

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN CITRA LIDAR UNTUK PERHITUNGAN
VOLUME PENAMBANGAN BATUBARA**

*(Studi Kasus: Desa TanjungBelit Kecamatan Barito Hulu Kabupaten Muara
Tewe Propinsi Kalimantan Tengah)*



Bidang Keahlian :

Penginderaan Jauh

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

Disusun Oleh:

Bambang Wijanarko

02.25.018

MALANG

JURUSAN TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2009

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS 551

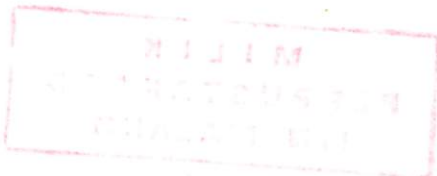
PHYSICS 551

PHYSICS 551

PHYSICS 551

PHYSICS 551

PHYSICS 551



PHYSICS 551

PHYSICS 551

PHYSICS 551

PHYSICS 551

PHYSICS 551

LEMBAR PER SETUJUAN

TUGAS AKHIR

PEMANFATAN CITRA LIDAR UNTUK PERHITUNGAN

VOLUME PENAMBANGAN BATUBARA

*(Studi Kasus: Desa Tanjung Belit Kecamatan Barito Hulu Kabupaten Muara
Tewe Propinsi Kalimantan Tengah)*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Dalam mencapai gelas sarjana S-1 Teknik Geodesi

Oleh :

Bambang Wijanarko
(02.25.018)

Disetujui

Dosen Pembimbing I



(Ir. Rinto Sasongko, MT)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Pradono joanes D. Deo, Msi)

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi-S1



(Hery Purwanto, ST, Msc)

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

Dipertahankan di depan Panitia Penguji Skripsi Jurusan Teknik Geodesi,
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional Malang
dan diterima untuk memenuhi syarat guna memperoleh
gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Geodesi.
Pada hari / tanggal : Sabtu, 9 Desember 2009

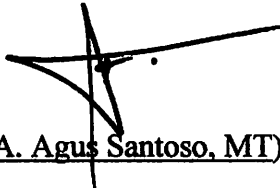
Disusun oleh :

BAMBANG WIJANARKO

0225018

Panitia Ujian Skripsi,

Ketua,



(Ir. A. Agus Santoso, MT)

Dekan FTSP

Sekretaris,



(Hery Purwanto, ST, Msc.)

Ka. Jur. T. Geodesi S-1

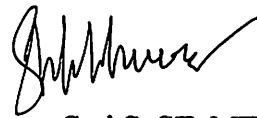
Anggota Penguji,

Penguji I



(Ir. Agus Darpono, MT.)

Penguji II



(Silvester Sari S, ST, MT)

Penguji III



(Hery Purwanto, ST, Msc)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah S.W.T. atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan sehingga dapat terselesainya Skripsi ini.

Skripsi ini, merupakan salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelas Sarjana pada jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang dengan judul Skripsi :

PEMANFATAN CITRA LIDAR UNTUK PERHITUNGAN VOLUME PENAMBANGAN BATUBARA

*(Studi Kasus: Desa Tanjung Belit Kecamatan Barito Hulu Kabupaten Muara
Tewe Propinsi Kalimantan Tengah)*

Harapan kami, semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak terkait lainnya.

Terima kasih yang sebesar-besarnya tidak lupa kami sampaikan kepada :

1. Ir. A. Agus Santoso, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Hery Purwanto, ST, Msc. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

3. Bu Sulis. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Rinto Sasongko, MT. selaku Pembimbing I pada kegiatan penelitian.
5. Ir. Pradono Joanes D. Deo, MSi. selaku Pembimbing II pada kegiatan penelitian.
6. Kakak saya Hari Sasongko Sugiharto serta Ibu saya yang telah memberikan segala sesuatu yg saya butuhkan, terima kasih atas semuanya.
7. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa dan semua pihak baik yang membantu secara langsung maupun tidak langsung telah membantu hingga terselesaikannya penelitian dan laporan ini.

Sebagai manusia, penyusun sangat menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam Skripsi ini, oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun akan sangat kami hargai.

Malang, Desember 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 LatarBelakang.....	1
I.2 Maksud Penelitian	2
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
I.5 Batasan masalah.....	3
I.6 Tinjauan Pustaka.....	4
I.7 Metodologi Penelitian.....	5
BAB II DASAR TEORI	6
II.1 Pengertian LIDAR (Light Detection And Ranging).....	6
II.2 Komponen Sistem Lidar	7
II.2.1. Sistem Perolehan Data Lidar	7
II.2.2. Sensor Lidar/Laser Scanner	8
II.2.3. GPS (Global Position System).....	10
II.2.4. IMU (Inertial Measurement Unit)	11
II.3 Prinsip Pengoperasian Sistem Lidar	11
II.4 Penggunaan Data Lidar.....	12
II.5 Foto / Citra LIDAR.....	12
II.6 Pengertian DEM,DSM dan DTM.....	13
II.7 Perhitungan Luas Dan Volume.....	13

II.7.1	Perhitungan Luas	13
II.7.1.1	Metode Trapesium	13
II.7.1.2	Metode Offset.....	15
II.7.1.3	Metode Penampang Mendatar.....	16
II.7.2	Perhitungan Volume	17
II.7.2.1	Metode Penampang (Cross Section).....	18
II.7.2.2	Metode Garis Kontur/Isoline	19
II.7.2.3	Metode Prisma.....	20
II.7.2.4	Metode Simpson	21
II.8	Pengertian Tambang Batubara.....	22
BAB	III PELAKSANAAN PENELITIAN	24
III.1	Diskripsi Daerah Penelitian	24
III.2	Persiapan Penelitian.....	24
III.3	Pengumpulan Data.....	24
III.4	Peralatan Penelitian	25
III.4.1	Perangkat Keras (Hardware).....	25
III.4.2	Perangkat Lunak (Software)	26
III.5	Diagram Alir Penelitian.....	27
III.6	Pengolahan Data	30
III.6.1	Menjalankan Program Terramodel 10.4	30
III.6.2	Import Point Data ACSII Citra Lidar.....	30
III.6.3	Proses Pembuatan Kontur	35
III.6.4	Perhitungan Volume Galian & Timbunan	37
III.6.5	Proses Perhitungan Area Luasan/clearing.....	41
BAB	IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
IV.1	Hasil Pengolahan Citra Lidar.....	43
IV.2	Hasil Penggambaran Kontur	44
IV.3	Hasil Perhitungan Volume Galian Dan Timbunan.....	45
IV.4	Hasil Perhitungan Area Luasan Clearing	46

IV.5 Analisa Uji Kualitas Hitungan.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
V.1. Kesimpulan	49
V.2 Saran	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Penelitian

Potensi tambang di wilayah Indonesia cukup besar khususnya batubara. Sebagai sumber daya energi, batubara memiliki nilai yang potensial dan strategis untuk memenuhi sebagian besar energi dalam negeri. Batubara sebagai energi alternatif, merupakan bahan bakar hidrokarbon yang terdapat di dunia (juga di Indonesia) merupakan bahan yang paling berlimpah dan merupakan bahan bakar murah, bahkan kemungkinan besar yang termurah dihitung persatuan energi.

Dari hasil eksplorasi beberapa Lembaga Pemerintah dan kontraktor tambang batubara telah diketahui bahwa sumber daya batubara Indonesia jumlahnya lebih dari 38.9 miliar ton. Angka ini akan bertambah terus karena masih terus dilakukan didaerah – daerah yang baru. (*Muchidin, Pengendalian mutu dalam industri batubara*).

Seiring dengan perkembangan dan kemajuan teknologi komputer dan ilmu pengetahuan, khususnya dibidang penginderaan jauh akan sangat diperlukan adanya cara-cara cepat, tepat untuk mendapatkan data-data permukaan bumi yang semakin kompleks, salah satunya adalah dengan mengolah secara digital data LIDAR jenis Digital Terrain Model (DTM) dan Digital Surface Model (DSM) dari pesawat terbang yang memberikan informasi spasial gambaran permukaan bumi secara cepat dengan resolusi spektral dan temporal yang tinggi serta merupakan suatu alternatif perolehan data yang cepat dan untuk

mendapatkan data-data spasial dipermukaan bumi yang disajikan dalam bentuk digital yang memiliki daerah cakupan yang cukup luas.

Salah satu Kegiatan pemetaan potensi batubara dilakukan dengan menggunakan sistem LIDAR. LIDAR merupakan suatu sistem aktif yang berhubungan dengan penggunaan cahaya, laser dan pengukuran jarak. Alat ini dapat dengan cepat mengukur jarak antara sensor di pesawat udara dan titik diatas permukaan tanah untuk mengumpulkan dan menghasilkan data dengan spasi yang rapat dan elevasi yang sangat akurat. Teknologi LIDAR yang diaplikasikan dalam menghitung kandungan bahan tambang berupa batubara menggunakan data berupa citra LIDAR (Light Detection And Range) dengan Ketelitian $\pm 15\text{cm}$ (secara horisontal) dan $\pm 15\text{cm}$ (dengan tegak lurus).

Dengan teknologi Remote Sensing ini, diharapkan dapat menggunakan Citra LIDAR jenis DTM dan DSM, yang akan dipergunakan dalam tahap eksplorasi dan mengurangi waktu kegiatan survey. Bahkan dengan sistem Lidar dapat diperoleh data permukaan tanah data dalam posisi (x,y) dan tingginya (z) pada interval yang direncanakan. Hasil data LIDAR adalah suatu jaringan yang sangat padat tentang titik-titik tinggi, baik berupa DSM maupun DTM.

I.2. Maksud Penelitian

Maksud dilakukannya penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Memanfaatkan DTM citra LIDAR didalam kegiatan penambangan batubara pada area batubara.

2. memanfaatkan DSM citra LIDAR untuk proses penentuan luasan daerah Penambangan batubara dalam kegiatan eksplorasi penambangan.

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk pemanfaatan data DSM citra LIDAR didalam kegiatan eksplorasi khususnya untuk perhitungan luas & volume (cutt-fill) penambangan batubara.

I.4 Manfaat Penelitian

Melalui pengolahan DSM citra LIDAR dapat bermanfaat untuk :

1. Mempermudah proses penghitungan volume (cut & fill) batubara pada lokasi tambang yang akan dieksplorasi.
2. Memperoleh gambaran topografi wilayah tambang sebelum dilakukan kegiatan penambangan batubara.
3. Efisiensi kegiatan survey lapangan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan didalam kegiatan penambangan batubara.

I.5 Batasan masalah

Penelitian ini dibatasi pada :

- Memanfaatan DTM (Digital Terrain Model) citra LIDAR untuk penghitungan volume kegiatan eksplorasi batubara dengan menggunakan perangkat lunak Terramodel 10.4.

- Memanfaatkan DSM (Digital Surface Model) cira LIDAR untuk penentuan area luasan kandungan batubara didalam kegiatan eksplorasi penambangan batubara.

I.6 Tinjauan pustaka

Dalam bidang penginderaan jauh, proses pemotretan dengan kamera digital tersebut penginderaan jauh sistem pasif, yaitu sensor tidak menghasilkan sumber cahaya, tetapi berasal dari sumber lain, dalam hal ini sinar matahari. Selain itu, sensor kamera didesain mempunyai sensitifitas yang tinggi untuk spektrum gelombang tampak mata yang mempunyai panjang gelombang berkisar antara 0,4-0,7 mikro meter.

Apakah kamera tersebut dapat dipergunakan untuk pemetaan (*mapping*) permukaan bumi? Jawabnya adalah bisa. Prinsipnya adalah menempatkan kamera tersebut pada wahana (umumnya pesawat udara atau helikopter) kemudian melakukan pemotretan di daerah yang akan dipetakan dan diproses untuk menghasilkan informasi spasial atau peta.

Penginderaan Jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau fenomena melalui analisa data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. (*Lillisand and Kiefer, 1979*).

Untuk menetapkan pekerjaan penambangan daerah batubara yang baru atau pengembangan tambang yang sudah ada akan terkait empat komponen terpisah tetapi secara luas tumpang tindih, yaitu: *ekplorasi, desain, pemasaran*

dan pengembangan. Dalam hal ini hanya meliputi tahap eksplorasi.

I.7 Metodologi Penelitian.

Metodologi yang digunakan dalam menyusun tugas akhir ini adalah :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan untuk mencari dasar teori yang berupa pendapat para ahli yang diambil dari buku ilmu pengetahuan, publikasi, serta peraturan – peraturan, yang berhubungan dengan masalah dalam penelitian ini.

2. Studi Laboratorium

Adalah proses pengolahan data – data , baik citra LIDAR maupun menganalisa data yang dibutuhkan untuk mendukung pemanfaatannya dalam kegiatan penambangan batubara dilakukan dengan perangkat lunak.

BAB II DASAR TEORI

II.1 Pengertian LIDAR (Light Detection And Range)

LIDAR adalah suatu sistem aktif yang berhubungan dengan penggunaan cahaya, laser dan pengukuran jarak. Alat ini dapat dengan cepat mengukur jarak antara sensor di platform pesawat udara dengan titik diatas permukaan tanah (baik itu suatu bangunan atau pohon). Atau disebut juga Suatu sistem yang dapat dengan cepat memancarkan cahaya yang dicerminkan mulai tanah dan object yang tinggi. hasilnya dikonversi dari satuan energi dalam cahaya dan dikumpulkan oleh suatu perekam data yang berkecepatan tinggi. rumusan untuk kelajuan cahaya dikenal dengan interval waktu dari transmisi ke koleksi yang mudah diperoleh. Interval waktu kemudian mengkonversi ke jarak yang didasarkan pada informasi tergantung posisi perolehan dari penerima GPS diatas pesawat atau disebut Inertial Measurement Unit (IMU) yang secara konstan.

Untuk mengumpulkan dan menghasilkan data dengan spasi yang rapat dan data elevasi yang sangat akurat, pemetaan teknologi LIDAR mampu mengumpulkan data elevasi dengan suatu ketelitian 15 cm dari ketelitian horisontal di dalam 1/1000 dari ketinggian penerbangan itu. untuk mencapai ketelitian tersebut, sistem LIDAR ini bersandar pada Global Positioning System (GPS) dan suatu sistem acuan inertial (IRS). Kepadatan dari LIDAR bervariasi, tetapi paling rata-rata 1.4-meter jarak antar titik , dan terjadi di dalam 45 kilometer dari suatu stasiun pengamatan dari darat. Secara khusus dua stasiun pangkalan digunakan, dan titik-titik pengawasan di darat disediakan atau diikat ke titik

kontrol National Geodetic Survey. ketelitian dari titik-titik ini dapat mencapai 50-cm di horisontal dan 20-cm di vertical.

Tujuan utama dari penginderaan jauh dengan menggunakan data citra LIDAR ini adalah meletakkan teknologi ke dalam praktek yang realistis yang memuaskan untuk mengumpulkan data sumber daya alam dan lingkungan. Menggunakan laser scanner LIDAR untuk alternatif remote sensing yang memiliki teknologi menjanjikan ke dalam peningkatan ketelitian analisa ruang luasan ke dalam tiga dimensi (z). Sensor LIDAR secara langsung mengukur tiga dimensi dengan begitu menyediakan peta topografis resolusi-tinggi dan perkiraan yang sangat akurat tentang tingginya tumbuh-tumbuhan, tutupan, dan juga struktur-struktur ruang.

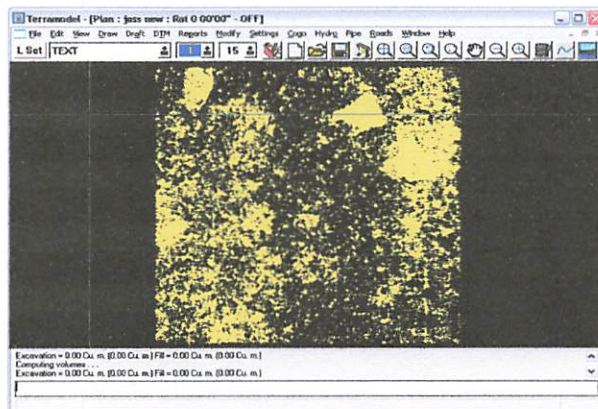
II.2 Komponen Sistem LIDAR

Disini ada empat komponen dasar dari suatu sistem LIDAR. Sistem ini meliputi laser scanner, GPS, IMU, dan operator. Banyak juga sistem yang sudah mengintegrasikan kamera digital untuk menyediakan gambaran digital di permukaan bumi yang menggunakan GPS, IMU, dan operator.

II.2.1 Sistem Perolehan Data Lidar.

Tidak sama pembuatan peta dengan menggunakan gambar-gambar foto, pengumpulan data LIDAR adalah tidak diperpengaruhi oleh penjuru/sudut matahari dan bagaimanapun itu menguntungkan untuk pengumpulan data Lidar selama kondisi-kondisi di area masih memungkinkan, terutama ketika persyaratan akhir untuk suatu DEM bumi. Karena posisi sensor LIDAR dipercayakan pada

GPS,. Produk akhir dari teknologi LIDAR adalah *intensity range* yang dapat berupa DSM (*Digital Surface Model*) atau DTM (*Digital Terrain Model*) (Gambar 2.1).



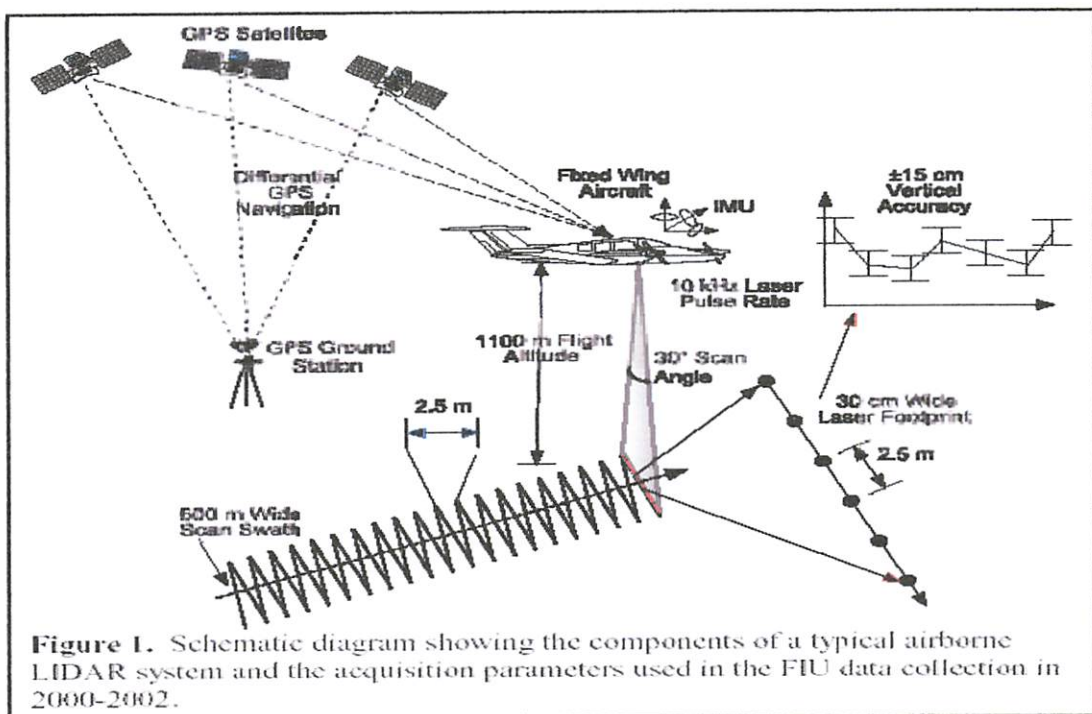
Gambar 2.1. Foto / citra

II.2.2 Sensor LIDAR/Laser scanner

Sensor LIDAR/Laser scanner memancarkan gelombang ke obyek dan merekam kembali pantulannya setelah mengenai obyek (misalnya atap, bangunan, pucuk pohon dan permukaan Tanah). Biasa juga digunakan untuk aplikasi topografis, beroperasi dengan inframerah dari spektrum elektromagnetik. Mayoritas dari sensor ini semua melaksanakan dengan dasar cara yang sama oleh karena mereka mengukur jarak dari sensor dengan tanah atau sesuai daerah yang diinginkan. Perbedaan di sistem ini adalah di kehebatan laser, yang tersebar di berkas cahaya atau ukuran, dan banyaknya pancaran sensor per detik. Beberapa sistem ini juga mempunyai kemampuan mengukur dari berbagai hasil untuk tiap pengiriman sensor dan intensitas . menguntungkan di area dari tutupan pohon atau tumbuh-tumbuhan yang jarang di mana hasil yang pertama akan dipancarkan ke

puncak pohon dan langsung akan menembus ke tanah. Sensor hasil pertama dan terakhir dalam beberapa peristiwa boleh menyediakan model permukaan bumi dengan lebih sedikit editing manual. Memanfaatkan teknologi LIDAR untuk mengembangkan model bumi yang distandarisasi. Kepedulian terhadap pengembangan dari suatu ruang lingkup memastikan suatu pemahaman antara semuanya, diharapkan penggunaan dari data citra LIDAR ini memberikan pengertian yang cukup tentang terminologi permukaan bumi yang bulat dan model permukaan yang memantulkan cahaya (lihat gambar 2.2).

(www.airbone1.com)



Gambar 2.2 Diagram Alir Komponen Sistem LIDAR

Karakteristik sensor LIDAR terdapat pada Tabel :

PARAMETER	NILAI (S)
Ketelitian vertikal (cm)	15
Ketelitian horizontal (m)	0.2-1
Tinggi penerbangan (m)	200-6.000
Scan angle (deg)	1-75
Scan rate (Hz)	0-40
Penyebaran berkas (mrads)	0.3-2
Tingkat pantulan (KHz)	0.5-33
Footprint diameter (m) dari 1.000 m	0.25-2
Spot density (m)	0.25-12

(Sumber : www.airborne1.com)

Gambar 2.1 Tabel Karakteristik Sensor Lidar

II.2.3 Global Positioning System (GPS)

Komponen GPS yaitu sistem penentuan posisi 3-dimensi untuk menentukan pusat sistem proyeksi di tiap-tiap citra LIDAR. menyediakan pemilihan waktu dan informasi tergantung posisi bagi sistem LIDAR. Sensor lidar adalah waktu yang berlabel menggunakan waktunya dari penerima GPS kemudian menghubungkan mereka dengan ringkasan solusi GPS. Jenis penerima GPS yang digunakan di dalam sistem harus mampu mengukur/mengoleksi data pada suatu tingkat 1 Hz (1 pengukuran per detik).

Jenis yang sama dari penerima GPS diperlukan untuk stasiun pengawasan dari darat. Pengolahan dari data GPS antara penerima di pesawat terbang dan receiver ditempat itu mengendalikan station GPS yang diferensial., juga dikenal sebagai Real-Time Kinematic atau Kinematic OTF (RTK), memungkinkan untuk ketelitian tinggi (10-cm) 3-D memposisikan dari suatu pergerakan tanpa inialisasi yang statis.

II.2.4 Inersial Measurement Unit (IMU)/Inersial Navigation System (INS).

yaitu sistem inersial untuk menentukan orientasi 3D setiap pusat proyeksi Lidar. Unit pengukuran Inertial mengukur orientasi sistem Lidar, termasuk titik lemparan dan pantulan. Nilai-Nilai ini dikombinasikan dengan informasi GPS yang tergantung posisi dan data cakupan. laser meneliti nilai-nilai dengan kalkulasi geodesik untuk menghasilkan X, Y, Z.



Gambar 2.3 Inersial Measurment Unit (IMU)

II.3 Prinsip Pengoperasian System LIDAR

Prinsip penyiaman Lidar terdapat pada gambar 2.2, dilihat pada wahana yang dipilih (misal helikopter) dipasang Laser Scanner, GPS, dan IMU. Berdasarkan skala produk yang diinginkan dan luas cakupan, maka dapat

ditentukan jalur terbang. Pada jalur terbang yang telah ditentukan tersebut helikopter melakukan pemotretan/penyiaman (*scanning*). Pada saat laser scanner melakukan penyiaman sepanjang jalur terbang, pada setiap interval waktu tertentu direkam posisinya (menggunakan GPS) dan orientasinya (menggunakan IMU). Proses ini dilakukan sampai seluruh jalur terbang yang direncanakan dapat disiam.

II.4 Penggunaan data Lidar

Penggunaan data Lidar untuk aplikasi-aplikasi pemetaan antara lain penginderaan jauh, untuk pemetaan topografi dan bathimetri kemudian juga untuk perhitungan volume (*cutt & fill*) tambang batubara. Sangat tergantung dari kebutuhan masing-masing pengguna data tersebut. Mungkin karena biaya yang dikeluarkan sangat besar untuk memperoleh suatu data lidar maka di Indonesia sangat jarang sekali digunakan, dalam hal ini data hasil pemrosesan dengan menggunakan system lidar merupakan teknologi yang masih baru, bahkan di Indonesia masih tahap eksperimental atau semi-operasional, tetapi untuk prospek ke masa depan sangat baik sekali.

II.5 Foto / Citra LIDAR

Foto / citra Lidar merupakan hasil dari penyiaman sensor lidar yang menyerupai titik-titik tinggi yang berupa Digital Surface Model (DSM) dan juga berupa Digital Terrain Model (DTM). Yang kemudian diolah sedemikian rupa menjadi Digital Elevasi model (DEM). Digital Elevasi Model (DEM) adalah gambaran bentuk permukaan bumi yang menyajikan ketinggian tertentu secara digital. DEM dapat dibuat dengan menggunakan peta ketinggian (kontur),

Digital elevation model merupakan file digital dalam format raster yang berisi informasi ketinggian permukaan tanah untuk posisi tanah dengan interval yang sama berupa koordinat X, Y dan Z. DEM diperoleh dari peta topografi (kontur, garis perairan, garis pegunungan, danau, dll) yang didigitasi kemudian di proses hingga menjadi bentuk yang di butuhkan dengan interval tertentu. (*sumber : Rully Soelaiman, Ade T Ariani dan Chastine Fatichah, 2004*).

II.6 Pengertian Digital Elevation Model (DEM), Digital Surface Model (DSM), Dan Digital Terrain Model (DTM)

Digital Elevation Model (DEM) adalah ekspresi dari topografi yang didalamnya berisi kumpulan bentuk planimetris berupa koordinat X, Y dan elevasi Z dipermukaan bumi. DEM merupakan model permukaan digital yang mempunyai referensi terhadap ellipsoid. Unsur pembentukan DEM adalah berupa kontur atau titik tinggi yang dikonversikan kedalam format digital dan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) tertentu, maka dibuat model 3D dari permukaan bumi.

Ada beberapa hal penting yang berhubungan dengan model permukaan digital, diantaranya DSM, DEM,DTM, dan DGM. DSM merupakan model permukaan digital dengan referensi permukaan objek terhadap Mean Sea Level (MSL) 18,61 tahun.. DTM merupakan model permukaan digital yang mempunyai referensi terhadap koordinat toposentrik dan telah dilakukan koreksi unsur-unsur geodetis terhadap model tersebut. DGM merupakan model permukaan digital

yang mempunyai referensi terhadap geoid/rata-rata ekuipotensial yang berimpit dengan MSL.

II.7 Perhitungan Luas Dan Volume

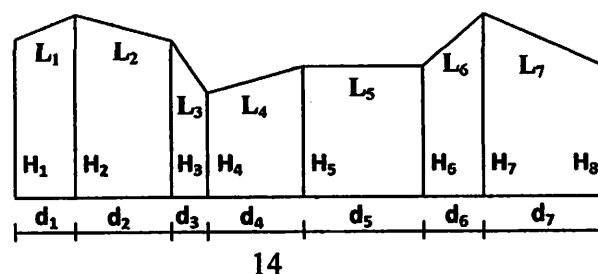
Pentingnya perhitungan luas dan volume dalam kegiatan penambangan batubara merupakan hal yang paling vital dalam kegiatan eksplorasi, perhitungan yang dimaksud disini dimulai dari perhitungannya saja yang merupakan tahapan dari proses eksplorasi. Hasil perhitungan kemudian akan digunakan untuk mengevaluasi apakah sebuah kegiatan penambangan yang direncanakan layak atau tidak. Dalam proses perhitungan luas dan volume cutt/fill penambangan batubara meliputi:

II.7.1 Perhitungan Luas

Perhitungan luas suatu daerah sangat penting, karena ukuran luas tersebut akan dimasukkan dalam akta hak milik atas tanah. Tujuan lain dari perlunya perhitungan luas adalah untuk menentukan ukuran luasan yang akan diratakan ataupun diperkeras serta penentuan untuk hitungan volume pekerjaan tanah.

Untuk menentukan luas suatu area maupun batasan profil/irisan tegak/penampang tanah dan garis proyek dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain:

II.7.1.1 Metode Trapesium



Gambar 2.4. Penampang tanah (Sosrodarsono. S., 2005)

Keterangan :

L_1, L_2, \dots : Luas tiap penampang

H_1, H_2, \dots : Elevasi masing-masing titik pada profil melintang

h_1, h_2, \dots : Elevasi rata-rata

d_1, d_2, \dots : Jarak antar elevasi

Rumus perhitungan luas dengan metode trapesium adalah (Sosrodarsono. S., 2005) :

$$L_1 = d_1 \cdot h_1$$

$$L_2 = d_2 \cdot h_2$$

$$L_7 = d_7 \cdot h_7$$

Dimana h didapat dari :

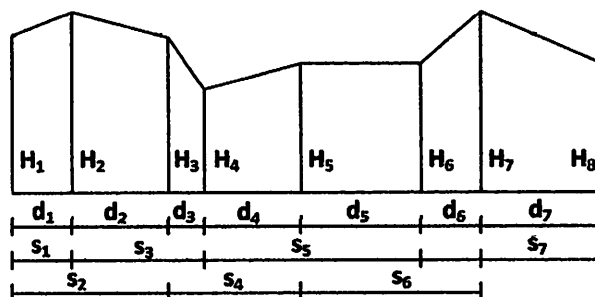
$$h_1 = \frac{1}{2} (H_1 + H_2)$$

$$h_2 = \frac{1}{2} (H_2 + H_3)$$

$$h_7 = \frac{1}{2} (H_7 + H_8)$$

Jadi luas = $(L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7)$

II.7.1.2 Metode Offset



Gambar 2.5. Penampang tanah (Sosrodarsono. S., 2005)

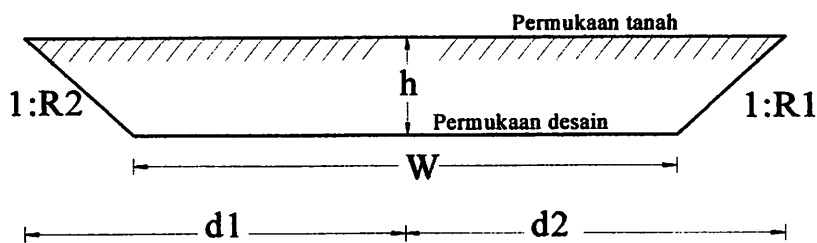
Keterangan :

S_1, S_2, \dots : Interval antara penampang

Rumus perhitungan luas dengan metode offset adalah (Sosrodarsono. S., 2005) :

$$\text{Luas} = \frac{1}{2} [(S_1.H_1) + (S_2.H_2) + (S_3.H_3) + \dots + (S_n.H_n)]$$

II.7.1.3 Metode Penampang Mendatar



Gambar 2.6. Penampang mendatar (Sosrodarsono. S., 2005)

Keterangan :

h : Tinggi penampang

W : Lebar puncak galian/timbunan

1:R1, 1:R2 : Perbandingan kemiringan

d_1, d_2, \dots : Jarak antar elevasi

Rumus perhitungan luas penampang mendatar adalah (Sosrodarsono. S., 2005) :

$$1:R1 = 1:R2$$

$$d1 = d2 = W/2 + R1.h$$

Jadi luas = $h (W + R1.h)$

II.7.2 Perhitungan Volume

Perhitungan volume bermanfaat untuk hal-hal sebagai berikut ini :

- Memberikan besaran kuantitas (tonase) dan kualitas terhadap suatu endapan bahan galian.
- Memberikan perkiraan bentuk 3-dimensi dari endapan bahan galian serta distribusi ruang (spatial) dari nilainya. Hal ini penting untuk menentukan urutan/tahapan penambangan, yang pada gilirannya akan mempengaruhi pemilihan peralatan dan NPV (Net Present Value).
- Jumlah sumberdaya menentukan umur tambang. Hal ini penting dalam perancangan pabrik dan kebutuhan infrastruktur lainnya.
- Batas-batas kegiatan penambangan (Pit Limit) dibuat berdasarkan besaran sumberdaya/volume batubara.

Dalam melakukan perhitungan volume harus memperhatikan persyaratan tertentu, antara lain:

1. Suatu taksiran perhitungan harus mencerminkan secara tepat kondisi geologi dan karakter/sifat dari endapan bahan galian.
2. Harus sesuai dengan tujuan evaluasi. Suatu model perhitungan yang akan digunakan untuk perencanaan tambang harus konsisten dengan metode penambangan dan teknik perencanaan tambang yang akan diterapkan.

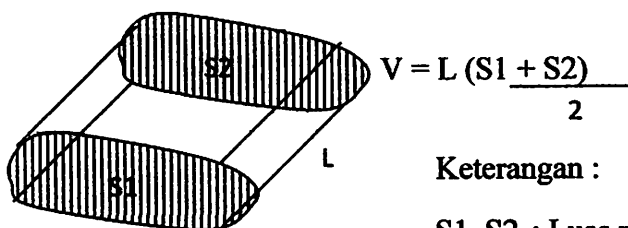
3. Taksiran yang baik harus didasarkan pada data aktual yang diolah/ diperlakukan secara objektif. Keputusan dipakai-tidaknya suatu data dalam penafsiran harus diambil dengan pedoman yang jelas dan konsisten. Tidak boleh ada pembobotan data yang berbeda dan harus dilakukan dengan dasar yang kuat.
4. Metode perhitungan yang digunakan harus memberikan hasil yang dapat diuji ulang atau diverifikasi.

II.7.2.1 Metode penampang (cross-section)

Masih sering dilakukan pada tahap-tahap awal dari perhitungan. Hasil perhitungan secara manual ini dapat dipakai sebagai alat pembanding untuk mengecek hasil perhitungan yang lebih canggih menggunakan computer. Hasil perhitungan secara manual ini tidak dapat digunakan secara langsung dalam perencanaan tambang menggunakan komputer.

Rumus luas rata-rata (mean area).

Rumus luas rata-rata dipakai untuk endapan yang mempunyai penampang yang uniform.



Keterangan :

S1, S2 : Luas penampang endapan

L : Jarak antar penampang

V : Volume cadangan

Gambar 2.7 Perhitungan Volume Dengan Rumus Mean Area (Metode Penampang)

Sedangkan untuk perhitungan Tonase digunakan rumus:

$$T = V \times BJ$$

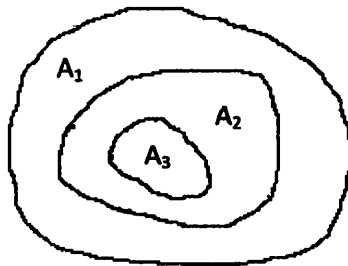
Dimana : T : Tonase (ton)

V : Volume (m^3)

BJ : Berat jenis (ton/m^3)

2.7.2.1 Metode Garis Kontur/Isoline.

Metode ini menggunakan garis kontur yaitu kurva garis yang menghubungkan titik dengan nilai yang sama. Metode kontur/Isoline digunakan untuk endapan dengan kadar dan ketebalan yang berubah-ubah, terutama untuk endapan dengan tebal dan kadar yang memusat. Metode ini tidak cocok untuk endapan yang kompleks dan terputus-putus. Rumus yang digunakan untuk perhitungan umumnya memakai rumus metode penampang.



Gambar 2.8. Metode kontur (Yuwono.M.S., 2004)

Rumus perhitungan yang dipakai adalah (Yuwono.M.S., 2004) :

$$A_1 + A_2 + \dots + A_n \times n - 1 \times d$$

Keterangan :

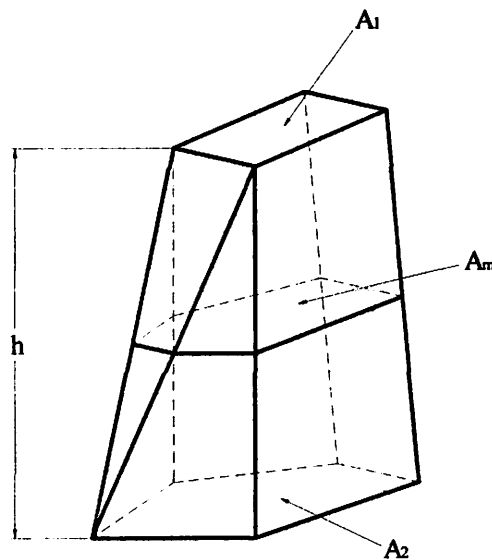
$A_1, A_2,$ dan A_n = Luas penampang 1, 2 dan n diukur dengan planimeter

n = Jumlah penampang

d = Interval kontur

II.7.2.3 Metode Prisma

Metode prismoida adalah metode yang menunjukkan bahwa suatu benda padat itu dibatasi oleh dua bidang sejajar pada bagian atas dan bawahnya serta dibatasi beberapa bidang datar di sekelilingnya.



Gambar 2.9. Volume prisma (Sosrodarsono. S., 2005)

Rumus perhitungan volume dengan menggunakan metode prismoida

(*Sosrodarsono. S., 2005*) :

$$V = \frac{h}{6} \cdot (A_1 + 4A_m + A_2)$$

Keterangan:

V : Volume

h : Tinggi prisma

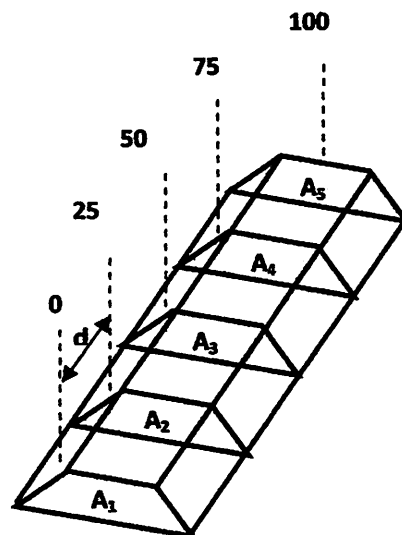
A₁ : Luas bidang atas prisma

A₂ : Luas bidang bawah prisma

A_m : Luas bidang tengah yang melalui tengah-tengah tinggi h

2.7.2.4 Metode Simpson

Pada metode simpson ini, penampang melintang dibagi menjadi potongan dalam bagian yang sama dan dalam jumlah yang ganjil minimal tiga buah potongan melintang.



Gambar 2.10. Perhitungan volume dengan metode simpson

(*Sosrodarsono. S., 2005*)

Rumus perhitungan yang dipakai adalah (Sosrodarsono. S., 2005) :

$$V = \frac{d}{3} (A_{aw} + A_{ak} + 2A_{gj} + 4A_{gn})$$

Keterangan :

V = Volume

A_{aw} = Luas penampang awal

A_{ak} = Luas penampang akhir

A_{gj} = Luas penampang ganjil (kecuali awal)

A_{gn} = Luas penampang genap

Pada gambar diatas rumus menjadi (Sosrodarsono. S., 2005) :

$$V = \frac{d}{3} [A_1 + A_5 + 2A_3 + 4(A_2 + A_4)]$$

II.8 Pengertian Tambang Batubara.

Pertambangan berasal dari kata tambang yaitu lombong tempat mengambil hasil dari dalam bumi. Sedangkan kata kerjanya tambang berarti menggali tanah untuk menghasilkan barang tertentu.

Kegiatan tambang atau menambang dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian, menurut cara kerja yang dilakukan untuk menghasilkan barang tambang dari perut bumi antara lain :

1. Tambang tertutup atau tambang bawah tanah adalah kegiatan penggalian bahan tambang yang dilakukan dibawah tanah. Sedangkan tambang tertutup diterapkan untuk menambang endapan yang berada relatif jauh

- dibawah permukaan dengan hanya membuka sebagian kecil lahan di permukaan untuk akses peralatan dan fasilitas pengolahan sedangkan penggaliannya dilakukan tanpa mengganggu kondisi atas permukaan.
2. Tambang terbuka, adalah kegiatan penggalian bahan tambang yang dilakukan pada permukaan tanah dan tidak perlu membuat lorong bawah tanah. Tambang terbuka diterapkan untuk menambang endapan di atau dekat permukaan dengan lebih dahulu membuka lahan dipermukaan untuk menyingkirkan tanah penutup. Metode ini mempunyai tingkat produktivitas tinggi, biaya operasi rendah, dan tingkat keselamatan kerja tinggi.
 3. Tambang basah, adalah pertambangan yang penggaliannya banyak menggunakan air.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1 Diskripsi Daerah Peneletian.

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2008 sampai dengan Desember 2008, meliputi pengolahan data citra LIDAR pada lokasi Administratif sebagai berikut :

Desa	: Tanjung Belit.
Kecamatan	: Barito Hulu.
Kabupaten	: Muara Teweh.
Propinsi	: Kalimantan Tengah.
Dengan luas area	: 223.846 Ha. (1,9 km)

III.2 Persiapan Penelitian.

Tahap persiapan merupakan tahap awal dalam rencana penelitian, yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan penelitian. Dimana tahap ini memuat tentang proses perencanaan penelitian, persiapan data-data yang diperlukan dalam penelitian, serta nara sumber dan literatur-literatur yang akan digunakan sebagai referensi dalam penelitian.

III.3 Pengumpulan Data.

Analisa data yang digunakan dalam penelitian “ *Pemanfaatn Citra LIDAR Untuk Perhitungan Volume Cadangan Penambangan Batubara* “ adalah Data DSM Lidar di suatu lokasi penambangan batubara, selain itu juga digunakan data-data lain sebagai penunjang dan pelengkap dalam memberikan informasi untuk proses perhitungan volume cadangan batubara.

Secara keseluruhan data yang digunakan di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data primer berupa 1 set citra LIDAR yang telah dipecah antara Image dan Spot Height-nya yang kemudian dikenal dengan istilah DEM (Digital Elevation Model). Image dibuat dalam format JPG, sedangkan data titik tinggi dibuat dalam format Notepad yang berisikan ribuan data koordinat x, y, dan z. Berikut titik-titik koordinat yang membatasi area pada citra LIDAR dalam penelitian ini:

Tabel 3.1 Koordinat Batasan Area (*Citra LIDAR 2005*)

East	North	Elevation
249903.500	9957850.820	98.400
250205.250	9957850.820	207.572
249903.500	9957322.850	215.549
250205.250	9957322.850	212.520

III.4 Peralatan Penelitian.

Peralatan penelitian yang digunakan di dalam menyelesaikan tugas akhir ini meliputi (hardware) dan perangkat lunak (software), sebagai berikut:

III.4.1. perangkat keras (hardware).

Dalam penelitian ini menggunakan perangkat keras (hardware) yang terdiri dari:

- a. Bagian pemrosesan utama (Central Processing Unit atau CPU), dengan spesifikasi :
 - Prosesor Intel Pentium 4, 1.8 MGz
 - Ram 512 Mb

- VGA Card 128 Mb
- Hardisk 80 Gb
- Monitor 15 “
- Printer.

III.4.2. Perangkat Lunak (software).

Perangkat lunak (*Software*) yang digunakan untuk mendukung proses penelitian ini adalah :

- Terramodel 10.4

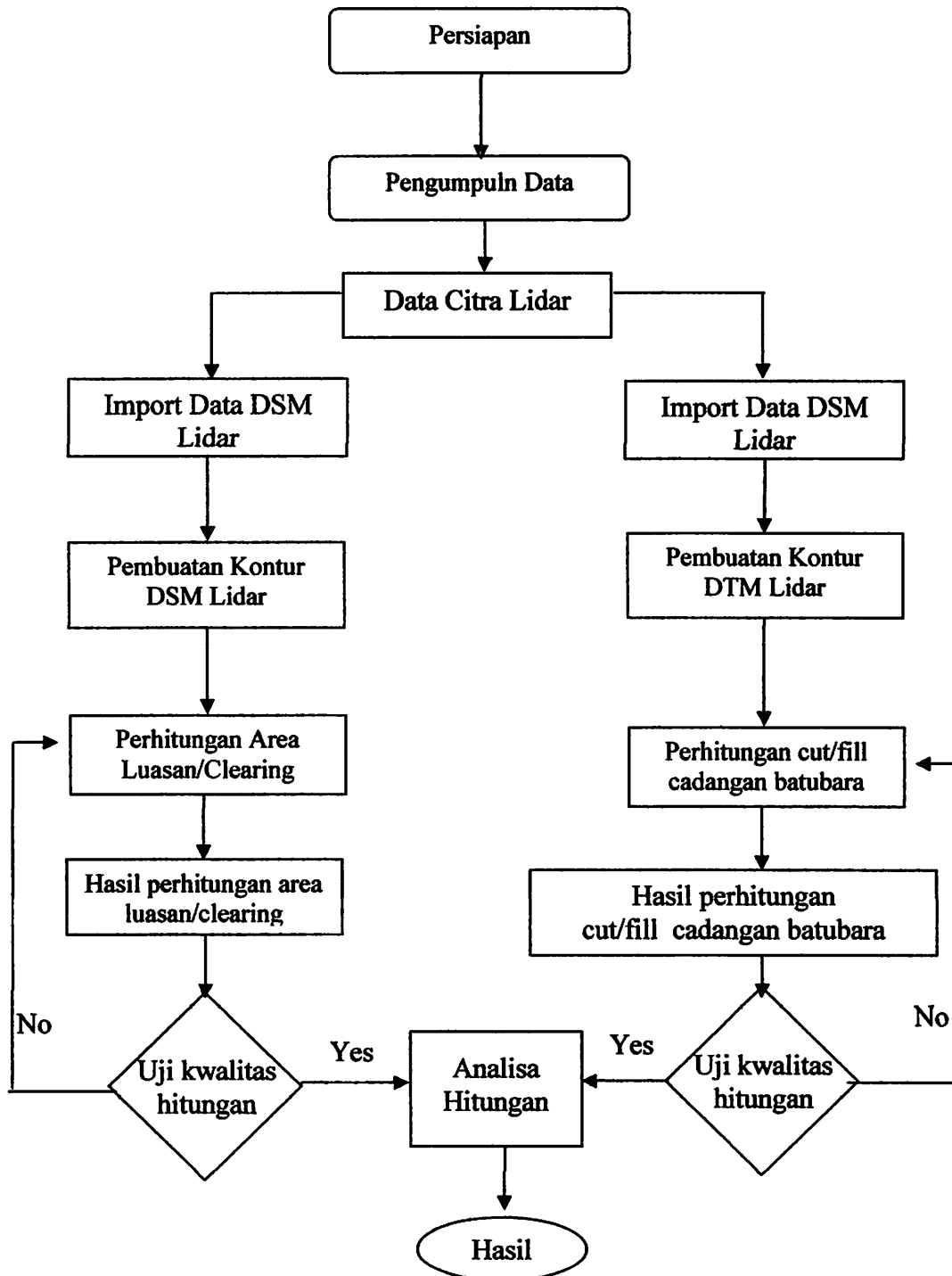
Perangkat lunak yang digunakan dalam proses pengolahan data untuk perhitungan volume (cut/fill) dan luasan clearing penambangan batubara.

- Autodesk Land Desktop

Perangkat lunak yang juga digunakan dalam proses pengolahan data untuk menghitung volume (cut/fill) penambangan batubara.

III.5. Diagram Alir Penelitian.

Dalam penelitian ini yang berjudul “Pemanfaatn DSM Citra LIDAR Untuk Perhitungan Volume Cadangan Batubara” ditampilkan tahapan-tahapan kerja yang ditunjukkan dalam diagram alir sebagai berikut :



Keterangan Diagram Alir Penelitian:

1. Persiapan Penelitian:

Persiapan penelitian meliputi segala yang diperlukan dalam pekerjaan penelitian seperti perangkat lunak (software) maupun perangkat keras (hardware) kemudian data citra lidar dan semua data pendukung yang diperlukan dalam persiapan penelitian.

2. Pengumpulan Data:

Pada tahap pengumpulan data meliputi data LIDAR berupa DSM lidar, kemudian perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian ini menggunakan Terramodel 10.4 untuk pengolahannya dan Autodesk Land Desktop 2004 juga referensi-referensi yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian ini.

3. Pengolahan Data Citra Lidar :

Proses pengolahan data LIDAR yaitu melalui proses digital untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan serta informasi yang diperlukan sesuai penelitian meliputi Pembuatan kontur data LIDAR, penentuan luas area tambang kemudian perencanaan perhitungan untuk volume (cut-fill) batubara dengan menggunakan metode hitungan perangkat lunak.

4. Pembuatan Kontur:

Setelah Data citra Lidar diperoleh maka proses pengolahan data dimulai dengan pembuatan kontur. Yang kemudian diproses kembali untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk proses perencanaan

perhitungan untuk tambang batubara sesuai dengan penelitian meliputi perhitungan volume dan luasan clearing.

5. Proses pengolahan data meliputi perhitungan volume cutt/fill dan juga luasan clearing untuk mengetahui volume serta luas area tambang batubara pada area penelitian.

6. Analisa Uji Kwalitas Hitungan

Pengujian hitungan terhadap hasil sementara yang telah diperoleh menggunakan Perbandingan antara Terramodel 10.4 dan Autodesk Land Desktop 2004. Jika tidak ada masalah maka akan langsung dilaksanakan analisa, dan jika ada masalah maka dilakukan pengecekan perhitungan kembali dari volume cut/fill batubara dan perhitungan area luasan clearing yang dimulai dari Trimble Terramodel 10.4 sampai tidak ada lagi masalah yang timbul pada pengujian kualitas hitungan.

7. Analisa Hasil pemanfaatan:

Menganalisa kembali secara keseluruhan hasil perhitungan volume batubara yang mungkin terdapat kesalahan, kelebihan dan kekurangan baik dari proses pengolahannya maupun proses yang sebelumnya untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

8. Hasil:

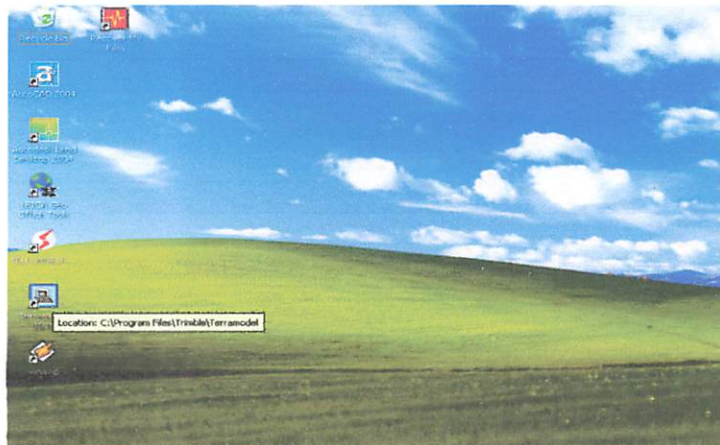
Pemanfaatan citra Lidar untuk perhitungan volume didalam kegiatan eksplorasi tambang batubara untuk area penelitian tertentu dengan memanfaatkan data LIDAR.

III.6 Pengolahan Data.

III.6.1 Menjalankan Program Terramodel 10.4

Untuk memulai menjalankan program Terramodel adalah:

1. Klik icon *Terramodel 10.4* pada desktop komputer anda (komputer yang sudah terinstall program terramodel, langkah instalasi terdapat pada materi sebelum nya). Seperti pada gambar 3.1 dibawah ini:

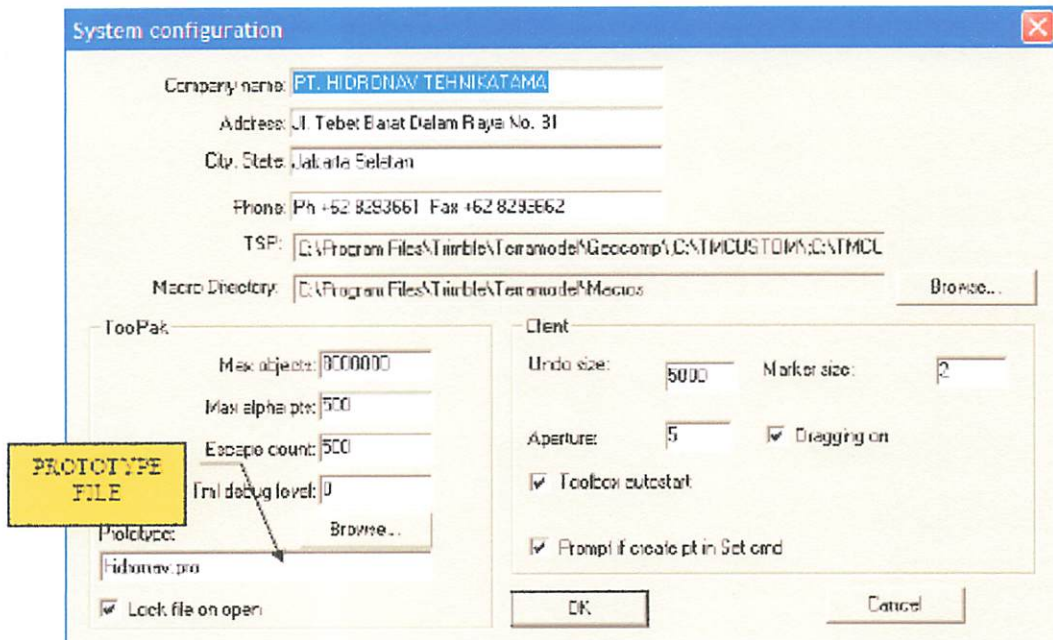


Gambar 3.1 Icon Terramodel

III.6.2 Import Point Data ACSII Citra Lidar.

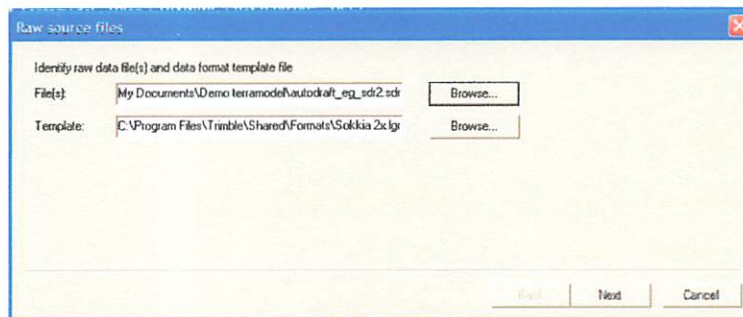
Sebelum memulai proses pekerjaan ini terlebih dahulu kita membuat project apapun, buatlah project yang akan dipakai sebagai prototype, dalam project ini Anda bisa mengatur segala macam setting yang ada di Terramodel. Anda bisa mengatur satuan unit, nama-nama layer, warna, skala, dsb. Setelah file prototype anda jadi, masukkan kedalam sistem Terramodel Anda dengan cara File → System configuration → system.

Pada bagian prototype dibagian kiri bawah layar, klik browse dan pilih project prototype anda.



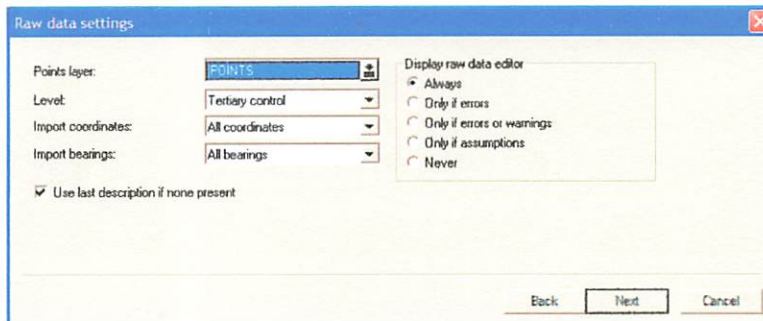
Gambar 3.2 Sistem Configurasi Setting

Anda bisa mengimport maupun mengekspor segala macam object ke Terramodel. Ada beberapa format yang sudah tersedia, namun jika belum ada Anda bisa membuat sendiri sesuai dengan default yang Anda inginkan dan dengan template format yang sudah tersedia, antara lain (ASCII, dwg/dxf, micro station, sokkia, Leica, nikon, dan yang lainnya)



Gambar 3.3 Raw Source Files

Pada kolom file(s) klik browse dan pilih file autodraft_eg_sdr2.sdr. Klik next , sampai ke window raw data setting.



Gambar 3.4 Raw Data Setting

Isikan kolom-kolom tersebut seperti di atas. Lanjutkan klik next sampai dengan finish. Secara otomatis layar RDE (Raw Data Editor) akan muncul. Tutup layar tersebut dan layar Terramodel akan muncul.

Ini adalah bentuk data yang akan Anda dapatkan Anda bisa mengimpor dari format yang lain dan step-step selanjutnya akan disesuaikan dengan atribut-atribut yang sesuai dengan format tersebut.

Data Citra LIDAR yang berupa titik tinggi (x, y, z) disimpan dalam file yang berformat Text, dan dapat dibuka dengan aplikasi Notepad. Data Citra LIDAR yang dipergunakan terdiri dari 3 File ASCII, yaitu :

1. MGM_DTM_138 yang merupakan DTM awal.

Langkah yang dilakukan untuk mengimpor point data lidar kedalam ASCII yaitu:

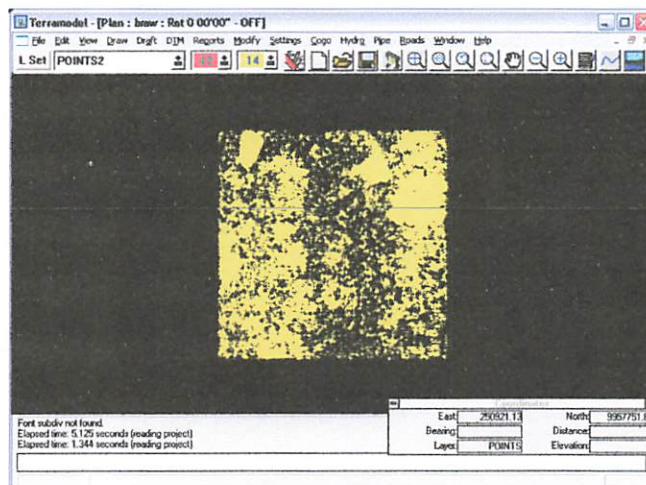
1. klik **file – download/import – ASCII point** seperti pada gambar 3.5.
2. Kemudian pada tampilan **Point Source File** untuk memasukan file ASCII yang telah kita persiapkan seperti pada gambar 3.6, kemudian kita klik **browse** seperti yg terlihat pada gambar 3.7, sebagai contoh saya persiapkan file berformat CSV yang didalam file tersebut telah saya masukan point koordinat X, Y dan Z.

urutan koordinat dari X, Y dan Z, maka untuk data ordernya kita rubah menjadi P E N Z tanpa kita masukan Description (*D*).



Gambar 3.8 Bentuk Tampilan View file contents

2. Kemudian kita klik *Next* pada bagian setelah *View file contents* kita hanya mengatur layer untuk kita menempatkan point data kita. Setelah kita yakin dengan layer yang kita inginkan langkah selanjutnya klik lagi *Next*.
5. Pada Point *Descriptor Expansion* kita lanjut dengan meng klik *Next*, kemudian akan tampil *Import Summary* klik *Import – Finish*.
6. Hasil akan tampak seperti gambar dibawah ini:



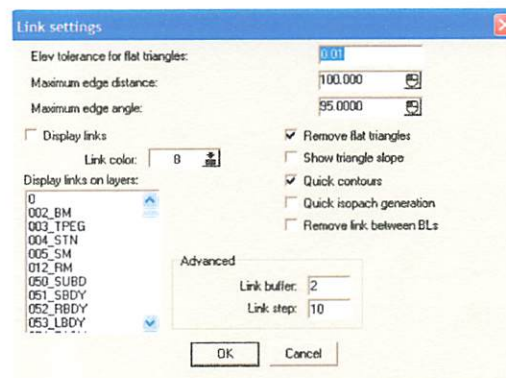
Gambar 3.9 Bentuk Tampilan Point didalam Terramodel

III.6.3. Proses Pembuatan kontur

1. Mengatur Setting TIN

Untuk mengatur setting TIN dari object, dilakukan tahapan sebagai berikut:

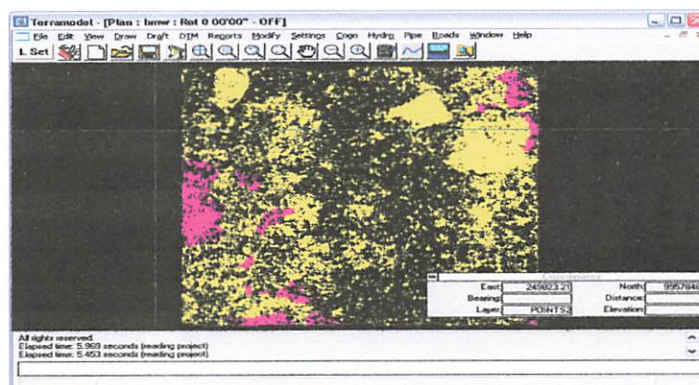
1. Klik Setting → Link setting



Gambar 3.10 Link Setting Untuk Mengatur TIN

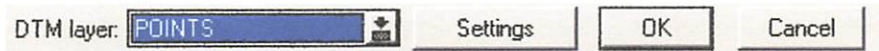
Catatan: kontur yang bisa dibuat adalah kontur yang bisa diproses TIN

2. Isi Link setting seperti pada layar, klik OK
3. Pada obyek, pilih menu DTM, klik DTM Edge, klik kanan pada layar pilih All, klik OK
4. Maka akan muncul boundary obyek.



Gambar 3.11 Boundary Object Untuk Membuat Kontur

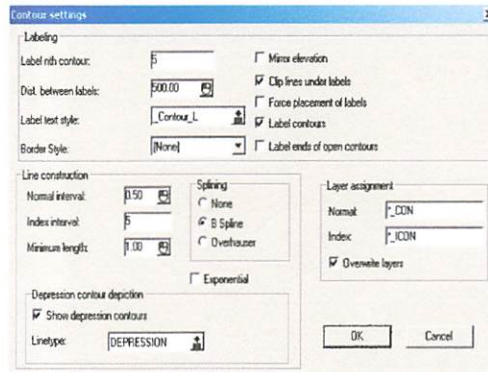
5. Dari menu DTM pilih Generate contour.



Gambar 3.12 DTM Toolbar

6. Pada DTM layer isi dengan layer yang yang berisi titik data

7. Klik setting



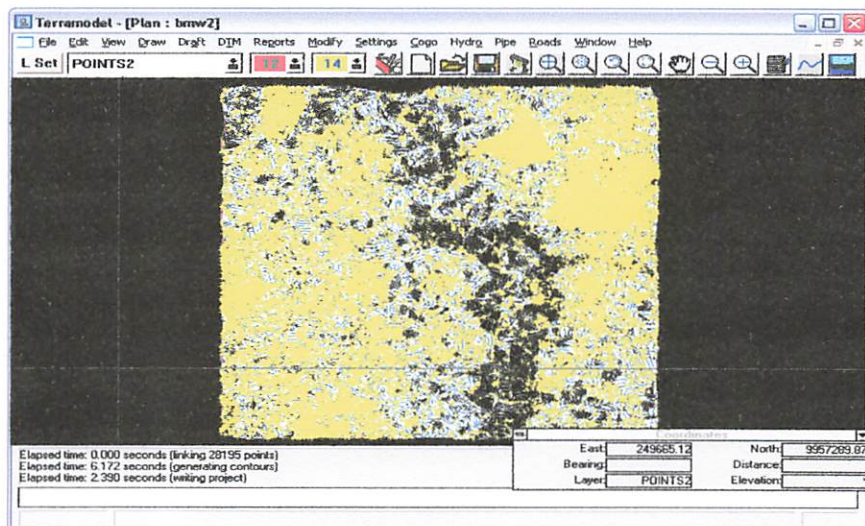
Keterangan gambar : Gambar 3.13 DTM Layer Setting

- Label nth contour adalah : pemberian label tiap n kontur
- Dist. Between label : jarak label dalam satu kontur
- Label text style : tipe huruf untuk label
- Border style : jenis border dari label (jika tidak perlu, isi none)
- Normal interval: kontur minor
- Index interval : $n \times$ kontur minor, jika diisi 5 maka berarti tiap 5 kontur minor terdapat satu kontur mayor.
- Layer assignment: layer yang akan digunakan untuk menyimpan kontur minor dan mayor. Layer ini harus diisi, jika tidak maka contouring tidak bisa dilakukan.
- Normal : *_ (minor).

- Index : * _.... (mayor).
- Klik OK

8. Klik OK pada tombol di bawah layar

9. Kontur akan langsung muncul pada layar

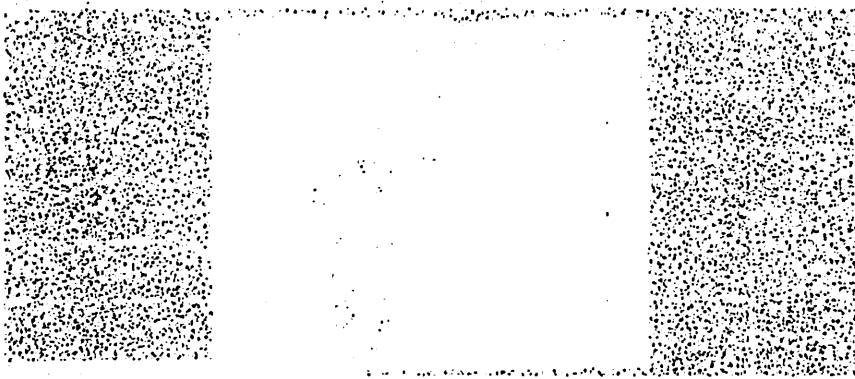


Gambar 3.14 Tampilan kontur

III.6.4 Perhitungan Volume Galian & Timbunan

Perhitungan volume berdasarkan DTM dari citra LIDAR dapat dilakukan dengan metode, antara lain:

1. Model Surface to Datum, perhitungan volume di antara DTM dan Elevasi Datum.
2. Model Surface to Surface, perhitungan volume di antara 2 DTM.
3. Perhitungan Volume berdasarkan perbedaan kontur.
4. Perhitungan Volume dengan metode penampang (Cross section)



1. Perhitungan Volume dari Surface to Datum

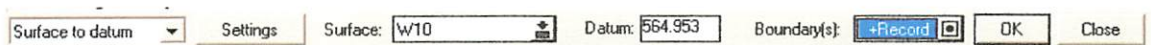
Perhitungan volume dengan metode Surface to Datum diawali dengan penentuan Datum pada setiap file ASCII atau DTM yang diimport. Masing-masing file ASCII yang diimport harus ditentukan sama nilai Datumnya, sehingga dapat dihitung selisih volume dari setiap DTM. Nilai dari selisih volume yang didapat merupakan nilai dari volume perencanaan.

- ❖ Langkah kerja perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada file ASCII dengan penentuan nilai Datum sebesar 50 dan dengan nama Layer POINTS sebagai berikut:

1. Masuk ke Menu: **DTM** □ **EARTHWORK REPORT**

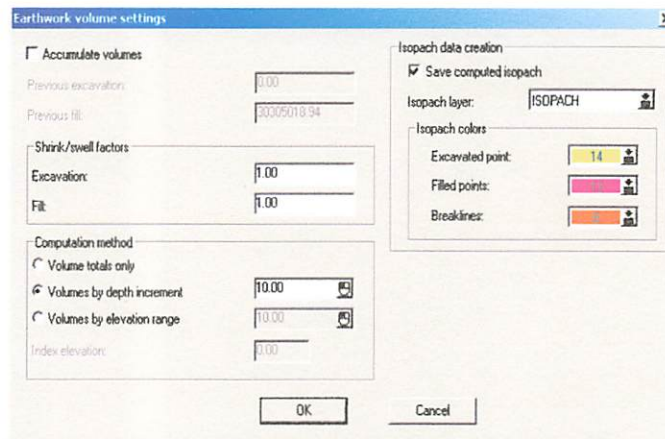
Untuk menu ini Anda perlu membuat boundary sebelumnya, bisa ditentukan melalui perintah DTM Edge atau bisa ditentukan dengan membuat polyline tertutup secara manual.

2. Setelah itu akan muncul tampilan seperti gambar 3.17 dibawah ini:



Gambar 3.15 Command Line Untuk Surface to Datum

3. Pada kolom sebelah kiri terdapat angka panah kecil, klik dan pilih Surface to datum
4. setting: untuk mengatur volume yang akan dihitung
5. Surface : isikan layer yang berisi titik-titik data (W10)
6. datum: data berdasarkan titik ketinggian yang ditetapkan
7. DTM: biasa digunakan untuk menghitung striping, cut 'n fill
8. Pilih menu Setting dan atur Menu Settingnya:



Gambar 3.16 Menu eartwork Volume setting

Keterangan gambar:

- Shrink/swell factors: angka-angka pembeding cut 'n fill
- Accumulate volumes: digunakan untuk akumulasi hitungan akhir (biasanya dioff-kan)
- Volumes by depth increment: volume berdasarkan tingkat kedalaman
- Volumes by elevation range: volume berdasarkan perbedaan elevasi
- Save computed isopach: secara otomatis menghitung isopach layer
- Layer isopach harus diberi nama, Klik OK

9. Pada kolom surface, isi layer yang berisi titik data (W10)

10. Pada kolom datum isi datum referensi yang diinginkan, misal dari datum 564.953

11. Pada boundary klik boundari yang sudah dibuat sebelumnya.

12. Kemudian klik OK

13. Maka nilai volume akan dihitung dan ditampilkan dalam dokumen tersendiri.

Document - P3Pad

File Edit View Insert Format

Course New (Western) 10

Where the DTM surface is below the datum the volume is reported as excavation.

Shrinkage/swell factors: Excavation 1.0000 Fill 1.0000

DTM Surface Layer Name	Number of Points	Datum Elevation
POINTS2	28,195	100.000

Depth Range (m)	Cut Volume (Cu. m.)	Fill Volume (Cu. m.)
-20.000 > -10.000	62,373.27	
-10.000 > 0.000	1,932,824.05	
0.000 > 10.000		5,297,780.05
10.000 > 20.000		3,458,436.13
20.000 > 30.000		1,823,991.91
30.000 > 40.000		671,345.80
40.000 > 50.000		203,473.74
50.000 > 60.000		57,808.71
60.000 > 70.000		2,051.51

Excavation Volume Beneath Datum (Cu. m.)	Fill Volume Above Datum (Cu. m.)
1,995,197.32	11,514,887.96

Net Difference: 9,519,690.64 Cu. m. excess volume above datum

Gambar 3.17 Hasil perhitungan Galian dan timbunan

- Anda bisa mencoba ketiga tipe perhitungan volume yang terapat pada earthwork volume setting (volume totals only, volume by depth increment, volume by elevation range)
- Untuk mengetahui elevasi terendah dari surface Anda, bisa diketahui dari menu DTM DTM statistic. Pada DTM layer , isi layer yang berisi data Anda, klik OK
- Diatas command line akan terdapat tulisan highest level dan lowest level, difference, dan averagenya..

2. Perhitungan Volume dengan metode penampang (Cross section).

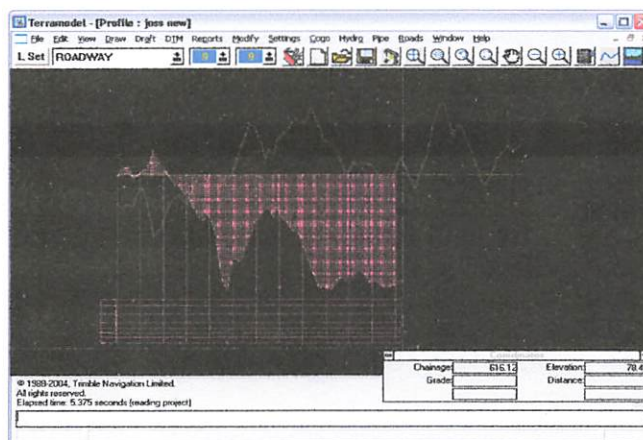
Langkah kerja untuk perhitungan volume dengan metode penampang (Cross Section) sebagai berikut :

- Pada Menu Draw pilih Pline → Line.
- Kemudia gambar section yang ingin anda ketahui profilnya.
- Kemudian dari DTM → Create Profile



Gambar 3.18 Menu DTM Create Profile

- Pada kolom HAL Klik garis yang telah anda buat, pada kolom Store On beri layer baru.
- Klik setting, Ok.
- Untuk melihat profile yang telah dibuat, buka menu Window Kemudian pilih Profile.
- Garis yang anda buat akan tampil dimenu tersebut.



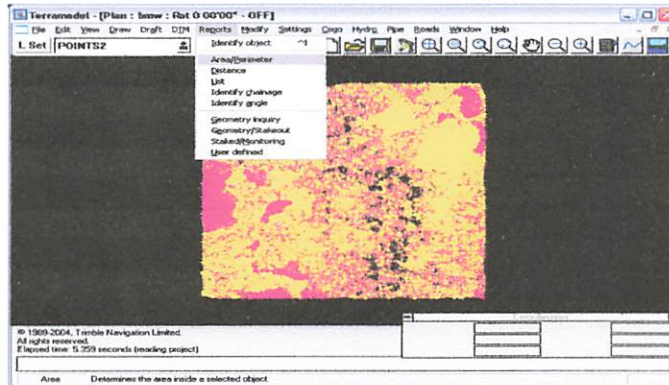
Gambar 3.19 Gambar Profile

III.6.5 Proses Perhitungan Area Luasan/Clearing.

Perhitungan luas suatu daerah sangat penting, karena ukuran luas tersebut akan digunakan untuk mengetahui besarnya cakupan lahan pertambangan batubara. Tujuan lain dari perlunya perhitungan luas adalah untuk menentukan ukuran luasan yang akan diratakan ataupun diperkeras serta penentuan untuk hitungan volume pekerjaan tanah.

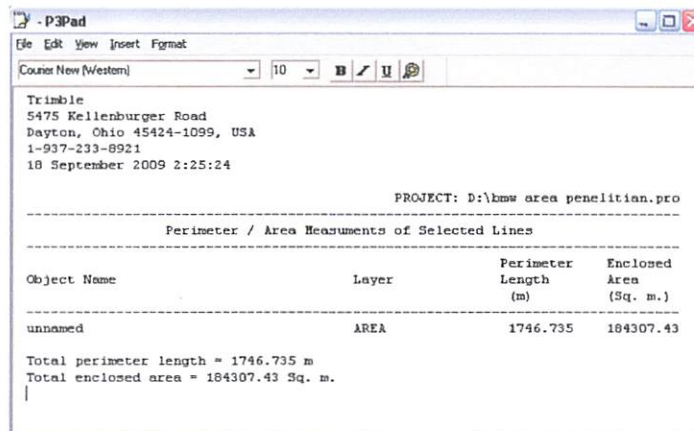
Untuk menentukan luas suatu area maupun batasan profil/irisan tegak/penampang tanah dan garis proyek dapat dilakukan dengan:

1. Klik Report → Area/Paramete, atau tekan P pada keyboard.



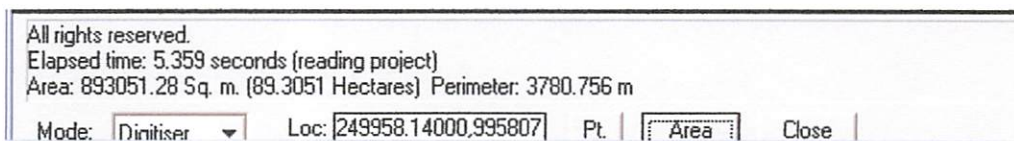
Gambar 3.20 Menu Perhitungan area.

2. Pada menu mode pilih digitizer, klik Loc arahkan kursor ke tempat awal lokasi yang akan dihitung dan lanjutkan pada titik berikutnya sampai pada titik terakhir kemudian klik area.



Gambar 3.21 Hasil Perhitungan area.

5. Pada menu command akan keluar hasil dari luasan yang diinginkan.



Gambar 3.22 Menu hasil perhitungan area.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari proses pekerjaan pada Tugas Akhir ini adalah Perhitungan Volume Penambangan Batubara di Desa Tanjung Belit Kecamatan Barito Hulu Kabupaten Muara Tewe Propinsi Kalimantan Tengah dengan menggunakan program Terramodel 10.4

IV.1 Hasil Pengolahan Citra LIDAR.

Pengolahan data LIDAR dalam ASCII file bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan volume, karena file ASCII LIDAR terdiri dari ribuan titik tinggi (Spot Height) sehingga sangat teliti sekali dalam upaya penginformasian elevasi dari setiap objek yang ada di permukaan bumi.

Pada penelitian ini dalam proses pengolahan data LIDAR dalam ASCII file sampai pada proses perhitungan volume digunakan perangkat lunak Trimble Terramodel 10.4 untuk pelaksanaan perhitungan volume. Penelitian ini memanfaatkan Data primer berupa 1 set citra LIDAR yang telah dipecah antara Image dan Spot Height-nya untuk dapat dipergunakan selanjutnya sebagai DEM (Digital Elevation Model).



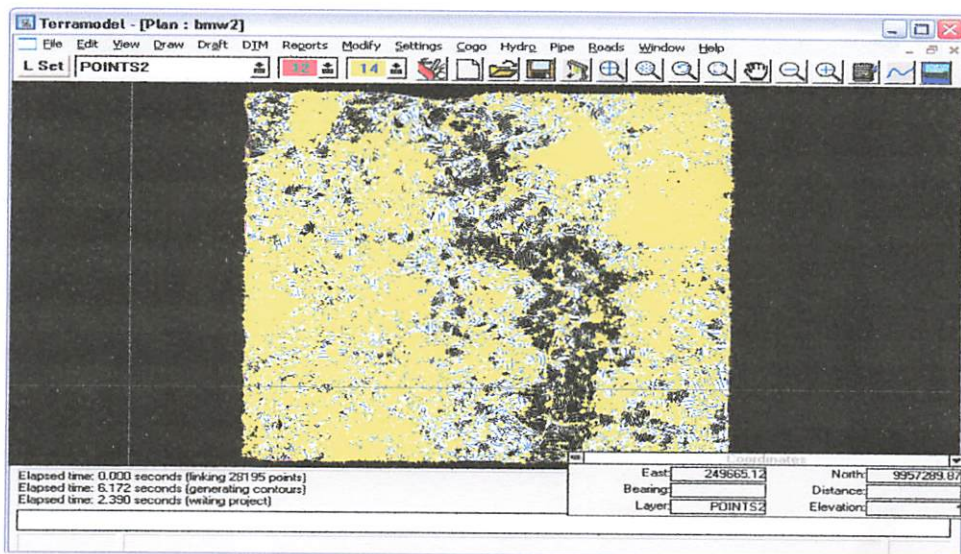
Gambar 4.1 Image Citra LIDAR

IV.2. Hasil Penggambaran Kontur

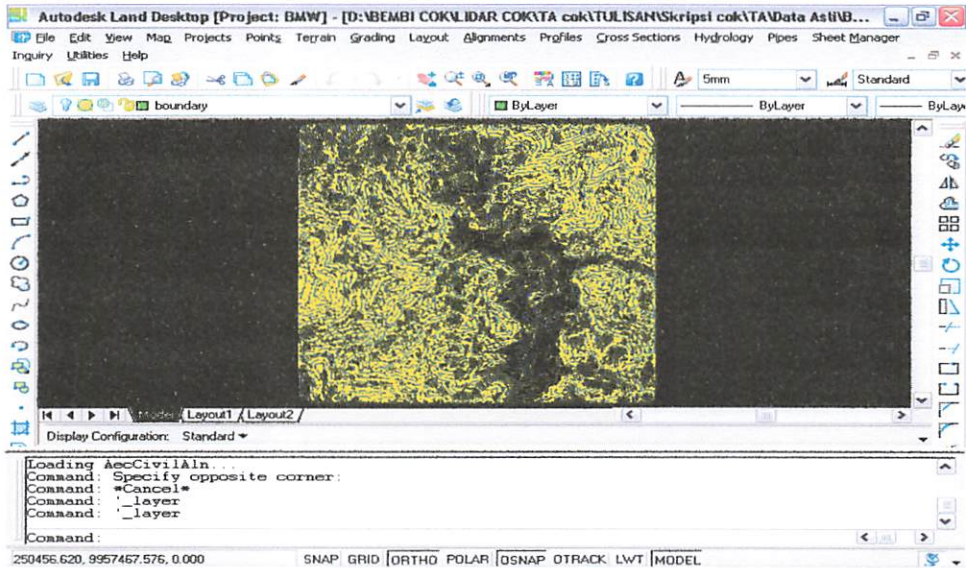
Pada penggambaran kontur, penggunaan perangkat lunak Terramodel 10.4 dan citra LIDAR adalah Dapat meningkatkan efisiensi waktu karena Citra LIDAR sudah berupa data Digital Elevation Model (DEM) atau x,y dan z yang kemudian dapat dikonturing oleh perangkat lunak Terramodel 10.4, maka secara otomatis akan ditampilkan titik – titik koordinat tersebut pada layar. Titik – titik itulah yang dijadikan acuan untuk penggambaran kontur.

Selain efisien perangkat lunak Terramodel 10.4 juga efektif, karena bisa menghindari adanya perpotongan antar kontur dan mengatur tingkat kehalusan kontur sesuai dengan keinginan, melalui satu menu program yaitu DTM dan sub menu generade countur. Sehingga hanya dengan sekali pengaturan di perangkat lunak, kontur yang di inginkan akan tergambar dengan baik.

Pada perangkat lunak terramodel Kontur yang dihasilkan lebih rapat, sedangkan pada Autodesk Land Desktop tidak serapat pada Terramodel.



Gambar 4.2 Hasil Penggambaran Kontur Pada Terramodel 10.4



Gambar 4.2 Hasil Penggambaran Kontur Pada Autodesk Land Desktop 2004.

IV.3 Hasil Perhitungan Volume Galian Dan Timbunan

Dari hasil penelitian yang didapat dengan menggunakan perangkat lunak Terramodel 10.4 pada pekerjaan perhitungan volume penambangan batubara.

Hasil dari penelitian tugas akhir ini

- Dengan menggunakan metode surface to datum didapat hasil volume galian sebesar 1.801.531,38 m³.

95.000 > 100.000	16,068.03	0.00
100.000 > 105.000	61,902.83	0.00
105.000 > 110.000	116,470.30	0.00
110.000 > 115.000	163,439.22	0.00
115.000 > 120.000	239,421.98	0.00
120.000 > 125.000	353,998.82	0.00
125.000 > 130.000	478,911.65	0.00
130.000 > 135.000	369,906.53	0.00
135.000 > 140.000	0.00	0.00
140.000 > 145.000	0.00	0.00
145.000 > 150.000	0.00	0.00
150.000 > 155.000	0.00	0.00
155.000 > 160.000	0.00	0.00
160.000 > 163.530	0.00	0.00
Excavation Volume		Fill Volume
Beneath Datum (Cu. m.)		Above Datum (Cu. m.)
-----		-----
1,801,531.38		0.00
Net Difference: 1,801,531.38 Cu. m. excess volume beneath datum		

Gambar 4.3 Hasil perhitungan galian timbunan

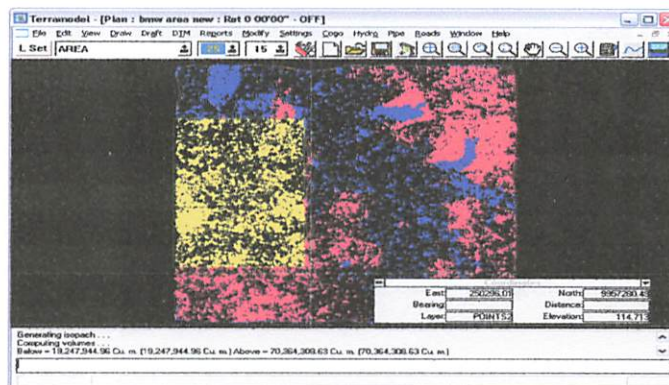
- Dengan menggunakan metode penampang (cross section) didapat hasil volume galian sebesar = 4.595.811,43 m³

Station	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right
780.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
790.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
800.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
810.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
820.000:1	5275.89	0.00	0.00	53859.45	0.00	0.00	53859.45	0.00
830.000:1	4267.54	0.00	0.00	47717.17	0.00	0.00	47717.17	0.00
840.000:1	3259.20	0.00	0.00	37633.73	0.00	0.00	37633.73	0.00
850.000:1	2250.86	0.00	0.00	27550.28	0.00	0.00	27550.28	0.00
860.000:1	1242.51	0.00	0.00	17466.84	0.00	0.00	17466.84	0.00
870.000:1	234.17	0.00	0.00	7383.39	0.00	0.00	7383.39	0.00
----- TOTALS -----								
EARTH	4595811.43 Cu. m.							
Fill	0.00 Cu. m.							
Cut	4595811.43 Cu. m.							
Unsuitable	0.00 Cu. m.							
--- TOTAL	4595811.43 Cu. m.							
WASTE	4595811.43 Cu. m.							

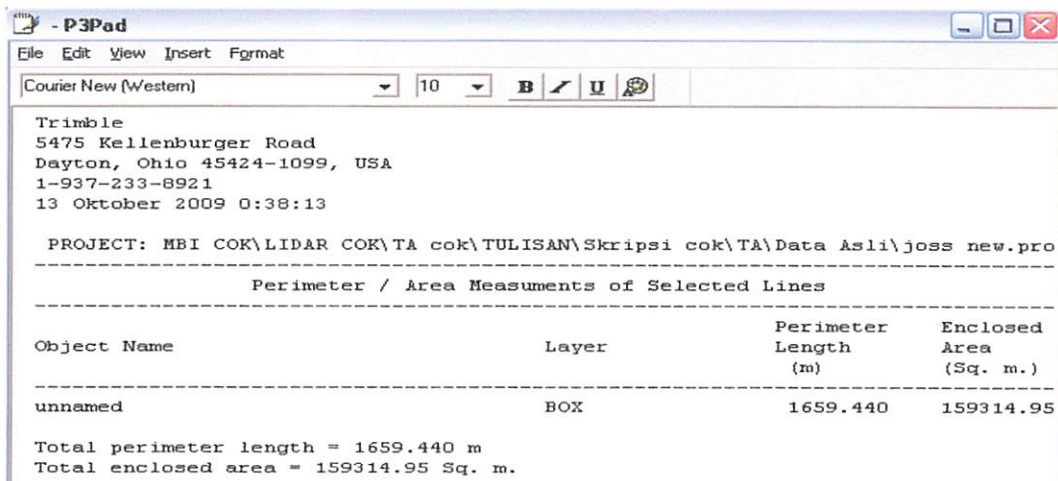
Gambar 4.4 Hasil perhitungan Dengan metode penampang (Cross Section)

IV.4 Hasil Perhitungan Area Luasan Clearing

Dari hasil perhitungan area luasan clearing daerah penelitian adalah Seluas 159.314,95 Ha (1,6 Km.).



Gambar 4.5 Area Luasan Clearing Lokasi Penelitian



Gambar 4.6 Hasil Perhitungan Area Luasan clearing

IV.5 Pengujian Kualitas Hitungan

Pengujian ketelitian bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan volume yang telah didapat dengan hasil perhitungan volume yang akan diperoleh dengan menggunakan alat yang berbeda. Dalam penelitian ini hasil perhitungan volume yang didapat diperoleh dengan melakukan metode perhitungan volume pada Terramodel 10.4 dan akan dibandingkan atau dianalisa uji ketelitian hasil perhitungan volume tersebut dengan menggunakan Autodesk Land Desktop 2004, dengan metode perhitungan volume dan sumber data yang sama.

Berikut adalah perbandingan hasil perhitungan volume dengan metode Surface to Datum (volume di antara single DTM dan elevasi datum) dan metode penampang (Cross Section) antara Terramodel 10.4 dan Autodesk Land Desktop 2004.

Hasil Perhitungan volume dengan metode Surface to Datum dengan Menggunakan Terramodel 10.4 dan Autodesk Land Desktop :

Uji kualitas hitungan antara Teramodel dengan Autodesk Land Desktop 2004:

- Perhitungan Volume dengan menggunakan perangkat lunak Terramodel 10.4 Dengan Metode surface to Datum sebesar = $1.801.531,38 \text{ m}^3$
- Perhitungan Volume menggunakan perangkat lunak Autodesk Land Desktop 2004 Dengan Metode surface to datum sebesar = $1.537.204 \text{ m}^3$

Berikut adalah perbandingan kualitas perhitungan volume dengan metode penampang (Cross Section) dengan menggunakan Terramodel 10.4 dan Autodesk Land Desktop 2004 :

- Perhitungan Volume menggunakan perangkat lunak Terramodel 10.4 dengan metode penampang (Cross Section) = $.4.595.811,43 \text{ m}^3$
- Perhitungan Volume menggunakan perangkat lunak Autodesk Land Desktop 2004 dengan metode penampang (Cross Section) = $4.359.563 \text{ m}^3$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. Data LIDAR digunakan untuk aplikasi-aplikasi pemetaan antara lain penginderaan jauh, untuk pemetaan topografi dan bathimetri kemudian juga untuk perhitungan volume (cutt&fill) tambang batubara. Dalam hal ini data hasil pemrosesan dengan sistem LIDAR digunakan untuk perhitungan volume (cutt&fill) tambang batubara banyak dimanfaatkan untuk:
 - a) Perhitungan volume galian dan timbunan (cutt&fill) tambang batubara.
 - b) Perhitungan area luasan clearing tambang batubara.
 - c) Memperoleh gambaran topografi wilayah tambang sebelum dilakukan kegiatan penambangan batubara baru.
 - d) Efisiensi kegiatan survey lapangan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan didalam kegiatan penambangan batubara lebih mudah.
2. Hasil dari penelitian tugas akhir ini dengan menggunakan metode surface to datum didapat hasil volume galian = 1.801.531,38 m³.
3. Perhitungan Volume menggunakan perangkat lunak Autodesk Land Desktop 2004 Dengan Metode surface to datum sebesar = 1.537.204 m³. Persentase perbedaan volume dengan menggunakan perangkat lunak antara Terramodel 10.4 dan Autodesk Land Desktop 2004 = :2,6432%
4. Perhitungan volume dengan menggunakan perangkat lunak antara Terramodel 10.4 dengan menggunakan metode penampang (cross section) didapat hasil volume galian sebesar = 4.595.811,43 m³

- 5 Perhitungan Volume menggunakan perangkat lunak Autodesk Land Desktop 2004 dengan metode penampang (Cross Section) = $4.359.563 \text{ m}^3$
- 6 Dari hasil perhitungan area luasan clearing daerah penelitian adalah 159.314,95 Ha (1,6 Km.).
- 7 Pengklasifikasian citra LIDAR dapat dibedakan dengan mudah antara citra LIDAR rekaman permukaan tanah (Ground) dan data citra LIDAR rekaman bukan permukaan tanah (Non-Ground).
- 8 Semakin banyak titik yang terekam pada citra LIDAR akan meningkatkan kualitas penghitungan volume tanah.
- 9 Perekaman pada data citra LIDAR pada permukaan tanah yang relatif datar akan menghasilkan hitungan volume tanah semakin teliti (nilai penyimpangan hitungan volumenya semakin rendah).
- 10 Citra LIDAR rekaman dari permukaan tanah yang lebih bervariasi akan menghasilkan hitungan volume yang lebih teliti (nilai penyimpangan hitungan volume lebih besar).
- 11 Penghitungan volume tambang batubara dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Terramodel 10.4 karena kecepatannya dalam menginput dan memodifikasi banyak titik.

V.2 Saran

Saran dari hasil penelitian tentang pemanfaatan data koordinat citra LIDAR untuk perhitungan volume batubara adalah :

- 1 Untuk melakukan pengukuran pada area yang luas dan memiliki sedikit tutupan lahan atau cenderung gundul, disarankan untuk memanfaatkan citra LIDAR, karena kerapatan dan ketelitian antar titik yang dihasilkan sangat tinggi.

2. Hasil yang diperoleh perlu dikaji ulang dengan perangkat lunak lain yang memiliki fasilitas penghitungan volume, sehingga dapat diperbandingkan dan diperoleh tingkat ketelitian dan akurasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Airborne Laser (LIDAR) and Digital Imagery Survey System, 2008, lantabura.com**
- Fujiono. Hendro, Ishlah. Teuku, *Evaluasi Konservasi sumberdaya Batubara*, 2004.**
- GeoSpatial Solutions LIDAR Mapping and Digital Imaging, 2008, www.merrick.com**
- Habib, A, 2007, *Advanced Photogrammetric and Ranging Techniques*, University of Calgary.**
- Heriawan, Mohammad Nor, *Modul kuliah Evaluai Cadangan Batubara*, Departemen Teknik Pertambangan ITB, 2004.**
- Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT-UGM. Email: harintaka@ugm.ac.id
<http://www.harintaka.staff.ugm.ac.id>**
- Leica Geosystems, 2007, *LIDAR Technology and the Leica ALS50-II*.**
- NHK-8401@min.eng.unlam.Bjb 2002-2004, *Bahan Kuliah Teknik pertambangan*, Departemen Teknik Pertambangan UNLAM, 2004.**
- Tutorial AutoCAD Land Desktop Civil 3D 2008, *Enhance Cross Section Application Engineer*, 2007.**
- Sosrodarsono. S., (2005). *Pegukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*. Kresna Prima Persada, Jakarta.**
- Yuwono. M., (2004). *Pendidikan Dan Pelatihan (Diklat)Teknis Pengukuran Dan Pemetaan Kota*. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.**

LAMPIRAN

PETA KONTUR



Skala 1 : 3000

LEGENDA

ELEVASI

KONTUR MAYOR

KONTUR MINOR

CROSS SECTION

KOORDINAT GRID

LOKASI PENELITIAN

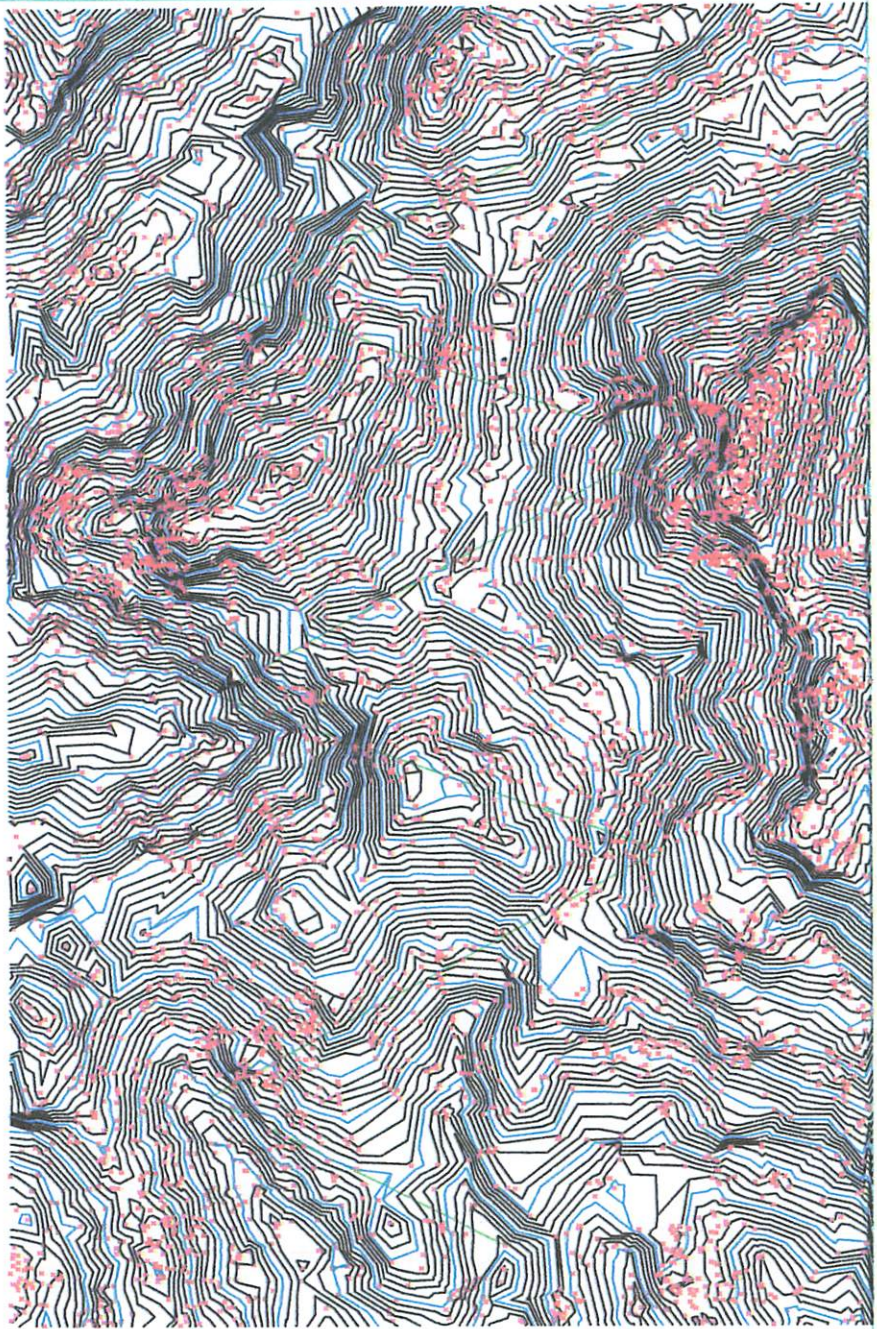
Desa Tanjungbelit
Kecamatan Barito Hulu
Kabupaten Kutai Timur
Provinsi Kalimantan Tengah

JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2009

DIGAMBAR :

DIPERIKSA :

DISETUJUI :



274.750
275.000
275.250
275.500
275.750
276.000
276.250

9.871.750
9.871.500
9.871.250
9.871.000
9.870.750
9.870.500
9.870.250
9.870.000
9.869.750
9.869.500
9.869.250
9.869.000

SURFACES Volume				Acm Volume		
Chainage	Cut	Fill	Unsuit.	Cut	Fill	Unsuit.
Total	Cut	Fill	Unsuit.	Acm Tot	Corr	Curve
0.000:1	0.00		0.00		0.00	
10.000:1	5496.00		0.00	0.00	27480.00	0.00
0.00	27480.00	27480.00	0.00	0.00	27480.00	*
20.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	82440.00	0.00	0.00	82440.00	*
30.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	137400.00	0.00	0.00	137400.00	*
40.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	192360.00	0.00	0.00	192360.00	*
50.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	247320.00	0.00	0.00	247320.00	*
60.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	302280.00	0.00	0.00	302280.00	*
70.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	357240.00	0.00	0.00	357240.00	*
80.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	412200.00	0.00	0.00	412200.00	*
90.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	467160.00	0.00	0.00	467160.00	*
100.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	522120.00	0.00	0.00	522120.00	*
110.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	577080.00	0.00	0.00	577080.00	*
120.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	632040.00	0.00	0.00	632040.00	*
130.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	687000.00	0.00	0.00	687000.00	*
140.000:1	5496.00		0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.00	741960.00	0.00	0.00	741960.00	*
150.000:1	886.61		0.00	0.00	31913.04	0.00

0.00	31913.04773873.04	0.00	0.00773873.04	*
160.000:1	2075.11	0.00	0.00 14823.56	0.00
0.00	14823.56788696.59	0.00	0.00788696.59	*
170.000:1	4223.30	0.00	0.00 31492.06	0.00
0.00	31492.06820188.66	0.00	0.00820188.66	*
180.000:1	6371.50	0.00	0.00 52974.02	0.00
0.00	52974.02873162.67	0.00	0.00873162.67	*
190.000:1	8519.69	0.00	0.00 74455.97	0.00
0.00	74455.97947618.64	0.00	0.00947618.64	*
200.000:1	9775.97	0.00	0.00 91478.30	0.00
0.00	91478.301039096.94	0.00	0.001039096.94	*
210.000:1	10637.82	0.00	0.00102068.94	0.00
0.00102068.941141165.89		0.00	0.001141165.89	*
220.000:1	10992.00	0.00	0.00108149.12	0.00
0.00108149.121249315.00		0.00	0.001249315.00	*
230.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.001359235.00		0.00	0.001359235.00	*
240.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.001469155.00		0.00	0.001469155.00	*
250.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.001579075.00		0.00	0.001579075.00	*
260.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.001688995.00		0.00	0.001688995.00	*
270.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.001798915.00		0.00	0.001798915.00	*
280.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.001908835.00		0.00	0.001908835.00	*
290.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.002018755.00		0.00	0.002018755.00	*
300.000:1	10144.23	0.00	0.00105681.16	0.00
0.00105681.162124436.16		0.00	0.002124436.16	*
310.000:1	8026.26	0.00	0.00 90852.47	0.00
0.00	90852.472215288.63	0.00	0.002215288.63	*
320.000:1	3091.41	0.00	0.00 55588.37	0.00

0.00	55588.372270877.00	0.00	0.002270877.00	*
	330.000:1 5496.00	0.00	0.00-200381.87	0.00
0.00	-200381.872070495.13	0.00	0.002070495.13	*
	340.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002125455.13	0.00	0.002125455.13	*
	350.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002180415.13	0.00	0.002180415.13	*
	360.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002235375.13	0.00	0.002235375.13	*
	370.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002290335.13	0.00	0.002290335.13	*
	380.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002345295.13	0.00	0.002345295.13	*
	390.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002400255.13	0.00	0.002400255.13	*
	400.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002455215.13	0.00	0.002455215.13	*
	410.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002510175.13	0.00	0.002510175.13	*
	420.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002565135.13	0.00	0.002565135.13	*
	430.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002620095.13	0.00	0.002620095.13	*
	440.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002675055.13	0.00	0.002675055.13	*
	450.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00	54960.002730015.13	0.00	0.002730015.13	*
	460.000:1 3986.88	0.00	0.00 47414.38	0.00
0.00	47414.382777429.51	0.00	0.002777429.51	*
	470.000:1 5432.82	0.00	0.00 47098.49	0.00
0.00	47098.492824528.00	0.00	0.002824528.00	*
	480.000:1 4835.86	0.00	0.00-279274.56	0.00
	0.00-279274.562545253.44	0.00	0.002545253.44	*

490.000:1	2440.24	0.00	0.00	36380.48	0.00
0.00	36380.482581633.91	0.00	0.00	2581633.91	*
500.000:1	3543.49	0.00	0.00	29918.62	0.00
0.00	29918.622611552.53	0.00	0.00	2611552.53	*
510.000:1	4646.74	0.00	0.00	40951.15	0.00
0.00	40951.152652503.68	0.00	0.00	2652503.68	*
520.000:1	5496.00	0.00	0.00	50713.71	0.00
0.00	50713.712703217.39	0.00	0.00	2703217.39	*
530.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.002758177.39	0.00	0.00	2758177.39	*
540.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.002813137.39	0.00	0.00	2813137.39	*
550.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.002868097.39	0.00	0.00	2868097.39	*
560.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.002923057.39	0.00	0.00	2923057.39	*
570.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.002978017.39	0.00	0.00	2978017.39	*
580.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.003032977.39	0.00	0.00	3032977.39	*
590.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.003087937.39	0.00	0.00	3087937.39	*
600.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.003142897.39	0.00	0.00	3142897.39	*
610.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00
0.00	54960.003197857.39	0.00	0.00	3197857.39	*
620.000:1	3916.04	0.00	0.00	-109403.29	0.00
	0.00-109403.293088454.10	0.00	0.00	3088454.10	*
630.000:1	9085.92	0.00	0.00	65009.80	0.00
0.00	65009.803153463.90	0.00	0.00	3153463.90	*
640.000:1	10992.00	0.00	0.00	100389.60	0.00
0.00	100389.603253853.49	0.00	0.00	3253853.49	*
650.000:1	10992.00	0.00	0.00	109920.00	0.00

0.00109920.003363773.49	0.00	0.003363773.49	*
660.000:1 10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.003473693.49	0.00	0.003473693.49	*
670.000:1 10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.003583613.49	0.00	0.003583613.49	*
680.000:1 10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.003693533.49	0.00	0.003693533.49	*
690.000:1 10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.003803453.49	0.00	0.003803453.49	*
700.000:1 10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00
0.00109920.003913373.49	0.00	0.003913373.49	*
710.000:1 6953.84	0.00	0.00 89729.22	0.00
0.00 89729.224003102.71	0.00	0.004003102.71	*
720.000:1 1142.81	0.00	0.00 40483.26	0.00
0.00 40483.264043585.97	0.00	0.004043585.97	*
730.000:1 5496.00	0.00	0.00-79065.39	0.00
0.00-79065.393964520.57	0.00	0.003964520.57	*
740.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00 54960.004019480.57	0.00	0.004019480.57	*
750.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00 54960.004074440.57	0.00	0.004074440.57	*
760.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00 54960.004129400.57	0.00	0.004129400.57	*
770.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00 54960.004184360.57	0.00	0.004184360.57	*
780.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00 54960.004239320.57	0.00	0.004239320.57	*
790.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00 54960.004294280.57	0.00	0.004294280.57	*
800.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00 54960.004349240.57	0.00	0.004349240.57	*
810.000:1 5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00
0.00 54960.004404200.57	0.00	0.004404200.57	*
820.000:1 5275.89	0.00	0.00 53859.45	0.00

0.00	53859.454458060.02	0.00	0.004458060.02	*
	830.000:1 4267.54	0.00	0.00 47717.17	0.00
0.00	47717.174505777.19	0.00	0.004505777.19	*
	840.000:1 3259.20	0.00	0.00 37633.73	0.00
0.00	37633.734543410.91	0.00	0.004543410.91	*
	850.000:1 2250.86	0.00	0.00 27550.28	0.00
0.00	27550.284570961.19	0.00	0.004570961.19	*
	860.000:1 1242.51	0.00	0.00 17466.84	0.00
0.00	17466.844588428.03	0.00	0.004588428.03	*
	870.000:1 234.17	0.00	0.00 7383.39	0.00
0.00	7383.394595811.43	0.00	0.004595811.43	*

----- TOTALS -----

EARTH 4595811.43 Cu. m.

 Fill 0.00 Cu. m.

Cut 4595811.43 Cu. m.

Unsuitable 0.00 Cu. m.

-- TOTAL -----

WASTE 4595811.43 Cu. m.

SURFACE TO DATUM VOLUME REPORT

Trimble
5475 Kellenburger Road
Dayton, Ohio 45424-1099, USA
1-937-233-8921

Project: D:\BEMBI\LIDAR\TA\TULISAN\Skripsi\TA\Hasil\
new.pro

Report Generated: 13 Oktober 2009 4:26:39

Where the DTM surface is above the datum the volume is reported as fill.
Where the DTM surface is below the datum the volume is reported as excavation.

Shrinkage/swell factors: Excavation 1.0000 Fill 1.0000

DTM Surface Layer Name	Number of Points	Datum Elevation
POINTS2	28,195	133.270

Volume limited to that within the constraining boundary - Object 90781
Area within boundary: 159,314.95 Sq. m. (15.9315 Hectares)
Total triangulated area: 159,237.01 Sq. m. (15.9237 Hectares)

Depth Range (m)	Cut Volume (Cu. m.)	Fill Volume (Cu. m.)
-45.000 > -40.000	242.93	
-40.000 > -35.000	8,618.42	

-35.000 > -30.000	42,490.45
-30.000 > -25.000	98,451.90
-25.000 > -20.000	147,531.90
-20.000 > -15.000	206,551.82
-15.000 > -10.000	312,323.41
-10.000 > -5.000	436,616.07
-5.000 > 0.000	548,704.49
0.000 > 5.000	168,750.35
5.000 > 10.000	112,195.71
10.000 > 15.000	74,970.07
15.000 > 20.000	48,560.56
20.000 > 25.000	23,885.01
25.000 > 30.000	5,424.47
30.000 > 35.000	5.45

Excavation Volume

Fill Volume

Beneath Datum (Cu. m.)

Above Datum(Cu. m.)

1,801,531.38

433,791.62

Net Difference: 1,367,739.77 Cu. m. excess volume beneath datum

Trimble

5475 Kellenburger Road
Dayton, Ohio 45424-1099, USA

1-937-233-8921

13 Oktober 2009 4:30:55

PROJECT: :\\BEMBI\LIDAR\TA\TULISAN\Skripsi\TA\Hasil new.pro

Perimeter / Area Measurements of Selected Lines

Perimeter Enclosed

Object Name	Layer	Length	Area
(m)			(Sq. m.)
unnamed	BOX	1659.440	159314.95

Total perimeter length = 1659.440 m

Total enclosed area = 159314.95 Sq. m.

Trimble
 5475 Kellenburger Road
 Dayton, Ohio 45424-1099, USA
 1-937-233-8921
 12 Oktober 2009 23:51:33

PROJECT: MBI COK\LIDAR COK\TA cok\TULISAN\Skripsi cok\TA\Data
 Asli\joss new.pro

Earthwork Report

Road Job: 1

SURFACES

Acm Volume		Avg End-Area Curve			Inc Volume		
Chainage	Cut	Cut	Fill	Unsuit.	Cut	Fill	Unsuit.
Total	Cut	Fill	Unsuit.	Acm Tot	Corr		
Cu. m.	Cu. m.	Sq. m.	Sq. m.	Sq. m.	Cu. m.	Cu. m.	Cu. m.
		Cu. m.	Cu. m.	Cu. m.	%		
0.000:1	0.00	0.00	0.00	0.00			
10.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	27480.00	0.00	0.00
27480.00	27480.00	0.00	0.00	0.00	27480.00	*	
20.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	82440.00	0.00	0.00	0.00	82440.00	*	
30.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	137400.00	0.00	0.00	0.00	137400.00	*	
40.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	192360.00	0.00	0.00	0.00	192360.00	*	
50.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	247320.00	0.00	0.00	0.00	247320.00	*	
60.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	302280.00	0.00	0.00	0.00	302280.00	*	
70.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	357240.00	0.00	0.00	0.00	357240.00	*	
80.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	412200.00	0.00	0.00	0.00	412200.00	*	
90.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	467160.00	0.00	0.00	0.00	467160.00	*	
100.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	522120.00	0.00	0.00	0.00	522120.00	*	
110.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	577080.00	0.00	0.00	0.00	577080.00	*	
120.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	632040.00	0.00	0.00	0.00	632040.00	*	
130.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	687000.00	0.00	0.00	0.00	687000.00	*	
140.000:1	5496.00	0.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.00	741960.00	0.00	0.00	0.00	741960.00	*	
150.000:1	886.61	0.00	0.00	0.00	31913.04	0.00	0.00
31913.04	773873.04	0.00	0.00	0.00	773873.04	*	
160.000:1	2075.11	0.00	0.00	0.00	14823.56	0.00	0.00
14823.56	788696.59	0.00	0.00	0.00	788696.59	*	

170.000:1	4223.30	0.00	0.00	31492.06	0.00	0.00
31492.06820188.66		0.00	0.00820188.66		*	
180.000:1	6371.50	0.00	0.00	52974.02	0.00	0.00
52974.02873162.67		0.00	0.00873162.67		*	
190.000:1	8519.69	0.00	0.00	74455.97	0.00	0.00
74455.97947618.64		0.00	0.00947618.64		*	
200.000:1	9775.97	0.00	0.00	91478.30	0.00	0.00
91478.301039096.94		0.00	0.001039096.94		*	
210.000:1	10637.82	0.00	0.00102068.94	0.00		
0.00102068.941141165.89		0.00	0.001141165.89			*
220.000:1	10992.00	0.00	0.00108149.12	0.00		
0.00108149.121249315.00		0.00	0.001249315.00			*
230.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00		
0.00109920.001359235.00		0.00	0.001359235.00			*
240.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00		
0.00109920.001469155.00		0.00	0.001469155.00			*
250.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00		
0.00109920.001579075.00		0.00	0.001579075.00			*
260.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00		
0.00109920.001688995.00		0.00	0.001688995.00			*
270.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00		
0.00109920.001798915.00		0.00	0.001798915.00			*
280.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00		
0.00109920.001908835.00		0.00	0.001908835.00			*
290.000:1	10992.00	0.00	0.00109920.00	0.00		
0.00109920.002018755.00		0.00	0.002018755.00			*
300.000:1	10144.23	0.00	0.00105681.16	0.00		
0.00105681.162124436.16		0.00	0.002124436.16			*
310.000:1	8026.26	0.00	0.00	90852.47	0.00	0.00
90852.472215288.63		0.00	0.002215288.63		*	
320.000:1	3091.41	0.00	0.00	55588.37	0.00	0.00
55588.372270877.00		0.00	0.002270877.00		*	
330.000:1	5496.00	0.00	0.00-200381.87	0.00		
0.00-200381.872070495.13		0.00	0.002070495.13			*
340.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002125455.13		0.00	0.002125455.13		*	
350.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002180415.13		0.00	0.002180415.13		*	
360.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002235375.13		0.00	0.002235375.13		*	
370.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002290335.13		0.00	0.002290335.13		*	
380.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002345295.13		0.00	0.002345295.13		*	
390.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002400255.13		0.00	0.002400255.13		*	
400.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002455215.13		0.00	0.002455215.13		*	
410.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002510175.13		0.00	0.002510175.13		*	
420.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002565135.13		0.00	0.002565135.13		*	
430.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002620095.13		0.00	0.002620095.13		*	
440.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002675055.13		0.00	0.002675055.13		*	

450.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002730015.13		0.00	0.002730015.13		*	
460.000:1	3986.88	0.00	0.00	47414.38	0.00	0.00
47414.382777429.51		0.00	0.002777429.51		*	
470.000:1	5432.82	0.00	0.00	47098.49	0.00	0.00
47098.492824528.00		0.00	0.002824528.00		*	
480.000:1	4835.86	0.00	0.00	0.00-279274.56	0.00	
0.00-279274.562545253.44		0.00	0.002545253.44			*
490.000:1	2440.24	0.00	0.00	36380.48	0.00	0.00
36380.482581633.91		0.00	0.002581633.91		*	
500.000:1	3543.49	0.00	0.00	29918.62	0.00	0.00
29918.622611552.53		0.00	0.002611552.53		*	
510.000:1	4646.74	0.00	0.00	40951.15	0.00	0.00
40951.152652503.68		0.00	0.002652503.68		*	
520.000:1	5496.00	0.00	0.00	50713.71	0.00	0.00
50713.712703217.39		0.00	0.002703217.39		*	
530.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002758177.39		0.00	0.002758177.39		*	
540.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002813137.39		0.00	0.002813137.39		*	
550.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002868097.39		0.00	0.002868097.39		*	
560.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002923057.39		0.00	0.002923057.39		*	
570.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.002978017.39		0.00	0.002978017.39		*	
580.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.003032977.39		0.00	0.003032977.39		*	
590.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.003087937.39		0.00	0.003087937.39		*	
600.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.003142897.39		0.00	0.003142897.39		*	
610.000:1	5496.00	0.00	0.00	54960.00	0.00	0.00
54960.003197857.39		0.00	0.003197857.39		*	
620.000:1	3916.04	0.00	0.00	0.00-109403.29	0.00	
0.00-109403.293088454.10		0.00	0.003088454.10			*
630.000:1	9085.92	0.00	0.00	65009.80	0.00	0.00
65009.803153463.90		0.00	0.003153463.90		*	
640.000:1	10992.00	0.00	0.00	0.00100389.60	0.00	
0.00100389.603253853.49		0.00	0.003253853.49			*
650.000:1	10992.00	0.00	0.00	0.00109920.00	0.00	
0.00109920.003363773.49		0.00	0.003363773.49			*
660.000:1	10992.00	0.00	0.00	0.00109920.00	0.00	
0.00109920.003473693.49		0.00	0.003473693.49			*
670.000:1	10992.00	0.00	0.00	0.00109920.00	0.00	
0.00109920.003583613.49		0.00	0.003583613.49			*
680.000:1	10992.00	0.00	0.00	0.00109920.00	0.00	
0.00109920.003693533.49		0.00	0.003693533.49			*
690.000:1	10992.00	0.00	0.00	0.00109920.00	0.00	
0.00109920.003803453.49		0.00	0.003803453.49			*
700.000:1	10992.00	0.00	0.00	0.00109920.00	0.00	
0.00109920.003913373.49		0.00	0.003913373.49			*
710.000:1	6953.84	0.00	0.00	89729.22	0.00	0.00
89729.224003102.71		0.00	0.004003102.71		*	
720.000:1	1142.81	0.00	0.00	40483.26	0.00	0.00
40483.264043585.97		0.00	0.004043585.97		*	

730.000:1	5496.00	0.00	0.00-79065.39	0.00	
0.00-79065.393964520.57		0.00	0.003964520.57	*	
740.000:1	5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00	0.00
54960.004019480.57		0.00	0.004019480.57	*	
750.000:1	5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00	0.00
54960.004074440.57		0.00	0.004074440.57	*	
760.000:1	5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00	0.00
54960.004129400.57		0.00	0.004129400.57	*	
770.000:1	5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00	0.00
54960.004184360.57		0.00	0.004184360.57	*	
780.000:1	5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00	0.00
54960.004239320.57		0.00	0.004239320.57	*	
790.000:1	5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00	0.00
54960.004294280.57		0.00	0.004294280.57	*	
800.000:1	5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00	0.00
54960.004349240.57		0.00	0.004349240.57	*	
810.000:1	5496.00	0.00	0.00 54960.00	0.00	0.00
54960.004404200.57		0.00	0.004404200.57	*	
820.000:1	5275.89	0.00	0.00 53859.45	0.00	0.00
53859.454458060.02		0.00	0.004458060.02	*	
830.000:1	4267.54	0.00	0.00 47717.17	0.00	0.00
47717.174505777.19		0.00	0.004505777.19	*	
840.000:1	3259.20	0.00	0.00 37633.73	0.00	0.00
37633.734543410.91		0.00	0.004543410.91	*	
850.000:1	2250.86	0.00	0.00 27550.28	0.00	0.00
27550.284570961.19		0.00	0.004570961.19	*	
860.000:1	1242.51	0.00	0.00 17466.84	0.00	0.00
17466.844588428.03		0.00	0.004588428.03	*	
870.000:1	234.17	0.00	0.00 7383.39	0.00	0.00
7383.394595811.43		0.00	0.004595811.43	*	

----- TOTALS -----

EARTH 4595811.43 Cu. m.

Fill 0.00 Cu. m.

Cut 4595811.43 Cu. m.

Unsuitable 0.00 Cu. m.

----- TOTAL -----

WASTE 4595811.43 Cu. m.