



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 4 (2026) pp: 14234-14263

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Implementasi *Autodesk Civil 3D* pada Desain Tebal Perkerasan Kaku Berdasarkan Metode Bina Marga Revisi 2024 (Studi Kasus: Ruas Jalan Betungan – Simpang Kandis Kota Bengkulu)

Aprianto Saputra, Elly Tri Pujiastuti, Edito Dwiantoro

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Prof.Dr Hazairin,SH Bengkulu

2001apriantosaputra@gmail.com, ellytripujiastutie@gmail.com, editodwiantoro@gmail.com

Abstrak

Ruas jalan Betungan–Simpang Kandis di Kota Bengkulu merupakan salah satu koridor transportasi utama dengan beban lalu lintas berat yang secara berulang mengalami kerusakan perkerasan, seperti retak memanjang, lubang, serta deformasi permukaan jalan. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan tingkat kenyamanan, keselamatan, dan umur layanan jalan. Penelitian ini bertujuan menerapkan *Autodesk Civil 3D* dalam perencanaan tebal perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan atau Jointed Unreinforced Plain Concrete Pavement (JPCP) berdasarkan metode *Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Revisi 2024*. Metode penelitian menggunakan data primer berupa nilai California Bearing Ratio (CBR) tanah dasar hasil pengujian lapangan, data lalu lintas harian rata-rata, serta data sekunder pendukung sesuai ketentuan *Bina Marga Revisi 2024*. Hasil analisis menunjukkan nilai CBR tanah dasar sebesar 6,53 persen dan lalu lintas harian rata-rata dalam satuan jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) sebesar $2,5 \times 10^7$. Berdasarkan parameter tersebut diperoleh ketebalan perkerasan kaku sebesar 200 mm. Sistem sambungan yang direncanakan meliputi sambungan melintang menggunakan dowel bar dan sambungan memanjang menggunakan tie bar. Seluruh hasil perencanaan kemudian dimodelkan menggunakan *Autodesk Civil 3D* untuk menghasilkan visualisasi desain yang lebih akurat. Penerapan perangkat lunak ini membantu meningkatkan ketelitian perencanaan serta mendukung pembangunan jalan yang lebih efektif dan efisien. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis bagi pemerintah daerah dan praktisi dalam perencanaan perkerasan kaku berkelanjutan di wilayah perkotaan dengan pendekatan desain berbasis kinerja dan keselamatan jalan.

Kata kunci: Autodesk Civil 3D, Perkerasan Kaku, JPCP, JSKN, Bina Marga Revisi 2024.

1. Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang memiliki peranan strategis dalam sistem perhubungan nasional maupun daerah, terutama dalam menjamin kelancaran mobilitas orang, distribusi barang, serta aktivitas jasa. Keberadaan jaringan jalan yang andal dan berfungsi optimal menjadi faktor kunci dalam mendukung keterpaduan wilayah, pertumbuhan sektor ekonomi, serta peningkatan kualitas hidup masyarakat. Sistem transportasi yang baik tidak hanya berperan sebagai sarana penghubung antarkawasan, tetapi juga sebagai penggerak utama pembangunan wilayah secara berkelanjutan (Nopriyus & Gusmulyani, 2022).

Infrastruktur jalan merupakan salah satu sektor investasi publik yang memiliki kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi daerah. Ketepatan perencanaan, desain, serta pelaksanaan pembangunan jalan sangat menentukan efektivitas pemanfaatan anggaran dan keberlanjutan layanan jalan itu sendiri. Dari sudut pandang pembangunan ekonomi, investasi pada sektor jalan memberikan dampak langsung maupun tidak langsung bagi pengguna jalan, pelaku usaha, serta wilayah yang dilayani. Oleh karena itu, untuk mendukung percepatan pembangunan dan pemerataan ekonomi daerah, diperlukan kebijakan pengelolaan dan perencanaan jalan yang tepat, terukur, serta sesuai dengan karakteristik lalu lintas dan kondisi lingkungan setempat.

Kota Bengkulu merupakan ibu kota Provinsi Bengkulu yang terletak di pesisir barat Pulau Sumatra dan berbatasan langsung dengan Samudra Hindia. Posisi geografis tersebut menjadikan Kota Bengkulu sebagai pusat aktivitas pemerintahan, perdagangan, dan distribusi barang di wilayah sekitarnya. Kondisi ini menyebabkan tingginya volume lalu lintas, khususnya kendaraan berat yang mengangkut material dan barang. Salah satu ruas jalan yang

Implementasi *Autodesk Civil 3D* pada Desain Tebal Perkerasan Kaku Berdasarkan Metode Bina Marga Revisi 2024 (Studi Kasus: Ruas Jalan Betungan – Simpang Kandis Kota Bengkulu)

memiliki peranan penting dalam mendukung aktivitas tersebut adalah ruas jalan Betungan – Simpang Kandis, yang berfungsi sebagai jalan lingkaran luar Kota Bengkulu dan menjadi jalur utama kendaraan angkutan barang dan material.

Intensitas lalu lintas kendaraan bermuatan berat pada ruas jalan Betungan – Simpang Kandis memberikan beban yang cukup besar terhadap struktur perkerasan jalan. Beban berulang yang melebihi kapasitas desain, ditambah dengan faktor lingkungan dan kondisi tanah dasar, mengakibatkan terjadinya kerusakan perkerasan berupa retak, lubang, serta deformasi permukaan jalan. Kondisi kerusakan tersebut tidak hanya menurunkan tingkat kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan, tetapi juga berdampak pada meningkatnya biaya pemeliharaan serta menurunnya umur layanan jalan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan upaya perencanaan dan perancangan struktur perkerasan jalan yang mampu menahan beban lalu lintas berat dalam jangka waktu yang lebih panjang. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah penggunaan perkerasan kaku (rigid pavement), khususnya jenis perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan atau *Jointed Unreinforced Plain Concrete Pavement* (JPCP). Perkerasan kaku memiliki daya dukung yang tinggi, deformasi yang relatif kecil, serta umur layanan yang lebih panjang dibandingkan perkerasan lentur, sehingga dinilai lebih sesuai untuk ruas jalan dengan beban lalu lintas berat dan intensitas tinggi.

Dalam perencanaan tebal perkerasan kaku, terdapat beberapa metode desain yang dapat digunakan, salah satunya adalah metode yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga yang telah lama dijadikan acuan utama dalam perencanaan jalan di Indonesia. Pada tahun 2024, Bina Marga melakukan revisi terhadap Manual Desain Perkerasan Jalan, yang mencakup pembaruan parameter desain, pendekatan perhitungan, serta penyesuaian terhadap kondisi lalu lintas dan material terkini. Perubahan tersebut menuntut pemahaman yang komprehensif dan penerapan yang tepat agar hasil desain perkerasan yang dihasilkan lebih akurat, efektif, dan sesuai dengan kondisi lapangan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pemanfaatan perangkat lunak dalam perencanaan dan desain jalan menjadi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi, ketelitian, dan konsistensi hasil desain. Autodesk Civil 3D merupakan salah satu perangkat lunak berbasis *Building Information Modeling* (BIM) yang memiliki kemampuan dalam pemodelan geometrik dan visualisasi desain jalan secara terintegrasi. Dengan fitur yang lengkap, Autodesk Civil 3D diharapkan dapat mempermudah proses pemodelan dan perencanaan tebal perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (*Jointed Unreinforced Plain Concrete Pavement* / JPCP) sesuai dengan ketentuan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Revisi 2024.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan penggunaan perangkat lunak Autodesk Civil 3D dalam proses pemodelan desain tebal perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (*Jointed Unreinforced Plain Concrete Pavement* / JPCP) pada ruas jalan Betungan – Simpang Kandis Kota Bengkulu. Penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan bahwa pemanfaatan Autodesk Civil 3D mampu meningkatkan akurasi, efisiensi, serta kejelasan visualisasi desain perkerasan jalan, sekaligus memastikan kesesuaian desain dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Revisi 2024.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada jalur ring road ruas jalan Betungan – Simpang Kandis Kota Bengkulu. Adapun lokasi penelitian merujuk pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Lokasi penelitian

Sumber : Koordinat -3.881707°, 102.352741°, 2025

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.5777>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

2.2. Tahapan Penelitian

Tahapan – tahapan yang dilakukan peneliti pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Survei lokasi
Survei lokasi ini ditunjukkan untuk melakukan kegiatan penelitian agar bisa mendapat kebutuhan penelitian seperti pengumpulan data dan lokasi yang ingin dilakukan penelitian pada jalur sebelah kiri dikarenakan pada jalur tersebut di lewati oleh kendaraan yang bermuatan bahan material dan barang.
2. Studi Literatur
Studi Literatur Sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian ini, maka di perlukan studi literatur terhadap metode Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Revisi 2024 dan buku panduan infrastruktur, jalan masterplan dengan Autodesk Civil 3D serta beberapa jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Jenis data dalam penelitian dibedakan menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dimana data tersebut bukan suatu hasil dari data yang telah dikumpulkan atau di peroleh dari peneliti sebelumnya. Sedangkan data sekunder adalah data yang diterima dari peneliti melalui pihak lain atau sumber yang sudah ada sebelumnya.

Untuk perihal pengumpulan data penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data primer dan data sekunder, sebagai berikut:

2.3.1. Data Primer

Data primer pada tahapan penelitian ini sebagai berikut :

1. Data CBR (California Bearing Ratio)
CBR dilakukan 10 kali pengujian dengan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer) pada setiap jarak pengujian 200 m, dengan panjang efektif 2000 m. Pada ruas jalan Betungan – Simpang Kandis.
2. Data LHR (Lalu Lintas Harian Rata – Rata)
LHR dilakukan dengan survei menghitung setiap kendaraan yang melewati ruas jalan Betungan - Simpang Kandis, pada hari Sabtu, Minggu, dan Senin.

2.3.2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang di dapatkan dari sumber – sumber penelitian yang sudah ada ataupun dari pihak - pihak yang sudah pernah membangun suatu konstruksi pada lokasi penelitian.

Data sekunder pada tahapan ini merupakan data literatur yaitu data - data yang di dapat dari buku pedoman Bina Marga atau biasa di sebut dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Revisi 2024, buku panduan dan jurnal – jurnal.

2.3.3. Teknik Analisa Data

Adapun parameter yang digunakan dalam metode Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Revisi 2024 dan pemodelan desain tebal perkerasan kaku yaitu sebagai berikut :

1. Perhitungan CBR (California Bearing Ratio)
Nilai CBR yang digunakan adalah nilai yang di peroleh dari pengujian di lapangan dengan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer). Pada ruas jalan Betungan – Simpang kandis Kota Bengkulu. Data CBR meliputi 10 titik, dimana setiap titiknya mempunyai jarak 200 m.

2. Analisis Lalu Lintas

Dalam analisis lalu lintas digunakan data LHR dalam 1 hari 24 jam untuk memusatkan pengecekan kemacetan jam sibuk, dan sebagian besar ialah volume lalu lintas khusus, aspek pertumbuhan lalu lintas ini bisa menggambarkan beban lalu lintas rencana jalan sepanjang usia rencana.

3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas berdasarkan umur rencana 40 tahun

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series (historical growth data) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku jika tidak tersedia data maka bisa menggunakan tabel 2.3.

4. Lalu Lintas Pada Lajur Rencana faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur (DL).

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (JSKN) pada jalan dengan dua lajur satu arah. Faktor distribusi lajur harus berdasarkan data-data hasil survei lalu lintas setempat atau jika tidak tersedia dapat menggunakan tabel 2.4.

5. Sebaran Jenis Sumbu Kendaraan Niaga

Beban lalu lintas desain perkerasan kaku didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga (Jumlah Total Jenis Sumbu Kendaraan Niaga, JSKN). Karakteristik proporsi sumbu dan proporsi beban setiap kelompok sumbu dapat menggunakan data hasil survei mengacu pada tabel 2.6 dan tabel 2.7 yang menunjukkan distribusi beban JSKN Provinsi Bengkulu untuk dapat digunakan dalam perencanaan perkerasan kaku. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 5 (lima) jenis kelompok bisa dilihat pada tabel 2.9.

6. Beban Jenis Sumbu Kendaraan Niaga

Beban sumbu standar kumulatif JSKN merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain umur rencana. Yang ditentukan menggunakan beban sumbu masing-masing kendaraan niaga dan dihitung menggunakan rumus 2.3.

7. Menentukan Tebal Perkerasan Kaku Bersambung Tanpa Tulangan JPCP

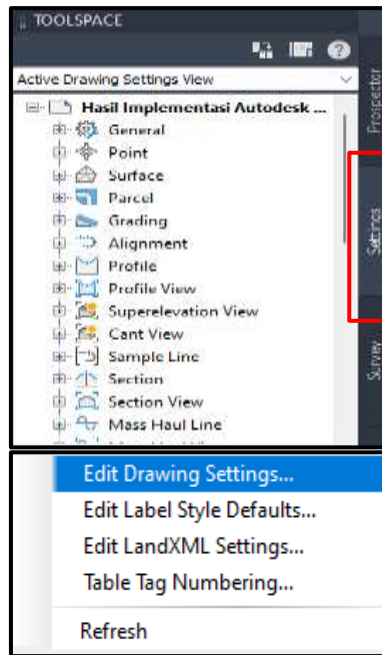
Setelah di dapatkan nilai untuk kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat. Untuk menentukan tebal perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan jointed unreinforced (plain) concrete pavement (JPCP) untuk jalan dengan beban lalu lintas berat. Yang ada pada metode Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Revisi 2024.

8. Sambungan Tanpa Tulangan

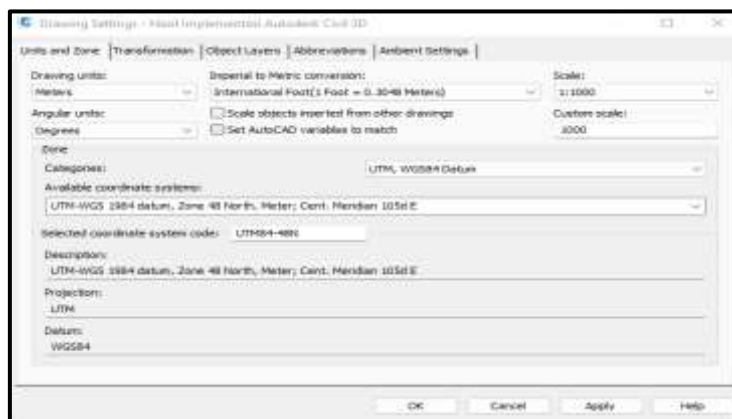
Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4-5 m, berupa baja tulangan sirip (BjTP 280), dengan jarak antar tulangan 300 mm, panjang dowel 450 mm, dan diameter dowel minimal seperdelapan tebal beton dapat dilihat pada tabel 2.16. Dipasang batang pengikat (tie bar), berupa baja tulangan sirip (BjTS 420A), dengan jarak antar tulangan 600 mm, panjang tie bar 840 mm, dan diameter tie bar minimum 20 mm.

9. Implementasi Autodesk Civil 3D Pemodelan Desain Tebal Perkerasan Kaku Bersambung Tanpa Tulangan JPCP

a. Melakukan setting koordinat daerah penelitian dilakukan pada jalur ring road ruas jalan Betungan – Simpang Kandis Kota Bengkulu, Indonesia berdasarkan UTM-WGS 1984 datum, Zone 48 North, Meter; Cent. Meridian 105d E.



Gambar 3. 2 Tools Settings
Sumber: Autodesk Civil 3D

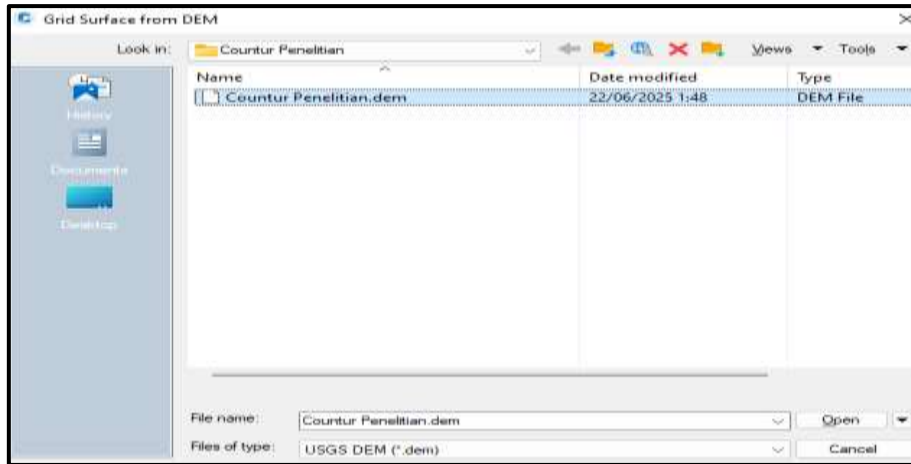


Gambar 3. 3 Settings UTM-WGS 1984 datum, Zone 48 North, Meter; Cent. Meridian 105d E
Sumber: Autodesk Civil 3D

- b. Pilih pada bagian surfaces setelah itu klik bagian create surface from DEM untuk mengeluarkan countour yang telah dilakukan penitikan menggunakan GPS garmin.

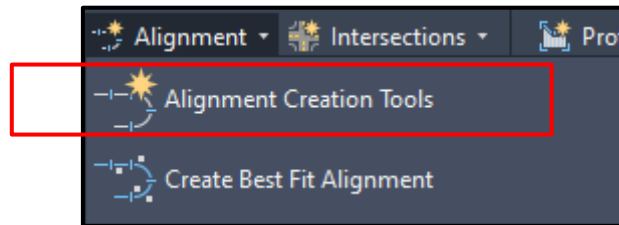


Gambar 3. 4 Tools Surfaces
Sumber: Autodesk Civil 3D

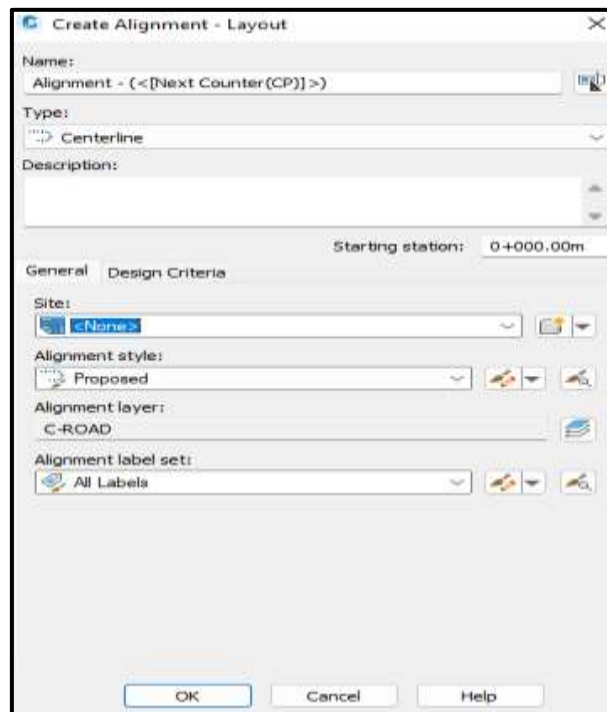


Gambar 3. 5 File DEM Countur lokasi penelitian
Sumber: Autodesk Civil 3D

- c. Pilih pada alignment kemudian klik alignment creation tools untuk membuat garis alignment horizontal ruas jalan penelitian.

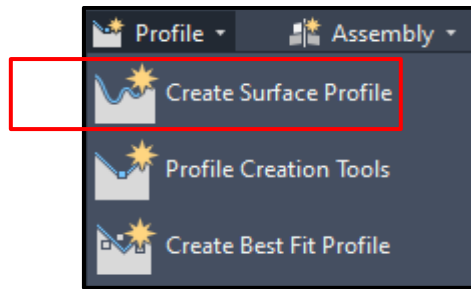


Gambar 3. 6 Tools Alignment
Sumber: Autodesk Civil 3D

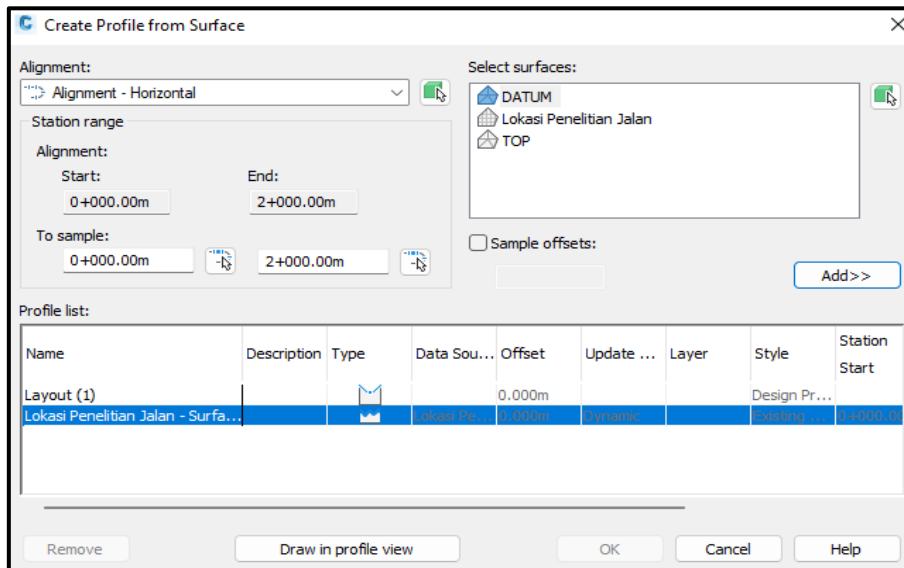


Gambar 3. 7 Settings bagian alignment
Sumber: Autodesk Civil 3D

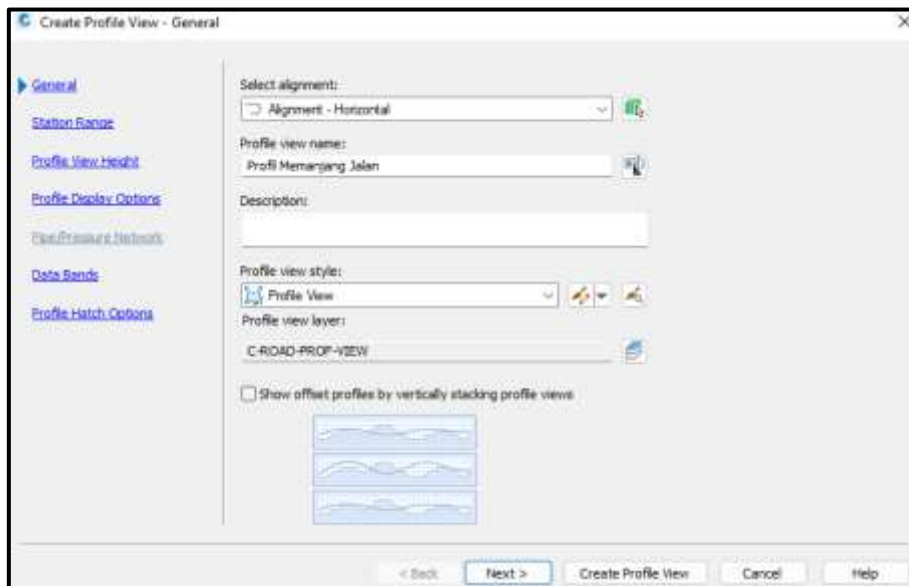
- d. Pilih bagian profile kemudian klik create surface profile untuk membentuk alignment vertical.



Gambar 3. 8 Tools Profile
Sumber: Autodesk Civil 3D

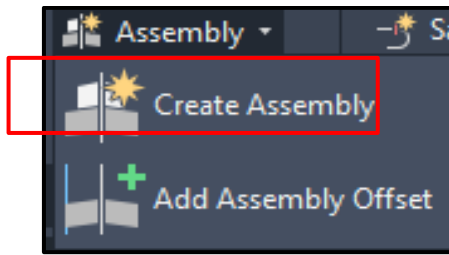


Gambar 3. 9 Create profile from surface
Sumber: Autodesk Civil 3D

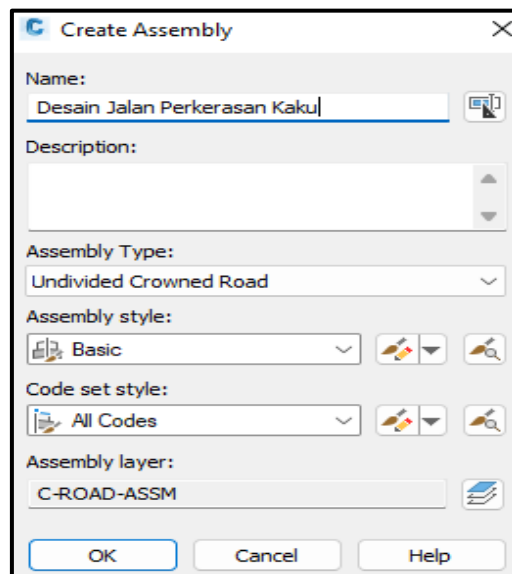


Gambar 3. 10 Draw in profile view
Sumber: Autodesk Civil 3D

- e. Pilih bagian assembly kemudian pilih create assembly untuk pembuatan lapisan jalan perkerasan kaku.

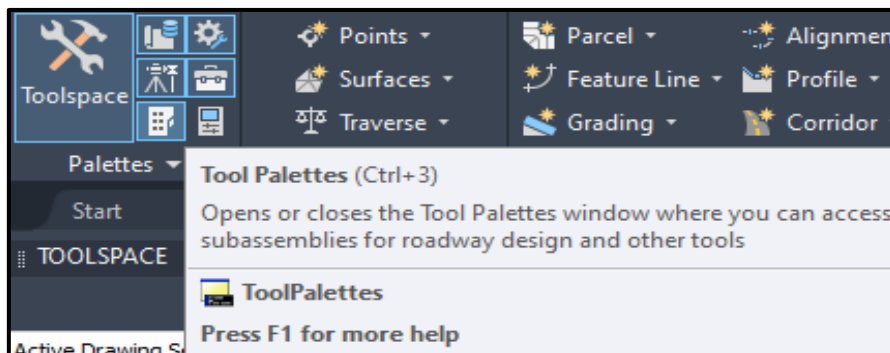


Gambar 3. 11 Tools Assembly
Sumber: Autodesk Civil 3D

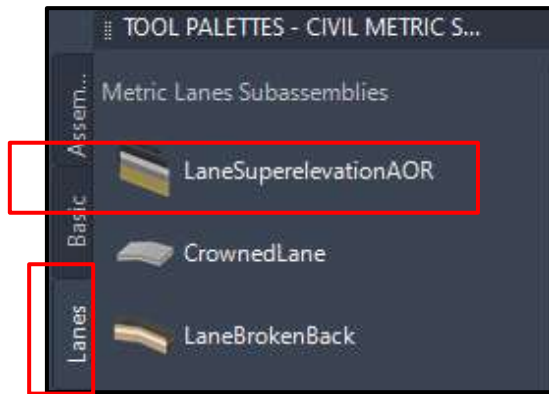


Gambar 3. 12 Create Assembly
Sumber: Autodesk Civil 3D

- f. Pilih tool palettes kemudian pilih lanes dan pilih bagian lane super elevation AOR untuk pembuatan gambar tipikal lapisan-lapisan jalan perkerasan kaku.



Gambar 3. 13 Tool Palettes
Sumber: Autodesk Civil 3D

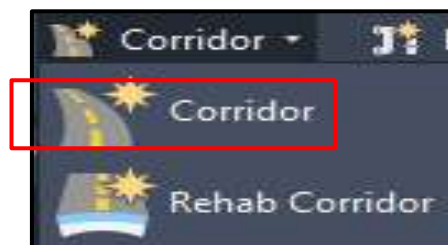


Gambar 3. 14 Lane super elevation AOR
Sumber: Autodesk Civil 3D

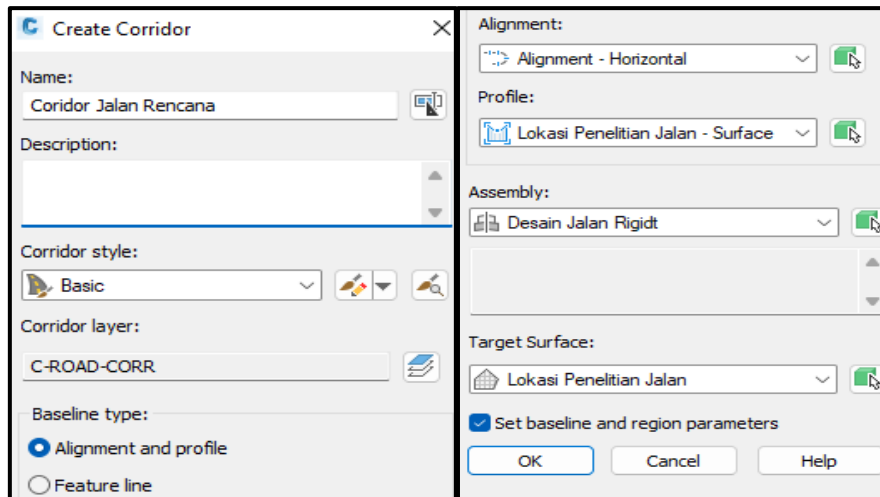
ADVANCED	
Parameters	
Lane Slope	-2.00%
Lane Width	3.600
Version	R2019
Superelevation Ax...	Supported
Side	Left
Width	3.600m
Default Slope	-2.00%
Pave1 Depth	0.025m
Pave2 Depth	0.025m
Base Depth	0.100m
Sub-base Depth	0.300m
Use Superelevation	None
Slope Direction	Away fro...
Potential Pivot	Yes
Inside Point Code	Crown
Outside Point Code	Edge of...

Gambar 3. 15 Parameters lapisan jalan perkerasan kaku
Sumber: Autodesk Civil 3D

- g. Pilih bagian corridor untuk pembuatan jalan perkerasan kaku untuk diletakan berdasarkan alignment horizontal agar dapat dilihat bentuk jalannya.

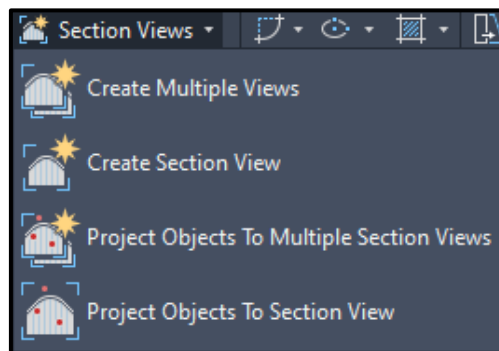


Gambar 3. 16 Tools Corridor
Sumber: Autodesk Civil 3D

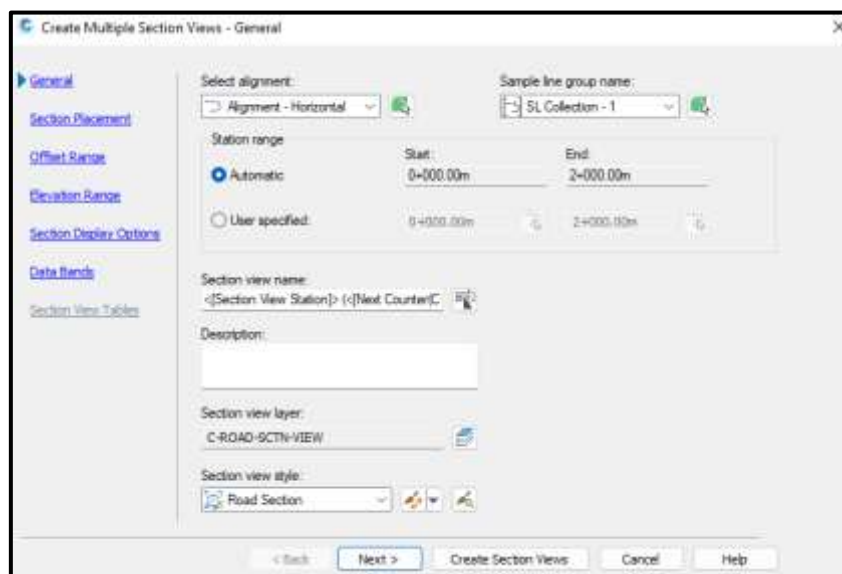


Gambar 3. 17 Create Corridor
Sumber: Autodesk Civil 3D

- h. Pilih section views kemudian klik create multiple views untuk pembuatan cross section setiap station (STA) jalan perkerasan kaku.

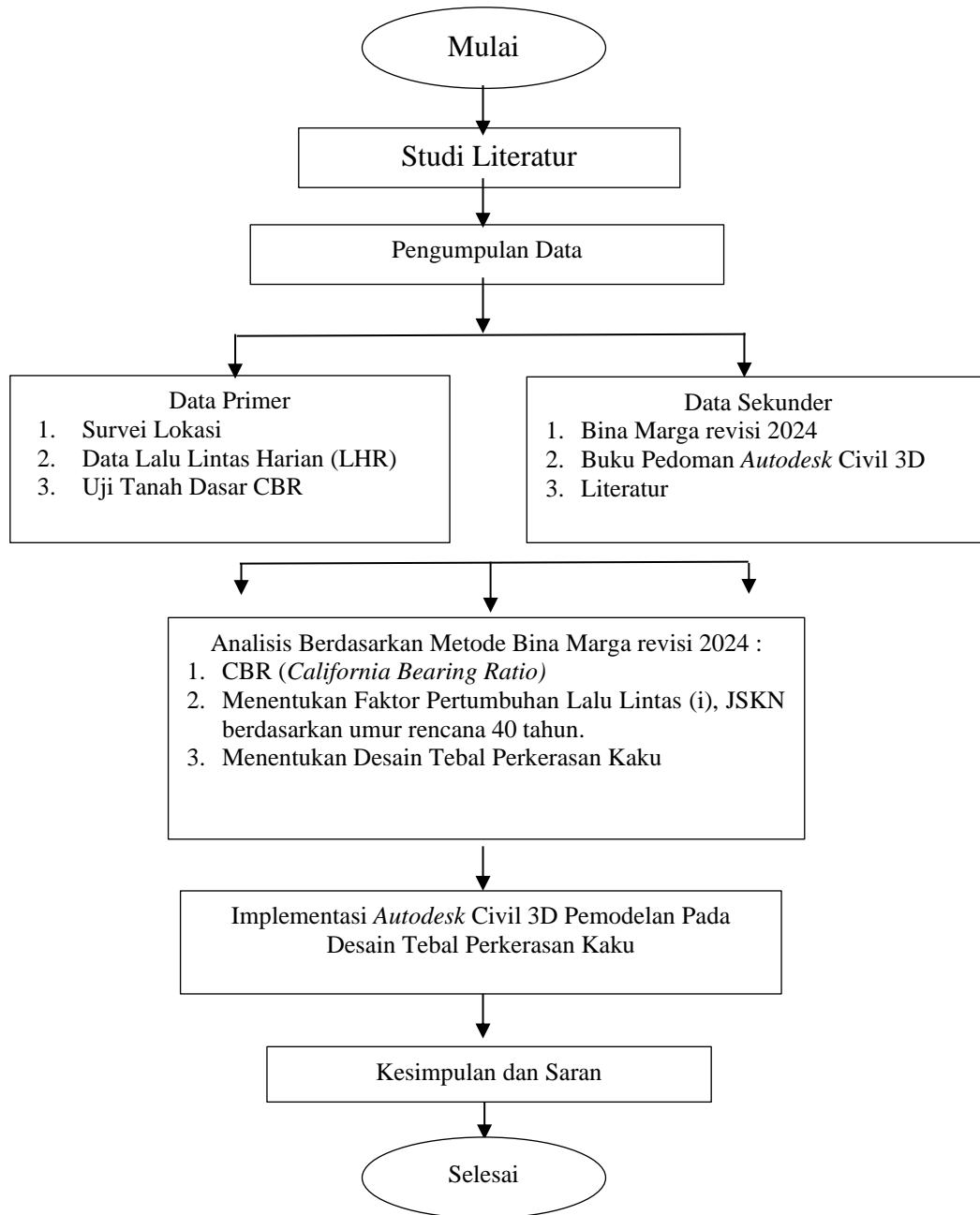


Gambar 3. 18 Tools views
Sumber: Autodesk Civil 3D



Gambar 3. 19 Create multiple section views-general
Sumber: Autodesk Civil 3D

2.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 20 Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Hasil Penelitian

3.1.1. Data Umum Perencanaan

Penelitian desain tebal perkerasan kaku yang akan direncanakan memerlukan data – data sebagai berikut :

1. CBR Tanah Dasar = 6.53 %
2. Jenis Perkerasan Beton = Bersambung Tanpa Tulangan

- | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|--------------------------|
| 3. | Fs' Pelat Beton | = 4,5 Mpa | = 45 kg/cm ² |
| 4. | Fc' Pelat Beton | = 33,5 Mpa | = 335 kg/cm ² |
| 5. | Mutu Beton | = K 400 | |
| 6. | Ruji (Dowel) | = Ya | |
| 7. | Tipe Jalan | = 2 Lajur 1 Jalur | |
| 8. | Pertumbuhan Lalu Lintas | = 4,83 % | |
| 9. | Umur Rencana | = 40 tahun | |
| 10. | Faktor Distribusi Arah (DD) | = 0,5 | |
| 11. | Faktor Distribusi Lajur (DL) | = 80 % | |

3.2. Pembahasan Hasil Penelitian

3.2.1. Analisis Data California Bearing Ratio (CBR) Tanah Dasar

Penelitian ini membutuhkan adanya data CBR (*California Bearing Ratio*) karena untuk mengevaluasi potensi kekuatan material pada lapisan tanah dasar Berdasarkan data nilai CBR lapangan yang digunakan adalah nilai yang di peroleh dari pengujian di lapangan dengan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Pada ruas jalan Betungan – Simpang kandis Kota Bengkulu. Kolerasi nilai DCP dan CBR dalam bentuk persen (%) adalah sebagai berikut:

1. Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 000

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 1 Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 000

No.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	130	130	0,04	1,09	6,78
2	1	110	110	0,13	1,36	
3	1	100	100	0,19	1,54	
4	1	90	90	0,25	1,77	
5	1	80	80	0,31	2,06	
6	1	60	60	0,48	3,01	
7	1	40	40	0,71	5,13	
8	1	30	30	0,87	7,48	
9	1	20	20	1,11	12,74	
10	1	10	10	1,50	31,66	

Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

2. Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 200

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 2 Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 200

No.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	150	150	-0,04	0,90	6,84
2	1	120	120	0,08	1,21	
3	1	100	100	0,19	1,54	
4	1	90	90	0,25	1,77	
5	1	70	70	0,39	2,46	
6	1	60	60	0,48	3,01	
7	1	30	30	0,87	7,48	
8	1	9	9	1,56	36,36	

Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

3. Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 400

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 3 Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 400

No.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	120	120	0,08	1,21	6,96
2	1	100	100	0,19	1,54	
3	1	90	90	0,25	1,77	
4	1	80	80	0,31	2,06	
5	1	60	60	0,48	3,01	
6	1	30	30	0,87	7,48	
7	1	10	10	1,50	31,66	

Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

4. Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 600

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 4 Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 600

No.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	140	140	0,00	0,99	6,53
2	1	120	120	0,08	1,21	
3	1	100	100	0,19	1,54	
4	1	90	90	0,25	1,77	
5	1	70	70	0,39	2,46	
6	1	40	40	0,71	5,13	
7	1	30	30	0,87	7,48	
8	1	10	10	1,50	31,66	

Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

5. Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 800

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 5 Data CBR Rata – Rata Pada STA 0 + 800

NO.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	110	110	0,13	1,36	7,46
2	1	100	100	0,19	1,54	
3	1	90	90	0,25	1,77	
4	1	70	70	0,39	2,46	
5	1	60	60	0,48	3,01	
6	1	40	40	0,71	5,13	
7	1	30	30	0,87	7,48	
8	1	20	20	1,11	12,74	
9	1	10	10	1,50	31,66	

Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

6. Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 000

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 6 Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 000

NO.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	160	160	-0,08	0,83	7,15
2	1	150	150	-0,04	0,90	
3	1	130	130	0,04	1,09	
4	1	100	100	0,19	1,54	
5	1	90	90	0,25	1,77	
6	1	80	80	0,31	2,06	
7	1	60	60	0,48	3,01	
8	1	40	40	0,71	5,13	
9	1	20	20	1,11	12,74	
10	1	8	8	1,63	42,44	

Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

7. Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 200

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 7 Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 200

No.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	150	150	-0,04	0,90	6,49
2	1	130	130	0,04	1,09	
3	1	100	100	0,19	1,54	
4	1	80	80	0,31	2,06	
5	1	60	60	0,48	3,01	
6	1	40	40	0,71	5,13	
7	1	10	10	1,50	31,66	

Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

8. Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 400

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 8 Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 400

NO.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	120	120	0,08	1,21	7,02
2	1	100	100	0,19	1,54	
3	1	90	90	0,25	1,77	
4	1	70	70	0,39	2,46	
5	1	60	60	0,48	3,01	
6	1	30	30	0,87	7,48	
7	1	10	10	1,50	31,66	

Sumber : Pengolahan Data Excel, 2025

9. Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 600

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 9 Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 600

NO.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	130	130	0,04	1,09	6,81
2	1	110	110	0,13	1,36	
3	1	90	90	0,25	1,77	
4	1	80	80	0,31	2,06	
5	1	70	70	0,39	2,46	
6	1	60	60	0,48	3,01	
7	1	40	40	0,71	5,13	
8	1	20	20	1,11	12,74	
9	1	10	10	1,50	31,66	

Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

10. Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 800

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 10 Data CBR Rata – Rata Pada STA 1 + 800

NO.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	120	120	0,08	1,21	7,37
2	1	110	110	0,13	1,36	
3	1	90	90	0,25	1,77	
4	1	80	80	0,31	2,06	
5	1	60	60	0,48	3,01	
6	1	40	40	0,71	5,13	
7	1	20	20	1,11	12,74	
8	1	10	10	1,50	31,66	

Sumber : Pengolahan Data Excel, 2025

11. Data CBR Rata – Rata Pada STA 2 + 000

Banyak Pukulan = 1 tumbukan
 Penetrasi = DCP mm
 Log CBR = $2,8135 - 1,313 \log(\text{DCP})$
 CBR = $10^{2,8135 - (1,313 \log(\text{DCP}))}$

Tabel 4. 11 Data CBR Rata – Rata Pada STA 2 + 000

NO.	Banyak Tumbukan	Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)	CBR Rata-Rata (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	130	130	0,04	1,09	7,38
2	1	100	100	0,19	1,54	
3	1	90	90	0,25	1,77	
4	1	80	80	0,31	2,06	
5	1	60	60	0,48	3,01	
6	1	40	40	0,71	5,13	
7	1	20	20	1,11	12,74	
8	1	10	10	1,50	31,66	

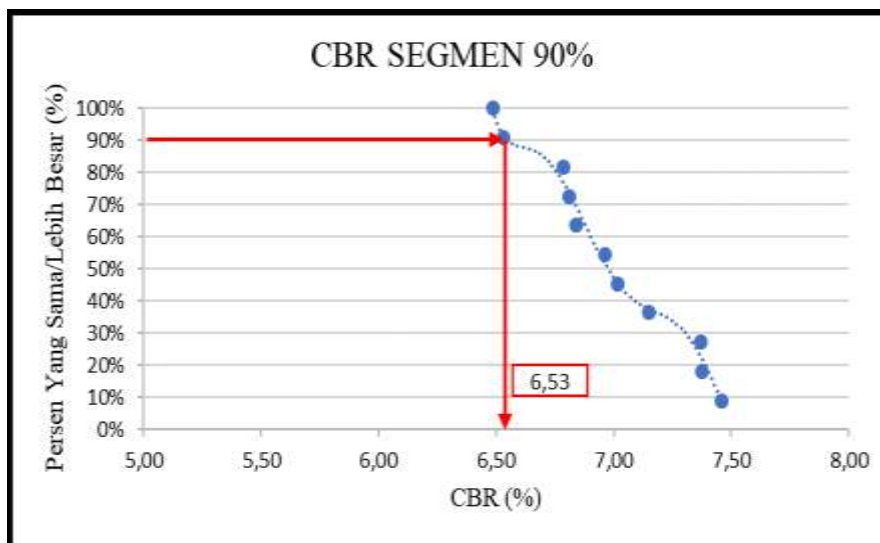
Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

Berdasarkan analisis data CBR rata – rata yang telah didapatkan pertitik pengujian akan dilakukan pengolahan lagi untuk mendapatkan nilai CBR segmen 90%. Berikut hasil perhitungan pengolahan data CBR segmen dapat dilihat pada Tabel dan Gambar dibawah ini :

Tabel 4. 12 Analisis Data CBR Segmen

NO.	Banyak Tumbukan	CBR (%)	Tumbukan Yang Lebih Besar	Persen (%) Yang Sama/Lebih Besar	Hasil (%)
Titik	1	6,49	11	$11/11*100\%$	100%
Titik	2	6,53	10	$10/11*100\%$	91%
Titik	3	6,78	9	$9/11*100\%$	82%
Titik	4	6,81	8	$8/11*100\%$	73%
Titik	5	6,84	7	$7/11*100\%$	64%
Titik	6	6,96	6	$6/11*100\%$	55%
Titik	7	7,02	5	$5/11*100\%$	45%
Titik	8	7,15	4	$4/11*100\%$	36%
Titik	9	7,37	3	$3/11*100\%$	27%
Titik	10	7,38	2	$2/11*100\%$	18%
Titik	11	7,46	1	$1/11*100\%$	9%
PERCENTILE CBR (%)		6,53			

Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025



Gambar 4. 1 Diagram CBR Segmen
 Sumber: Pengolahan Data Excel, 2025

3.2.2. Analisis Lalu Lintas

Data lalu lintas rata – rata atau LHR pada ruas jalan Betungan – Simpang kandis Kota Bengkulu dilakukan dengan cara survei LHR kendaraan yang melintas pada jalan tersebut dan dilakukan survei dalam 3 hari (Minggu, Senin, Sabtu) dari hasil survei dan analisa kebutuhan pergerakan di ruas jalan tersebut pada tahun 2025, dengan data sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Analisis Data LHR Rata – Rata

Golongan Kendaraan	Uraian	Konfigurasi Sumbu	Kelompok sumbu	Data LHR (1 Arah)			
				Minggu	Senin	Sabtu	Total
5B	Bus besar	1.2	2	2	3	2	7
6A	Truk 2 sumbu-truk ringan	1.1	2	44	73	53	170
6B	Truk 2 sumbu-truk sedang	1.2	2	179	228	206	613
7A2	Truk 3 sumbu-berat	1.22	2	24	31	27	82
7C1	Truk 4 sumbu-berat	1.2-22	3	1	3	2	6
LHR Per Hari				250	338	290	
Volume LHR				878			

Sumber : Survei lapangan, 2025

3.2.3. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku

Desain perkerasan kaku menggunakan Jumlah Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu dapat di lihat pada tabel 2.9. Hasil dari analisis dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 14 Data LHR dikonversi ke JSKN menggunakan Tabel 2.9 Konfigurasi Sumbu Kendaraan

Gol. Kend	LHR	HVAG	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQrRG
5B	7	14	7	7	0	0	0	0
6A	170	340	340	0	0	0	0	0
6B	613	1226	613	613	0	0	0	0
7A1	0	0	0	0	0	0	0	0
7A2	82	164	82	0	0	82	0	0
7A3	0	0	0	0	0	0	0	0
7B1	0	0	0	0	0	0	0	0
7B2	0	0	0	0	0	0	0	0
7B3	0	0	0	0	0	0	0	0
7C1	6	18	6	6	0	6	0	0
7C2A	0	0	0	0	0	0	0	0
7C2B	0	0	0	0	0	0	0	0
7C3	0	0	0	0	0	0	0	0
7C4	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	878	1.762	1.048	626	0	88	0	0

Sumber : Pengolahan Data Excel, 2025

Tabel 4. 15 Proporsi Jenis Kendaraan (%)

Gol. Kend	LHR	HVAG	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQrRG
Proporsi Jenis Kendaraan (%)		100	59,48	35,53	0,00	4,99	0,00	0,00

Sumber : Pengolahan Data Excel, 2025

Semua roda yang dimaksud adalah roda ban konvensional. Pembebanan kumulatif pada perkerasan jalan selama periode waktu tertentu pada dasarnya adalah perhitungan setiap kelompok gandar yang melintasi perkerasan jalan selama periode waktu tersebut, bersama dengan jenis dan bebannya.

Jalan direncanakan memiliki umur rencana 40 (empat puluh) tahun (2025-2064) dan angka pertumbuhan lalu lintas regional seperti ditunjukkan pada Tabel 2.3, untuk 20 tahun pertama adalah sebesar 4,83%, sedangkan untuk 20 (dua puluh) tahun berikutnya ditetapkan sebesar 2,415%. Reliabilitas yang ditetapkan 100% dengan nilai faktor keamanan beban (LSF) sebesar 1,2.

Nilai JSKN harian adalah 1,762 JSKN. Untuk menghitung jumlah rata-rata harian dari kendaraan berat pada jalur desain secara kumulatif dengan menggunakan Persamaan 2.2 dan Persamaan 2.3.

1. Persamaan 2.2

$$R = \frac{(1+0,01 i_1)^{UR-1}}{0,01 i_1} + (1 + 0,01 i_1)^{(UR_1-1)} (1 + 0,01 i_2) \left\{ \frac{(1+0,01 i_2)^{(UR-UR_1)-1}}{0,01 i_2} \right\}$$

$$R = \frac{(1+0,01 (4,83))^{20-1}}{0,01 (4,83)} + (1 + 0,01 (4,83))^{(20-1)} (1 + 0,01 (2,415)) \left\{ \frac{(1+0,01 (2,415))^{(40-20)-1}}{0,01 (2,415)} \right\}$$

$$R = 96,037$$

Keterangan :

- R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
- i₁ : Laju pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 1(%)
- i₂ : Laju pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 2(%)
- UR : Total umur rencana (tahun)
- UR₁ : Umur rencana periode 1 (tahun)

2. Persamaan 2.3

$$JSKN = (\Sigma LHRJK \times JSKNJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

$$JSKN = (1,762) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 96,037$$

$$JSKN = 24.705.710,32$$

$$JSKN = 2,5 \times 10^7$$

Lalu Lintas Rencana dari analisis JSKN pada ruas jalan Betungan – Simpang kandis Kota Bengkulu terdapat pada $1 \times 10^7 \leq JSKN < 5 \times 10^7$. Jadi untuk ketebalan minimum Beton Kurus / *Lean Mix Concrete* 150 mm dapat dilihat pada tabel 2.10 dan untuk ketebalan minimum beton 200 mm dapat dilihat pada tabel 2.12.

Jenis struktur perkerasan kaku yang dirancang pada ruas ruas jalan Betungan – Simpang kandis Kota Bengkulu ialah Jenis perkerasan adalah beton bersambung tanpa tulangan (JPCP) kuat tarik lentur (Fs) 4,5 MPa (45 kg/cm²), Kuat tekan (Fc) 33,5 MPa (335 kg/cm²) pada mutu beton K 400 dengan bahu jalan beton yang mengacu pada Badan Penelitian dan Pengembangan PUPR Pd T-07-2005-B.

3.2.4. Perhitungan Repetisi Beban Berdasarkan Dsitribusi Beban Faktual

Setelah didapatkan nilai tebal minimum, dilakukan perhitungan untuk Repetisi beban yang diizinkan sesuai dengan kelompok sumbunya berdasarkan distribusi beban JSKN rencana. Untuk beban faktual Provinsi Bengkulu bisa dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 16 beban faktual Provinsi Bengkulu

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STrRG (%)	SQdRG (%)
10	0,0046	0,0084	0	0,1481	0	0
20	0,277	0	0	0	0	0
30	0,362	0,0763	0	0	0	0
40	0,1618	0,2205	0	0	0	0
50	0,0686	0,1888	0	0	0	0
60	0,0567	0,1665	0	0	0	0
70	0,0375	0,1033	0	0	0	0
80	0,0192	0,066	0	0	0	0
90	0,0082	0,0316	0	0	0	0
100	0,0046	0,0167	0	0,0741	0	0
110	0	0,0195	0	0	0	0
120	0	0,0307	0	0,0741	0	0
130	0	0,0223	0	0,1111	0	0
140	0	0,0056	0	0,1481	0	0
150	0	0,0205	0	0,037	0	0
160	0	0,0084	0	0,037	0	0
170	0	0,0084	0	0,037	0	0
180	0	0,0047	0	0,037	0	0
190	0	0,0019	0	0	0	0
200	0	0	0	0,037	0	0
210	0	0	0	0	0	0
220	0	0	0	0,1111	0	0
230	0	0	0	0	0	0
240	0	0	0	0	0	0
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0
270	0	0	0	0,0741	0	0
280	0	0	0	0	0	0
290	0	0	0	0	0	0
300	0	0	0	0,037	0	0
310	0	0	0	0,037	0	0
JUMLAH	1,0002	1,0001	0	0,9997	0	0

Sumber: MDPJ, 2024

Hasil dari perhitungan Repetisi beban rencana sesuai dengan kelompok sumbunya berdasarkan distribusi beban JSKN rencana dapat dilihat pada Tabel 4.17 sampai Tabel 4.19

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Repetisi Beban Rencana STRT

STRT				
Beban Sumbu (kN)	Proporsi Beban (%100)	Proporsi Kelompok Sumbu (%/100)	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Rencana
100	0,0046	0,595	24.705.710,32	67.594,37
90	0,0082	0,595	24.705.710,32	120.494,32
80	0,0192	0,595	24.705.710,32	282.133,04
70	0,0375	0,595	24.705.710,32	551.041,10
60	0,0567	0,595	24.705.710,32	833.174,14
50	0,0686	0,595	24.705.710,32	1.008.037,85
40	0,1618	0,595	24.705.710,32	2.377.558,66
30	0,362	0,595	24.705.710,32	5.319.383,41
20	0,277	0,595	24.705.710,32	4.070.356,91
10	0,0046	0,595	24.705.710,32	67.594,37

Sumber: Pengolahan data excel, 2025

Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Repetisi Beban Rencana STRG

STRG				
Beban Sumbu (kN)	Proporsi Beban (%100)	Proporsi Kelompok Sumbu (%/100)	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Rencana
190	0,0019	0,355	24.705.710,32	16.677,06
180	0,0047	0,355	24.705.710,32	41.253,77
170	0,0084	0,355	24.705.710,32	73.730,14
160	0,0084	0,355	24.705.710,32	73.730,14
150	0,0205	0,355	24.705.710,32	179.936,65
140	0,0056	0,355	24.705.710,32	49.153,43
130	0,0223	0,355	24.705.710,32	195.735,97
120	0,0307	0,355	24.705.710,32	269.466,11
110	0,0195	0,355	24.705.710,32	171.159,25
100	0,0167	0,355	24.705.710,32	146.582,54
90	0,0316	0,355	24.705.710,32	277.365,77
80	0,066	0,355	24.705.710,32	579.308,25
70	0,1033	0,355	24.705.710,32	906.705,18
60	0,1665	0,355	24.705.710,32	1.461.436,71
50	0,1888	0,355	24.705.710,32	1.657.172,68
40	0,2205	0,355	24.705.710,32	1.935.416,18
30	0,0763	0,355	24.705.710,32	669.715,44
10	0,0084	0,355	24.705.710,32	73.730,14

Sumber: Pengolahan data excel, 2025

Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Repetisi Beban Rencana STdRG

STdRG				
Beban Sumbu (kN)	Proporsi Beban (%100)	Proporsi Kelompok Sumbu (%/100)	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Rencana
310	0,037	0,050	24.705.710,32	45.653,68
300	0,037	0,050	24.705.710,32	45.653,68
270	0,074	0,050	24.705.710,32	91.430,76
220	0,111	0,050	24.705.710,32	137.084,44
200	0,037	0,050	24.705.710,32	45.653,68
180	0,037	0,050	24.705.710,32	45.653,68
170	0,037	0,050	24.705.710,32	45.653,68
160	0,037	0,050	24.705.710,32	45.653,68
150	0,037	0,050	24.705.710,32	45.653,68
140	0,148	0,050	24.705.710,32	182.738,13
130	0,111	0,050	24.705.710,32	137.084,44
120	0,074	0,050	24.705.710,32	91.430,76
100	0,074	0,050	24.705.710,32	91.430,76
10	0,148	0,050	24.705.710,32	182.738,13

Sumber: Pengolahan data excel, 2025

3.2.5. Perhitungan Koefisien Retak Lelah (*Fatigue*) dan Kerusakan (*Erosi*)

Pada analisis ini sudah diketahui untuk tebal perkerasan kaku 200 mm, CBR tanah dasar 6,53% dan nilai (ln) 1,88 dari CBR. Ada dua yang dipertimbangkan dalam membuat koefisien retak Lelah (*fatigue*) dan kerusakan (*erosi*), diantaranya:

1. Retak Lelah (*Fatigue*)

Jumlah repetisi beban rencana (N_f) untuk nilai beban sumbu tertentu dapat dihitung menggunakan tegangan ekuivalen (S_e) didapatkan dari persamaan 2.8. Koefisien a hingga j pada persamaan 2.8 yang didapatkan dari tabel 2.13 koefisien untuk prediksi tegangan ekuivalen (S_e). Setelah dilakukan perhitungan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 20 Perhitungan Koefisien untuk prediksi tegangan ekuivalen (S_e)

Koefisien	STRT & STdRT	STRG	STdRG	STrRG & SQdRG
a	-0,051	0,33	0,088	-0,145
b	0,130	1,033	1,5075	1,293
c	0,169	-0,879	-0,346	0,015
d	0,894	0,717	0,110	0,035
e	-0,132	0,581	0,331	0,110
f	0,137	0,026	-0,562	-0,575
g	-0,108	-0,086	0,035	0,061
h	0,020	-0,123	-0,085	-0,038
i	0,023	-0,035	0,074	0,083
j	-0,188	-0,127	0,083	0,120
Total	0,894	1,437	1,235	0,960

Sumber : Pengolahan data excel, 2025

2. Kerusakan Erosi

Jumlah beban rencana (N_e) untuk nilai beban sumbu tertentu dapat dihitung menggunakan Faktor erosi (F_3) didapatkan dari Persamaan 2.8 menggunakan koefisien a sampai j pada tabel 2.14 koefisien untuk prediksi faktor erosi (F_3) untuk beton JPCP. Tidak ada batasan yang ditetapkan untuk input beban sumbu dan faktor keamanan beban sumbu yang digunakan pada Persamaan 2.5 dan Persamaan 2.8. Setelah dilakukan perhitungan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Perhitungan Koefisien untuk prediksi faktor erosi (F_3) untuk beton JPCP

Koefisien	STRT	STRG	STdRG & STdRT	STrRG & SQdRG
a	0,345	0,914	1,564	2,104
b	2,673	2,699	2,0205	1,227
c	-0,321	-0,266	-0,230	-0,464
d	-1,123	-1,123	-0,801	-0,375
e	0,122	0,097	0,090	0,165
f	0,192	0,154	-0,092	0,083
g	0,210	0,207	0,144	0,065
h	-0,025	-0,021	-0,034	-0,050
i	-0,024	-0,017	0,039	0,027
j	-0,043	-0,036	0,022	-0,028
Total	2,006	2,608	2,722	2,755

Sumber: Pengolahan data excel, 2025

3.2.6. Hasil Perhitungan Faktor Retak Lelah (*Fatigue*) dan Faktor Kerusakan (Erosi) Perkerasan Kaku (JPCP)

Selanjutnya, diperhitungkan faktor retak lelah (*fatigue*) dan faktor kerusakan erosi dari tebal beton minimum menggunakan Persamaan 2.5 sampai dengan Persamaan 2.9, sehingga didapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini.

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.5777>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan faktor fatigue dan erosi – STRT

Beban Sumbu (kN)	Repetisi Beban LSF	Repetisi Beban Rencana	Ekuivalensi Faktor <i>Fatigue</i>	0,894	Ekuivalensi Faktor Erosi	2,006
			Analisis Faktor <i>Fatigue</i>		Analisis Faktor Erosi	
			Repetisi yang Diizinkan	<i>Fatigue</i> (%)	Repetisi yang Diizinkan	Kerusakan (%)
100	120	67.594	47188,0492	1,43	0,756	0,00
90	108	120.494	195160,3161	0,62	0,781	0,00
80	96	282.133	2610960,928	0,11	0,814	0,00
70	84	551.041	361207601,1	0,00	0,865	0,00
60	72	833.174	770620,7436	0,92	0,886	0,00
50	60	1.008.038	102124,7648	0,10	0,833	0,00
40	48	2.377.559	29206,88915	0,01	0,810	0,00
30	36	5.319.383	11699,73818	0,00	0,795	0,00
20	24	4.070.357	5654,606413	0,00	0,786	0,00
10	12	67.594	3067,279585	0,05	0,782	0,00
Jumlah			<i>Fatigue</i> (%)	3,25	Erosi (%)	0,00
				3,25% < 100%		0,00% < 100%

Sumber: Pengolahan data excel, 2025

Tabel 4. 23 Hasil hitung faktor fatigue dan erosi – STRG

Beban Sumbu (kN)	Repetisi Beban LSF	Repetisi Beban Rencana	Ekuivalensi Faktor <i>Fatigue</i>	1,437	Ekuivalensi Faktor Erosi	2,608
			Analisis Faktor <i>Fatigue</i>		Analisis Faktor Erosi	
			Repetisi yang Diizinkan	<i>Fatigue</i> (%)	Repetisi yang Diizinkan	Kerusakan (%)
190	228	16.677	1323,422058	0,08	0,604	0,00
180	216	41.254	1833,60996	0,04	0,618	0,00
170	204	73.730	2637,47242	0,04	0,633	0,00
160	192	73.730	3976,786973	0,05	0,647	0,00
150	180	179.937	6373,624406	0,04	0,663	0,00
140	168	49.153	11090,15927	0,23	0,679	0,00
130	156	195.736	21684,64456	0,11	0,696	0,00
120	144	269.466	50691,35772	0,19	0,714	0,00
110	132	171.159	161281,0028	0,94	0,734	0,00
100	120	146.583	997343,3944	0,15	0,756	0,00
90	108	277.366	93787599,78	0,00	0,781	0,00
80	96	579.308	9158292,086	0,06	0,814	0,00
70	84	906.705	457806,068	0,50	0,865	0,00
60	72	1.461.437	97491,22806	0,07	0,886	0,00
50	60	1.657.173	33963,32915	0,02	0,833	0,00
40	48	1.935.416	15192,51801	0,01	0,810	0,00
30	36	669.715	7900,023725	0,01	0,795	0,00
10	12	73.730	2783,282115	0,04	0,782	0,00
Jumlah			<i>Fatigue</i> (%)	2,58	Erosi (%)	0,00
				2,58% <100%		0,00% < 100%

Sumber: Pengolahan data excel, 2025

Tabel 4. 24 Hasil hitung faktor fatigue dan erosi – STdRG

Beban Sumbu (kN)	Repetisi Beban LSF	Repetisi Beban Rencana	Ekuivalensi Faktor <i>Fatigue</i>	1,235	Ekuivalensi Faktor Erosi	2,722
			Analisis Faktor <i>Fatigue</i>		Analisis Faktor Erosi	
			Repetisi yang Diizinkan	<i>Fatigue</i> (%)	Repetisi yang Diizinkan	Kerusakan (%)
310	372	45.653,68	18833,6825	0,41	0,6227854	0,00
300	360	45.653,68	25915,80114	0,57	0,6310251	0,00
270	324	91.430,76	86767,96027	0,95	0,6566667	0,00
220	264	137.084,44	8340386,306	0,02	0,7039664	0,00
200	240	45.653,68	1025949609	0,00	0,7254861	0,00
180	216	45.653,68	2390756,037	0,02	0,7495409	0,00
170	204	45.653,68	753583,0095	0,06	0,7629682	0,00
160	192	45.653,68	320806,3935	0,14	0,7777556	0,00
150	180	45.653,68	162739,3035	0,28	0,7944846	0,00
140	168	182.738,13	92612,07188	0,51	0,8142385	0,00
130	156	137.084,44	57161,29353	0,42	0,8394588	0,00
120	144	91.430,76	37475,76062	0,41	0,8783148	0,00
100	120	91.430,76	18348,10838	0,20	0,8637588	0,00
10	12	182.738,13	2142,179002	0,01	0,7805215	0,00
Jumlah			<i>Fatigue</i> (%)	3,99	Erosi (%)	0,00
				3,99% < 100%		0,00% < 100%

Sumber: Pengolahan data excel, 2025

Tabel 4. 25 Jumlah Hasil Persen (%) Perhitungan faktor fatigue dan erosi

Faktor Kelelahan (<i>Fatigue</i>)	9,82% < 100%
Faktor Kerusakan Erosi	0,00% < 100%

Dari hasil analisis, tebal beton yang memadai untuk dilintasi oleh beban lalu lintas pada desain perkerasan kaku ini adalah 200 mm (total faktor kelelahan (*fatigue*) sebesar 9,82% dan faktor kerusakan erosi 0,00%. Tebal beton yang dibutuhkan adalah setebal 200 mm, tebal beton kurus LMC 150 mm, dan tebal lapis drainase 200 mm.

Perkerasan beton didesain sebagai beton bersambung tanpa tulangan (JPCP) maka:

1. Lebar pelat : 2 x 2,5 m
2. Panjang pelat : 5 m
3. Bahu Jalan : 1 m
4. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m,

Tabel 4. 26 Syarat Kebutuhan Material dan Mutu Beton

Syarat Kebutuhan Material dan Mutu Beton	
JSKN	2,5×10 ⁷ JSKN
Kuat lentur F_s ,	4,5 MPa
Kuat Tekan F_c ,	33,5 Mpa
Mutu Beton	K 400
Tebal beton	200 mm
Tebal beton kurus LMC	150 mm
Lapis Drainase LFA Kelas A	200 mm

CBR Tanah Dasar : CBR > 6,53%		
Batang pengikat (<i>tie bars</i>)	Mutu Baja Min.	BjTS 420A
	Diameter, D	20 mm
	Panjang, L	840 mm
	Spasi, S	600 mm
Ruji (<i>dowel</i>)	Mutu Baja Min.	BjTP 280
	Diameter, D	33 mm
	Panjang, L	450 mm
	Spasi, S	300

3.2.7. Implementasi Autodesk Civil 3D

Studi ini bertujuan untuk mengimplementasikan *Autodesk Civil 3D* dalam proses analisis tebal perkerasan kaku pada ruas jalan tertentu, dengan acuan pada Metode Bina Marga Revisi 2024, guna meningkatkan akurasi desain perencanaan.

1. Pemetaan Lokasi Penelitian

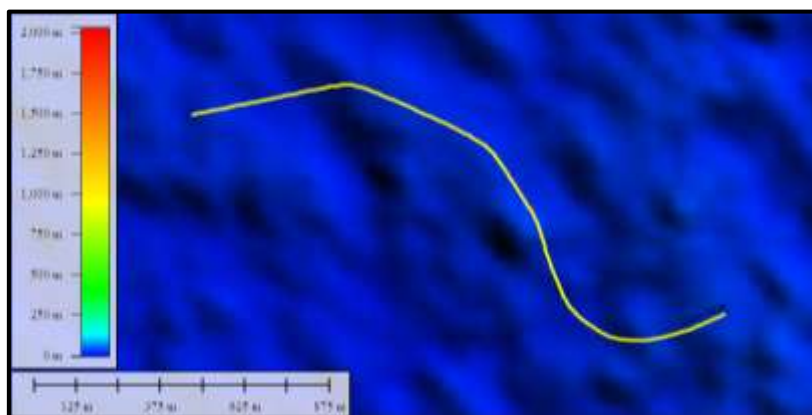
Perencanaan dilakukan pada ruas jalan Betungan – Simpang Kandis Kota Bengkulu. Titik awal dan titik akhir koridor trase jalan diambil menggunakan GPS garmin sepanjang 2000 meter.



Gambar 4. 2 Trase Jalan GPS Garmin

Sumber: Koordinat -3.881707° , 102.352741° , 2025

Setelah mengambil data koordinat dari dari GPS garmin diolah pada *Software Google Eart Pro* untuk mendapatkan garis trase jalan pada lokasi penelitian.



Gambar 4. 3 Kontur Lokasi Penelitian Global Mapper

Sumber : *Global Mapper* Koordinat -3.881707° , 102.352741° , 2025

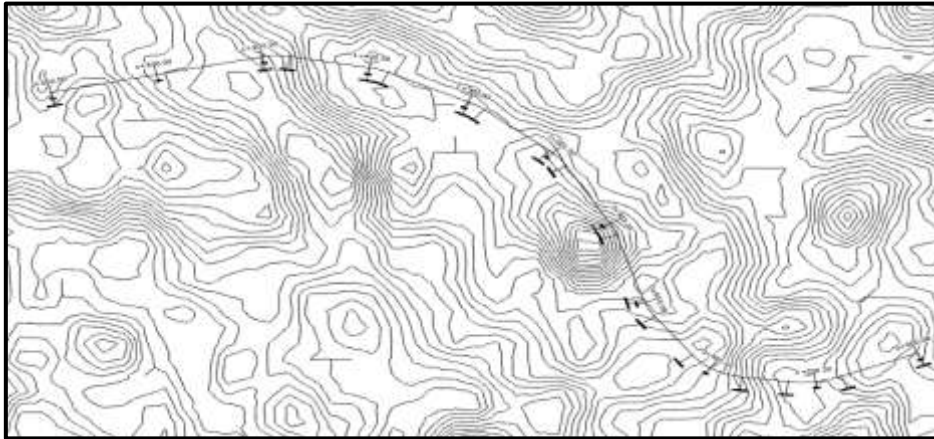
DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.5777>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Untuk mendapatkan kontur dari lokasi penelitian garis trase pada *Software* Google Eart Pro diolah kedalam *Software* Global Mapper sesuai zona grid kota Bengkulu wilayah Indonesia *Universal Transverse Mercator* (UTM) -48 (120°E - 108°E – *Southern Hemisphere*) Datum WGS84.

2. Kontur *Surface Ground Autodesk Civil 3D*

Peta topografi dalam hal ini berupa peta kontur tanah pada sepanjang perencanaan ruas jalan Betungan – Simpang Kandis Kota Bengkulu. Dasar peta kontur *Autodesk Civil 3D* untuk mendapatkan kontur *surface ground* sesuai zona grid kota Bengkulu wilayah Indonesia *Universal Transverse Mercator* (UTM) -48 (120°E - 108°E – *Southern Hemisphere*) Datum WGS84.

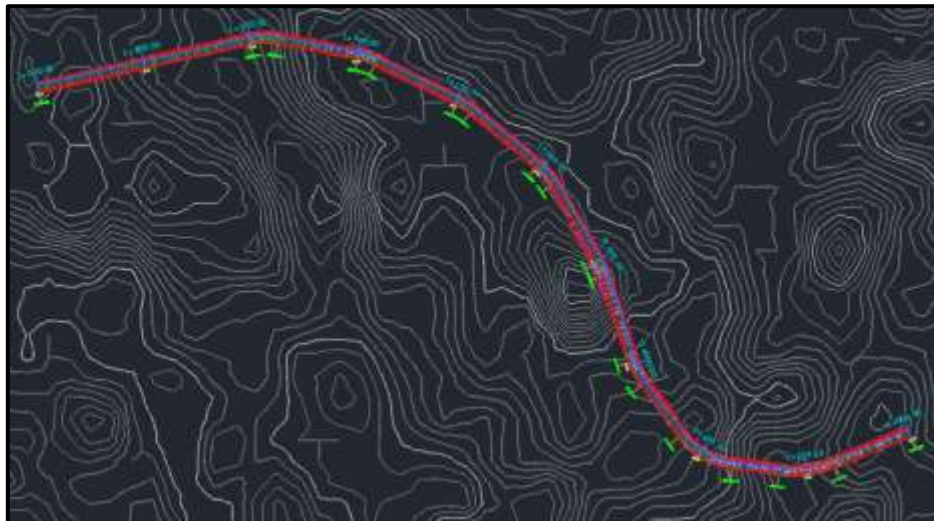


Gambar 4. 4 *Surface Ground* Lokasi Penelitian
Sumber : *Autodesk Civil 3D*

3. *Alignment Horizontal dan Vertikal*

Data teknis perencanaan *Alignment horizontal dan Vertikal* yang digunakan adalah sebagai berikut:

Panjang koridor	= ± 2 km
Lebar lajur	= 2 x 2,5 m / kemiringan 3%
Panjang Lajur	= 5
Lebar bahu	= 1 m / kemiringan 5 %



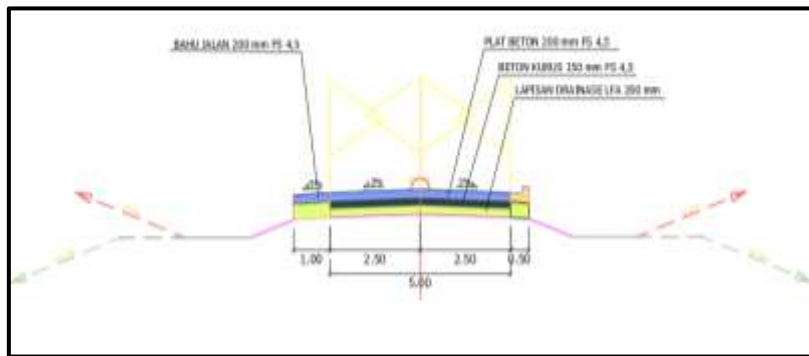
Gambar 4. 5 *Alignment Horizontal*
Sumber : *Autodesk Civil 3D*



Gambar 4. 6 Alignment Vertikal
Sumber : Autodesk Civil 3D

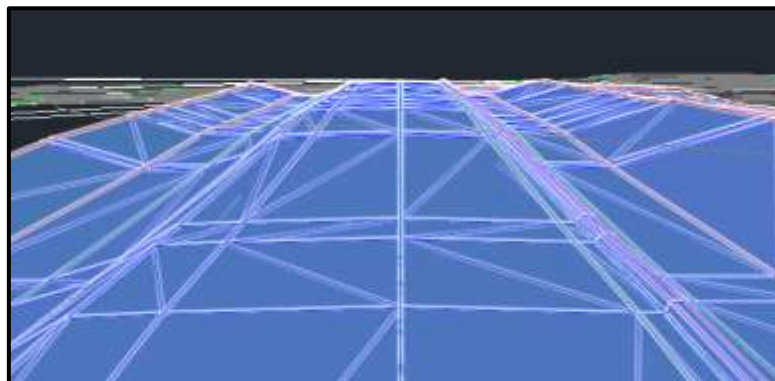
4. Gambar Desain Perkerasan Kaku

Berdasarkan analisis perencanaan perkerasan kaku menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Revisi 2024, maka diperoleh gambar desain perencanaan teknis yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini dan lampiran.



Gambar 4. 7 Tipikal Cross Section Jalan Rencana
Sumber : Autodesk Civil 3D

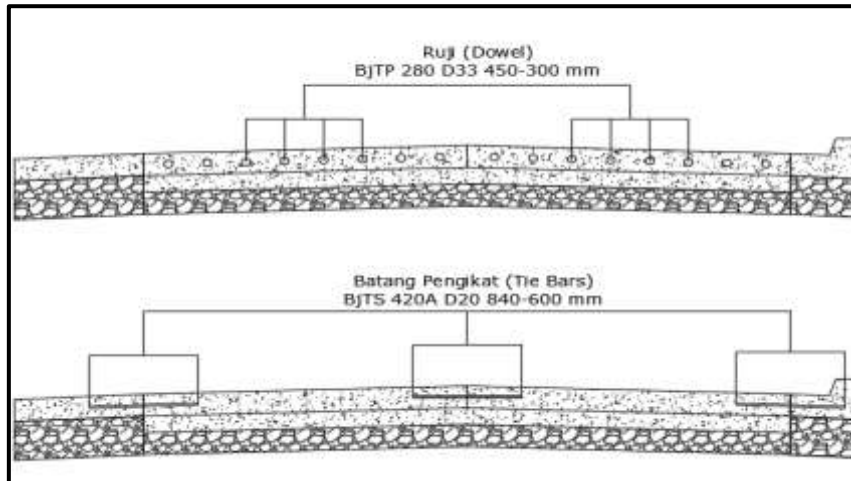
Dalam visualisasi gambar secara 3 Dimensi, *Autodesk Civil 3D* menyediakan berbagai fitur menu visualisasi dalam bentuk perspektif angle maupun secara format video, salah satunya yang menjadi kelebihan adalah fitur “*Drive*” atau mengemudi yaitu dengan fitur ini kita bisa seolah-olah sedang berkendara pada jalan rancangan kita dengan format video. Berikut visualisasi gambar 3D hasil rancangan pada *Autodesk Civil 3D* pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 8 Desain 3D Jalan Rencana
Sumber : Autodesk Civil 3D

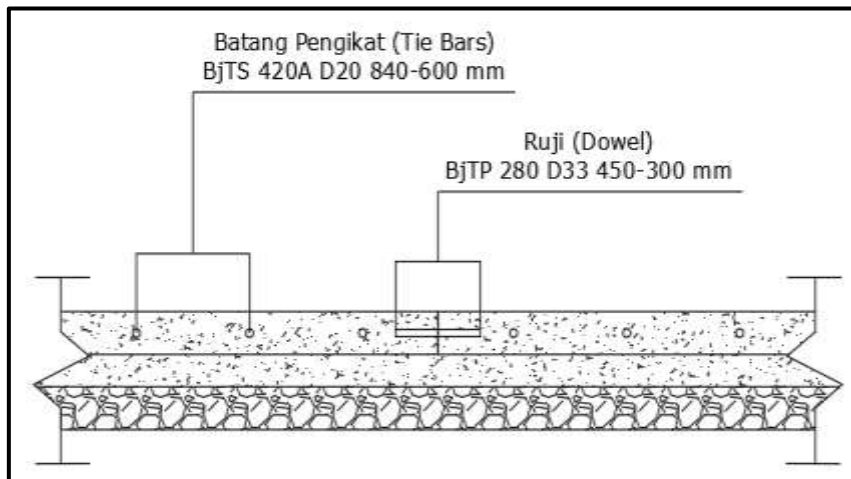
5. Desain Sambungan Melintang (Ruji Dowel) dan Memanjang (*Tie Bar*)

Ruji dowel adalah merupakan sarana yang digunakan sebagai penyambung atau pengikat pada sambungan pelat beton perkerasan kaku, fungsi dari ruji dowel ini merupakan penyalur beban pada sambungan dengan arah melintang. Untuk penentuan dowel pada ketebalan pelat beton 200 mm menggunakan baja tulangan sirip diameter 33 mm dengan ukuran panjang 450 mm serta jarak spasi 300 mm bisa dilihat pada tabel 2.16 dan detail sambungan dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4. 9 Sambungan Melintang
Sumber : Autodesk Civil 3D

Tie Bar adalah sambungan dengan baja tulangan sirip dimana fungsinya adalah meneruskan tekanan dari pelat beton yang satu ke pelat beton yang lain. Untuk penentuan penggunaan Tie Bar pada ketebalan pelat beton 200 mm menggunakan baja tulangan sirip BjTS 420A diameter 20 mm dengan ukuran panjang 840 mm serta jarak spasi 600 mm dan detail sambungan dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4. 10 Sambungan Memanjang
Sumber : Autodesk Civil 3D

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan dalam perencanaan tebal perkerasan kaku dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2024 dan mengimplementasikan Autodesk Civil 3D, pada ruas jalan Betungan – Simpang Kandis, maka kesimpulannya adalah sebagai berikut: 1). Hasil rencana desain tebal perkerasan kaku dengan sambungan tanpa tulangan JPCP dengan tebal pelat beton 200 mm, beton kurus (LMC) 150 mm, lapis drainase (LFA kls A) 200 mm, memakai mutu beton normal kuat tarik lentur (F_s) 4,5 MPa (45

kg/cm²), Kuat tekan (Fc) 33,5 MPa (335 kg/cm²) dengan bahu jalan dengan ukuran beton lebar 2 x 2,5 m, Panjang 5 m dan bahu jalan 1m. 2). Hasil rencana sambungan ruji dowel menggunakan baja tulangan sirip berdiameter 33 mm dengan panjang 450 mm dan jarak spasi 300 mm dan sambungan tie bar menggunakan baja tulangan sirip berdiameter 20 mm dengan panjang 840 mm dan jarak spasi 600 mm. 3). Hasil implementasi *Autodesk Civil 3D* desain perkerasan kaku dengan sambungan tanpa tulangan JPCP didapatkan *output* long section, vertical section, tipikal cross section, detail sambungan ruji dowel, detail sambungan tie bar dan desain visualisasi gambar secara 3 Dimensi rancangan jalan rencana.

Referensi

1. Ananda, R., & Yusuf, M. (2019). *Penerapan software penjadwalan dalam optimasi proyek konstruksi*. Jurnal Manajemen Konstruksi, 7(2), 112–121.
2. Ayu, R., Berutu, S., Andayani, K. W., Kade, I. G., Adi, M., Jurusan Teknik Sipil PN Bali, ... Badung, K. (2024). *Proyek antara metode penambahan tenaga kerja dengan penambahan jam kerja (lembur) pada pembangunan Villa Echo Beach Canggu*, 3, 402–411.
3. Cipta Satria, I. (2022). *BUKU PANDUAN INFRASTRUKTUR, PERENCANAAN JALAN, DAN MASTER PLAN DENGAN AUTODESK CIVIL 3D*. 11.
4. Hariani, M. L., Sugiyanto, M. A., & Septiandri, R. (2022). Aplikasi Software AutoCAD Civil 3D dan MDP 2017 dalam Perencanaan Jalan Raya (Studi Kasus: Ruas Jalan Linggarjati – Cirendang Kabupaten Kuningan). *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 183–196.
5. MDPI, 2024. (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan 2024. *Kementrian PUPR*, 31–52.
6. Muhammad Wardani, & Almuntofa Purwanto. (2024). Redesain Jalan Akses Dermaga IHM Dengan Implementasi Building Information Modelling. *Basement : Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 21–28. <https://doi.org/10.36873/basement.v2i1.12715>
7. Nopriyus, J., & Gusmulyani. (2022). Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku dengan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Bina Marga 2017 (Studi Kasus pada Ruas Jalan Pendidikan Simpang Tiga Kebun Nenas). *Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, dan Komputer (JuPerSaTek)*, 5(2), 181–186. <https://ejournal.uniks.ac.id/index.php/JUPERSATEK/article/view/2763>
8. Nur, N. K., Mahyuddin, Bachtiar, E., Tumpu, M., Mukrim, M. I., Irianto, Kadir, Y., Arifin, T. S. P., Ahmad, N. S., Halim, H., & Syukriah. (2021). Perancangan Perkerasan Jalan. In *Nuevos sistemas de comunicación e información*. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=6x83EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=bachtiar&ots=FqTuI4BZZf&sig=AkcPj78TamCvObV8PD8vBZuzaKM>
9. Pd T-14. (2003). Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003). *Book*, 51.
10. PKJI. (2023). Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 021*, 7393938.
11. Prayoga, R., & Putra, P. (2016). *bersifat memikul serta menyebarkan lalu lintas ketanah dasar*. 5.
12. Putra, K. H., CA, T. M., & Missel, J. V. (2022). Desain Perkerasan Kaku Pada Jalan Kandang–Sememi, Surabaya Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 12(1), 14. <https://doi.org/10.24127/tp.v12i1.2318>
13. Pd T-07-2005-B, P. (2005). Pelaksanaan pekerjaan beton untuk jalan dan jembatan. *Badan Penelitian dan Pengembangan PUPR*, 1–21.
14. Trianziani, S. (2020). *View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk*. 4(November), 274–282.
15. Wahid, K. H., Jalan, H., Kabupaten, P. G., & Progo, K. (2021). *Yogyakarta International Airport Menghubungkan Jalan*. 2, 131–136.