

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN DATA CITRA LIDAR UNTUK PERHITUNGAN VOLUME TANAH



MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

Nama : AHMAD SELTA
NIM : 0225006

JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2008

BUKLAH KUNCI

PERBUKATAN DATA CERAH LAMAR BUKTI
MAYAT BUKTI KUNCI KUNCI



MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

NO. : 022004
KEM. : 022004

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
PUSKALYAS TEKNIK SUPPL. DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK GEOMATI 2-1

010100

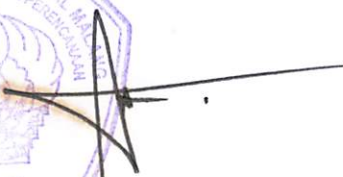
2008

LEMBAR PENGESAHAN

Dipertahankan di depan panitia penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang,
Dan diterima untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat guna memperoleh gelar
Sarjana S-1 Teknik Geodesi.


Panitia Ujian Tugas Akhir,

Ketua



(Ir. Agus Santoso, MT)


Sekretaris



(Hery Purwanto, ST, Msc)

Anggota Penguji,

Penguji I



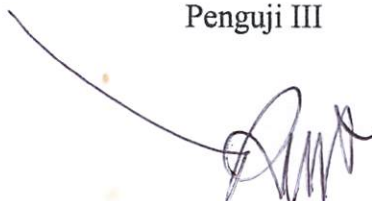
(Ir. Mohammad Noerhadi, MT)

Penguji II



(Ir. Agus Darpono, MT)

Penguji III



(Ir. Rinto Sasongko, MT)

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMANFAATAN DATA CITRA LIDAR UNTUK PERHITUNGAN VOLUME

TANAH

(Studi Kasus Kalimantan Tengah)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana S-1

Teknik Geodesi

Oleh

Nama : Ahmad Selta

Nim : 02.25.006

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir. Pradono Joanes De Deo, MSi)



(Hery Purwanto, ST, Msc)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi



(Hery Purwanto, ST, Msc)

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMANFAATAN DATA CITRA LIDAR UNTUK PERHITUNGAN VOLUME

TANAH

(Studi Kasus Kalimantan Tengah)

TUGAS AKHIR

Dijjukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menopai Gelar Sarjana S-1

Teknik Geodesi

Oleh

Nama : Ahmad Seta

Nim : 02.22.006

Mengajar

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

(Heri Purwanto, ST, Msc)

(Dr. Barono Joans De God, MSc)

Mengajar

Ketua Jurusan Teknik Geodesi

(Heri Purwanto, ST, Msc)

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur ke hadirat ALLAH SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karomah-Nya sehingga penulisan tugas akhir "PEMANFAATAN DATA CITRA LIDAR UNTUK PERHITUNGAN VOLUME" dengan mengambil wilayah penelitian di Kalimantan Tengah, Bisa terselesaikan dengan baik.

Tidak lupa saya mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Pradono Joanes De Deo, Msi. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dalam proses penyusunan dan memberi banyak masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Hery Purwanto, ST, Msc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Ir. Jasmani M.Kom. selaku Dosen Wali Teknik Geodesi angkatan 2002.
4. Para Dosen Pengajar dan Staf Jurusan Teknik Geodesi ITN Malang
5. Semua Teman-teman dan Adik-adikku, baik yang membantu dan yang tidak membantu.

Laporan ini tentunya masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu sebagai penyusun, sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun sifatnya sebagai masukan dalam periode penyusunan laporan berikutnya.

Malang, Maret 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tinjauan Pustaka	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Definisi Lidar	7
2.2 Komponen Lidar	8
2.2.1 Laser Scanner	9
2.2.2 GPS (Global Positioning System)	9
2.3 Cara Kerja Lidar	10
2.4 Digital Elevation Model (DEM)	11
2.5 Digital Terrain Model (DTM)	12
2.6 Pemanfaatan Data LIDAR	13
2.7 Perhitungan Volume Tanah	14
2.7.1 Penghitungan Volume Metode Potongan Melintang (Cross)	14
2.7.2 Penghitungan Volume Metode Prisma	16
2.7.3 Penghitungan Volume Metode Ketinggian yang Berbeda	17

BAB III	PELAKSANAAN PENELITIAN	
3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian	18
3.2	Materi dan Peralatan Penelitian	18
3.3	Metode Penelitian	19
3.4	Proses Pengolahan Data LIDAR dalam ASCII File	23
3.5	Perhitungan Volume	25
3.5.1	Model Surface to Datum (Volume di antara Single DTM dan Elevasi Datum)	25
3.5.2	Model Surface to Surface (Volume di antara 2 DTM)	28
BAB IV	PEMBAHASAN DAN ANALISA HASIL	
4.1	Analisa Pengolahan Data Digital	33
4.2	Analisa Perhitungan Volume	33
4.3	Analisa Uji Ketelitian	40
BAB V	PENUTUP	
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen LIDAR (Habib, 2007)	10
Gambar 2.2 Prinsip Penyiaman Sistem LIDAR (Habib, 2007)	11
Gambar 2.3 Metode Potongan Lintang (Cross)	15
Gambar 2.4 Volume Prisma	16
Gambar 2.5 Metode Ketinggian yang Berbeda	17
Gambar 3.1 2 File ASCII Citra LIDAR	24
Gambar 3.2 Tampilan DTM yang bernama MGM_DTM_138	25
Gambar 3.3 Penentuan nilai Datum pada MGM_DTM_138	26
Gambar 3.4 Tampilan DTM yang bernama MGM_DTM_138xx	26
Gambar 3.5 Penentuan nilai Datum pada MGM_DTM_138xx	27
Gambar 3.6 Tampilan DTM yang bernama Terra	27
Gambar 3.7 Penentuan nilai Datum pada Terra	28
Gambar 3.8a 2 file ASCII yang telah diimport (MGM_DTM_138 (hijau) dan MGM_DTM_138xx (kuning))	29
Gambar 3.8b Tampilan 3D dari 2 file ASCII yang telah diimport (MGM_DTM_138 (warna-warni) dan MGM_DTM_138xx (biru))	30
Gambar 3.9 Setting Surface pada perhitungan volume Surface to Surface ...	30
Gambar 3.10a 2 file ASCII yang telah diimport (MGM_DTM_138 (hijau) dan Terra (biru))	31
Gambar 3.10b Tampilan 3D dari 2 file ASCII yang telah diimport (MGM_DTM_138 (warna-warni, kasar) dan Terra (warna- warni, halus))	32
Gambar 3.11 Setting Surface pada perhitungan volume Surface to Surface .	32
Gambar 4.1 Penentuan nilai Datum pada MGM_DTM_138	33
Gambar 4.2 Hasil perhitungan volume Surface to Datum pada MGM_DTM_138	34
Gambar 4.3 Penentuan nilai Datum pada MGM_DTM_138xx	34
Gambar 4.4 Hasil perhitungan volume Surface to Datum pada MGM_DTM_138xx	35

Gambar 4.5 Penentuan nilai Datum pada Terra	36
Gambar 4.6 Hasil perhitungan volume Surface to Datum pada Terra	36
Gambar 4.7 Setting perhitungan volume Surface to Surface	37
Gambar 4.8 Hasil perhitungan volume Surface to Surface	37
Gambar 4.9 Setting perhitungan volume Surface to Surface	38
Gambar 4.10 Hasil perhitungan volume Surface to Surface	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Latar belakang dari penelitian ini didasarkan pada perkembangan teknologi penginderaan jauh yang merupakan pengembangan dari teknologi pemotretan udara yang mulai diperkenalkan pada akhir abad ke 19. Manfaat potret udara dirasa sangat besar dalam perang dunia pertama dan kedua, sehingga cara ini dipakai dalam eksplorasi ruang angkasa. Sejak saat itu istilah penginderaan jauh (Remote Sensing) dikenal dan menjadi populer dalam dunia pemetaan.

Penggunaan data penginderaan jauh di bidang kebumihan telah banyak dilakukan di negara maju untuk keperluan pemetaan geologi, eksplorasi mineral dan energi, bencana alam dan sebagainya.

Penginderaan jauh didefinisikan sebagai suatu metoda untuk mengenal dan menentukan obyek di permukaan bumi tanpa melalui kontak langsung dengan obyek tersebut. Banyak pakar memberi batasan, penginderaan jauh hanya mencakup pemanfaatan gelombang elektromagnetik saja, sedangkan penginderaan yang memanfaatkan sifat fisik bumi seperti kemagnitan, gaya berat dan seismik tidak termasuk dalam klasifikasi ini. Namun sebagian pakar memasukkan pengukuran sifat fisik bumi ke dalam lingkup penginderaan jauh.

Pada dasarnya teknologi pemotretan udara dan penginderaan jauh adalah suatu teknologi yang merekam interaksi sinar/berkas cahaya yang berasal dari sinar matahari dan benda/obyek di permukaan bumi. Pantulan sinar matahari dari benda/obyek di permukaan bumi ditangkap oleh kamera/sensor, tiap benda/obyek memberikan nilai pantul yang berbeda sesuai dengan sifatnya. Pada pemotretan udara rekaman dilakukan dengan media seluloid/film, sedangkan penginderaan jauh melalui media pita magnetik dalam bentuk sinyal-sinyal digital. Dalam perkembangannya batasan tersebut menjadi tidak jelas karena rekaman potret udarapun seringkali dilakukan dalam bentuk digital pula.

Pada tahun 2000-an dikembangkan teknologi untuk pemetaan dari udara yang tidak tergantung waktu sehingga dapat dilaksanakan pada siang atau malam hari,

mampu mencakup daerah yang luas, dan dapat dilaksanakan lebih cepat dari pemotretan udara konvensional. Teknologi tersebut dikenal dengan istilah LIDAR (Light Detection and Ranging).

LIDAR adalah teknologi penginderaan jauh secara optis yang mengukur persebaran cahaya untuk menentukan jarak dan informasi lainnya sepanjang jarak target. LIDAR merupakan juga sebuah sensor aktif yang mirip seperti Radar, yang mentransmit pulsa laser ke target dan merecord waktu yang dibutuhkan dari pulsa untuk kembali ke sensor receiver. Teknologi ini bertumpu pada pengukuran jarak yang teliti dengan menggunakan laser, penentuan posisi sensor dengan GPS (Global Positioning System) dan INS (Inertial Navigation System), serta penentuan sudut pulsa laser yang memanfaatkan rotating/oscilating mirror. Sehingga teknologi ini pada saat sekarang digunakan untuk pemetaan topografi beresolusi tinggi, yang didasarkan pada penghitungan tingkat pantulan laser guna penentuan elevasi permukaan. Sistem Airborne LIDAR dibawa oleh pesawat terbang pada ketinggian rendah.

Hasil pengamatan LIDAR berupa spot height (x, y, z) dengan kerapatan dan ketelitian yang sangat tinggi. Kerapatan spot height dapat diatur dari 1 titik setiap 16 m^2 sampai beberapa titik setiap m^2 terrain. Ketelitian yang didapat bisa mencapai 15 cm atau lebih tinggi lagi. Dengan kerapatan dan ketelitian yang tinggi tersebut, LIDAR dapat dimanfaatkan untuk pembuatan digital terrain model (DTM) hasil dari last pulse reflection (pantulan pulsa laser yang terakhir) dengan akurasi yang tinggi, dan juga pembuatan digital surface model (DSM) yang merupakan hasil dari first pulse reflection (pantulan pulsa laser yang pertama). DTM akurasi tinggi sangat cocok digunakan untuk mengetahui harga volume tanah dari suatu area luasan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi volume tanah dengan mendasarkan hitungan dari data citra LIDAR yang telah berbentuk Digital Terrain Model (DTM) dan Digital Surface Model (DSM).

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ialah untuk mempermudah proses penghitungan volume tanah dari suatu area luasan tertentu, sehingga tidak diperlukan lagi survey terestris yang memakan waktu lama dan dana besar guna memperoleh informasi elevasi, karena data-data penting untuk pelaksanaan proses penghitungan volume, yaitu elevasi (z) dan posisi (x, y) telah tersedia melalui data turunan LIDAR, yaitu Digital Terrain Model (DTM) dan Digital Surface Model (DSM).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini ialah hanya dititikberatkan pada aspek perhitungan pengolahan tanah untuk memperoleh harga volume dari suatu area luasan yang didasarkan pada pemanfaatan data citra Lidar yang berjenis DEM (Digital Elevation Model).

1.5 Tinjauan Pustaka

LIDAR adalah teknologi penginderaan jauh secara optis yang mengukur persebaran cahaya untuk menentukan jarak dan informasi lainnya sepanjang jarak target. LIDAR merupakan juga sebuah sensor yang mirip seperti Radar, yang mentransmit pulsa laser ke target dan merecord waktu yang dibutuhkan dari pulsa untuk kembali ke sensor receiver. (*Wikipedia, the free encyclopedia*).

Airborne LIDAR (Light Detection and Ranging) atau dikenal juga dengan istilah ALS (Airborne Laser Scanning) merupakan teknologi terbaru dalam dunia survey & pemetaan. LIDAR merupakan revolusi untuk tahun 2000-an sebagaimana Total Station pada tahun 1980-an dan GPS tahun 1990-an. Teknologi ini bertumpu pada pengukuran jarak yang teliti dengan menggunakan laser, penentuan posisi sensor dengan GPS dan INS, serta penentuan sudut pulsa laser yang memanfaatkan rotating/oscilating mirror. Sistem Airborne LIDAR dibawa oleh pesawat terbang pada ketinggian rendah. (*Forum Remote Sensing dan GIS Indonesia*).

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ialah untuk mempermudah proses penghitungan volume tanah dan suatu area luasan tertentu, sehingga tidak diperlukan lagi survey terestris yang memakan waktu lama dan dana besar guna memperoleh informasi elevasi, karena data-data penting untuk pelaksanaan proses penghitungan volume, yaitu elevasi (z) dan posisi (x, y) telah tersedia melalui data turunan LIDAR, yaitu Digital Terrain Model (DTM) dan Digital Surface Model (DSM).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini ialah hanya dititikberatkan pada aspek perhitungan pengolahan tanah untuk memperoleh harga volume dan suatu area luasan yang didasarkan pada pemanfaatan data citra lidar yang berupa DEM (Digital Elevation Model).

1.5 Tinjauan Pustaka

LIDAR adalah teknologi penginderaan jauh secara optis yang mengukur persebaran cahaya untuk menentukan jarak dan informasi lainnya sepanjang jarak target. LIDAR merupakan juga sebuah sensor yang mirip seperti Radar, yang mentransmisi pulsa laser ke target dan merecord waktu yang dibutuhkan dari pulsa untuk kembali ke sensor receiver. (Wikipedia, the free encyclopedia)

Airborne LIDAR (Light Detection and Ranging) atau dikenal juga dengan istilah ALS (Airborne Laser Scanning) merupakan teknologi terbaru dalam dunia survey & pemetaan. LIDAR merupakan revolusi untuk tahun 2000-an sebagaimana Total Station pada tahun 1980-an dan GPS tahun 1990-an. Teknologi ini bertujuan pada pengukuran jarak yang teliti dengan menggunakan laser, pemetaan posisi sensor dengan GPS dan INS, serta pemetaan sudut pulsa laser yang memanfaatkan rotasi/oscilating mirror. Sistem Airborne LIDAR dibawa oleh pesawat terbang pada ketinggian rendah. (Wawan Kawanar Sarung dan GIS Indonesia)

Produk akhir dari teknologi LIDAR adalah intensity range yang dapat berupa DSM (Digital Surface Model) atau DTM (Digital Terrain Model). Produk Lidar akan sangat berdaya guna jika dikombinasikan dengan foto udara, yaitu untuk menghasilkan ortofoto atau model kota 3D. (*Habib, 2007*).

LIDAR adalah teknologi penginderaan jauh secara optis yang mengukur persebaran cahaya untuk menentukan jarak dan informasi lainnya sepanjang jarak target. LIDAR merupakan juga sebuah sensor yang mirip seperti RADAR, yang mentransmit pulsa laser ke target dan merecord waktu yang dibutuhkan dari pulsa untuk kembali ke sensor receiver. Teknologi ini bertumpu pada pengukuran jarak yang teliti dengan menggunakan laser, penentuan posisi sensor dengan GPS (Global Positioning System) dan INS (Inertial Navigation System), serta penentuan sudut pulsa laser yang memanfaatkan rotating/oscilating mirror. (*Coastal Services Center*).

Sistem dari survey LIDAR terdiri dari: sarana survey udara, sistem laser, dan komponen pendukung yang terdiri dari komponen GPS, komponen navigasi, komponen penginderaan digital, dan komponen video. (*LANTABURA LIDAR SURVEY*).

Teknologi LIDAR dapat dimanfaatkan untuk mengukur jarak, kecepatan, rotasi, dan komposisi kimia berserta konsentrasinya dari suatu objek yang dengan jelas dapat diidentifikasi seperti kendaraan atau objek yang bersifat gas seperti asap, atau awan. (*www.lidar.com*).

Panjang gelombang yang biasa digunakan oleh LIDAR adalah 1064 nm-fundamental wavelength, 532 nm-second harmonic generation, dan 355 nm-third harmonic generation. Ketiga panjang gelombang monokromatik tersebut akan menghasilkan dua parameter utama LIDAR yaitu backscattering dan depolarisasi pada tiap-tiap ketinggian, bergantung pada resolusi vertikalnya. Backscattering berkaitan erat dengan jumlah partikel pemantul seperti uap air, debu, aerosol, dll, sedangkan depolarisasi berkaitan dengan bentuk (shape) partikel pemantul tersebut. (*Saipul Hamdi*).

Lidar memanfaatkan sifat sinar laser, yaitu penyebaran yang sangat kecil. Pada sebuah lampu senter, cermin berbentuk mangkuk mengarahkan cahaya

supaya menyorot secara cukup sempit. Tapi meskipun demikian, berkas cahaya lampu senter masih menyebar, sehingga pada jarak yang belum terlalu jauh intensitasnya sudah melemah. Hal itu tidak terjadi pada sinar laser karena cara pembangkitan cahayanya berbeda. Sudut penyebarannya hanya sekitar 0,06 derajat, tampak seperti lidi lurus sangat panjang yang terang. Energi cahaya diarahkan dengan efisien, tidak terbagi ke mana-mana. Selain itu pada lidar, sinar laser hanya terpantul oleh target yang dituju; benda di dekatnya tidak ikut tersorot. (www.netsains.com).

Light Detection Aperture Ranging atau LIDAR saat ini merupakan salah satu teknologi yang paling banyak diminati oleh para surveyor karena sistim ini memiliki kemampuan memetakan suatu area dengan kecepatan tinggi dan dengan hasil yang mendekati ketelitian total station pada area terbuka. Untuk hutan tropis masih perlu pengkajian lebih jauh meskipun pihak produsen meyakinkan bisa memberi ketelitian 1-1,5 meter pada area bertajuk. Sangat menarik karena, sebagai gambaran untuk area seluas 25,000 ha sistim ini mampu menyelesaikan hanya dalam waktu 1 bulan, dibandingkan dengan teknologi photogrammetri yang minimal memerlukan waktu selama 1-1,5 hanya untuk mengambil data photo saja. Sistim ini hanya cocok jika pengusaha benar-benar memiliki waktu yang sempit sehingga butuh kecepatan kerja yang luar biasa, kelemahan lain sistim ini harus ditunjang dengan permodalan yang kuat. (www.scindodata.com).

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian 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 artikel-artikel di internet, yang berhubungan dengan masalah dalam penelitian ini.

2. Studi Lapangan

Adalah proses pengambilan data-data lapangan yang diperlukan dalam penelitian. Dalam penelitian ini diperlukan pengambilan data ketinggian atau

elevasi yang sebenarnya dari setiap objek di lapangan, untuk dijadikan data acuan dalam pengolahan data dan menguji seberapa besar ketelitian yang didapat dari hasil survey udara LIDAR.

3. Studi Laboratorium

Adalah proses pengolahan data-data, baik data LIDAR maupun data penunjang lainnya dalam mengidentifikasi elevasi setiap objek guna penghitungan volume tanah dari suatu area luasan tertentu.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Definisi LIDAR

LIDAR (Light Detection and Ranging) adalah teknologi penginderaan jauh secara optis yang mengukur persebaran cahaya untuk menentukan jarak dan informasi lainnya sepanjang jarak target. LIDAR merupakan juga sebuah sensor yang mirip seperti RADAR, yang mentransmit pulsa laser ke target dan merecord waktu yang dibutuhkan pulsa untuk kembali ke sensor receiver. Istilah lain untuk LIDAR yaitu ALSM (Airborne Laser Swath Mapping) dan Laser Altimetry. Akronim LADAR (Laser Detection and Ranging) sering digunakan di dalam konteks militer. Istilah laser radar juga digunakan tapi kalah pamor karena menggunakan cahaya laser dan bukan gelombang radio yang merupakan dasar dari mekanisme RADAR pada umumnya.

Teknologi LIDAR telah dimanfaatkan untuk aplikasi pemetaan topografi beresolusi tinggi dengan memasang sensor LIDAR yang terintegrasi dengan Global Positioning System (GPS) dan teknologi Inertial Measurement Unit (IMU) pada bagian bawah dari pesawat terbang dan kemudian melakukan pengukuran elevasi permukaan bumi dengan menghitung waktu tempuh dari pulsa laser sejak dipancarkan kemudian terpantul oleh permukaan bumi sampai dengan kembali lagi ke receiver sensor yang kemudian dibagi 2.

Perbedaan utama antara LIDAR dan RADAR yaitu pada LIDAR lebih banyak digunakan panjang gelombang yang lebih pendek untuk suatu spectrum elektromagnetik, ciri bentuknya menyerupai ultraviolet, tampak mata, atau mendekati inframerah. Sehingga sangatlah mungkin bagi LIDAR untuk mendeteksi target yang berukuran sama dengan panjang gelombang, atau lebih besar. Itulah sebabnya LIDAR sangat sensitive sekali terhadap Aerosol (partikel air di udara) dan partikel awan, sehingga banyak dimanfaatkan dalam penelitian atmosfer (Atmospheric Research) dan Meteorology.

Airborne LIDAR (Light Detection and Ranging) atau dikenal juga dengan istilah ALS (Airborne Laser Scanning) merupakan teknologi terbaru dalam dunia

survey & pemetaan. LIDAR merupakan revolusi untuk tahun 2000-an, sebagaimana Total Station pada tahun 1980-an dan GPS (Global Positioning System) tahun 1990-an. Teknologi LIDAR ini bertumpu pada pengukuran jarak yang teliti dengan menggunakan laser, penentuan posisi sensor dengan GPS (Global Positioning System) dan INS (Inertial Navigation System), serta penentuan sudut pulsa laser yang memanfaatkan rotating/oscilating mirror. Sistem Airborne LIDAR dibawa oleh pesawat terbang pada ketinggian rendah.

Hasil pengamatan LIDAR berupa spot height (x, y, z) dengan kerapatan dan ketelitian yang sangat tinggi. Kerapatan spot height tersebut dapat diatur dari 1 titik setiap 16 m^2 sampai beberapa titik setiap m^2 terrain. Ketelitian yang didapat bisa mencapai 15 cm atau lebih tinggi. Dengan kerapatan dan ketelitian yang tinggi tersebut, LIDAR dapat dimanfaatkan untuk pembuatan digital terrain model (DTM) hasil dari last pulse reflection (pantulan pulsa terakhir) dengan akurasi yang tinggi, dan juga pembuatan digital surface model (DSM) yang merupakan hasil dari first pulse reflection (pantulan pulsa pertama).

2.2 Komponen LIDAR

Sistem ALTM (Airborne Laser Terrain Mapper) atau komponen-komponen untuk survey LIDAR dapat dipasang pada pesawat terbang khusus yang dapat dimodifikasi, seperti Helikopter Bell 206 Long Ranger dan Pesawat Cessna Grand Caravan fixed wing. Sistem ini yang merupakan unit pengontrol ditempatkan di kabin, sedangkan sensor utama dan kamera ditempatkan pada ruang bagasi. Kedua sarana survey udara tersebut baik Helicopter maupun Pesawat memiliki top speed sekitar 200 km/h, dan jarak tempuh sekitar 500 km untuk Bell 206 Long Ranger, dan lebih dari 1000 km jarak tempuh untuk Cessna Grand Caravan atau 7 jam untuk waktu terbang.

2.2.1 Laser Scanner

Sistem dari Laser Scanner terdiri dari beberapa komponen, yaitu:

- Sensor Head, yang merupakan tempat utama dari infrared laser yang berperan sebagai transmitter gelombang laser ke obyek.

- Inertial Measurement Unit (IMU) atau Inertial Navigation System (INS), yaitu sistem inersial untuk menentukan orientasi 3D dari setiap pusat proyeksi LIDAR.
- Receiver Optic dan Electronic, yang berfungsi untuk merecord gelombang pantulan laser yang telah dipancarkan setelah mengenai obyek, misalnya atap bangunan, pucuk pohon, atau permukaan tanah.
- Control Rack yang merupakan tempat untuk Unit Penghitung Waktu (Timing Unit), Komputer Utama (Main Computer), dan IMU computer, dan generator laser.

Sistem ini dapat menghitung pulsa laser sebanyak lebih dari 33000 pulsa laser per detik pada mirror scan dengan sudut kemiringan lebih dari 20 derajat dari garis vertikal. Sedangkan inertial measurement unitnya sendiri berfungsi untuk menghitung roll, pitch dan heading dari pesawat sebanyak 50 sampai 200 kali per detik. Penyiaman dilakukan pada ketinggian 100 m sampai 3000 m dari atas permukaan bumi, yang mana untuk 1 area liputan dapat mencapai lebar 70 m sampai 2000 m.

2.2.2 GPS (Global Positioning System)

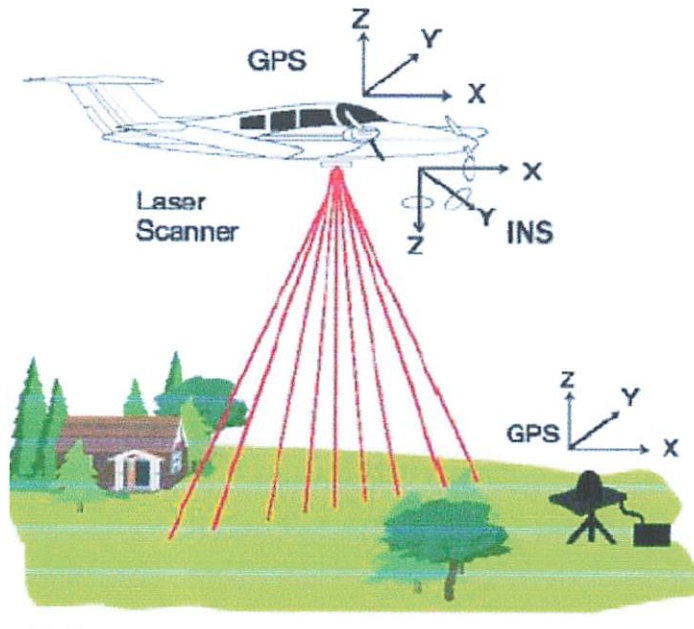
GPS (Global Positioning System) berperan untuk melakukan penentuan posisi secara tiga dimensi (3D) dari pusat proyeksi untuk setiap citra LIDAR. Komponen GPS terdiri dari:

- ❖ 2 buah GPS receiver dual frequency yang diposisikan di permukaan bumi.
- ❖ 1 GPS receiver yang diintegrasikan di pesawat.

Data posisi yang diperoleh langsung disimpan pada memory card PC guna pelaksanaan post-processing untuk menentukan trajectory dari pesawat terbang. GPS juga berperan penting dalam misi penyiaman karena menyediakan informasi navigasi penting yang berupa graphical interface (tampilan antar muka yang berbentuk grafis) kepada operator dan pilot. Informasi penting tersebut berupa:

- ✓ Jarak sebelum titik mulai dan akhir dari 1 trek.
- ✓ Kesalahan trek melintang (cross track error).
- ✓ Kecepatan maju dari pesawat (forward speed).

- ✓ Arah penerbangan (direction of flight) yang dibandingkan dengan desain dari perencanaan arah terbang.
- ✓ Posisi dari mekanisme penyiaran (swathe) pada block design yang telah direncanakan.



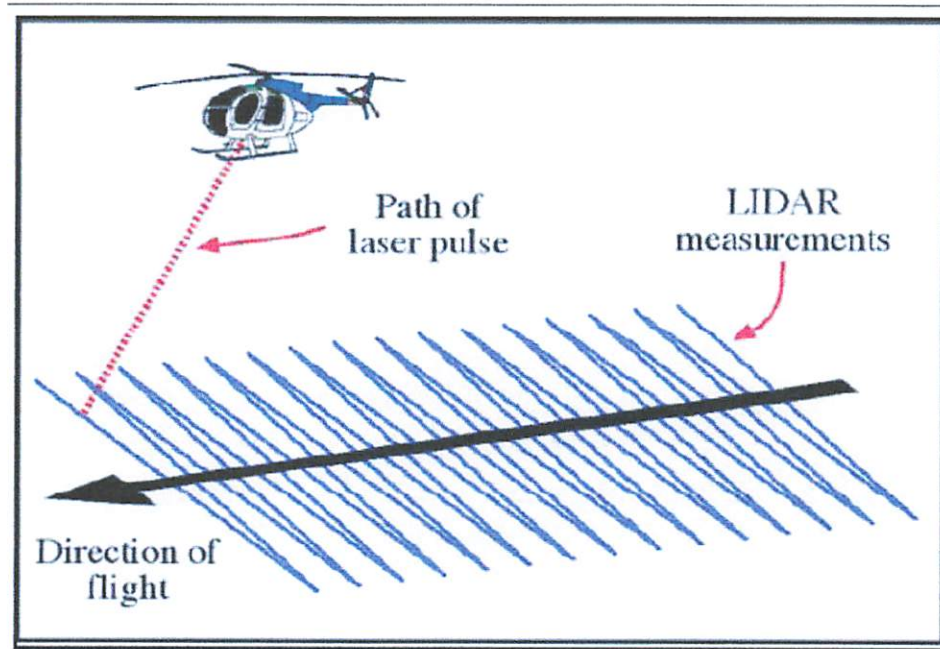
Gambar 2.1 Komponen LIDAR (Habib, 2007)

2.3 Cara Kerja LIDAR

Pada wahana yang dipilih, misalnya helikopter, dipasang Laser Scanner, GPS, dan INS. Berdasarkan skala produk yang diinginkan dan luas cakupan, maka dapat ditentukan jalur terbang. Pada jalur terbang yang telah ditentukan tersebut helikopter melakukan pemotretan/penyiaran (scanning). Pada saat laser scanner melakukan penyiaran sepanjang jalur terbang, dan pada setiap interval waktu tertentu, direkam posisinya dengan menggunakan GPS (Global Positioning System) dan orientasinya dengan menggunakan INS (Inertial Navigation System). Proses ini dilakukan sampai seluruh jalur terbang yang direncanakan dapat disiam.

Pemrosesan data dapat dibedakan dalam 3 bagian, yaitu pemrosesan data GPS, INS, dan LIDAR. Pemrosesan GPS dan INS dilakukan terpisah secara post-processing sehingga didapatkan posisi dan orientasi Laser scanner sepanjang

trayektori (lintasan jalur terbang). Sedangkan prinsip pemrosesan pulsa laser LIDAR dilakukan untuk menentukan jarak antara Laser Scanner dengan obyek, misalnya atap gedung, yaitu dengan mengalikan kecepatan cahaya (3×10^8 m/det) dengan waktu tempuh saat pulsa laser dipancarkan dan dipantulkan kembali oleh objek ke sensor yang kemudian dibagi 2.



Gambar 2.2 Prinsip Penyiaman Sistem LIDAR (Habib, 2007)

2.4 Digital Elevation Model (DEM)

Produk akhir LIDAR adalah sangat akurat, yaitu berupa posisi bujur, lintang, dan elevasi (x, y, z) yang semuanya terregistrasi secara geografis untuk setiap data point. Data point yang berupa x, y, z ini dapat digunakan untuk pembuatan Digital Elevation Model (DEM). Digital Elevation Model (DEM) adalah perwakilan dari permukaan bumi (topography) secara digital. DEM dapat diwakilkan sebagai raster (a grid of squares) atau sebagai triangular irregular network (TIN). DEM biasanya dibuat dengan menggunakan teknik penginderaan jauh, tapi dapat juga dicapai dengan melakukan survey terestris. DEM sering dimanfaatkan di dalam pembuatan sistem informasi geografi, dan selalu digunakan sebagai dasar di dalam pembuatan peta Relief secara digital.

Berikut adalah beberapa format dari file DEM (Digital Elevation Model):

- USGS DEM (United States Geological Survey Digital Elevation Model)

USGS DEM adalah format file geospasial yang dikembangkan oleh United States Geological Survey untuk pembuatan/penyimpanan raster yang didasarkan pada model elevasi digital. USGS DEM merupakan juga standard terbuka, dan dipergunakan di seluruh dunia, dan juga telah diintegrasikan dengan format SDTS milik USGS, tapi format tersebut kurang populer, yang disebabkan oleh besarnya ukuran file, jarangya tersedia pengemas file, dan belum memadainya software pendukung.

- SDTS DEM (Spatial Data Transfer Standard Digital Elevation Model)

Spatial Data Transfer Standard (SDTS) merupakan standarisasi yang dimanfaatkan untuk menggambarkan permukaan bumi berserta data spasialnya yang telah tereferensi. Dan juga didisain agar mudah untuk dilakukan transfer dan pemanfaatan data spasial pada sarana Komputer yang berbeda.

- DTED (Digital Terrain Elevation Data)

DTED (Digital Terrain Elevation Data) sebenarnya telah dikembangkan sejak tahun 1970-an untuk mendukung simulasi dan prediksi dari radar pesawat terbang.

2.5 Digital Terrain Model (DTM)

Digital Terrain Model (DTM) adalah tampilan informasi mengenai penampang bumi (Bare-Earth) yang lebih mendalam, berupa ASCII file yang berisi banyak nilai x, y, dan z. DTM merupakan pula turunan dari data LIDAR yang dihasilkan dari pantulan pulsa laser yang terakhir (last pulse reflection). Sehingga DTM sangat berguna untuk aplikasi yang membutuhkan ketelitian lebih, seperti perhitungan volume tanah dari suatu area luasan tertentu.

2.6 Pemanfaatan Data LIDAR

Salah satu pemanfaatan data LIDAR adalah untuk menghitung volume tanah dari suatu area luasan tertentu, dengan memanfaatkan data turunan LIDAR yang berupa DTM (Digital Terrain Model), dalam bentuk ASCII file. Elevasi awal yang

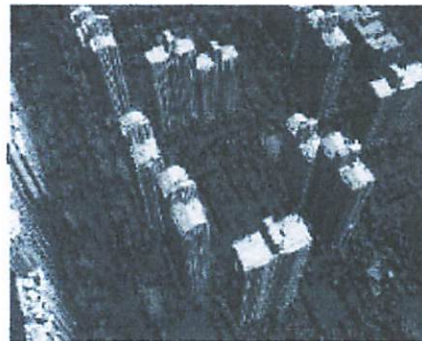
2.6 Pemanfaatan Data LIDAR

Salah satu pemanfaatan data LIDAR adalah untuk menghitung volume tanah dari suatu area luasan tertentu, dengan memanfaatkan data turunan LIDAR yang berupa DTM (Digital Terrain Model), dalam bentuk ASCII file. Elevasi awal yang didapat dari DTM dioverlay dengan elevasi rencana, sehingga didapat tampilan 2 kelompok elevasi pada 1 area luasan, yang selanjutnya proses perhitungan volume tanah dapat dilaksanakan.

Produk Lidar akan sangat berdaya guna juga jika dikombinasikan dengan foto udara, yaitu untuk menghasilkan ortofoto atau model 3D.



(a). Foto Udara



(b). Data Lidar

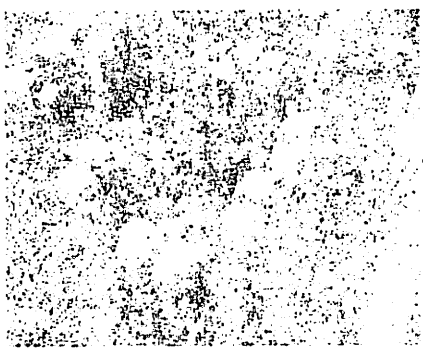


(c). Model Kota 3D

3.2.2. Analisis Hasil Penelitian

Salah satu permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana meningkatkan kualitas hasil belajar siswa yang diperoleh dari pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran berbasis komputer. Untuk itu, peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif dengan tujuan untuk memahami secara mendalam bagaimana proses belajar mengajar yang berlangsung di dalam kelas yang menggunakan media pembelajaran berbasis komputer. Untuk itu, peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif dengan tujuan untuk memahami secara mendalam bagaimana proses belajar mengajar yang berlangsung di dalam kelas yang menggunakan media pembelajaran berbasis komputer.

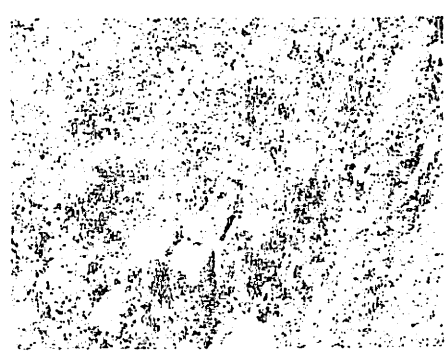
Produk akhir dari penelitian ini adalah laporan penelitian yang memuat hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan oleh peneliti.



Gambar 3.1



Gambar 3.2



Gambar 3.3

2.7 Perhitungan Volume Tanah

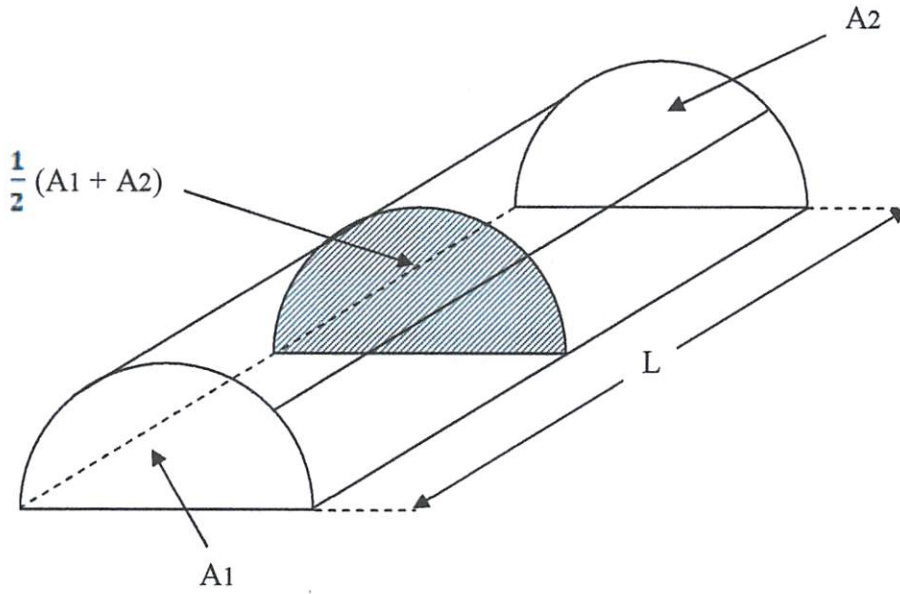
Perhitungan volume tanah pada dasarnya merupakan masalah geometri benda padat, dan ditujukan untuk pekerjaan galian maupun pekerjaan timbunan. Dalam pekerjaan tersebut selalu diperhatikan keseimbangan volume galian dan volume timbunan sedemikian rupa sehingga sedapat mungkin menggunakan tanah yang terdapat pada lokasi pekerjaan.

Adapun beberapa metode-metode dasar yang dapat digunakan dalam pekerjaan tanah khususnya pelaksanaan perhitungan volume tanah sebagai berikut:

2.7.1 Perhitungan Volume Tanah dengan Metode Potongan Lintang (Cross)

Dalam pelaksanaan suatu bangunan linear biasanya dipancangkan patok-patok sumbu dengan interval 20 m sepanjang sumbu jalur bangunan linear tersebut dan diukur potongan lintang yang tegak lurus jalur tersebut melalui masing-masing patok sumbu. Setelah potongan-potongan tersebut diperoleh, maka volume galian dan volume timbunan di antara masing-masing patok sumbu dapat dihitung.

Luas potongan melintang A_1 dan A_2 pada kedua ujung diukur dan dengan menganggap bahwa perubahan luas potongan melintang antara kedua ujung itu sebanding dengan jaraknya, luas A_1 dan A_2 tersebut dirata-rata. Akhirnya volume tanah dapat diperoleh dengan mengalikan luas rata-rata tersebut dengan jarak L antara kedua ujung.



Gambar 2.3 Metode Potongan Lintang(Cross)

Jadi :

$$V = \left(\frac{A1 + A2}{2} \right) L \dots\dots\dots \text{persamaan (1)}$$

Di mana :

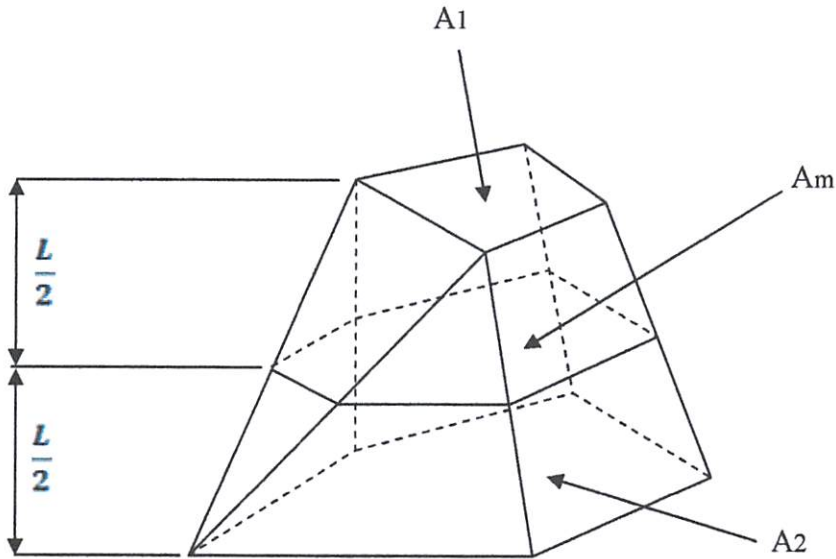
V = Volume tanah dalam satuan kubik

A1 dan A2 = Luas masing-masing penampang ujung dalam satuan persegi

L = Jarak tegak lurus dalam satuan panjang antara kedua luas ujung

2.7.2 Perhitungan Volume Tanah dengan Metode Prisma

Prisma adalah suatu benda padat yang dibatasi oleh dua bidang sejajar pada bagian-bagian atas dan bawahnya serta dibatasi oleh beberapa bidang datar di sekelilingnya. Bilamana dikehendaki volume pekerjaan tanah yang lebih eksak, dapat digunakan rumus prisma. Rumus ini seringkali dipakai untuk menentukan volume material konstruksi yang mahal dan bentuknya rumit, seperti beton yang dicor pada suatu tempat.



Gambar 2.4 Volume Prisma

Volume suatu prisma dinyatakan dengan rumus berikut:

$$V = \frac{L}{6} (A1 + 4Am + A2) \dots\dots\dots \text{persamaan (2)}$$

Di mana:

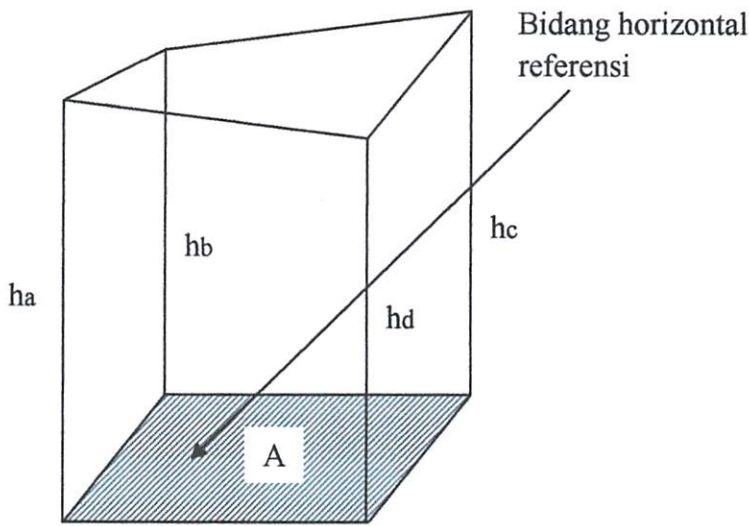
- V = Volume tanah dalam satuan kubik
- A1 = Luas bidang atas prisma dalam satuan persegi
- A2 = Luas bidang bawah prisma dalam satuan persegi
- Am = Luas penampang tengah-tengah antara A1 dan A2 dalam satuan persegi
- L = Jarak tegak lurus dalam satuan panjang antara kedua luas ujung

Am didapat dengan pertama-tama merata-ratakan dimensi A1 dan A2 yang bersesuaian lalu menentukan luas Am – tidak dengan merata-ratakan luas A1 dan A2.

2.7.3 Perhitungan Volume Tanah dengan Metode Ketinggian yang Berbeda

Metode ini digunakan untuk menghitung volume tanah untuk reklamasi, pemotongan, perataan dan lain-lain pada suatu areal yang luas, dan arealnya dibagi menjadi segi empat-segi empat biasa, bujur sangkar-bujur sangkar atau segi tiga-segi tiga dengan menghitung tinggi pada setiap sudut untuk mengetahui volumenya.

- Pembagian areal menjadi segi empat-segi empat biasa atau bujur sangkar-bujur sangkar.



Gambar 2.5 Metode Ketinggian yang Berbeda

Apabila suatu area dibagi seperti pada gambar (a), volume satu bagian adalah:

$$V = \frac{A}{4} (ha + hb + hc + hd) \dots\dots\dots \text{persamaan (3)}$$

- Pembagian areal menjadi segi tiga-segi tiga

Apabila suatu area dibagi menjadi segi tiga-segi tiga, maka volume satu bagian adalah:

$$V = \frac{A}{3} (ha + hb + hc) \dots\dots\dots \text{persamaan (4)}$$

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

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 : 996.542 m^3 .

3.2 Materi dan Peralatan Penelitian

Materi dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

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 Spot Height dibuat dalam format Notepad yang berisikan ribuan data koordinat x, y, dan z. Berikut titik-titik koordinat yang membatasi area pada citra LIDAR yang dijadikan bahan dalam penelitian ini:

East	North	Elevation
250881.080	9958087.180	118.330
249904.360	9958076.700	95.010
249901.040	9957102.610	113.690
250894.280	9957090.930	133.270

2. Perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a) 1 unit komputer Pentium 4.
- b) Microsoft Office Excel 2007, untuk perhitungan.
- c) Trimble Terramodel 10.4, untuk pelaksanaan perhitungan volume.
- d) AutoDesk Land Desktop 2004, untuk pelaksanaan uji kualitas hitungan.

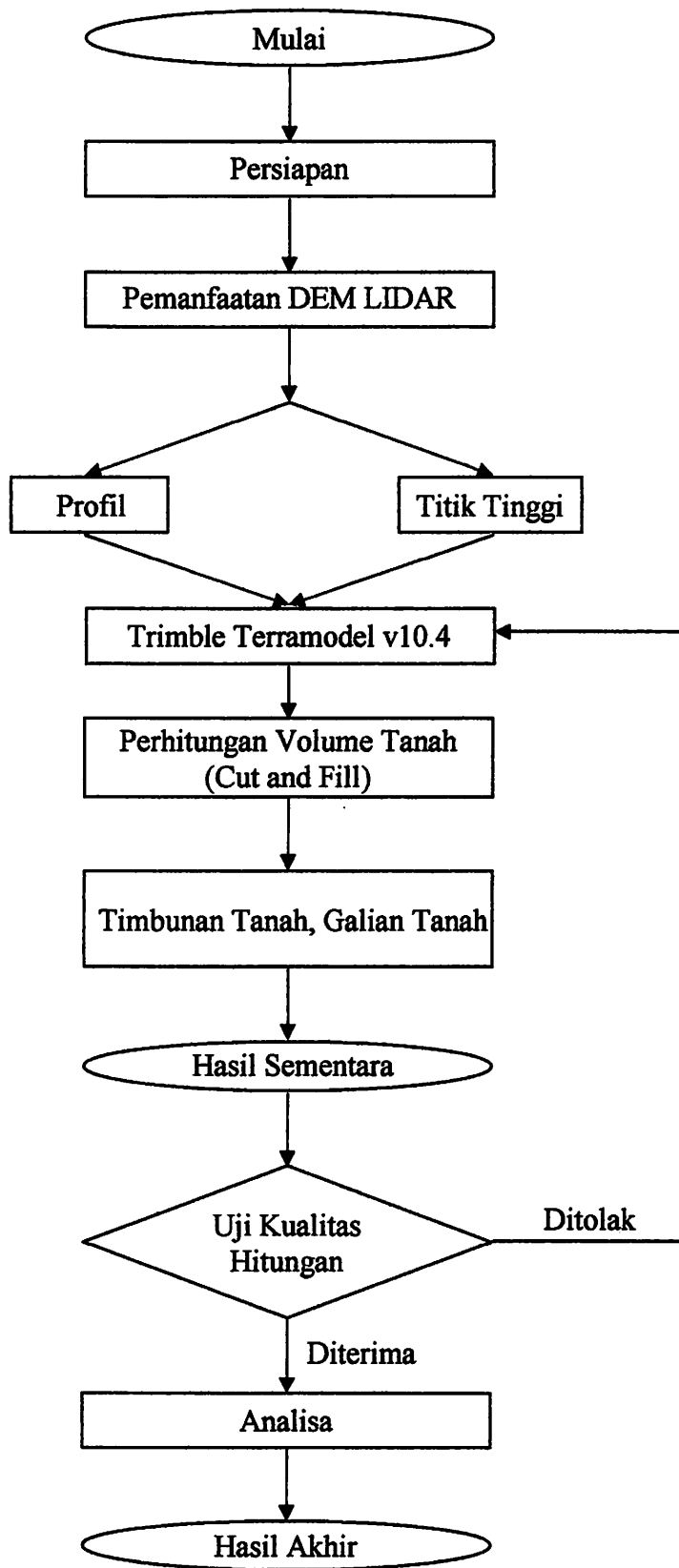
3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian dimaksudkan untuk mendapatkan suatu gambaran mengenai situasi, kejadian, dan kondisi secara lokal yang diteliti dan dikaji pada waktu yang terbatas dan tempat tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan analisa data penginderaan jauh (Remote Sensing) dan surveying yang dibagi dalam 3 tahap, yaitu pengolahan citra LIDAR awal, survey lapangan dan pengolahan data lanjutan.

Klasifikasi data koordinat citra LIDAR diperlukan untuk membedakan antara objek yang merupakan ground dan bukan ground, dengan memanfaatkan perhitungan pantulan Laser pertama dan terakhir pada suatu objek (First dan Last Pulse Measurements). Pantulan Laser pertama (First Laser Return) menghitung jarak ke objek pertama yang dapat dicapai; dalam hal ini ialah pucuk pohon, sedangkan pantulan Laser terakhir (Last Laser Return) menghitung jarak terakhir pada objek pertama; dalam hal ini ialah tanah (Ground) yang berada di bawah pohon.

Pengklasifikasian data koordinat citra LIDAR merupakan juga sebuah proses yang terotomatisasi (Automatic Processing) dengan melibatkan sebuah saringan secara morfologi (Morphological Filters) untuk mengklasifikasi data point masuk ke dalam Ground atau Non-Ground

Dalam penelitian yang berjudul "*Pemanfaatan Data Citra LIDAR untuk Perhitungan Volume Tanah*" ditampilkan tahapan-tahapan kerja dalam diagram alir sebagai berikut :



Keterangan Diagram Alir Penelitian

➤ Persiapan

Perencanaan penerbangan sudah harus ditentukan sebelum penerbangan dilaksanakan beserta penentuan bersama dari kecepatan dan tinggi terbang, tingkat pulsa laser, lebar swath (area liputan), kecepatan mirror, orientasi kamera, interval exposure kamera, dan input dari koordinat project ke dalam komputer navigasi. Sejumlah GPS receiver ditempatkan pada menara-menara lokal yang berpola Trigonometri atau pada titik-titik kontrol lain yang telah diketahui, di dalam area proyek yang memadai untuk perolehan ketelitian. Receiver-receiver ini akan menyediakan komponen GPS dasar dari trayektori pesawat terbang yang akan ditentukan. Sebuah GPS receiver dipasang di pesawat terbang yang berfungsi sebagai komponen yang bergerak (roving component).

➤ Pemanfaatan DEM LIDAR

Digital Elevation Model (DEM) adalah perwakilan dari permukaan Bumi (Topography) secara digital. DEM juga dikenal sebagai digital terrain model (DTM). DEM dapat diwakilkan sebagai raster atau sebagai triangular irregular network (TIN). DEM biasanya dibuat dengan menggunakan teknik penginderaan jauh, tapi dapat juga dicapai dengan melakukan survey terestris. DEM sering dimanfaatkan di dalam pembuatan sistem informasi geografi, dan selalu digunakan sebagai dasar di dalam pembuatan peta relief secara digital. Pada DEM LIDAR juga didapatkan data point berupa x, y, z yang merupakan perwakilan dari titik-titik tinggi beserta posisinya yang nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk perhitungan volume tanah (Cut and Fill Calculation).

➤ Trimble Terramodel v10.4

Media pengolahan data, yang mana data 3-D dari Lidar diimport yang kemudian dianalisa dan dilakukan perhitungan guna memperoleh nilai volume dari suatu area luasan.

➤ **Perhitungan Volume Tanah (Cut and Fill Calculation)**

Metode yang digunakan di dalam perhitungan volume tanah ini ialah metode dengan Ketinggian yang Sama. Yang mana metode ini dimanfaatkan untuk reklamasi, pemotongan, perataan dan lain-lain pada suatu areal yang luas, dan arealnya dibagi menjadi segi empat-segi empat biasa, bujur sangkar-bujur sangkar atau segi tiga-segi tiga dengan menghitung tinggi pada setiap sudut untuk mengetahui volumenya. Turunan dari perhitungan volume tanah ialah dapat berupa estimasi eksak dari timbunan, potongan, dan perataan tanah.

➤ **Hasil Sementara**

Hasil yang belum dilakukan pengujian terhadap kualitas perhitungannya.

➤ **Uji Kualitas Hitungan**

Pengujian hitungan terhadap hasil sementara yang telah diperoleh. Jika tidak ada masalah maka akan langsung dilaksanakan analisa, dan jika ada masalah maka dilakukan pengecekan dan perhitungan kembali dari volume tanah yang dimulai dari Trimble Terramodel v10.42 sampai tidak ada lagi masalah yang timbul pada pengujian kualitas hitungan.

➤ **Analisa**

Menganalisis seberapa besar tingkat ketelitian yang diperoleh.

➤ **Hasil Akhir**

Merupakan hasil akhir dari penelitian setelah dilakukan uji kualitas hitungan.

3.4 Proses Pengolahan Data LIDAR dalam ASCII File

Data Citra LIDAR yang berupa titik tinggi (x, y, z) disimpan dalam file yang berformat Text, dan dapat dibuka dengan aplikasi Notepad (Gambar 3.1).

Data Citra LIDAR yang dipergunakan terdiri dari 3 File ASCII, yaitu:

- 1) MGM_DTM_138 yang merupakan DTM awal.
- 2) MGM_DTM_138xx yang merupakan DTM rencana 1.
- 3) Terra yang merupakan DTM rencana 2.

MGM_DTM_138 - Notepad			
File	Edit	Format	View Help
249934.990	9957094.110	114.920	
249938.780	9957095.590	116.030	
249910.430	9957101.540	114.370	
249901.040	9957102.610	113.690	
249937.740	9957099.440	117.330	
249930.540	9957101.180	117.400	
250019.550	9957092.460	132.580	
249922.300	9957103.920	115.140	
249910.470	9957105.280	113.890	
249919.700	9957105.040	114.830	
249900.190	9957108.420	113.740	
250013.970	9957096.410	130.610	
249939.090	9957104.850	118.670	
249900.110	9957109.370	114.000	
250011.790	9957097.630	130.160	
249938.240	9957105.960	118.470	
249901.680	9957110.180	113.750	
249900.440	9957110.360	114.000	
250011.590	9957098.490	130.400	
249902.340	9957111.030	113.650	
249952.940	9957106.250	121.700	
249952.320	9957106.320	121.690	
249943.840	9957107.270	120.020	
249927.990	9957109.040	116.790	
250005.040	9957101.170	130.090	
249966.400	9957105.380	120.760	
249954.170	9957107.020	121.680	
249952.280	9957107.270	121.790	
249902.520	9957113.040	114.170	
249903.670	9957113.970	114.250	
249928.460	9957111.880	116.490	
249907.330	9957114.400	113.610	
249903.320	9957115.970	114.180	
249904.490	9957116.940	114.360	
249902.620	9957117.180	114.310	
249999.820	9957106.240	128.520	
249950.120	9957112.330	121.280	
249910.250	9957117.090	113.830	
249950.060	9957113.450	121.310	
249925.150	9957116.360	115.470	
249917.730	9957117.230	113.670	
249910.220	9957118.260	113.830	
249906.480	9957118.810	114.290	
250017.600	9957105.920	132.110	
250012.310	9957106.590	131.390	
249977.900	9957110.790	124.650	
249970.350	9957111.780	124.030	
249912.150	9957118.960	113.550	
249901.570	9957120.550	115.060	
249916.400	9957119.530	113.480	
249908.270	9957120.700	113.940	

MGM_DTM_138xx - Notepad			
File	Edit	Format	View Help
249934.99	9957094.11	100	
249938.78	9957095.59	100	
249910.43	9957101.54	100	
249901.04	9957102.61	100	
249937.74	9957099.44	100	
249930.54	9957101.18	100	
250019.55	9957092.46	100	
249922.3	9957103.92	100	
249910.47	9957105.28	100	
249919.7	9957105.04	100	
249900.19	9957108.42	100	
250013.97	9957096.41	100	
249939.09	9957104.85	100	
249900.11	9957109.37	100	
250011.79	9957097.63	100	
249938.24	9957105.96	100	
249901.68	9957110.18	100	
249900.44	9957110.36	100	
250011.59	9957098.49	100	
249902.34	9957111.03	100	
249952.94	9957106.25	100	
249952.32	9957106.32	100	
249943.84	9957107.27	100	
249927.99	9957109.04	100	
250005.04	9957101.17	100	
249966.4	9957105.38	100	
249954.17	9957107.02	100	
249952.28	9957107.27	100	
249902.52	9957113.04	100	
249903.67	9957113.97	100	
249928.46	9957111.88	100	
249907.33	9957114.4	100	
249903.32	9957115.97	100	
249904.49	9957116.94	100	
249902.62	9957117.18	100	
249999.82	9957106.24	100	
249950.12	9957112.33	100	
249910.25	9957117.09	100	
249950.06	9957113.45	100	
249925.15	9957116.36	100	
249917.73	9957117.23	100	
249910.22	9957118.26	100	
249906.48	9957118.81	100	
250017.6	9957105.92	100	
250012.31	9957106.59	100	
249977.9	9957110.79	100	
249970.35	9957111.78	100	
249912.15	9957118.96	100	
249901.57	9957120.55	100	
249916.4	9957119.53	100	
249908.27	9957120.7	100	
249907.65	9957120.79	100	

Terra - Notepad			
File	Edit	Format	View Help
250300.4	9958069		50
250292.5	9957124		50
250299.1	9957091		50
250325.6	9957091		50
250319.8	9957092		50
250295.8	9957095		50
250340.3	9957094		50
250314.8	9957099		50
250333.9	9957098		50
250332.6	9957100		50
250300.6	9957104		50
250326.4	9957102		50
250325.8	9957102		50
250300.8	9957105		50
250309.5	9957106		50
250299.9	9957108		50
250316.8	9957107		50
250311.5	9957109		50
250300.2	9957111		50
250299.5	9957111		50
250479.2	9957090		50
250475.8	9957091		50
250476.7	9957092		50
250475	9957092		50
250478.5	9957093		50
250477.6	9957093		50
250294.1	9957115		50
250365.3	9957108		50
250346.7	9957110		50
250293.2	9957116		50
250348.8	9957112		50
250348.1	9957112		50
250392.1	9957108		50
250316.6	9957122		50
250428.7	9957112		50
250318.3	9957123		50
250400.8	9957116		50
250382.2	9957120		50
250381.5	9957120		50
250380.7	9957120		50
250374.9	9957121		50
250372.8	9957121		50
250334.1	9957124		50
250333.5	9957124		50
250326.6	9957125		50
250322.7	9957125		50
250321.7	9957129		50
250350.1	9957129		50
250508.8	9957121		50
250376.2	9958065		50
250374.7	9958065		50
250344.4	9958067		50
250383.5	9958066		50
250372.5	9958067		50
250496.4	9958063		50
250449.6	9958065		50
250431.6	9958067		50

Gambar 3.1 2 File ASCII Citra LIDAR

3.5 Perhitungan Volume

Perhitungan volume berdasarkan DTM dari citra LIDAR dapat dilakukan dengan 2 metode, antara lain:

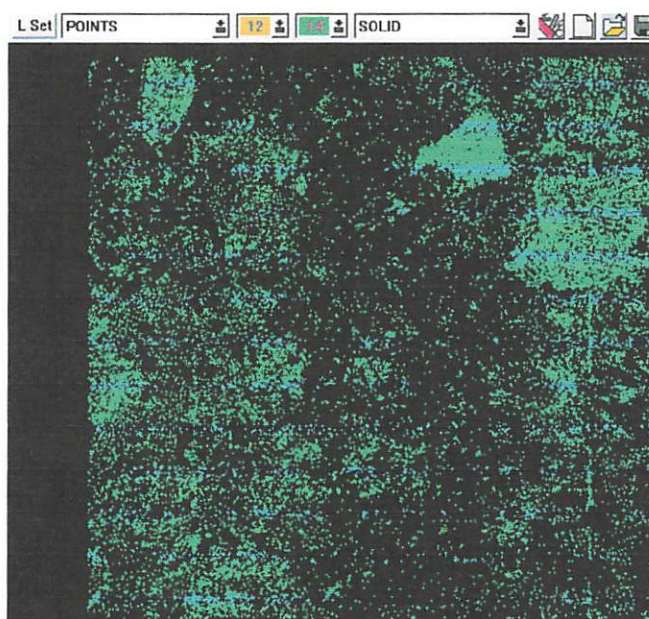
1. Model Surface to Datum, perhitungan volume di antara Single DTM dan Elevasi Datum.
2. Model Surface to Surface, perhitungan volume di antara 2 DTM.

3.5.1 Model Surface to Datum (Volume di antara single DTM dan Elevasi 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.

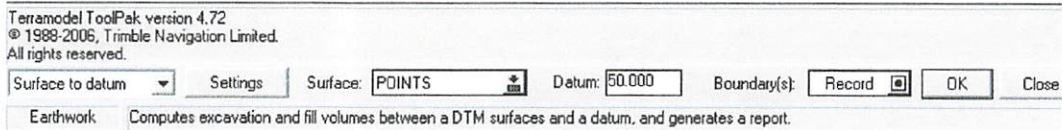
- ❖ Langkah kerja perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada file ASCII yang bernama MGM_DTM_138 dengan penentuan nilai Datum sebesar 50 dan dengan nama Layer POINTS sebagai berikut:

- 1) Import file ASCII yang bernama MGM_DTM_138 pada Terramodel v10.4 (Gambar 3.2).



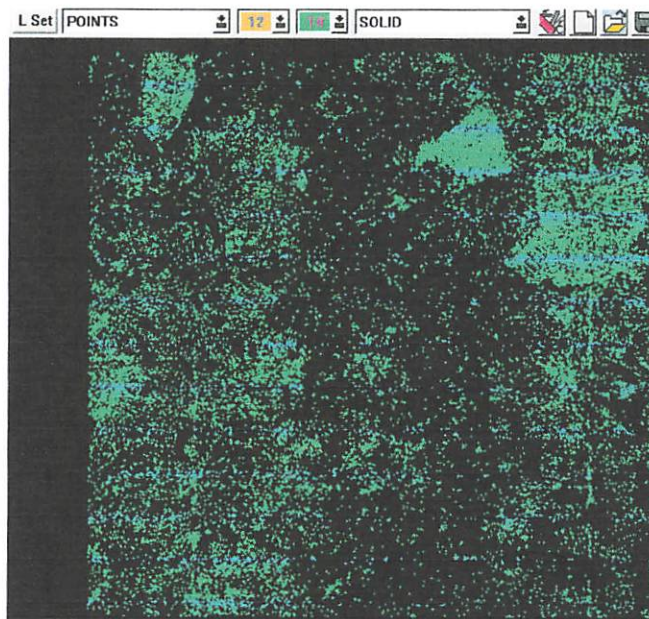
Gambar 3.2 Tampilan DTM yang bernama MGM_DTM_138

- 2) Perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada DTM MGM_DTM_138 kemudian dapat dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan Datum sebesar 50 (Gambar 3.3).



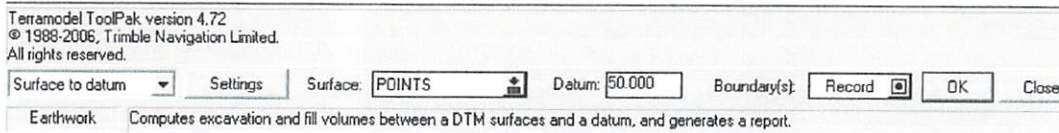
Gambar 3.3 Penentuan nilai Datum pada MGM DTM 138

- ❖ Langkah kerja perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada file ASCII yang bernama MGM_DTM_138xx dengan penentuan nilai Datum sebesar 50 dan dengan nama Layer POINTS sebagai berikut:
 - 1) Import file ASCII yang bernama MGM_DTM_138xx pada Terramodel v10.4 (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Tampilan DTM yang bernama MGM DTM 138xx

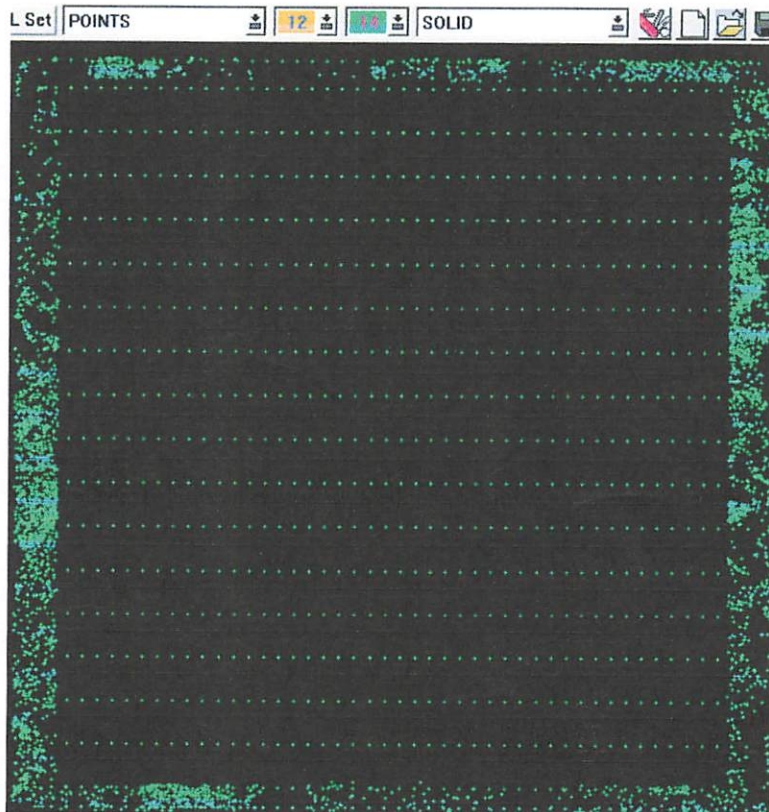
- 2) Perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada DTM MGM_DTM_138xx kemudian dapat dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan Datum sebesar 50 (Gambar 3.5).



Gambar 3.5 Penentuan nilai Datum pada MGM_DTM_138xx

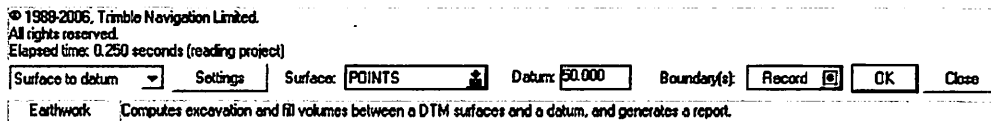
- ❖ Langkah kerja perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada file ASCII yang bernama Terra dengan penentuan nilai Datum sebesar 50 dan dengan nama Layer POINTS sebagai berikut:

- 1) Import file ASCII yang bernama Terra pada Terramodel v10.4 (Gambar 3.6).



Gambar 3.6 Tampilan DTM yang bernama Terra

- 2) Perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada DTM Terra kemudian dapat dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan Datum sebesar 50 (Gambar 3.7).



Gambar 3.7 Penentuan nilai Datum pada Terra

3.5.2 Model Surface to Surface (Volume di antara 2 DTM)

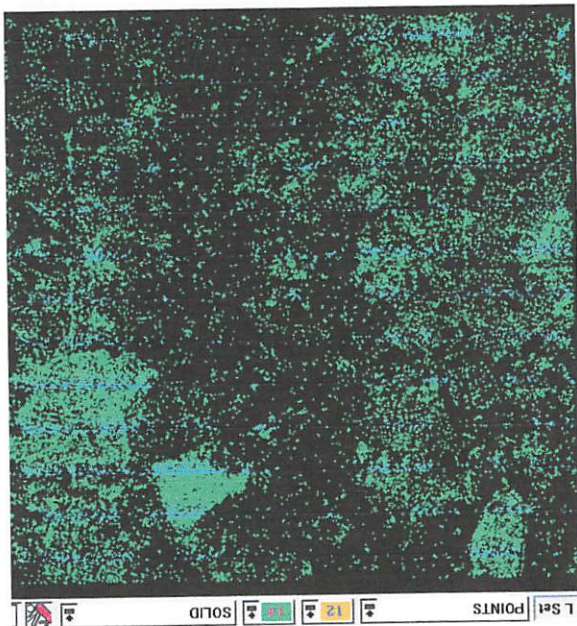
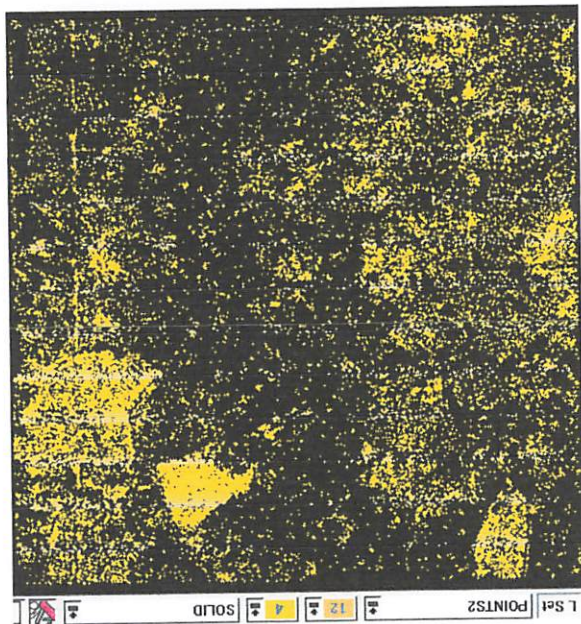
Perhitungan volume dengan menggunakan metode Surface to Surface dilakukan dengan importing 2 file ASCII yang nantinya diberi nama Layer yang berbeda tetapi memiliki data posisi yang sama, atau ke-2 file ASCII tersebut terletak pada suatu area luasan yang sama.

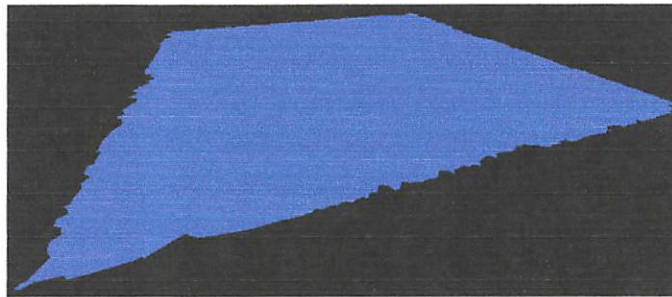
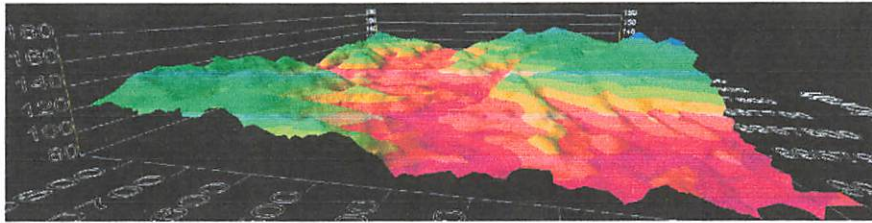
- ❖ Langkah kerja perhitungan volume antara MGM_DTM_138 dan MGM_DTM_138xx dengan menggunakan metode Surface to Surface sebagai berikut:

- 1) Importing 2 file ASCII Point dengan nama Layer yang berbeda, tetapi pada area atau posisi yang sama, yaitu file ASCII yang bernama MGM_DTM_138 dengan nama Layer POINTS dan MGM_DTM_138xx dengan nama Layer POINTS2 (Gambar 3.8).

2 file ASCII yang telah diimport (MGM DTM 138 (hijau) dan MGM DTM 138xx (kuning))

Gambar 3.8a



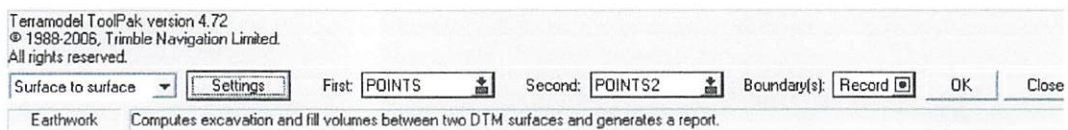


Gambar 3.8b

Tampilan 3D dari 2 file ASCII yang telah diimport (MGM_DTM_138 (warna-warni) dan MGM_DTM_138xx (biru))

Importing 2 file ASCII di atas akan membentuk 2 DTM yang teroverlay, yaitu DTM awal (MGM_DTM_138) dan DTM perencanaan (MGM_DTM_138xx).

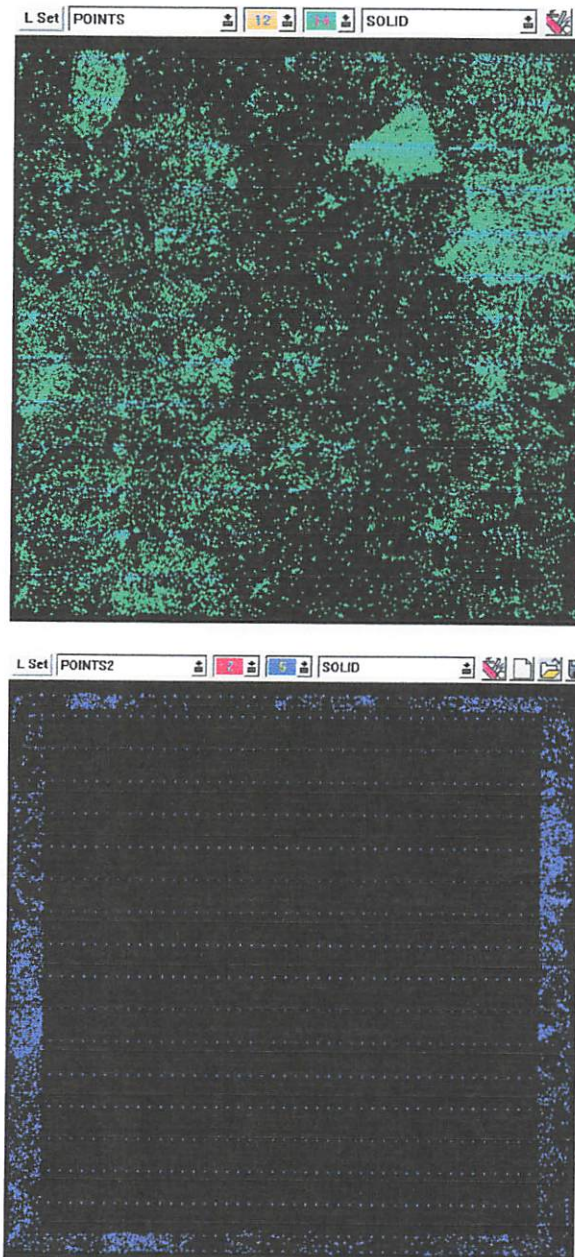
- 2) Perhitungan volume dengan model Surface to Surface kemudian dapat dilakukan dengan melakukan setting Surface terlebih dahulu, yaitu Surface pertama diset pada Layer POINTS (MGM_DTM_138), dan Surface kedua diset pada Layer POINTS2 (MGM_DTM_138xx) (Gambar 3.9).



Gambar 3.9 Setting Surface pada perhitungan volume Surface to Surface

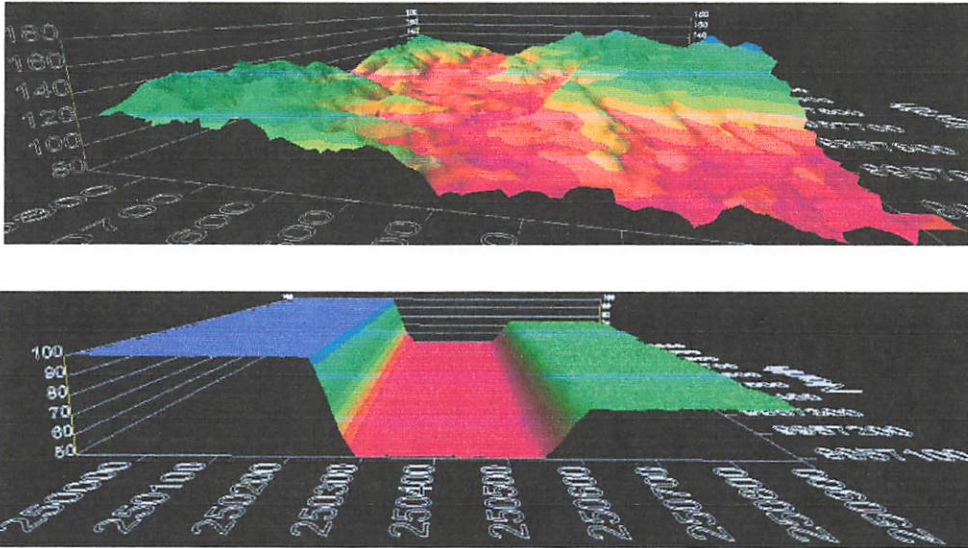
❖ Langkah kerja perhitungan volume antara MGM_DTM_138 dan Terra dengan menggunakan metode Surface to Surface sebagai berikut:

- 1) Importing 2 file ASCII Point dengan nama Layer yang berbeda, tetapi pada area atau posisi yang sama, yaitu file ASCII yang bernama MGM_DTM_138 dengan nama Layer POINTS dan Terra dengan nama Layer POINTS2 (Gambar 3.10).



Gambar 3.10a

2 file ASCII yang telah diimport (MGM DTM 138 (hijau) dan Terra (biru))

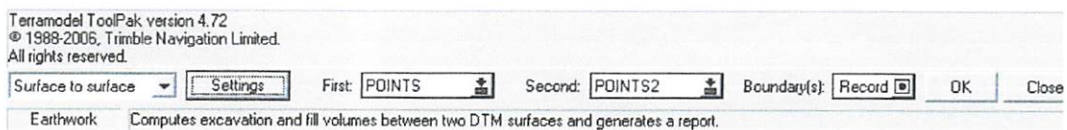


Gambar 3.10b

Tampilan 3D dari 2 file ASCII yang telah diimport (MGM_DTM_138 (warna-warni, kasar) dan Terra (warna-warni, halus))

Importing 2 file ASCII di atas akan membentuk 2 DTM yang teroverlay, yaitu DTM awal (MGM_DTM_138) dan DTM perencanaan (Terra).

- 2) Perhitungan volume dengan model Surface to Surface kemudian dapat dilakukan dengan melakukan setting Surface terlebih dahulu, yaitu Surface pertama diset pada Layer POINTS (MGM_DTM_138), dan Surface kedua diset pada Layer POINTS2 (Terra) (Gambar 3.11).



Gambar 3.11 Setting Surface pada perhitungan volume Surface to Surface

Semua metode perhitungan volume tanah di atas dilakukan pada Trimble Terramodel v10.4, dan dilakukan uji kualitas hitungan atau perbandingan hasil dengan menggunakan Autodesk Land Desktop 2004.

BAB IV

PEMBAHASAN DAN ANALISA HASIL

4.1 Analisa Pengolahan Data Digital

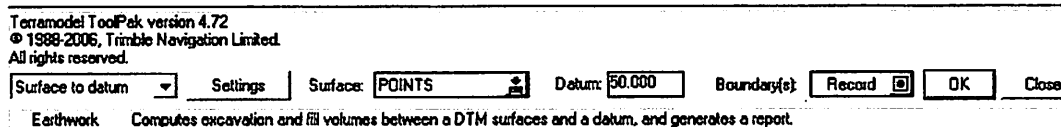
Pengolahan data LIDAR dalam ASCII file bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan volume tanah, karena file ASCII LIDAR terdiri dari ribuan titik tinggi (Spot Height) sehingga sangat teliti sekali dalam upaya penginformasian elevasi dari setiap objek yang ada di permukaan bumi.

Pada penelitian ini dalam proses pengolahan data LIDAR dalam ASCII file sampai pada proses perhitungan volume digunakan perangkat lunak Microsoft Office Excel 2007 untuk perhitungan data 3D LIDAR, dan Trimble Terramodel 10.42 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).

4.2 Analisa Perhitungan Volume

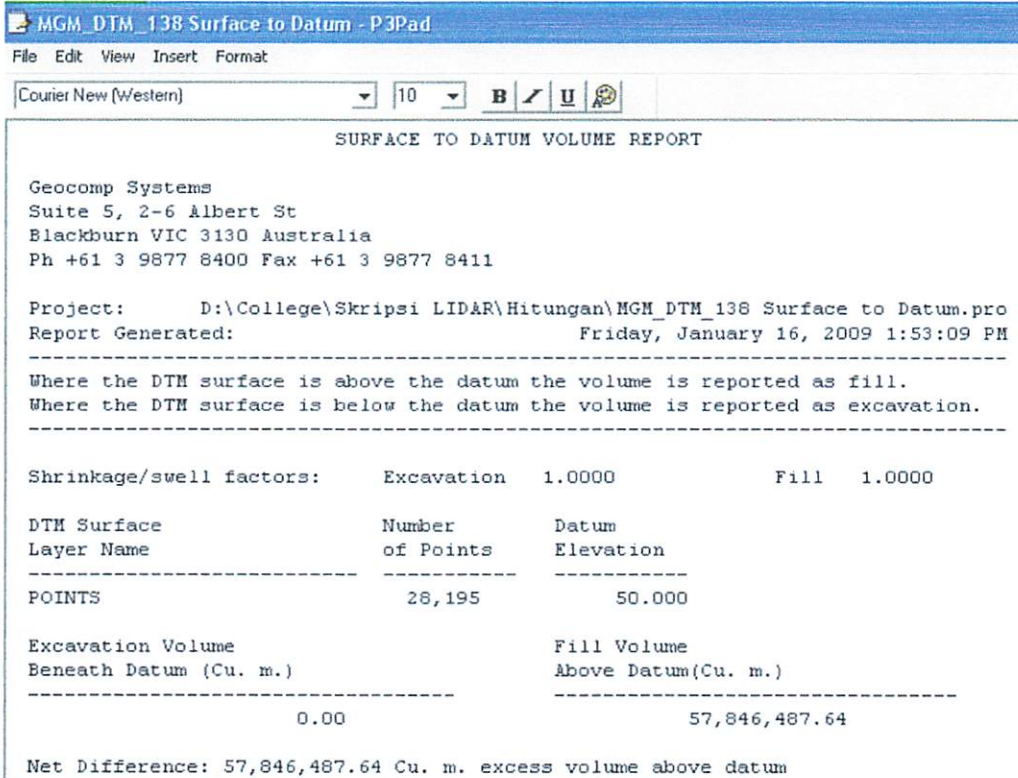
Perhitungan volume dengan metode Surface to Datum diawali dengan penentuan Datum pada setiap file ASCII atau DTM yang diimport. Masing-masing file ASCII yang diimport harus ditentukan sama nilai Datumnya, sehingga dapat dihitung selisih volume dari setiap DTM. Nilai dari selisih volume yang didapat merupakan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

- ❖ Perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada file ASCII yang bernama MGM_DTM_138 dengan penentuan nilai Datum sebesar 50 dan dengan nama Layer POINTS (Gambar 4.1).



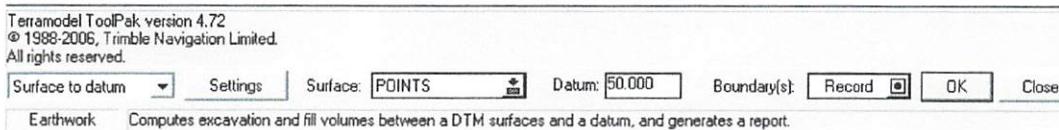
Gambar 4.1 Penentuan nilai Datum pada MGM_DTM_138

Perhitungan volume Surface to Datum pada MGM_DTM_138 menghasilkan nilai volume timbunan sebesar 57846487,64 m³ (Gambar 4.2).



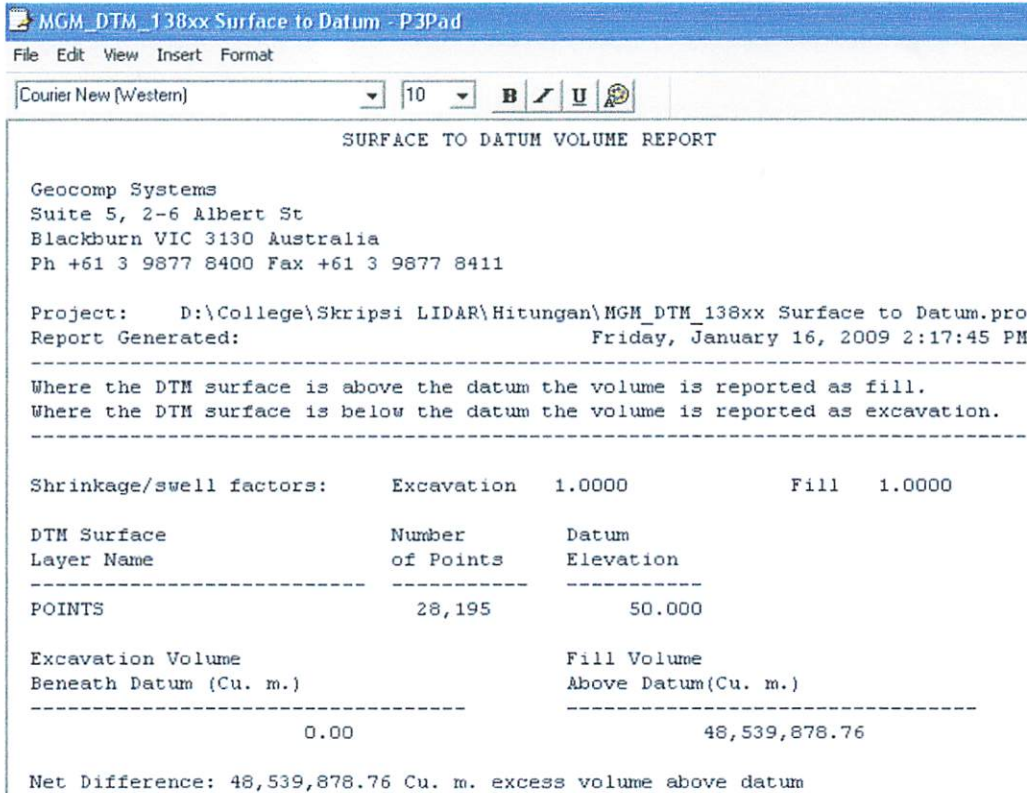
Gambar 4.2 Hasil perhitungan volume Surface to Datum pada MGM_DTM_138

- ❖ Perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada file ASCII yang bernama MGM_DTM_138xx dengan penentuan nilai Datum sebesar 50 dan dengan nama Layer POINTS (Gambar 4.3).



Gambar 4.3 Penentuan nilai Datum pada MGM_DTM_138xx

Perhitungan volume Surface to Datum pada MGM_DTM_138xx menghasilkan nilai volume timbunan sebesar 48539878,76 m³ (Gambar 4.4).



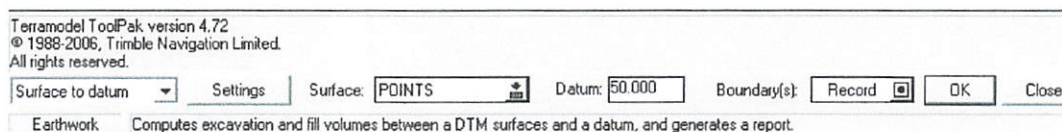
Gambar 4.4 Hasil perhitungan volume Surface to Datum pada MGM_DTM_138xx

- ❖ Hasil selisih dari nilai volume pada DTM MGM_DTM_138 dan MGM_DTM_138xx merupakan nilai volume perencanaan 1.

$$\begin{aligned} \text{Volume Rencana 1} &= \text{Volume MGM_DTM_138} - \text{Volume MGM_DTM_138xx} \\ &= 57846487,64 - 48539878,76 \end{aligned}$$

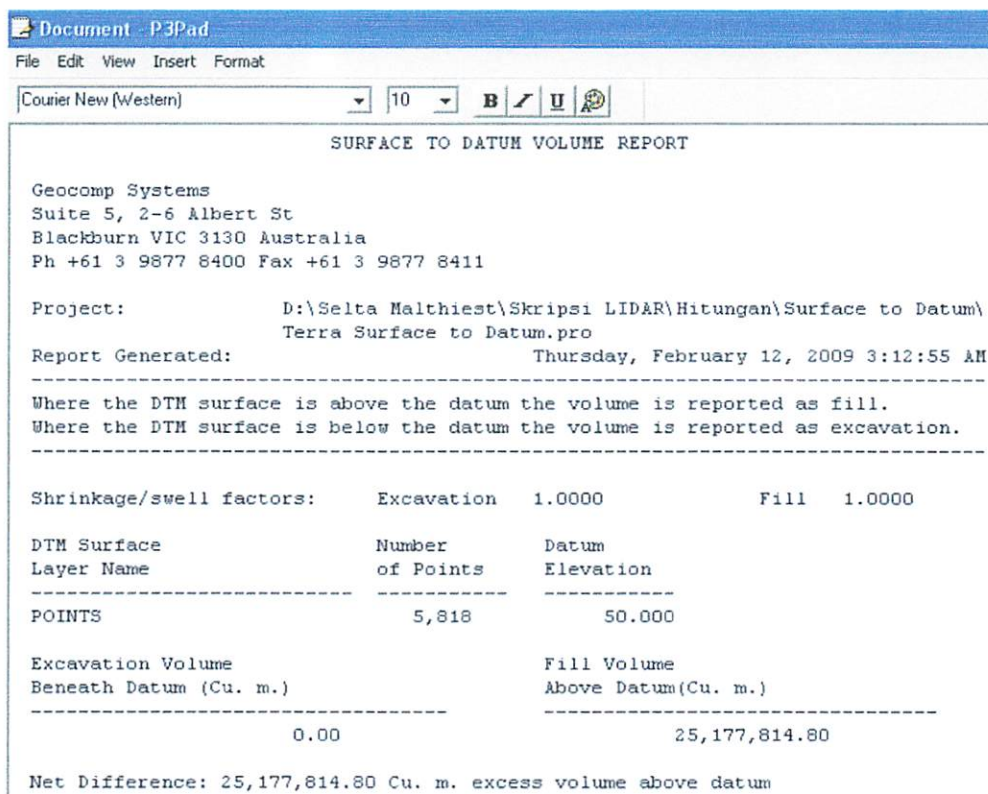
$$\text{Volume Rencana 1} = \underline{9306608,88 \text{ m}^3}$$

- ❖ Perhitungan volume dengan model Surface to Datum pada file ASCII yang bernama Terra dengan penentuan nilai Datum sebesar 50 dan dengan nama Layer POINTS (Gambar 4.5).



Gambar 4.5 Penentuan nilai Datum pada Terra

Perhitungan volume Surface to Datum pada Terra menghasilkan nilai volume timbunan sebesar 25177814,80 m³ (Gambar 4.6).



Gambar 4.6 Hasil perhitungan volume Surface to Datum pada Terra

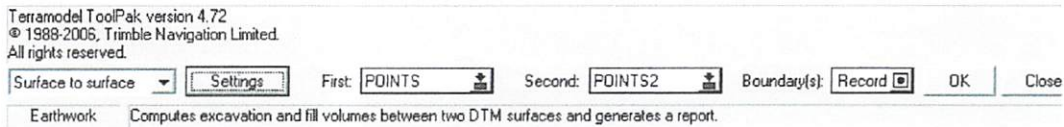
- ❖ Hasil selisih dari nilai volume pada DTM MGM_DTM_138 dan Terra merupakan nilai volume perencanaan 2.

$$\text{Volume Rencana 2} = \text{Volume MGM_DTM_138} - \text{Volume Terra}$$

$$= 57846487,64 - 25177814,80$$

$$\text{Volume Rencana 2} = \underline{32668672,84 \text{ m}^3}$$

- ❖ Perhitungan volume rencana 1 dengan menggunakan metode Surface to Surface, dilakukan dengan importing 2 file ASCII Point yang berbeda, tetapi pada area atau posisi yang sama, yaitu MGM_DTM_138 dan MGM_DTM_138xx, sehingga akan terbentuk 2 DTM yang teroverlay, yaitu DTM awal (MGM_DTM_138) dan DTM perencanaan (MGM_DTM_138xx). DTM awal diberi nama Layer POINTS dan DTM perencanaan diberi nama Layer POINTS2 (Gambar 4.7).

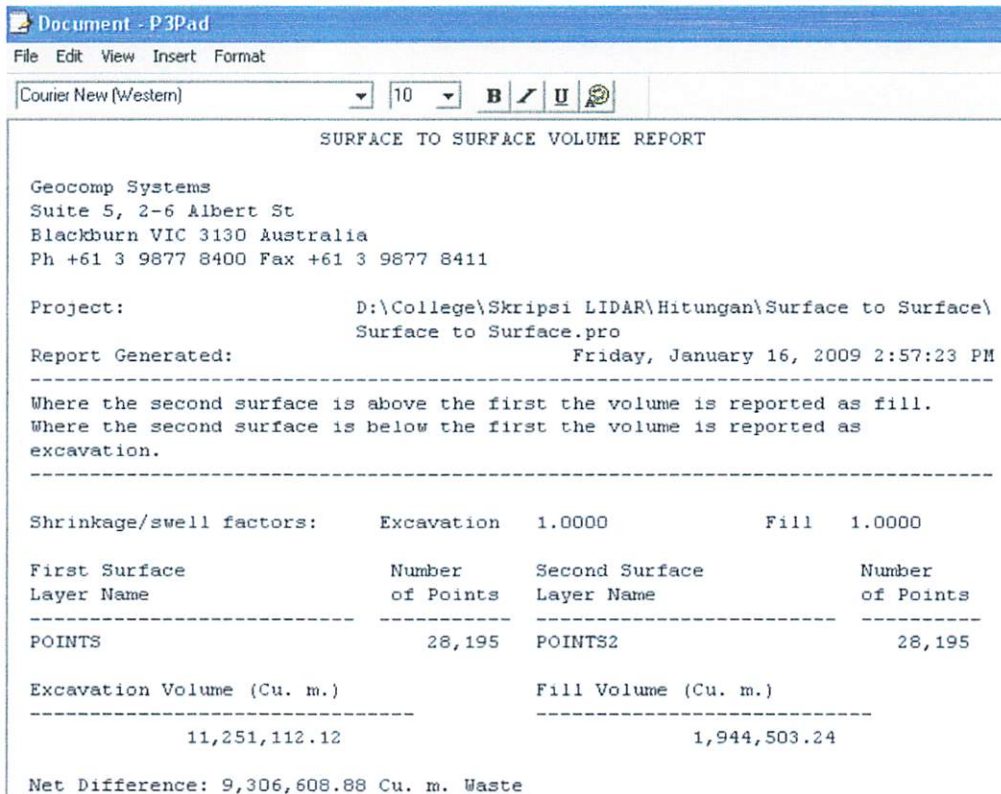


Gambar 4.7 Setting perhitungan volume Surface to Surface

Nilai volume rencana 1 yang didapatkan = $9306608,88 \text{ m}^3$, yang terdiri dari:

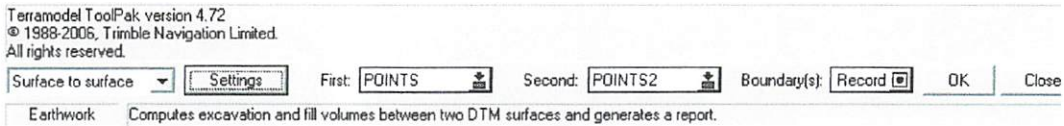
Volume Galian (Excavation Volume) = $11251112,12 \text{ m}^3$

Volume Timbunan (Fill Volume) = $1944503,24 \text{ m}^3$, (Gambar 4.8)



Gambar 4.8 Hasil perhitungan volume Surface to Surface

- ❖ Perhitungan volume rencana 2 dengan menggunakan metode Surface to Surface, dilakukan dengan importing 2 file ASCII Point yang berbeda, tetapi pada area atau posisi yang sama, yaitu MGM_DTM_138 dan Terra, sehingga akan terbentuk 2 DTM yang teroverlay, yaitu DTM awal (MGM_DTM_138) dan DTM perencanaan (Terra). DTM awal diberi nama Layer POINTS dan DTM perencanaan diberi nama Layer POINTS2 (Gambar 4.9).

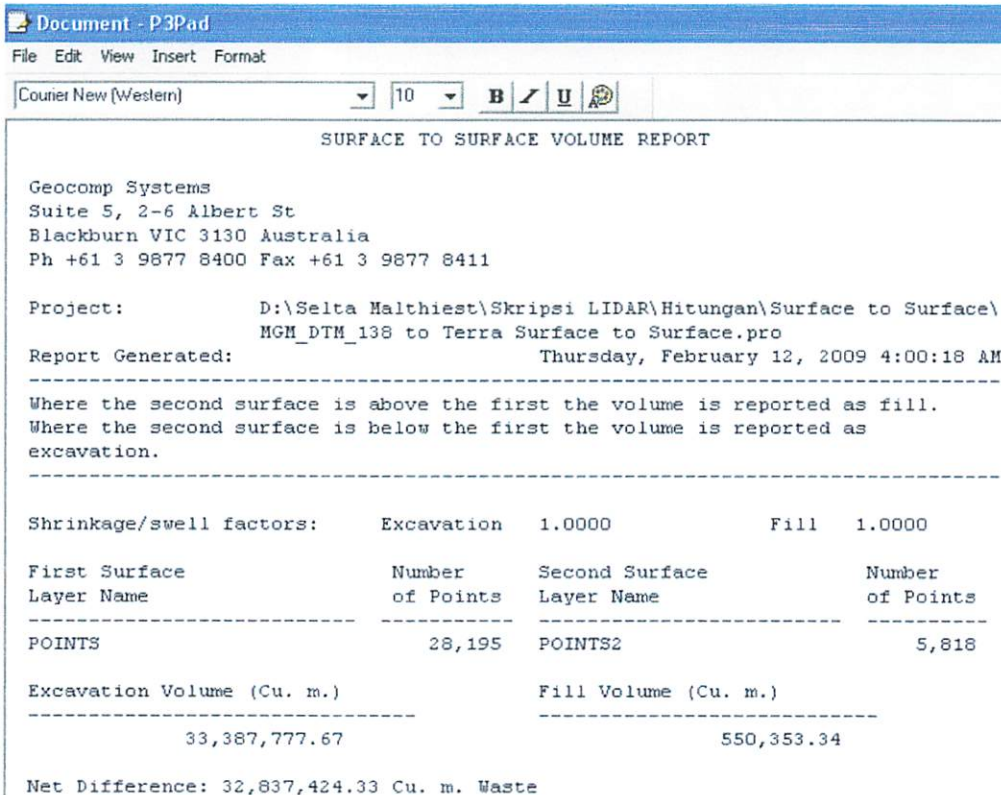


Gambar 4.9 Setting perhitungan volume Surface to Surface

Nilai volume rencana 2 yang didapatkan = $32837424,33 \text{ m}^3$, yang terdiri dari:

Volume Galian (Excavation Volume) = $33387777,67 \text{ m}^3$

Volume Timbunan (Fill Volume) = $550353,34 \text{ m}^3$, (Gambar 4.10)



Gambar 4.10 Hasil perhitungan volume Surface to Surface

- ❖ Penghitungan volume dengan memanfaatkan citra LIDAR pada 3 lokasi yang memiliki karakteristik permukaan yang berbeda dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Lokasi	Metode	Volume Permukaan Citra LIDAR ke Datum Terpilih dengan ketinggian 50 m.		Penyimpangan Volume	Keterangan
		Galian (m^3)	Timbunan (m^3)		
Lokasi 1	Ketinggian yang sama	0	83.085.672,91	0,1394%	Lokasi dengan ketinggian yang relatif datar.
	Prisma	0	82.969.851,48		
Lokasi 2	Ketinggian yang sama	0	69.674.034,31	0,3975%	Lokasi dengan ketinggian yang bervariasi.
	Prisma	0	69.397.080,02		
Lokasi 3	Ketinggian yang sama	0	57.846.487,64	0,4417%	Lokasi dengan ketinggian yang terjal.
	Prisma	0	57.590.979,70		

❖ Penghitungan volume dengan memanfaatkan citra LIDAR pada 3 lokasi yang memiliki karakteristik permukaan yang berbeda dapat dilihat pada

tabel di bawah ini:

Keterangan	Volume Penyimpangan	Volume Permukaan Citra LIDAR ke Dalam Tepi di dalam ketinggian 50 m		Mudora	Lokasi
		Timbunan (%)	Galasi (%)		
Lokasi dengan ketinggian yang relatif datar	0,1307%	82.023.622,91	0	Ketinggian yang sama	Lokasi 1
		82.000.231,42	0	Prisma	
Lokasi dengan ketinggian yang bervariasi	0,3072%	69.674.034,31	0	Ketinggian yang sama	Lokasi 2
		69.307.080,02	0	Prisma	
Lokasi dengan ketinggian yang terjal	0,4417%	27.846.487,61	0	Ketinggian yang sama	Lokasi 3
		27.260.070,70	0	Prisma	

4.3 Analisa Uji Ketelitian

Analisa uji 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 Trimble Terramodel v10.4, 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 Surface to Surface (volume di antara 2 DTM) antara Trimble Terramodel v10.4 dan Autodesk Land Desktop 2004:

❖ Perhitungan volume tanah dengan metode Surface to Datum

Perangkat Lunak yang digunakan	Area Perhitungan (Surface)	Volume		Total (m ³)
		Galian* ¹ (m ³)	Timbunan* ² (m ³)	
Terramodel	Surface-1 ke Datum-50	0	57846487,64	57846487,64
Land Desktop		59294318	0	59294318
Perbedaan nilai antara Terramodel dan Land Desktop				1447830.36
Terramodel	Surface-2 ke Datum-50	0	48539878,76	48539878,76
Land Desktop		49732225	0	49732225
Perbedaan nilai antara Terramodel dan Land Desktop				1192346.24

Volume Rencana 1 menggunakan perangkat lunak Trimble *Terramodel v10.4*

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Surface-1 ke Datum-50}) - (\text{Surface-2 ke Datum-50}) \\
 &= 57846487,64 - 48539878,76
 \end{aligned}$$

Volume Rencana 1 = 9306608,88 m³

4.3. Analisis Uji Ketelitian

Analisis uji 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 Trimble TerraModel v10.4 dan akan dibandingkan atau diuji ketelitian hasil perhitungan volume tersebut dengan menggunakan Autodesk Land Desktop 3004 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 Surface to Surface (volume di antara 2 DTM) antara Trimble TerraModel v10.4 dan Autodesk Land Desktop 3004:

❖ Perhitungan volume tanah dengan metode Surface to Datum

Total (m ³)	Volume		Area Perhitungan (Surface)	Perangkat Lunak yang digunakan
	Timbunan (m ³)	Galian (m ³)		
27846487,61	27846487,61	0	Surface-1 ke Datum-20	TerraModel
50304218	0	50304218	Surface-1 ke Datum-20	Land Desktop
Perbedaan nilai antara TerraModel dan Land Desktop : 1447830,30				
48230878,70	48230878,70	0	Surface-2 ke Datum-20	TerraModel
48230878,70	0	48230878,70	Surface-2 ke Datum-20	Land Desktop
Perbedaan nilai antara TerraModel dan Land Desktop : 1192346,34				

Volume Rencana I menggunakan perangkat lunak Trimble TerraModel v10.4
 = (Surface-1 ke Datum-20) - (Surface-2 ke Datum-20)
 = 27846487,61 - 48230878,70
 = -20384391,09 m³

Volume Rencana 1 menggunakan perangkat lunak *Land Desktop 2004*

$$= (\text{Surface-1 ke Datum-50}) - (\text{Surface-2 ke Datum-50})$$

$$= 59294318 - 49732225$$

Volume Rencana 1 = 9562093 m³

Perbedaan nilai volume rencana 1 dengan menggunakan perangkat lunak antara Trimble Terramodel v10.4 dan Autodesk Land Desktop 2004 = 255484.12 m³

Perangkat Lunak yang digunakan	Area Perhitungan (Surface)	Volume		Total (m ³)
		Galian*1 (m ³)	Timbunan*2 (m ³)	
Terramodel	Surface-1 ke Datum-50	0	57846487,64	57846487,64
Land Desktop		59294318	0	59294318
Perbedaan nilai antara Terramodel dan Land Desktop				1447830.36
Terramodel	Surface-3 ke Datum-50	0	25177814,80	25177814,80
Land Desktop		25701993	0	25701993
Perbedaan nilai antara Terramodel dan Land Desktop				524178.2

Volume Rencana 2 menggunakan perangkat lunak Trimble *Terramodel v10.4*

$$= (\text{Surface-1 ke Datum-50}) - (\text{Surface-3 ke Datum-50})$$

$$= 57846487,64 - 25177814,80$$

Volume Rencana 2 = 32668672,84 m³

Volume Rencana 2 menggunakan perangkat lunak *Land Desktop 2004*

$$= (\text{Surface-1 ke Datum-50}) - (\text{Surface-3 ke Datum-50})$$

$$= 59294318 - 25701993$$

Volume Rencana 2 = 33592325 m³

Perbedaan nilai volume rencana 2 dengan menggunakan perangkat lunak antara Trimble Terramodel v10.4 dan Autodesk Land Desktop 2004 = 923652.16 m³

❖ Perhitungan volume tanah dengan metode Surface to Surface

Perangkat Lunak yang digunakan	Area Perhitungan (Surface)	Volume		Total (m^3)
		Galian (m^3)	Timbunan (m^3)	
Terramodel	Surface-1 ke Surface-2	11251112,12	1944503,24	9306608,88
Land Desktop		11608592	2024642	9583951
Perbedaan nilai antara Terramodel dan Land Desktop				277342.12
Terramodel	Surface-1 ke Surface-3	33387777,67	550353,34	32837424,33
Land Desktop		34252842	598363	33654479
Perbedaan nilai antara Terramodel dan Land Desktop				817054.67

Keterangan:

- Datum-50 = Elevasi referensi untuk pemotongan terhadap DTM sebesar 50.
- MGM_DTM_138 = Surface-1, DTM awal atau original.
- MGM_DTM_138xx = Surface-2, DTM rencana 1 dengan keseluruhan nilai koordinat Z sama, 100.
- Terra = Surface-3, DTM rencana 2, dengan nilai koordinat Z yang bervariasi.
- *1 = Nilai volume yang dihasilkan kemudian diterjemahkan oleh perangkat lunak Autodesk Land Desktop 2004 sebagai nilai volume galian.
- *2 = Nilai volume yang dihasilkan kemudian diterjemahkan oleh perangkat lunak Trimble TerraModel v10.4 sebagai nilai volume timbunan.
- Nilai volume yang diperoleh pada *1 dan *2 terletak pada posisi atau lokasi dari target perhitungan volume yang benar-benar sama, hanya saja terdapat perbedaan penterjemahan logika (Logical Translation) yang disebabkan oleh bahasa pemrograman (Algorithm) dari masing-masing perangkat lunak yang digunakan.

* Perhitungan volume tanah dengan metode Surface to Surface

Total (m ³)	Volume		Area Perhitungan (Surface)	Perangkat Lunak yang digunakan
	Timbunan (m ³)	Galian (m ³)		
930608,88	1044203,24	1125112,12	Surface-1 ke Surface-2	Terminodel
9223251	7024042	11608202		Land Desktop
Perbedaan nilai antara Terminodel dan Land Desktop 277342,12				
32823424,23	220323,34	3328777,67	Surface-1 ke Surface-3	Terminodel
				Land Desktop
70241429	208302	34222812		
Perbedaan nilai antara Terminodel dan Land Desktop 81702107				

Keterangan:

- o Datum-20 = Elevasi referensi untuk pekerjaan terhadap DTM sebesar 20.
- o $MGM_DTM_138 = Surface-1_DTM$ awal dan original.
- o $MGM_DTM_138x = Surface-2_DTM$ rencana 1 dengan kesetruhan nilai koordinat Σ sama 100.
- o $Terr = Surface-3_DTM$ rencana 2 dengan nilai koordinat Σ yang bervariasi.
- o *1 = Nilai volume yang dihasilkan kemudian ditunjukkan oleh perangkat lunak Autodesk Land Desktop 2004 sebagai nilai volume galian.
- o *2 = Nilai volume yang dihasilkan kemudian ditunjukkan oleh perangkat lunak Terminodel / 104 sebagai nilai volume timbunan.
- o Nilai volume yang diperoleh pada *1 dan *2 terdapat pada posisi atau lokasi dari target perhitungan volume yang benar-benar sama, hanya saja terdapat perbedaan penempatan logika (Logical Translation) yang disebabkan oleh bahasa pemrograman (Algorithm) dan masing-masing perangkat lunak yang digunakan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian tentang pemanfaatan data koordinat citra LIDAR untuk perhitungan volume tanah adalah :

- 1) Pengklasifikasian citra LIDAR dapat dibedakan dengan mudah antara citra LIDAR rekaman permukaan tanah (Ground) dan data citra LIDAR rekaman bukan permukaan tanah (Non-Ground).
- 2) Semakin banyak titik yang terekam pada citra LIDAR akan meningkatkan kualitas penghitungan volume tanah.
- 3) Perekaman pada data citra LIDAR pada permukaan tanah yang relatif datar akan menghasilkan hitungan volume tanah semakin teliti (nilai penyimpangan hitungan volumenya semakin rendah).
- 4) Citra LIDAR rekaman dari permukaan tanah yang lebih bervariasi akan menghasilkan hitungan volume tanah yang kurang teliti (nilai penyimpangan hitungan volume lebih besar).
- 5) Penghitungan volume tanah dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Trimble Terramodel v10.4, karena kecepatannya dalam menginput dan memodifikasi banyak titik.
- 6) Hasil uji ketelitian penghitungan volume tanah dengan perangkat lunak Trimble Terramodel v10.4 terhadap Autodesk Land Development 2004 diperoleh persentase perbedaan rata-rata sebesar 2%.

5.2 Saran

Saran dari hasil penelitian tentang pemanfaatan data koordinat citra LIDAR untuk perhitungan volume tanah 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

GeoSpatial Solutions LIDAR Mapping and Digital Imaging, 2008,
www.merrick.com

Habib A., 2007, *Advanced Photogrammetric and Ranging Techniques*, University of Calgary.

Land-Based Lidar Mapping - a New Surveying Technique to Shed Light on Rapid Topographic Change, 2008, www.usgs.gov

Leica Geosystems, 2007, *LIDAR Technology and the Leica ALS50-II*.

LIDAR, 2008, en.wikipedia.or

LIDAR Scanning, 2008, scindodata.com

National Oceanic and Atmospheric Administration, Topographic Change Mapping, 2008, www.csc.noaa.gov

Seminar Airborne LIDAR 26 Mei 2007, 2008, www.rsgisforum.net

Sosrodarsono S. dan Takasaki M., 1997, *Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*, Pradnya Paramita, Jakarta.

USGS Center for LIDAR Information Coordination and Knowledge, 2008,
lidar.cr.usgs.gov

Wirshing J.R. dan Wirshing R.H., 1985, *Introductory Surveying*, Schaum's Series, Erlangga, Jakarta.

Your Knowledge to the World, 2008, www.netsains.com