

**INTEGRASI GNSS DAN TOTAL STATION UNTUK PENENTUAN ELEVASI
DAN DEFORMASI VERTIKAL GEDUNG LABORATORIUM TERPADU
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

PROYEK AKHIR

*Proyek Akhir Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Diploma Pada Program Studi Teknik Sipil dan Bangunan Gedung
Universitas Negeri Padang*



Oleh:

SALSABILA FADHILA

2022/22062049

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL BANGUNAN GEDUNG
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2025

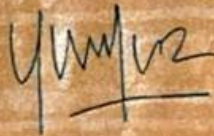
PERSETUJUAN PROYEK AKHIR

**INTEGRASI GNSS DAN TOTAL STATION UNTUK PENENTUAN ELEVASI DAN DEFORMASI
VERTIKAL GEDUNG LABORATORIUM TERPADU UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

Nama : Salsabila Fadhila
NIM : 22062049
Prodi : DIII Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 06 Agustus 2025

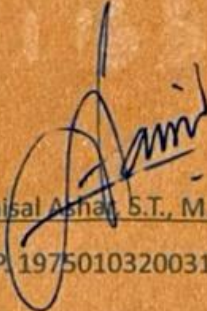
Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing



Ir. Yaumal Arbi, S.T., M.T.

NIP. 198405072024211012

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNP



Ir. Faisal Ashari, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197501032003121001

PENGESAHAN PROYEK AKHIR

INTEGRASI GNSS DAN TOTAL STATION UNTUK PENENTUAN ELEVASI DAN DEFORMASI VERTIKAL GEDUNG LABORATORIUM TERPADU UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Nama : Salsabila Fadhila
NIM : 22062049
Prodi : DIII Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh Diploma pada Prodi D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

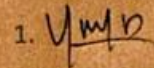
Padang, 06 Agustus 2025

Tim Penguji

Nama

1. Ketua : Ir. Yaumal Arbi, S.T., M.T.
2. Anggota : Ir. Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D.
3. Anggota : Dr. Eng. Ir. Nevy Sandra, S.T, M.Eng.

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 

PERSEMBAHAN

Sebagai tanda bukti rasa hormat dan terima kasih yang tiada terhingga, dengan segala kerendahan hati saya persembahkan karya Proyek Akhir ini kepada:

Mama (Suarni M) dan **Papa (Zulkadri)**, yang dengan penuh cinta kasih, doa yang tak pernah putus, serta pengorbanan tanpa batas telah menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah saya. Terima kasih telah selalu memberikan yang terbaik dan menjadi teladan dalam hidup saya.

Kakak (Sa'diyatunisa) dan **Adek (Daffa Aldzaki)**, yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta kasih sayang yang tak tergantikan. Kehadiran yang menjadi salah satu anugerah terbesar dalam hidup saya.

Karya sederhana ini memang belum sebanding dengan segala cinta dan pengorbanan yang telah di berikan. Namun, semoga ini menjadi langkah awal menuju masa depan yang lebih baik, dan dapat menjadi kebanggaan serta membawa kebahagiaan bagi Mama, Papa, Kakak, dan Adek.

Terima kasih atas segalanya.

Dengan cinta dan hormat yang tulus.

MOTTO

“tidak ada yang sia-sia dari proses panjang—bahkan tekanan bisa membentuk pondasi yang lebih kuat.”



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7059995, FT: (0751) 7055644, 445118 Fax: 7055644
E-mail: info@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SAISHABUHA FADHILA
NIM/TM : 22062049
Program Studi : DIII TEKNIK SIPIL Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul..... INTEGRASI GNSS DAN TOTAL STATION UNTUK PENENTUAN ELEVASI DAN DEFORMASI VERTIKAL GEDUNG LABORATORIUM TERPADU UNIVERSITAS NEGERI PADANG.....

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Teknik Sipil

(Ir. Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D)
NIP. 19750103 200312 1 001

Saya yang menyatakan,



SAISHABUHA FADHILA

BIODATA

A. Data Diri

Nama : Salsabila Fadhila
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/17 Januari 2004
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Perempuan
Golongan Darah : A
Anak ke- : 2 (Dua)
Jumlah Saudara : 2 (Dua)
Nama Ayah : Zulkadri
Nama Ibu : Suarni M
Alamat : Jl. Simeru V No. 4, RT 001/RW 006, Kel. Gunung
Pangilun, Kec. Padang Utara
Email : salsabilafadhila17@gmail.com



B. Riwayat Pendidikan

SD : SDN 03 Alai Padang
SMP : SMPN 25 Padang
SMA : SMAN 3 Padang
Universitas : Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Padang

C. Proyek Akhir

Judul Proyek Akhir : Integrasi GNSS Dan Total Station untuk Penentuan
Elevasi dan Deformasi Vertikal Gedung
Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang.
Tanggal Sidang : 06 Agustus 2025

Padang, 29 Juli 2025

Salsabila Fadhila
2022/22062049

ABSTRAK

Salsabila Fadhila, 2025, INTEGRASI GNSS DAN TOTAL STATION UNTUK PENENTUAN ELEVASI DAN DEFORMASI VERTIKAL GEDUNG LABORATORIUM TERPADU UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Bangunan Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang (UNP) merupakan fasilitas yang berfungsi sebagai pusat kegiatan praktikum, penelitian, dan pelatihan. Lokasinya yang berada di atas tanah berlempung lunak berpotensi dapat menyebabkan deformasi vertikal seperti penurunan dan retakan struktural. Deformasi pada umumnya berlangsung perlahan sehingga sulit untuk dideteksi secara visual, hal ini diperlukan metode pemantauan yang presisi dan berkelanjutan. Proyek akhir ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi elevasi dan potensi deformasi vertikal pada struktur bangunan menggunakan kombinasi teknologi *Global Navigation Satellite System* (GNSS) dan Total Station. GNSS digunakan untuk memperoleh koordinat acuan, sedangkan Total Station digunakan untuk mengukur beda tinggi antar titik secara detail.

Proyek akhir difokuskan pada lantai 1 bangunan dengan sistem pondasi KSLI yang menyebarkan beban secara merata. Pengamatan dilakukan pada titik-titik strategis bangunan, dan data yang diperoleh dianalisis untuk mengidentifikasi adanya penurunan elevasi. Hasil dari proyek akhir ini diharapkan memberikan informasi awal mengenai kondisi elevasi bangunan dan menjadi dasar untuk perencanaan monitoring deformasi vertikal jangka panjang.

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis data elevasi serta kemiringan kolom dilatasi yang telah dilakukan, diperoleh beberapa temuan penting. Pengukuran rangkaian titik dimulai dari pengikatan Benchmark (BM) hingga titik akhir di PL 6, yang mencakup area luar dan seluruh sudut bangunan. Hasil pengukuran elevasi di luar bangunan menunjukkan variasi antara ± 2.55 m hingga ± 3.87 m, memberikan gambaran awal topografi sekitar bangunan. Sementara itu, pengukuran elevasi lantai 1 menunjukkan variasi antara ± 3.60 m hingga ± 3.68 m, mencerminkan ketidakrataan permukaan lantai di beberapa titik. Titik kontrol seperti PD dan BM menunjukkan konsistensi nilai, menandakan keberhasilan sistem pengikatan terhadap koordinat global. Selain itu, hasil pengukuran pada kolom dilatasi menunjukkan kemiringan as kolom terhadap sudut kolom $1^{\circ}18'6''$, $1^{\circ}21'43''$, $1^{\circ}59'46''$ dan $1^{\circ}59'46''$. Metode kombinasi GNSS dan Total Station terbukti efektif dan akurat untuk pemantauan elevasi dan geometri struktur bangunan secara vertikal, serta memberikan data spasial yang presisi dalam sistem koordinat global.

Kata Kunci: Deformasi Vertikal, GNSS, Total Station, Penurunan, Monitoring Banguna

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul: “Integrasi GNSS dan Total Station untuk Penentuan Elevasi dan Deformasi Vertikal Gedung Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang.”

Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang dengan ilmu pengetahuan sebagaimana yang kita nikmati saat ini.

Proyek Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Dalam penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan penuh rasa hormat dan terima kasih menyampaikan penghargaan kepada:

1. Ir. Yaumal Arbi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir yang telah memberikan waktu untuk bimbingan, petunjuk, pengarahan, dan nasihat dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
2. Bapak Ir. Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Ibu Ir. Risma Apdeni, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Sipil Bangunan Gedung Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Bapak Rizky Indra Utama, S.T, M.T, M.Pd. T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
5. Bapak Fajri Yusmar, S.T., M.T., selaku dosen ahli yang telah memberikan waktu untuk membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini.

6. Semua Staf PT. Aneka Bintang Mandiri, selaku Kontraktor dalam Proyek Pembangunan RSUD Bundo Padang yang telah berbagi pengalaman dan ilmu dengan penulis selama melaksanakan kegiatan PLI sampai saat penulis mengerjakan Proyek Akhir ini.
7. Teruntuk teman-teman dekat penulis, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih telah menemani proses penulis hingga akhir, terima kasih atas dukungan, semangat, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini, semoga sama-sama dilancarkan sampai akhir perjuangan.

Semoga segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapat balasan yang sesuai dari Allah SWT.

Sebagaimana manusia yang tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Penulis menyadari bahwa dalam Proyek akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca dalam memperbaiki kekurangan tersebut.

Padang, 29 Juli 2025

Salsabila Fadhila
2022/22062049

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Manfaat Proyek akhir	3
C. Batasan Masalah	4
D. Spesifikasi Teknis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Stabilitas Struktur Bangunan.....	7
1. Pengertian Stabilitas Struktur Bangunan	7
2. Faktor yang Mempengaruhi Stabilitas Struktur	8
3. Pentingnya Stabilitas Pada Bangunan Bertingkat.....	9
B. Deformasi.....	11
C. <i>Settlement</i>	12
D. Dilatasi Bangunan.....	14
E. Pondasi KSL (Konstruksi Sarang Laba-Laba).....	16
F. Integrasi Teknologi GNSS (<i>Global Navigation Satellite System</i>) dan <i>Total Station</i>	17
1. GNSS (<i>Global Navigation Satellite System</i>)	18
2. Total Station.....	24
G. Pengukuran Situasi Menggunakan Metode Polar.....	27
H. Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III PROSEDUR DAN TAHAPAN/PERANCANGAN	48
A. Waktu dan Tempat	48
B. Jenis Proyek Akhir	48
C. Diagram Alir Pelaksanaan Proyek akhir	49
D. Data	50
1. Data Sekunder	51
2. Data Primer	51

E. Analisa Data	57
1. Pengolahan Data GNSS.....	58
2. Pengumpulan Data <i>Total Station</i>	65
3. Analisis Deskriptif	65
4. Interpretasi Awal	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	65
A. Hasil	65
1. Data Koordinat Titik Acuan (Benchmark).....	65
2. Pengukuran Bangunan Laboratorium Terpadu	67
1. Pengukuran Elevasi Lantai 1	69
2. Vertikal Kolom Dilatasi	71
B. Pembahasan.....	81
BAB V PENUTUP	83
A. Kesimpulan	83
B. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN.....	87

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 1. Perbandingan Sejumlah Karakteristik Total Station dan GPS</i>	<i>18</i>
Tabel 2. Klasifikasi Sistem Koordinat berdasarkan Parameternya.....	19
Tabel 3. Penelitian Terdahulu	28
Tabel 4. Penelitian Terdahulu	32
Tabel 5. Penelitian Terdahulu	36
Tabel 6. Lokasi Titik BM	52
<i>Tabel 7. Media BM</i>	<i>53</i>
Tabel 8. Waktu Pengambilan BM	65
Tabel 9. Hasil Olah Data Trimble Business Center	66
Tabel 10. Hasil Pengukuran Pengikatan BM	67
Tabel 11. Hasil Pengukuran Situasi Bangunan.....	67
Tabel 12. Hasil Pengukuran Lantai 1.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Retakan pada Keramik dan Dinding	2
Gambar 2. Tampak Atas Bangunan Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang.....	3
Gambar 3. GNSS	19
Gambar 4. Contoh Penjalaran Sinyal GNSS	21
Gambar 5. Transformasi Tinggi Elipsoid ke tinggi orthometrik	22
Gambar 6. Total Station.....	24
Gambar 7. Segitiga Siku Siku	26
Gambar 8. Lokasi	48
Gambar 9. Diagram Alir Tahap Proyek Akhir	49
Gambar 10. Penggunaan GNSS	52
Gambar 11. Receiver GNSS	54
Gambar 12. Controller Trimble	54
Gambar 13. Total station reflectorless	56
Gambar 14. Prisma Stiker.....	57
Gambar 15. Tampilan Hasil Pembuatan BM di TSM	58
Gambar 16. tampilan trimble business center.....	59
Gambar 17. Pembuatan New Project.....	60
Gambar 18. Sistem Koordinat model INAGEOID2020.....	60
Gambar 19. Upload data	61
Gambar 20. Block Hasil Upload.....	61
Gambar 21. Tampilan Data yang Berhasil di Import	62
Gambar 22. Masukan data Koordinat	62
Gambar 23. Masukan Koordinat Geodetik Station cors.....	63
Gambar 24. Control Quality	63
Gambar 25. Tampilan Berhasil Import Data.....	64
Gambar 26. Menampilkan Point List.....	64
Gambar 27. Hasil Point List/Pengolahan Data	65
Gambar 28. Data di Trimble Survei Mobile	65
Gambar 29. Titik BM Bangunan Laboratorium Terpadu	66
Gambar 30. Lokasi Kolom Dilatasi.....	71
Gambar 31. Pemasangan Prisma pada Kolom 1 dan 2	72
Gambar 32. Pemasangan Prisma pada Kolom 3 dan 4	73
Gambar 33. Tampak Depan Kolom 1 dan 2.....	75
Gambar 34. Tampak Depan Kolom 3 dan 4.....	76
Gambar 35. Detail Pengukuran Kolom 1	77
Gambar 36. Detail Pengukuran Kolom 2	78
Gambar 37. Detail Pengukuran Kolom 3	79
Gambar 38. Detail Pengukuran Kolom 4	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Dosen Pembimbing	87
Lampiran 2. Surat Izin Pengambilan Data	88
Lampiran 3. Permohonan Peminjaman Alat	89
Lampiran 4. Surat Permintaan Data	90
Lampiran 5. Lembaran Konsultasi Dosen Pembimbing.....	91
Lampiran 6. Surat Tugas Penguji Proyek Akhir	94
Lampiran 7 Point List Hasil Pengolah GNSS.....	95
Lampiran 8. Soft drawing Bangunan Laboratorium Terpadu FT Universitas Negeri Padang.....	98
Lampiran 9 Hasil Pengukuran Elevasi	108

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Stabilitas merupakan keadaan dimana perubahan geometri pada struktur atau komponen struktur di bawah gaya tekan mengakibatkan kehilangan kemampuan untuk menahan beban. Salah satu gangguan utama terhadap stabilitas tersebut adalah *settlement* atau penurunan tanah, yaitu fenomena turunnya elevasi tanah akibat peningkatan beban vertikal di atasnya (Das B. M., 2002). Salah satu akibat langsung dari *settlement* adalah deformasi, yaitu perubahan bentuk, ukuran, atau posisi suatu objek akibat pengaruh gaya luar (Budiono, 2011). Karena deformasi umumnya bersifat perlahan dan sulit terdeteksi secara visual, maka dibutuhkan metode pemantauan yang cermat dan berkelanjutan.

Dalam teknik geodesi, pemantauan deformasi dapat dilakukan dengan metode survei GNSS (*Global Navigation Satellite System*) yang memungkinkan penentuan posisi secara presisi tinggi (Abidin H. Z., 2007). GNSS adalah sistem navigasi yang digunakan untuk menentukan posisi di atas permukaan bumi (Gleason & Gebre-Egziabher, 2009). Namun, untuk memperoleh informasi elevasi dan posisi relatif yang lebih detail dan akurat, integrasi antara GNSS dan *total station* sangat diperlukan. Teknologi GNSS memberikan koordinat global yang presisi, sementara *total station* yang mengukur sudut dan jarak dengan akurat memperkuat data lokal sehingga penggabungan keduanya menghasilkan sistem pengukuran spasial yang lengkap. Kombinasi ini menjadi relevan dalam pemantauan deformasi bangunan, karena dapat mendeteksi perubahan posisi dan elevasi secara komprehensif.

Universitas Negeri Padang (UNP) adalah salah satu perguruan tinggi negeri di Padang, Sumatera Barat, dengan kampus utama terletak di Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar (UNP, n.d.). Di dalam kawasan kampus, terdapat berbagai bangunan fasilitas pendidikan, umum, olahraga, serta sarana pendukung lainnya. Pembangunan dan pemanfaatan lahan yang intensif

dalam jangka waktu tertentu berpotensi memengaruhi kondisi fisik tanah. Banyaknya sarana yang dibangun di lahan kampus memberikan dampak terhadap kondisi fisik tanah, seperti perubahan elevasi dan kemiringan bangunan, yang dapat dipantau melalui pengukuran posisi relatif secara berkala. Perubahan tersebut dapat dideteksi melalui pengukuran posisi relatif bangunan secara berkala dengan metode pemantauan deformasi.

Bangunan Laboratorium Terpadu milik Universitas Negeri Padang (UNP) merupakan fasilitas multidisiplin yang menjadi pusat kegiatan praktikum, penelitian, dan pelatihan mahasiswa teknik (UNP, n.d.). Operasional bangunan ini sangat intensif, melibatkan beban manusia, peralatan berat, dan aktivitas eksperimen setiap hari. Lokasi kampus UNP di tanah dengan karakteristik lempung lunak menyebabkan potensi konsolidasi jangka panjang, yang dapat mengakibatkan deformasi seperti retakan vertikal dan kemiringan struktur (aleh, El-Mashad, Dawood, & AbdelMonem, 2022). Secara geoteknik, wilayah kampus UNP terletak di area yang memiliki variasi karakteristik tanah, yang menurut hasil investigasi awal menunjukkan adanya dominasi lapisan lempung lunak dan potensi konsolidasi jangka panjang. Fenomena-fenomena seperti retakan pada dinding dan lantai pada Gambar 1 telah mulai teridentifikasi secara visual, yang mengindikasikan potensi adanya deformasi vertikal pada struktur bangunan.



Gambar 1. Retakan pada Keramik dan Dinding
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 22 Juli 2025.

Kondisi ini menjadi perhatian serius, mengingat bahwa laboratorium merupakan pusat aktivitas akademik strategis yang memerlukan jaminan

kinerja struktural yang optimal. Laboratorium Terpadu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampak Atas Bangunan Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 22 Juli 2025.

Berdasarkan uraian latar belakang, penulis tertarik untuk melakukan proyek akhir dengan judul **“Integrasi GNSS dan Total Station dalam Penentuan Elevasi dan Deformasi Vertikal Gedung Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang”**

B. Tujuan dan Manfaat Proyek akhir

Adapun tujuan yang dapat diperoleh dari Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi data terkait kondisi elevasi struktur bangunan Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang menggunakan kombinasi teknologi GNSS dan *Total Station*.
2. Memberikan data untuk deformasi vertikal bangunan berdasarkan hasil pengukuran elevasi dan data kuantitatif sebagai dasar untuk perencanaan monitoring deformasi.

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi awal dalam pengembangan metodologi monitoring deformasi bangunan di lingkungan kampus, khususnya dengan pendekatan integratif GNSS dan *total station*.
2. Menjadi referensi penting bagi penelitian lanjutan yang berkaitan dengan pengamatan deformasi menggunakan teknologi GNSS dan *Total Station*.

C. Batasan Masalah

Agar Proyek Akhir ini terarah dengan baik, maka perlu batasan masalah agar tercapainya sasaran yang akan dicapai. Batasan masalah pada Proyek Akhir ini adalah:

1. Pengamatan hanya difokuskan pada Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang menggunakan teknologi GNSS untuk penentuan koordinat acuan yang kemudian dijadikan dasar pengukuran elevasi menggunakan *Total Station*.
2. Penilaian difokuskan pada data pergeseran vertikal (elevasi) , tanpa menganalisis deformasi horizontal dan kajian terhadap kondisi atau kekuatan struktur bangunan.
3. Peninjauan dibatasi pada lantai 1 bangunan, mengingat sistem pondasi yang digunakan adalah KSL yang kaku dan tidak dilengkapi sambungan dilatasi, sehingga setiap potensi penurunan akan langsung memengaruhi keseluruhan sistem pondasi secara merata.
4. Proyek akhir tidak membahas solusi teknis atau tindak lanjut terhadap potensi penurunan yang ditemukan.

D. Spesifikasi Teknis

Proyek Akhir ini secara teknis bertujuan untuk mengumpulkan data terkait potensi deformasi vertikal (penurunan) pada Bangunan Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang. Pengamatan dilakukan dengan

pendekatan kuantitatif melalui kombinasi dua metode pengukuran geodetik, yaitu teknologi *Global Navigation Satellite System* (GNSS) dan *total station*. Fokus utama dari pengamatan ini adalah perubahan elevasi (penurunan vertikal) pada titik-titik strategis bangunan, tanpa mencakup analisis deformasi horizontal maupun evaluasi terhadap kondisi struktural bangunan.

Metode pengukuran dimulai dengan penentuan koordinat titik acuan menggunakan GNSS dalam mode statik untuk memperoleh data geodetik yang presisi tinggi. Titik acuan ini kemudian dijadikan referensi dalam pengukuran elevasi relatif menggunakan total station. Data yang dikumpulkan dari GNSS berupa koordinat tiga dimensi (X, Y, Z), sedangkan data dari total station mencakup jarak miring dan beda tinggi antar titik. Penggabungan data dari kedua alat ini menghasilkan informasi perubahan elevasi pada titik-titik pengamatan yang dapat mengindikasikan adanya penurunan.

Peralatan yang digunakan dalam pengukuran terdiri atas receiver GNSS yang mampu merekam data statik, total station digital dengan tingkat akurasi tinggi, serta peralatan pendukung seperti prisma reflektor, rambu ukur, tripod, dan *tribrach*. Pengolahan data GNSS dilakukan menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center*, sedangkan pengolahan data *total station* disesuaikan dengan perangkat lunak yang kompatibel dengan jenis alat yang digunakan. Untuk analisis dan visualisasi data perpindahan vertikal, digunakan pula perangkat lunak bantu seperti *Microsoft Excel*.

Hasil yang diharapkan dari proyek akhir ini adalah informasi awal mengenai nilai penurunan pada titik-titik tertentu di bangunan, serta gambaran elevasi relatif yang dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan monitoring jangka panjang. Proyek akhir ini tidak membahas solusi teknis atau tindakan korektif terhadap penurunan yang ditemukan, dan juga tidak membandingkan hasil pengamatan dengan standar teknis bangunan. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh bersifat dokumentatif dan menjadi landasan untuk penelitian lanjutan yang lebih mendalam

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis data elevasi serta kemiringan kolom dilatasi yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran rangkaian titik dilakukan mulai dari pengikatan BM sampai titik paling akhir di PL 6. Pengukuran ini dilakukan untuk dapat menjangkau sudut bangunan secara menyeluruh. Pengukuran elevasi di luar Bangunan Laboratorium Terpadu UNP menunjukkan variasi elevasi antara ± 2.55 m hingga ± 3.87 m. Pengukuran elevasi lantai 1 menunjukkan variasi elevasi antara ± 3.60 meter hingga ± 3.68 meter, yang mencerminkan adanya tidak teratur pada permukaan lantai di beberapa titik. Titik-titik pengamatan tersebar di area Lantai 1.
2. Hasil pengukuran pada kolom dilatasi menunjukkan bahwa kemiringan sudut kolom terhadap As $1^{\circ}18'6''$, $1^{\circ}21'43''$, $1^{\circ}59'46''$ dan $1^{\circ}59'46''$

B. Saran

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis data elevasi serta kemiringan kolom dilatasi yang telah dilakukan, maka disarankan :

1. Proyek akhir ini dapat dijadikan sebagai data awal (baseline) untuk kegiatan monitoring deformasi vertikal jangka panjang pada Bangunan Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang. Oleh karena itu, disarankan untuk dilakukan pengukuran ulang secara berkala guna mendeteksi perkembangan deformasi sejak dini.
2. Pada tahap selanjutnya, sebaiknya dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang memengaruhi deformasi, seperti beban bangunan, kualitas

tanah dasar, dan kondisi struktur, untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif.

3. Penggunaan perangkat lunak pemodelan seperti *Civi/3D* hendaknya terus dioptimalkan untuk menghasilkan visualisasi pengukuran elevasi yang lebih detail dan dapat dimanfaatkan dalam pengambilan keputusan teknis ke depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan posisi dengan GPS dan aplikasinya*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- aleh, N. M., El-Mashad, W., Dawood, W., & AbdelMonem, M. M. (2022). Consolidation of Soft Clay Using Slag-Cement Dust Columns. *Engineering Research Journal*, 172–179.
- Ardiansyah, A. (2012). *Karakterisasi penurunan muka tanah secara perlahan dengan mekanisme periodik*.
- Bakara, J. (2011). Perkembangan sistem satelit navigasi global dan aplikasinya. *Berita Dirgantara*, 38–47.
- Basuki, S. (2006). *Ilmu Ukur Tanah*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Budiono, B. (2011). *Mekanika Bahan 1*. Jakarta: Erlangga.
- Chen, W. F., & Lui, E. M. (1987). *Structural stability: Theory and implementation*. Elsevier.
- Chopra, A. K. (2017). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*. Boston, MA: Pearson Education.
- Das, B. M. (2016). *Principles of Foundation Engineering*. Boston, MA: Cengage Learning.
- El Gendy, M., Mohamady, A., Nabil, T., & Shams, M. (2019). Effect of the Presence of Soft Clay on the Structural Design of Highway Sections. *Port Said Engineering Research Journal*.
- Engineers, A. S. (2017). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures (ASCE/SEI 7-16)*. ASCE: Reston, VA.
- Frangopol, D. M. (2007). Maintenance and Management of Civil Infrastructure Based on Condition, Safety, Optimization, and Life-Cycle Cost. *Structure and Infrastructure Engineering*, 29–41.
- Gleason, S., & Gebre-Egziabher, D. (2009). *GNSS Applications and Methods*. Norwood, MA: Artech House.
- Haqqi, M., Yuwono, B., & Awaluddin, M. (2015). Survei pendahuluan deformasi muka tanah dengan pengamatan GPS di Kabupaten Demak (Studi Kasus: pesisir pantai Kecamatan Sayung). *Jurnal Geodesi Undip*.
- Haqqi, W. M., Napitupulu, O. S., & Husein, M. I. (2015). Pemantauan Deformasi untuk Mengetahui Pergerakan Bangunan terhadap Waktu. *Jurnal Geodesi Undip*, 89–98.
- Haryono, R. S., & Maulana, T. R. (2007). *Analisis Penggunaan Struktur Pondasi Sarang Laba-Laba pada Gedung BNI '46 Wilayah 05 Semarang*. Semarang.

- Hermawan, D. (2022). *Analisis Pengaruh Dilatasi Bangunan Gedung Tinggi Menggunakan ETABS pada Bangunan 6 Lantai Berdenah T*. Bukittinggi.
- Hibbeler, R. C. (2012). *Structural Analysis*. Boston, MA: Pearson.
- Kavanagh, B. F. (2010). *Surveying: with construction applications*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Kuang, S. (1996). *Geodetic Network Analysis and Optimal Design: Concepts and Applications*. Chelsea, MI: Ann Arbor Press.
- Kurniawan, H. (2013). Skema konsolidasi tanah dalam penerapan pembangunan perumahan di Indonesia. *Jurnal Pengembangan Kota*, 92–102.
- Ludfi, R. I. (2018). Analisis Penurunan Vertikal Bangunan Bertingkat di Kampus ITS Sukolilo Menggunakan Metode Terrestrial. *Geoid*, 29–36.
- MacGinley, T. J. (2003). *Structural Steel Design*. London: E & FN Spon.
- Mehta, P. K. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*. New York: McGraw-Hill Education.
- Nasional, B. S. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Nawy, E. G. (2008). *Concrete Construction Engineering Handbook*. Boca Raton: CRC Press.
- Paulay, T. a. (1992). *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. New York: John Wiley & Sons.
- SNI 8460:2017 Nasional, B. S. (2017). *SNI 8460:2017 – Persyaratan perancangan geoteknik*. Jakarta: BSN.
- Taranath, B. S. (2012). *Structural Analysis and Design of Tall Buildings: Steel and Composite Construction*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Timoshenko, S. P., & Gere, J. M. (2009). *Theory of Elastic Stability*. Mineola, NY: Dover Publications.
- UNP, U. L. (n.d.). *Profil UPT Laboratorium Terpadu UNP*. Diambil kembali dari LP3M Universitas Negeri Padang: https://lp3m.unp.ac.id/pusbang_labdu/profil/sejarah
- Utomo, R., Santosa, R. G., & Haryono, N. A. (2008). Penghitungan luas daerah di dalam kurva polar. *Jurnal Informatika*.
- Wahyu Gangga, B. D. (2019). Kajian Efektivitas Pengukuran Garis Pantai Menggunakan RTK dan Total Station. *Jurnal Geodesi Undip*, 123–132.