

SKRIPSI

ANALISIS KETELITIAN PERHITUNGAN VOLUME LAPISAN TANAH URUGAN DI TAMBAK (PVD, PHD, SCH) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SURFACE TO SURFACE*, *BORROW PIT*, DAN *TRAPEZOIDAL* PADA PROYEK PENGURUGAN TANAH PEMBANGUNAN PERUMAHAN

(Studi Kasus : Tambak Langon, Kec. Asem Rowo, Surabaya, Jawa Timur)



Disusun Oleh :

Mukhammad Adit Firdaus

21.25.009

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

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KETELITIAN PERHITUNGAN VOLUME LAPISAN TANAH
URUGAN DI TAMBAK (PVD, PHD, SCH) DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *SURFACE TO SURFACE*, *BORROW PIT*, DAN *TRAPEZOIDAL*
PADA PROYEK PENGURUGAN TANAH PEMBANGUNAN
PERUMAHAN

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 :

Mukhammad Adit Firdaus

2125009

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I


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

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II


Adkha Yullanandha M., S.T., M.T.
NIP.Y. 1031700526



Menyetujui,
Ketua Program Studi Teknik Geodesi S--1

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



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NAGA MALANG

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

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

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 : MUKHAMMAD ADIT FIRDAUS
NIM : 2125009
JURUSAN : TEKNIK GEODESI
JUDUL : ANALISIS KETELITIAN PERHITUNGAN VOLUME LAPISAN
TANAH URUGAN DI TAMBAK (PVD, PHD, SCH) DENGAN
MENGUNAKAN METODE *SURFACE TO SURFACE*, *BORROW
PIT*, DAN *TRAPEZOIDAL* PADA PROYEK PENGURUGAN
TANAH PEMBANGUNAN PERUMAHAN

Telah **Dipertahankan** di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1)
Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut
Teknologi Nasional Malang dan **Diterima** untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Strata Satu (SI) Bidang Teknik Geodesi

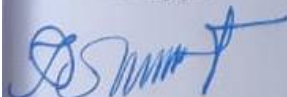
Pada Hari / Tanggal : Rabu / 30 Juli 2025
Dengan Nilai :

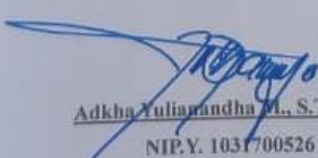
Panitia Ujian Skripsi
Ketua Penguji


Martinus Edwin Tjahjadi, S.T., M.Geon.Sc., Ph.D.
NIP.Y 1069800320

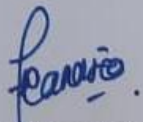
Anggota Penguji
Dosen Pendamping

Dosen Penguji I


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


Adkha Yulianandha M., S.T., M.T.
NIP.Y. 1031700526

Dosen Penguji II


Francisca Dwi Agustina, S.T., M.
NIP.Y. 1012000582

**ANALISIS KETELITIAN PERHITUNGAN VOLUME LAPISAN TANAH
URUGAN DI TAMBAK (PVD, PHD, SCH) DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *SURFACE TO SURFACE*, *BORROW PIT*, DAN *TRAPEZOIDAL*
PADA PROYEK PENGURUGAN TANAH PEMBANGUNAN
PERUMAHAN**

(Studi Kasus : Tambak Langon, Kec. Asem Rowo, Surabaya, Jawa Timur)

Mukhammad Adit Firdaus 2125009

Dosen Pembimbing 1: Silvester Sari Sai, ST., MT

Dosen Pembimbing 2: Adkha Yulianandha M, ST., MT

ABSTRAK

Pekerjaan timbunan tanah di Kecamatan Asem Rowo dilakukan pada tiga jenis lapisan utama, yaitu lapisan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD), *Prefabricated Horizontal Drain* (PHD), *Surcharge* (SCH). Ketiga lapisan ini memiliki karakteristik material dan metode pemadatan yang berbeda sehingga mempengaruhi hasil perhitungan volume. Dalam penilaian ketelitian perhitungan volume dilakukan di tiga metode yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang dapat dibandingkan yaitu, metode *Surface to Surface* dan *Borrow Pit* dibandingkan dengan metode *Trapezoidal* sebagai acuan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa selisih volume yang dihasilkan bervariasi, pada lapisan PVD, selisih terhadap metode *Trapezoidal* untuk metode *Surface to Surface* adalah 25,16 m³ (0,02%), sedangkan *Borrow Pit* dengan *grid* 1 meter mencapai 728,15 m³ (0,46%). Hal serupa terlihat pada lapisan PHD, di mana selisih metode *Surface to Surface* sebesar 51,11 m³ (0,07%), dan *Borrow Pit grid* 1 meter mencapai 471,57 m³ (0,62%). Sementara itu, pada lapisan SCH, metode *Surface to Surface* menghasilkan selisih 122,50 m³ (0,04%), dan *Borrow Pit grid* 1 meter menunjukkan selisih terbesar, yaitu 1.425,84 m³ (0,45%). Perbedaan ini menunjukkan bahwa jarak *grid* pada metode *Borrow Pit* berpengaruh signifikan terhadap hasil volume yang diperoleh jika dibandingkan dengan metode *Trapezoidal*. Berdasarkan hasil perhitungan volume yang diperoleh, semua hasil berada di bawah batas toleransi akurasi menurut standar ASTM $\pm 2,78\%$.

Kata kunci: timbunan tanah, volume tanah urugan, *Surface to Surface*, *Borrow Pit*, *Trapezoidal*, PVD, PHD, SCH, akurasi perhitungan, ASTM.

**ANALISIS KETELITIAN PERHITUNGAN VOLUME LAPISAN TANAH
URUGAN DI TAMBAK (PVD, PHD, SCH) DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *SURFACE TO SURFACE*, *BORROW PIT*, DAN *TRAPEZOIDAL*
PADA PROYEK PENGURUGAN TANAH PEMBANGUNAN
PERUMAHAN**

(Studi Kasus : Tambak Langon, Kec. Asem Rowo, Surabaya, Jawa Timur)

Mukhammad Adit Firdaus 2125009

Dosen Pembimbing 1: Silvester Sari Sai, ST., MT

Dosen Pembimbing 2: Adkha Yulianandha M, ST., MT

ABSTRACT

The earth embankment project in Asem Rowo District was carried out on three main soil layers: Prefabricated Vertical Drain (PVD), Prefabricated Horizontal Drain (PHD), and Surcharge (SCH). These layers have different material characteristics and compaction methods, which affect the calculation of embankment volume. To evaluate calculation accuracy, three methods were applied and compared, namely the Surface to Surface and Borrow Pit methods, with the Trapezoidal method used as a reference. The results show variations in the calculated volume differences. On the PVD layer, the deviation from the Trapezoidal method for Surface to Surface was 25.16 m³ (0.02%), while the Borrow Pit method with a 1-meter grid reached 728.15 m³ (0.46%). A similar pattern was observed in the PHD layer, where the Surface to Surface method produced a difference of 51.11 m³ (0.07%), while the Borrow Pit method with a 1-meter grid reached 471.57 m³ (0.62%). Meanwhile, on the SCH layer, the Surface to Surface method yielded a difference of 122.50 m³ (0.04%), and the Borrow Pit method with a 1-meter grid showed the largest difference of 1,425.84 m³ (0.45%). These results indicate that grid spacing in the Borrow Pit method has a significant impact on the calculated volume compared to the Trapezoidal method. Based on the findings, all calculation results remain within the ASTM accuracy tolerance limit of $\pm 2.78\%$.

Keywords: *earth embankment volume, Surface to Surface, Borrow Pit, Trapezoidal, PVD, PHD, SCH, accuracy evaluation, ASTM.*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mukhammad Adit Firdaus
NIM : 2125009
Program Studi : Teknik Geodesi
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul:

**ANALISIS KETELITIAN PERHITUNGAN VOLUME LAPISAN TANAH
URUGAN DI TAMBAK (PVD, PHD, SCH) DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *SURFACE TO SURFACE*, *BORROW PIT*, DAN *TRAPEZOIDAL*
PADA PROYEK PENGURUGAN TANAH PEMBANGUNAN
PERUMAHAN**

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

Malang, 20 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



Mukhammad Adit Firdaus

2125009

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan mengucap rasa syukur sedalam – dalamnya kepada Allah SWT, berkat rahmat serta hidayah-Nya skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini persembahkan kepada :

1. Bapak Solikin dan Ibu Zurotun Nisa, orang tua tercinta, sumber kasih sayang, doa, dan semangat yang tiada pernah surut.
2. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang
3. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT selaku dosen pembimbing 1 dan juga Bapak Adkha Yulianandha M, ST., MT selaku pembimbing 2 yang telah sabar memberikan saran dan arahan sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Teman – teman Geodesi angkatan 2021 yang telah memberikan bantuan dan semangat dari awal masuk kuliah hingga saat ini.
5. Saudara-saudara HIMAKPA, yang menjadi keluarga kedua, tempat berbagi semangat, tawa, yang memberikan penulis pengalaman yang sangat berkesan selama menjalani perkuliahan di ITN Malang selama ini.
6. “Yang Maha Esa dan Alam Hanya Satu, Yang Satu Itu Aku Cinta”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis ketelitian perhitungan volume lapisan tanah urugan di tambak (PVD, PHD, SCH) dengan menggunakan metode *Surface to Surface*, *Borrow Pit*, dan *Trapezoidal* pada proyek pengurugan tanah pembangunan perumahan” tepat pada waktunya.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan tulus, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas segala karunia, kekuatan, dan kesempatan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Kedua orang tua tercinta Bapak Solikin dan Ibu Zurotun Nisa yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral, dan motivasi tiada henti.
3. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang
4. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan saran dan arahan sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Bapak Adkha Yulianandha M, ST., MT selaku pembimbing 2 yang telah dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran yang sangat berarti bagi kelancaran penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staf di prodi Teknik Geodesi ITN Malang, yang telah membekali penulis dengan ilmu dan pengalaman berharga.
7. Teman – teman Geodesi angkatan 2021 yang telah bersama - sama dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan, yang saling membantu satu sama lain hingga tahap ini.
8. Saudara-saudara HIMAKPA yang senantiasa memberikan semangat, kebersamaan, dan dukungan moral selama proses penyusunan skripsi ini. Kebersamaan dan persaudaraan yang terjalin telah menjadi sumber motivasi yang berarti.

9. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya bagi pengembangan ilmu di bidang Geodesi.

Malang, 10 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ..	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanah Urugan	4
2.2 Jenis-Jenis Tanah Urugan Tambak.....	4
2.3 Topografi	6
2.4 <i>BenchMark</i> (BM)	7
2.5 Kerangka Dasar Pengukuran	8
2.5.1 Pengukuran Kerangka Dasar Horisontal (KDH).....	9
2.5.2 Pengukuran Kerangka Dasar Vertikal (KDV)	11
2.5.3 Pengukuran Titik Detail	11
2.6 Pengukuran Metode <i>Tachymetri</i>	12
2.7 Metode Perhitungan Volume Galian dan Timbunan.....	14
2.7.1 Metode Garis Kontur.....	15
2.7.2 Metode Penampang Melintang (<i>Cross-Section / Trapezoidal</i>)	16
2.7.3 Metode <i>Borrow pit</i>	19

2.7.4	Metode <i>Surface to Surface</i>	20
2.8	Interpolasi	21
2.9	<i>Triangular Irregular Network</i> (TIN).....	24
2.10	Ketelitian dan Toleransi Perhitungan	30
BAB III PELAKSANAAN PEKERJAAN		32
3.1	Waktu dan Lokasi Pekerjaan	32
3.2	Alat dan Bahan	32
3.3	Diagram Alir Pelaksanaan.....	35
3.4	Penjelasan Diagram Alir	36
3.5	Pengumpulan dan Pengolahan Data	38
3.5.1	Membuat Kontur / <i>Surface</i>	38
3.5.2	Uji Ketelitian dan Perhitungan Nilai RMSE (LE90)	41
3.5.3	Perhitungan Volume Metode <i>Surface to Surface</i>	42
3.5.4	Perhitungan Volume Metode <i>Borrow Pit</i>	44
3.5.5	Pembuatan <i>Long-Section</i>	45
3.5.6	Pembuatan <i>Cross-Section</i>	46
3.5.7	Perhitungan Volume Metode <i>Trapezoidal (Cross-Section)</i>	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		50
4.1	Hasil DEM Topografi.....	50
4.1.1	Topografi Eksisting.....	50
4.1.2	Topografi Aktual.....	53
4.2	Hasil Ketelitian RMSE (LE90)	57
4.3	Hasil Perhitungan Volume	58
4.1.1	Metode <i>Surface to Surface</i>	59
4.1.2	Metode <i>Borrow Pit</i>	60
4.1.3	Metode <i>Trapezoidal (Cross-Section)</i>	62
4.1.4	Perbandingan Metode Perhitungan Volume Urugan	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		67
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 PVD (kiri) dan PHD (kanan).....	5
Gambar 2. 2 Lapisan <i>Surcharge</i>	6
Gambar 2. 3 Visualisasi Topografi	6
Gambar 2. 4 <i>BenchMark</i>	8
Gambar 2. 5 Poligon terbuka (Nurjati, 2004)	10
Gambar 2. 6 Poligon Tertutup (Nurjati, 2004).....	10
Gambar 2. 7 Poligon Bercabang (Nurjati, 2004)	10
Gambar 2. 8 Prinsip Pengukuran Beda Tinggi (Nurjati, 2004).....	11
Gambar 2. 9 Pengukuran Titik Detail Metode Polar.....	12
Gambar 2. 10 <i>Total station</i> Topcon GM 101	13
Gambar 2. 11 Metode <i>Tachymetri</i>	14
Gambar 2. 12 Penentuan Volume Dengan Garis Kontur	16
Gambar 2. 13 Volume Cara Potongan Melintang Rata-Rata.....	17
Gambar 2. 14 Volume Cara Potongan Melintang Jarak Rata-Rata	18
Gambar 2. 15 Volume Metode Prisma.....	18
Gambar 2. 16 Volume Metode Piramida Kotak.....	19
Gambar 2. 17 <i>Borrow pit</i> berbentuk segi empat	20
Gambar 2. 18 Visualisasi Perhitungan Volume menggunakan Metode <i>Cut and Fill</i>	21
Gambar 2. 19 Tampilan TIN	24
Gambar 2. 20 <i>the empty circumcircle principle</i>	25
Gambar 2. 21 <i>MAX and MIN Angle</i>	27
Gambar 2. 22 Trigulasi Delaunay dimulai dari pusat geometris: (a) pembentukan segitiga pertama dan (b) pembentukan segitiga kedua dan ketiga.	28
Gambar 2. 23 Triangulasi Delaunay dimulai dari mana saja pada kotak batas imajiner (titik yang ditunjukkan oleh segitiga adalah titik imajiner). (a) Sebuah set titik acak. (b) Persegi pembatas minimum. (c) Kotak batas imajiner.	28
Gambar 2. 24 pembentukan <i>convex hull</i>	29
Gambar 2. 25 Mencari titik untuk membentuk segitiga baru (a) Hanya satu titik di dalam lingkaran; (b) Lebih dari satu titik di dalam lingkaran.....	29

Gambar 3. 1 Lokasi pekerjaan Tambak Langon, Kec. Asem Rowo, Surabaya.....	32
Gambar 3. 2 Tampilan <i>Points</i> setelah di <i>import</i>	39
Gambar 3. 3 Gambar <i>Points</i> setelah di rapikan <i>style</i> -nya	39
Gambar 3. 4 Tampilan awal <i>Surface</i> Aktual.....	40
Gambar 3. 5 <i>Contour Intervals and Contour Smoothing</i>	40
Gambar 3. 6 Tampilan <i>Surface</i> setelah di <i>Analysis</i>	41
Gambar 3. 7 Elevasi setelah dilakukan interpolasi	41
Gambar 3. 8 Batas area <i>Boundaries</i>	43
Gambar 3. 9 Hasil volume metode <i>surface to surface</i>	43
Gambar 3. 10 Menu <i>Create New Volume Surface</i>	45
Gambar 3. 11 Hasil volume metode <i>borrow pit</i>	45
Gambar 3. 12 <i>Alignment</i> berhasil di buat.....	46
Gambar 3. 13 Tampilan <i>Long-Section</i>	46
Gambar 3. 14 <i>Sample Lines</i>	47
Gambar 3. 15 <i>Cross-Section</i>	47
Gambar 3. 16 <i>Cross-Section</i> setelah di <i>Compute Materials</i>	48
Gambar 3. 17 Tabel volume <i>Cross-Section</i>	49
Gambar 4. 1 Topografi eksisting PVD.....	50
Gambar 4. 2 Topografi 3D eksisting PVD.....	51
Gambar 4. 3 Topografi eksisting PHD.....	51
Gambar 4. 4 Topografi 3D eksisting PHD.....	52
Gambar 4. 5 Topografi eksisting SCH.....	52
Gambar 4. 6 Topografi 3D eksisting SCH.....	53
Gambar 4. 7 Topografi aktual PVD	54
Gambar 4. 8 Topografi 3D aktual PVD	54
Gambar 4. 9 Topografi aktual PHD	55
Gambar 4. 10 Topografi 3D aktual PHD	55
Gambar 4. 11 Topografi aktual SCH	56
Gambar 4. 12 Topografi 3D aktual SCH	56
Gambar 4. 13 Diagram batang RMSEz dan LE90	58
Gambar 4. 14 Interval <i>grid</i> metode <i>borrow pit</i>	60
Gambar 4. 15 <i>Cross section Compute Materials</i>	62

Gambar 4. 16 Grafik batang perbandingan volume	64
--	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria dan Teknik Interpolasi	23
Tabel 2. 2 Rumus dari <i>Function</i> Interpolasi	23
Tabel 2. 3 Ketelitian Geometri Peta RBI	30
Tabel 2. 4 Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas.....	30
Tabel 3. 1 Perangkat keras (<i>Hardware</i>)	33
Tabel 3. 2 Perangkat lunak (<i>Software</i>).....	33
Tabel 3. 3 Data penelitian	34
Tabel 3. 4 Perhitungan nilai LE90	42
Tabel 4. 1 Hasil Statistik RMSEz dan LE90.....	57
Tabel 4. 2 Hasil volume <i>metode surface to surface</i>	59
Tabel 4. 3 Hasil volume metode <i>borrow pit</i>	61
Tabel 4. 4 Hasil volume metode <i>Trapezoidal</i>	63
Tabel 4.5 Perbandingan selisih metode perhitungan volume terhadap metode <i>Trapezoidal</i>	64