

**ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME GALIAN PADA
PEKERJAAN TAMBANG BATU KAPUR MENGGUNAKAN DATA
MULTITEMPORAL FOTO UDARA DAN PENGUKURAN TOPOGRAFI**

(Studi Kasus: Kabupaten Jember, Jawa Timur)

SKRIPSI



**Disusun Oleh :
Ian Gafi Rajasa
NIM. 2025012**

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

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PERHITUNGAN VOLUME GALIAN PADA PEKERJAAN
TAMBANG BATU KAPUR MENGGUNAKAN DATA
MULTITEMPORAL FOTO UDARA DAN PENGUKURAN TOPOGRAFI
(Studi Kasus: Kabupaten Jember, Jawa Timur)**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh :

Ian Gafi Rajasa
NIM. 2025012

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Silvester Sari Sai, S.T., M.T.)
NIP.P. 1030600413

Dosen Pembimbing II



(Alifah Noraini, S.T., M.T.)
NIP.P. 1031500478

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Geodesi S-1



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



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA 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 : IAN GAFI RAJASA
NIM : 2025012
PROGRAM STUDI : TEKNIK GEODESI S-1
**JUDUL : ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN
VOLUME GALIAN PADA PEKERJAAN
TAMBANG BATU KAPUR MENGGUNAKAN
DATA MULTITEMPORAL FOTO UDARA DAN
PENGUKURAN TOPOGRAFI**
(Studi Kasus : Kabupaten Jember, Jawa Timur)

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

Pada Hari : Senin

Tanggal : 5 Agustus 2024

Dengan Nilai : _____ (Angka)

**Panitia Ujian Skripsi
Ketua**

(Silvester Sari Sai, S.T., M.T.)
NIP.P. 1030600413

Dosen Penguji I

(M. Edwin T., S.T., M.Gem.Sc., Ph.D.)
NIP.Y. 1039800320

Dosen Pendamping

(Alifah Noraini, S.T., M.T.)
NIP.P. 1031500478

Dosen Penguji II

(Fransisca Dwi Agustina, S.T., M. Eng.)
NIP.P. 1012000582

**ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME GALIAN PADA
PEKERJAAN TAMBANG BATU KAPUR MENGGUNAKAN DATA
MULTITEMPORAL FOTO UDARA DAN PENGUKURAN TOPOGRAFI
(Studi Kasus: Kabupaten Jember, Jawa Timur)**

Ian Gafi Rajasa *2025012

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

Dosen Pembimbing II : Alifah Noraini, S.T., M.T.

Abstrak

Pekerjaan tambang batu kapur melibatkan kegiatan penggalian volume material, yang menjadi aspek krusial dalam perencanaan dan pengelolaan tambang. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan hasil perhitungan volume galian pada pekerjaan tambang batu kapur menggunakan data multitemporal foto udara dan pengukuran topografi. Pada penelitian ini dilakukan uji horizontal dan vertikal sesuai dengan peraturan BIG (Badan Informasi Geospasial) No. 15 Tahun 2014 untuk data orthophoto, dimana data DTM orthophoto digunakan untuk perhitungan volume galian foto udara. Hasil perhitungan volume galian foto udara akan dibandingkan terhadap data yang dianggap benar yaitu topografi dengan toleransi perhitungan $\pm 2.78\%$ menurut ASTM (*American Standard Testing and Material*). Pada metode *surface to surface* topografi dan foto udara tanggal 14 September 2023 menghasilkan selisih sebesar 4911.14 m³, sedangkan pada bulan Desember menghasilkan selisih sebesar 15218.37 m³. Pada metode pengolahan data volume galian menggunakan *software Global Mapper* memperoleh hasil ketelitian dengan selisih perhitungan 3342.82 m³ atau sebesar 1.12%, sedangkan untuk ketelitian menggunakan metode pengolahan menggunakan *software Civil 3D* memperoleh hasil ketelitian dengan selisih sebesar 33781.46 m³ atau sebesar 11.28%. Berdasarkan toleransi ASTM $\pm 2.78\%$ mengenai ketelitian perhitungan volume, hasil perhitungan volume galian dengan menggunakan *software Global Mapper* memperoleh hasil yang masih dalam batas toleransi ASTM. Hal tersebut dipengaruhi oleh proses *gridding* setiap *software* memiliki spesifikasi yang berbeda. Hasil uji ketelitian volume galian tersebut meliputi luas area ± 41 hektar.

Kata Kunci : *Foto Udara, Ketelitian, Surface to surface, Topografi, Volume Galian.*

**ANALYSIS OF EXCAVATION VOLUME CALCULATION
COMPARISON IN LIMESTONE MINING USING MULTITEMPORAL
AERIAL PHOTO DATA AND TOPOGRAPHIC MEASUREMENTS**

(Case Study: Jember Regency, East Java)

Ian Gafi Rajasa *2025012

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

Dosen Pembimbing II : Alifah Noraini, S.T., M.T.

Abstract

Limestone mining work involves excavation of material volume, which is a crucial aspect in mine planning and management. The primary objective of this study is to analyze the comparison of excavation volume calculation results in limestone mining using multitemporal aerial photo data and topographic measurements. In this study, horizontal and vertical tests were conducted in accordance with BIG (Badan Informasi Geospasial) Regulation Number 15 of 2014 for orthophoto data, where DTM orthophoto data was used for aerial photo volume calculation. The results of the aerial photo volume calculation will be compared against the data considered accurate, namely topography, with a calculation tolerance of $\pm 2.78\%$ according to ASTM (American Standard Testing and Material). The surface to surface method for topography and aerial photos on September 14, 2023, resulted in a difference of 4911.14 m³, while in December, the difference was 15218.37 m³. The volume calculation data processing method using Global Mapper software yielded an accuracy result with a calculation difference of 3342.82 m³ or 1.12%, while the accuracy using the data processing method with Civil 3D software yielded an accuracy result with a difference of 33781.46 m³ or 11.28%. Based on the ASTM tolerance of $\pm 2.78\%$ regarding volume calculation accuracy, the excavation volume calculation results using Global Mapper software were still within the ASTM tolerance limits. This is influenced by the gridding process, as each software has different specifications. The accuracy test results for excavation volume covered an area of ± 41 hectares.

Keywords : Accuracy, Aerial Photo, Excavation Volume, Surface to Surface, Topography

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ian Gafi Rajasa
Tempat, tanggal lahir : Nganjuk, 29 Juli 1999
NIM : 2025012
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa SKRIPSI yang berjudul :

**ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME GALIAN PADA
PEKERJAAN TAMBANG BATU KAPUR MENGGUNAKAN DATA
MULTITEMPORAL FOTO UDARA DAN PENGUKURAN TOPOGRAFI
(Studi Kasus: Kabupaten Jember, Jawa Timur)**

yang saya tulis adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat atau saduran dari Skripsi orang lain.

Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademis yang berlaku (dicabutnya predikat kelulusan dan gelar kesarjanaannya).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 19 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan,



Ian Gafi Rajasa
NIM. 2025012

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT. Yang telah memberikan nikmat yang sangat luar biasa, memberikan penulis kekuatan, membekali penulis dengan ilmu pengetahuan. 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.

Untuk Ayah saya **Agus Sutrisno**, 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.

Untuk Ibu saya **Siti Alfiyah**, 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.

Untuk Saudara ku **Syaloem Gafi Syahputri**, 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.

Untuk Pasanganku **Eryka Firnanda Astriani, A.Md. Kep.** yang juga dengan tulus memberikan semangat, motivasi serta do'a kepada penulis hingga tercapai impian penulis. Terima kasih telah menemani penulis dari titik nol hingga saat ini, dan semoga impian Eryka dan penulis selalu dimudahkan dan diwujudkan oleh Allah SWT. Amiin.

Untuk Dosen pembimbing penulis Bapak **Silvester Sari Sai, ST., MT.** dan Ibu **Alifah Noraini., ST., MT.** Terimakasih yang tak terhingga atas bimbingan, saran kritik dan nasihat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Untuk **segenap Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang** yang telah memberikan pelajaran, hingga pengalaman selama 4 tahun perkuliahan di Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang.

Untuk **Segenap Staff Program Studi teknik Geodesi ITN Malang** yang telah membantu segala kelancaran dalam perkuliahan hingga tersusunnya skripsi yang sederhana ini.

Kepada seluruh teman-teman **Angkatan 2020** Teknik Geodesi terutama kepada **Yusuf, Fauzi, Abid, Fikri dan Purnama**, yang telah memberikan rasa kekeluargaan, semangat serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahan dengan baik.

Kepada **PT. Geotrah Pramana Sentosa dan KJSKB Kadek Dody Aris Pramana**, 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.

“لا غالب الا بالله”

"Tiada keberhasilan (kemenangan) tanpa pertolongan Allah"

Malang, 8 Agustus 2024

Penulis

Ian Gafi Rajasa
NIM. 2025012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah, SWT, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME GALIAN PADA PEKERJAAN TAMBANG BATU KAPUR MENGGUNAKAN DATA MULTITEMPORAL FOTO UDARA DAN PENGUKURAN TOPOGRAFI (Studi Kasus : Kabupaten Jember, Jawa Timur)”. Penulisan Skripsi ini bertujuan untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi 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. Ibu Alifah Noraini, ST., MT. Selaku 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.

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, 8 Agustus 2024

Penulis

Ian Gafi Rajasa
NIM. 2025012

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
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 DASAR TEORI	4
2.1 Tambang Batu Kapur	4
2.2 Survei Dalam Pertambangan	5
2.3 Penentuan Posisi Dengan GNSS (GPS Geodetik)	5
2.4 Fotogrametri Dengan <i>Drone</i>	12
2.5 Topografi	14
2.6 Titik Kontrol (GCP/ICP)	15
2.7 Ketentuan Persebaran GCP dan ICP	15
2.8 <i>Digital Terrain Model</i> (DTM)	17
2.9 <i>Triangular Irregular Network</i> (TIN)	18
2.10 Uji Akurasi DTM	19
2.10.1 Uji Akurasi Ketelitian Peta	20

2.10.2 Uji akurasi <i>Digital Terrain Model</i> (DTM).....	22
2.10.3 Uji Statistik	23
2.11 Perhitungan Volume <i>Cut and Fill</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Lokasi Penelitian	26
3.2 Bahan dan Perangkat Penelitian	26
3.3 Diagram Alir Penelitian	27
3.4 Pengumpulan Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Hasil DTM Topografi.....	36
4.2 Hasil Pengolahan Foto Udara.....	38
4.2.1 Hasil DTM Foto Udara	38
4.2.2 Analisis Ketelitian Vertikal	39
4.2.3 Analisis Ketelitian Horizontal	41
4.2.4 Uji Statistik.....	43
4.2.5 Hasil Perhitungan Volume Galian Foto Udara	49
4.3 Hasil Perhitungan Volume Galian Pengukuran Topografi	50
4.4 Hasil Perbandingan Volume Galian	50
4.5 Ketelitian Volume Galian Terhadap Toleransi ASTM	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pertambangan Batu Kapur PT. Imasco	4
Gambar 2.2 Prinsip Dasar Penentuan Posisi Dengan GPS	6
Gambar 2.3 Penentuan Posisi <i>Absolute</i>	7
Gambar 2.4 Penentuan Posisi <i>Differential</i>	8
Gambar 2.5 Metode Pengukuran Statik	9
Gambar 2.6 Metode Pengukuran Kinematik.....	10
Gambar 2.7 seperangkat <i>base</i> (kiri) dan <i>rover station</i> (kanan) RTK-GPS	10
Gambar 2.8 Konsep Satu Sistem CORS	11
Gambar 2.9 Drone DJI Phantom 4	12
Gambar 2.10 Prinsip dasar fotogrametri	13
Gambar 2.11 Peta Topografi	15
Gambar 2.12 Distribusi dan Jarak Ideal Antar Titik	16
Gambar 2.13 Model Elevasi Digital.....	18
Gambar 2.14 <i>Triangular Irregular Network</i> TIN	19
Gambar 2.15 Metode perhitungan cut and fill	24
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.3 Sebaran Titik GCP dan ICP 14 September 2023	32
Gambar 3.4 Sebaran Titik GCP dan ICP 15 Desember 2023	33
Gambar 3.5 Hasil Pemotretan Foto Udara 14 September 2023	34
Gambar 3.6 Hasil Pemotretan Foto Udara 15 Desember 2023	34
Gambar 3.7 <i>Area Of Interest</i> Pengukuran.....	35

Gambar 4.1 DTM Topografi 14 September 2023	36
Gambar 4.2 DTM Topografi 15 Desember 2023	37
Gambar 4.3 DTM Foto Udara 14 September 2023	38
Gambar 4.4 DTM Foto Udara 15 Desember 2023	39
Gambar 4.5 Perbandingan Potongan Surface Topografi dan Foto Udara 14 September 2023	51
Gambar 4.6 Perbandingan Potongan Surface Topografi dan Foto Udara 14 Desember 2023	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan.....	17
Tabel 2.2 Ketelitian Geometri Peta RBI.....	20
Tabel 2.3 Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas.....	20
Tabel 3.2 Data Koordinat X,Y,Z 14 September 2023.....	32
Tabel 3.3 Data Koordinat X,Y,Z 15 Desember 2023	33
Tabel 4.1 Analisa Ketelitian Vertikal DTM 14 September 2023.....	40
Tabel 4.2 Analisa Ketelitian Vertikal DTM 15 Desember 2023	41
Tabel 4.3 Analisa Ketelitian Horizontal Orthophoto 14 September 2023	42
Tabel 4.4 Analisa Ketelitian Horizontal Orthophoto 15 Desember 2023	43
Tabel 4.5 Analisa Uji Normalitas Rata-rata 14 September 2023.....	44
Tabel 4.6 Analisa Uji Normalitas Rata-rata 15 Desember 2023.....	45
Tabel 4.7 Analisa Uji Normalitas Varian 14 September 2023.....	46
Tabel 4.8 Analisa Uji Normalitas Varian 15 Desember 2023	47
Tabel 4.9 Uji Distribusi F 14 September 2023	48
Tabel 4.10 Uji Distribusi F 15 Desember 2023	49
Table 4.11 Tabel Perbandingan Hasil Perhitungan Volume Galian Foto Udara Menggunakan Dua Metode Perhitungan.....	50
Tabel 4.12 Tabel Perbandingan Hasil Perhitungan Volume Galian Topografi Menggunakan Dua Metode Perhitungan.....	50
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Volume Galian Pengukuran Topografi dan Foto Udara.....	51
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Perbandingan Volume Galian Dua Metode Pada Bulan Yang Sama.....	52
Table 4.15 Presentase Ketelitian Volume Galian Dari Metode Perhitungan Volume Galian Menggunakan Software Civil 3D dan Global Mapper.....	53