

PEMANTAPAN DEFORMASI VERTIKAL PADA JEMBRAN  
MENGGUNAKAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat wisudawijaya gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sepuluh Nopember

Oleh:

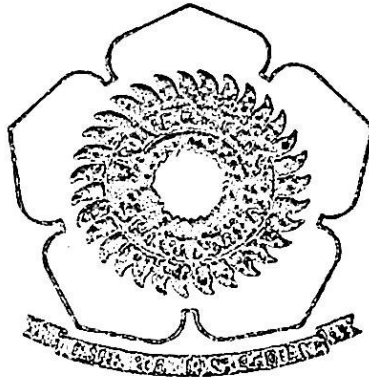
ABDUL FAUZI  
03023110027

UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2006

S  
624.2  
Fau  
P  
2006

15284  
15646

**PEMANTAUAN DEFORMASI VERTIKAL PADA JEMBATAN  
MENGUNAKAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**AHMAD FAUZI  
03023110027**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2006**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : AHMAD FAUZI  
NIM : 03023110027  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : PEMANTAUAN DEFORMASI VERTIKAL  
PADA JEMBATAN MENGGUNAKAN  
GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)**

**Indralaya, November 2006**

**Ketua Jurusan,**



**Mr. H. Imron Fikri Astira, MS  
NIP. 131 472 645**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : AHMAD FAUZI**  
**NIM : 03023110027**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : PEMANTAUAN DEFORMASI VERTIKAL  
PADA JEMBATAN MENGGUNAKAN  
GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)**

**PEMBIMBING TUGAS AKHIR**

**Tanggal** 24/11/06 **Pembimbing Pembantu**



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS**  
**NIP. 131 472 645**

**Tanggal** **Pembimbing Utama**



**Dr. Ir. Dinar DAP, MSPJ**  
**NIP. 131 602 983**

**Motto :**

- *Karena sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.*

*(QS. Al-Insyirah, ayat 5-8)*

- *Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti kami akan menambah (nikmat-Ku) kepadamu dan jika mengingkari (nikmat-Ku) maka sesungguhnya adzab-Ku amat pedih*

*(QS. Ibrahim, ayat 7)*

**Lembar Persembahan :**

*Kupersembahkan untuk orang tua ku tercinta, yang telah membesarkan dan mendidiknya sejak dari kecil dengan penuh rasa kasih sayang. Nonak, adik-adikku serta orang-orang disekelilingku yang mendukung dan mendoakan.*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil A'lamini, segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, serta shalawat dan salam semoga tetap dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini dibuat guna memenuhi persyaratan untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Judul penelitian tugas akhir tersebut adalah PEMANTAUAN DEFORMASI VERTIKAL PADA JEMBATAN MENGGUNAKAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS).

Di dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran-saran dan kritik serta bimbingan dari semua pihak yang sifatnya membangun.

Atas segala bantuan dan bimbingan serta saran-saran yang telah diberikan kepada penulis, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Dinar Dwi Anugerah Putranto, MSPj, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS, selaku Dosen Pembimbing Pembantu yang telah banyak memberikan saran dan meluangkan waktu selama penelitian untuk membimbing penulis.
2. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Bapak Taufik Ari Gunawan, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak dan Ibu Dosen Penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk menguji dan mengoreksi tugas akhir ini.
4. Bapak Bambang, Bapak Ansyori, Staf dan Administrasi Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Propinsi Sumatera Selatan.
5. Bapak Drs. Djoko Santoso, Bapak Agus Lazuardi, Bapak Edi Susanto, Staf dan Administrasi Dinas Perhubungan Kota Palembang dan Propinsi Sumatera Selatan.

6. Bapak Ir. Abdurrahman, Staf dan Administrasi Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Ogan Ilir.
7. Seluruh Dosen, Staf dan Administrasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
8. Seluruh Teknisi Laboratorium yang telah membantu selama penelitian.
9. Anam, Adit, Gumay, Robin, Akbar, Rifky'04, Welly'04, Rangga'05 dan rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya .
10. Seluruh pihak-pihak lain yang telah banyak membantu, memotivasi serta memberikan semangat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

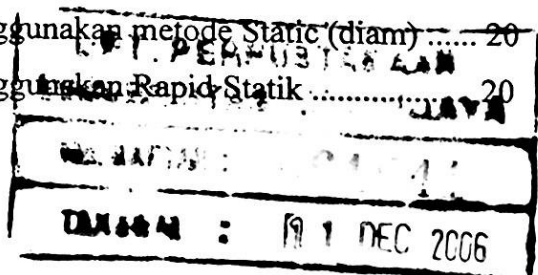
Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan informasi pada dunia pengetahuan umum dan ketekniksipilan dan semua pihak yang memerlukannya. Amin.

Indralaya, Oktober 2006

Ahmad Fauzi  
03023110027

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
MOTTO DAN LEMBAR PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	2
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.5. Metode Pengumpulan Data .....	2
1.6. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Pendahuluan .....	4
2.1.1. Klasifikasi Jembatan .....	4
2.1.2. Peraturan Pembebanan Jembatan .....	6
2.2. Perhitungan Momen .....	10
2.3. Konsep Dasar Penentuan Posisi Dengan GPS .....	11
2.4. Penggunaan GPS Dalam Mengamati Pergerakan Jembatan .....	16
2.5. Perekaman Data .....	19
2.5.1. Konsep Pengukuran menggunakan RTK (Real Time Kinematic) .....	19
2.5.2. Konsep Pengukuran menggunakan metode Static (diam) .....	20
2.5.3. Konsep Pengukuran menggunakan Rapid Static .....	20





2.6. Faktor Kesalahan Dalam Penentuan Posisi Menggunakan GPS.....	21
2.7. Data Lalu Lintas dan Karakteristik klasifikasi kendaraan .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1. Waktu Dan Tempat .....	25
3.2. Peralatan dan Persiapan.....	26
3.3. Rancangan Penelitian .....	26
3.4. Pengamatan .....	27
3.5. Survey Lalu Lintas dan Pembebanan Pada Saat Pengamatan.....	28
3.6. Prosedur Penelitian .....	28
3.7. Pengolahan Hasil .....	31
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1. Data Teknis Jembatan .....	32
4.2. Data Lalu Lintas .....	38
4.3. Perhitungan Lendutan Teoritis .....	42
4.4. Analisa Struktur Jembatan .....	55
4.5. Pemantauan Jembatan Menggunakan Global Positioning System .	65
4.5.1. Hasil Pengolahan Data Menggunakan Pinnacle Software ....	71
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>90</b>
5.1. Kesimpulan .....	90
5.2. Saran .....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>92</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
II.1 Ukuran serta kedudukan beban kendaraan truk dengan roda ganda .....	7
II.2 Distribusi beban 'D' yang bekerja pada jembatan .....	8
II.3 Ketentuan penggunaan beban 'D' .....	9
II.4 Frekuensi L1 dan L2 yang dipancarkan oleh satelit GPS .....	12
II.5 Contoh klasifikasi sistem koordinat berdasarkan parameternya .....	14
II.6 Sistem Koordinat Referensi Elipsoid .....	14
II.7 Grafik pseudolit sinyal yang akan dihasilkan dari pemantauan dengan GPS .....	17
II.8 Grafik dari elevasi hasil perekaman satelit GPS .....	18
III.1 Flowchart penelitian .....	26
III.2 Posisi GPS yang berada pada titik Bench Mark .....	29
III.3 Titik-titik pada jembatan yang akan dipantau .....	29
III.4 Titik BM yang akan menjadi titik ikat .....	30
III.5 Posisi GPS yang berada di jembatan .....	31
IV.1 Jembatan Ampera .....	32
IV.2 Sketsa jembatan Ampera .....	33
IV.3 Sketsa jembatan Musi II .....	34
IV.4 Profil batang jembatan Musi II .....	35
IV.5 Sketsa jembatan Payakabung .....	36
IV.6 Profil batang jembatan Payakabung .....	37
IV.7 Tampak samping jembatan Payakabung .....	37
IV.8 Penampang komposit pada jembatan Ampera .....	42
IV.9 Input pembebanan garis dan merata menggunakan SAP 2000 .....	50
IV.10 Nilai deformasi yang dihasilkan oleh SAP 2000 .....	50
IV.11 Distribusi beban-beban kendaraan pada jembatan Musi II .....	59

IV.12 Deformasi yang dihasilkan pada jembatan Musi II dengan SAP 2000 ver.7.4 .....	59
IV.13 Membuat project baru pada Pinnacle.....	65
IV.14 Membuat folder dan jaringan kerja baru.....	65
IV.15 Import data receiver .....	66
IV.16 Tipe perhitungan yang digunakan dalam project .....	67
IV.17 Grafik pseudolit sinyal yang dihasilkan pada pengamatan jembatan Ampera .....	67
IV.18 Network view yang berisikan jarak antara dua titik yang diamati, azimuth dan kesalahan elips .....	68
IV.19 Bagian-bagian yang terdapat pada jaringan dalam sebuah project .....	68
IV.20 Pilihan laporan data pada Raw data session .....	69
IV.21 Pilihan laporan data pada solutions .....	70
IV.22 Occupations diagram .....	72
IV.23 Network view .....	72
IV.24 Grafik pergerakan jembatan terhadap garis normalnya .....	75
IV.25 Occupations diagram .....	77
IV.26 Network view .....	77
IV.27 Grafik pergerakan jembatan terhadap garis normalnya .....	80
IV.28 Occupations diagram .....	82
IV.29 Network view .....	82
IV.30 Grafik pergerakan jembatan terhadap garis normalnya .....	85

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1 Batasan panjang dan lamanya waktu pengamatan untuk tiap pasang titik .....	21
II.2 Daftar Kemungkinan Sumber Kesalahan Pada GPS Dan Dampak Yang Terjadi Pada Keakuratan Posisi .....	22
II.3 Distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan .....	23
II.4 Kapasitas dan ukuran mobil penumpang .....	23
II.5 Kapasitas dan ukuran mobil barang / truk .....	24
IV.1 Jumlah kendaraan sesuai jenisnya pada saat pengamatan .....	39
IV.2 Jumlah kendaraan dengan satuan mobil penumpang pada jembatan Ampera .....	39
IV.3 Jumlah kendaraan sesuai jenisnya pada saat pengamatan .....	40
IV.4 Jumlah kendaraan dengan satuan mobil penumpang pada jembatan Musi II .....	40
IV.5 Jumlah kendaraan sesuai jenisnya pada saat pengamatan .....	41
IV.6 Jumlah kendaraan dengan satuan mobil penumpang pada jembatan Payakabung .....	41
IV.7 Perhitungan Inersia komposit .....	43
IV.8 Perhitungan Inersia komposit .....	51
IV.9 Laporan vektor solusi.....	73
IV.10 Laporan akhir berupa koordinat titik yang dipantau .....	73
IV.11 Laporan vektor solusi .....	78
IV.12 Laporan akhir berupa koordinat titik yang dipantau .....	78
IV.13 Laporan vektor solusi.....	83
IV.14 Laporan akhir berupa koordinat titik yang dipantau .....	83
IV.15 Perbandingan hasil pengolahan data GPS dengan analisa struktur .....	86

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Data pengamatan lalu lintas
- Lampiran 2 : Pengolahan data GPS menggunakan software Pinnacle
- Lampiran 3 : Perhitungan struktur dengan SAP 2000 ver.7.4
- Lampiran 4 : Dokumentasi
- Lampiran 5 : Surat-surat pelaksanaan penelitian tugas akhir

## ABSTRAK

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi. Sistem ini didesain untuk memberikan ketetapan posisi dalam tiga dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca.

Dibandingkan dengan sistem dan metode penentuan posisi lainnya, GPS mempunyai banyak kelebihan dan menawarkan lebih banyak keunggulan, baik dari segi operasionalnya maupun kualitas posisi yang diberikan.

GPS juga dapat digunakan untuk pemantauan deformasi dari suatu struktur dan juga pergerakan benda-benda lain, yang disebabkan oleh karena pergeseran gaya ke arah  $x$ ,  $y$ , maupun  $z$  atau ketinggian. Pada penggunaan GPS, keakuratan dan ketelitian alat yang digunakan mampu membaca data secara maksimal hingga ketelitian beberapa milimeter. Hal ini sangat diharapkan untuk mendapatkan hasil dan distribusi geometrik yang dipancarkan oleh satelit. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pergerakan jembatan arah  $z$ , sebagai akibat dari beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan yang melaluinya dalam waktu yang bersamaan. Oleh sebab itu, deformasi pada setiap bagian jembatan tidak sama dan akan berubah pada setiap waktu dan kondisi. Perubahan kondisi beban inilah yang akan dipantau menggunakan bantuan alat GPS dengan memanfaatkan pergeseran sinyal satelit ke arah  $z$ , sehingga dapat diketahui besarnya pergeseran pada setiap waktu dari posisi tetapnya.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jembatan merupakan infrastruktur yang penting mengingat fungsinya dalam menghubungkan wilayah yang dibatasi oleh perairan. Perencanaan jembatan selalu memperhatikan aspek-aspek keamanan dan kenyamanan dengan pembebanan yang terencana dan terkondisikan pada wilayah yang akan dibangun.

Jembatan yang sudah ada perlu terus diperhatikan dalam hal pemeliharaan dan menjaga penggunaannya agar usia pemakaiannya dapat optimal. Banyaknya lalu lintas yang melalui jembatan setiap harinya berupa laju harian rata-rata (LHR) mengakibatkan terjadinya pergerakan atau pergeseran secara vertikal berupa lendutan pada jembatan, yang menyebabkan penurunan usia jembatan.

Jembatan Ampera merupakan simbol sejarah bagi masyarakat Palembang yang sangat berharga. Jembatan ini menjadi alternatif utama bagi masyarakat untuk melakukan mobilisasi dari daerah hulu ke hilir maupun sebaliknya. Dengan peningkatan jumlah LHR setiap harinya, mengakibatkan penggunaan jembatan Ampera semakin tinggi dan menanggung resiko yang sangat besar karena menahan beban yang bertambah, sementara usia jembatan semakin berkurang. Untuk mengetahui besarnya lendutan, biasanya dilakukan pengukuran secara berkala untuk mengetahui tingkat presisi atau gaya getar yang bekerja pada jembatan tersebut. Global Positioning System (GPS) adalah alat penentuan posisi (x, y, z) yang didasarkan pada pengamatan satelit yang ada di luar angkasa. Ketelitian yang dihasilkan dari penentuan posisi menggunakan GPS ditentukan oleh jumlah dan distribusi satelit yang dapat ditangkap / direkam oleh receiver. Banyaknya satelit dan distribusi satelit yang terekam dalam receiver, jumlahnya secara berulang-ulang menggambarkan suatu bentuk grafik yang menunjukkan distribusi dari besaran nilai koordinat (x, y, z) dari posisi titik bersangkutan.

Dengan demikian Global Positioning System (GPS) dapat dimanfaatkan untuk memantau atau mengawasi pergerakan jembatan tersebut, dengan memanfaatkan "pseudolites signal" untuk mengukur gerakan suspensi dari suatu jembatan.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Dengan kemampuan yang dimiliki oleh alat GPS tipe differensial dalam memberikan data pembacaan hingga sepermilimeter beserta simpangan baku hasil pembacaan, baik dalam arah x, y, maupun z, maka permasalahannya adalah seberapa besar simpangan arah z dari pergerakan vertikal jembatan yang disebabkan oleh beban lalu lintas kendaraan yang melaju di atasnya.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- (1) Mengukur defleksi arah vertikal jembatan terhadap titik tetap yang ditentukan
- (2) Menghitung beban lalu lintas yang melalui di atasnya pada saat pemantauan
- (3) Menghitung momen yang bekerja pada jembatan pada saat pengukuran

### **1.4. Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini akan membahas gerakan vertikal jembatan Ampera saat menerima beban-beban lalu lintas pada tiga waktu yang berbeda, pemantauan pada jembatan Musi II serta fly over jembatan kereta api Payakabung untuk mendapatkan perbandingan yang sesuai dan objektif.

### **1.5. Metode Pengumpulan Data**

Metode yang diperlukan untuk menyusun laporan ini dikumpulkan berdasarkan data yang diperoleh melalui pemantauan langsung di lapangan dengan alat GPS dan perhitungan beban lalu lintas pada jembatan yang ditinjau, yaitu jembatan Ampera,



## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin. Z., Jones Andrew, Kahar Joenil, 2002, *Survei dengan GPS*, Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Abidin, H. Z, 2000, *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Abidin, H. Z, 2001, *Geodesi Satelit*, Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*, Penerbit Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, Penerbit Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Hudiono, 1986, *Perencanaan Jembatan*, Penerbit Yustadi.
- Kavanagh, F. Barry, 1997, *Surveying With Construction Application, Third edition*, Prentice Hall, New Jersey.
- Putranto, D. A. Dinar, 2005, *Buku Petunjuk Praktikum Seri Pengukuran GPS*, Penerbit Laboratorium Survey Pemetaan, Pengolahan Citra dan Sistem Informasi Geospasial Teknik Sipil Unsri, Inderalaya.
- Salmon, G. Charles, Johnson, E. John, 1994, *Struktur Baja Desain dan Perilaku*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Salmon, G. Charles, Johnson, E. John, 1992, *Struktur Baja Desain dan Perilaku 1*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Seelye E. Elwyn, 1959, *Design - Data Book For Civil Engineers volume one*, Library of Congress Catalog, United State of America.
- Soemono, 1985, *Ilmu Gaya (bangunan-bangunan statis tak tentu)*, Penerbit Djambatan, Bandung.
- Sosrodarsono, Suyono dan Masayoshi Takasaki, 1997, *Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.

- Struyk, H. J., Van der Veen, K. H. C. W., Soemargono, 1995, *Jembatan*, Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Supriyadi, B., Muntohar, A. S., 2000, *Jembatan*, ....., Yogyakarta.
- Weaver, William, Jr., Gere, M. James, 1996, *Analisa Matriks untuk Struktur Rangka - edisi kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wigroho, Y., Haryanto, 2001, *Analisis dan Perancangan Struktur Frame menggunakan SAP 2000 versi 7.42*, Penerbit Andi, Yogyakarta.