

**PENGAMATAN LENDUTAN VERTIKAL JEMBATAN TUNGGULMAS  
MENGUNAKAN METODE GNSS**

**(Studi Kasus: Jembatan Tunggulmas, Kota Malang, Jawa Timur)**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh:**

**Muhammad Djihad Ramadhan Nurrahman**

**NIM. 19.25.016**

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

**MALANG**

**2025**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PENGAMATAN LENDUTAN VERTIKAL JEMBATAN TUNGGULMAS  
MENGUNAKAN METODE GNSS**

(Studi Kasus : Jembatan Tunggulmas, Kota Malang, Jawa Timur)

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
(ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh:

**Muhammad Djihad Ramadhan Nurrahman**

**19.25.016**

Menyetujui,

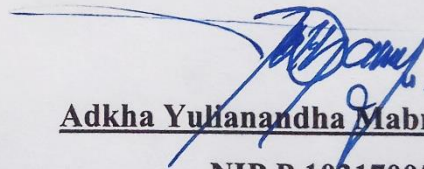
**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**



**Silvester Sari Sai, S.T., M.T**

**NIP.P. 1030600413**



**Adkha Yulianandha Maburr, S.T., M.T**

**NIP.P.1031700526**

Mengetahui,

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



**Dedy Kurnia Sunaryo, 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 : MUHAMMAD DJIHAD RAMADHAN NURRAHMAN  
NIM : 1925016  
JURUSAN : TEKNIK GEODESI  
JUDUL : PENGAMATAN LENDUTAN VERTIKAL JEMBATAN  
TUNGGULMAS MENGGUNAKAN METODE GNSS (Studi  
Kasus: Jembatan Tunggulmas, Kota Malang, Jawa Timur)

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

Pada Hari : Rabu,  
Tanggal : 05 Februari 2025  
Dengan Nilai :

**Panitia Ujian Skripsi  
Ketua**

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

**Penguji I**

**Dosen Pendamping**

**Penguji II**

**Feny Arafah, S.T., M.T**  
NIP.P. 1031500516

**Adkha Yuliananda Mabrur, S.T., M.T**  
NIP. P. 1031700526

**Alifah Norani, S.T., M.T**  
NIP.P. 1031500478

**PENGAMATAN LENDUTAN VERTIKAL JEMBATAN  
TUNGGULMAS MENGGUNAKAN METODE GNSS  
(Studi Kasus: Jembatan Tunggulmas, Kota Malang Jawa Timur)**

Muhammad Djihad Ramadhan Nurrahman, 19.25.016  
Dosen Pembimbing I: Silvester Sari Sai, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing II: Adkha Yulianandha Maburur, S.T., M.T

**ABSTRAK**

Jembatan Tunggulmas memiliki peran yang penting dalam sistem transportasi sebagai sarana penghubung antarwilayah. Oleh karena itu, pembangunannya harus memenuhi berbagai standar untuk memastikan ketahanannya terhadap beban kendaraan dan manusia. Karena berada di pusat kota, jembatan ini sering dilalui oleh kendaraan dalam jumlah besar, sehingga perlu dilakukan pemantauan terhadap stabilitas dan keamanannya. Salah satu aspek penting dalam pemeliharaan jembatan adalah pengamatan deformasi elastis, khususnya lendutan vertikal, yang dapat menjadi indikator awal adanya potensi kerusakan pada struktur jembatan.

Kemajuan pesat di era *modern* menjadikan penggunaan teknologi seperti survei GNSS menjadi sangat penting untuk mengamati lendutan vertikal Jembatan Tunggulmas. GNSS dipilih karena memiliki akurasi tinggi, dapat digunakan secara *real-time*, serta mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan. Pengamatan dilakukan dalam tiga kondisi lalu lintas, yaitu sepi, sedang, dan ramai, guna menganalisis pengaruh beban kendaraan terhadap besar lendutan yang terjadi.

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, penurunan terbesar terjadi pada Titik Pantau 2 sebesar 0,006 m, sedangkan Titik Pantau 1 dan 3 masing-masing 0,003 m dan 0,004 m. Penurunan elevasi pada kondisi ramai disebabkan oleh faktor *eksternal* seperti beban tambahan yang terjadi pada area pengamatan, faktor tersebut dapat mencakup beban kendaraan atau aktivitas manusia yang memengaruhi stabilitas tanah atau struktur di sekitar titik pantau. Lalu untuk batas izin lendutan yang diperbolehkan pada lendutan sebesar 0,050 m, yang dimana data pengamatan GNSS masih dibawah batas izin toleransi lendutan yaitu sekitar 0,020 – 0,029 m.

**Kata Kunci :** Jembatan Tunggulmas, Lendutan Vertikal, Deformasi Elastis, GNSS.



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

**Nama** : Muhammad Djihad Ramadhan Nurrahman  
**Tempat, tanggal lahir** : Mataram, 30 November 2000  
**NIM** : 1925016  
**Program Studi** : Teknik Geodesi S-1  
**Fakultas** : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa SKRIPSI yang berjudul :

**“PENGAMATAN LENDUTAN VERTIKAL JEMBATAN TUNGGULMAS  
MENGUNAKAN METODE GNSS “**

**(Studi Kasus: Jembatan Tunggulmas, Kota Malang, 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, 11 Februari 2025

Yang membuat pernyataan,



**Muhammad Djihad Ramadhan Nurrahman**

**NIM. 19.25.016**

## LEMBAR PERSEMBAHAN

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Dengan penuh rasa Syukur dan ketulusan, Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya yang selalu menjadi sumber kekuatan, do'a, dan kasih sayang tanpa batas. Terima kasih atas setiap pengorbanan, dukungan, dan cinta yang tiada henti. Tanpa kalian, saya tidak akan bisa berdiri sampai saat ini.

Terima kasih untuk teman-teman saya. Puguh, Dafa, Viky, Noval, Adam, Fikri, Wulan, Adit, Septian, Diva, Indra, Gildha, Yoga, Bobby, Melly, Kadim, Novan, Dafi, Bila, Rosidi, Alip, Pali, Egar, Damar, Dea, Farizy, Windy, Zidan, Doni, Sultan, Mag, Elo, Agung, Ajril, Bambang, Diwan, Rahmat, Siswandi, Rijal, dan Zimam yang telah menemani dan membantu saya selama skripsi berlangsung.

Untuk orang tersayang yang selalu mendukungku, memberiku semangat, dan percaya bahwa aku bisa. Terimakasih telah menjadi cahaya dalam setiap proses yang kulalui.

Semoga karya ini menjadi awal dari perjalanan yang lebih baik, dan bermanfaat bagi banyak orang.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, karena atas Rahmat dan karrunia-Nya kegiatan penulisan skripsi yang berjudul “Pengamatan Lendutan Vertikal Jembatan Tunggulmas Menggunakan Metode *GNSS*” telah selesai, Skripsi ini merupakan salah satu tanggung jawab seorang mahasiswa untuk meraih gelar Sarjana Teknik (S-1) di Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam skripsi ini mungkin masih ada kekurangan yang tak luput dari penulis sendiri karena penulis hanyalah manusia biasa yang tak luput dari salah keliru, dan dosa. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik untuk bisa membangun lebih sempurna lagi dalam penulisan maupun penyusunan skripsi.

Dalam pelaksanaan penulisan skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa ada bantuan dan dukungan berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Abdurrahman Hamzah, S.H (Almarhum), dan Ibu Wahyuni Nurlaila, S.H, selaku Orang Tua Penulis yang telah banyak memberikan Do'a, Semangat, Didikan Moral, dan Bantuan Material selama masa kuliah.
2. Muhammad Faisal Hamdi Abdurrahman, Muhammad Fahrizal Fajri Rahman, dan Safira Khairunnisa Yuniar selaku Kakak Penulis yang telah memberi motivasi emosional, memberikan rasa aman dan nyaman, serta menjadi pendengar yang baik selama masa kuliah.
3. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Martinus Edwin Tjahjadi, S.T., M.T, Ph.D selaku Dosen Wali Penulis yang telah membantu selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Nasional Malang sehingga bisa meraih gelar Sarjana.
5. Bapak Silvester Sari Sai, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
6. Bapak Adkha Yulianandha Mabur, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu penulis dalam proses kegiatan penulisan skripsi berlangsung.

7. Mas Heri dan Pak tono selaku Staf Institut Teknologi Nasional Malang yang khususnya di jurusan Teknik Geodesi yang telah membantu mengurus berkas untuk kegiatan skripsi yang dibutuhkan seperti surat peminjaman alat, surat menyurat, dan lainnya.
8. Rekan-rekan seperjuangan Geodesi angkatan 2019 yang sempat terkena dampak Virus Corona yang selalu memberikan *support* dalam proses kegiatan skripsi.
9. Para Abang-abang, Kakak-kakak, dan Adek-adek tingkat yang pernah Bersama Penulis dikampus, rekan Cepirits Squad, rekan Orda Forum Mahasiswa Mataram, Rekan Orda Matur Malang, teman-teman anak rantau lainnya yang tidak bisa Penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan balasan terhadap semua amal kebaikan yang telah mereka berikan kepada penulis, dan skripsi ini juga bisa bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan, Aamiin...

Malang, 11 Februari 2024

Penulis



**Muhammad Jihad Ramadhan Nurrahman**



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>BERITA ACARA.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1 Jembatan.....	4
2.2 Macam - Macam Jembatan.....	5
2.3 Pembebanan Pada Jembatan.....	6
2.3.1 Berat Sendiri.....	6
2.3.2 Beban Mati Tambahan.....	7
2.3.3 Beban Lajur “D”.....	7
2.3.4 Beban Truk “T” .....	9
2.3.5 Gaya Rem.....	10
2.3.6 <i>Traffic Load</i> (Beban Kendaraan).....	11
2.4 Lendutan.....	11
2.5 Standar Batas izin Lendutan.....	12
2.6 Perhitungan Lendutan.....	12
2.7 <i>Global Navigation Satellite System</i> .....	12
2.8 Klasifikasi <i>GNSS/GPS</i> Berdasarkan Penggunaanya .....	14

2.9 Metode Penentuan Posisi dengan <i>GNSS</i> .....	16
2.9.1 Metode Pengukuran <i>Absolute</i> .....	17
2.9.2 Metode Pengukuran <i>Differensial</i> .....	18
2.9.3 Metode Pengukuran Statik .....	19
2.9.4 <i>Continuously Operating Reference Station (CORS)</i> .....	20
2.9.5 Standar Deviasi Lendutan .....	20
2.9.6 Uji Statistik <i>t-student</i> .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	23
3.2 Alat dan Bahan .....	24
3.3 Diagram Alir.....	25
3.4 Penjelasan Diagram Alir.....	26
3.5 Survei Pendahuluan.....	28
3.6 Pengamatan <i>GPS</i> .....	29
3.7 <i>Export Data</i> .....	30
3.8 <i>Download Data</i> .....	31
3.9 Proses Pengolahan Data <i>GPS</i> .....	31
3.10 Menghitung Satuan Mobil Penumpang.....	35
3.11 Menghitung Struktur Atas dan Bahan Struktur Jembatan .....	36
3.12 Perhitungan Momen tiap jenis beban .....	37
3.13 Perhitungan Lendutan.....	39
3.14 Perhitungan Batas Izin Lendutan .....	39
3.15 Uji Statistik <i>t-student</i> .....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1 Hasil <i>Chi Square Test</i> .....	41
4.2 Hasil Data Pengamatan Kondisi sepi, Sedang, dan Ramai .....	42
4.3 Hasil Satuan Nilai Penumpang (SMP) .....	42
4.4 Hasil Perhitungan Momen Tiap Jenis Beban .....	45
4.5 Hasil Elevasi Lendutan.....	47
4.6 Uji Statistik <i>t-student</i> .....	48
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>49</b>
5.1 Kesimpulan.....	49

5.2 Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Beban terbagi rata.....	8
Gambar 2. 2 Beban Lajur "D" .....	8
Gambar 2. 3 (a) balok sebelum terdeformasi, (b) balok dalam konfigurasi terdeformasi.....	11
Gambar 2. 4 <i>Space Segment, Ground Segment, dan User Segment.</i> ....	13
Gambar 2. 5 Contoh <i>Receiver</i> tipe Navigasi .....	14
Gambar 2. 6 Contoh <i>Receiver</i> tipe Geodetik.....	15
Gambar 2. 7 Metode Pengamatan <i>Absolute Static</i> dan <i>Kinematic</i> .....	17
Gambar 2. 8 Metode Pengamatan <i>Differensial</i> .....	18
Gambar 2. 9 Metode Pengukuran Statik .....	19
Gambar 2. 10 Moda Jaring dan Mode Radial dalam survei statik <i>GPS</i> .....	20
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....	23
Gambar 3. 2 Diagram Alir.....	25
Gambar 3. 3 Mengukur Panjang jembatan.....	29
Gambar 3. 4 Pembuatan Titik Pantau pada Jembatan .....	29
Gambar 3. 5 Persiapan Alat <i>GPS</i> Geodetik ComNav T300 .....	29
Gambar 3. 6 Melakukan Pengamatan <i>GPS</i> pada jembatan .....	30
Gambar 3. 7 <i>Baseline</i> Titik Pengamatan .....	30
Gambar 3. 8 File Data Pengamatan.....	30
Gambar 3. 9 Tampilan Situs SRGI.....	31
Gambar 3. 10 Membuka Aplikasi .....	31
Gambar 3. 11 <i>New Project</i> .....	31
Gambar 3. 12 <i>Project Settings</i> .....	32
Gambar 3. 13 Mengatur koordinat sistem.....	32
Gambar 3. 14 Mengatur <i>Baseline Processing</i> .....	32
Gambar 3. 15 Tampilan <i>Import Point</i> .....	33
Gambar 3. 16 Hasil <i>Add Coordinate</i> .....	33
Gambar 3. 17 Melakukan <i>session editor</i> . .....	34
Gambar 3. 18 Tampilan <i>report process baselines.</i> .....	34
Gambar 3. 19 <i>Tools Adjust Network</i> .....	34
Gambar 3. 20 Hasil <i>network adjustment</i> .....	35



Gambar 3. 21 Hasil <i>Chi Square Test</i> .....	35
Gambar 3. 22 Aplikasi <i>Stats</i> .....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat Jenis Tiap Material.....	6
Tabel 2. 2 Faktor beban untuk beban mati tambahan .....	7
Tabel 2. 3 Metode – metode penentuan posisi dengan <i>GPS</i> .....	16
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan .....	24
Tabel 3. 2 <i>Hardware</i> .....	24
Tabel 3. 3 <i>Software</i> .....	24
Tabel 3. 4 Hasil Koordinat titik pantau Jembatan Tunggulmas .....	35
Tabel 3. 5 Satuan Mobil Penumpang.....	36
Tabel 3. 6 data Struktur dan bahan struktur.....	36
Tabel 3. 7 Hasil Perhitungan Lendutan .....	39
Tabel 3. 8 Hasil Uji T menggunakan <i>Software Stats</i> .....	40
Tabel 4. 1 Hasil <i>Chi Square Test</i> .....	41
Tabel 4. 2 Hasil koordinat UTM lendutan Jembatan.....	42
Tabel 4. 3 Daftar jumlah kendaraan Pengamatan 1 .....	43
Tabel 4. 4 Daftar jumlah kendaraan Pengamatan 2.....	44
Tabel 4. 5 hasil Momen tiap Jenis Beban.....	45
Tabel 4. 6 Hasil Elevasi Lendutan.....	47
Tabel 4. 7 Hasil Uji T .....	48