



**PEMANFAATAN KONTUR DIGITAL HASIL FOTOGRAMETRI  
UNTUK PERENCANAAN RE-ALIGNMENT JALAN  
(STUDI KASUS : RUAS JALAN SIGAR BENCAH KOTA SEMARANG)**

**TUGAS AKHIR  
SKRIPSI**

**AFDAN NASHA CRISAFI**

**41123120073**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2026**



**PEMANFAATAN KONTUR DIGITAL HASIL FOTOGRAMETRI  
UNTUK PERENCANAAN RE-ALIGNMENT JALAN  
(STUDI KASUS : RUAS JALAN SIGAR BENCAH KOTA SEMARANG)**

**TUGAS AKHIR  
SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**

**UNIVERSITAS  
AFDAN NASHA CRISAFI  
41123120073  
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2026**

## HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afdan Nasha Crisafa  
NIM : 41123120073  
Fakultas/Program Studi : Teknik/ S1 Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“ Pemanfaatan Kontur Digital Hasil Fotogrametri Untuk Perencanaan Re-Alignment Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Sigar Bencah Kota Semarang)” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 15 Januari 2026



Afdan Nasha Crisafa

## **SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY***

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

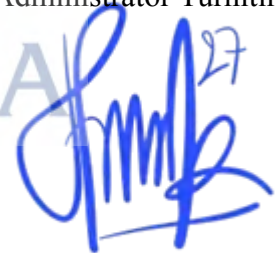
**Nama** : **Afdan Nasha Crisafa**  
**NIM** : **41123120073**  
**Program Studi** : **Teknik Sipil**  
**Judul Tugas Akhir / Tesis**  
**/ Praktek Keinsinyuran** : **PEMANFAATAN KONTUR DIGITAL HASIL FOTOGRAMETRI UNTUK PERENCANAAN RE-ALIGNMENT JALAN (STUDI KASUS : RUAS JALAN SIGAR BENCAH KOTA SEMARANG)**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 10 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **13 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.  
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 10 Februari 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



**Itmam Haidi Syarif**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Afdan Nasha Crisafa  
NIM : 41123120073  
Fakultas/Program Studi : Teknik/ S1 Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Kontur Digital Hasil Fotogrametri  
Untuk Perencanaan Re-Alignment Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Sigar Bencah Kota Semarang)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal ~~...../01/2026~~<sup>30/01/2026</sup> dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Widodo Budi Dermawan, S.T., M.Sc.  
NIDN: 0302077003

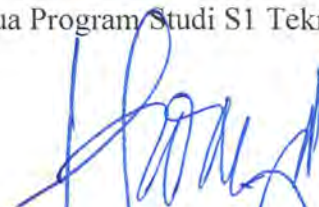
Jakarta, ~~...../02/.....~~<sup>05/02/2026</sup>  
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.  
NIDN:0307037202



Dr. Acep Hidayat, S.T., M.T.  
NIDN: 0325067505

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana S1 Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Andi Adriansyah selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Ibu Zulfa Fitri Ikatrinasari selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Acep Hidayat selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
4. Bapak Widodo Budi Dermawan selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
5. Bapak Muhammad Ihsan selaku Ketua Tim Digitalisasi Infrastruktur Pusdatin Kementerian PU yang senantiasa mendukung dan mengizinkan saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini;
6. Bapak Tashadda Fadhlur Razzaq selaku Surveyor Tim Digitalisasi Infrastruktur Pusdatin Kementerian PU yang telah memberikan arahan terkait fotogrametri pada Tugas Akhir kali ini;
7. Keluarga saya yang senantiasa berdoa dan mendukung saya pada proses penyusunan Tugas Akhir ini;
8. Nadya Oktoriza Carmelia Putri, yang selalu memberikan semangat, doa, serta pengertian yang luar biasa di saat saya sibuk dan tertekan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Kehadiran dia menjadi motivasi besar bagi saya untuk tidak menyerah.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 15 Januari 2026  
Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afdan Nasha Crisafa  
NIM : 41123120073  
Fakultas/Program Studi : Teknik/ S1 Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Kontur Digital Hasil Fotogrametri  
Untuk Perencanaan Re-Alignment Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Sigar Bencah Kota Semarang)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, Januari 2026

Yang menandatangani,



Afdan Nasha Crisafa

**PEMANFAATAN KONTUR DIGITAL HASIL FOTOGRAMETRI UNTUK  
PERENCANAAN RE-ALIGNMENT JALAN  
(STUDI KASUS : RUAS JALAN SIGAR BENCAH KOTA SEMARANG)**

**AFDAN NASHA CRISAFI**

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan pada Ruas Jalan Imam Soeparto (Sigar Bencah), Kota Semarang, yang teridentifikasi memiliki kondisi geometrik eksisting yang diduga belum sepenuhnya memenuhi ketentuan Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga No.20 Tahun 2021 tentang Pedoman Geometrik Jalan, sehingga berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengevaluasi kesesuaian elemen geometrik jalan eksisting terhadap standar yang berlaku, (2) menganalisis keterkaitan kondisi geometrik dengan angka kecelakaan menggunakan metode Equivalent Accident Number (EAN), serta (3) merencanakan alternatif desain re-alignment yang lebih aman berbasis kontur digital hasil fotogrametri menggunakan Autodesk Civil 3D. Variabel penelitian meliputi variabel X berupa kondisi geometrik jalan (radius tikungan dan kelandaian memanjang), serta variabel Y berupa tingkat kecelakaan yang dinyatakan dalam nilai EAN. Data primer diperoleh melalui survei fotogrametri seluas  $\pm 200$  ha dengan 3.215 foto udara dan 15 titik Ground Control Point (GCP), sedangkan data sekunder berupa rekapitulasi kecelakaan periode 2021–2025 dari Satlantas Polresta Semarang. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan pemilihan lokasi berdasarkan karakteristik ruas rawan kecelakaan dan kondisi medan menanjak. Hasil analisis menunjukkan beberapa segmen jalan tidak memenuhi kriteria geometrik minimum, terutama pada jari-jari tikungan dan kelandaian maksimum, yang mengindikasikan adanya potensi pengaruh terhadap kejadian kecelakaan. Alternatif re-alignment yang direncanakan menghasilkan trase yang lebih sesuai standar, sehingga diharapkan dapat meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan.

**Kata Kunci** : Fotogrametri; DTM; Geometrik Jalan; Re-Alignment; Civil 3D

**UTILIZATION OF PHOTOGRAMMETRY-DERIVED DIGITAL CONTOUR  
MODELS FOR GEOMETRIC ROAD RE-ALIGNMENT PLANNING  
(CASE STUDY: SIGAR BENCAH ROAD SEGMENT, SEMARANG CITY)**

**AFDAN NASHA CRISAFI**

**ABSTRACT**

*This study was conducted on the Imam Soeparto Road section (Sigar Bencah), Semarang City, which is identified as having existing geometric conditions that may not fully comply with the Circular Letter of the Director General of Highways No. 20 of 2021 on Road Geometric Guidelines, thereby potentially increasing traffic accident risk. This research aims to: (1) evaluate the compliance of existing road geometric elements with the applicable standards, (2) analyze the relationship between road geometric conditions and accident occurrence using the Equivalent Accident Number (EAN) method, and (3) develop a safer road realignment alternative based on photogrammetry-derived digital contour data using Autodesk Civil 3D. The research variables include variable X, representing road geometric conditions (curve radius and longitudinal grade), and variable Y, representing accident level expressed through EAN values. Primary data were obtained from a photogrammetry survey covering approximately  $\pm 200$  ha, consisting of 3,215 aerial photographs and 15 Ground Control Points (GCPs). Secondary data were accident records for the period 2021–2025, obtained from the Semarang Police Traffic Unit. The sampling technique applied was purposive sampling, where the study location was selected due to its accident-prone characteristics and steep terrain conditions. The results indicate that several road segments do not meet the minimum geometric criteria, particularly regarding curve radius and maximum longitudinal grade, suggesting a potential contribution to accident occurrence. The proposed realignment provides an alternative alignment that better satisfies geometric standards and is expected to improve road user safety and driving comfort.*

**Keyword:** *Photogrammetry, DTM, Road Geometry, Realignment, Civil 3D*

## DAFTAR ISI

|                                                          |             |
|----------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN SAMPUL.....</b>                               | <b>0</b>    |
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                               | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI .....</b>             | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN .....</b> | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>                           | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                               | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS</b>    |             |
| <b>AKHIR DI REPOSITORI UMB .....</b>                     | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                     | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                    | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                   | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                | <b>xvi</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                             | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                            | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....                         | 1           |
| 1.2 Identifikasi Masalah.....                            | 3           |
| 1.3 Perumusan Masalah.....                               | 3           |
| 1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian .....                   | 3           |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                              | 4           |
| 1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah .....           | 4           |
| 1.7 Sistematika Penulisan.....                           | 5           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                     | <b>6</b>    |
| 2.1 Geometrik Jalan.....                                 | 6           |
| 2.1.1. Alinyemen Horizontal .....                        | 6           |
| 2.1.2. Alinyemen Vertikal .....                          | 13          |

|                                        |                                                            |           |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2                                    | Equivalent Accident Number (EAN).....                      | 15        |
| 2.3                                    | Fotogrametri .....                                         | 16        |
| 2.4                                    | Ground Control Point .....                                 | 17        |
| 2.5                                    | <i>Agisoft Metashape</i> .....                             | 18        |
| 2.6                                    | Perencanaan Re-Alignment Jalan.....                        | 21        |
| 2.7                                    | Kerangka berpikir .....                                    | 22        |
| 2.8                                    | Penelitian Terdahulu .....                                 | 23        |
| 2.9                                    | Research Gap .....                                         | 28        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b> |                                                            | <b>32</b> |
| 3.1                                    | Metode Penelitian .....                                    | 32        |
| 3.2                                    | Penjelasan Bagan Alir .....                                | 33        |
| 3.3                                    | Tempat dan Waktu Penelitian .....                          | 35        |
| 3.4                                    | Populasi dan Instrument Penelitian.....                    | 35        |
| 3.4.1.                                 | Data Penelitian.....                                       | 35        |
| 3.4.2.                                 | Peralatan dan Bahan.....                                   | 36        |
| 3.4.3.                                 | Prosedur Penelitian .....                                  | 38        |
| <b>BAB IV HASIL DAN ANALISIS .....</b> |                                                            | <b>43</b> |
| 4.1.                                   | Umum .....                                                 | 43        |
| 4.2.                                   | Data Primer .....                                          | 43        |
| 4.2.1.                                 | Survey Fotogrametri .....                                  | 43        |
| 4.2.2.                                 | Analisis Data Primer.....                                  | 55        |
| 4.3.                                   | Analisis Geometrik Eksisting .....                         | 59        |
| 4.3.1.                                 | Kriteria Desain.....                                       | 60        |
| 4.3.2.                                 | Alignment Horizontal Eksisting .....                       | 62        |
| 4.3.3.                                 | Alignment Vertikal Eksisting .....                         | 66        |
| 4.4.                                   | Data Sekunder.....                                         | 69        |
| 4.4.1.                                 | Analisis Daerah Rawan Kecelakaan.....                      | 70        |
| 4.4.2.                                 | Analisis Data Sekunder.....                                | 72        |
| 4.4.3.                                 | Analisis Geometrik Eksisting Dengan Angka Kecelakaan ..... | 73        |
| 4.5.                                   | Perencanaan Geometrik Alternatif.....                      | 79        |
| 4.5.1.                                 | Kriteria Desain Utama .....                                | 79        |

|                                         |                                           |            |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|------------|
| 4.5.2.                                  | Alignment Horizontal .....                | 80         |
| 4.5.3.                                  | Alignment Vertikal .....                  | 99         |
| 4.5.4.                                  | Perencanaan Emergency Ramp .....          | 109        |
| 4.5.5.                                  | Pembuatan Corridor Jalan di Civil 3D..... | 112        |
| 4.5.6.                                  | Perencanaan Rambu Lalu Lintas .....       | 114        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |                                           | <b>120</b> |
| 5.1.                                    | Kesimpulan .....                          | 120        |
| 5.2.                                    | Saran .....                               | 120        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             |                                           | <b>122</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    |                                           | <b>126</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Koefisien Gesekan Melintang Maksimum pada Alinyemen Horizontal ..... | 8  |
| Gambar 2. 2 Diagram Lengkung Full-Circle .....                                   | 11 |
| Gambar 2. 3 Diagram Lengkung S-C-S.....                                          | 12 |
| Gambar 2. 4 Drone Mavic 2 pro .....                                              | 17 |
| Gambar 2. 5 Ground Control Points .....                                          | 18 |
| Gambar 2. 6 Agisoft Metashape .....                                              | 18 |
| Gambar 2. 7 Contoh <i>Digital Terrain Model</i> .....                            | 20 |
| Gambar 2. 8 Bagan Kerangka Berpikir.....                                         | 22 |
| Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian .....                                          | 32 |
| Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian.....                                               | 35 |
| Gambar 3. 3 Drone DJI Mavic 2 Pro .....                                          | 36 |
| Gambar 3. 4 GPS SOKKIA GNSS GRX-3.....                                           | 36 |
| Gambar 3. 5 Laptop MSI Raider.....                                               | 37 |
| Gambar 3. 6 Software DJI Pilot.....                                              | 37 |
| Gambar 3. 7 Software Agisoft Metashape .....                                     | 38 |
| Gambar 3. 8 Software Autodesk Civil 3D .....                                     | 38 |
| Gambar 3. 9 Lokasi Penelitian.....                                               | 39 |
| Gambar 3. 10 Marking GCP .....                                                   | 40 |
| Gambar 3. 11 Contoh Visualisasi Koridor Jalan .....                              | 42 |
| Gambar 4. 1 Area Fotogrametri .....                                              | 43 |
| Gambar 4. 2 Konfigurasi Pembagian Area Terbang.....                              | 44 |
| Gambar 4. 3 Persebaran GCP .....                                                 | 45 |
| Gambar 4. 4 Pemasangan Base GNSS.....                                            | 45 |
| Gambar 4. 5 Persiapan pengambilan foto udara .....                               | 46 |
| Gambar 4. 6 Pemasangan dan Pengukuran GCP .....                                  | 46 |
| Gambar 4. 7 Monitoring Proses Akuisisi Foto Udara.....                           | 47 |
| Gambar 4. 8 Import Foto ke Agisoft Metashape .....                               | 47 |
| Gambar 4. 9 Align Foto .....                                                     | 48 |
| Gambar 4. 10 Plotting GCP ke foto udara .....                                    | 49 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 11 <i>Align</i> manual GCP .....                      | 49 |
| Gambar 4. 12 <i>Optimize Camera</i> .....                       | 50 |
| Gambar 4. 13 <i>Batch Processing</i> .....                      | 50 |
| Gambar 4. 14 Hasil <i>Point Cloud</i> .....                     | 51 |
| Gambar 4. 15 Hasil Mesh .....                                   | 51 |
| Gambar 4. 16 Hasil Orthomosaic.....                             | 52 |
| Gambar 4. 17 Konfigurasi <i>Clasify Ground Points</i> .....     | 52 |
| Gambar 4. 18 Hasil <i>Ground Filtering</i> .....                | 53 |
| Gambar 4. 19 Manual <i>Ground Filter</i> .....                  | 53 |
| Gambar 4. 20 Hasil Olahan DTM.....                              | 54 |
| Gambar 4. 21 Hasil Report Agisoft Metashape .....               | 55 |
| Gambar 4. 22 Hasil Report Camera Error.....                     | 56 |
| Gambar 4. 23 Report akurasi GCP .....                           | 57 |
| Gambar 4. 24 Report DTM.....                                    | 58 |
| Gambar 4. 25 Hasil Import DTM ke Civil 3D .....                 | 59 |
| Gambar 4. 26 Penggambaran Trase Eksisting .....                 | 59 |
| Gambar 4. 27 Hasil Penggambaran Trase Eksisting.....            | 60 |
| Gambar 4. 28 Hasil Identifikasi Tikungan.....                   | 62 |
| Gambar 4. 29 Contoh Identifikasi Tikungan F-C .....             | 63 |
| Gambar 4. 30 Contoh Hasil Identifikasi Tikungan S-C-S .....     | 63 |
| Gambar 4. 31 Kelandaian Memanjang Kondisi Eksisting .....       | 67 |
| Gambar 4. 32 Grafik Perbandingan Nilai EAN, BKA, dan UCL.....   | 72 |
| Gambar 4. 33 Persebaran Lokasi Kecelakaan.....                  | 73 |
| Gambar 4. 34 Area Segmen 3 dan 4 .....                          | 74 |
| Gambar 4. 35 Persebaran Lokasi Kecelakaan Segmen 3.....         | 74 |
| Gambar 4. 36 Persebaran Lokasi Kecelakaan Segmen 4.....         | 74 |
| Gambar 4. 37 Tikungan Tajam Segmen 3 .....                      | 75 |
| Gambar 4. 38 Plan Profile Tikungan Segmen 3 .....               | 76 |
| Gambar 4. 39 Tikungan Gabungan Pada Segmen 4 .....              | 77 |
| Gambar 4. 40 Kelandaian Eksisting Pada Segmen 4 .....           | 78 |
| Gambar 4. 41 Trase Rencana Re-Alignment Jalan Sigar Bencah..... | 81 |
| Gambar 4. 42 Bina Marga Civil 3D Design Check .....             | 83 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 43 Import Kriteria Desain Cek Bina Marga.....                     | 84  |
| Gambar 4. 44 Tombol Perintah Untuk Full Circle .....                        | 84  |
| Gambar 4. 45 <i>Curve Solution Angle</i> .....                              | 85  |
| Gambar 4. 46 <i>Specify Radius</i> (F-C) .....                              | 85  |
| Gambar 4. 47 Hasil Penggambaran Tikungan Jenis F-C .....                    | 86  |
| Gambar 4. 48 Data Parameter Lengkung F-C PI 8 dari Civil 3D.....            | 86  |
| Gambar 4. 49 Parameter Tikungan F-C pada PI 1 .....                         | 88  |
| Gambar 4. 50 Parameter Tikungan F-C pada PI 7 .....                         | 88  |
| Gambar 4. 51 Menu Perintah Pembuatan Tikungan S-C-S di Civil 3D .....       | 90  |
| Gambar 4. 52 <i>Curve Solution Angle</i> (S-C-S) .....                      | 90  |
| Gambar 4. 53 Menginput Besar Radius Pada Tikungan S-C-S .....               | 91  |
| Gambar 4. 54 Menginput Panjang Ls Pada Civil 3D.....                        | 91  |
| Gambar 4. 55 Hasil Pembuatan Tikungan S-C-S di Civil 3D .....               | 92  |
| Gambar 4. 56 Parameter Desain Tikungan S-C-S .....                          | 92  |
| Gambar 4. 57 Desain Tikungan S-C-S pada PI 3 .....                          | 95  |
| Gambar 4. 58 Desain Tikungan S-C-S pada PI 4 .....                          | 96  |
| Gambar 4. 59 Desain Tikungan S-C-S Pada PI 5 .....                          | 96  |
| Gambar 4. 60 Desain Tikungan S-C-S Pada PI 6 .....                          | 97  |
| Gambar 4. 61 Desain Tikungan S-C-S Pada PI 9 .....                          | 97  |
| Gambar 4. 62 Rencana Re-alignment Sigar Bencah.....                         | 98  |
| Gambar 4. 63 Re-Alignment Vertikal Sigar Bencah.....                        | 100 |
| Gambar 4. 64 Perencanaan Kelandaian PVI <sub>3</sub> .....                  | 101 |
| Gambar 4. 65 Pembuatan lengkung Vertikal Cekung pada PVI <sub>3</sub> ..... | 108 |
| Gambar 4. 66 Input Panjang Lengkung PVI <sub>3</sub> .....                  | 108 |
| Gambar 4. 67 Hasil Pembuatan Lengkung Vertikal Cekung.....                  | 109 |
| Gambar 4. 68 Potongan memanjang Emergency Ramp .....                        | 110 |
| Gambar 4. 69 Layout Emergency Ramp.....                                     | 111 |
| Gambar 4. 70 Contoh Assembly Jalan.....                                     | 112 |
| Gambar 4. 71 Visualisasi Desain Re-Alignment Dalam 3D.....                  | 112 |
| Gambar 4. 72 Visualisasi <i>Emergency Ramp</i> .....                        | 113 |
| Gambar 4. 73 Visualisasi <i>Emergency Ramp</i> Dalam 3D .....               | 113 |
| Gambar 4. 74 Rambu Batas Kecepatan di Awal STA .....                        | 114 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 75 Rambu Batas Kecepatan Di Akhir STA.....          | 115 |
| Gambar 4. 76 Rambu Peringatan Turunan Landai .....            | 115 |
| Gambar 4. 77 Rambu Peringatan Tanjakan Landai .....           | 116 |
| Gambar 4. 78 Rambu Pengarah Ke Kiri .....                     | 116 |
| Gambar 4. 79 Rambu Pengarah Tikungan Ke Kanan.....            | 117 |
| Gambar 4. 80 Rambu Peringatan Jalur Darurat Dalam 300 m ..... | 117 |
| Gambar 4. 81 Rambu Jalur Darurat .....                        | 118 |
| Gambar 4. 82 Rambu Larangan Mendahului.....                   | 119 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2. 1 Rekap Analisa Penelitian Terdahulu.....                       | 23  |
| Tabel 2. 2 <i>Research Gap</i> .....                                     | 28  |
| Tabel 4. 1 List Koordinat GCP .....                                      | 48  |
| Tabel 4. 2 Standar Kriteria Jalan.....                                   | 60  |
| Tabel 4. 3 Kriteria Penetapan Kelas Jalan .....                          | 61  |
| Tabel 4. 4 Tabel Padanan Fungsi Jalan, Kelas Jalan dan SPPJ .....        | 61  |
| Tabel 4. 5 Rekap Evaluasi Radius dengan PDGJ 2021 .....                  | 65  |
| Tabel 4. 6 Tabel Kelandaian Maksimum .....                               | 67  |
| Tabel 4. 7 Rekap Evaluasi Kelandaian Memanjang Geometrik Eksisting ..... | 68  |
| Tabel 4. 8 Rekap Data Kecelakaan 2021 - 2025 .....                       | 69  |
| Tabel 4. 9 Tabel Perhitungan Nilai EAN.....                              | 71  |
| Tabel 4. 10 Identifikasi <i>Blackspot</i> Berdasarkan BKA dan UCL .....  | 71  |
| Tabel 4. 11 Kriteria Desain Utama Perencanaan Geometrik Jalan.....       | 79  |
| Tabel 4. 12 Rencana Radius Tikungan .....                                | 81  |
| Tabel 4. 13 Tabel Perhitungan Ls .....                                   | 82  |
| Tabel 4. 14 Rekap Jenis Tikungan berdasarkan nilai p.....                | 83  |
| Tabel 4. 15 Tabel Perbandingan Civil 3D dan Perhitungan Manual .....     | 87  |
| Tabel 4. 16 Rekap Hasil Perhitungan Desain Tikungan F-C .....            | 89  |
| Tabel 4. 17 Rekap Perbandingan Perhitungan SCS.....                      | 94  |
| Tabel 4. 18 Rekap Parameter Desain Tikungan S-C-S.....                   | 98  |
| Tabel 4. 19 Parameter Desain Alignment Vertikal .....                    | 99  |
| Tabel 4. 20 Rekap Perhitungan Kelandaian Memanjang.....                  | 101 |
| Tabel 4. 21 Rekap Panjang Kelandaian Kritis .....                        | 102 |
| Tabel 4. 22 Rekap Perhitungan Nilai A dan Jenis Lengkung .....           | 103 |
| Tabel 4. 23 Kontrol JPM JPH dan K .....                                  | 107 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1. Hasil Pengolahan Agisoft Metashape.....                         | 126 |
| Lampiran 2. Data Kecelakaan Tahun 2021 – 2025.....                          | 140 |
| Lampiran 3. Gambar <i>Plan Profile</i> Hasil <i>Re-Alignment</i> Jalan..... | 142 |
| Lampiran 4. Bukti Bimbingan Tugas Akhir.....                                | 151 |
| Lampiran 5. Curriculum Vitae.....                                           | 153 |

