

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN *DIGITAL TERRAIN MODEL*  
(DTM) BERBASIS DATA LiDAR UAV MENGGUNAKAN METODE  
*PROGRESSIVE TIN DENSIFICATION FILTERING* DAN *CLOTH*  
*SIMULATION FILTERING***

*(Studi Kasus: Area Ekspolarasi PT. Sumber Bara Abadi, Kabupaten Kutai  
Kartanegara, Kalimantan Timur)*

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh:**

**Rasyid Al Sya'bana**

**NIM. 1925086**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN *DIGITAL TERRAIN MODEL*  
(DTM) BERBASIS DATA LiDAR UAV MENGGUNAKAN METODE  
*PROGRESSIVE TIN DENSIFICATION FILTERING* DAN *CLOTH*  
*SIMULATION FILTERING***

(Studi Kasus: Area Ekspolarasi PT. Sumber Bara Abadi, Kabupaten Kutai  
Kartanegara, Kalimantan Timur)

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Mencapai  
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi  
Institut Teknologi Nasional Malang

**Oleh:**

**RASYID AL SYA'BANA**

**19.25.086**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing Utama**



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

**NIP.P.1030600413**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing Pendamping**



**Adkha Yulianandha M., ST.,MT.**

**NIP.P.1031700526**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1**



**Dedy Kurnia Sunarvo, ST., MT.**

**NIP.Y. 1039500280**



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** : RASYID AL SYA'BANA  
**NIM** : 19.25.086  
**PROGRAM STUDI** : TEKNIK GEODESI  
**JUDUL** : ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN *DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM)* BERBASIS DATA LIDAR UAV MENGGUNAKAN METODE *PROGRESSIVE TIN DENSIFICATION FILTERING* DAN *CLOTH SIMULATION FILTERING* (Studi Kasus: Area Ekspolarasi PT. Sumber Bara Abadi, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur)

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

Pada Hari : Selasa  
Tanggal : 22 Agustus 2023  
Dengan Nilai :

**Panitia Ujian Skripsi  
Ketua**

**Dedy Kurnia Sunaryo, ST., MT.**  
NIP.Y. 1039500280

**Penguji I**

**Dosen Pendamping**

**Penguji II**

**Edwin Prahjadi, S.T., M.Geo.Sc., Ph.D**  
NIP.Y. 1039800320

**Silvester Sari Sai, S.T., MT.**  
NIP.P. 1030600413

**Adkha Yulianandha M., S.T., MT.**  
NIP.P. 1031700526

**ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN *DIGITAL TERRAIN MODEL*  
(DTM) BERBASIS DATA LiDAR UAV MENGGUNAKAN METODE  
*PROGRESSIVE TIN DENSIFICATION FILTERING* DAN *CLOTH  
SIMULATION FILTERING***

(Studi Kasus: Area Eksplorasi PT. Sumber Bara Abadi, Kabupaten Kutai  
Kartanegara, Kalimantan Timur)

Rasyid Al Sya'bana 19.25.086

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

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

**ABSTRAK**

Pembukaan tambang baru bertujuan memenuhi kebutuhan industri mineral yang meningkat. Teknologi LiDAR pada UAV meningkatkan efisiensi pertambangan dengan menghasilkan *Digital Terrain Model* (DTM), yang mencerminkan topografi tanah tanpa mencakup objek seperti vegetasi dan bangunan.

*Filtering* penting dalam membuat DTM untuk memisahkan data *ground*. Ini dapat dilakukan dengan berbagai teknik seperti PTD dan CSF. Perbedaan utama adalah PTD fokus pada pemadatan jaringan triangulasi dan pemrosesan titik berdasarkan sudut dan jarak, sedangkan CSF menggunakan model kain virtual dan mengklasifikasikan titik LiDAR berdasarkan jarak ke grid yang lebih besar.

Penelitian menunjukkan bahwa metode PTD menghasilkan sekitar 3.988.149 titik data *ground*, sedangkan metode CSF menghasilkan sekitar 119.317.288 titik data *ground*. Dalam analisis ketelitian vertikal, perbandingan antara DTM PTD dan DTM CSF memiliki RMSEz sekitar 0,422 m dengan LE sekitar 0,696 m, sesuai dengan standar Badan Informasi Geospasial tahun (2014) kelas I (1:2500). Hasil statistik menunjukkan distribusi data yang normal dan tidak ada perbedaan signifikan antara kedua DTM.

*Kata Kunci: Cloth Simulation Filtering, Digital Terrain Model, Ekspolasi Tambang, Filtering, LiDAR, Point Cloud, Progressive TIN Densification, UAV.*

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Rasyid Al Sya'bana  
NIM : 19.25.86  
Program Studi : Teknik Geodesi S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

**“ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN *DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM)* BERBASIS DATA LiDAR UAV MENGGUNAKAN METODE *PROGRESSIVE TIN DENSIFICATION FILTERING* DAN *CLOTH SIMULATION FILTERING***

**(Studi Kasus: Area Ekspolarasi PT. Sumber Bara Abadi, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur)”**

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

Malang, Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Rasyid Al Sya'bana  
NIM :19.25.086

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT. Yang telah memberikan nikmat yang sangat luar biasa, memberikan penulis kekuatan, membekali penulis dengan ilmu pengetahuan serta memperkenalkan penulis dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang engkau berikan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi yang sederhana ini dan jauh dari kata sempurna dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

Segala perjuangan penulis hingga titik ini, penulis persembahkan teruntuk orang-orang hebat dan instansi yang selalu menjadi penyemangat, menjadi alasan untuk penulis kuat hingga bisa menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.

1. Untuk Ayah saya **Kukuh Hidayat**, yang selama ini menjadi seorang yang telah memberikan semangat, motivasi dan serta do'a kepada penulis untuk selalu bersyukur dan selalu memberikan yang terbaik dalam hal apapun. Terimakasih telah meluangkan rezeqi untuk keperluan selama masa perkuliahan hingga dipengujung akhir masa perkuliahan.
2. Untuk Ibu saya **Alfi Rahayu**, yang dengan tulus memberikan semangat serta pelajaran hidup selama ini, yang tiada henti-hentinya memanjatkan do'a agar anaknya bisa menjadi seorang sarjana yang berguna. Terimakasih telah memberikan semangat kepada penulis untuk bisa melewati keterpurukan yang penulis hadapi selama penyusunan skripsi ini berlangsung. *Thanks a lot for always loving me. Love U 181101.*
3. Untuk Saudara ku **Rabbani A.J.A**, seorang adik yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan. Penulis juga akan selalu memberikan semangat serta do'a untuk menggapai impian yang ingin dicapai. Semoga apa dicita-citakan bisa tercapai dan bisa mengangkat derajat kedua orang tua suatu hari kelak.
4. Untuk kucing saya **Miiw**, Terimakasih telah menemani, menghibur, dan menghilangkan rasa lelah kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi. Semoga kita bisa bertemu lagi suatu hari nanti.
5. Untuk Dosen pembimbing penulis **Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT. dan Bapak Adkha Yulianandha M., ST., MT.** Terimakasih yang tak

terhinga atas bimbingan, saran kritik dan nasihat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

6. Untuk **Bapak/Ibu Dosen** Jurusan Teknik Geodesi ITN Malang yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta wawasan kepada penulis selama 4 tahun masa perkuliahan.
7. Kepada seluruh anggota keluarga **PKK RT.05**, yang telah meberikan semangat serta pemikiran dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhinga. Akhirnya penulis dapat menjadi wakil dari anggota keluarga **PKK RT.05** dalam menyelesaikan masa perkuliahan periode ke-1 angkatan 2019.
8. Kepada seluruh teman-teman **Angkatan 2019 Teknik Geodesi**, yang telah memberikan rasa kekeluargaan, semangat serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahan dengan baik.
9. Kepada **PT. INFOMAP GEOSURVEY**, Terimakasih telah memberikan pelajaran serta ilmu pengetahuan khususnya pada bidang Survei Pemetaan serta memperkenankan untuk bisa menggunakan data instansi sebagai bahan penelitian kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi.
10. Kepada **PT. SONAR NUSANTARA UTAMA**, Terimakasih telah memberikan fasilitas *Lisence Software* kepada penulis untuk melakukan penelitian tugas akhir skripsi.

Malang, 13 September 2023

Penulis



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah, SWT, karena berkat rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Ketelitian *Digital Terrain Model* (Dtm) Berbasis Data LiDAR UAV Menggunakan Metode *Progressive TIN Densification Filtering* Dan *Cloth Simulation Filtering*”. Penulis Skripsi ini bertujuan untuk memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Teknik Geodesi S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT, selaku Wakil Dekan 1 FTSP Institut Teknologi Nasional Malang dan sekaligus Dosen Pembimbing I dalam penyusunan Skripsi ini.
2. Bapak Adkha Yulianandha Maburr, ST., MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Geodesi S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dan sekaligus Dosen Pembimbing II dalam Penyusunan Skripsi ini.
3. Segenap dosen, staff pengajar dan recording Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Kedua orang tua, dan adik saya yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta doa.
5. Rekan-rekan mahasiswa seperjuangan skripsi yang tiada hentinya saling menyemangati agar segera terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih belum sempurna, baik dari segi materi, sistematika pembahasan, maupun susunan bahasa. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Malang, 13 September 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA .....	iii
ABSTRAK .....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI .....	6
2.1 Konsep Dasar DEM, DTM, dan DSM .....	6
2.2 Multisensor dalam Akuisisi Data DTM .....	7
2.2.1 Penentuan Posisi menggunakan GNSS.....	7
2.2.2 <i>Light Detection and Ranging (LiDAR)</i> .....	8
2.3 Prinsip Kerja LiDAR .....	9
2.4 Standar Pengumpulan Data Survei LiDAR.....	10
2.5 Akurasi <i>Digital Terrain Model (DTM)</i> .....	11
2.6 <i>Point Cloud</i> .....	13
2.7 <i>Independent Check Point (ICP)</i> .....	14
2.8 <i>Progresive TIN Densification (PTD)</i> .....	15
2.9 <i>Cloth Simulaton Filtering (CSF)</i> .....	17
2.10 Interpolasi <i>Inverse Distance Weight (IDW)</i> .....	20

2.11 Uji Statistik.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	23
3.2 Alat dan Bahan .....	23
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	24
3.4 Pengumpulan Data .....	27
3.5 Pengolahan Data.....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>52</b>
4.1 Hasil <i>Filtering</i> PTD dan CSF .....	52
4.2 Hasil <i>Digital Terrain Model (DTM)</i> .....	53
4.3 Analisa Ketelitian Vertikal .....	54
4.4 Uji Statistik.....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbedaan DTM dan DSM.....	6
Gambar 2.2 Sistem Penentuan Posisi Global GPS .....	7
Gambar 2.3 LiDAR UAV .....	9
Gambar 2.4 LiDAR UAV .....	10
Gambar 2.5 <i>Point Cloud</i> .....	14
Gambar 2.6 <i>Independent Check Point</i> .....	15
Gambar 2.7 Gambaran Secara Umum Metode CSF .....	20
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	25
Gambar 3.3 Data <i>Point Cloud</i> LiDAR.....	27
Gambar 3.4 AOI.....	28
Gambar 3.5 Sebaran ICP pada area penelitian.....	29
Gambar 3.6 LiDAR360.....	30
Gambar 3.7 <i>Add data Point Cloud</i> .....	30
Gambar 3.8 Hasil <i>Add data Point Cloud</i> .....	30
Gambar 3.9 <i>Remove Outliers</i> .....	31
Gambar 3.10 <i>Option Remove Outliers</i> .....	31
Gambar 3.11 Hasil <i>Remove Outliers</i> .....	31
Gambar 3.12 <i>Marge data Point Cloud</i> .....	32
Gambar 3.13 <i>Option Marge data</i> .....	32
Gambar 3.14 <i>Classify Ground Point</i> .....	32
Gambar 3.15 <i>Option Classify Ground Point</i> .....	33
Gambar 3.16 Hasil <i>Classify Ground Point</i> .....	33
Gambar 3.17 Hasil keseluruhan data <i>Point Cloud Classify Ground Point</i> .....	33
Gambar 3.18 LiDAR360.....	34
Gambar 3.19 <i>Add data Point Cloud</i> .....	34
Gambar 3.20 Hasil <i>Add data Point Cloud</i> .....	34
Gambar 3.21 <i>Remove Outliers</i> .....	35
Gambar 3.22 <i>Option Remove Outliers</i> .....	35

Gambar 3.23 Hasil <i>Remove Outliers</i> .....	35
Gambar 3.24 <i>Merge data Point Cloud</i> .....	36
Gambar 3.25 <i>Option Merge data</i> .....	36
Gambar 3.26 <i>Classify Ground Points by CSF</i> .....	36
Gambar 3.27 <i>Option Classify Ground Points by CSF</i> .....	37
Gambar 3.28 Hasil <i>Classify Ground Points by CSF</i> .....	37
Gambar 3.29 Hasil keseluruhan data <i>Point Cloud Classify Ground Points by CSF</i> .....	38
Gambar 3.30 Interpolasi IDW hasil dari <i>filtering</i> PTD.....	38
Gambar 3.31 <i>Option</i> pada interpolasi IDW .....	39
Gambar 3.32 Hasil interpolasi IDW untuk pembuatan DTM metode <i>filtering</i> PTD .....	39
Gambar 3.33 Interpolasi IDW hasil dari <i>filtering CSF</i> .....	40
Gambar 3.34 <i>Option</i> pada interpolasi IDW .....	40
Gambar 3.35 Hasil interpolasi IDW untuk pembuatan DTM metode <i>filtering</i> CSF .....	40
Gambar 3.36 Add data point X dan Y.....	41
Gambar 3.37 Hasil dari <i>Add data</i> .....	41
Gambar 3.38 <i>Add Surface Information</i> .....	41
Gambar 3.39 <i>Option Add Surface Information</i> .....	42
Gambar 3.40 Hasil dari <i>Add Surface Information</i> .....	42
Gambar 3.41 Hasil <i>Add Surface Information</i> DTM PTD .....	43
Gambar 3.42 Hasil <i>Add Surface Information</i> DTM CSF.....	43
Gambar 3.43 <i>Export data</i> .....	44
Gambar 3.44 <i>Option Export data</i> .....	44
Gambar 3.45 Menghitung nilai rata-rata.....	47
Gambar 3.46 Tampilan menu <i>statistic</i> .....	47
Gambar 3.47 Tampilan <i>input data population mean</i> .....	48
Gambar 3.48 Uji normalitas nilai rata-rata elevasi DTM PTD.....	48
Gambar 3.49 Uji normalitas nilai rata-rata elevasi DTM CSF .....	48
Gambar 3.50 Menghitung nilai varian .....	49
Gambar 3.51 Tampilan menu <i>statistic</i> .....	49

Gambar 3.52 Tampilan <i>input data population varian</i> .....	49
Gambar 3.53 Uji normalitas nilai varian elevasi DTM PTD .....	50
Gambar 3.54 Uji normalitas nilai varian elevasi DTM CSF.....	50
Gambar 3.55 Tampilan menu <i>statistic</i> .....	50
Gambar 3.56 Tampilan input data distribusi F.....	51
Gambar 3.57 Hasil nilai uji distribusi F.....	51
Gambar 4.1 (i) Hasil DTM PTD (ii) Hasil DTM CSF.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi <i>Point Cloud</i> .....	10
Tabel 2.2 <i>Point Density</i> .....	11
Tabel 2.3 Ketelitian Geometri Peta RBI.....	13
Tabel 2.4 Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI.....	13
Tabel 3.1 Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	24
Tabel 3.2 Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	24
Tabel 3.3 Data Koordinat X, Y, Z ICP.....	28
Tabel 3.4 Hasil validasi DTM metode PTD.....	44
Tabel 3.5 Hasil validasi DTM metode CSF.....	45
Tabel 4.1 Hasil <i>Filtering</i> .....	52
Tabel 4.2 Analisa ketelitian vertikal data DTM PTD dan CSF.....	54
Tabel 4.3 Analisa uji normalitas rata-rata data DTM PTD dan DTM CSF.....	56
Tabel 4.4 Analisa uji normalitas varian data DTM PTD dan DTM CSF.....	56
Tabel 4.5 Uji distribusi F dari sampel elevasi DTM PTD dan DTM CSF.....	57