

**ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN  
MENGUNAKAN METODE SURVEI TERESTRIS TOTAL  
STATION: STUDI KASUS DI JEMBATAN KELAY VII**

**TUGAS AKHIR**



**Oleh:**

**Mardiah**

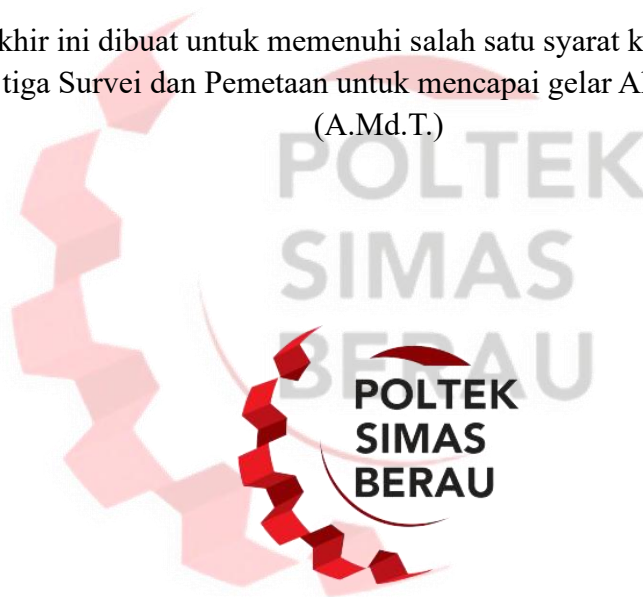
**NIM. 22302003**

**PROGRAM DIPLOMA III  
SURVEI DAN PEMETAAN  
POLITEKNIK SINAR MAS BERAU COAL  
2025**

**ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN  
MENGUNAKAN METODE SURVEI TERESTRIS TOTAL  
STATION: STUDI KASUS DI JEMBATAN KELAY VII**

**TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program diploma tiga Survei dan Pemetaan untuk mencapai gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T.)



**POLITEKNIK SINAR MAS  
BERAU COAL**

Oleh:  
**Mardiah**  
**NIM. 22302003**

**PROGRAM DIPLOMA III  
SURVEI DAN PEMETAAN  
POLITEKNIK SINAR MAS BERAU COAL  
2025**

## LEMBAR MOTO

**“Pergilah ke jalanmu, bahkan jika kamu hidup untuk sehari.  
Lakukan sesuatu. Singkirkan kelemahanmu.”  
*-No More Dream By BTS-***



**POLITEKNIK SINAR MAS  
BERAU COAL**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas akhir dengan judul “ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN MENGGUNAKAN METODE SURVEI TERESTRIS TOTAL STATION: STUDI KASUS DI JEMBATAN KELAY VII” ini diajukan oleh:

Nama : Mardiah  
NIM : 20302003

Telah selesai diperiksa dan dinyatakan selesai, serta dapat diajukan dalam sidang pertanggungjawaban laporan tugas akhir.

Berau, 29 Juli 2025

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing



**Loryena Ayu Karondia, S.T., M.T.**

NIDN. 1112099302

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Survei dan Pemetaan



**Loryena Ayu Karondia, S.T., M.T.**

NIDN. 1112099302

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul:  
**ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN MENGGUNAKAN  
METODE SURVEI TERESTRIS TOTAL STATION: STUDI KASUS DI  
JEMBATAN KELAY VII**

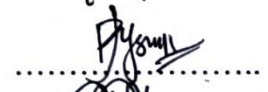
Oleh:  
Mardiah  
NIM. 22302003

Telah dipertahankan di hadapan Penguji Tugas Akhir Diploma III Program Studi  
Survei dan Pemetaan Politeknik Sinar Mas Berau Coal dan diterima untuk  
memenuhi syarat memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T) pada:

Hari : Selasa  
Tanggal : 09 September 2025

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

- |                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 1. Loryena Ayu Karondia, S.T., M.T. | Pembimbing |
| 2. Irma Yusiyanti, S.T., M.Eng.     | Penguji I  |
| 3. Nurya Ramadhania, S.T., M.T.     | Penguji II |

  
.....  
  
.....  
  
.....

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Survei dan Pemetaan



**Loryena Ayu Karondia, S.T., M.T.**  
NIDN. 1112099302

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mardiah

NIM : 22302003

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN MENGGUNAKAN METODE SURVEI TERESTRIS TOTAL STATION: STUDI KASUS DI JEMBATAN KELAY VII”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan/plagiat. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Berau, 09 September 2025

Yang menyatakan,



**Mardiah**

NIM. 22302003

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur besaran pergerakan titik-titik pantau pada struktur Jembatan Kelay VII menggunakan alat ukur terestris *total station*, menganalisis pola dan arah deformasi, serta mengidentifikasi titik dengan deformasi signifikan yang dilakukan selama sembilan minggu pengamatan dengan pengamatan pertama sebagai referensi awal. Data yang digunakan berupa koordinat spasial mingguan (*Easting, Northing*) dari sepuluh titik pantau (M1–M10). Estimasi parameter dilakukan menggunakan metode kuadrat terkecil melalui hitung perataan teknik parameter. Hasilnya berupa koordinat hasil perataan yang digunakan untuk analisis selanjutnya. Arah pergerakan menunjukkan arah antara utara ke timur dengan pola dominan menuju timur laut pada komponen *horizontal* untuk semua titik pantau. Penentuan deformasi signifikan dilakukan dengan Uji-t dengan hipotesis nol ( $H_0 : b = 0$ ) dan hipotesis alternatif ( $H_1 : b \neq 0$ ). Nilai t-hitung dibandingkan dengan t-kritis untuk menentukan signifikansi statistik. Hasil uji menunjukkan bahwa titik M10 mengalami deformasi *horizontal* paling signifikan sebesar 0.0178 hingga 0.0374 meter dengan pergeseran rata-rata 0.0303 meter per minggu. Temuan ini dapat digunakan untuk mendukung evaluasi kestabilan struktur dan pengembangan sistem *monitoring* deformasi pada infrastruktur jembatan secara terintegrasi.

**Kata kunci:** *Deformasi, Hitung Perataan Teknik Parameter, Jembatan Kelay VII, Metode Kuadrat Terkecil, Total station, Uji-T*

POLITEKNIK SINAR MAS  
BERAU COAL

## ABSTRACT

*This study aims to measure the magnitude of movement of monitoring points on the Kelay VII Bridge structure using a Total station terrestrial measuring device, analyze deformation patterns and directions, and identify points with significant deformation that occurred during nine weeks of observation, with the first observation as the initial reference. The data used were weekly spatial coordinates (Easting, Northing) from ten monitoring points (M1–M10). Parameter estimation was performed using the least squares method through technical parameter averaging calculations. The results were the averaged coordinates used for further analysis. The direction of movement was north to east, with a dominant pattern towards the northeast for the horizontal component of all monitoring points. Significant deformation was determined using a t-test with a null hypothesis ( $H_0 : b = 0$ ) and an alternative hypothesis ( $H_1 : b \neq 0$ ). The t-value was compared with the critical t-value to determine statistical significance. The test results show that point M10 experienced the most significant horizontal deformation of 0.0178 to 0.0374 meters with an average deformation of 0.0303 meters per week. These findings can be used to support the evaluation of structural stability and the development of an integrated deformation monitoring system for bridge infrastructure.*

**Keywords:** *Deformation, Kelay VII Bridge, Least Squares Method, T-Test, Technical Parameter Averaging Calculation, Total station*

**POLITEKNIK SINAR MAS  
BERAU COAL**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

**“ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN MENGGUNAKAN  
METODE SURVEI TERESTRIS TOTAL STATION: STUDI KASUS DI  
JEMBATAN KELAY VII”**

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan Studi Diploma III di Program Studi Survei dan Pemetaan Politeknik Sinar Mas Berau Coal. Untuk itu Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Loryena Ayu Karondia, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing.
2. Ibu Irma Yusiyanti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Nurya Ramadhania, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II.
3. Ibu Loryena Ayu Karondia, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Survei dan Pemetaan Politeknik Sinar Mas Berau Coal
4. Serta semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. dst.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu Penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Atas perhatiannya, Penulis ucapkan terima kasih.

Berau, 09 September 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                              |                                     |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| HALAMAN SAMPUL .....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| LEMBAR MOTO .....                                            | 2                                   |
| LEMBAR PERSETUJUAN.....                                      | 3                                   |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                      | 4                                   |
| PERNYATAAN ORISINALITAS.....                                 | v                                   |
| ABSTRAK .....                                                | vi                                  |
| ABSTRACT.....                                                | vii                                 |
| KATA PENGANTAR.....                                          | viii                                |
| DAFTAR ISI .....                                             | ix                                  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                          | xi                                  |
| DAFTAR TABEL.....                                            | xii                                 |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                        | 13                                  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.1 Latar Belakang .....                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.3 Tujuan.....                                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.4 Manfaat Tugas Akhir.....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 1.5 Batasan Masalah.....                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.1 Pengertian Jembatan.....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.1.1 Klasifikasi Jembatan.....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.1.2 Bagian Konstruksi Jembatan .....                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2 Deformasi.....                                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.1 Pergeseran <i>Horizontal</i> .....                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.2 Pergeseran Vertikal .....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3 Hitung Perataan Kuadrat Terkecil ( <i>Least Square</i> ) | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>not defined.</b>                                          |                                     |
| 2.4 Uji Hipotesis .....                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.4.1 Signifikansi Statistik.....                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.5 Metode Survei Terestris .....                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.6 <i>Total station</i> .....                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.7 Titik Kontrol Dasar .....                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.7.1 Titik Kontrol <i>Horizontal</i> .....                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.7.2 Titik Kontrol Vertikal .....                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.8 Penelitian Sebelumnya .....                              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian .....                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                                         |                                                                 |                                     |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 3.2                                     | Pendekatan Penelitian .....                                     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.2.1                                   | Pengukuran berulang .....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.2.2                                   | Pemodelan matematika.....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.2.3                                   | Uji Hipotesis Statistik (Signifikansi Deformasi).....           | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>            |                                                                 |                                     |
| 3.2.4                                   | Interpretasi hasil analisis deformasi.....                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.3                                     | Lokasi Penelitian .....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4                                     | Alat dan Bahan Penelitian .....                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> |                                                                 |                                     |
| 4.1                                     | Hasil Penelitian .....                                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.1.1                                   | Proses Akuisisi Data .....                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.1.2                                   | Proses Hitung Perataan Metode Kuadrat Terkecil.....             | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>            |                                                                 |                                     |
| 4.1.3                                   | Hasil Hitung Perataan Metode Kuadrat Terkecil.....              | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>            |                                                                 |                                     |
| 4.1.4                                   | Hasil Perhitungan Besaran Pergeseran Dari Titik Referensi ..... | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>            |                                                                 |                                     |
| 4.1.5                                   | Hasil Uji Signifikansi (Uji-T).....                             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2                                     | Pembahasan.....                                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2.1                                   | Arah dan Tren Pergeseran .....                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2.2                                   | Resultan Pergeseran <i>Horizontal</i> ...                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>               |                                                                 |                                     |
| 5.1                                     | Kesimpulan .....                                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.2                                     | Saran.....                                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>              |                                                                 |                                     |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    |                                                                 |                                     |
| <b>BIODATA PENULIS .....</b>            |                                                                 |                                     |

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jembatan Rangka Baja (Sumber: Area Teknik Sipil, 2018)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 2 Grafik Wilayah Penolakan untuk Uji-T (Ekor-Dua) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 3 Alat *Total station* (Sumber: Mahajan, 2021)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 1 Diagram Alir Pemantauan Deformasi**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 2 Ilustrasi penempatan titik-titik pantau (Sumber: Foto udara 2025) .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 3 Peta Lokasi Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 4 Ilustrasi lokasi titik kontrol (Sumber: Hasil foto udara 2025) .. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 1 Vektor Pola dan Arah Pergeseran Selama Periode Pengukuran **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 2 Diagram Batang Resultan Pergeseran *Horizontal***Error! Bookmark not defined.**

POLITEKNIK SINAR MAS  
BERAU COAL

## DAFTAR TABEL

|                                                                           |                                               |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Tabel 2. 1 Spesifikasi Teknis Metode Dan Strategi Pengamatan Jaring ..... | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 2. 2 Informasi Penelitian Sebelumnya.....                           | <b>Error! Bookmark not defined.</b>           |
| Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat <i>Total station</i> .....                    | <b>Error! Bookmark not defined.</b>           |
| Tabel 4. 1 Koordinat Hasil Hitung Perataan Periode Pengukuran ke-1 .....  | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 2 Koordinat Hasil Hitung Perataan Periode Pengukuran ke-2 .....  | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 3 Koordinat Hasil Hitung Perataan Periode Pengukuran ke-3 .....  | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 4 Koordinat Hasil Hitung Perataan Periode Pengukuran ke-4 .....  | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 5 Koordinat Hasil Hitung Perataan Periode Pengukuran ke-5 .....  | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 6 Koordinat Hasil Hitung Perataan Periode Pengukuran ke-6 .....  | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 7 Koordinat Hasil Hitung Perataan Periode Pengukuran ke-7 .....  | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 8 Koordinat Hasil Hitung Perataan Periode Pengukuran ke-8 .....  | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 9 Koordinat Hasil Hitung Perataan Periode Pengukuran ke-9 .....  | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 10 Besaran Pergeseran Antara Periode Pengukuran 1 dan 2 .....    | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 11 Besaran Pergeseran Antara Periode Pengukuran 1 dan 3 .....    | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 12 Besaran Pergeseran Antara Periode Pengukuran 1 dan 4 .....    | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 13 Besaran Pergeseran Antara Periode Pengukuran 1 dan 5 .....    | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 14 Besaran Pergeseran Antara Periode Pengukuran 1 dan 6 .....    | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 15 Besaran Pergeseran Antara Periode Pengukuran 1 dan 7 .....    | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |
| Tabel 4. 16 Besaran Pergeseran Antara Periode Pengukuran 1 dan 8 .....    | <b>Error!</b><br><b>Bookmark not defined.</b> |

Tabel 4. 17 Besaran Pergeseran Antara Periode Pengukuran 1 dan 9..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 18 Hasil Uji Signifikansi Deformasi Periode Pengukuran 1 dan 2 .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 19 Hasil Uji Signifikansi Deformasi Periode Pengukuran 1 dan 3 .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 20 Hasil Uji Signifikansi Deformasi Periode Pengukuran 1 dan 4 .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 21 Hasil Uji Signifikansi Deformasi Periode Pengukuran 1 dan 5 .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 22 Hasil Uji Signifikansi Deformasi Periode Pengukuran 1 dan 6 .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 23 Hasil Uji Signifikansi Deformasi Periode Pengukuran 1 dan 7 .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 24 Hasil Uji Signifikansi Deformasi Periode Pengukuran 1 dan 8 .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 25 Hasil Uji Signifikansi Deformasi Periode Pengukuran 1 dan 9 .. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 26 Resultan Pergeseran *Horizontal* .....**Error! Bookmark not defined.**

**POLITEKNIK SINAR MAS  
BERAU COAL**

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Prisma Tempel (Target Pemantauan)..**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 2 Dokumentasi Proses Pengambilan Data**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 3 Contoh Matriks dan Komponennya Pada Hitung Perataan ..... **Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 4 Vektor Arah dan Besar Pergeseran Per-Titik Pantau**Error! Bookmark not defined.**

Lampiran 5 Dokumen Pendukung Selama Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

