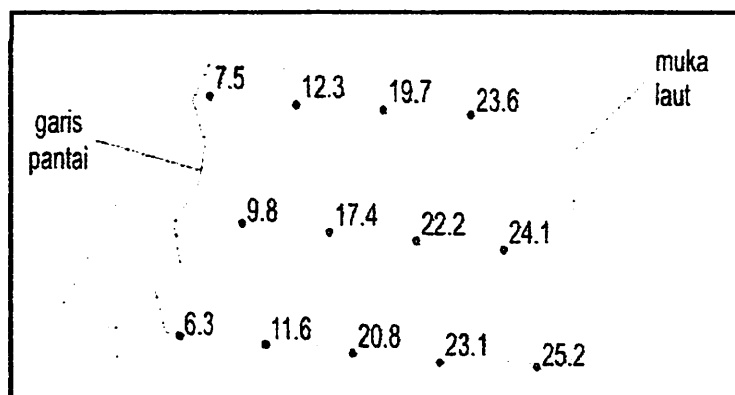
Pemeruman dilakukan dengan membuat profil (potongan) pengukuran kedalaman. Lajur perum dapat berbentuk garis-garis lurus, lingkaran-lingkaran konsentrik, atau lainnya sesuai metode yang digunakan untuk penentuan posisi titik-titik fiks perumnya. Lajur-lajur perum didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan pendeteksian perubahan kedalaman yang lebih ekstrem. Untuk itu, desain lajur-lajur perum harus memperhatikan kecenderungan bentuk topografi pantai sekitar perairan yang akan disurvei. Agar mampu mendeteksi perubahan kedalaman yang lebih ekstrem lajur perum dipilih dengan arah tegak lurus terhadap kecenderungan arah garis pantai (Poerbandono, 2005).



Gambar 2.7 Lajur perum arah tegak lurus garis pantai (Poerbandono, 2005)

Dari pengukuran kedalaman di titik-titik fiks perum pada lajur-lajur perum yang telah didesain, akan didapatkan sebaran titik-titik fiks perum pada daerah survei yang nilai-nilai pengukuran kedalamannya dapat dipakai untuk

menggambarkan batimetri yang diinginkan. Berdasarkan sebaran angka-angka kedalaman pada titik-titik perum itu, batimetri perairan yang disurvei dapat diperoleh dengan menarik garis-garis kontur kedalaman (Poerbandono, 2005).

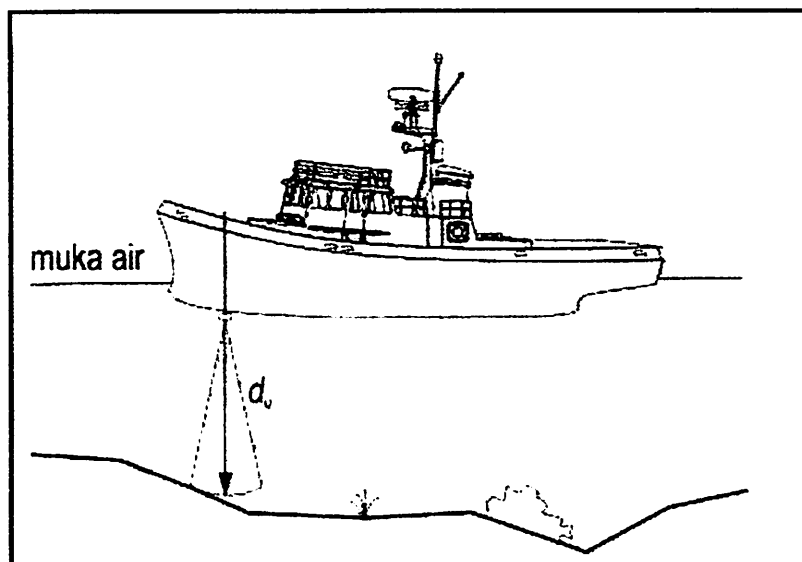


Gambar 2.8 Angka kedalaman pada titik-titik fiks perum (Poerbandono, 2005)

Metode yang digunakan dalam pengukuran kedalaman laut ini adalah Metode Akustik. Penggunaan gelombang akustik untuk pengukuran-pengukuran bawah air (termasuk pengukuran kedalaman, arus, dan sedimen) merupakan teknik yang paling populer dalam hidrografi sampai saat ini. Untuk pengukuran kedalaman, digunakan *echosounder* atau perum gema yang pertama kali dikembangkan di Jerman pada tahun 1920. Alat ini dapat dipakai untuk menghasilkan profil kedalaman yang kontinyu sepanjang jalur perum dengan ketelitian yang cukup baik.

Alat perum gema menggunakan prinsip pengukuran jarak dengan memanfaatkan gelombang akustik yang dipancarkan dari *transduser*. *Tranduser* adalah bagian dari alat perum gema yang mengubah energi listrik menjadi mekanik dan sebaliknya. Gelombang akustik tersebut merambat pada medium air dengan cepat rambat yang relatif diketahui atau dapat diprediksi hingga

menyentuh dasar perairan dan dipantulkan kembali ke *transduser* (Poerbandono, 2005).



Gambar 2.9 Pengukuran kedalaman secara akustik (Poerbandono, 2005)

Perum gema menghitung selang waktu sejak gelombang dipancarkan dan diterima kembali ( $\Delta t$ ), sehingga jarak dasar perairan relatif terhadap *transducer* adalah :

$$d_u = \frac{1}{2} v \Delta t$$

dengan,  $d_u$  = Kedalaman hasil ukuran

$v$  = Kecepatan gelombang akustik pada medium air

## 2.4 Peta Bathimetri

Peta bathimetri adalah peta yang memperlihatkan sifat dan konfigurasi dari dasar laut (informasi kedalaman, bahaya pelayaran, geomorfologi, dan sebagainya) yang diperoleh dari hasil kegiatan bathimetri, geologis, dan geofisika. Peta bathimetri pada umumnya dipergunakan untuk kegiatan perencanaan dengan

skala yang lebih besar. Penentuan posisi harus teliti, demikian pula dengan pengukuran kedalaman. Pemanfaatan peta bathimetri antara lain untuk peta perencanaan, peta konstruksi, maupun untuk kegiatan-kegiatan perencanaan pelabuhan, pengerukan, pemasangan pipa/kabel, pembuangan sisa (*waste disposal*), *water intake*, dan berbagai konstruksi di laut (Pradono Joannes, 2007)

## **2.5 Software HydroPro dan Terramodel**

### **2.5.1 Software HydroPro**

Trimble (2001) menyebutkan *software* HydroPro adalah sebuah paket *software* yang dirancang untuk pekerjaan hidrografi yang berguna untuk menyelesaikan pekerjaan lapangan dan terdapat solusi untuk berbagai aplikasi survei, termasuk survei batimetri untuk pelabuhan, daerah aliran sungai, sedimentasi, studi erosi, penelitian lingkungan, studi monitoring perhitungan volume untuk pekerjaan pengerukan, dan survei untuk pekerjaan-pekerjaan konstruksi lepas pantai. Selain itu, *software* hidrografi ini mempunyai rangkaian komponen yang lengkap untuk proses pengolahan data navigasi secara real time. Komponen utama *software* hydropro adalah sebagai berikut:

1. Navigasi

*Software* ini menyediakan fasilitas untuk mengkonfigurasi semua elemen yang diperlukan untuk navigasi secara real time / terus menerus dalam memperoleh data di lapangan. Termasuk didalamnya dapat dipakai untuk mendesain bentuk model, pengaturan peralatan survei, sistem koordinat, dan perekaman objek data langsung dilapangan secara terus menerus.

Semuanya dapat di *overlay* pada format *raster* atau gambar *vektor* dari area survei.

## 2. NavEdit

NavEdit adalah visualisasi data grafik dan koreksi alat yang didalamnya mempunyai fungsi mengedit data yang lebih teliti seperti kedalaman pemeruman, gelombang, dan pasang surut. Hal ini berhubungan antara navigasi dan komponen *software* pengolahannya.

## 3. Processing

Merupakan proses pengolahan yang menyajikan data dan fungsi analisis. Di dalam fungsi ini disediakan fitur pengeditan pengolahan data standar, pelaporan, dan perencanaan pengolahan dimana didalamnya terdiri dari beberapa elemen modular yang berintegrasi dengan *database* dan lembar kerja grafis. Modul pengolahannya meliputi:

- Edit
- Profile
- Volume
- Contour/DTM
- Digitasi

### 2.5.2 *Software* Terramodel

Trimble (2001) menyebutkan Terramodel adalah sebuah *software* pemodelan yang memungkinkan para insinyur, surveyor, kontraktor, dan fotogrametris untuk menghasilkan survei yang lengkap dan gambar desain.

Keunggulan menggunakan Terramodel, yaitu :

1. Impor data survei langsung ke file pekerjaan dan mengurangi catatan lapangan.
2. Menghasilkan rencana lokasi untuk aplikasi komersial industri perumahan, dan.
3. Melakukan *contouring* dan fungsi penilaian situs lainnya.
4. Desain drainase, badai dan sistem pembuangan air limbah.
5. Desain jalan raya mulai dari jalan-jalan perumahan sederhana untuk *thoroughfares* multi-jalur.
6. Menyiapkan rencana set lengkap.
7. Ekspor data untuk tata letak konstruksi.
8. Melakukan kajian hidrologi dan menghasilkan laporan siap submittal lengkap.

*Software* Terramodel dapat digunakan untuk berbagai kegiatan sebagai berikut:

#### 1. Survei

Perangkat lunak Terramodel sangat ideal untuk berbagai kegiatan survei termasuk pengolahan (konvensional atau RTK GPS) survei topografi dan jaringan kontrol, serta CAD *editing*, dan digital terrain modeling. Perangkat lunak Terramodel dibangun di sekitar konsep yang menunjuk 3D membentuk dasar dari survei proyek. Setiap titik memiliki sifat posisi, ketinggian, lapisan, warna, nama, dan titik unik nomor / id. Manfaat dari database yang dinamis unik Terramodel untuk surveyor sangat besar. Membuat proyek sederhana dan mudah. Data survei baku secara otomatis dikurangi menjadi titik dan garis dan terkandung dalam file

proyek tunggal. Penyusunan terakhir adalah *refleksi* dari data survei yang sebenarnya.

Terramodel menyediakan fitur berikut untuk surveyor, diantaranya adalah:

- a. *Reduksi* data dan kontrol perhitungan jaringan
- b. Alat monitor Deformasi Otomatis
- c. penyusunan CAD editing, merencanakan, dan digitalisasi
- d. Hukum, kadaster, dan batas survei alat pengukuran
- e. Permukaan, *volumetrics*, dan alat-alat *contouring*
- f. Data set pengolahan yang besar misalnya, Lidar atau peta batimetri
- g. Profil dan penampang melintang
- h. Interior bangunan, elevasi dan survei arsitektur
- i. 3D Visualisasi diberikan adegan dan film AVI
- j. *Earthworks*, tambang, dan desain sel limbah
- k. GIS data pendukung Terramodel dapat digunakan dalam GIS sistem seperti ArcView.

## 2. Desain

Terramodel memberikan insinyur sipil satu set alat lengkap untuk desain yang meningkatkan kemampuan dan produktivitas dari survei awal untuk konstruksi akhir. Dapat digunakan untuk merancang jalan, jembatan, kereta api, selokan, permukaan, situs komersial atau perumahan. Terramodel infrastruktur baru mendukung dalam konsep desain canggih dengan pemodelan sebuah proyek menggunakan rencana, profil dan *cross* pemandangan bagian proyek. Dan perangkat lunak ini dengan mudah memproses ratusan ribu poin dan mulus

mengintegrasikan dengan survei dan konstruksi dengan berbagi semua data dalam *file* proyek tunggal.

### 3. Konstruksi

Perangkat lunak Terramodel sangat ideal untuk lokasi pembangunan. Perangkat lunak ini menggunakan satu file, *project model database* yang mendukung semua aspek konstruksi berat dari estimasi untuk proyek. *Software* ini menyediakan satu set alat yang dapat digunakan untuk mensurvei dan rekayasa tugas serta sebagai tugas konstruksi seperti menghitung *cut / mengisi volume*, membuat data pengintaian dan laporan, menghitung jarak massa dan tahapan konstruksi, menyiapkan data untuk konstruksi yang dikendalikan mesin, dan memproduksi catatan survei dibangun selama *fase* konstruksi.

Beberapa fungsi yang terdapat dalam *software* adalah sebagai berikut.

#### 1. Survei Data dan Perhitungan

Seperti halnya kegiatan survei biasa yang harus melakukan perhitungan, terramodel menyediakan otomatisasi perhitungan jaringan hingga kuadrat terkecil untuk menyesuaikan kontrol dan monitoring pekerjaan.

#### 2. Pelaporan

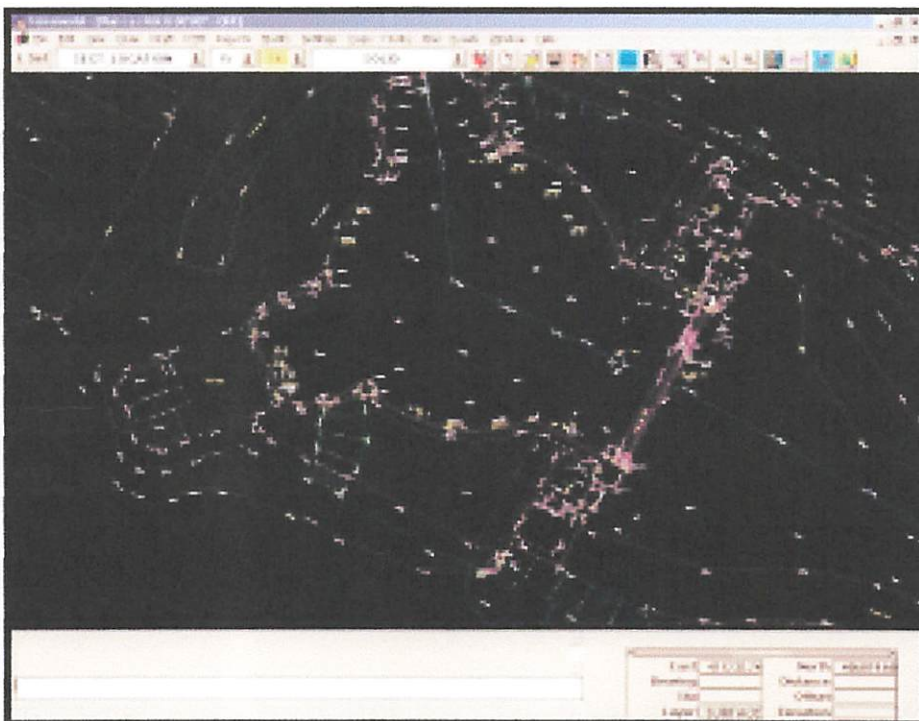
Terramodel menyediakan semua fungsi yang digunakan untuk menjaga kualitas dan standar laporan suatu pekerjaan, yaitu meliputi:

- Kontrol perhitungan dan penyesuaian
- Pengurangan detail dan mengkoordinasikan daftar
- Laporan geometri
- COGO: Area, jarak, dan bantalan
- Pemeriksaan QA

- Kontrol lembar laporan
- Laporan Volume

### 3. Fungsi CAD dan Anotasi

Terdapat fungsi CAD yang lengkap untuk menghasilkan perencanaan dengan cepat dan mudah. Fungsi CAD standar juga menyediakan fitur warna dan tipe garis yang berbeda. Sistem CAD pada terramodel dapat berfungsi sebagai *editing* global, perintah, dan penyusunan data. Selain itu, data atribut dapat digunakan untuk membuat penjelasan teks, survei data mentah, desain data, dan CAD bagian dari database yang terintegrasi dalam suatu *file* pekerjaan tunggal. Perubahan data survei dapat terlihat dalam DTM dan CAD grafis, dan titik teks yang terkait yang diperbaharui secara otomatis.



Gambar 2.10 Proses *editing* CAD pada *software* Terramodel (Trimble, 2001)

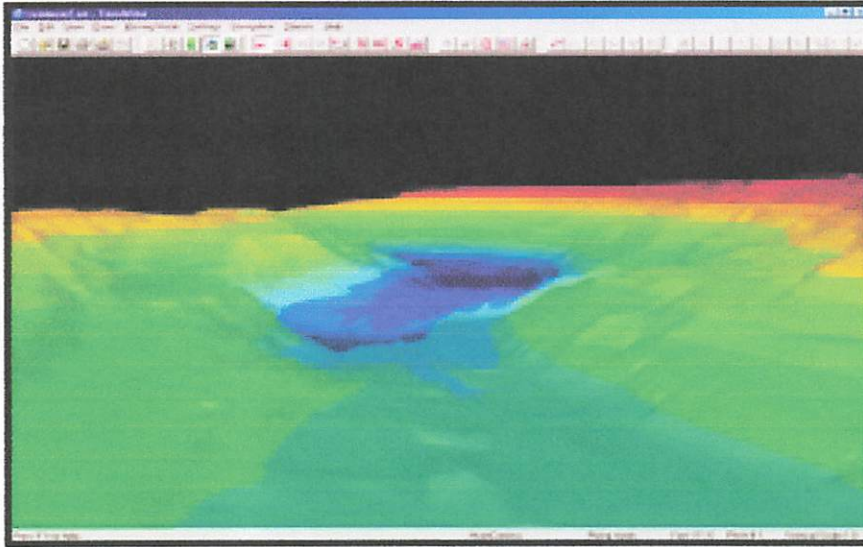


#### 4. Digital Terrain Model

Terramodel menyediakan fungsi Digital Terrain Model (DTM) yang bisa digunakan untuk merancang suatu pekerjaan-pekerjaan yang besar. Selain itu terramodel dapat membentuk DTM TIN sampai dengan 8 (delapan) juta titik. Hal ini dapat digunakan sebagai pilihan merancang data dari *scanner laser* udara atau darat, pekerjaan fotogrametri, dan pemetaan batimetri.

Fungsi DTM adalah sebagai berikut :

- Setiap lapisan dapat menjadi DTM tunggal
- Beberapa lapisan dapat dikelompokkan untuk membentuk multi-layer DTM kontur
- Membentuk profil untuk evaluasi area
- Visualisasi 3D model permukaan
- Perhitungan luas
- Pengukuran volume antara DTM atau datum, dengan atau tanpa kesalahan dari elevasi kedalaman
- Otomatis membentuk penampang dan tata letak *sheeted* dari berbagai gambar penampang
- *Cross section* atau garis horisontal yang dibentuk pada titik-titik yang bisa meliputi seluruh area penampang
- *Cross section* area untuk menghitung volume



Gambar 2.11 Visualisasi 3D (DTM) pada *software* Terramodel (Trimble, 2001)

### 2.5.2.1 Perhitungan Volume Pada *Software* Terramodel

Geocomp System (TML List, 2006) memaparkan ada beberapa metode dalam menghitung volume pada *software* Terramodel, diantaranya yaitu:

1. *Surface To Surface*

Menghitung dan melaporkan *cut* and *fill* antara dua permukaan DTM.

2. *Surface To Datum*

Menghitung dan melaporkan *cut* and *fill* volume antara permukaan DTM dan datum.

3. *Stockpile*

Menghitung dan melaporkan volume persediaan yang diukur, berdasarkan pada permukaan asumsi yang mendasari.

4. *Depression*

Menghitung dan melaporkan volume yang diukur atau penggalian, berdasarkan pada permukaan asli yang diasumsikan.

## 5. *Isopach*

Menghitung dan melaporkan *cut* and *fill* volume yang terkait dengan permukaan *isopach* yang disimpan sebelumnya.

### 2.5.2.2 Metode Perhitungan Volume *Surface To Surface*

Geocomp System (TML List, 2006) menjelaskan perhitungan volume diantara dua DTM dihitung dengan menghitung *isopach* antara dua DTM atau antara datum dan DTM. Pertama, setiap titik diproyeksikan ke permukaan lain, elevasi sesuai interpolasi, dan perbedaan elevasi disimpan dengan titik *isopach* dihasilkan. *Breaklines* dari kedua permukaan yang digunakan untuk menghasilkan *breaklines isopach*. Poin tambahan dimasukkan ke dalam *breaklines isopach* dimana titik-titik melewati segitiga DTM nya.

Permukaan *isopach* yang terbentuk sebagai triangulasi digunakan untuk menentukan volume dengan memotong data untuk setiap segitiga ke dalam jumlah yang sesuai pada bentuk prisma vertikal yang terpotong. Jika tiga titik dari segitiga semua memiliki positif atau semua memiliki ketinggian negatif (semua mengisi atau semua memotong) maka prisma segitiga tunggal hadir . Jika segitiga *isopach* memiliki kedua elevasi positif dan negatif (*cut* dan *fill*) maka segitiga ini dibagi menjadi prisma segitiga dan prisma segiempat.

Volume setiap prisma sama dengan tinggi rata-rata (misal. elevasi *isopach*) dikali luas planimetris. Total volume *fill isopach* adalah jumlah dari semua volume prismoidal positif. Total volume *cut* adalah jumlah dari semua volume prismoidal negatif. Metode ini lebih akurat daripada metode *cross section* atau metode grid yang menggunakan area akhir rata-rata. Perbedaan antara metode yang diperoleh tergantung pada ukuran grid atau interval penampang dan

ketidakteraturan permukaan. Permukaan yang halus dapat menunjukkan perbedaan kurang dari 1 %. Beberapa uji kasus telah menunjukkan perbedaan sebanyak 10 % ketika interval penampang adalah 50 kaki dan medan kasar. Sebagai ukuran grid atau interval penampang menurun ke nilai yang sangat kecil, metode perhitungan volume ini selaras/sama dengan volume yang dihitung dari segitiga permukaan *isopach*.

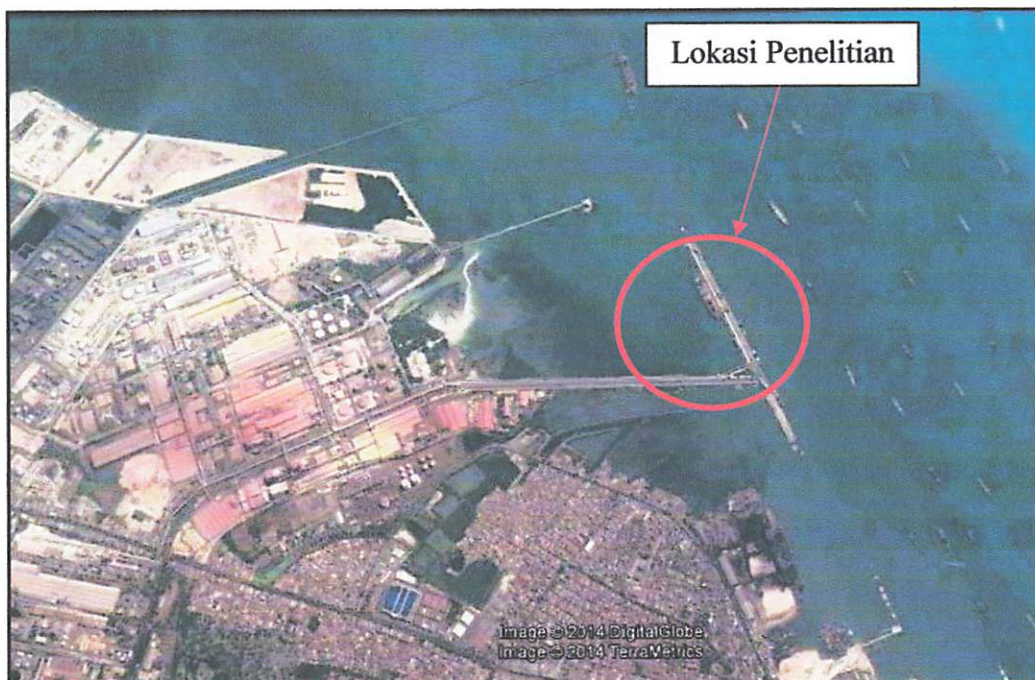
Keakuratan perhitungan tidak lebih baik dari akurasi data dan DTM yang dihitung. Jika *breaklines* yang digunakan untuk membentuk TIN yang tepat tidak benar, maka data titik yang baik dapat menghasilkan volume buruk (tidak akurat). Jika terbatasnya jumlah titik yang digunakan untuk menggambarkan permukaan, maka penyimpangan dari data yang tercatat ke tanah yang sebenarnya akan menghasilkan volume yang berbeda dari kondisi di lapangan.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Deskripsi Daerah Penelitian

Objek data penelitian pada penulisan skripsi ini adalah pelabuhan Gresik yang terletak di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Dengan koordinat pelabuhan  $07^{\circ} 10' 7''$  LS dan  $112^{\circ} 40' 9''$  BT, terlihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Lokasi daerah penelitian

Secara geografis pelabuhan Gresik terletak di sebelah utara kota Gresik, mempunyai Batas Daerah Lingkungan Kerja Daratan Pelabuhan Gresik yang luasnya lebih kurang 236 Ha (Hektar) dan Batas Daerah Lingkungan Kepentingan Perairan Pelabuhan Gresik yang luasnya kurang lebih 35.125 Ha (Hektar).

### **3.2 Perencanaan dan Persiapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan melalui tahap perencanaan dan persiapan yang telah disusun. Perencanaan dan persiapan tersebut meliputi beberapa hal yang biasanya dilakukan dalam suatu penelitian yang bertujuan agar proses penelitian berjalan dengan lancar. Hal-hal tersebut diantaranya yaitu:

1. Penyusunan jadwal penelitian
2. Pengumpulan data batimetri kolam dermaga pelabuhan Gresik
3. Studi literatur
4. Pembuatan laporan penelitian

### **3.3 Peralatan Penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), antara lain :

1. Perangkat keras (*hardware*) terdiri dari:
  - CPU : Processor Intel Atom N550
  - Hard Disk SATA 320 GB
  - RAM 1 GB DDR3
  - Keyboard dan Mouse
  - Printer Cannon iP1980
2. Perangkat lunak (*software*) terdiri dari:
  - HYDROpro NavEdit 2.3
  - Terramodel 10.43
  - Microsoft Office Word 2007

- Microsoft Office Excel 2007

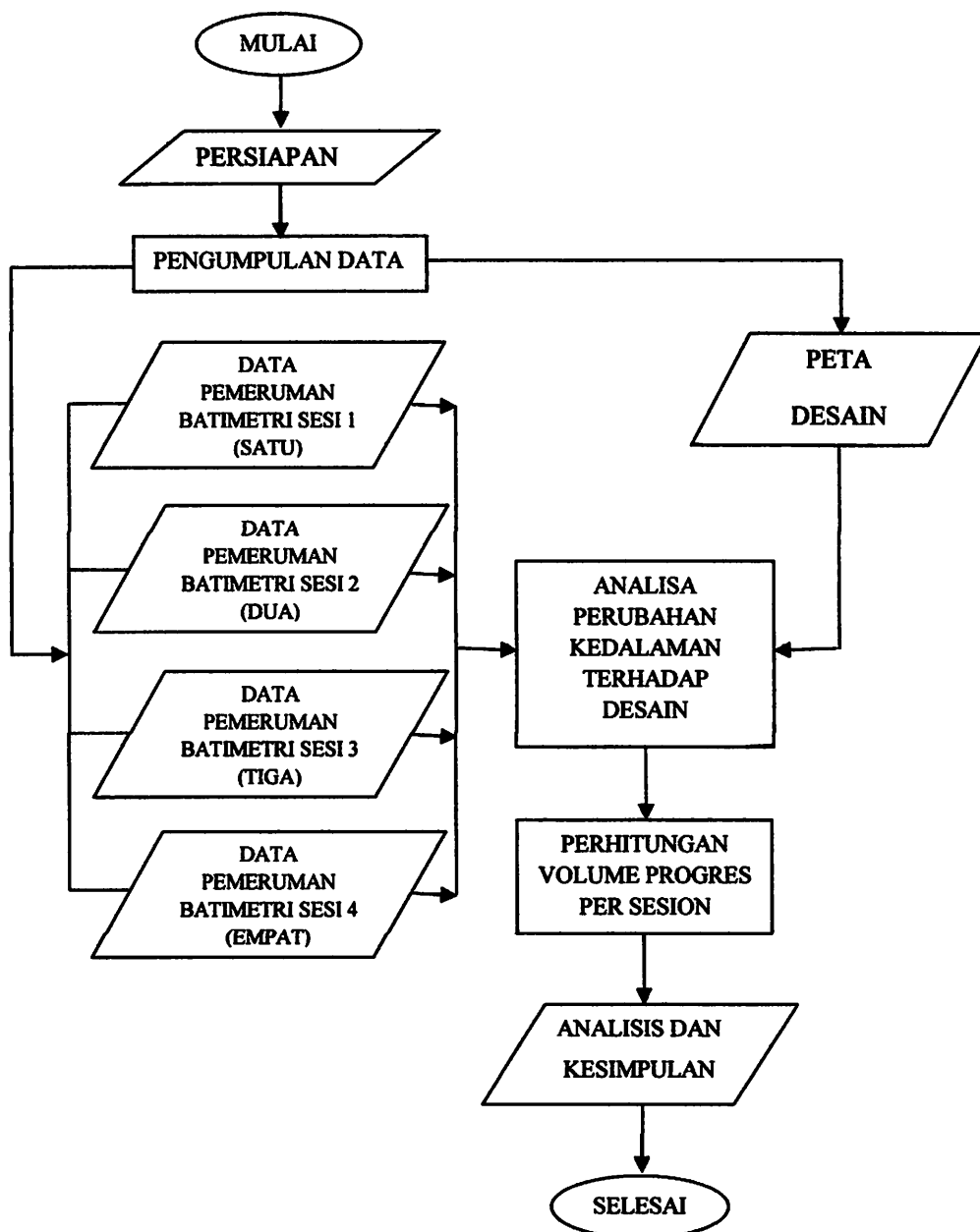
### **3.4 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data pengukuran batimetri menggunakan *echosounder* (pemeruman) sesi 1 (satu) tanggal 1 Desember 2012 format *file (.hpo)* beserta data pasang surut format *file (TID File)*.
2. Data pengukuran batimetri menggunakan *echosounder* (pemeruman) sesi 2 (dua) tanggal 13 Desember 2012 format *file (.hpo)* beserta data pasang surut format *file (TID File)*.
3. Data pengukuran batimetri menggunakan *echosounder* (pemeruman) sesi 3 (tiga) tanggal 7 Januari 2013 format *file (.hpo)* beserta data pasang surut format *file (TID File)*.
4. Data pengukuran batimetri menggunakan *echosounder* (pemeruman) sesi 4 (empat) tanggal 9 Maret 2013 format *file (.hpo)* beserta data pasang surut format *file (TID File)*.
5. Data desain/*base* pelabuhan gresik format *file (.dwg)*.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi tahapan seperti yang digambarkan dalam diagram alir berikut ini.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

Dari gambar 3.2 pada diagram alir dapat dilihat tahapan penelitian perhitungan volume pengerukan mulai dari persiapan, pengumpulan data, analisa perubahan kedalaman terhadap desain, dan perhitungan volume *progress* per sesion.

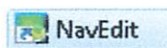
Untuk data pengukuran batimetri yang digunakan adalah data berupa *file (.hpo)* yang selanjutnya dilakukan proses konversi data menjadi format *file (.pts)*. Setelah data tersebut dikonversi, maka selanjutnya dilakukan proses pengolahan data pada software Terramodel dan memasukkan data peta desain/desain awal yang berupa data dengan format *file AutoCad (.dwg)* untuk dapat menganalisis kedalamannya dengan cara proses *cross section* dan kemudian dilakukan proses perhitungan volume pengerukan.

### 3.6 Konversi Data

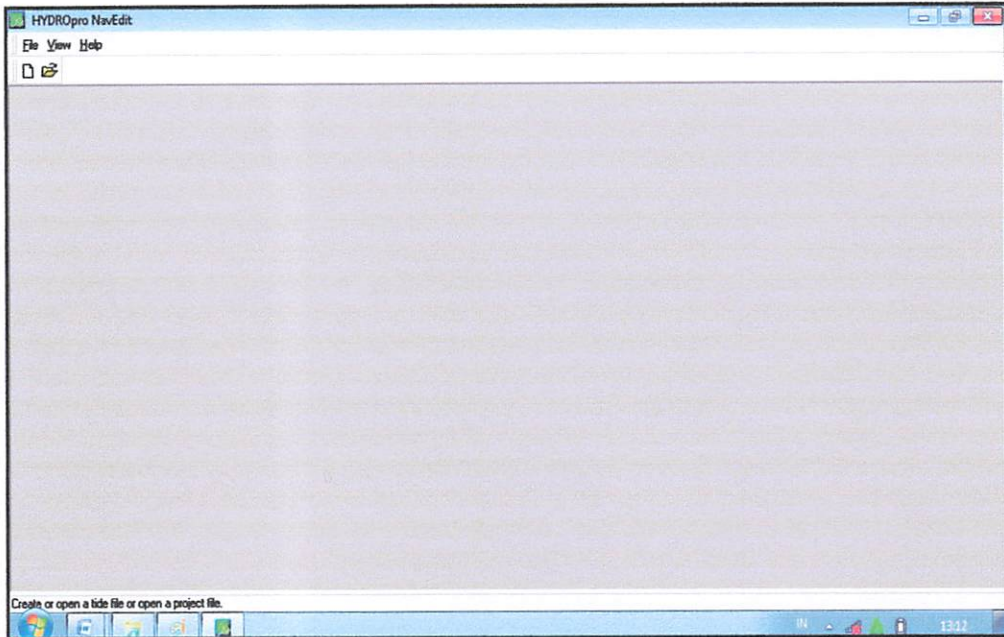
Pada proses pengolahan data batimeri, sebelum data diolah ke dalam *software Terramodel*, maka data terlebih dahulu di konversi pada *software HydroPro NavEdit*, karena data hasil pengukuran bathimetri tersebut berekstensi file (.hpo), sehingga belum bisa langsung dilakukan proses pengolahan pada software Terramodel.

Langkah konversi data pada software Hydropro NavEdit adalah sebagai berikut.


1. Membuka folder **HYDROpro** pada *desktop* lalu pilih aplikasi **NavEdit**

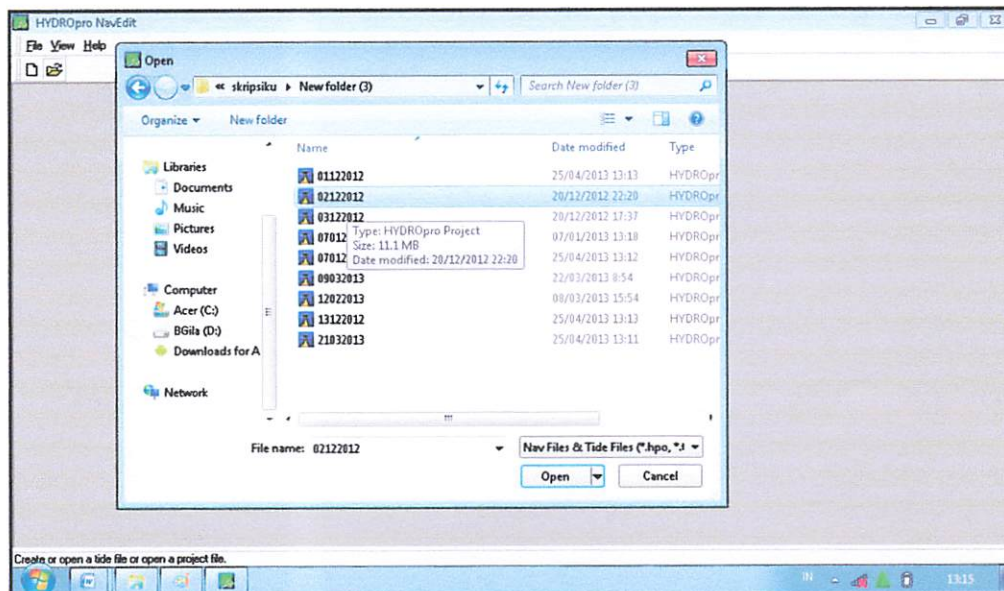


, maka akan muncul kotak dialog seperti berikut ini.



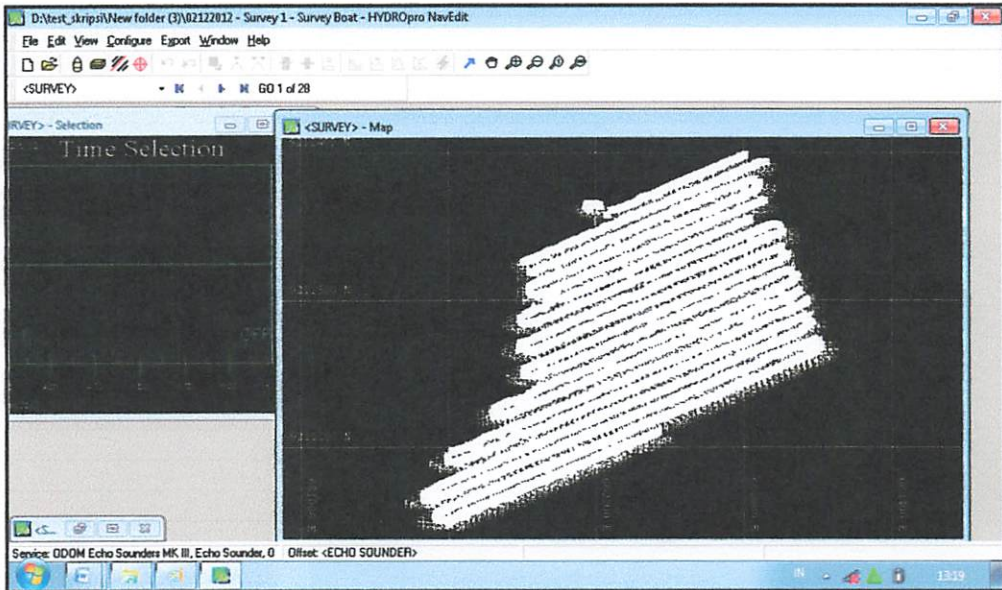
Gambar 3.3 Tampilan software HYDROpro NavEdit

2. Selanjutnya yaitu membuka project hasil pengukuran yang telah dilakukan dengan cara klik *icon* , lalu pilih data di *directory project* yang akan kita buka, seperti pada gambar berikut ini.




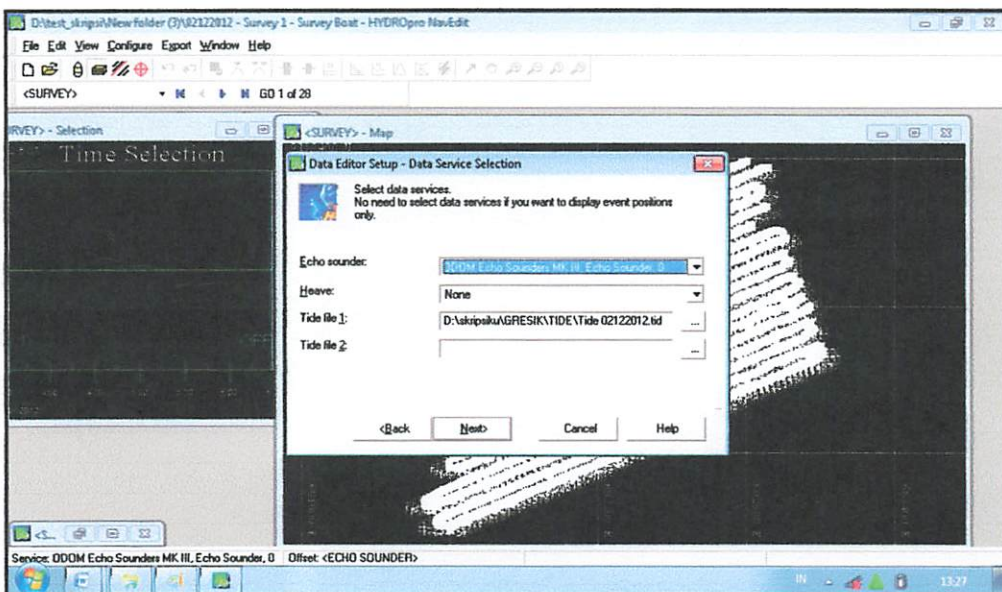
Gambar 3.4 Tampilan membuka project data pengukuran

3. Setelah itu klik tombol *Open* pada kotak dialog tersebut. Maka akan muncul kotak dialog seperti dibawah ini.



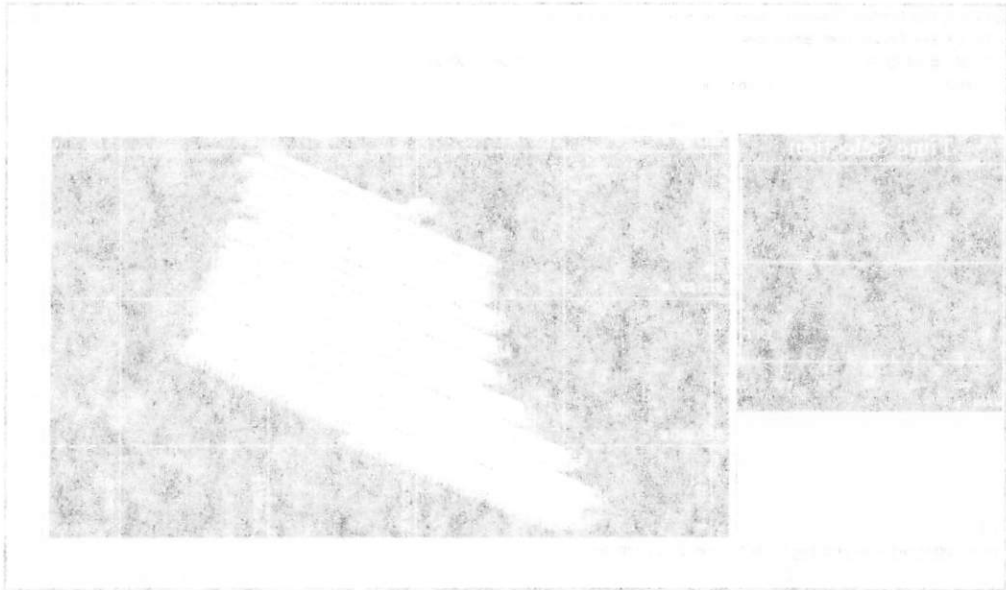
Gambar 3.5 Tampilan data pengukuran

4. Pilih *echosounder* yang digunakan, dengan cara klik icon  dan setelah itu masukkan *file Tide*, kemudian Klik *Next*.




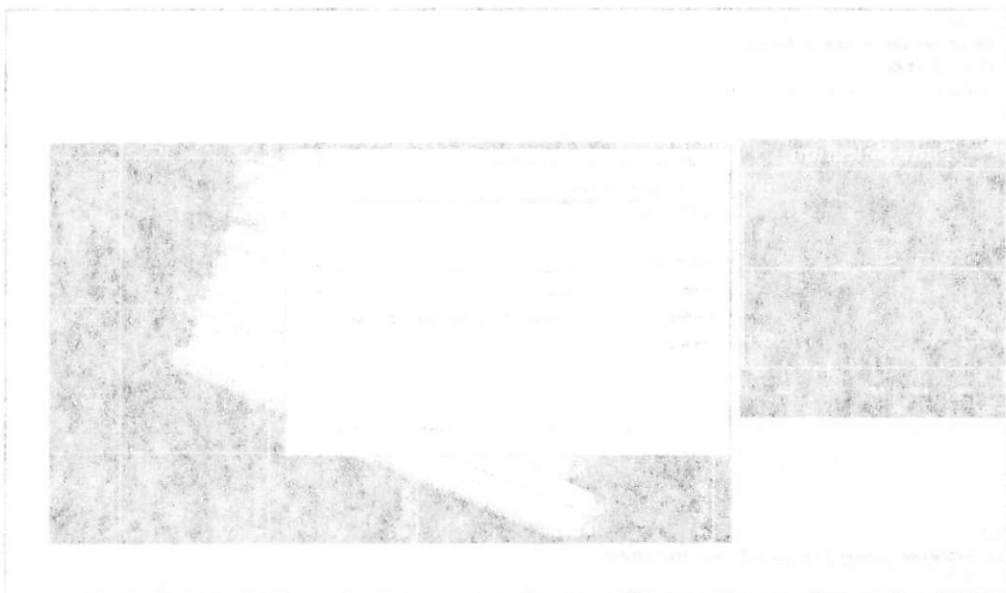
Gambar 3.6 Tampilan kotak dialog data editor

3. Perhatikan file tombol Qpaw pada kotak dialog tersebut. Jika akan muncul kotak dialog seperti dibawah ini.



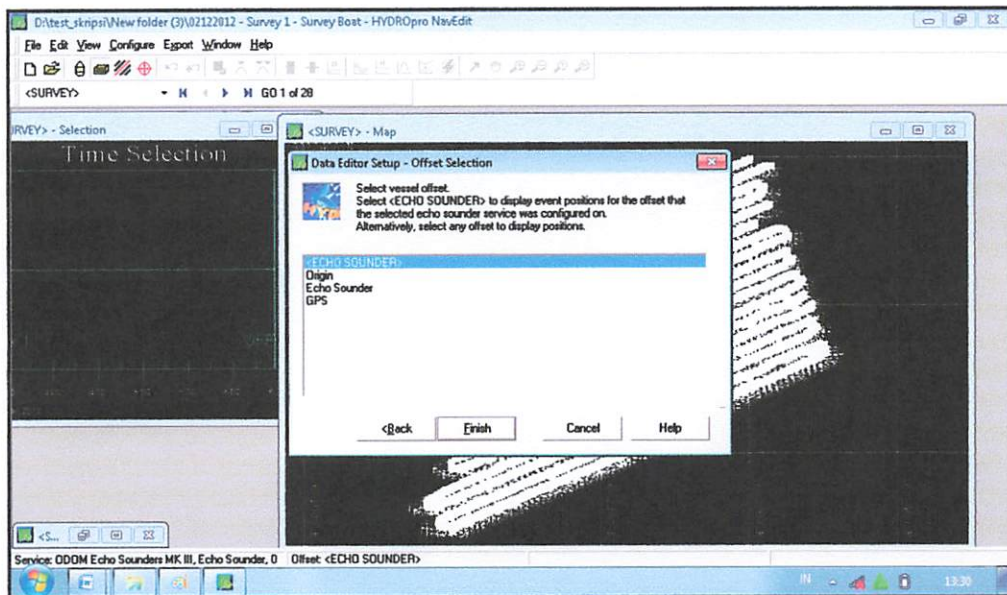
Gambar 12. Tampilan dialog perintah

4. Pilih editor standar yang digunakan dengan cara klik ikon  dan setelah itu masukkan file kerdul a Kite.kiv



Gambar 13. Tampilan dialog dengan editor

Setelah sampai pada kotak dialog dibawah ini maka klik *finish*.



Gambar 3.7 Tampilan kotak dialog data editor

5. Maka kemudian akan muncul kotak dialog seperti dibawah ini.

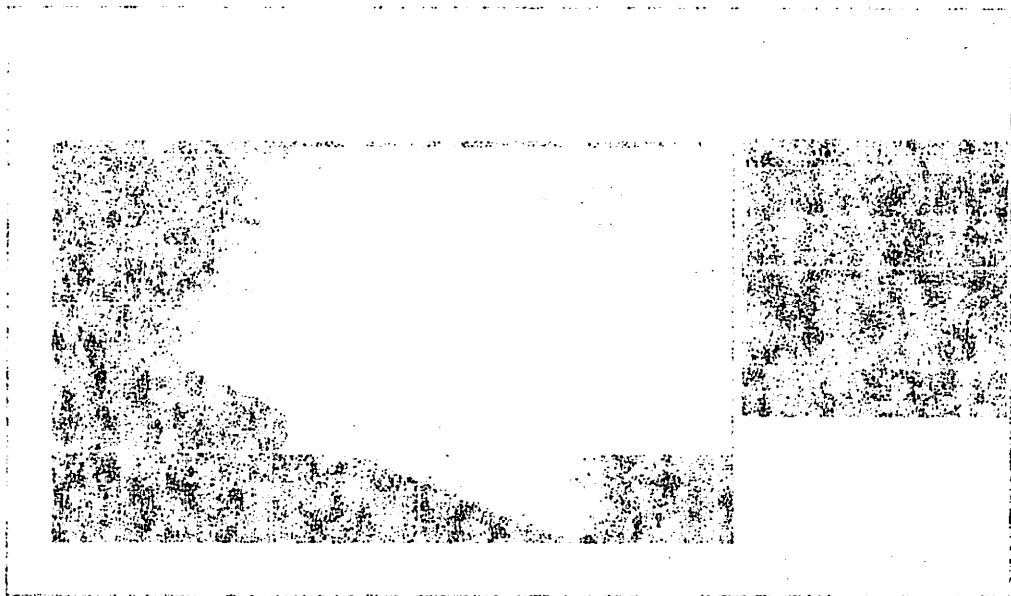


Gambar 3.8 Tampilan data survei yang telah di *setup*

6. Selanjutnya kita dapat mengecek hasil *chart* dari pengukuran dengan melihat *line* dari setiap survei, caranya klik

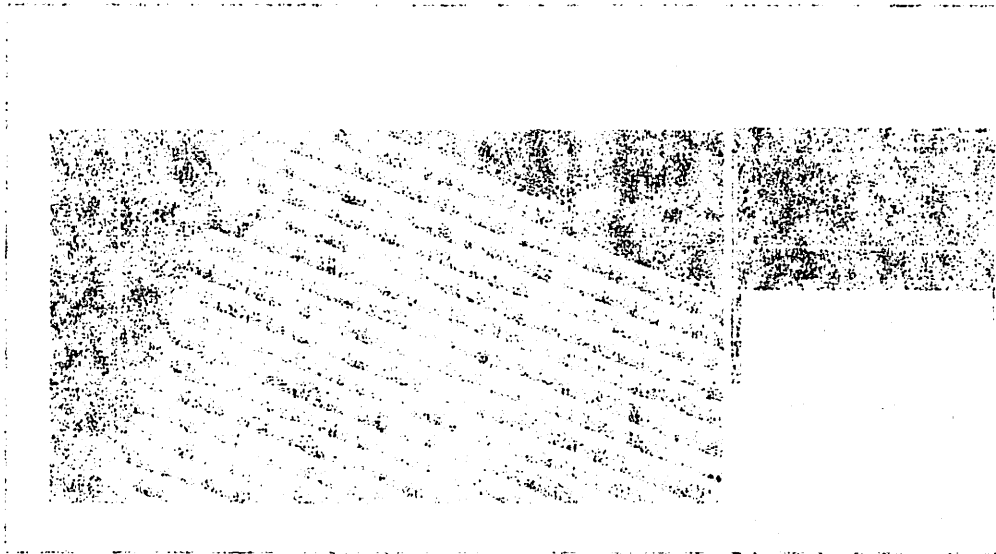
|| AREA B 000 (3)    ▾    ⏪    ⏩    ⏮    ⏭    GO 2 of 28    Lalu pilih *line* survei yang

de către un medic specialist în domeniul de studiu, respectiv de către un medic specialist în domeniul de studiu.



Amplasarea și dimensiunile corpului de studiu.

În cazul în care se potrivește în cadrul corpului de studiu, se poate realiza o secțiune transversală.



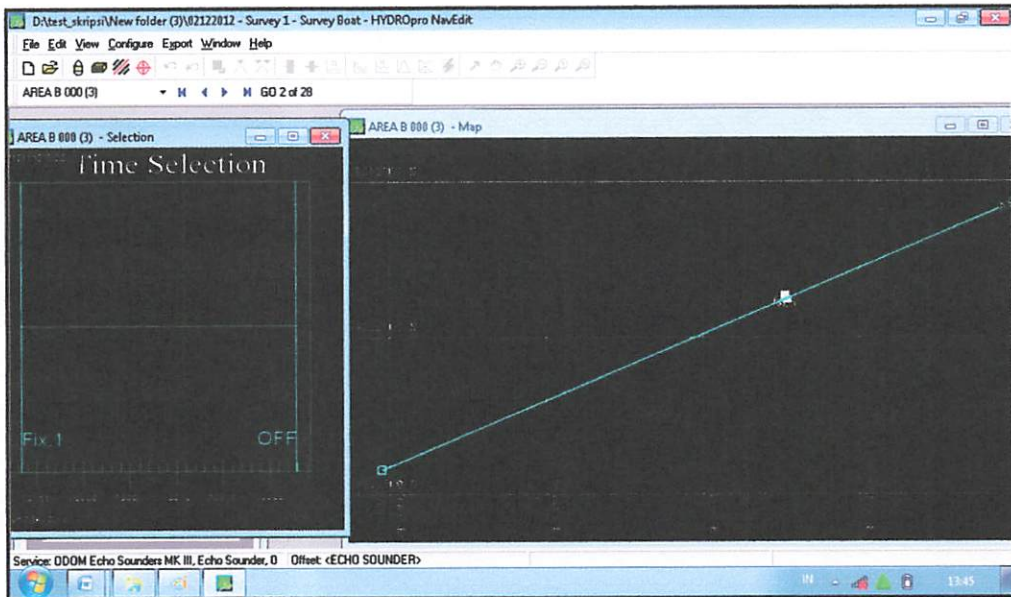
Amplasarea și dimensiunile corpului de studiu.

În cazul în care se potrivește în cadrul corpului de studiu, se poate realiza o secțiune transversală.

Amplasarea și dimensiunile corpului de studiu.

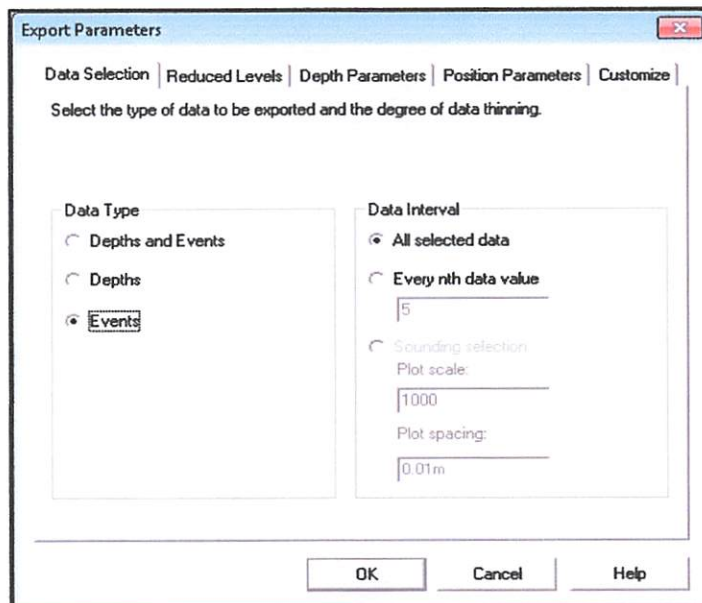
În cazul în care se potrivește în cadrul corpului de studiu, se poate realiza o secțiune transversală.

akan dicek. Maka *chart* akan muncul sebagai berikut.



Gambar 3.9 Tampilan *line* survei

7. Selanjutnya adalah mengekspor data hasil survei. Caranya pilih **Export** lalu pilih parameter, seperti pada kotak dialog dibawah ini.



Gambar 3.10 Tampilan kotak dialog *export parameters*

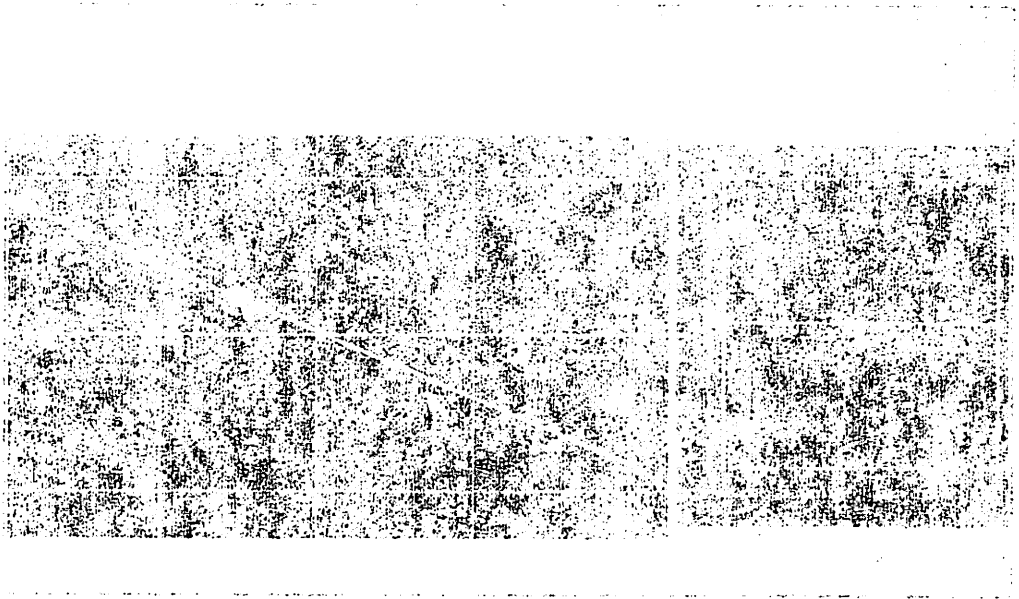


Figure 1. Example of a noisy image.

The word "A" in the image above is the only word that is legible in the image.

The word "A" is the only word that is legible in the image.

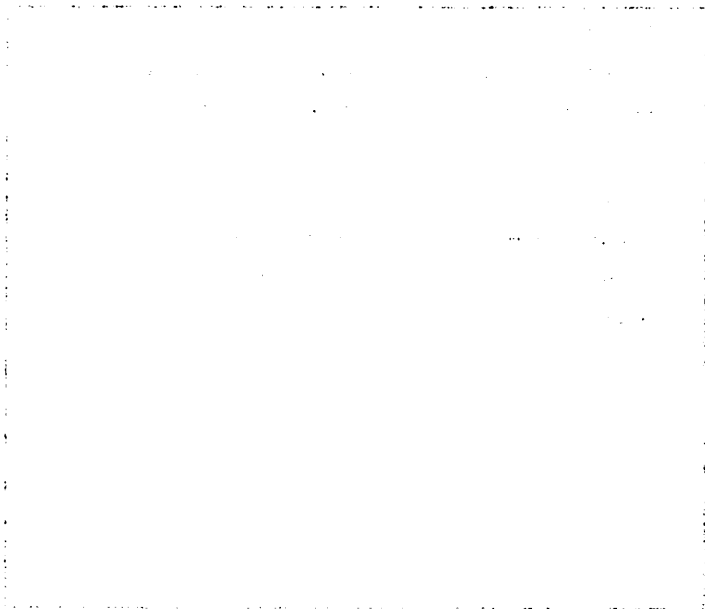
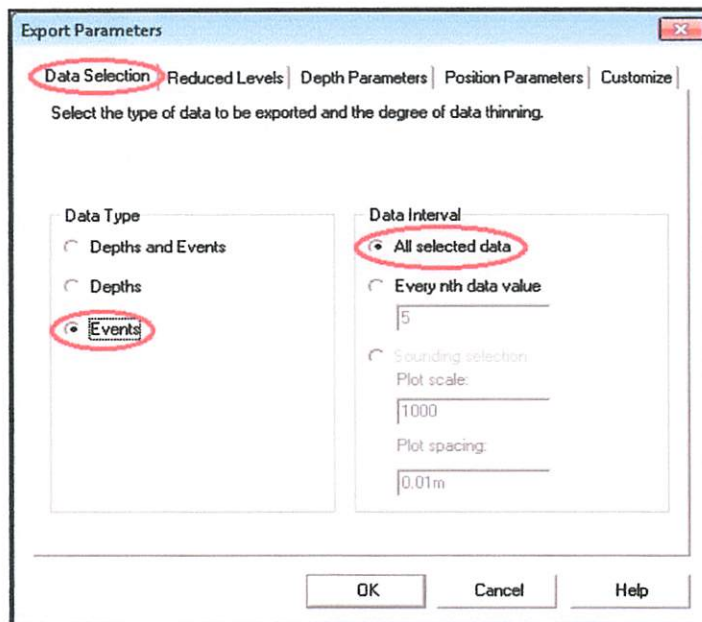


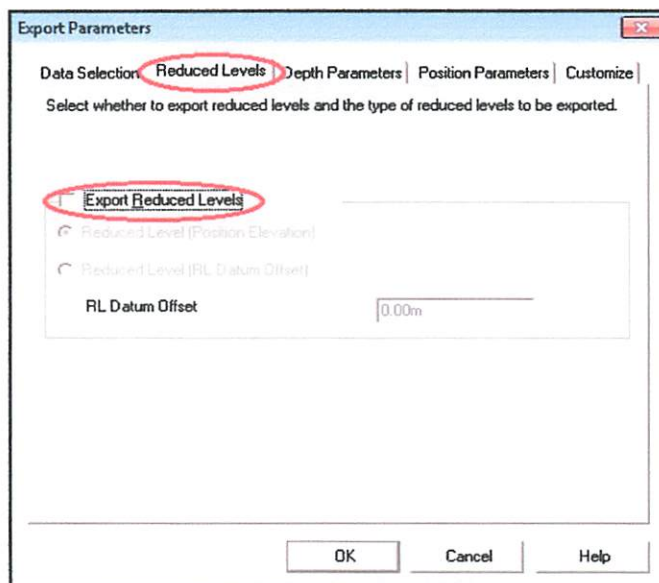
Figure 2. Example of a noisy image with a different pattern of noise.

8. Pada *data selection* pilih *Even* dan data intervalnya pilih *All selected data*.



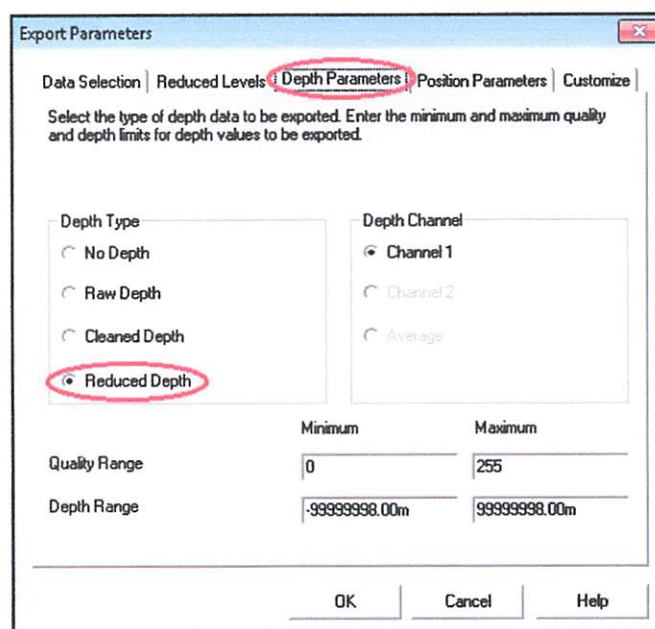
Gambar 3.11 Tampilan kotak dialog *data selection*

9. Pada bagian *Reduced Levels* hilangkan ceklist *export reduce levels*.



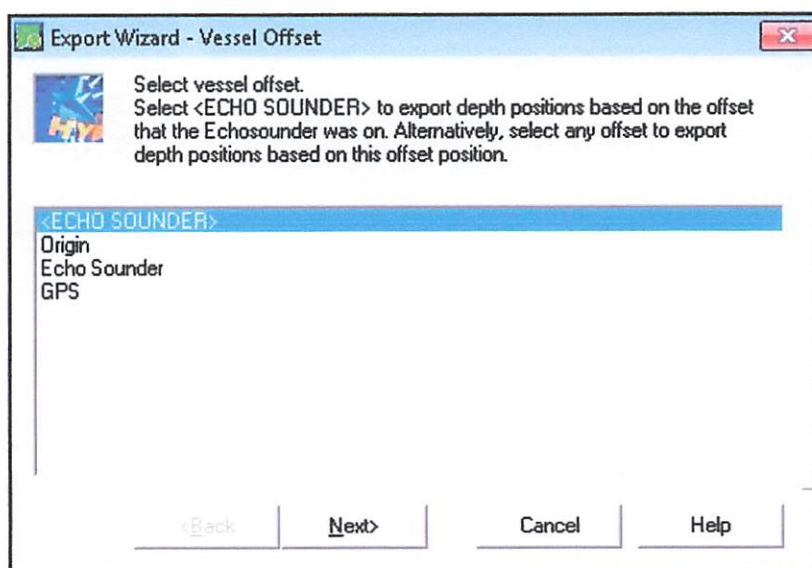
Gambar 3.12 Tampilan kotak dialog *reduce levels*

10. Pada bagian *Depth parameters* pilih *reduced depth*. Lalu *OK*.



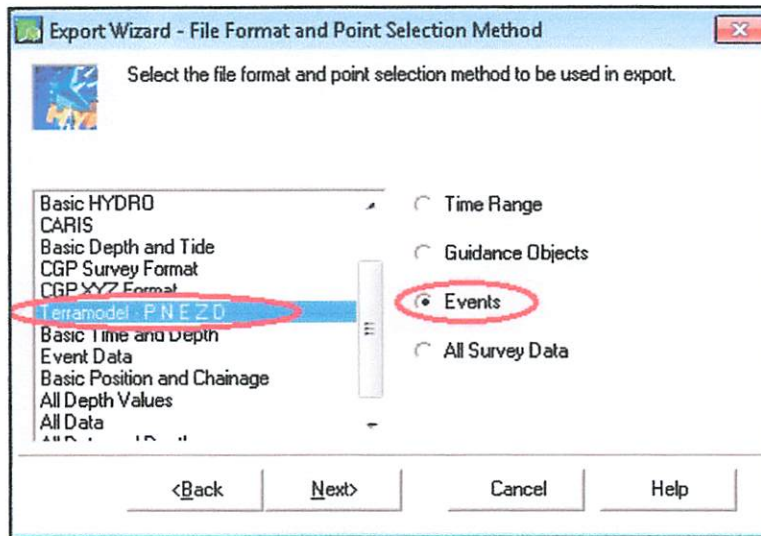
Gambar 3.13 Tampilan kotak dialog *depth parameters*

11. Setelah itu kembali pilih menu **Export** lalu pilih **Generate**, maka akan muncul kotak dialog seperti ini. Pilih **<ECHO SOUNDER>** dan klik **Next**.



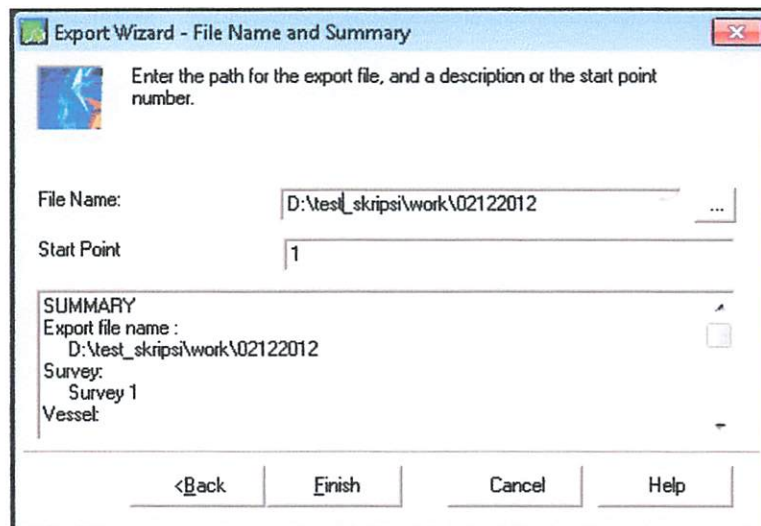
Gambar 3.14 Tampilan kotak dialog *export wizard*

12. Kemudian muncul kotak dialog pilihan **Ekspor**. Pilih format keluaran yang kita inginkan seperti pada gambar. Lalu **Next**.



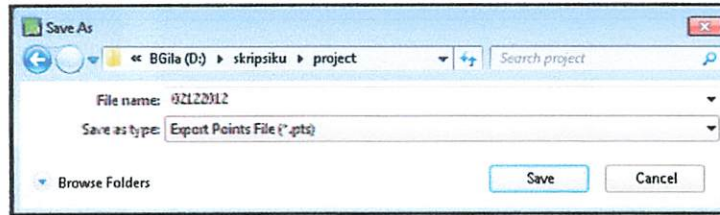
Gambar 3.15 Tampilan pilihan jenis *file* dan *point*

13. Selanjutnya pilih *Next* terus pada kotak dialog yang muncul selanjutnya, sampai pada kotak dialog seperti berikut ini.



Gambar 3.16 Tampilan nama *file* yang disimpan dan *summary*

14. Pilih tempat menyimpan data, nama *file* dan format *file* yang akan diekspor. *Save* kemudian klik *Finish*.



Gambar 3.17 Tampilan tempat menyimpan *file* dan formatnya

15. Untuk data pengukuran batimetri yang lain dilakukan dengan proses yang sama seperti langkah diatas sampai semua data diekspor sampai selesai.

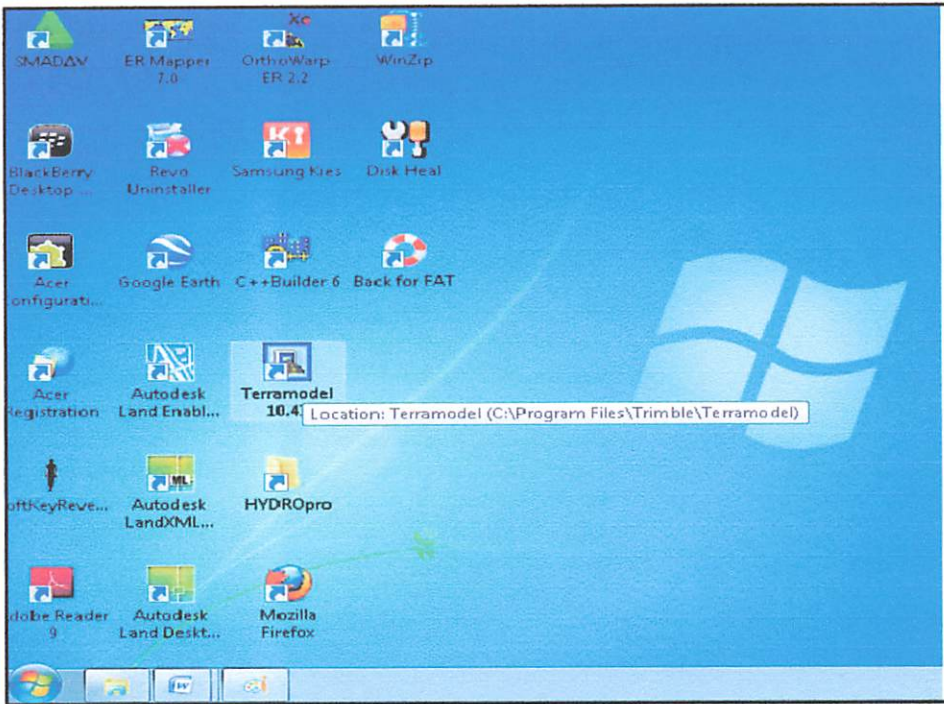
### 3.7 Pengolahan Data

Tahapan dalam proses pengolahan data untuk menghitung volume pada *software* Terramodel 10.43 seperti diuraikan pada beberapa tahapan dibawah ini.

#### 3.7.1 Input Data

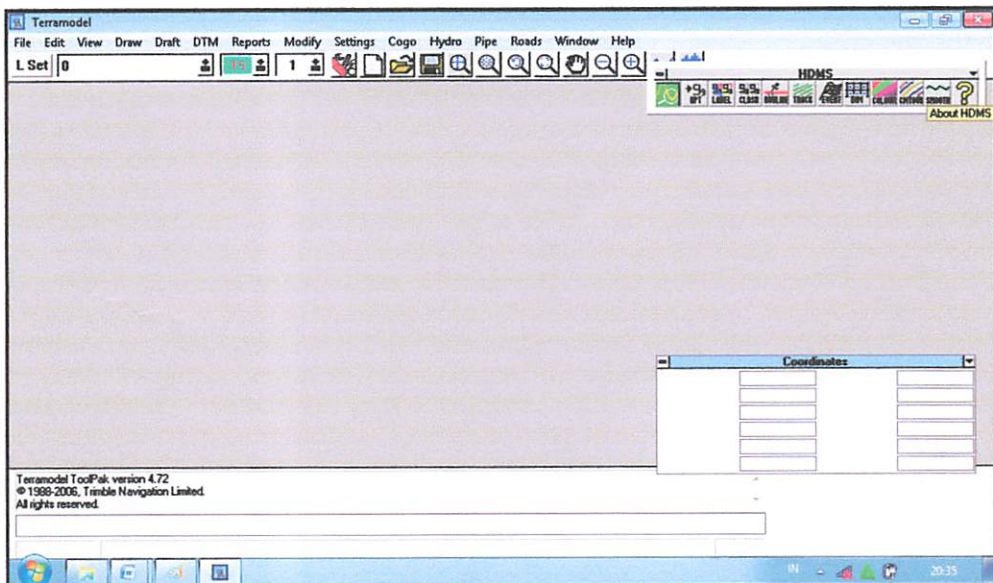
Langkah-langkah dalam proses input data hasil pengukuran adalah sebagai berikut.

1. Membuka *software* Terramodel 10.43 yang terdapat pada *icon desktop* dengan cara *double klik icon* Terramodel 10.43.



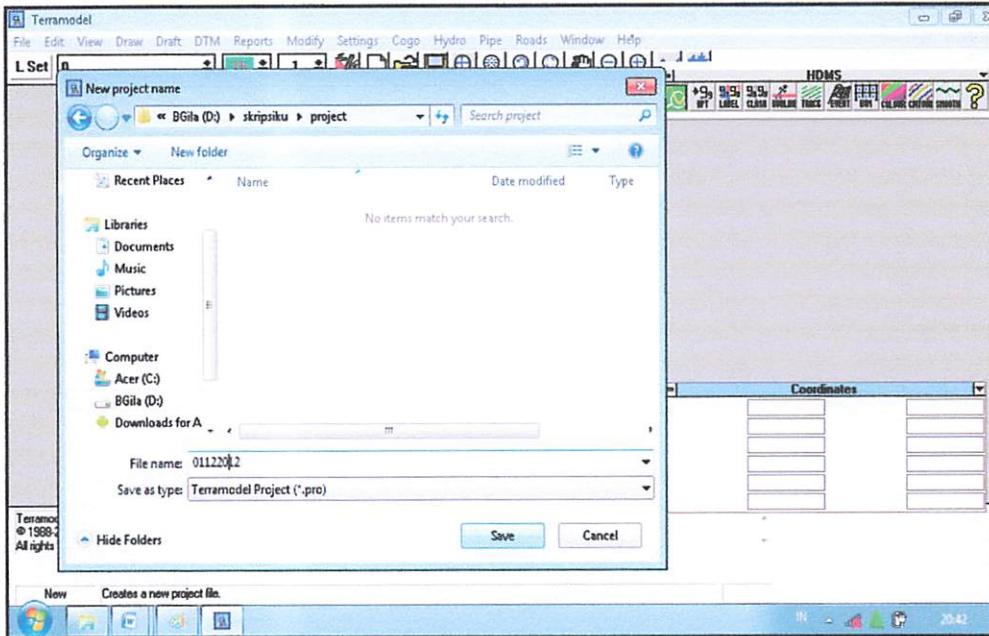
Gambar 3.18 *Open software* Terramodel 10.43

2. Selanjutnya akan tampil lembar kerja software Terramodel 10.43 seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



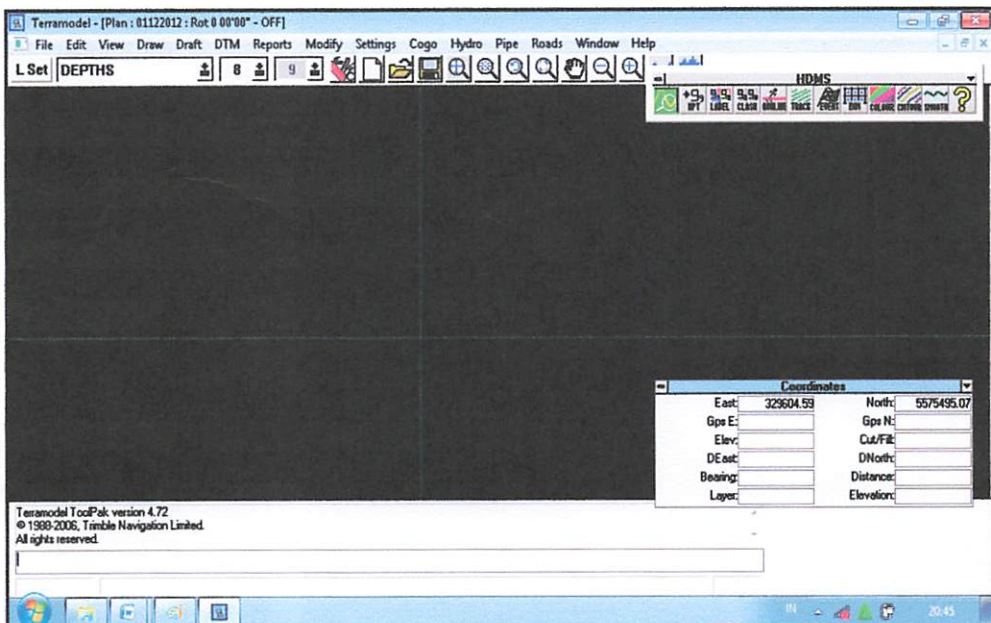
Gambar 3.19 Tampilan lembar kerja Terramodel 10.43

- Setelah itu membuat project dengan cara pilih *File* => *New*, maka akan muncul kotak dialog seperti berikut. Selanjutnya membuat nama *project* dan lokasi tempat menyimpan kemudian klik *Save*.



Gambar 3.20 Tampilan *open file*

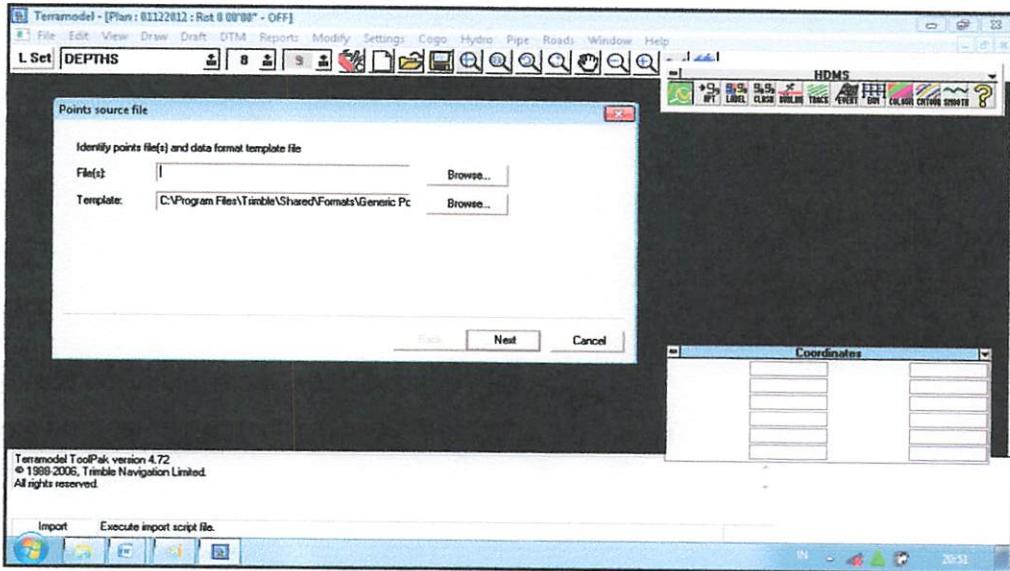
- Maka akan tampil gambar lembar kerja seperti dibawah ini.



Gambar 3.21 Tampilan lembar kerja yang siap digunakan

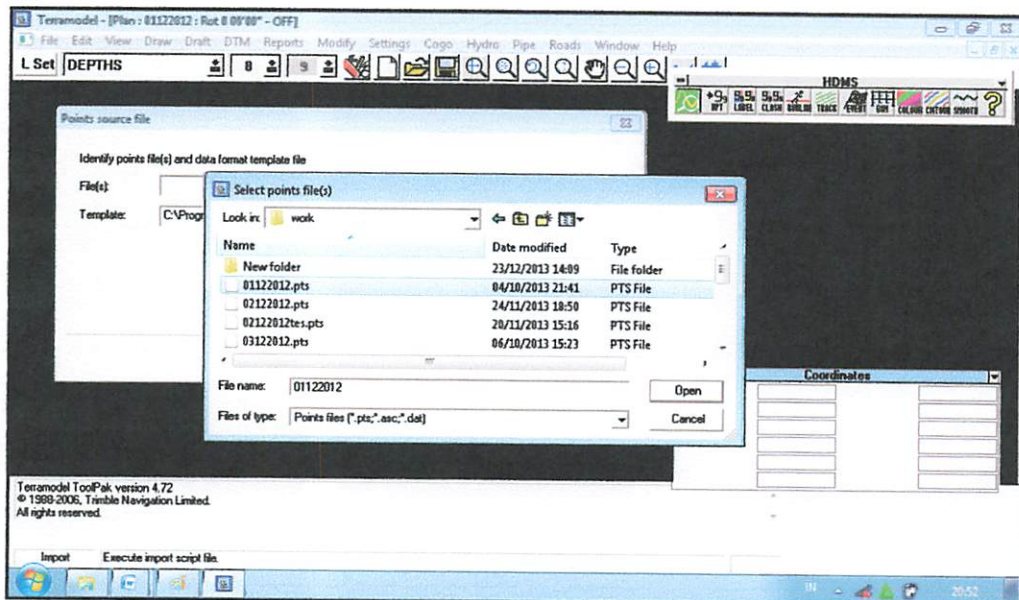


5. Selanjutnya mengimportkan data hasil survei yang telah di konversi dari *file (.hpo)* ke *file format point (.pts)*, dengan cara *File => download/import => ASCII points*. Maka akan tampil kotak dialog berikut.



Gambar 3.22 Import data *point source file*

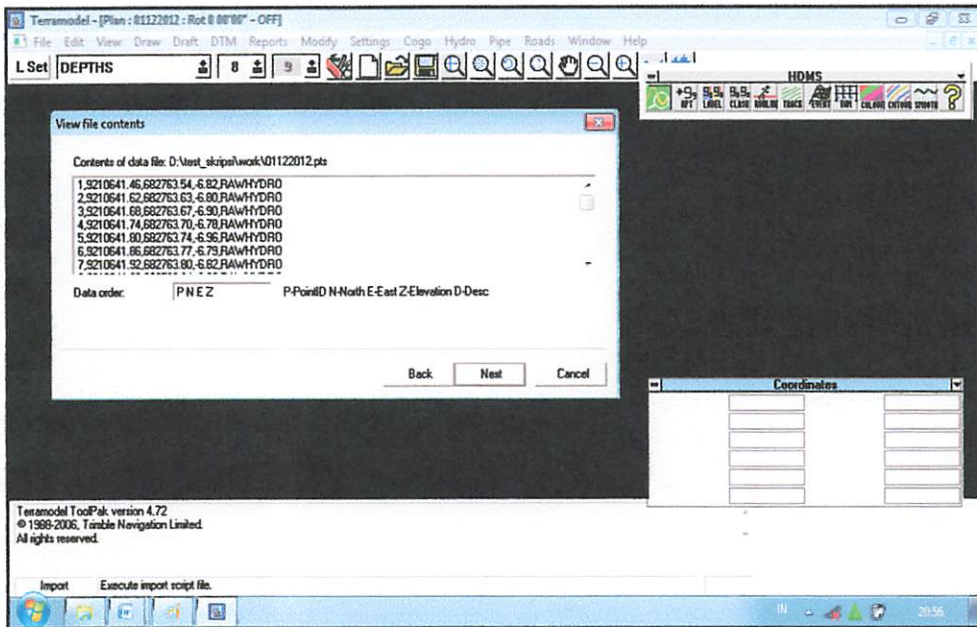
6. Pilih *Browse* untuk memilih *file* pada lokasi data yang akan di *import*, kemudian klik *Open* seperti pada tampilan kotak dialog dibawah ini.



Gambar 3.23 Kotak dialog *select points file*

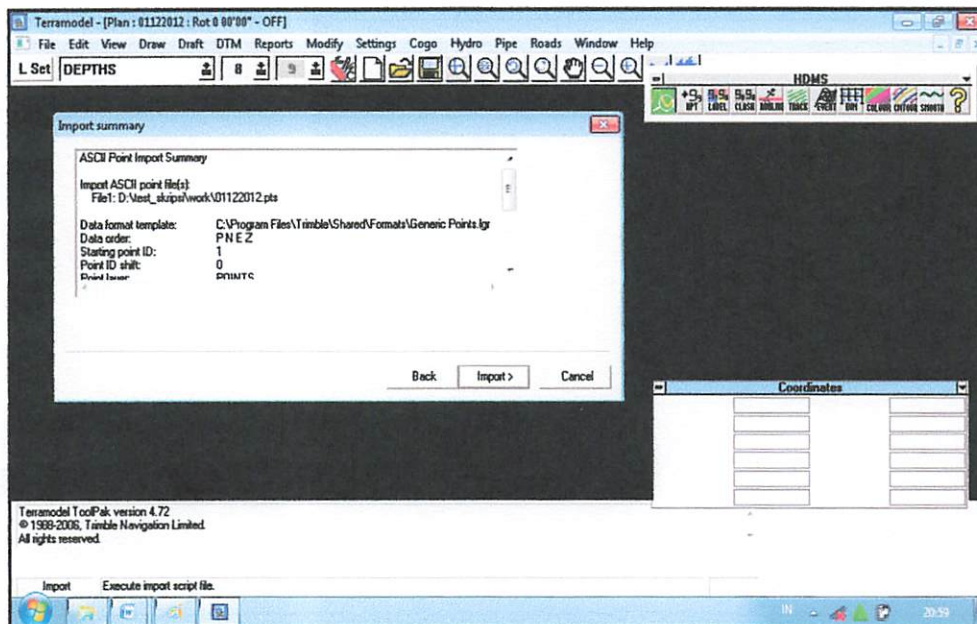


7. Setelah itu klik *Next* maka akan tampil kotak dialog seperti berikut ini.



Gambar 3.24 Kotak dialog *view file contents*

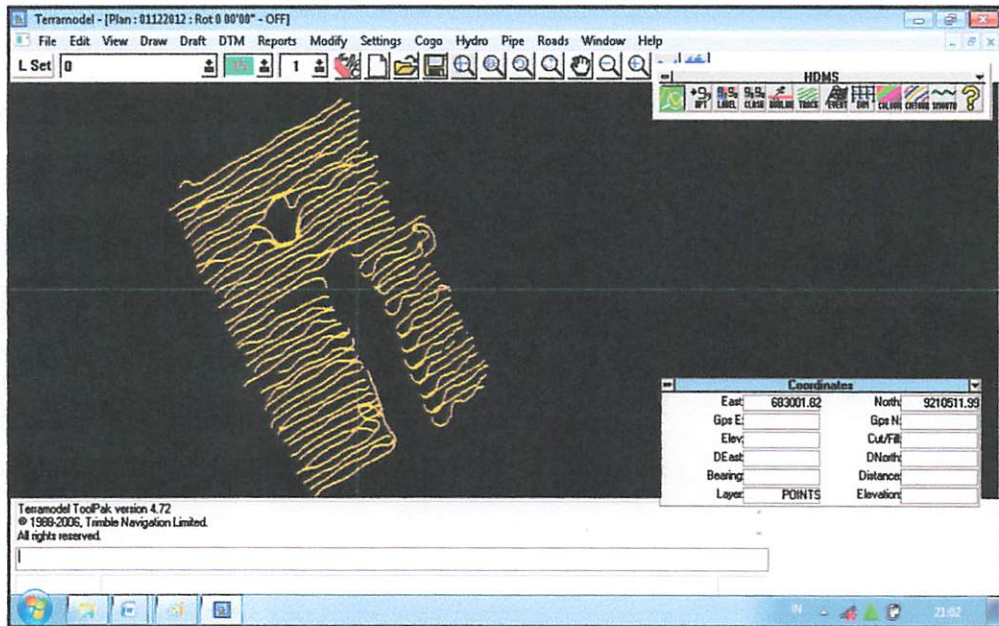
8. Kemudian klik *Next* sampai pada kotak dialog seperti berikut, lalu klik *Import* lalu muncul kotak dialog lagi klik *Finish*.



Gambar 3.25 Kotak dialog *import summary*

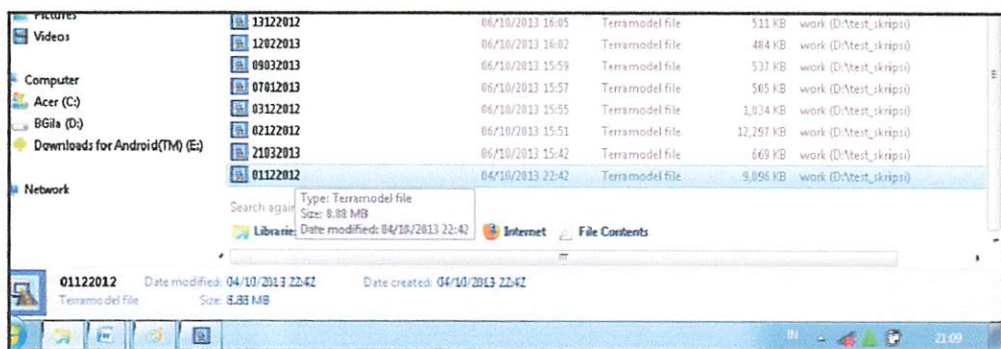


9. Hasil importnya adalah sebagai berikut.

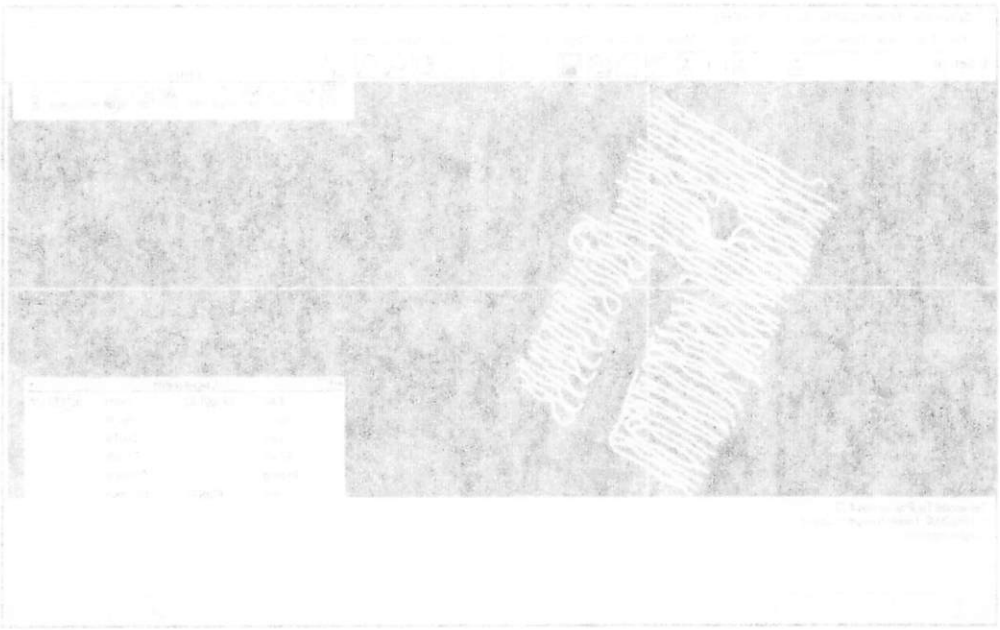


Gambar 3.26 Tampilan hasil import data

10. Untuk data pengukuran yang lain dilakukan cara yang sama dari no 1 sampai dengan no 9. Tampilan project data tersebut berbentuk *file (.pro) /Terramodel file* setelah di lakukan *save project* pada tiap data seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.27 Tampilan *file* format *(.pro)/Terramodel file*



Gambar 1.26 Tampilan hasil import data

10. Untuk data pengukuran yang lain dilakukan cara yang sama dari no 1 sampai dengan no 9. Tampilan project dan tersebut berikut file (.pro) (Terlampir) file tersebut di lakukan save project pada top data seperti pada gambar dibawah ini.

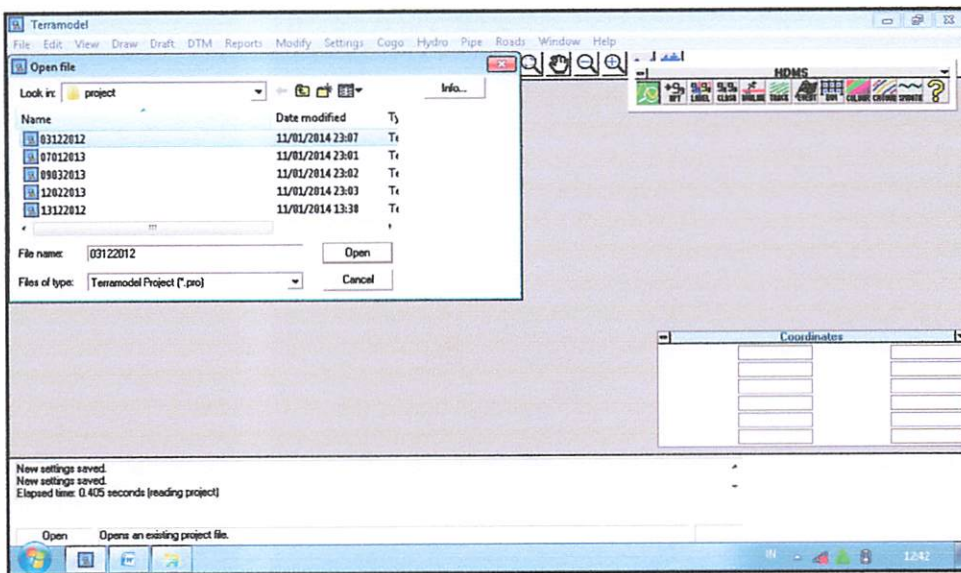


Gambar 1.27 Tampilan file format (.pro) dan (.dwt) file

### 3.7.2 Analisa Perubahan Kedalaman

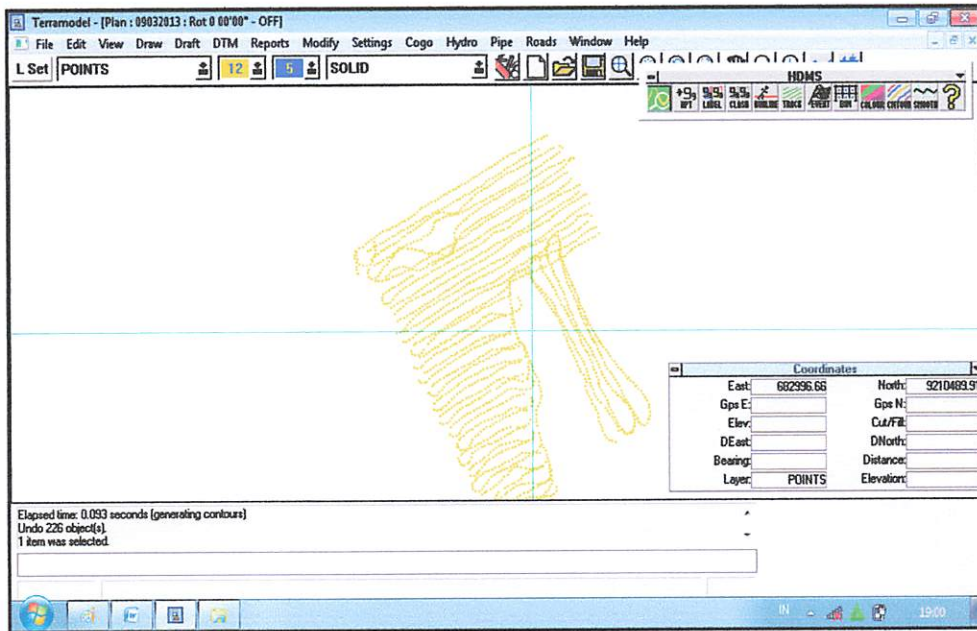
Pada tahap ini, kedalaman suatu *project* data pengukuran dilihat untuk melihat selisih kedalaman setelah dilakukan proses pengerukan. Untuk itu dilakukan analisa pada tiap *project* data pengukuran batimetri terhadap desain awal kedalaman dermaga pelabuhan, yang akan diuraikan pada tahapan dibawah ini.

1. Membuka *project* data sesi pengukuran yang telah di buat pada software Terramodel, pilih **File => Open** kemudian pilih data yang akan di proses.



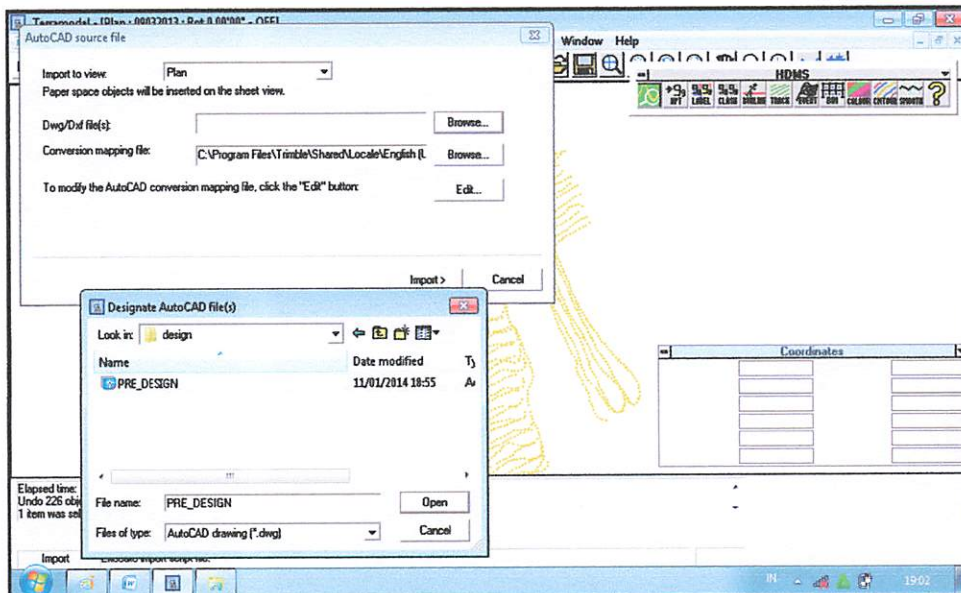
Gambar 3.28 Kotak dialog *open file*

2. Setelah itu akan muncul tampilan *project* data yang di buka seperti berikut ini.



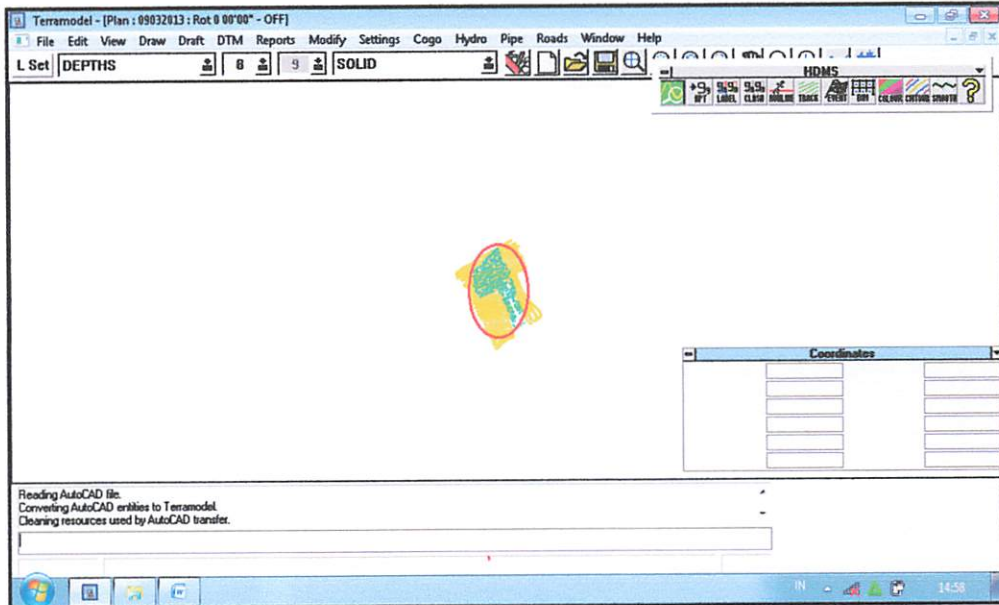
Gambar 3.29 Tampilan data

3. Kemudian import data desain kedalaman awal dermaga pelabuhan, dengan cara pilih *File* => *Download/import* => *AutoCad (dxf or dwg)* => *Browse*, lalu pilih data *desain* dan klik *Open* lalu klik *Import*.



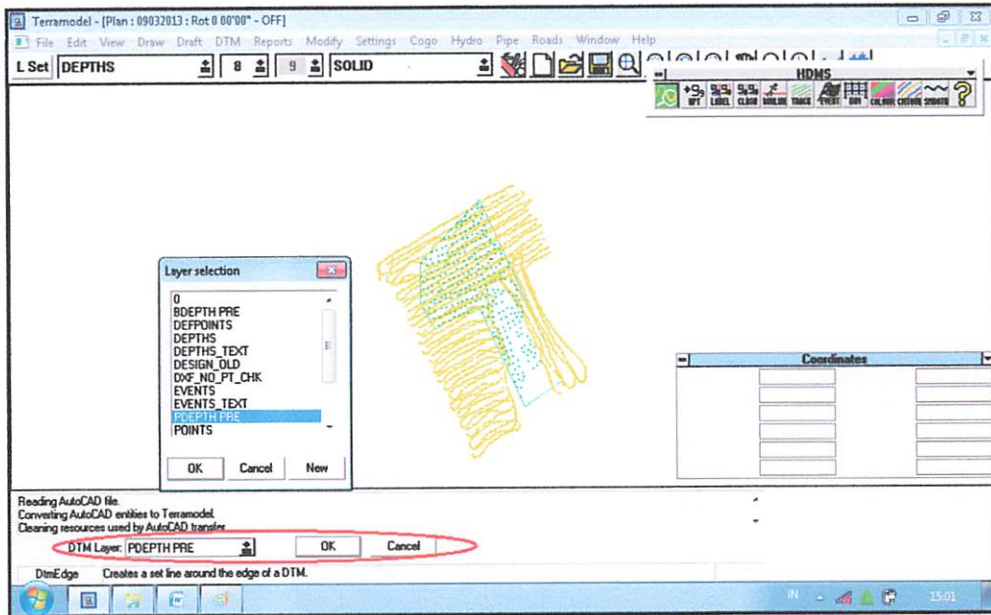
Gambar 3.30 Kotak dialog *AutoCad import file*

4. Setelah itu akan tampil data *desain* yang telah di import dan menutup area data yang akan dianalisis.



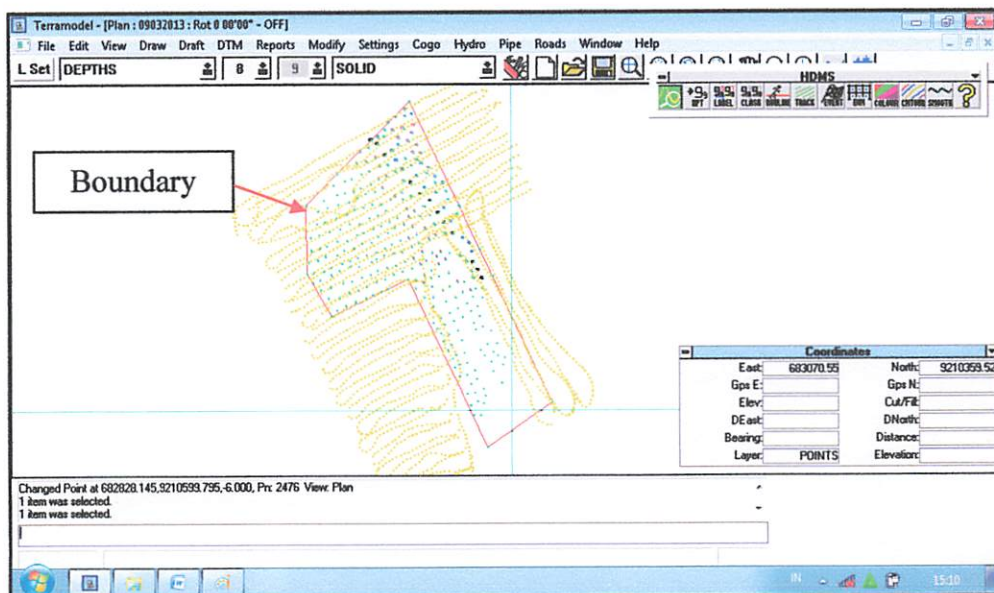
Gambar 3.31 Tampilan data desain dan progress

5. Langkah selanjutnya yaitu membuat *Boundary DTM* pada data tersebut, caranya pilih pada menu toolbar *DTM* => *DTM edge*, maka akan muncul kotak dialog di bawah untuk memilih *DTM layer*. Pilih layer DTM dari data desain.



Gambar 3.32 Kotak dialog DTM Layer

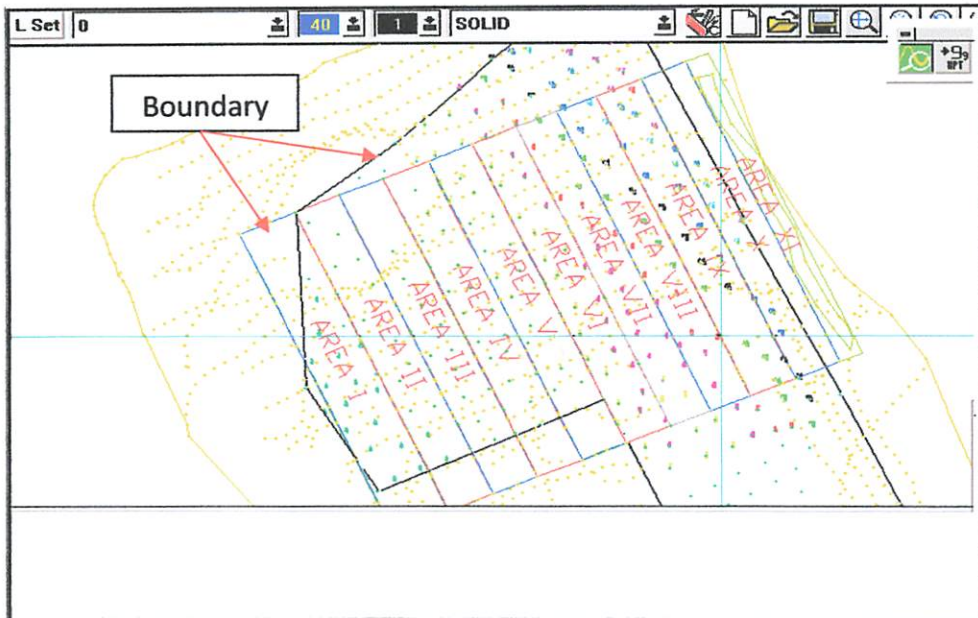
- Setelah dipilih layer DTM nya kemudian klik **OK** maka akan tampil hasil *boundary* seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.33 Tampilan garis *boundary* data desain

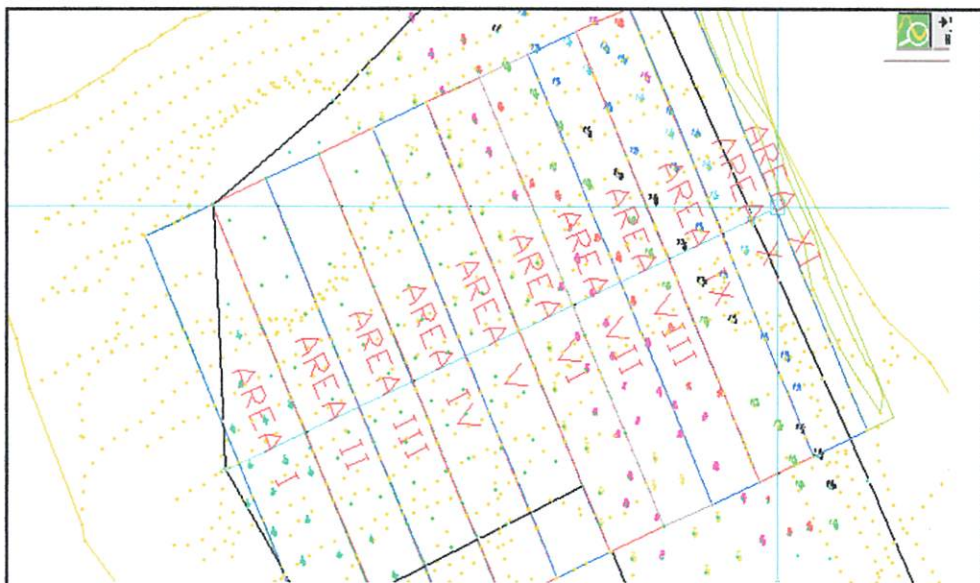
- Mengulangi langkah dari nomor 5 sampai dengan nomor 6 untuk membentuk *boundary* pada data *progress*. Pada tahap ini dilakukan pembentukan

*boundary* pada semua Area yang akan dianalisis. Maka selanjutnya akan tampil hasil seperti dibawah ini.



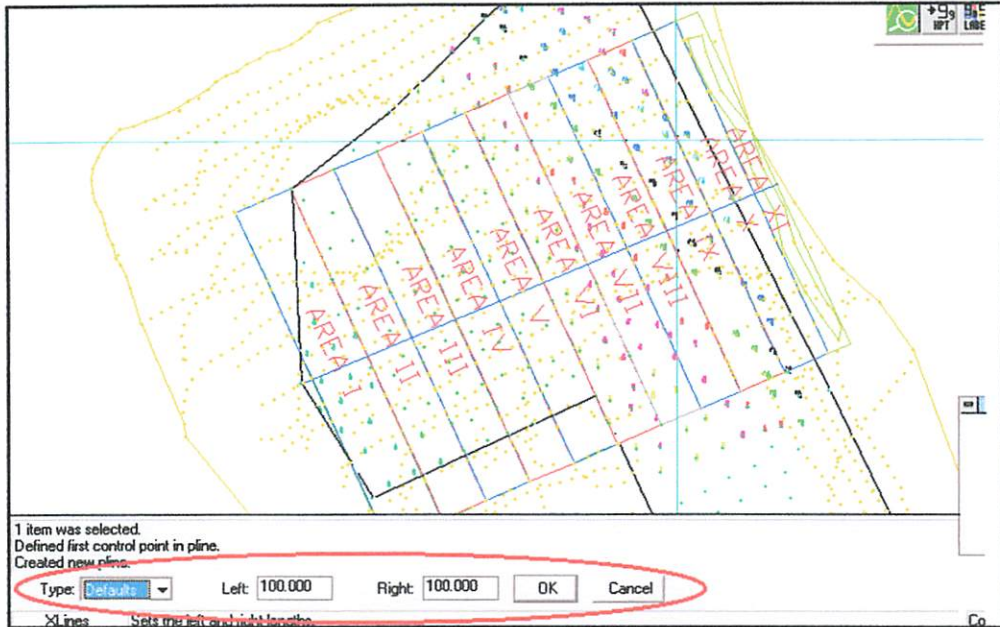
Gambar 3.34 Tampilan garis *boundary* DTM

8. Setelah itu langkah selanjutnya adalah membuat *cross section* untuk mengetahui selisih elevasi penampang area, caranya pilih **Draw** => **Pline** => **Line**. Setelah itu buat garis horizontal pada area yang akan dianalisis.



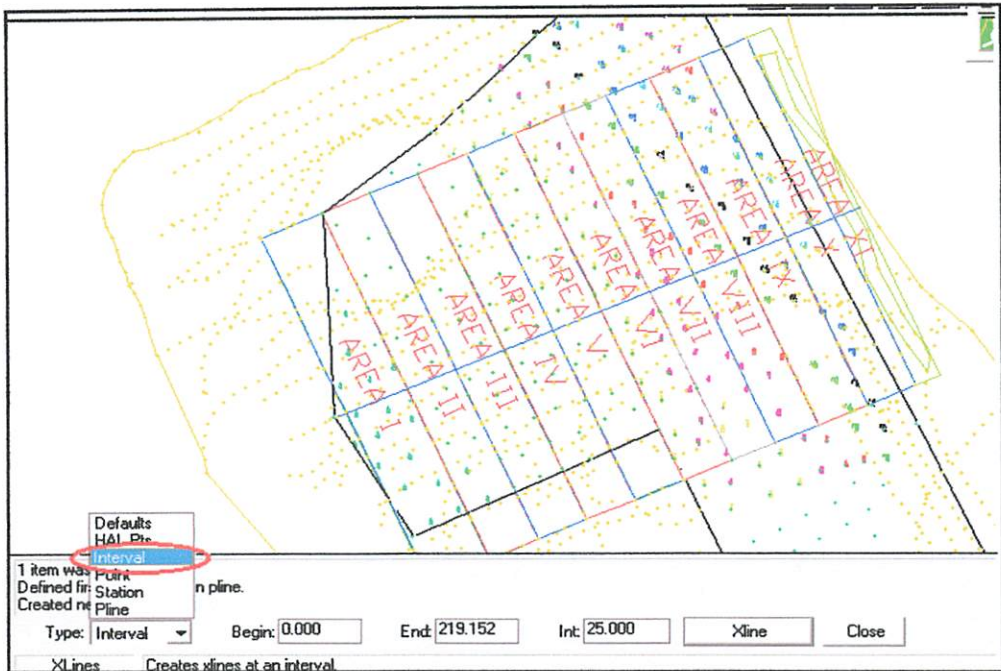
Gambar 3.35 Membuat garis horizontal

9. Kemudian pilih **Draw** => **Plane** => **XLines**, pilih garis horizontal yang telah dibuat sebelumnya, maka akan muncul tampilan seperti berikut ini. Sesuaikan bentang kanan dan kiri *cross section*.



Gambar 3.36 Setting *XLines*

10. Selanjutnya sesuaikan interval *cross* yang diinginkan, seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



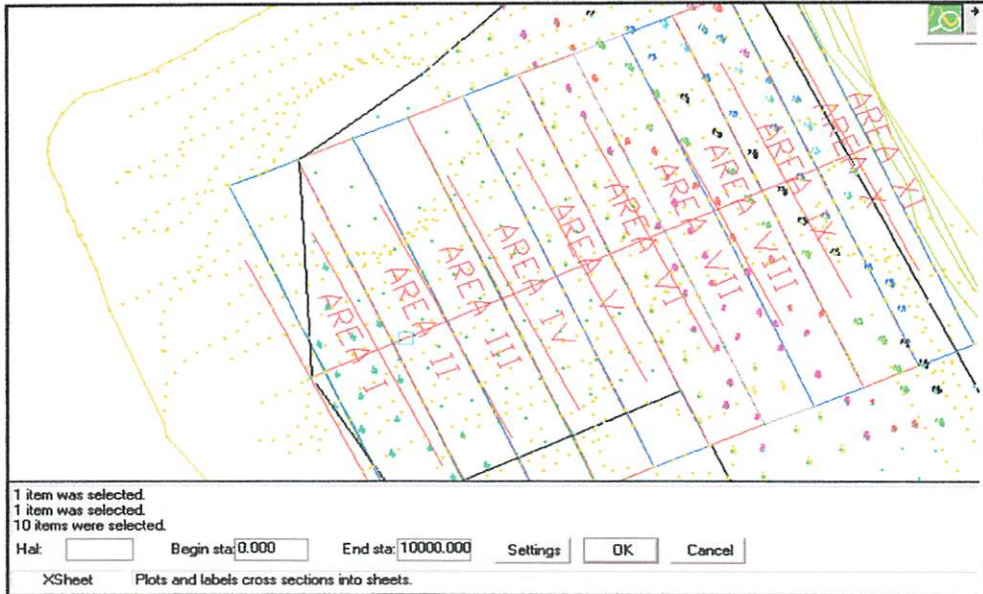
Gambar 3.37 Setting Interval *XLines*

11. Setelah selesai klik *Xline* maka akan tampil hasil *cross section* seperti pada gambar berikut ini.



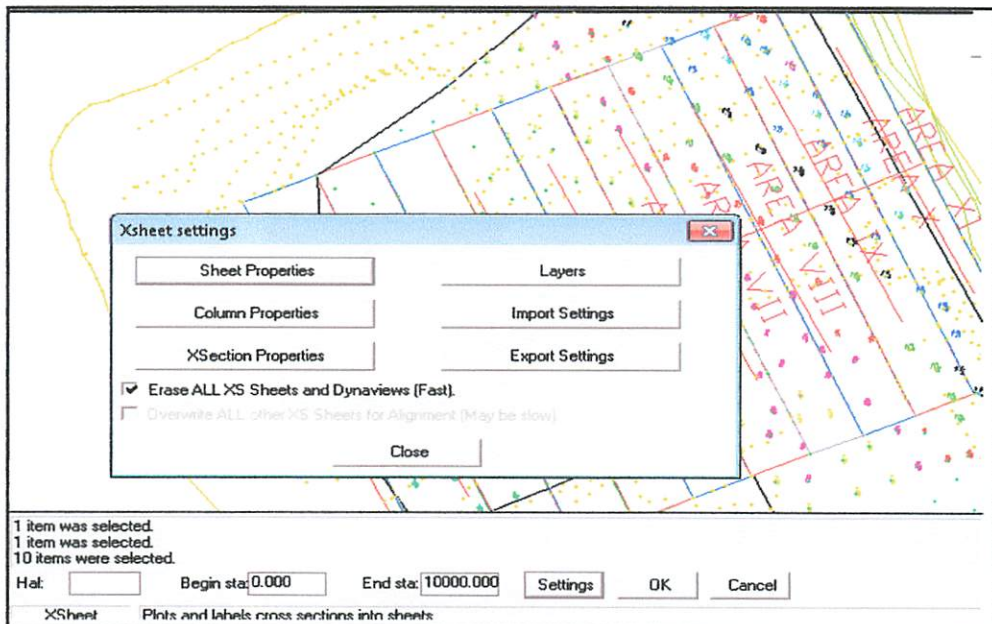
Gambar 3.38 Tampilan *cross section*

12. Berikutnya adalah menampilkan plotting *cross section*, dengan cara pilih *Cogo* => *Streets* => *XSheet*, selanjutnya pilih garis horizontal dari *cross section* yang telah dibuat seperti pada gambar berikut.



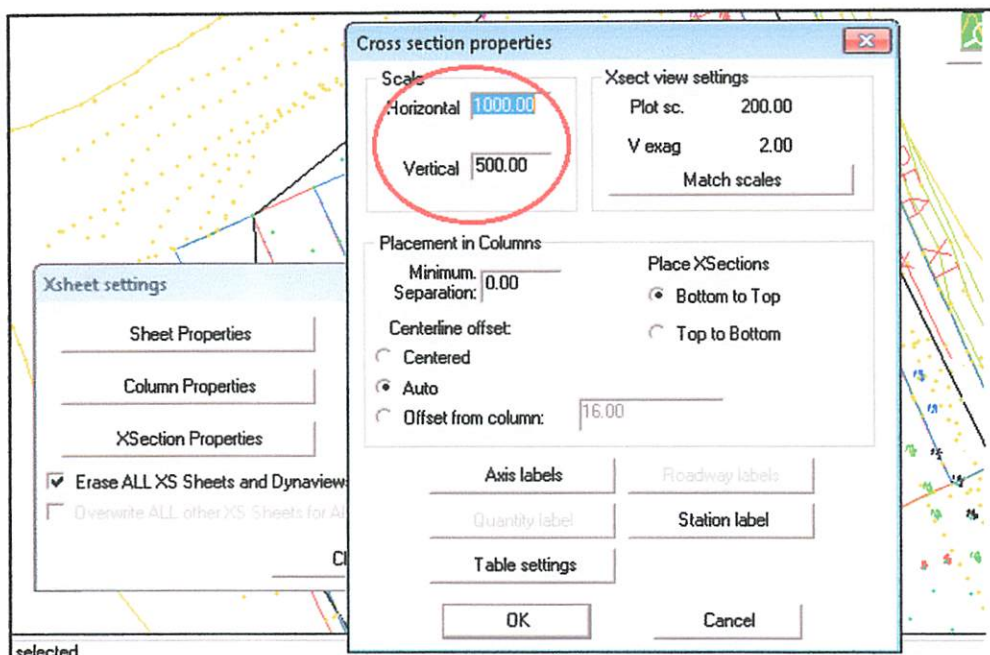
Gambar 3.39 Tampilan kotak dialog *XSheet*

13. Kemudian Klik *Settings* dan akan muncul kotak dialog seperti berikut ini.



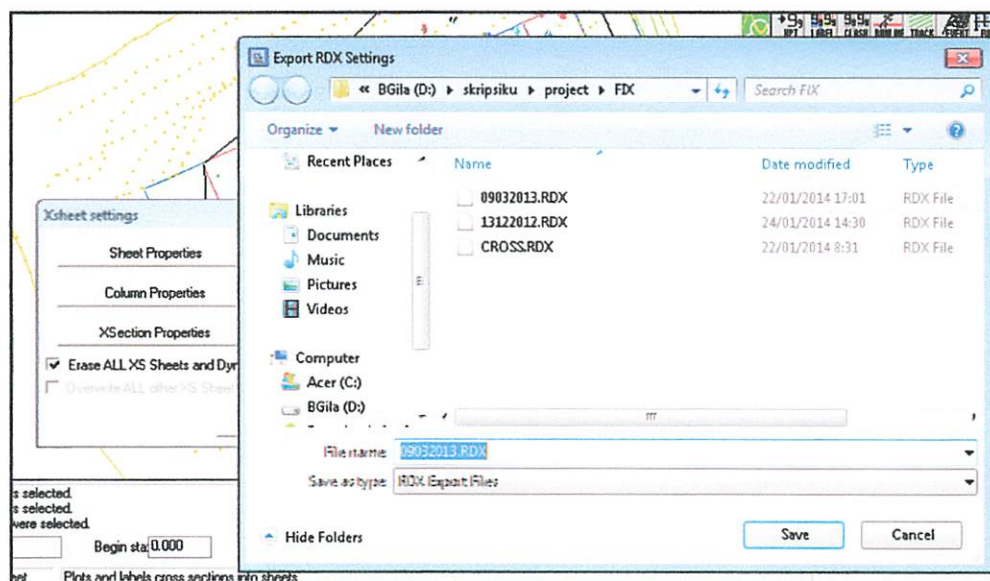
Gambar 3.40 Kotak dialog *Xsheet Settings*

14. Lakukan pengaturan pada *Xsection Properties* untuk mengatur skala horizontal dan vertikal seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



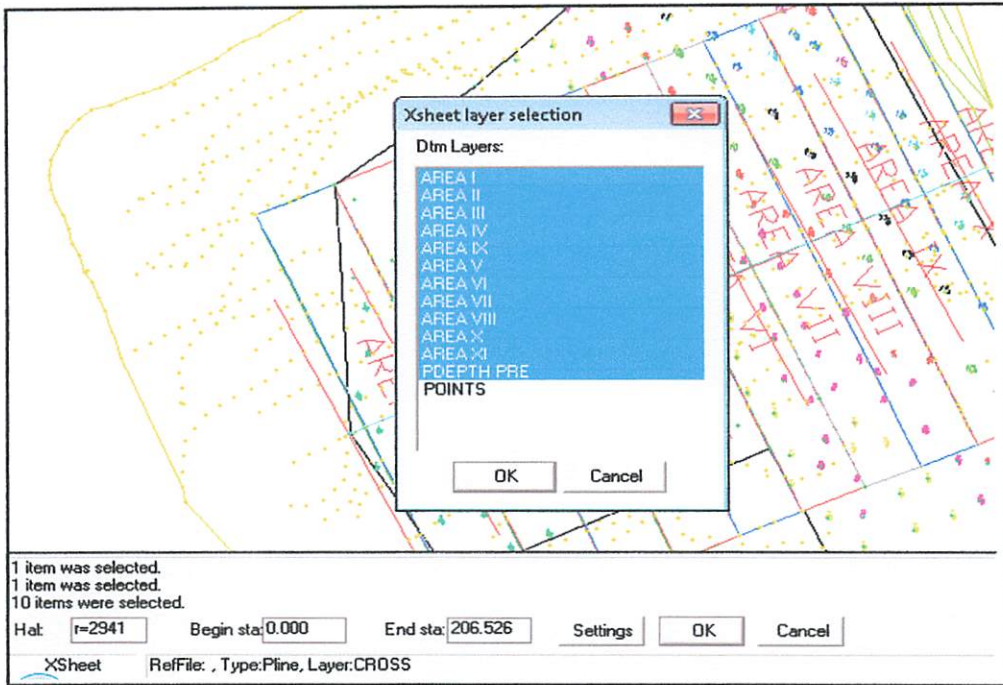
Gambar 3.41 Kotak dialog *Cross Section Properties*

15. Selanjutnya mengatur *Export Settings* untuk menyimpan data hasil *cross section* yang telah dibuat, seperti pada gambar berikut ini.



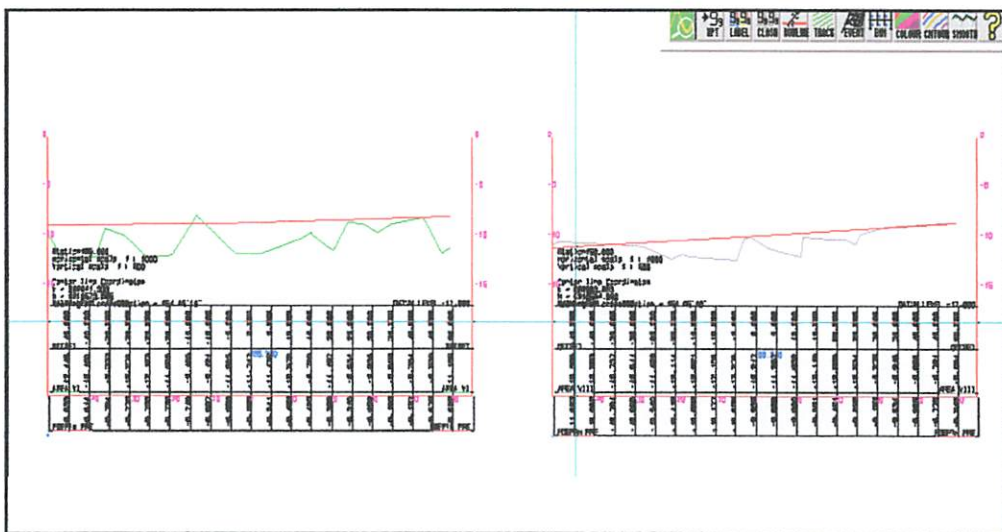
Gambar 3.42 Kotak dialog *Export RDX Settings*

16. Selanjutnya Klik **OK** maka akan muncul kotak dialog *Xsheet Layer Selection* pilih layer dan Klik **OK** seperti pada gambar berikut ini.



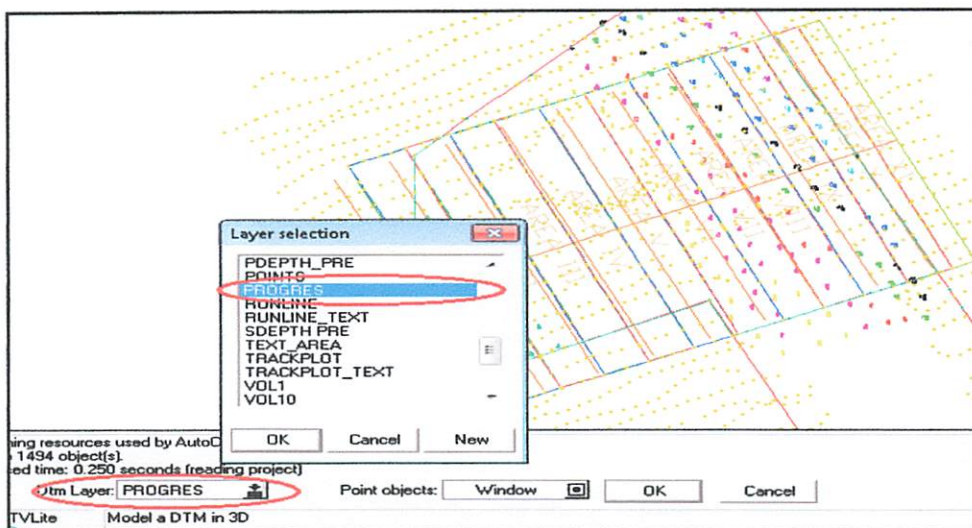
Gambar 3.43 Kotak dialog *Xsheet layer Selection*

17. Langkah selanjutnya yaitu pilih *Windows => Sheet* , maka akan muncul tampilan seperti gambar berikut ini.



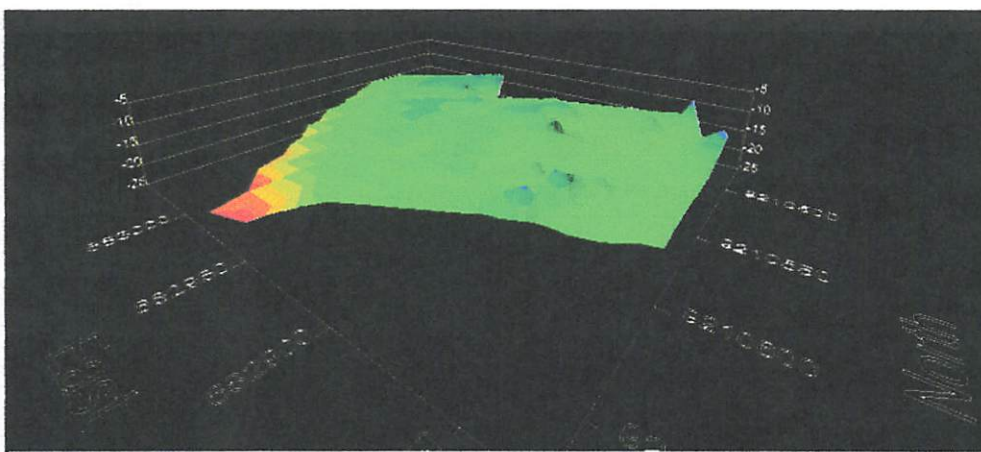
Gambar 3.44 Tampilan hasil *Cross section*

18. Kemudian untuk menganalisis kedalaman dan penampang area *progress* dalam bentuk 3 dimensi, caranya yaitu pilih *DTM => 3D visualiser* maka akan tampil kotak dialog dibawah dan pilih layer DTM yang akan ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi. Pilih layer DTM dari data *progress* kemudian klik **OK**.



Gambar 3.45 Layer selection

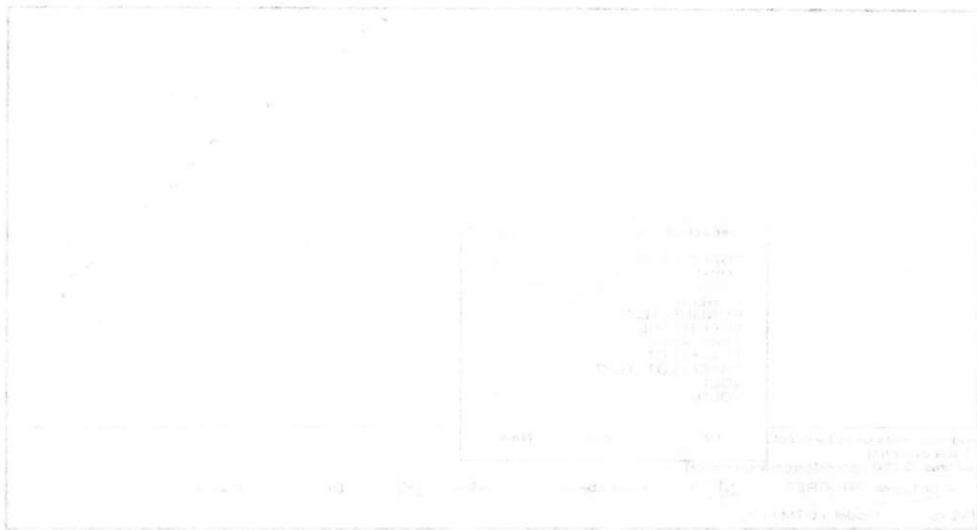
19. Selanjutnya akan tampil bentuk 3 dimensi beserta elevasi kedalaman, bentuk penampangnya, dan koordinat dari data desain, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.46 Tampilan 3D Visualiser

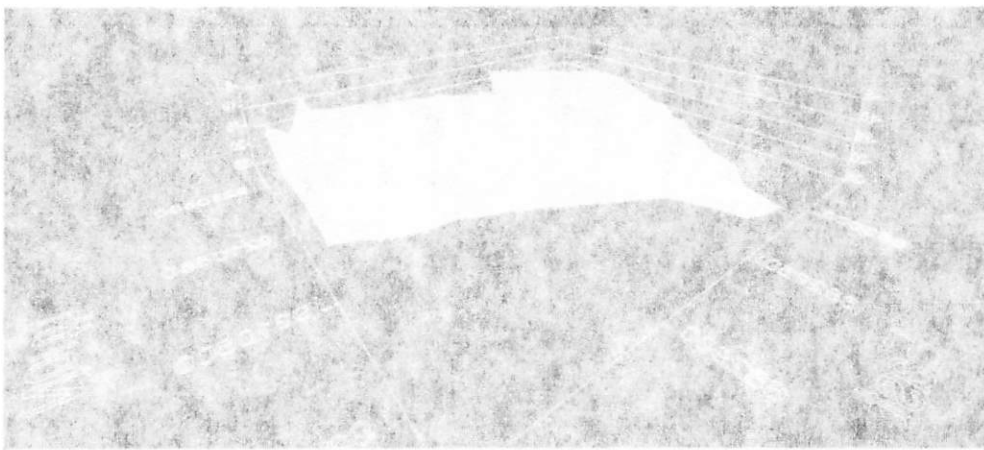
20. Ulangi langkah dari nomor 1 sampai dengan nomor 19 untuk sesi data pengukuran yang lain.

18. Kemudian untuk menganalisis kedalaman dan penampang area proyek dalam bentuk 3 dimensi, caranya yaitu pilih **DTM > 3D visualization** maka akan tampil kotak dialog dibawah dan pilih layer **DTM** yang akan ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi. Pilih layer **DTM** dan data proyek kemudian klik **OK**.



Gambar 3.4. Area selection

19. Selanjutnya akan tampil bentuk 3 dimensi bentuk elevasi kedalaman bentuk penampangnya, dan koordinat dan data desain seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



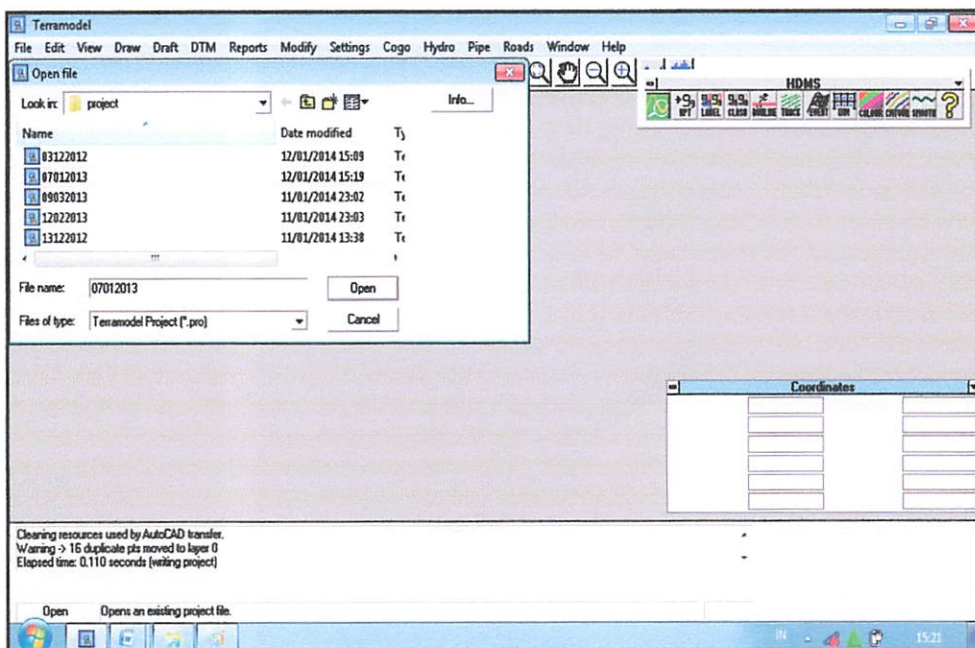
Gambar 3.4b Tampilan 3D (visual)

20. Langkah terakhir dari nomor 1 sampai dengan nomor 19 untuk sesi data penulisan yang lain.

### 3.7.3 Perhitungan Volume

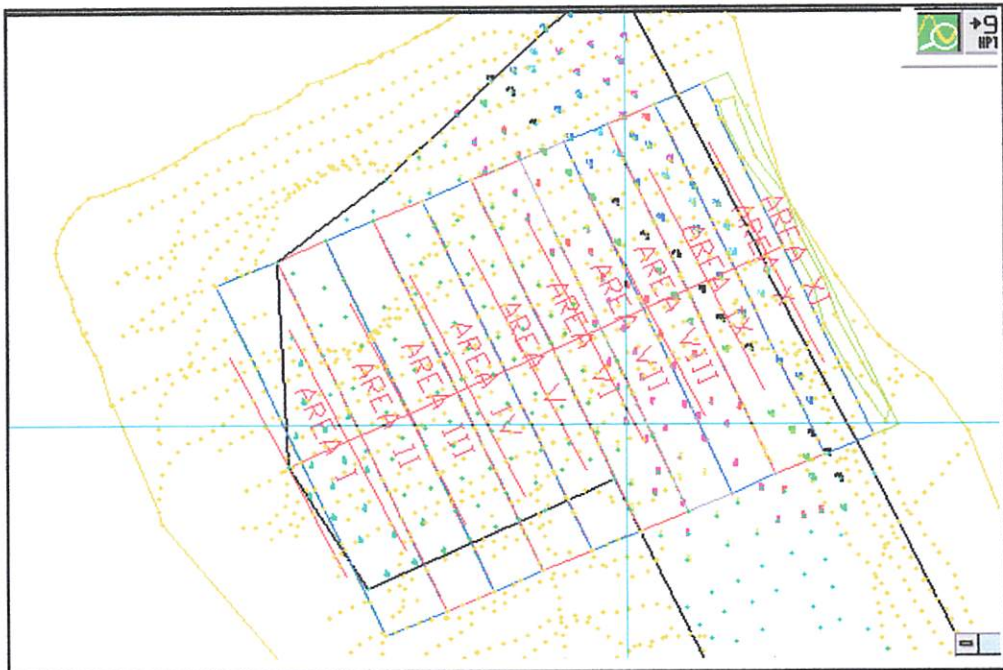
Pada tahap ini proses perhitungan volume digunakan untuk menentukan berapa volume galian (*excavation*) pada area dermaga pelabuhan yang akan dikeruk sehingga sesuai dengan kondisi pada data desainnya. Proses ini menggunakan metode *Surface to Surface*, yaitu dimana data DTM dari data *desain* dibandingkan dengan data DTM dari data *progress*. Ada beberapa tahapan kerja pada tahap perhitungan volume ini diantaranya seperti yang diuraikan pada langkah-langkah dalam pengolahan berikut ini:

1. Membuka project data desain dan data progress pada *software* Terramodel yang telah dibentuk boundary DTM nya pada proses analisis perubahan kedalaman, dengan cara pilih **File** => **Open** kemudian pilih data yang akan di proses.



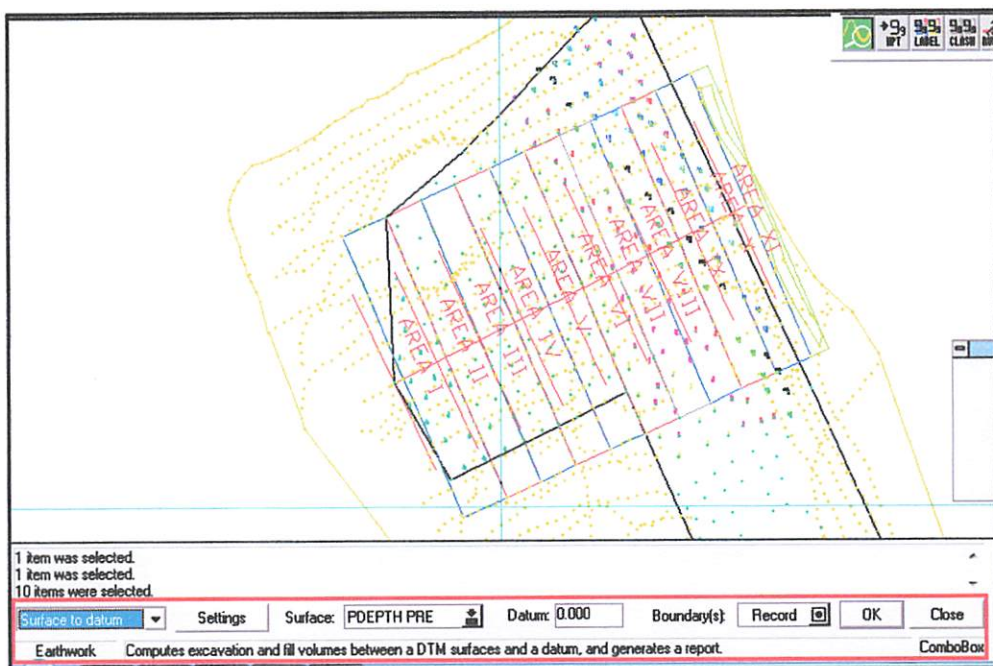
Gambar 3.47 Kotak dialog *open file*

2. Selanjutnya akan tampil data seperti pada gambar berikut ini.



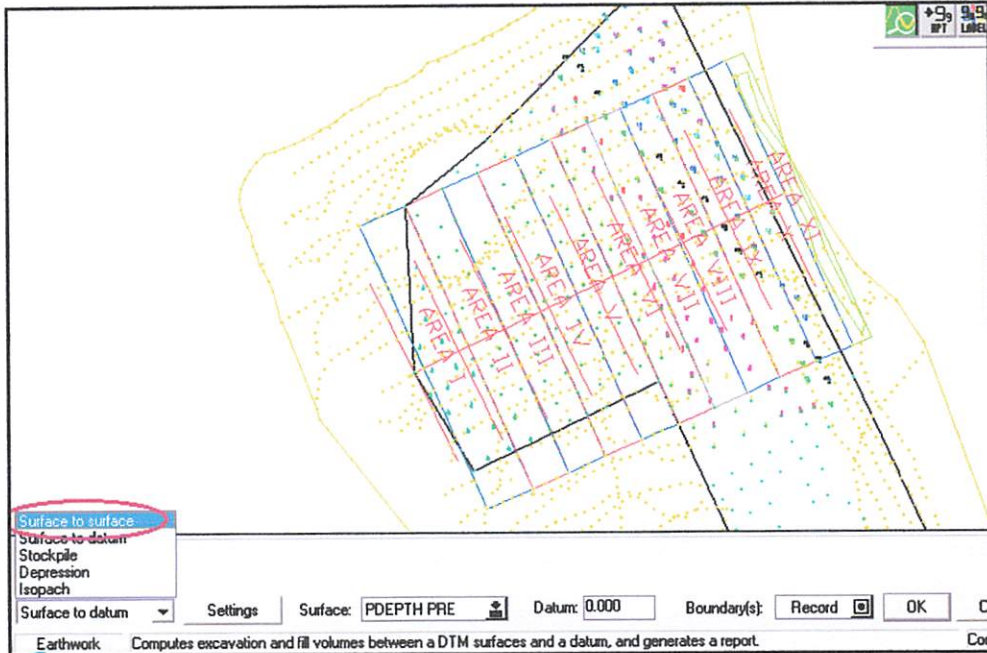
Gambar 3.48 Tampilan data desain dan *progress*

3. Pilih *DTM* => *Earthwork reports* maka akan muncul kotak dialog dibawah seperti pada gambar berikut.



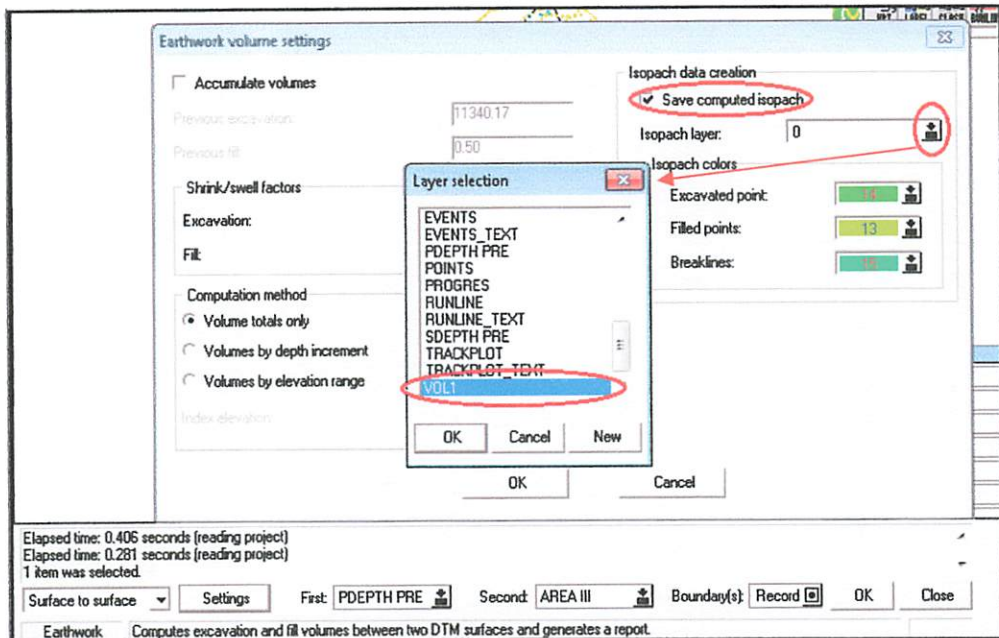
Gambar 3.49 Kotak dialog *Earthwork*

- Selanjutnya pilih *Surface to surface* pada kotak pilihan tersebut. Seperti pada gambar berikut ini.



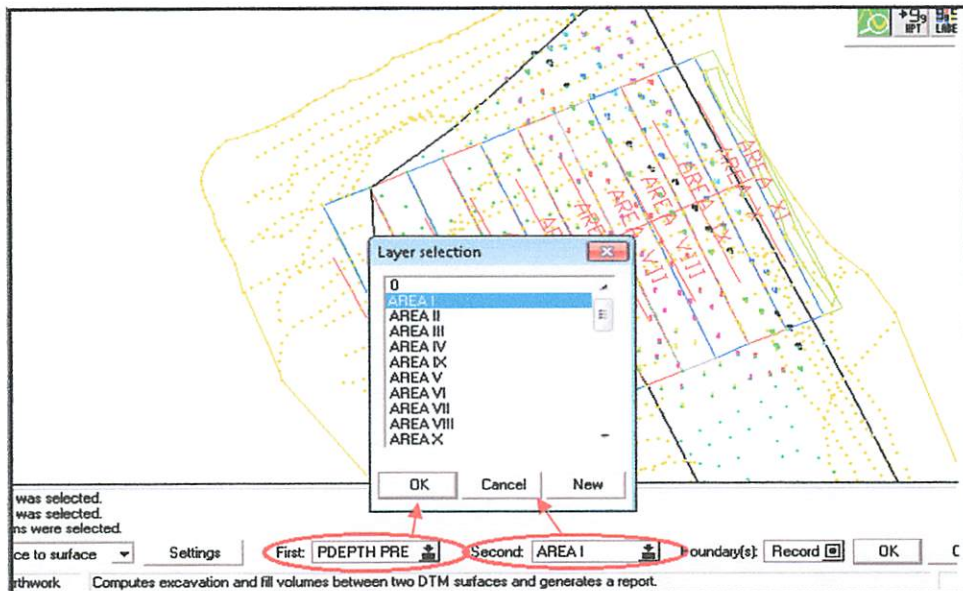
Gambar 3.50 Pilihan metode perhitungan volume

- Kemudian klik tombol *Setting*, maka akan tampil kotak dialog *Earthwork Volume Setting*, beri tanda centang () pada *save computed isopach* dan pilih di layer mana hasil volume akan disimpan. Setelah itu klik *OK*.



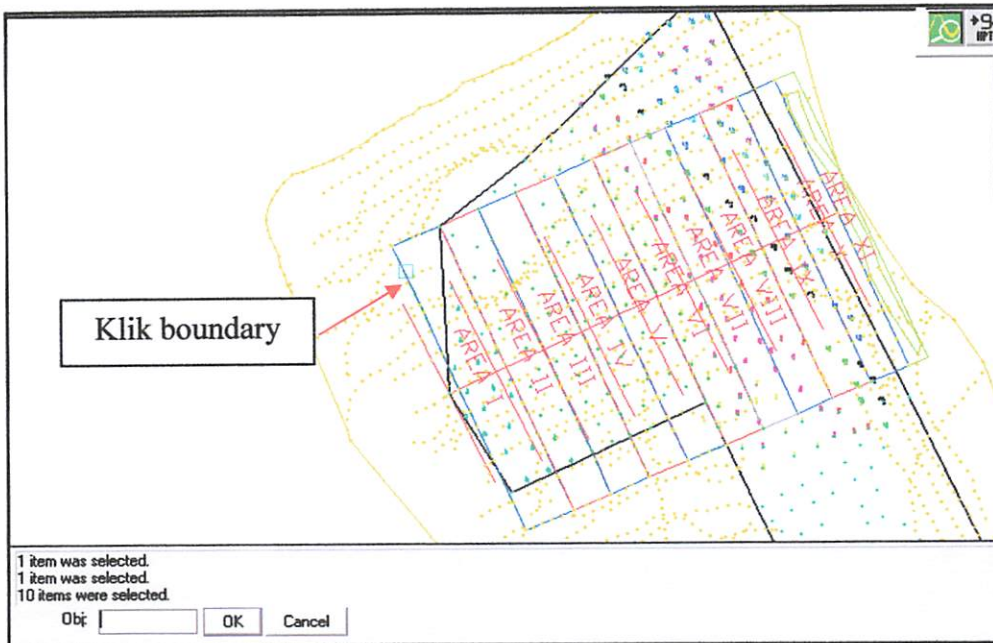
Gambar 3.51 Kotak dialog *Earthwork volume settings*

- Setelah itu pilih layer DTM *desain*, kemudian pilih layer DTM *progress* seperti gambar berikut ini.



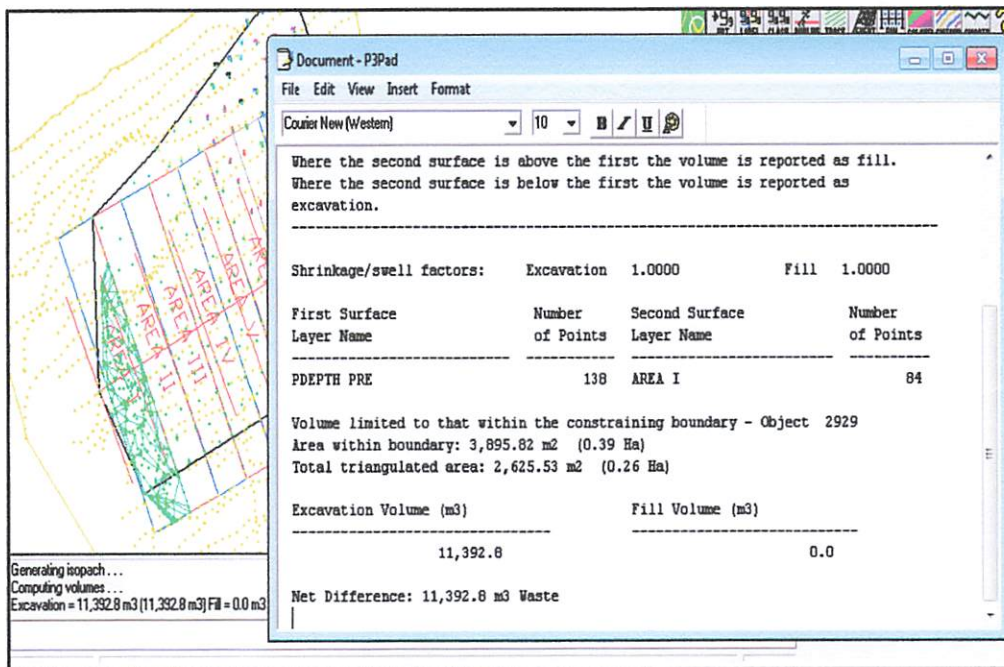
Gambar 3.52 *Layer selction DTM*

- Kemudian pada **Boundary(s)** pilih **Record** dan klik garis boundary Area 1 pada data *progress*.



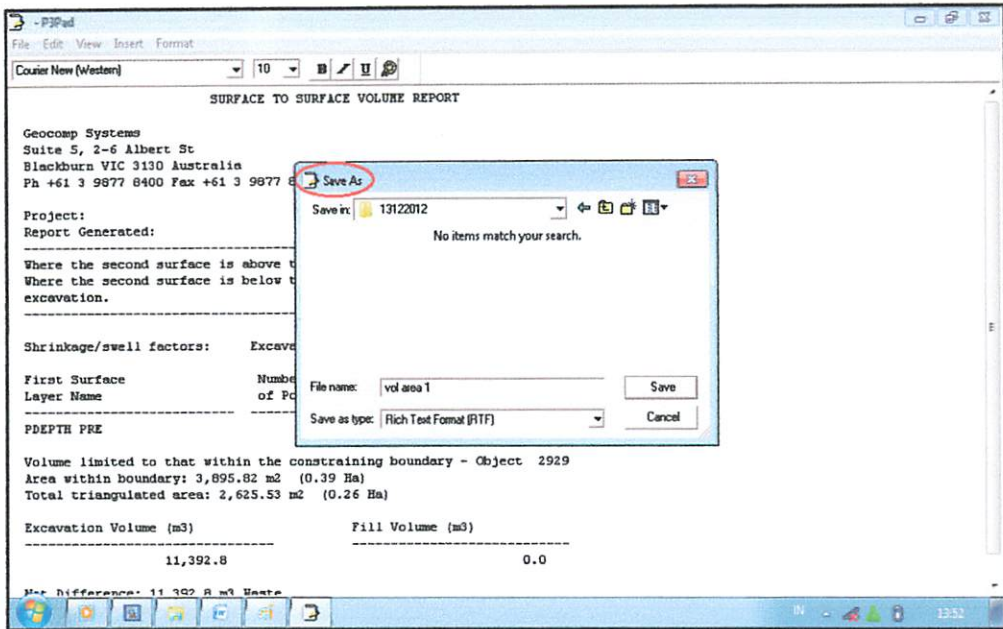
Gambar 3.53 Tampilan memilih garis *boundary*

8. Selajutnya klik **OK** maka akan muncul kotak dialog *Document-P3Pad* yang menampilkan hasil dari perhitungan volume seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.54 Kotak dialog *Document-P3Pad* hasil volume

9. Pada kotak dialog *Document* pilih *File* => *Save As* kemudian pilih *directory* folder tempat menyimpannya, memberi nama data, jenis data selanjutnya *Save* seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.55 Kotak dialog *save as* hasil volume

10. Untuk perhitungan area yang lain dilakukan langkah yang sama seperti diatas. Sedangkan pada perhitungan volume pada data sesi pengukuran yang lainnya dilakukan dengan langkah dan cara yang sama dari nomor 1 sampai dengan nomor 9.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Penelitian**

Setelah melakukan semua proses pengolahan data batimetri dalam penelitian ini, hasil yang diperoleh meliputi: pada proses konversi data batimetri dengan ekstensi *file(.hpo)* yang dilakukan pada *software* HYDROpro NavEdit menghasilkan data yang berekstensi *file (.pts)* atau dalam bentuk *file point* agar bisa di *import* kedalam *software* Terramodel untuk selanjutnya bisa diolah. Setelah itu hasil selanjutnya dari pengolahan dalam *software* Terramodel adalah penampang profil dari tiap area yang telah dilakukan proses *dredging* dan hasil akhir dalam penelitian ini adalah volume pengerukan pada tiap area pada masing-masing data pengukuran batimetri.

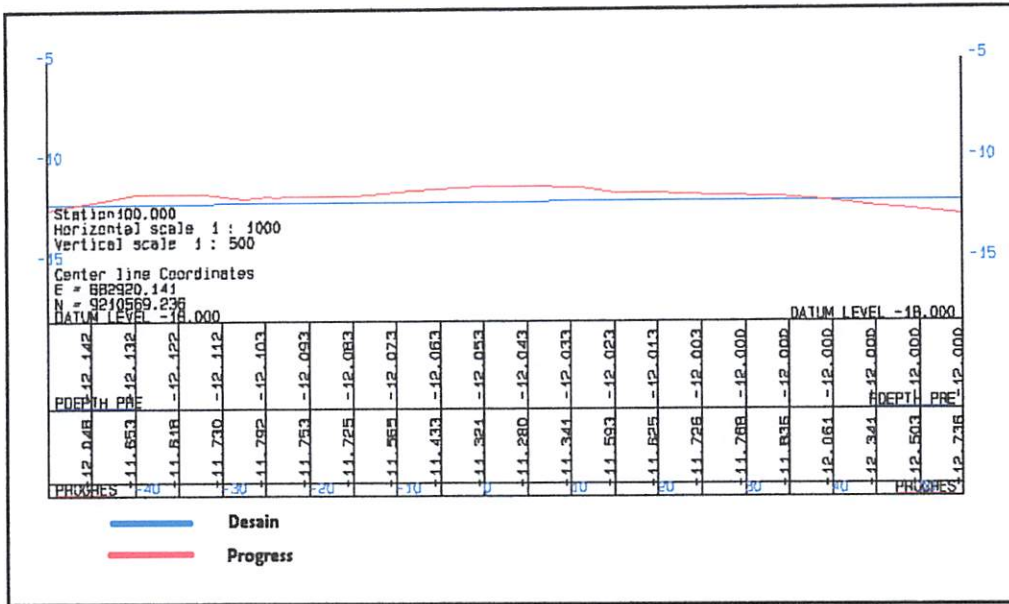
##### **4.1.1 Gambar Profil Melintang**

Profil melintang (*cross section*) dihasilkan dari pengolahan data dalam tahap proses analisis kedalaman data batimetri. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat perbedaan elevasi permukaan bawah laut pada data rencana desain dermaga pelabuhan dan data *progress* yang akan dihitung volumenya dari sedimen yang dikeruk didalam dasar laut pada kolam dermaga pelabuhan tersebut.

Berikut ini adalah gambar profil melintang dari empat sesi pengukuran batimetri.

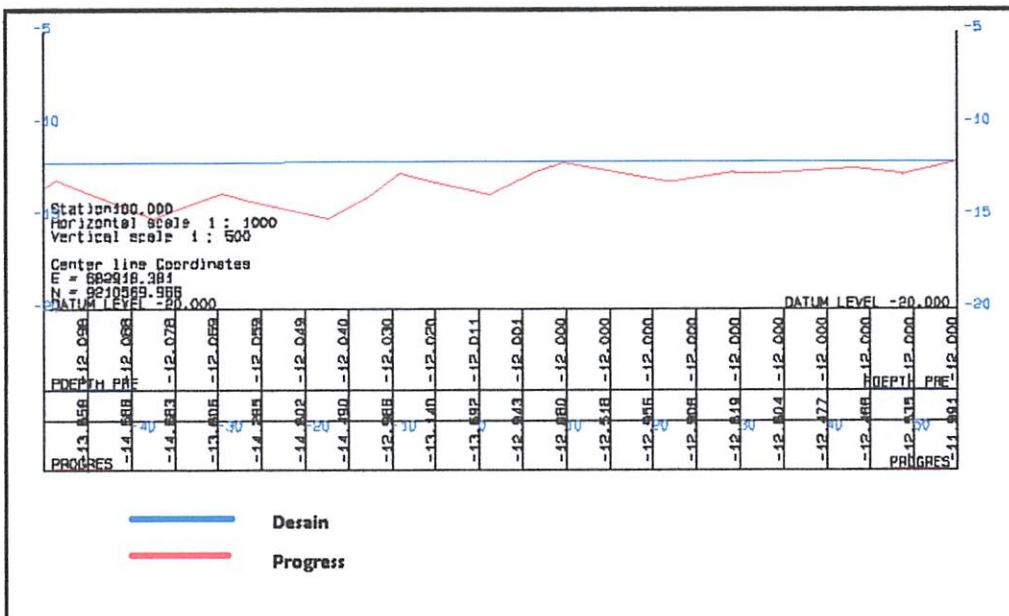


3. Profil melintang pengukuran batimetri pada tanggal 7 Januari 2013.



Gambar 4.3 Tampilan profil melintang sesi 3

4. Profil melintang pengukuran batimetri pada tanggal 9 Maret 2013.

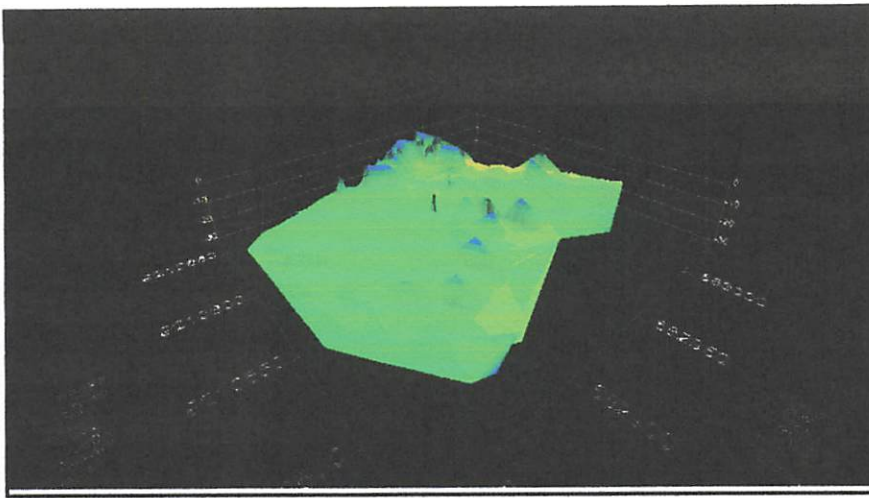


Gambar 4.4 Tampilan profil melintang sesi 4

#### 4.1.2 Visualisasi 3 Dimensi Progress

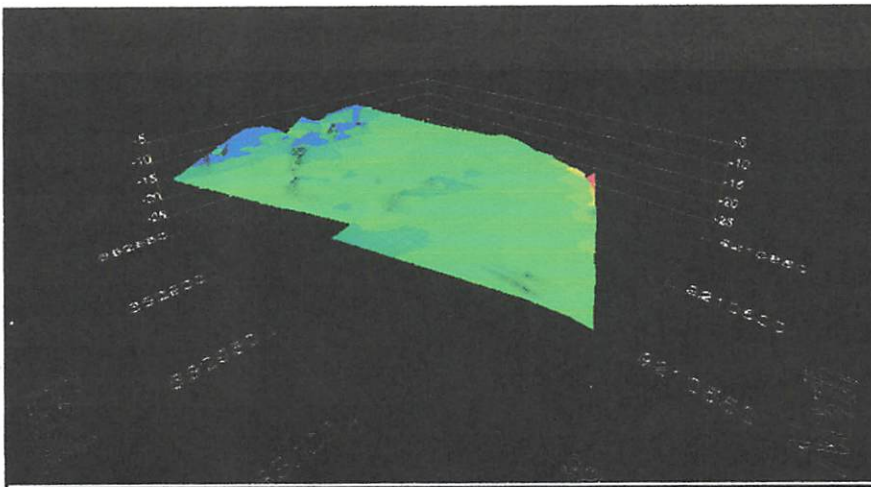
Visualisasi 3 Dimensi dibentuk dari data hasil *progress* pengukuran batimetri, berikut ini adalah gambar tampilan 3 Dimensi dari empat sesi data pengukuran batimetri.

1. Tampilan 3 Dimensi progress hasil pengukuran batimetri pada tanggal 1 Desember 2012.



Gambar 4.5 Tampilan 3 Dimensi sesi 1

2. Tampilan 3 Dimensi progress hasil pengukuran batimetri pada tanggal 13 Desember 2012.



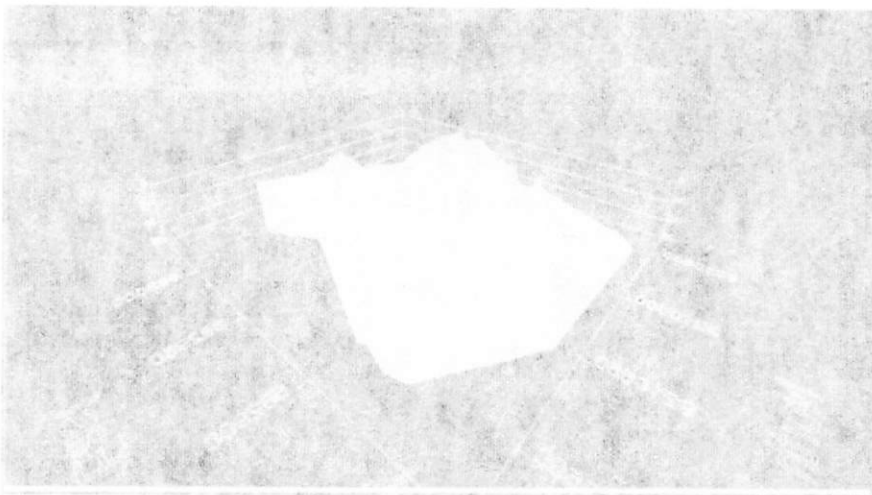
Gambar 4.6 Tampilan 3 Dimensi sesi 2

### 4.1.2. Analisis 3 Dimensi Progress

Visualisasi 3 Dimensi dibentuk dari data hasil progress perkembangan balok beton, berikut ini adalah gambar tampilan 3 Dimensi dari input soal data perkembangan balok beton.

1. Tampilan 3 Dimensi progress hasil perkembangan balok beton pada tanggal 1

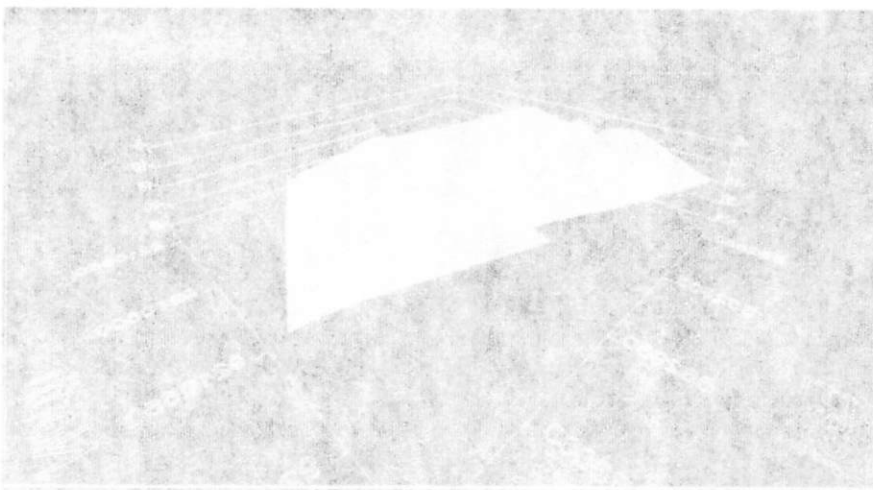
Desember 2012.



Gambar 4.1.3. Tampilan 3 Dimensi soal 1

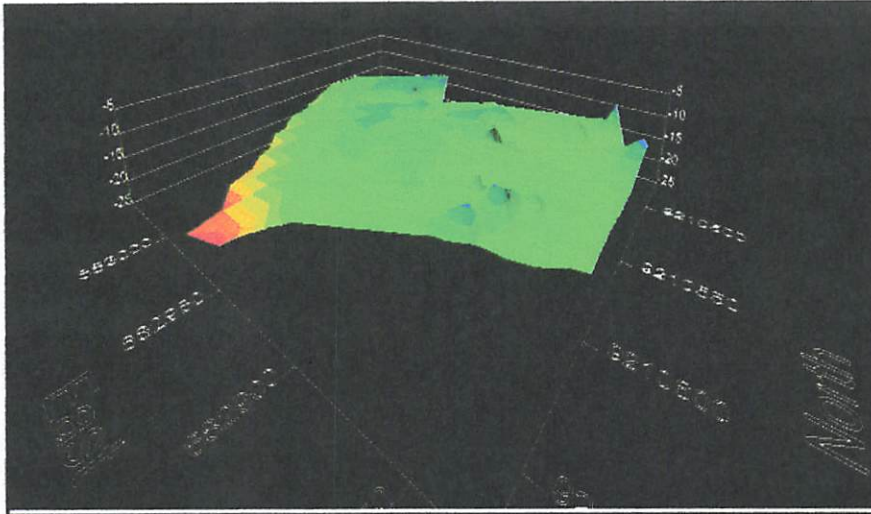
2. Tampilan 3 Dimensi progress hasil perkembangan balok beton pada tanggal

13 Desember 2012.



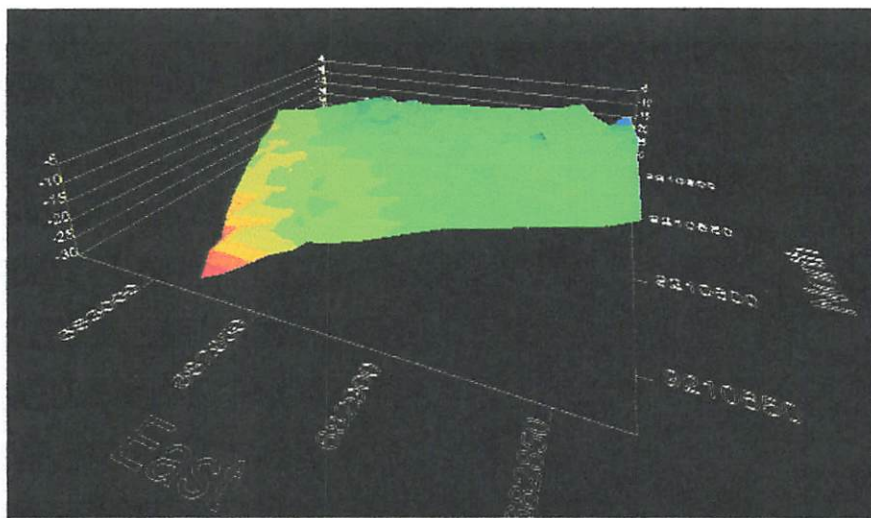
Gambar 4.1.4. Tampilan 3 Dimensi soal 2

3. Tampilan 3 Dimensi progress hasil pengukuran batimetri pada tanggal 7 Januari 2013.



Gambar 4.7 Tampilan 3 Dimensi sesi 3

4. Tampilan 3 Dimensi progress hasil pengukuran batimetri pada tanggal 9 Maret 2013.



Gambar 4.8 Tampilan 3 Dimensi sesi 4

3. Tampilan 3 Dimensi progress hasil pengujian berturut pada tanggal 7 Januari

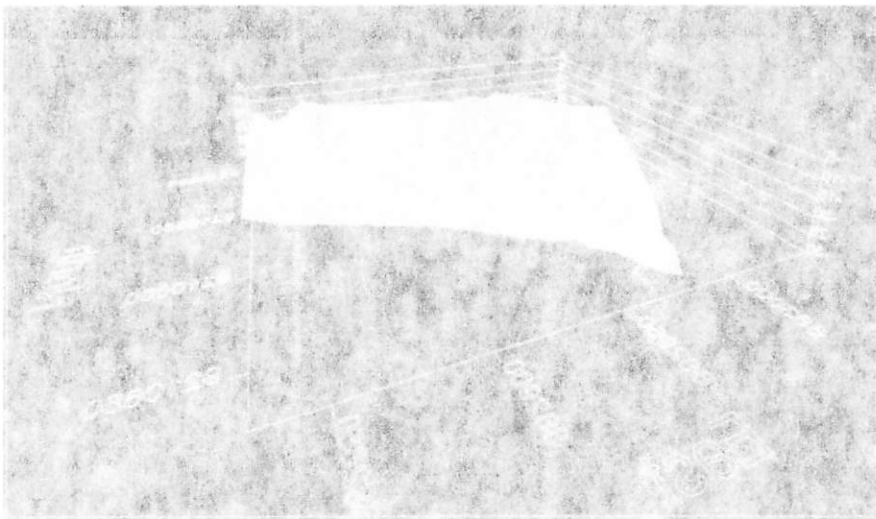
2013.



Gambar 4.7 Tampilan 3 Dimensi seri 7

4. Tampilan 3 Dimensi progress hasil pengujian berturut pada tanggal 9 Maret

2013.



Gambar 4.8 Tampilan 3 Dimensi seri 8

### 4.1.3 Volume Pengerukan

Volume pengerukan pada tiap area dengan data *progress* pengukuran batimetri yang berbeda dalam kurun waktu tertentu dihasilkan dari proses pengolahan membandingkan dua data DTM dengan metode pengolahan data *surface to surface* pada software Terramodel, yaitu DTM dari data desain dan data *progress* dibandingkan untuk memperoleh suatu hasil volume pengerukan dimana hasil volume tersebut didapat dari proses perpotongan *triangulation* dari kedua DTM tersebut yang dibatasi oleh suatu *boundary* area desain pelabuhan dan *boundary* area survei yang akan dilakukan pekerjaan pengerukan pada kolam dermaga pelabuhan tersebut.

| SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT   |           |                  |           |    |
|--|-----------|------------------|-----------|----|
| Geocomp Systems<br>Suite 5, 2-6 Albert St<br>Blackburn VIC 3120 Australia<br>Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411  |           |                  |           |    |
| Project:<br>D:\skripsi\ku\projec\SEM 01122012.paa  |           |                  |           |    |
| Report Generated: Wednesday, January 29, 2014 5:42:10 PM   |           |                  |           |    |
| -----  |           |                  |           |    |
| Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.<br>Where the second surface is below the first the volume is reported as excavation. |           |                  |           |    |
| -----  |           |                  |           |    |
| Shrinkage/swell factors:      Excavation      1.0000                      FILL      1.0000   |           |                  |           |    |
| First Surface  | Number    | Second Surface   | Number    |    |
| Layer Name   | of Points | Layer Name       | of Points |    |
| -----  |           |                  |           |    |
| 000000 WAE   | 408       | AREA I           |           | 80 |
| Volume limited to that within the circumscribing boundary - Object 2200  |           |                  |           |    |
| Area within boundary: 2,900.00 m2 (0.29 Ha)  |           |                  |           |    |
| Total uncalculated area: 2,679.27 m2 (0.27 Ha)   |           |                  |           |    |
| -----  |           |                  |           |    |
| Excavation Volume (m3)   |           | Fill Volume (m3) |           |    |
| -----  |           | -----            |           |    |
| 6,627.7  |           | 120.5            |           |    |
| Net Difference: 6,507.2 m3 Waste   |           |                  |           |    |

Gambar 4.9 Hasil perhitungan volume

## 4.2 Pembahasan

Dari hasil perhitungan volume pada tiap data pengukuran batimetri, maka dapat dilihat perbedaan volume pada tiap area dan pada masing-masing data pengukuran batimetri yang diolah. Berikut ini terdapat tabel yang menunjukkan hasil perhitungan volume pada masing-masing area dan waktu pengukuran batimetri.

Tabel 4.1 Hasil perhitungan volume

| No. | Area          | Excavation<br>Volume (M <sup>3</sup> )<br>01/12/2012 | Excavation<br>Volume (M <sup>3</sup> )<br>13/12/2012 | Excavation<br>Volume (M <sup>3</sup> )<br>07/01/2013 | Excavation<br>Volume (M <sup>3</sup> )<br>09/03/2013 |
|-----|---------------|--|--|--|--|
| 1   | I             | 10.349,6   | 5.828,9  | 187,4  | 246,2  |
| 2   | II            | 8.499,5  | 7.968,3  | 3,8  | 37,8   |
| 3   | III           | 7.429,8  | 6.415,4  | 403,2  | 60,7   |
| 4   | IV            | 8.302,4  | 4.189,8  | 1.057,1  | 15,2   |
| 5   | V             | 5.778,1  | 3.741,0  | 997,8  | 106,4  |
| 6   | VI            | 9.478,3  | 7.106,5  | 3.199,7  | 523,9  |
| 7   | VII           | 7.888,2  | 8.065,8  | 4.359,9  | 2.308,5  |
| 8   | VIII          | 7.013,3  | 5.645,5  | 3.099,9  | 135,7  |
| 9   | IX            | 5.890,8  | 1.344,0  | 880,6  | 0  |
| 10  | X             | 2.539,9  | 103,6  | 0  | 0  |
|     | <b>Jumlah</b> | <b>73.169,9</b>                                      | <b>50.408,8</b>                                      | <b>11.089,5</b>                                      | <b>3.434,4</b>                                       |

- Jumlah volume total = 138.102,6 m<sup>3</sup>
- Volume rencana *dredging* = 132.480,2 m<sup>3</sup>
- Selisih volume = 5.622,4 m<sup>3</sup>

Dari tabel diatas dapat terlihat hasil dari volume pengerukan (*Excavation volume*) yang didapat dari 4 (empat) kali monitoring pada area kolam dermaga di

pelabuhan gresik. Hasil tersebut digunakan untuk melihat berapa volume sedimen yang dikeruk (*dredging*) setelah pengukuran batimetri dilakukan pada waktu tersebut secara berkala.

Untuk rencana jumlah volume pengerukan sesuai dengan desain yang dibandingkan dengan elevasi datum yang telah ditentukan adalah sebesar **132.480,2 m<sup>3</sup>**. Dimana pada area (I – VI) dibandingkan dengan datum yang mempunyai elevasi (-12 meter) dan pada area (VII – X) dibandingkan dengan datum yang mempunyai elevasi (-14 meter).

Masing-masing jumlah keseluruhan hasil perhitungan volume pengerukan untuk semua area yang dibandingkan dengan volume rencana pengerukan (*dredging*) tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pada pengukuran batimetri tanggal 1 Desember 2012 didapatkan hasil volume pengerukan sebesar **73.169,9 m<sup>3</sup>**, sehingga belum memenuhi jumlah rencana volume pengerukan yang ditentukan (**132.480,2 m<sup>3</sup>**) yaitu dengan kekurangan volume sebesar **59.310,3 m<sup>3</sup>**.
2. Pada pengukuran batimetri tanggal 12 Desember 2012 didapatkan hasil volume pengerukan sebesar **50.408,8 m<sup>3</sup>**, kemudian ditambahkan dengan hasil pengerukan sebelumnya didapatkan hasil volume sebesar **123.578,7 m<sup>3</sup>**, sehingga belum memenuhi jumlah rencana volume pengerukan yang ditentukan (**132.480,2 m<sup>3</sup>**) yaitu dengan kekurangan volume sebesar **8.901,5 m<sup>3</sup>**.
3. Pada pengukuran batimetri tanggal 7 Januari 2013 didapatkan hasil volume pengerukan sebesar **11.089,5 m<sup>3</sup>**, kemudian ditambahkan dengan hasil pengerukan sebelumnya didapatkan hasil volume sebesar **134.668,2 m<sup>3</sup>**,

sehingga sudah memenuhi jumlah rencana volume pengerukan yang ditentukan (132.480,2 m<sup>3</sup>) yaitu dengan kelebihan volume sebesar 2.188 m<sup>3</sup>.

4. Pada pengukuran akhir batimetri tanggal 9 Maret 2013 didapatkan hasil volume pengerukan sebesar 3.434,4 m<sup>3</sup>. Pada pengukuran yang terakhir ini dilakukan untuk melihat apakah kedalaman tetap memenuhi desain rencana yang di buat, seperti yang terlihat pada penampang melintang pada sesi pengukuran batimetri pada tanggal ini, kedalaman data *progress* dibawah data desain. Untuk hasil data volume (*volume report*) pada masing-masing area dari pengolahan *software* Terramodel dapat dilihat pada lampiran.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari proses penelitian perhitungan volume pengerukan di pelabuhan Gresik dengan menggunakan *software* Terramodel adalah sebagai berikut:

1. Untuk dapat mengolah data hasil pengukuran batimetri yang berekstensi *file (.hpo)* pada *software* Terramodel harus terlebih dulu dilakukan proses konversi data menjadi *file point* berekstensi *file (.pts)*.
2. Untuk dapat menggambarkan profil melintang penampang progress pengerukan terhadap desain awal, dilakukan proses *cross section* pada *software* Terramodel terlebih dahulu. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui perbedaan elevasi data pengukuran batimetri (*data progress*) terhadap elevasi dari data desain.
3. Pada tahap pembentukan *boundary* DTM dilakukan dengan memilih *point* data yang akan dibentuk DTM nya, dan selanjutnya dilakukan proses *editing* garis *boundary* DTM agar sesuai dengan *layout* desain kolam dermaga pelabuhan Gresik.
4. Perhitungan volume pengerukan menggunakan metode *surface to surface*, yaitu dengan cara membandingkan layer DTM *desain* dan layer DTM *progress* dan selanjutnya memilih garis *boundary* DTM pada data *progress* sehingga keluar hasil perhitungannya dalam bentuk *file (.RTF)*.

5. Dari jumlah hasil perhitungan volume pengerukan (*Excavation volume*) pada pengukuran batimetri yang dilakukan pada data pengukuran batimetri tanggal 1 Desember 2012, 13 Desember 2012, dan 7 Januari 2013 didapatkan total hasil volume sebesar **134.668,2 m<sup>3</sup>**, sehingga sudah memenuhi jumlah volume yang direncanakan yaitu sebesar **132.480,2 m<sup>3</sup>**, dengan kelebihan volume sebesar **2.188 m<sup>3</sup>**.
6. Sedangkan pengukuran akhir batimetri pada tanggal 9 Maret 2013 dilakukan untuk mengecek kedalaman tetap berada dibawah kedalaman rencana desain yang telah ditentukan.

## 5.2 Saran

Saran-saran yang dapat diberikan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian perhitungan volume menggunakan *software* Terramodel adalah sebagai berikut:

1. Disarankan dalam pekerjaan perhitungan volume *cut and fill*, selalu memperhatikan ketelitian dalam pembuatan *boundary* DTM pada area yang telah ditentukan. Karena hal ini dapat mempengaruhi tingkat keakuratan dalam menyajikan hasilnya.
2. Untuk pengolahan volume pada tiap bagian area sebaiknya juga dilakukan pengolahan volume pada seluruh gabungan area yang ditentukan, hal ini dimaksudkan untuk membandingkan hasil volume diantara keduanya untuk ketelitian hasil pengolahannya.

3. Untuk penelitian dengan study perhitungan volume pengerukan selanjutnya, disarankan sebaiknya menggunakan lebih dari satu metode perhitungan volume pada proses pengolahannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darpono, A., dkk,2013,*Panduan Penulisan Ilmiah Edisi Kedua*. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Malang.
- De Deo, J.P.,2007,*Peranan Survei Hidrografi Untuk Perencanaan Lokasi Pembangunan Pelabuhan, Jurnal Spectra Nomor 10 Volume V ISSN 1693-0134*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang, Malang.
- Poerbandono dan Eka Djunasjah.2005.*Survei Hidrografi*.Bandung: Refika Aditama.
- Surveyoryoga.2012.<http://surveyoryoga.wordpress.com/2012/12/28/apa-survei-hidrografi/>. Wordpress. (Akses pada tanggal 13 Desember 2013)
- Triatmodjo, Bambang.2003.*Pelabuhan, Cetakan Ketiga*.Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, Bambang.1999.*Teknik Pantai, Edisi Kedua*.Yogyakarta: Beta Offset.
- Trimble.2006.*Tmllist.htm*.<http://www.geocomp.com.au/support/terramodel/tmllist.htm> .Geocomp Systems. (Akses pada tanggal 10 november 2013)
- Trimble Navigation Limited.2001.*HYDROpro NavEdit and Processing Software*. Trimble.
- Trimble Navigation Limited.2001.*Terramodel Software for Surveying*.Trimble.

## **LAMPIRAN A**

### **HASIL PERHITUNGAN VOLUME SESI 1**

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 8:47:57 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA I                      | 80                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2260  
Area within boundary: 3,900.00 m2 (0.39 Ha)  
Total triangulated area: 2,421.42 m2 (0.24 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 10,349.6               | 1.4              |

Net Difference: 10,348.2 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 8:49:41 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA II                     | 65                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 7976  
 Area within boundary: 48,246.87 m2 (4.82 Ha)  
 Total triangulated area: 2,649.80 m2 (0.26 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 8,499.5                | 3,581.1          |

Net Difference: 4,918.3 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 5:24:45 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA III                    | 62                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2262  
Area within boundary: 3,120.00 m2 (0.31 Ha)  
Total triangulated area: 2,676.34 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 7,429.8                | 120.1            |

Net Difference: 7,309.7 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 8:45:57 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA IV                     | 67                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |
| Excavation Volume (m3)      | Fill Volume (m3)    |                              | -----               |        |
| -----                       | -----               |                              | -----               |        |
| 8,302.4                     | 219.7               |                              |                     |        |

Net Difference: 8,082.7 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 8:46:46 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA V                      | 60                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 3037  
 Area within boundary: 2,732.94 m2 (0.27 Ha)  
 Total triangulated area: 2,726.04 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 5,778.1                | 339.4            |

Net Difference: 5,438.7 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 5:27:17 PM

Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as excavation.

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| AREA VI                     | 65                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2264  
 Area within boundary: 3,120.00 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 3,114.87 m2 (0.31 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| 9,478.3                | 14.7             |

Net Difference: 9,463.6 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 5:28:21 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       |                     |                              |                     |        |
| AREA VII                    | 43                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 3039  
 Area within boundary: 2,804.42 m2 (0.28 Ha)  
 Total triangulated area: 2,804.42 m2 (0.28 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----<br>7,888.2       | -----<br>0.3     |

Net Difference: 7,887.9 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 5:29:31 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA VIII                   | 43                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 3040  
 Area within boundary: 2,811.71 m2 (0.28 Ha)  
 Total triangulated area: 2,811.71 m2 (0.28 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 7,013.3                | 1.1              |

Net Difference: 7,012.2 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 5:30:11 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----

| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       |                     |                              |                     |        |
| AREA IX                     | 65                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 3041  
 Area within boundary: 3,107.31 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 3,107.31 m2 (0.31 Ha)

| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
|------------------------|------------------|
| -----                  |                  |
| 5,890.8                | 721.9            |

Net Difference: 5,168.9 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\01122012.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 5:30:38 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       |                     |                              |                     |        |
| AREA X                      | 71                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 3042  
 Area within boundary: 3,120.36 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 1,735.77 m2 (0.17 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 2,539.9                | 1,503.5          |

Net Difference: 1,036.4 m3 Waste

## **LAMPIRAN B**

### **HASIL PERHITUNGAN VOLUME SESI 2**

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\13122012.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 9:03:50 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                             |                     |                              |      |                     |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|------|---------------------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill | 1.0000              |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name |      | Number<br>of Points |
| -----                       |                     |                              |      |                     |
| AREA I                      | 82                  | PDEPTH_PRE                   |      | 29                  |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2929  
 Area within boundary: 3,360.18 m2 (0.34 Ha)  
 Total triangulated area: 2,420.06 m2 (0.24 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 5,828.9                | 123.9            |

Net Difference: 5,705.1 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\13122012.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 9:00:38 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                             |                     |                              |      |                     |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|------|---------------------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill | 1.0000              |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name |      | Number<br>of Points |
| -----                       | -----               | -----                        |      | -----               |
| AREA II                     | 75                  | PDEPTH_PRE                   |      | 29                  |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2930  
 Area within boundary: 2,694.26 m2 (0.27 Ha)  
 Total triangulated area: 2,646.02 m2 (0.26 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 7,968.3                | 273.4            |

Net Difference: 7,694.9 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\13122012.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 9:01:23 PM

---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA III                    | 85                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2932  
 Area within boundary: 2,688.26 m2 (0.27 Ha)  
 Total triangulated area: 2,685.09 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 6,415.4                | 328.9            |

Net Difference: 6,086.6 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\13122012.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 9:03:21 PM

---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       |                     | -----                        |                     |        |
| AREA IV                     | 97                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2163  
 Area within boundary: 3,120.00 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 2,666.87 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 4,189.8                | 247.9            |

Net Difference: 3,942.0 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\13122012.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 9:02:35 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA V                      | 83                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2934  
 Area within boundary: 2,727.01 m2 (0.27 Ha)  
 Total triangulated area: 2,726.48 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 3,741.0                | 226.4            |

Net Difference: 3,514.7 m3 Waste



SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\13122012.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:28:14 PM

---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA VI                     | 84                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2935  
Area within boundary: 3,115.42 m2 (0.31 Ha)  
Total triangulated area: 3,115.42 m2 (0.31 Ha)

| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
|------------------------|------------------|
| -----                  | -----            |
| 7,106.5                | 56.8             |

Net Difference: 7,049.7 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\13122012.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:28:51 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA VII                    | 63                  | PDEPTH_PRE                   |                     | 29     |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2936  
Area within boundary: 2,805.21 m2 (0.28 Ha)  
Total triangulated area: 2,805.21 m2 (0.28 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 8,065.8                | 0.9              |

Net Difference: 8,064.9 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\13122012.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:29:14 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA VIII                   | 65                  | PDEPTH_PRE                   |                     | 29     |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2154  
Area within boundary: 2,808.00 m2 (0.28 Ha)  
Total triangulated area: 2,802.47 m2 (0.28 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 5,645.5                | 320.6            |

Net Difference: 5,324.9 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\13122012.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:29:50 PM

-----  
----  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
----

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA IX                     | 90                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2938  
Area within boundary: 3,118.01 m2 (0.31 Ha)  
Total triangulated area: 3,118.01 m2 (0.31 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 1,344.0                | 1,832.5          |

Net Difference: 488.5 m3 Borrow



## **LAMPIRAN C**

### **HASIL PERHITUNGAN VOLUME SESI 3**

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:34:16 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----

| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       |                     | -----                        |                     |        |
| AREA I                      | 90                  | PDEPTH_PRE                   |                     | 29     |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2904  
 Area within boundary: 3,900.00 m2 (0.39 Ha)  
 Total triangulated area: 2,425.51 m2 (0.24 Ha)

| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
|------------------------|------------------|
| -----                  | -----            |
| 187.4                  | 3,002.4          |

Net Difference: 2,815.0 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:35:49 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA II                     | 68                  | PDEPTH_PRE                   |                     | 29     |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2905  
Area within boundary: 3,120.00 m2 (0.31 Ha)  
Total triangulated area: 2,639.44 m2 (0.26 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 3.8                    | 3,633.1          |

Net Difference: 3,629.3 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:36:34 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA III                    | 69                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2906  
Area within boundary: 3,120.00 m2 (0.31 Ha)  
Total triangulated area: 2,675.14 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 403.2                  | 2,640.4          |

Net Difference: 2,237.2 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project: D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:37:05 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                          |            |                |           |        |
|--------------------------|------------|----------------|-----------|--------|
| Shrinkage/swell factors: | Excavation | 1.0000         | Fill      | 1.0000 |
| First Surface            | Number     | Second Surface | Number    |        |
| Layer Name               | of Points  | Layer Name     | of Points |        |
| -----                    | -----      | -----          | -----     |        |
| AREA IV                  | 71         | PDEPTH_PRE     |           | 29     |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2911  
 Area within boundary: 3,120.00 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 2,667.60 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 1,057.1                | 733.8            |

Net Difference: 323.4 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project: D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 9:20:21 PM

Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as excavation.

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA V                      | 60                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2916  
 Area within boundary: 2,718.82 m2 (0.27 Ha)  
 Total triangulated area: 2,717.04 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 839.9                  | 346.0            |

Net Difference: 493.9 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:38:22 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA VI                     | 68                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2908  
Area within boundary: 3,120.00 m2 (0.31 Ha)  
Total triangulated area: 3,075.35 m2 (0.31 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 3,199.7                | 55.4             |

Net Difference: 3,144.4 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:38:45 PM

---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       |                     |                              |                     |        |
| AREA VII                    | 46                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2918  
 Area within boundary: 2,804.00 m2 (0.28 Ha)  
 Total triangulated area: 2,804.00 m2 (0.28 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----<br>4,359.9       | -----<br>57.4    |

Net Difference: 4,302.5 m3 Waste



SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:39:07 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA VIII                   | 46                  | PDEPTH_PRE                   |                     | 29     |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2919  
Area within boundary: 2,806.44 m2 (0.28 Ha)  
Total triangulated area: 2,806.44 m2 (0.28 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 3,099.9                | 463.0            |

Net Difference: 2,636.8 m3 Waste

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:39:36 PM

Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.

| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| AREA IX                     | 70                  | PDEPTH_PRE                   |                     | 29     |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2920  
 Area within boundary: 3,115.05 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 3,115.05 m2 (0.31 Ha)

| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
|------------------------|------------------|
| 880.6                  | 2,439.4          |

Net Difference: 1,558.8 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\07012013.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:39:58 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       |                     | -----                        |                     |        |
| AREA X                      | 66                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2921  
 Area within boundary: 3,119.23 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 1,737.19 m2 (0.17 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----<br>0.0           | -----<br>4,036.7 |

Net Difference: 4,036.7 m3 Borrow

## **LAMPIRAN D**

### **HASIL PERHITUNGAN VOLUME SESI 4**

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:42:34 PM

-----  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----

-----

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA I                      | 71                  | PDEPTH_PRE                   |                     | 29     |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2479  
Area within boundary: 3,900.00 m2 (0.39 Ha)  
Total triangulated area: 2,421.24 m2 (0.24 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 246.2                  | 3,260.1          |

Net Difference: 3,013.8 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:43:45 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       |                     |                              |                     |        |
| AREA II                     | 61                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2488  
 Area within boundary: 3,117.52 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 2,645.79 m2 (0.26 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----<br>37.8          | -----<br>4,296.8 |

Net Difference: 4,259.0 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:44:17 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA III                    | 66                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2481  
 Area within boundary: 3,120.00 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 2,673.23 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 60.7                   | 4,967.3          |

Net Difference: 4,906.6 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:45:05 PM

Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as excavation.

|                             |                     |                              |      |                     |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|------|---------------------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill | 1.0000              |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name |      | Number<br>of Points |
| AREA IV                     | 68                  | PDEPTH_PRE                   |      | 29                  |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2490  
 Area within boundary: 3,117.25 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 2,671.52 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| 15.2                   | 3,558.3          |

Net Difference: 3,543.1 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:45:29 PM

Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as excavation.

|                             |                     |                              |      |                     |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|------|---------------------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill | 1.0000              |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name |      | Number<br>of Points |
| -----                       | -----               | -----                        |      | -----               |
| AREA V                      | 62                  | PDEPTH_PRE                   |      | 29                  |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2482  
 Area within boundary: 3,120.00 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 2,724.31 m2 (0.27 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 106.4                  | 3,232.4          |

Net Difference: 3,126.0 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:45:51 PM

-----  
 ----  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ----

|                             |                     |                              |      |                     |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|------|---------------------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill | 1.0000              |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name |      | Number<br>of Points |
| -----                       |                     | -----                        |      |                     |
| AREA VI                     | 65                  | PDEPTH_PRE                   |      | 29                  |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2492  
 Area within boundary: 3,120.99 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 3,120.99 m2 (0.31 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 523.9                  | 5,197.0          |

Net Difference: 4,673.2 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
 Report Generated: Wednesday, February 26, 2014 6:46:10 PM

Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as excavation.

|                             |                     |                              |      |                     |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|------|---------------------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill | 1.0000              |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name |      | Number<br>of Points |
| AREA VII                    | 58                  | PDEPTH_PRE                   |      | 29                  |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2478  
 Area within boundary: 2,808.00 m2 (0.28 Ha)  
 Total triangulated area: 2,803.25 m2 (0.28 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| 2,308.5                | 4,924.3          |

Net Difference: 2,615.8 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:46:32 PM

---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA VIII                   | 46                  | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2494  
 Area within boundary: 2,799.78 m2 (0.28 Ha)  
 Total triangulated area: 2,799.78 m2 (0.28 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 135.7                  | 8,769.5          |

Net Difference: 8,633.8 m3 Borrow

SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
 Suite 5, 2-6 Albert St  
 Blackburn VIC 3130 Australia  
 Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
 D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
 Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:46:56 PM

-----  
 ---  
 Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
 Where the second surface is below the first the volume is reported as  
 excavation.  
 -----  
 ---

Shrinkage/swell factors:           Excavation   1.0000                           Fill   1.0000

| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|

|         |    |            |    |
|---------|----|------------|----|
| AREA IX | 76 | PDEPTH_PRE | 29 |
|---------|----|------------|----|

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2495  
 Area within boundary: 3,115.53 m2 (0.31 Ha)  
 Total triangulated area: 3,115.53 m2 (0.31 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| 0.0                    | 12,906.1         |

Net Difference: 12,906.1 m3 Borrow



SURFACE TO SURFACE VOLUME REPORT

Geocomp Systems  
Suite 5, 2-6 Albert St  
Blackburn VIC 3130 Australia  
Ph +61 3 9877 8400 Fax +61 3 9877 8411

Project:  
D:\skripsiku\project\FIX\09032013.pro  
Report Generated:

Wednesday, February 26, 2014 6:47:20 PM

-----  
---  
Where the second surface is above the first the volume is reported as fill.  
Where the second surface is below the first the volume is reported as  
excavation.  
-----  
---

|                             |                     |                              |                     |        |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Shrinkage/swell factors:    | Excavation          | 1.0000                       | Fill                | 1.0000 |
| First Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points | Second Surface<br>Layer Name | Number<br>of Points |        |
| -----                       | -----               | -----                        | -----               |        |
| AREA X                      | 108                 | PDEPTH_PRE                   | 29                  |        |

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 2496  
Area within boundary: 3,120.05 m2 (0.31 Ha)  
Total triangulated area: 1,736.26 m2 (0.17 Ha)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Excavation Volume (m3) | Fill Volume (m3) |
| -----                  | -----            |
| 0.0                    | 8,625.9          |

Net Difference: 8,625.9 m3 Borrow