ANALISIS AKURASI VERTIKAL *DIGITAL TERRAIN MODEL* (*DTM*) HASIL *UAV* FOTOGRAMETRI DAN *TERRESTRIAL LASER SCANNER* PADA PIT TAMBANG TERBUKA

(Studi Kasus: PT. Pamapersada Nusantara *site* Asmi, Barunang, Kapuas Tengah, Kab. Kapuas, Kalimantan Tengah)

SKRIPSI

Disusun Oleh:

Danang Oktaviano 2225049

PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

ANALISIS AKURASI VERTIKAL *DIGITAL TERRAIN MODEL* (*DTM*) HASIL *UAV* FOTOGRAMETRI DAN *TERRESTRIAL LASER SCANNER* PADA PIT TAMBANG TERBUKA

(Studi Kasus: PT. Pamapersada Nusantara *site* Asmi, Barunang, Kapuas Tengah, Kab. Kapuas, Kalimantan Tengah)

SKRIPSI

Disusun Oleh:

Danang Oktaviano 2225049

PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS AKURASI VERTIKAL *DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM)* HASIL *UAV* FOTOGRAMETRI DAN *TERRESTRIAL LASER SCANNER* PADA PIT TAMBANG TERBUKA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana Teknik (S.T) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil DAN Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun oleh:
Danang Oktaviano
2225049

Menyetujui,	Menyetujui,
Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.GEOM., SC., PH.D.	**Adkha Yuliananda M., S.T., M.T.**
NIP.Y. 1039800320	**NIP.P. 1031700526**

Menyetujui,
Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1

Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T.
NIP.Y 1039500280

Dipindai dengan CamScanner

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK
PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA	: DANANG OKTAVIANO
NIM	: 2225049
PROGRAM STUDI	: S1Teknik Geodesi
JUDUL	: ANALISIS AKURASI VERTIKAL DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM) HASIL UAV FOTOGRAMETRI DAN TERRESTRIAL LASER SCANNER PADA PIT TAMBANG TERBUKA (Studi Kasus: PT. Pamapersada Nusantara site Asmi, Barunang, Kapuas Tengah, Kab. Kapuas, Kalimantan Tengah)

Telah **Dipertahankan** di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang dan **Diterima** untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Strata Satu (S1) Bidang Teknik Geodesi.

Pada Hari/Tanggal : Jumat/07 Agustus 2026
Dengan Nilai : _____ (angka)

Panitia Ujian Skripsi:
Ketua Penguji

Martinus Edwin Tjahjadi, S.T., MGeom.Sc.Ph.D.
NIP.Y. 1039800320

Anggota Penguji

Penguji I	Penguji II
Fransisca Dwi Agustina, S.T., M.Eng.	**Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T.**
NIP.P. 1012000582	**NIP.P. 1031700526**

Dipindai dengan CamScanner

ANALISIS AKURASI VERTIKAL *DIGITAL TERRAIN MODEL* (*DTM*) HASIL *UAV* FOTOGRAMETRI DAN *TERRESTRIAL LASER SCANNER* PADA PIT TAMBANG TERBUKA

(Studi Kasus: PT. Pamapersada Nusantara *site* Asmi, Barunang, Kapuas Tengah, Kab. Kapuas, Kalimantan Tengah)

Danang Oktaviano (2225049)
Dosen Pembimbing I : M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.
Dosen Pembimbing II : Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T.

ABSTRAK

Pemetaan topografi pada tambang terbuka membutuhkan model elevasi yang akurat untuk mendukung kegiatan operasional. Perbedaan karakteristik akuisisi data *UAV* fotogrametri dan *TLS* berpotensi memengaruhi ketelitian vertikal *Digital Terrain Model*. Penelitian ini bertujuan membandingkan akurasi vertikal kedua metode serta mengevaluasi pengaruh interpolasi *Nearest Neighbor*, *IDW*, dan *TIN* terhadap representasi permukaan tambang di PT. Pamapersada Nusantara site Asmi, Kalimantan Tengah. Penelitian dilakukan melalui pembentukan *DTM*, validasi menggunakan 11 *Independent Check Point* berdasarkan standar ASPRS (2024), komparasi elevasi pada 41 titik sampel yang terdiri atas 11 ICP dan 30 *random points*, serta analisis empat penampang melintang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *DTM UAV* memiliki nilai *RMSEz* terendah sebesar 0,192 m menggunakan *IDW*, sedangkan *DTM TLS* terbaik menghasilkan *RMSEz* sebesar 0,302 m menggunakan TIN. Pada komparasi antar model, *TIN* menghasilkan *RMSEz* sebesar 0,417 m, lebih rendah dibandingkan *IDW* sebesar 0,585 m dan *Nearest Neighbor* sebesar 0,607 m. Analisis penampang menunjukkan *TIN* mampu mempertahankan geometri lereng lebih baik. Dengan demikian, *UAV* layak menjadi alternatif pemetaan topografi tambang, sedangkan *TIN* direkomendasikan untuk analisis yang memerlukan representasi geometri lereng secara lebih presisi

Kata kunci*:* *Digital Terrain Model*, *UAV*, *Terrestrial Laser Scanner*, interpolasi, *RMSEz*, *ASPRS* 2024

VERTICAL ACCURACY ANALYSIS OF DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM) DERIVED FROM UAV PHOTOGRAMMETRY AND TERRESTRIAL LASER SCANNER IN AN OPEN-PIT MINE

(*Case Study*: (PT. Pamapersada Nusantara Asmi *site*, Barunang, Kapuas Tengah, Kapuas *Regency*, *Central* Kalimantan)

Danang Oktaviano (2225049)

Supervisor I : M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.

Supervisor II : Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T.

ABSTRACT

Topographic mapping in open-pit mines requires accurate elevation models to support operational activities. Differences in data acquisition characteristics between UAV photogrammetry and TLS may affect the vertical accuracy of DTM. This study aims to compare the vertical accuracy of both methods and evaluate the effects of Nearest Neighbor, IDW, and TIN interpolation on surface representation at PT. Pamapersada Nusantara, Asmi Site, Central Kalimantan. The research involved DTM generation, validation using 11 ICP based on the ASPRS (2024) standard, elevation comparison at 41 sample points consisting of 11 ICPs and 30 random points, and analysis of four cross-sectional profiles. The results indicate that the UAV-derived DTM achieved the lowest RMSEz of 0.192 m using IDW, while the best TLS-derived DTM obtained an RMSEz of 0.302 m using TIN. In the inter-model comparison, TIN produced an RMSEz of 0.417 m, lower than IDW at 0.585 m and Nearest Neighbor at 0.607 m. Cross-sectional analysis showed that TIN better preserved slope geometry. Therefore, UAV photogrammetry is a viable alternative for mine topographic mapping, while TIN is recommended for applications requiring more precise slope geometry representation.

Keywords: *Digital Terrain Model, UAV, Terrestrial Laser Scanner, interpolation, RMSEz, ASPRS 2024*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Danang Oktaviano
NIM	: 2225049
Program Studi	: Teknik Geodesi
Fakultas	: Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul:

ANALISIS AKURASI VERTIKAL *DIGITAL TERRAIN MODEL* (*DTM*) HASIL *UAV* FOTOGRAMETRI DAN *TERRESTRIAL LASER SCANNER* PADA PIT TAMBANG TERBUKA

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

Malang, 5 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan



Danang Oktaviano

2225049

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PERSEMBAHAN

"Suro Diro Joyo Diningrat, Lebur Dening Pangastuti"

Segala sifat angkara murka, kesombongan, hanya bisa dikalahkan oleh kelembutan, dan kebaikan.

Pada akhirnya, setiap perjalanan akan membawa kita pada satu titik untuk berhenti sejenak, menoleh ke belakang, dan menyadari bahwa ada begitu banyak hal yang telah dilalui untuk sampai di titik ini. Ada langkah yang terasa ringan, ada pula yang hampir membuat menyerah. Ada hari-hari ketika keyakinan begitu penuh, tetapi ada pula saat ketika arah terasa begitu samar. Namun, dari setiap perjalanan itu, penulis belajar bahwa tidak semua hal harus dilalui dengan tergesa-gesa. Sebab setiap langkah memiliki waktunya, dan setiap perjuangan memiliki maknanya.

Maka, lembar sederhana ini dipersembahkan kepada mereka yang telah menjadi bagian dari perjalanan panjang tersebut.

1. Kepada pemilik mutlak seluruh zat dan alam semesta, Allah SWT, Sang Maha Pemilik Arah. Terima kasih telah menjadi tempat pulang ketika dunia terasa begitu riuh, menjadi kekuatan ketika langkah mulai melemah, dan menjadi alasan untuk tetap bertahan di tengah perjalanan yang tidak selalu mudah. Sebutlah namanya, tetaplah di jalannya. Sebab pada akhirnya, sejauh apa pun langkah ini pergi, selalu ada tempat untuk kembali dan berserah kepada-Nya.
2. Kepada yang teristimewa kedua orangtua tercinta, Bapak Gunawan & Ibu Sinta yang selalu menjadi tempat saya pulang, sumber kekuatan, serta alasan bagi saya untuk terus berusaha dan menyelesaikan setiap proses yang telah dimulai. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, kasih sayang, dukungan, pengorbanan, dan segala sesuatu yang telah diberikan kepada saya. Skripsi ini merupakan salah satu bentuk kecil dari usaha saya untuk membalas segala perjuangan dan harapan yang telah diberikan kepada saya.
3. Kepada kakak-kakak, saudari Erlis dan saudara Devi tercinta. Terima kasih atas segala dukungan, perhatian, dan doa yang selalu diberikan

selama perjalanan ini. Terima kasih telah hadir dalam berbagai cerita, memberikan semangat di saat langkah terasa berat, dan menjadi bagian dari setiap proses yang telah dilalui. Semoga kebersamaan dan kasih sayang di antara kita selalu terjaga.

4. Kepada keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, dukungan, perhatian, dan semangat selama penulis menjalani proses pendidikan hingga sampai pada tahap penyelesaian skripsi ini. Terima kasih atas segala bentuk perhatian dan kasih sayang yang diberikan, baik yang disampaikan secara langsung maupun melalui doa-doa yang tidak pernah penulis ketahui. Semoga hubungan kekeluargaan, kebersamaan, dan kasih sayang ini senantiasa terjaga.
5. Bapak M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, atas kesabaran, waktu, serta bimbingan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Kritik dan masukan yang membangun dari beliau berdua sangat berarti dalam memperluas dan memperdalam wawasan keilmuan geodesi penulis.
6. Segenap Bapak/Ibu Dosen, Staf, dan Pengelola Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang, yang telah memberikan ilmu, arahan, waktu, serta masukan selama proses perkuliahan ini. Setiap nasihat, koreksi, dan pengetahuan yang diberikan menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik penulis. Semoga segala ilmu dan kebaikan yang telah diberikan menjadi amal yang terus memberikan manfaat.
7. Kepada teman-teman seperjuangan angkatan 22 yang telah hadir dalam perjalanan perkuliahan, baik dalam suka maupun duka. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, diskusi, tawa, semangat, dan berbagai cerita yang telah menjadi bagian dari perjalanan panjang selama menempuh pendidikan. Setiap kebersamaan yang telah dilalui akan menjadi kenangan yang tidak mudah untuk dilupakan.
8. Kepada Yehezkiel Sebastian Abel teman yang telah membantu penulis dalam proses penyelesaian skripsi, baik dalam pengambilan data, pengolahan data, diskusi, maupun dalam menghadapi berbagai

kesulitan selama proses penelitian. Terima kasih telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta tetap memberikan semangat ketika proses ini terasa berat.

9. Kepada setiap orang yang pernah hadir dan memberikan kebaikan dalam perjalanan penulis, meskipun namanya tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih atas setiap bantuan, perhatian, nasihat, doa, maupun dukungan yang mungkin terlihat sederhana, tetapi memiliki arti tersendiri bagi penulis. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan terbaik dari Allah SWT.
10. Kepada band-band yang senantiasa menemani perjalanan panjang penulis melalui karya-karyanya, seperti 510, Bring Me The Horizon, Alkateri, Murphy Radio, Colorcode, Enamore, eleventwelfth, Eastcape, dan Themilo. serta banyak band lain yang akrab di telinga mereka yang kerap menyebut dirinya sebagai "wong kalahan". Lagu-lagu tersebut telah menjadi teman setia di tengah malam yang panjang, menemani keraguan, kelelahan, dan berbagai fase kekalahan penulis yang tidak selalu mudah untuk dilalui. Melalui halaman Tugas Akhir ini, penulis ingin merayakan sebuah kemenangan kecil yang berhasil dicapai, sekaligus mengabadikan playlist yang selama ini menjadi saksi perjalanan tersebut.
11. Terakhir, kepada diri saya sendiri. Terima kasih telah memilih untuk tetap berjalan meskipun tidak selalu mudah, tetap mencoba ketika keraguan datang, dan tetap bertahan ketika rasa lelah mulai memenuhi perjalanan. Terima kasih karena telah menyelesaikan apa yang telah dimulai. Skripsi ini bukan hanya tentang hasil akhir, tetapi juga tentang seluruh proses, perjuangan, kegagalan, pembelajaran, dan keberanian untuk terus melangkah. Semoga setelah sampai pada titik ini, saya dapat terus menjadi pribadi yang lebih baik, lebih kuat, dan tidak pernah berhenti belajar.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penelitian tugas akhir yang berjudul "Analisis Akurasi Vertikal *Digital Terrain Model (DTM)* Hasil *UAV* Fotogrametri Dan *Terrestrial Laser Scanner* Pada Pit Tambang Terbuka" ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Penelitian ini merupakan bagian dari tugas akhir dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

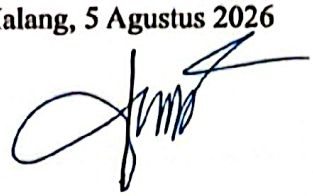
1. Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan kesehatan, kekuatan, dan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Gunawan Sugiarto dan Ibu Sinta Purwatie, yang senantiasa memanjatkan doa tanpa henti, memberikan kasih sayang yang tulus, serta pengorbanan baik moril maupun materiil yang tidak ternilai harganya.
3. Bapak M. Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dengan penuh kesabaran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan staf administrasi Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang, atas segala ilmu, fasilitas, dan pelayanan akademik yang diberikan selama masa perkuliahan.
5. Dan seluruh teman-teman mahasiswa Teknik Geodesi Angkatan 2022, atas kerja sama, kebersamaan, dan dukungan moral yang diberikan sejak awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajian, sebagai akibat dari keterbatasan pengetahuan

dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pemetaan dan rekayasa geodesi.

Malang, 5 Agustus 2026



Danang Oktaviano

NIM 2225049

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL ..... **i**

LEMBAR PERSETUJUAN ..... **ii**

BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI ..... **iii**

ABSTRAK ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ..... **vi**

LEMBAR PERSEMBAHAN ..... **vii**

KATA PENGANTAR ..... **x**

DAFTAR ISI ..... **xii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xv**

DAFTAR TABEL ..... **xviii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian 2

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Sistematika Penulisan 4

1.6 Penelitian Terdahulu 5

BAB II DASAR TEORI **9**

2.1 Tambang Terbuka 9

2.2 *Terrestrial Laser Scanner* 10

2.2.1 Prinsip Kerja *Terrestrial Laser Scanner* 11

2.2.2 Registrasi Data 13

2.3 *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* 16

2.3.1 *Unmanned Aerial Vehicle* Modul *RTK* 17

2.3.2 Jalur Terbang 17

2.3.3 Ortorektifikasi 18

2.4 *Point Cloud* 19
2.5 *Digital Terrain Model* (*DTM*) 20
2.6 Pembentukan *Digital Terrain Model* 21
2.6.1 *Triangulated Irregular Network* (*TIN*) 21
2.6.2 *Inverse Distance Weighting* (*IDW*) 22
2.6.3 *Nearest Neighbor* 23
2.7 *Random Point* 25
2.8 Uji Akurasi *DTM* 26
2.9 Uji Akurasi Ketelitian Vertikal 27
2.10 Uji Penampang Melintang 29
BAB III PELAKSANAAN 30
3.1 Lokasi Penelitian 30
3.2 Alat dan Bahan 31
3.3 Diagram Alir Tahapan Pekerjaan 33
3.4 Pengumpulan Data 38
3.5 Pengolahan Data *Point Cloud Terrestrial Laser Scanner* 39
3.5.1 *Georeferencing* dan *Registration Coarse* 39
3.5.2 *Multi Station Adjustment (Fine Registration)* 41
3.5.3 *Filtering* 43
3.6 Pengolahan Data Foto Udara 45
3.7 Pembuatan *DTM Terrestrial Laser Scanner* dan *UAV* 49
3.7.1 Metode *Nearest Neighbor* (Tetangga Terdekat) 49
3.7.2 Metode *Inverse Distance Weighting* (*IDW*) 52
3.7.3 Metode *Triangulated Irregular Network* (TIN) 54
3.8 Uji Validasi *DTM* 56
3.9 Uji Akurasi Ketelitian Vertikal 62
3.10 Uji Penampang Vertikal 68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 71
4.1 Hasil Pembuatan *DTM Terrestrial Laser Scanner* 71
4.2 Hasil Uji Validasi *Digital Terrain Model* 74
4.3 Hasil Uji Akurasi Ketelitian Vertikal 78
4.4 Hasil Uji Penampang Vertikal 81

4.4.1 Hasil Uji Penampang Metode *TIN* 82
4.4.2 Hasil Uji Penampang Metode *Nearest Neighbor* 85
4.4.3 Hasil Uji Penampang Metode *IDW* 87
BAB V PENUTUP 90
5.1 Kesimpulan 90
5.2 Saran 90
DAFTAR PUSTAKA 92
LAMPIRAN 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tambang Terbuka 9
Gambar 2. 2 *Terrestrial Laser Scanner* 11
Gambar 2. 3 Prinsip dari *Terrestrial Laser Scanner* (Jaboyedoff et al., 2012) 12
Gambar 2. 4 Ilustrasi pengukuran jarak berbasis pulsa (Quintero dkk, 2008) 13
Gambar 2. 5 Metode *Target to target* 14
Gambar 2. 6 Registrasi *cloud to cloud* 15
Gambar 2. 7 Registrasi *traverse* (poligon) (Simbolon, 2017). 15
Gambar 2. 8 *Unmanned Aerial Vehicle* (*UAV*) 16
Gambar 2. 9 Konsep *UAV RTK* (*Unmanned Aerial Vehicle Real-Time Kinematic*) 17
Gambar 2. 10 Jalur Terbang *UAV* 18
Gambar 2. 11 *Point Cloud* 19
Gambar 2. 12 *Digital Terrain Model* 20
Gambar 2. 13 Model *DTM* dengan interpolasi *TIN* 22
Gambar 2. 14 Interpolasi *Inverse Distance Weighting* 22
Gambar 2. 15 Metode *Nearest Neighbor* 23
Gambar 2. 16 Interpolasi *Nearest Neighbor* 24
Gambar 2. 17 Penampang melintang (sumber : GISPEDIA) 29
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian 30
Gambar 3. 2 Diagram Alir 34
Gambar 3. 3 Proses *Georeferencing* 40
Gambar 3. 4 Pembuatan Polidata menggunakan *plane patch filter* 42
Gambar 3. 5 Proses *Multistation Adjustment* 42
Gambar 3. 6 Proses *Terrain Filter* 44
Gambar 3. 7 *Filtering Vegetation* 44
Gambar 3. 8 Hasil *Filtering Vegetation dan Mining Object* 45
Gambar 3. 9 Proses *Add photos* dan *Convert Reference* 46
Gambar 3. 10 Proses *Align Photos* 46
Gambar 3. 11 Proses *Tagging* pada titik *ICP* 47
Gambar 3. 12 Proses pembuatan *Dense Cloud/Point cloud* 48
Gambar 3. 13 *Filtering data Point cloud UAV* 48

Gambar 3. 14 Proses *Gridding Nearest Neighbor* 49
Gambar 3. 15 Proses *import point cloud* pada *software Surfer* 50
Gambar 3. 16 Memilih metode *gridding* 50
Gambar 3. 17 Proses pembuatan *grid nearest neihbor* 51
Gambar 3. 18 *DTM* Metode *Nearest Neighbor* 51
Gambar 3. 19 Proses *gridding* data *Inverse distance weighting* 52
Gambar 3. 20 Import data *point cloud* pada *software* surfer 52
Gambar 3. 21 Pemilihan metode *gridding* 53
Gambar 3. 22 Parameter *spacing* dan *output grid* 53
Gambar 3. 23 *DTM* Metode *Triangulated Irregular Network (TIN)* 55
Gambar 3. 24 Pembuatan *DTM TIN* pada *software global mapper* 55
Gambar 3. 25 *Layer DTM* dan *ICP* yang digunakan 57
Gambar 3. 26 Ekstraksi nilai Z pada posisi X, Y dari *ICP* 57
Gambar 3. 27 Hasil ekstraksi dari *TIN DRONE* 58
Gambar 3. 28 *Export* hasil ekstraksi dengan *Save to CSV* 58
Gambar 3. 29 Parameter pembuatan *random points* 63
Gambar 3. 30 Ekstraksi nilai Z dari *random point* 63
Gambar 3. 31 Hasil ekstraksi nilai Z pada *random point* 64
Gambar 3. 32 Area *Profile* 68
Gambar 3. 33 *profile* 1 (kiri) dan *profile* 2 (kanan) 69
Gambar 3. 34 *Profile* 3 (kiri) dan *profile* 4 (kanan) 69
Gambar 3. 35 Proses pembuatan *Profile* 70
Gambar 3. 36 analisis komparasi grafik penampang 70
Gambar 4. 1 Hasil dari *DTM TIN*: *Drone* (kiri) dan *TLS* (kanan) 72
Gambar 4. 2 Hasil dari *DTM IDW*: Drone (kiri) dan TLS (kanan) 72
Gambar 4. 3 Hasil dari *DTM Nearest Neighbor*: *UAV* (kiri) dan *TLS* (kanan) 73
Gambar 4. 4 Persebaran *Random points* 79
Gambar 4. 5 Persebaran lokasi penampang 81
Gambar 4. 6 Penampang Melintang 1 *TIN* 82
Gambar 4. 7 Penampang Melintang 2 *TIN* 83
Gambar 4. 8 Penampang Melintang 3 *TIN* 83
Gambar 4. 9 Penampang Melintang 4 *TIN* 84

Gambar 4. 10 Penampang Melintang 1 *Nearest neighbor* 85
Gambar 4. 11 Penampang Melintang 2 *Nearest neighbor* 85
Gambar 4. 12 Penampang Melintang 3 *Nearest neighbor* 86
Gambar 4. 13 Penampang Melintang 4 *Nearest neighbor* 86
Gambar 4. 14 Penampang Melintang 1 *IDW* 87
Gambar 4. 15 Penampang Melintang 2 *IDW* 88
Gambar 4. 16 Penampang Melintang 3 *IDW* 88
Gambar 4. 17 Penampang Melintang 4 *IDW* 89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar akurasi vertikal untuk data elevasi digital (sumber : ASPRS, 2024) 28
Tabel 3. 1 Alat dan *Software* 31
Tabel 3. 2 Bahan 32
Tabel 3. 3 Parameter pada registrasi *MSA* 43
Tabel 3. 4 Hasil Uji validasi *DTM TIN UAV* 59
Tabel 3. 5 Hasil Uji validasi *DTM TIN TLS* 59
Tabel 3. 6 Hasil Uji validasi *DTM IDW UAV* 60
Tabel 3. 7 Hasil Uji validasi *DTM IDW TLS* 60
Tabel 3. 8 Hasil Uji validasi *DTM Nearest neighbor UAV* 61
Tabel 3. 9 Hasil Uji validasi *DTM Nearest neighbor TLS* 61
Tabel 3. 10 Hasil Uji ketelitian vertikal *DTM TIN* antara *TLS* dan *Drone* 64
Tabel 3. 11 Hasil Uji ketelitian vertikal *DTM IDW* antara *TLS* dan *Drone* 65
Tabel 3. 12 Hasil Uji ketelitian vertikal *DTM Naearest Neighbor* antara *TLS* dan *Drone* 67
Tabel 4. 1 Hasil Selisih dan Uji validasi *DTM TIN*: *UAV* (kiri) dan *TLS* (kanan) 75
Tabel 4. 2 Hasil Selisih dan Uji validasi *DTM IDW*: *UAV* (kiri) dan *TLS* (kanan) 76
Tabel 4. 3 Hasil Selisih dan Uji validasi *DTM Nearest neighbor*: *UAV* (kiri) dan *TLS* (kanan) 77
Tabel 4. 4 Hasil uji validasi *Digital Terrain model* terhadap *ICP* 78
Tabel 4. 5 Hasil uji akurasi vertikal menggunakan *ICP* dan *random points* 79