

Analisa Desain Ketebalan *Rigid Pavement* Pada Ruas Jalan Tol Binjai – Langsa

Aura Nabila¹, Yusrizal Lubis²

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan

e-mail: auralangsa3@gmail.com

Abstrak

Pembangunan infrastruktur jalan tol merupakan elemen penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Jalan Tol Binjai–Langsa, sebagai jalur penghubung utama di wilayah Sumatera, memiliki peran strategis dalam memperlancar arus transportasi dan distribusi. Oleh karena itu, kualitas dan ketahanan perkerasan jalan menjadi faktor krusial yang harus diperhatikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ketebalan ideal *rigid pavement* pada ruas Jalan Tol Binjai–Langsa seksi 3 STA 47+425 – 48+025 dengan mempertimbangkan berbagai faktor teknis, seperti beban lalu lintas, daya dukung tanah, dan kesesuaian terhadap standar teknik sipil serta regulasi yang berlaku. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi daya dukung tanah secara efektif serta memastikan keseimbangan antara ketebalan perkerasan dengan performa jangka panjangnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan *rigid pavement* yang ideal berdasarkan perhitungan metode MDPJ2017 adalah 285 mm untuk lapis pelat beton, 100 mm untuk beton kurus, dan 150 mm untuk lapis drainase. Tanah dasar dinilai cukup mendukung beban lalu lintas setelah dilakukan stabilisasi semen setebal 450 mm dengan nilai CBR minimum 7,68%. Ketebalan dan desain yang diusulkan telah sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku serta mempertimbangkan kondisi eksisting di lapangan. Dengan demikian, desain ini tidak hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga menjamin kestabilan, ketahanan, serta efisiensi dalam perencanaan jalan tol jangka panjang.

Kata kunci: Perkerasan Kaku, Ketebalan, Desain, Daya Dukung

Abstract

The development of toll road infrastructure plays a vital role in supporting economic growth and public mobility. The Binjai–Langsa Toll Road, as a main transportation link in the Sumatra region, holds strategic importance in facilitating transportation and distribution flows. Therefore, the quality and durability of pavement structures are crucial factors that must be addressed. This study aims to determine the ideal rigid pavement thickness for the Binjai–Langsa Toll Road section 3 STA 47+425 – 48+025 by considering various technical factors such as traffic load, soil bearing capacity, and compliance with applicable civil engineering standards and regulations. The analysis was conducted to evaluate the effective bearing capacity of the subgrade and to ensure a balance between pavement thickness and long-term performance. The results show that the ideal rigid pavement thickness, based on the MDPJ2017 method, is 285 mm for the concrete slab layer, 100 mm for the lean concrete, and 150 mm for the drainage layer. The subgrade was deemed capable of supporting traffic loads after cement stabilization of 450 mm thickness, with a minimum CBR value of 7.68%. The proposed thickness and design comply with the relevant standards and regulations while considering the actual field conditions. Thus, the design not only meets technical requirements but also ensures stability, durability, and efficiency in long-term toll road planning.

Keywords: Rigid Pavement, Thickness, Design, Load-Bearing Capacity

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan tol merupakan salah satu faktor kunci dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Jalan tol yang baik tidak hanya meningkatkan efisiensi transportasi, tetapi juga mengurangi waktu tempuh dan biaya operasional kendaraan. Dalam konteks ini, Jalan Tol Binjai-Langsa memegang peranan penting sebagai penghubung utama di wilayah Sumatera, sekaligus mendukung pengembangan wilayah sekitarnya. Sebagai salah satu komponen utama dari infrastruktur jalan tol, kualitas dan ketahanan permukaan jalan menjadi sangat penting untuk menjamin umur layanan yang panjang serta kenyamanan dan keamanan pengguna jalan.

Kondisi geografis dan volume lalu lintas yang tinggi menuntut konstruksi jalan tol yang dapat bertahan lama dan memerlukan perawatan minimal. Salah satu teknologi yang digunakan adalah *rigid pavement*, atau perkerasan kaku, salah satu jenis perkerasan jalan yang sering digunakan pada jalan tol karena memiliki berbagai keunggulan, antara lain daya tahan tinggi terhadap beban lalu lintas berat dan kemampuan lebih baik dalam menangani perubahan cuaca ekstrem dibandingkan dengan *flexible pavement* (perkerasan lentur). Desain ketebalan *rigid pavement* menjadi faktor krusial karena mempengaruhi biaya konstruksi, daya tahan perkerasan, serta performa keseluruhan jalan.

Pemilihan dan desain ketebalan *rigid pavement* sangat krusial karena akan menentukan kualitas dan umur layanan dari jalan tol tersebut. Desain yang tepat dapat meminimalisir kerusakan dini dan biaya perawatan, sehingga memastikan jalan tol tetap fungsional dan nyaman bagi pengguna dalam jangka panjang. Sebaliknya, kesalahan dalam desain dapat mengakibatkan masalah struktural yang serius dan membutuhkan biaya perbaikan yang besar.

METODE

Untuk mencapai hasil yang optimal dalam penyelesaian suatu proyek sangat tergantung pada sistem perencanaan sampai pelaksanaannya. Kelancaran suatu pekerjaan didukung oleh adanya unsur-unsur organisasi proyek, dimana masing-masing unsur yang terlibat di dalamnya bertanggung jawab terhadap kelancaran pelaksanaan hingga selesainya proyek. Hubungan satu unsur dengan unsur lainnya saling berkaitan, sehingga diharapkan dapat saling berinteraksi dan saling menunjang sesuai dengan fungsi dan wewenangnya masing-masing agar pelaksanaan proyek dapat berjalan dengan sesuai rencana yang telah ditetapkan.

Nama Perkerjaan	: Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatra ruas Binjai-Langsa dengan panjang kira kira	130,6 km
Lingkup Perkerjaan	: Seksi 1 Binjai–Stabat	11,8 Km
	Seksi 2 Stabat–Tanjung Pura	26,2 Km
	Seksi 3 Tanjung Pura–Pangkalan Brandan	18,9 Km
	Seksi 4 Pangkalan Brandan–Karang Baru	44,2 Km
	Seksi 5 Karang Baru–Langsa	29 Km
Kontraktor Desaign & Build	: PT. Utama Karya Infrastruktur	
Konsultan Pengawas	: PT. Indra karya & PT. Indah karya	
Lokasi Perkerjaan	: Tanjung Pura–Pangkalan Brandan	18,9 Km
Sumber Dana	: Pemerintah Indonesia, Melalui (APBN) & (APBD)	
Jenis Kontruksi	: <i>Rigid Pavement</i>	
Masa Pelaksanaan	: 2021 S/D 2025	
Tahun Anggaran	: 2024	

Lokasi proyek Tol Binjai-Langsa Seksi 3 dari STA 47+425 hingga STA 48+025 merupakan bagian dari pembangunan jalan tol yang menghubungkan Binjai dan Langsa. Dalam area ini, proyek tol sedang dilaksanakan untuk memperluas aksesibilitas dan meningkatkan konektivitas antar kota. Proyek dilaksanakn oleh PT. Utama Karya Infrastruktur. Lokasi penelitian di Proyek jalan Tol Binjai-Langsa pada Gambar berikut:

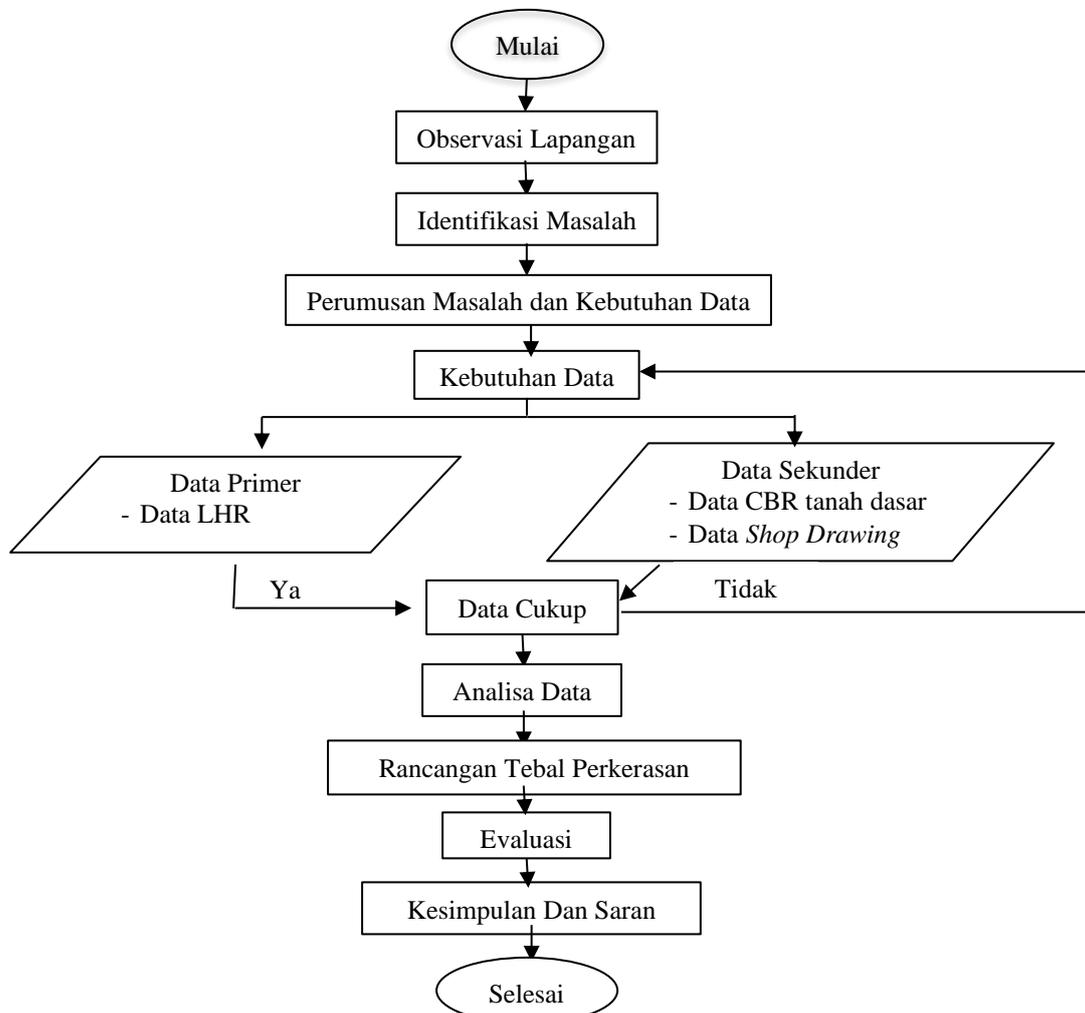


Gambar 1. Lokasi Proyek Jalan Tol Binjai - Langsa Seksi 3 Tanjung Pura–Pangkalan Brandan STA 47+425 s/d 48+025

Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Data Primer
 - Surve LHR dilakukan di Jalan Tengku Amir Hamzah, Kecamatan Binjai Utara, Kota Binjai, Sumatera Utara.
 - Perangkat Lunak: Microsoft Office Excel, G-Maps serta Time Stamp.
- b. Data sekunder
 - Data CBR tanah dasar pada proyek jalan Tol Binjai-Langsa seksi 3 STA 47 + 425 s/d 48 + 025 oleh PT Hutama Karya Infrastruktur.
 - Diagram Alir Rancangan

Alur pengerjaan penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Rancangan

Bagan alir menggambarkan langkah-langkah penelitian dimulai dari pengamatan dan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan perumusan masalah dan penentuan kebutuhan data (data primer dan sekunder). Setelah verifikasi data, dilakukan analisis untuk merancang tebal perkerasan. Proses diakhiri dengan evaluasi, kesimpulan, dan saran. Bagan ini menunjukkan urutan logis dalam mencapai tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Umum

Desain ketebalan rigid pavement pada jalan tol Binjai-Langsa perlu mempertimbangkan performa jangka panjang, optimalisasi ketebalan, dan kepatuhan pada standar. Pavement yang lebih tebal biasanya lebih tahan lama namun lebih mahal dan memakan waktu konstruksi lebih lama. Optimalisasi desain melibatkan analisis, umur rencana, lalu lintas, daya dukung efektif tanah dasar, struktur lapisan perkerasan, jenis sambungan, Menentukan detail desain yang meliputi dimensi pelat beton, posisi *dowel & tie bar*, ketentuan sambungan dan sebagainya.

2. Menentukan Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan. Maka sebelum melakukan perhitungan tebal perkerasan kaku, hendaklah menentukan umur rencana perkerasan sesuai pedoman pada manual desain perkerasan jalan (MDPJ) 2017.

Karena proyek jalan tol Binjai-Langsa menggunakan perkerasan kaku, maka:
Umur rencana (UR) = 40 tahun.

3. Menentukan Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

a. Jumlah Kelompok Sumbu

Pertama, menentukan jumlah kelompok sumbu yang di kalikan dengan jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang akan menghasilkan kelompok sumbu pada tahun 2024, maka akan di jabarkan hasilnya pada Tabel berikut:

Tabel 1. Jumlah kelompok sumbu

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kelompok Sumbu	LHR Tertinggi	Kelompok Sumbu 2024
1	Bus besar	2	83	166
2	Truk 2 sumbu	2	1137	2274
3	Truk 3 sumbu	3	273	819
4	Truk 2 sumbu & trailer penarik 2 sumbu	0	0	0
5	Truk 4 sumbu - trailer	4	50	200
6	Truk 5 sumbu - trailer	5	7	35
7	Truk 6 sumbu - trailer	6	9	54

Sumber: Hasil Perhitungan

b. Faktor Distribusi Lajur (DL)

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Dikarenakan jumlah lajur yang direncanakan sebanyak dua pada setiap jalur, didapatkan nilai distribusi lajur (DL) adalah 80. Dari tabel nilai distribusi lajur dalam bentuk persen (%), maka:

$$DL = 80 \left(\frac{1}{100} \right)$$

$$DL = 0,80$$

Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Pada lokasi survei tidak ditemukannya jumlah kendaraan niaga yang cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

Maka:

Distribusi lajur (DL) = 0,80

Distribusi arah (DD) = 0,50

c. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Lokasi jalan tol yang direncanakan berada di Jl Tengku Amir Hamza, Binjai, Sumatera Utara. Untuk faktor pertumbuhan lalu lintas yang digunakan adalah kolom Sumatera, baris arteri dan perkotaan adalah 4,83.

$$i = 4,83 \left(\frac{1}{100}\right)$$

$$i = 0,048$$

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*):

Diketahui : UR = 40

I = 0,048

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i}$$

$$R = \frac{(1+0,01 \times 0,048)^{40} - 1}{0,01 (0,048)}$$

$$R = \frac{0,01938}{0,00048}$$

$$R = 40,37906$$

Keterangan :

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

UR = umur rencana

I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

d. Beban Kumulatif Kelompok Sumbu

Selanjutnya menentukan beban kumulatif kelompok sumbu selama umur rencana. Dengan cara mengalikan kelompok sumbu 2024,365 hari,distribusi lajur, distribusi arah, dan umur rencana. Maka akan di jabarkan hasilnya pada Tabel berikut:

Tabel 2. Beban Kumulatif Kelompok Sumbu

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kelompok Sumbu	Jumlah Kelompok Sumbu tahun 2024 – 2064
1	Bus besar	166	978626,9
2	Truk 2 sumbu	2274	13406009,4
3	Truk 3 sumbu	819	482828,7
4	Truk 2 sumbu & trailer penarik 2 sumbu	0	0
5	Truk 4 sumbu - trailer	200	1179068,5
6	Truk 5 sumbu - trailer	35	206337
7	Truk 6 sumbu - trailer	54	318348,5
Kumulatif			16571219,1

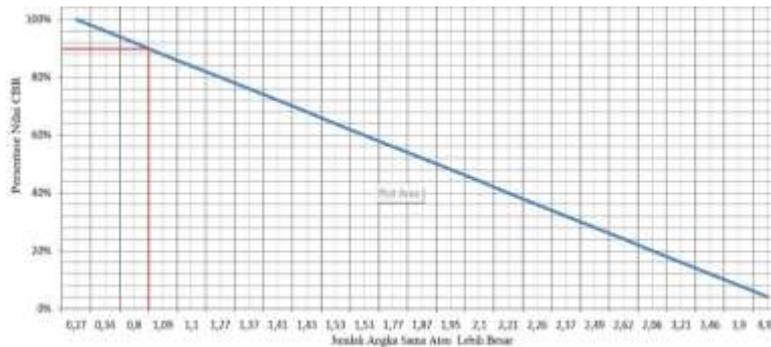
Sumber: Hasil Perhitungan

4. Menentukan Struktur Fondasi Jalan

a. Penentuan Segmen Tanah Dasar Yang Seragam

Menentukan segmen tanah dasar yang seragam menggunakan metode persentil sesuai dengan anjuran pada manual desain perkerasan jalan (MDPJ) 2017. Nilai CBR yang dipilih adalah nilai persentil ke 10, yang berarti 10% data segmen yang bersangkutan lebih kecil atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut. Atau 90% dari data CBR pada segmen seragam tersebut lebih besar atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut. Dari data nilai CBR yang di dapat langkah selanjutnya melakukan metode perhitungan CBR karakteristik yang diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar lalu menentukan persentasenya.

Selanjutnya mencari nilai CBR 90% dengan cara grafik. Dengan cara sumbu y dengan nilai 90% akan di tarik lurus horizontal hingga mengenai grafik. Setelah itu tarik garis vertikal ke bawah, dan ujung garis akan menunjukkan angka CBR. Gambar berikut merupakan grafik penentuan CBR 90% :



Gambar 3. Grafik penentuan CBR 90%

Sumber:Hasil Perhitungan

Grafik pada Gambar di atas digunakan untuk menentukan nilai CBR 90% dengan cara menarik garis horizontal dari titik 90% pada sumbu y hingga memotong kurva, lalu ditarik vertikal ke bawah ke sumbu x untuk mendapatkan nilai CBR 90%.

b. Desain Fondasi Jalan Minimum

Setelah mencari nilai segmen tanah dasar yang seragam, selanjutnya menentukan apakah perlu atau tidak perbaikan tanah dasar untuk fondasi.

- Nilai CBR =6%, diperlukan perbaikan tanah dasar
 - Nilai CBR >6%, tidak diperlukan perbaikan tanah dasar
 - Dikarenakan CBR yang didapat sebesar 0,96%, maka tanah dasar perlu perbaikan berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan. Untuk ketentuan stabilisasi semen sebagai berikut:
1. Tebal total tanah dasar stabilisasi adalah 150 mm s/d 300 mm.
 2. Menggunakan alat pemadat *padfoot* dengan berat statik 18 ton.
 3. Material perbaikan tanah dasar berbutir halus (klasifikasi A4 sampai dengan A6).
 4. Harus menentukan nilai CBR rencana untuk stabilisasi tanah dasar

Rumus menentukan daya dukung material (CBR) stabilisasi sebagai berikut:

$$CBR_{stabilisasi} = CBR_{tanah\ asli} \times 2^{(tebal\ lapis\ stabilisasi\ dalam\ mm)/150}$$

Diketahui:

$$CBR\ tanah\ asli = 0,96\%$$

$$Tebal\ lapis\ stabilisasi = 150\ mm\ s/d\ 300\ mm$$

Percobaan pertama jika asumsi tebal stabilisasi sebesar 150mm

$$CBR_{stabilisasi} = 0,96 \times 2^{150/150}$$

$$CBR_{stabilisasi} = 0,96 \times 2$$

$$CBR_{stabilisasi} = 1,92\% \text{ belum melebihi nilai CBR } 6\%$$

Percobaan kedua jika asumsi tebal stabilisasi sebesar 300mm

$$CBR_{stabilisasi} = 0,96 \times 2^{300/150}$$

$$CBR_{stabilisasi} = 0,96 \times 2^2$$

$CBR_{stabilisasi} = 3,84\%$, belum melebihi nilai CBR 6%

Percobaan ketiga jika asumsi tebal stabilisasi sebesar 450mm

$$CBR_{stabilisasi} = 0,96 \times 2^{450/150}$$

$$CBR_{stabilisasi} = 0,96 \times 2^3$$

$CBR_{stabilisasi} = 7,68\%$, sudah melebihi nilai CBR 6%

Maka untuk stabilisasi harus memiliki nilai CBR sebesar 7,68% dikarenakan sudah melibihi batas minimum nilai CBR tanah dasar.

5. Menentukan Daya Dukung Efektif Tanah Dasar

a. Tinggi Minimum Timbunan Untuk Drainase Perkerasan

Tinggi minimum timbunan sangat penting guna menjaga perkerasan tetap dalam keadaan kering walaupun ketika muka air banjir sedang naik. Karena seperti yang kita ketahui bahwa beton sangat rentan terhadap air. Karena pada perencanaan adalah tentang jalan bebas hambatan, maka hasil yang di dapat adalah:

Tinggi tanah dasar diatas muka air tanah = 1200 mm (jika ada drainase bawah permukaan di median)

= 1700 mm (tanpa drainase bawah permukaan di median)

Tinggi tanah dasar diatas muka air banjir = 500 mm (banjir 50 tahunan)

b. Desain Timbunan

Diketahui:

Kumulatif beban lalu lintas 40 tahun = 20 juta ESA

Muka air tanah efektif level permukaan = 1200 mm (jika ada drainase bawah permukaan di median)

= 1700 mm (tanpa drainase bawah permukaan di median)

Muka air banjir rencana 10 tahunan (asumsi) = 500 mm

Lapis drainase = 150 mm

Superelevasi = 5%

Lebar perkerasan = 10200 mm

Batas izin penurunan = 100 mm

1. Persyaratan tinggi minimum di atas muka air tanah yang dilengkapi dengan drainase bawah permukaan di median = 1200 mm
Perkiraan penurunan setelah konstruksi = 100 mm
Tebal lapis drainase = 150 mm
Perbedaan tinggi superelevasi = 510 mm
Total = 1960 mm
2. Persyaratan tinggi minimum di atas muka air tanah tanpa dilengkapi dengan drainase bawah permukaan di median = 1700 mm
Perkiraan penurunan setelah konstruksi = 100 mm
Tebal lapis drainase = 150 mm
Perbedaan tinggi superelevasi = 510 mm
Total = 2460 mm
3. Tinggi minimum di atas muka air banjir = 500 mm
Perkiraan penurunan setelah konstruksi = 100 mm
Muka air banjir di atas elevasi tanah asli = 500 mm
Perbedaan tinggi superelevasi = 510 mm
Total = 1610 mm

Dari perhitungan di atas dipilih tinggi minimum timbunan sebagai berikut.

1. 1960 mm jika menggunakan drainase bawah permukaan di median.
2. 2460 mm jika tanpa dilengkapi dengan drainase bawah permukaan di median.

Penambahan tinggi harus dilakukan terhadap elevasi alinyemen vertikal yang ditunjukkan dalam gambar teknik untuk mengantisipasi:

1. Penurunan pasca konstruksi.
2. Perbedaan superelevasi atau lereng melintang dari titik terendah ke garis kendali alinyemen vertikal.

6. Menentukan Struktur Lapisan Perkerasan Kaku

Sesuai dengan ketentuan Binamarga dalam manual desain perkerasan jalan (MDPJ) 2017.

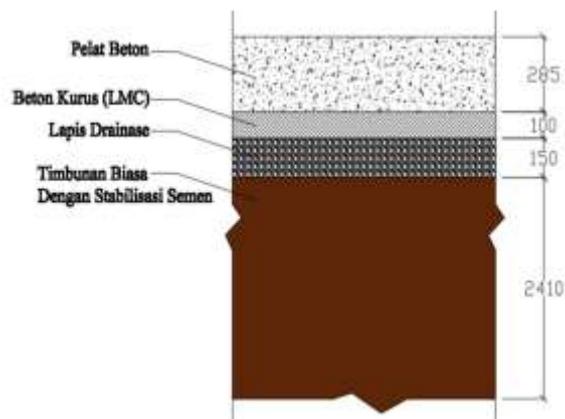
Diketahui:

Umur rencana = 40 Tahun
Jumlah kelompok sumbu = 16571219,1
= $16,57 \times 10^6$ (Hal 52)

Karena jumlah kelompok sumbu lebih dari $4,3 \times 10^6$, maka termasuk ke dalam kategori lalu lintas berat. Jumlah kelompok sumbu selama 40 tahun didapatkan sebesar 16571219,1. Maka termasuk kedalam struktur perkerasan R3 yaitu $< 25,8 \times 10^6$, Jadi struktur perkerasan kaku nya yaitu:

Tebal pelat beton = 285 mm
lapis fondasi LMC = 100 mm
Lapis drainase = 150 mm
Dowel & bahu beton = Ya

Gambar berikut merupakan struktur perkerasan kaku hasil perencanaan, yaitu:



Gambar 4. Struktur Perkerasan Kaku

Sumber: Hasil Penelitian

7. Menentukan Jenis Sambungan

Karena jumlah kelompok sumbu 40 tahun sebesar 20 juta ESA, maka masuk ke dalam kategori lalu lintas berat. Lalu lintas berat dalam bagan desain struktur perkerasan mengharuskan sambungan menggunakan *dowel* dan *tie bars*.

1. *Dowel*

Berfungsi untuk menghambat retakan yang terjadi supaya tidak menjalar ke segmen selanjutnya dengan setengah besi *dowel* di atas atau di lapis plastik biar tidak terkunci mati oleh beton. Memakai besi polos.

2. *Tie bars*

Berfungsi untuk menahan gaya-gaya tarik maksimum, dan menjaga tepi pelat beton yang berdampingan tetap dalam kontak yang baik antara satu dengan yang lain. Memakai besi berulir.

a. Dimensi Sambungan

Dikarenakan menggunakan sambungan, maka selanjutnya menghitung dimensi ruji dan *tie bars*.

Tebal pelat = 285 mm
 Jenis perkerasan kaku = Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)

4.7.1.1 Dimensi ruji

Menurut Pd T-14-2003, Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 - 5 m. Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Berikut Tabel memaparkan diameter ruji:

Tabel 3. Diameter Ruji

Tebal Perkerasan		Ruji					
		Diameter		Panjang		Jarak	
inci	mm	inci	mm	inci	mm	inci	mm
6	150	0.75	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1.25	32	18	450	12	300
10	250	1.25	32	18	450	12	300
11	275	1.25	32	18	450	12	300
12	300	1.5	38	18	450	12	300
13	325	1.5	38	18	450	12	300
14	350	1.5	38	18	450	12	300

Ataupun jika tidak terdapat ukuran diameter ruji dari tabel diatas maka dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter ruji} &= \frac{1}{8} \times \text{Tebal pelat beton} \\
 \text{Diameter ruji} &= \frac{1}{8} \times 285 \\
 \text{Diameter ruji} &= 35,625 \\
 &= 36 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak sambungan melintang} &= 4 - 5 \text{ m} \\
 \text{Diameter ruji} &= 36 \text{ mm} \\
 \text{Panjang ruji} &= 450 \text{ mm} \\
 \text{Jarak antar ruji} &= 300 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b. Dimensi Tie Bars

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 m sampai 4m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dan berdiameter 16 mm.

Rumus menentukan panjang *tie bars*:

$$\begin{aligned}
 I &= (38,3 \times \emptyset) + 75 \\
 I &= (38,3 \times 16) + 75 \\
 I &= 687,8 \text{ mm} \\
 I &= 700 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

l = Panjang *tie bars*
 \emptyset = Diameter batang ulir

Sesuai ketentuan di Pd T-14-2003, jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm, Maka:

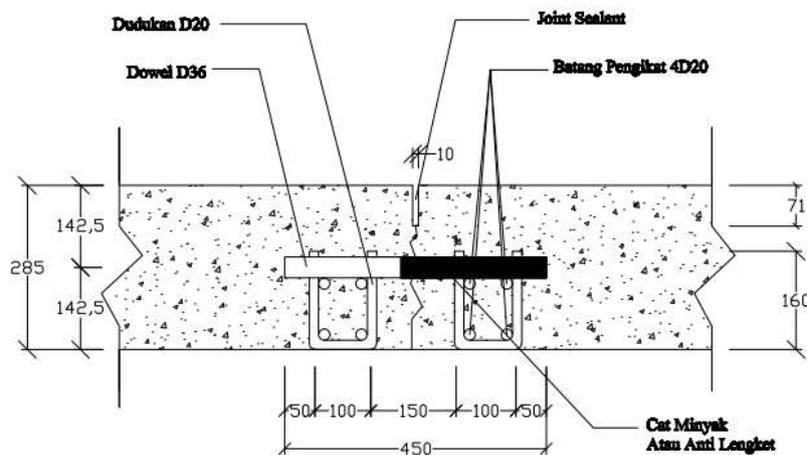
Jarak sambungan memanjang = 3 – 4 m
Diameter *tie bars* = 16 mm
Panjang *tie bars* = 700 mm
Jarak antar *tie bars* = 750 mm

8. Menentukan Detail Desain Sambungan

a. Dowel

Jarak sambungan melintang = 4 – 5 m
Diameter ruji = 36 mm
Panjang ruji = 450 mm
Jarak antar ruji = 300 mm

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Sambungan ruji dilengkapi dengan batang pengikat 20 mm, panjang 84 cm dan jarak 60 cm. Gambar ketentuan sambungan dowel terdapat pada Gambar berikut:



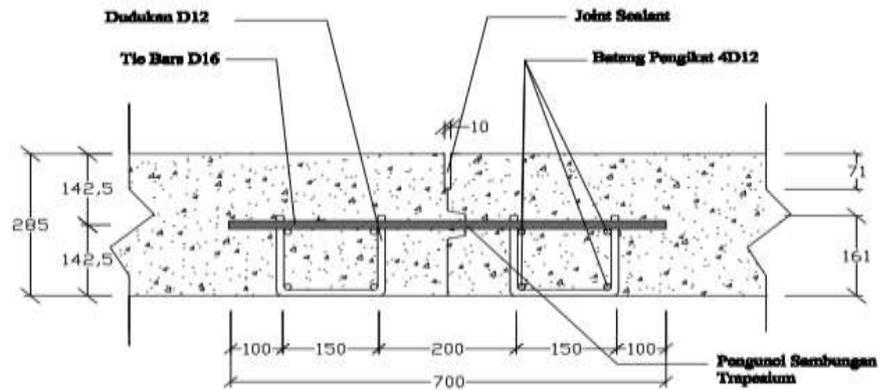
Gambar 5. Sambungan Dowel

Sumber: Hasil Penelitian

b. Tie bars

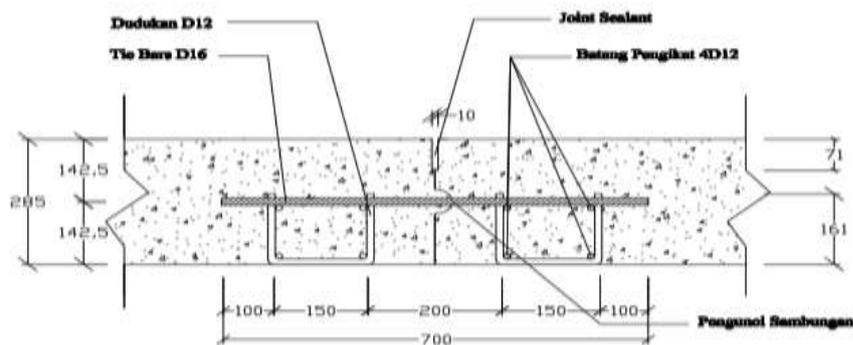
Jarak sambungan memanjang = 3 – 4 m
Diameter *tie bars* = 16 mm
Panjang *tie bars* = 700 mm
Jarak antar *tie bars* = 750 mm

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran. Gambar detail sambungan *tie bars* dengan bentuk penguncian trapesium dan setengah lingkaran terdapat pada Gambar berikut:



Gambar 6. Sambungan tie bars dengan kuncian trapesium

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 7. Sambungan tie bars dengan kuncian setengah lingkaran

Sumber: Hasil Penelitian

Pada tahap analisis, dilakukan serangkaian perhitungan mulai dari penentuan umur rencana, lalu lintas kendaraan, kumulatif beban sumbu, daya dukung tanah dasar, hingga struktur fondasi jalan serta ketebalan perkerasan kaku. Berdasarkan hasil perhitungan, total beban kumulatif selama umur rencana 40 tahun sebesar 16,57 juta ESAL. Analisis struktur fondasi menunjukkan bahwa diperlukan stabilisasi semen pada tanah dasar setebal 450 mm untuk mencapai nilai CBR minimal 7,68%, sehingga mampu mendukung beban lalu lintas yang direncanakan. Desain tebal perkerasan kaku menggunakan metode MDPJ 2017 menghasilkan ketebalan ideal:

- Pelat beton (slab) = 285 mm
- Beton kurus (lean concrete) = 100 mm
- Lapis drainase = 150 mm

Desain ini telah memenuhi persyaratan teknis untuk jalan tol dengan lalu lintas berat dan kondisi tanah eksisting. Pemilihan struktur sambungan seperti penggunaan dowel dan tie bar juga disesuaikan untuk mendukung kinerja sambungan dan menghindari kerusakan akibat beban lalu lintas berulang.

Dengan memperhatikan seluruh parameter teknis ini, desain yang dihasilkan diharapkan mampu menjamin kestabilan struktur, ketahanan jangka panjang, serta efisiensi biaya selama umur rencana.

SIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah:

1. Hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, ketebalan *rigid pavement* yang ideal pada ruas jalan tol Binjai – Langsa ditentukan berdasarkan parameter teknis seperti beban lalu lintas, daya dukung tanah, dan durabilitas perkerasan. Berdasarkan perhitungan metode MDPJ2017. Ketebalan ini diperkirakan mampu menahan beban lalu lintas yang diprediksi serta mempertahankan performa jalan dalam jangka panjang.
2. Hasil uji tanah dan analisis yang dilakukan, daya dukung efektif tanah pada ruas jalan tol Binjai - Langsa bahwa lapisan tanah dasar memiliki kapasitas yang mencukupi untuk mendukung beban lalu lintas. Timbunan tanah setinggi 1960 mm. Dengan stabilisasi semen setebal 450 mm dan nilai CBR stabilisasi sebesar minimum 7,68%.
3. Hasil perhitungan dan analisis, desain ketebalan *rigid pavement* yang diusulkan untuk ruas jalan tol Binjai - Langsa setelah memenuhi standar yang ditetapkan dalam regulasi teknik sipil dan pedoman perkerasan jalan. Ketebalan perkerasan yang diusulkan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Lapis Pondasi Agregat Kelas A: 125 mm. Pelat Beton Semen: 195 mm sudah mempertimbangkan beban lalu lintas, kondisi tanah, serta faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap performa jangka panjang jalan tol. Dengan demikian, desain yang dihasilkan tidak hanya sesuai dengan standar yang berlaku, tetapi juga menjamin kestabilan dan ketahanan perkerasan terhadap beban dinamis yang akan diterima.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, R., & Sudiby, T. (2020). Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Lajur Pengganti pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta Cikampek II Elevated. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(1).
- Darmawan, I., & Prastyanto, C. (2019). Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Probolinggo – Banyuwangi Segmen Probolinggo – Paiton dengan Menggunakan Perkerasan Kaku. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2).
- Febriani, D. T. (2019). Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Pada Tanah Lunak Di Jalan Antar Kota Menggunakan Metode Aashto Tahun 1993. *Jurnal Civronlit Unbari*.
- Ghony, T. L. D., Suprpto, B., & Rachmawati, A. (2020). Studi Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Ruas Jalan Ngoro – Pekukuhan (STA 3 +000 – 13 + 000) Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(2).
- Hakim, L. (2018). *Perencanaan Geometrik dan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Jalan Kelompok Tani Melambang Kecamatan Tenggarong Kabupaten Kutai Kartanegara*.
- Lusyana, Ali, S., & Putra, F. (2019). *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metoda Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, Pada Ruas Jalan Padang - Bukittinggi, Batang Anai*. 6th ACE Conference.
- Rachardi, & Kurniawan, R. (2018). Analisis Tebal Perkerasan Jalan Rigid DiKecamatan Sinar Peninjauan. *Jurnal Deformasi*, 3-2.
- Ridwan, A., & Romadhon, F. (2019). Analisis Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Jalan Plosoklaten - Gedangsewu Kabupaten Kediri. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan*, 9(2), 1.
- Suganda, I., saputra, H., & Zulkarnain. (2018). *Perencanaan Tebal Perkerasaan Kaku dengan Metode Manual Desain Perkerasaan 2017*. Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT).
- Sumina, & Priyanto, K. (2020). Perbandingan Perencanaan Perkerasan Jalan Rigid Pavement dengan Menggunakan Metode SNI Pd T-14-2003 Dan NAASRA. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 25(2).