

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN VERTIKAL *DIGITAL*
TERRAIN MODEL (DTM) UAV DAN TLS PADA AREA
PERTAMBANGAN BATUBARA
(Studi Kasus : *Job Site* Lati PT. Berau Coal, Kabupaten Berau, Kalimantan
Timur)**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Amelia Nur Azizah

NIM. 18.25.060

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN VERTIKAL *DIGITAL*
TERRAIN MODEL (DTM) UAV DAN TLS PADA AREA
PERTAMBANGAN BATUBARA
(Studi Kasus : *Job Site* Lati PT. Berau Coal, Kabupaten Berau, Kalimantan
Timur)**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Amelia Nur Azizah

NIM. 18.25.060

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN *DIGITAL TERRAIN MODEL*
(DTM) DARI UAV DAN TLS PADA AREA PERTAMBANGAN
BATUBARA
(Studi Kasus : *Job Site* Lati PT. Berau Coal, Kabupaten Berau,
Kalimantan Timur)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana
Teknik (S.T) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi
Institut Teknologi Nasional Malang**

Disusun Oleh :

**Amelia Nur Azizah
1825060**

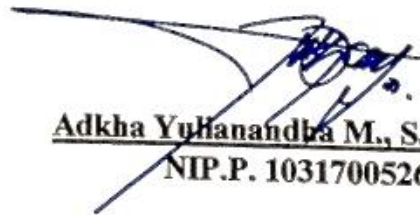
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



**Silvester Sari Sai, S.T., M.T.
NIP.Y. 1030600413**

Dosen Pembimbing II



**Adkha Yuhandha M., S.T., M.T.
NIP.P. 1031700526**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Geodesi



**Silvester Sari Sai, S.T., M.T.
NIP.Y. 1030600413**



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

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

NI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

**BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : AMELIA NUR AZIZAH
NIM : 1825060
JURUSAN : TEKNIK GEODESI
**JUDUL : ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN
VERTIKAL *DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM)* UAV
DAN TLS PADA AREA PERTAMBANGAN BATUBARA
(Studi Kasus : *Job Site* Lati PT. Berau Coal, Kabupaten
Berau, Kalimantan Timur)**

Telah **Dipertahankan** Di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang
Strata 1 (S-1)

Pada Hari : Selasa
Tanggal : 14 Februari 2023
Dengan Nilai :

Ketua Panitia Ujian Skripsi

M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.G geom.Sc., Ph.D
NIP.P.1039800320

Penguji I

Dosen Pendamping

Penguji II

Ir Jasmani, M.Kom
NIP.Y.1039500284

Silvester Sari SaL, S.T., M.T.
NIP.P.1030600413

Alifali Noraini, S.T., M.T.
NIP.P.1031500478

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN *DIGITAL TERRAIN MODEL*
(DTM) DARI UAV DAN TLS PADA AREA PERTAMBANGAN
BATUBARA**

(Studi Kasus : *Job Site* Lati PT. Berau Coal, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur)

Amelia Nur Azizah 18.25.060

Dosen Pembimbing I : Silvester Sari Sai, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II : Adkha Yulianandha Maburr, S.T., M.T.

Abstraksi

Pada industri pertambangan batubara, survei pemetaan dilakukan untuk memperoleh pandangan tentang bentuk permukaan bumi dengan membuat peta topografi, survey/pengukuran dilakukan menggunakan metode terestris (pengukuran langsung) dengan TLS. Seiring dengan perkembangan teknologi maka perusahaan perlu menerapkan operasional pekerjaan yang efisien sesuai dengan prosedur serta aturan/peraturan yang berlaku untuk mencapai tujuan perusahaan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penggunaan metode fotogrametri dengan UAV Drone DJI Phantom 4Pro sebagai alternatif dari pengukuran TLS untuk pembuatan model topografi di area pertambangan batubara yang dinilai dapat meningkatkan efisiensi operasional pekerjaan. Penelitian ini dilakukan dengan menguji akurasi vertikal berdasarkan standar ASPRS (2013), uji statistik, uji penampang melintang, dan perhitungan volume pada DTM hasil pengukuran dari UAV dengan TLS.

Berdasarkan analisis ketelitian vertikal pada ICP, DTM UAV masuk kedalam kelas akurasi vertikal kelas II dengan RMSEz sebesar 2.4cm dan nilai toleransi dengan tingkat kepercayaan 95% yaitu 4.8cm. Pada analisis penampang melintang menunjukkan bahwa DTM UAV memiliki elevasi yang serupa dengan DTM TLS dengan RMSEz terkecil yaitu 2.2 cm. Pada uji statistik menunjukkan data terdistribusi normal dan tidak ada perbedaan signifikan antara nilai elevasi pada kedua data DTM. Pada perhitungan volume antar kedua DTM diketahui bahwa nilai elevasi yang kecil pada DTM UAV dapat berpengaruh pada perhitungan volume batubara. Berdasarkan hasil analisa dapat diketahui bahwa penggunaan UAV dapat dijadikan sebagai alternatif pengukuran untuk pembuatan model topografi tiga dimensi di area pertambangan batubara, akan tetapi tidak disarankan untuk digunakan sebagai dasar perhitungan volume batubara.

Kata kunci: DTM, UAV, TLS, akurasi, pertambangan

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amelia Nur Azizah
NIM : 1825060
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya berjudul :

**“ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN VERTIKAL *DIGITAL*
*TERRAIN MODEL (DTM) UAV DAN TLS PADA AREA
PERTAMBANGAN BATUBARA”***

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

Malang, Maret 2023
Yang membuat pernyataan



Amelia Nur Azizah
NIM : 18.25.060

LEMBAR PERSEMBAHAN

*Yang utama dari segalanya...
Puji syukur kepada Allah SWT berkat rahmat-Nya hingga akhirnya
skripsi ini dapat terselesaikan.*

*Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada mereka yang
istimewa dan luar biasa...*

Ibu Magdalena

*sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tidak
terhingga atas kasih sayang, dukungan, dan cinta yang tidak
mungkin dapat penulis balas hanya dengan selembar kertas
yang bertuliskan kata cinta dan persembahan.*

Saudaraku

*Kakak Amira Octavia dan Evans Oktaviansyah, serta Adik
Achmad Ikhsan Fadillah, yang selalu memberi nasihat,
dukungan, dan dorongan untuk menyelesaikan studi penulis
serta perhatiannya baik secara moril maupun materi.*

Rekan Terbaikku

*Yang selama kurang lebih 4 tahun ini dan semoga seterusnya
"Marcelyno, Ayu, Dhiya, Mita, Lutvi, Nindita, Tasya, Rena,
Berlian, Basietha, Sopia, Selfi, Wire, Irul" yang selama ini
menemani dalam kondisi apapun dan menjadi keluarga kecilku
selama masa perkuliahan.*

Dosen Pembimbingku

*Bapak Silvester Sari Sai, ST.,MT. Dan Adkha Yulianandha
Mabrur,ST.,MT. yang telah meluangkan waktu dalam
membimbing penyelesaian skripsi ini serta memberikan
pengalaman- pengalaman hidup selama ini.*

Segenap Dosen

Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang yang telah memberikan pelajaran, hingga filosofi hidup selama 4 tahun perkuliahan di Jurusan Teknik Geodesi ITN Malang.

Segenap Staff Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang,

Yang telah membantu segala kelancaran dalam perkuliahan sampai tersusunnya skripsi ini

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Ketelitian Vertikal *Digital Terrain Model* (DTM) UAV dan TLS pada Area Pertambangan Batubara”. Penulisan Skripsi ini bertujuan untuk memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Teknik Geodesi S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dan sekaligus Dosen Pembimbing I dalam penyusunan Skripsi ini.
2. Bapak Adkha Yulianandha Mabur, ST., MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Geodesi S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dan sekaligus Dosen Pembimbing II dalam Penyusunan Skripsi ini.
3. Bapak Edwin Tjahjadi, ST., MT, P.Hd, selaku dosen wali penulis selama menjalani perkuliahan di Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Segenap dosen, staff pengajar dan recording Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Ibu, kakak dan adik saya yang telah memberikan banyak kasih sayang, dukungan, motivasi, serta doa dalam setiap langkah hidup penulis.
6. Rekan penulis yang tiada hentinya saling membantu dan memberikan semangat agar segera terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat

Malang, Maret 2023
Penulis

Amelia Nur Azizah
18.25.060

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAKSI.....	iv
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	5
2.1 Tambang Terbuka.....	5
2.2 Survei dalam Pertambangan	6
2.3 Multisensor dalam Akuisisi Data DTM	7
2.3.1 Penentuan Posisi dengan GNSS (GPS Geodetik)	7
2.3.2 <i>Terrestrial Laser Scanner (TLS)</i>	8
2.3.3 Fotogrametri dengan UAV/Drone.....	10
2.4 Titik Kontrol (GCP/ICP).....	13
2.5 <i>Digital Terrain Model (DTM)</i>	14
2.6 <i>Triangular Irregular Network (TIN)</i>	15
2.7 Uji Akurasi DTM	16
2.7.1 Uji Akurasi Ketelitian Vertikal	18
2.7.2 Uji Statistik.....	20
2.7.3 Uji Penampang Melintang	22
2.8 Perhitungan Volume (<i>Cut and Fill</i>).....	22

BAB III.....	24
3.1 Lokasi Penelitian	24
3.2 Bahan dan Perangkat Penelitian	24
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.4 Pengumpulan Data.....	28
3.5 Menentukan AOI.....	30
3.6 Pengolahan Data.....	31
BAB IV	56
4.1 Hasil DTM (<i>Digital Terrain Model</i>)	56
4.2 Analisa Ketelitian Vertikal	57
4.3 Uji Statistik.....	58
4.4 Analisa Penampang Melintang.....	61
4.5 Perhitungan Volume	64
BAB V.....	66
DAFTAR PUSTAKA	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tambang terbuka	5
Gambar 2. 2 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS.....	8
Gambar 2. 3 Prinsip pengukuran dengan TLS	9
Gambar 2. 4 UAV Drone	11
Gambar 2. 5 Prinsip dasar fotogrametri	11
Gambar 2. 6 Model Elevasi Digital.....	15
Gambar 2. 7 <i>Triangular Irregular Network</i>	16
Gambar 2. 8 Penampang melintang	22
Gambar 2. 9 Perhitungan volume pada <i>surface</i>	23
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian	24
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3. 3 Sebaran titik GCP dan ICP.....	29
Gambar 3. 4 <i>Point cloud</i> UAV.....	29
Gambar 3. 5 <i>Point cloud</i> TLS	30
Gambar 3. 6 <i>Area of Interest</i>	31
Gambar 3. 7 <i>Add data</i>	31
Gambar 3. 8 Menentukan sistem koordinat	32
Gambar 3. 9 Menentukan sistem koordinat	32
Gambar 3. 10 <i>Export data</i>	33
Gambar 3. 11 Data .shp titik kontrol.....	33
Gambar 3. 12 Membuat <i>random point</i>	34
Gambar 3. 13 Membuat <i>random point</i>	34
Gambar 3. 14 Memasukkan data X,Y.....	34
Gambar 3. 15 Memasukkan data X,Y.....	35
Gambar 3. 16 Memasukkan data X,Y.....	35
Gambar 3. 17 Memasukkan data X,Y.....	35
Gambar 3. 18 <i>Export data</i>	36
Gambar 3. 19 Sebaran titik acak	36
Gambar 3. 20 <i>Filtering</i>	37
Gambar 3. 21 Proses triangulasi DTM.....	37
Gambar 3. 22 Proses triangulasi DTM.....	38

Gambar 3. 23 Proses <i>cropping</i>	38
Gambar 3. 24 Proses <i>cropping</i>	39
Gambar 3. 25 <i>Export</i> DTM	39
Gambar 3. 26 DTM UAV	40
Gambar 3. 27 DTM TLS	40
Gambar 3. 28 Membuat layer titik	41
Gambar 3. 29 Mengatur <i>feature</i> layer	41
Gambar 3. 30 Memasukkan nilai elevasi titik	42
Gambar 3. 31 Hasil nilai elevasi titik	42
Gambar 3. 32 Memasukkan elevasi titik pada DTM	44
Gambar 3. 33 Menampilkan data elevasi DTM	44
Gambar 3. 34 Menghitung nilai rata-rata (<i>average</i>)	45
Gambar 3. 35 Tampilan menu <i>statistics</i>	46
Gambar 3. 36 Uji normalitas nilai rata-rata elevasi DTM UAV	47
Gambar 3. 37 Uji normalitas nilai rata-rata elevasi DTM TLS	47
Gambar 3. 38 Menghitung nilai varian	47
Gambar 3. 39 Tampilan menu <i>statistic</i>	47
Gambar 3. 40 Tampilan <i>input</i> data <i>population varian</i>	48
Gambar 3. 41 Uji normalitas nilai varian elevasi DTM UAV	48
Gambar 3. 42 Uji normalitas nilai varian elevasi DTM TLS	48
Gambar 3. 43 Tampilan menu <i>statistic</i>	49
Gambar 3. 44 Tampilan <i>input</i> data distribusi F	49
Gambar 3. 45 Hasil nilai uji distribusi F	49
Gambar 3. 46 Proses membuat garis penampang melintang	50
Gambar 3. 47 Layer <i>line</i> untuk penampang melintang	50
Gambar 3. 48 Proses analisis penampang melintang	51
Gambar 3. 49 Proses analisis penampang melintang	51
Gambar 3. 50 Menyimpan hasil analisis penampang melintang	52
Gambar 3. 51 Membuat <i>boundary</i> perhitungan volume	52
Gambar 3. 52 Hasil <i>boundary</i> sampel area untuk perhitungan volume	53
Gambar 3. 53 Membuat layer titik pada <i>boundary</i>	53
Gambar 3. 54 Memasukkan nilai elevasi titik	53

Gambar 3. 55 Tampilan menu untuk perhitungan volume.....	54
Gambar 3. 56 Kolom <i>layer selection</i>	54
Gambar 3. 57 Kolom <i>volume bounds</i>	55
Gambar 3. 58 Hasil perhitungan volume	55
Gambar 3. 59 <i>Export</i> data perhitungan volume ke .csv	55
Gambar 4. 1 DTM UAV	56
Gambar 4. 2 DTM TLS	57
Gambar 4. 3 Profil melintang ICP 1 ke ICP 2.....	62
Gambar 4. 4 Profil melintang ICP 3 ke ICP 7.....	63
Gambar 4. 5 Profil melintang ICP 4 ke ICP 5.....	63
Gambar 4. 6 Profil melintang ICP 5 ke ICP 6.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan metode akuisisi DTM	12
Tabel 2. 2 Perbandingan akurasi data berdasarkan teknik pengambilan data	17
Tabel 2. 3 Standar akurasi vertikal untuk data elevasi digital	19
Tabel 2. 4 Akurasi vertikal/contoh kualitas untuk data elevasi digital	19
Tabel 3. 1 Data koordinat X,Y,Z area penelitian	28
Tabel 3. 2 Validasi DTM UAV dengan pengamatan GPS	43
Tabel 3. 3 Validasi DTM TLS dengan pengamatan GPS	43
Tabel 4. 1 Analisa ketelitian vertikal pada DTM UAV dan TLS	58
Tabel 4. 2 Uji normalitas nilai rata-rata DTM TLS dan DTM UAV	59
Tabel 4. 3 Uji normalitas nilai varian DTM TLS dan DTM UAV	60
Tabel 4. 4 Uji distribusi F dari sampel elevasi DTM UAV dan DTM TLS	61
Tabel 4. 5 Analisa penampang melintang	62
Tabel 4. 6 Hasil perhitungan volume kedua DTM pada sampel area	64
Tabel 4. 7 Selisih nilai elevasi kedua DTM pada sampel area datar	65
Tabel 4. 8 Selisih nilai elevasi kedua DTM pada sampel area bergelombang	65