

**ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN
MENGUNAKAN METODE ORTHOFOTO BERBASIS UAV
(STUDI KASUS JEMBATAN KELAY VII KAMPUNG INARAN)**

TUGAS AKHIR



Oleh:

**Daffa Ramadhantyo Maha Sulthan
NIM. 22302022**

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

**ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN
MENGUNAKAN METODE ORTHOFOTO BERBASIS UAV
(STUDI KASUS JEMBATAN KELAY VII KAMPUNG INARAN)**

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.)



Oleh:
Daffa Ramadhantyo Maha Sulthan
NIM. 22302022

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

LEMBAR MOTO

“Engineers like to solve problems. If there are no problems handily available, they will create their own problems.” - Scoot Adams



**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas akhir dengan judul “ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN MENGGUNAKAN METODE ORTHOFOTO BERBASIS UAV (STUDI KASUS JEMBATAN KELAY VII KAMPUNG INARAN)” ini diajukan oleh:

Nama : Daffa Ramadhantyo Maha Sulthan
NIM : 22302022

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

Berau, 29 September 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Lorvena Ayu Karondia, S.T., M.T.
NIDN. 1112099302

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Survei dan Pemetaan



Lorvena Ayu Karondia, S.T., M.T.
NIDN. 1112099302

LEMBAR PENGESAHAN

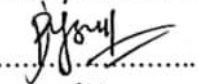
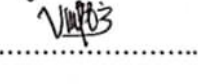
Tugas Akhir dengan judul:
**ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN MENGGUNAKAN
METODE ORTHOFOTO BERBASIS UAV
(STUDI KASUS JEMBATAN KELAY VII KAMPUNG INARAN))**

Oleh:
Daffa Ramadhantyo Maha Sulthan
NIM. 22302022

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 : Senin
Tanggal : 29 September 2025

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ibu Loryena Ayu Karondia, S.T., M.T.	Pembimbing	
2. Ibu Irma Yusiyaniti, S.T., M.Eng.	Penguji I	
3. Ibu Devika Rahma Damayanti Yusuf, S.T., M.T.	Penguji II	

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Survei dan Pemetaan



Lorvena Ayu Karondia, S.T., M.T.
NIDN. 1112099302

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Daffa Ramadhantyo Maha Sulthan

NIM : 22302022

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS DEFORMASI STRUKTUR JEMBATAN MENGGUNAKAN METODE ORTHOFOTO BERBASIS UAV (STUDI KASUS JEMBATAN KELAY VII KAMPUNG INARAN)”** 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, 29 September 2025

Yang menvatakan,



Daffa Ramadhantyo Maha Sulthan
NIM. 22302022

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis deformasi struktur Jembatan Kelay VII di Kampung Inaran, Kabupaten Berau, dengan memanfaatkan metode *orthofoto* berbasis UAV. Data dikumpulkan melalui sembilan periode pengamatan menggunakan drone DJI Mavic 3 Enterprise dan diolah dengan teknik fotogrametri untuk menghasilkan *orthofoto* berketelitian tinggi. Koordinat titik pantau dianalisis menggunakan metode kuadrat terkecil dan uji signifikansi berbasis *RMS error* titik kontrol tanah sebesar 0,0216 m untuk menentukan besarnya laju pergeseran serta signifikansinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar titik pantau mengalami pergeseran kecil pada komponen *easting*, *northing*, dan elevasi, namun hanya beberapa titik yang melebihi ambang batas sehingga dikategorikan signifikan. Pola deformasi *horizontal* cenderung ke arah timur dan utara, sedangkan pergerakan vertikal menunjukkan kecenderungan naik dan turun secara bervariasi. Temuan ini menegaskan bahwa meskipun terjadi indikasi deformasi lokal, secara keseluruhan struktur jembatan masih berada dalam kondisi stabil. UAV dengan metode *Orthofoto* dinilai efektif untuk pemantauan deformasi secara berkala, meskipun akurasi hasil masih dipengaruhi oleh kualitas titik kontrol, kondisi cuaca, dan variasi *RMS error*. Peningkatan akurasi dapat dicapai dengan menambahkan modul RTK dan validasi deformasi lebih lanjut.

Kata kunci: Deformasi, Jembatan Kelay VII, *Orthofoto*, *RMS error*, UAV

POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL

ABSTRACT

This study aims to analyze the structural deformation of the Kelay VII Bridge in Kampung Inaran, Berau Regency, using UAV-based orthophoto methods. Data were collected over nine observation periods using a DJI Mavic 3 Enterprise drone and processed through photogrammetric techniques to produce high-accuracy orthophotos. Observation point coordinates were analyzed using the Least Squares Method and tested for significance against a ground control point RMS error threshold of 0.0216 m to determine displacement rates and their statistical significance. The results indicate that most observation points experienced minor displacements in the easting, northing, and elevation components, with only a few points exceeding the threshold and thus classified as significant. Horizontal deformation trends were directed predominantly toward the east and north, while vertical movements showed varying patterns of uplift and subsidence. These findings suggest that although local deformations were detected, the overall bridge structure remains stable. UAV-based orthophoto methods are considered effective for periodic deformation monitoring, although accuracy is influenced by ground control quality, weather conditions, and RMS error variations. Accuracy improvements can be achieved by integrating RTK modules and applying more robust deformation validation methods.

Keyword: *Deformation, Kelay VII Bridge, Orthophoto, RMS error, UAV*

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 *ORTHO*FOTO BERBASIS UAV
(STUDI KASUS JEMBATAN KELAY VII KAMPUNG INARAN)”**

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 dan Selaku Ketua Program Studi Survei dan Pemetaan Politeknik Sinar Mas Berau Coal
2. Ibu Irma Yusiyan, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Devika Rahma Damayanti Yusuf, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II.
3. Orang Tua dan pihak keluarga yang telah mendukung saya
4. Rekan yang telah Membantu dalam akuisisi serta pengolahan data.
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.

**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**

Berau, 29 September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR MOTO	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Jembatan.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Fotogrametri.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 <i>Orthofoto</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4 Unmanned Aerial Vehicle (UAV)....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Deformasi.....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Laju Pergeseran.....	Error! Bookmark not defined.
2.7 Uji Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
2.8 Titik Kontrol.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.1 Ground Control Point (GCP).....	Error! Bookmark not defined.
2.8.2 Independent Check Point (ICP)....	Error! Bookmark not defined.
2.9 Global Navigation Satellite System (GNSS)	Error! Bookmark not defined.
defined.	
2.10 Metode Statik	Error! Bookmark not defined.
2.11 Penelitian Sebelumnya	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.1.1 Proses Akuisisi Dan Pengolahan Data Pengukuran.....	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	

3.1.2	Proses Analisis Deformasi Metode Kuadrat Terkecil.....	Error!
Bookmark not defined.		
3.2	Pendekatan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3	Lokasi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		Error! Bookmark not defined.
4.1	Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Proses Akuisisi Data	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Proses Perhitungan Laju Pergeseran dan Uji Signifikansi ...	Error!
Bookmark not defined.		
4.2	Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Akurasi Penelitian Deformasi Menggunakan Drone.....	Error!
Bookmark not defined.		
BAB V PENUTUP.....		Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....		Error! Bookmark not defined.
BIODATA PENULIS		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Jembatan Rangka (Sumber: Foto udara 2025)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Contoh Komponen Pada Struktur Jembatan (Sumber: Naik & Gourav, 2023)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Proses Foto Udara (Sumber: Hamur dkk. 2019)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Akuisisi dan Pengolahan Data Pengukuran	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Diagram Alir Proses Analisis Deformasi Menggunakan Metode Kuadrat Terkecil.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Jalur Terbang <i>Orthofoto</i> plan 1	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Jalur Terbang <i>Orthofoto</i> plan 2	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 <i>Marker</i> yang telah ditempel (Sumber: Foto 2025)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Lokasi Titik Kontrol dan Marker	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7 Hasil Kordinat BM 1 dan BM 2	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8 Hasil Kordinat BM 3 dan BM 4	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9 Hasil akurasi BM 1 – 4.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10 Peta Lokasi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Hasil Pengolahan Foto Udara Dan Hasil Marking	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Koordinat Hasil Marking Pada Foto Udara	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Vektor Pola dan Arah Pergeseran Selama Periode Pengukuran	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Hasil <i>Error</i> Berdasarkan Hasil Pengolahan	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Informasi Penelitian Sebelumnya	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Hasil Proses Perhitungan Laju Pergeseran	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Hasil Uji Signifikansi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Hasil Uji Signifikansi Minggu Ke-1 dan Minggu Ke-2	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Hasil Uji Signifikansi Minggu Ke-1 dan Minggu Ke-3	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Hasil Uji Signifikansi Minggu Ke-1 dan Minggu Ke-4	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Hasil Uji Signifikansi Minggu Ke-1 dan Minggu Ke-5	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Hasil Uji Signifikansi Minggu Ke-1 dan Minggu Ke-6	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Hasil Uji Signifikansi Minggu Ke-1 dan Minggu Ke-7	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9 Hasil Uji Signifikansi Minggu Ke-1 dan Minggu Ke-8	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 10 Hasil Uji Signifikansi Minggu Ke-1 dan Minggu Ke-9	Error! Bookmark not defined.

POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL

DAFTAR LAPIRAN

Lampiran 1 *Marker* atau Objek Yang Dipantau**Error! Bookmark not defined.**
Lampiran 2 Dokumentasi Proses Akusisi Data.....**Error! Bookmark not defined.**
Lampiran 3 Lampiran Hasil Perhitungan Laju Pergeseran dan Uji Signifikansi
.....**Error! Bookmark not defined.**
Lampiran 4 Surat Kepala Kampung dan Form Peminjaman Alat..... **Error!**
Bookmark not defined.



**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**