

Analisa Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Pada Proyek Jalan Tol Medan-Binjai Seksi 3 STA 14+800 – 12+800

Ivan Ricardo, Semangat Debataraja, S.T., M.T., Heri Indra S.T., M.T.

Email: ivanricardo499@gmail.com

semangattuadebataraja@gmail.com

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Darma Agung Medan.

Abstrak

Pembangunan jalan tol pada lokasi tersebut secara khusus dimaksudkan untuk mobilisasi lalu lintas daerah semayang menuju Binjai dan sebaliknya dan juga agar masyarakat dapat meminimalisir waktu tempuh menuju Binjai. Secara umum direncanakan untuk melakukan pengembangan jalan dan mengatasi kemacetan lalu lintas, akibat jumlah penduduk, mobilisasi ekonomi dan sosial masyarakat yang bertambah setiap tahunnya. Pada analisa perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Pada Proyek Jalan Tol Medan-Binjai Seksi 3 STA 14+800 – 12+800 digunakan metode Pd T-14-2003. Pada perhitungan pembangunan jalan tol dengan 2 jalur 4 lajur 2 arah terbagi dinilai cukup memenuhi kapasitas lalu lintas hingga tahun 2040. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sehingga dapat diambil tebal Rigid pavement setebal 23 cm dan lean concrete setebal 15 cm. Didapatkan juga jarak antar sambungan 5 m dengan D baja polos sebesar 36 mm. Dimana sambungan ruji dengan panjang 45 cm dan jarak antar ruji sebesar 30 cm.

Kata kunci: *perkerasan kaku, Pd.T-14-2003, rancangan tebal, perkerasan.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan sebagai prasarana transportasi sangat dibutuhkan bagi masyarakat baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Dari segi kuantitas harus dapat memenuhi kebutuhan akan jalan, misalnya dengan menambah jaringan yang ada. Sedangkan dari segi kualitasnya diharapkan diperoleh dari struktur perkerasan jalan yang mampu melayani lalu lintas sesuai dengan umur yang direncanakan. Perkerasan yang ada di Tol Medan-Binjai tersebut adalah perkerasan kaku yang mana perkerasan jalan yang terdiri atas plat beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah di atas tanah dasar. Dibagian bahu terdapat bahu dalam dan bahu luar, setelah bahu luar terdapat rounding yang mana terdapat guardrail yang berfungsi agar kendaraan tidak terpelantai keluar jalur saat kecelakaan. Setelah itu terdapat saluran samping yang memiliki bentuk segitiga.

1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Menganalisis tebal perkerasan kaku pada proyek jalan Tol Medan – Binjai seksi 3.
2. Menentukan Tebal Perkerasan Kaku dengan

menggunakan SNI 2003 pada proyek Jalan Tol Medan – Binjai Seksi 3 STA 12+800 - 14+800 dan membandingkan dengan hasil analisis perencanaan.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Uraian Umum

Jalan Tol adalah suatu lintas jalan yang merupakan alternatif dari lintas jalan umum yang ada, mempunyai spesifikasi jalan bebas hambatan dan jalan tol hanya diperuntukkan bagi pemakai jalan yang menggunakan kendaraan bermotor roda 4 atau lebih dengan membayar tol (Pasal 14 UU No.13 tahun 1980). Pemilikan dan hak penyelenggaraan jalan tol ada ditangan pemerintah. Maksud penyelenggaraan jalan tol adalah untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasil – hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah secara adil, dimana pembinaannya memakai dana yang berasal dari masyarakat yakni pembayaran jalan tol. Sedangkan tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi untuk menunjang pertumbuhan ekonomi di wilayah yang tidak tinggi tingkat perkembangannya (Pasal 2 Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 1990).

2.2 Jenis Konstruksi Pengerasan Jalan

Pengerasan jalan adalah campuran antar agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen dan tanah liat. Berdasarkan pengikatnya, konstruksi pengerasan jalan dapat dibedakan atas:

- 2.2.1 Konstruksi pengerasan lentur (Flexible Pavement)
- 2.2.1 Konstruksi pengerasan kaku (Rigid Pavement)
- 2.2.3 Konstruksi pengerasan komposit (Composite Pavement)

III. METODE PENULISAN

3.1 Lokasi Proyek

Objek studi kasus untuk penulisan skripsi ini adalah Analisa Perencanaan Jalan Tol Medan- Binjai Seksi 3. Yang berada pada Provinsi Sumatera utara Pada Stationing yaitu STA 12+800 - 14+800. Dimana titik koordinat dapat kita lihat pada gambar:



**Gambar 3.1. Gambar Lokasi Proyek
Gerbang Tol Semayang
3°37'51.81"U 98°34'49.89"U**

3.2 Tahapan Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus dilakukan dengan tujuan mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Adapun dalam tahapan persiapan meliputi:

- 1) Studi pustaka terhadap materi skripsi untuk menentukan garis besar permasalahan Menentukan kebutuhan data yang akan digunakan
- 2) Menggali informasi melalui instansi terkait yang dapat dijadikan sebagai narasumber.

- 3) Survei ke lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan.

Persiapan di atas harus dilakukan dengan cermat untuk menghindari adanya bagian-bagian yang terlupakan ataupun pekerjaan berulang. Sehingga pekerjaan pada tahap pengumpulan data yang tidak maksimal.

3.3. Pengumpulan Data

Data-data yang mendukung penyusunan skripsi ini secara keseluruhan didapat dari proyek pembangunan jalan tol Medan- Binjai seksi III sebagai data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui pengumpulan data yang sudah ada hasil penelitian atau survei konsultan. Adapun data yang dikumpulkan meliputi sebagai berikut:

1) Data Gambar

Data Gambar merupakan gambar rencana yang diberikan oleh PT HUTAMA KARYA Sumatera Utara, yang berisikan gambar situasi proyek baik dalam bentuk potongan memanjang maupun potongan melintang, yang berisikan koordinat pada lokasi proyek.

2) Data Tanah

Data Tanah (CBR) merupakan hasil pengujian langsung di lapangan maupun pengujian di laboratorium. Data ini diperlukan untuk menentukan besaran nilai daya dukung tanah dalam menahan /mendukung beban yang bekerja di atasnya, yaitu beban yang bekerja di atas pengerasan jalan. Dimana Data ini diperoleh dari PT HUTAMA KARYA Provinsi Sumatera Utara.

3) Data LHR

Data LHR berfungsi untuk menentukan kapasitas jalan dan menghitung tebal pengerasan. Dimana Data ini diperoleh dari PT HUTAMA KARYA Provinsi Sumatera Utara.

Analisis Data

Data Sekunder yang diperoleh dari instansi yang berwenang akan digunakan dalam menganalisis parameter yang akan digunakan dalam skripsi ini. Analisis yang dilakukan dalam skripsi ini adalah perhitungan Tebal Pengerasan Kaku menggunakan Metode SNI 2003 (Pd T-14 – 2003)

3.4. Perencanaan tebal pengerasan beton semen

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung

berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi.

Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%.

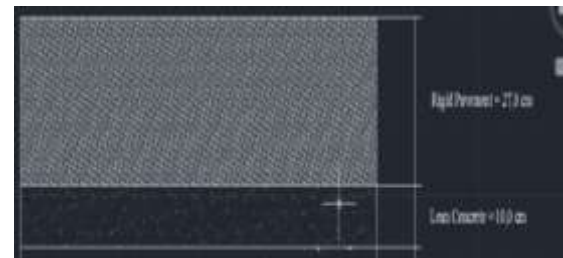
Tabel 3.1 Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan beton semen

Langkah	Uraian Kegiatan
1	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan. (Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan dengan ruji)
2	Tentukan apakah menggunakan bahu beton atau bukan. (Tanpa Bahu Beton)
3	Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana sesuai dengan Gambar 3.2 (Menggunakan 2 Lajur 2 Arah)
4	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih.
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari (f_{cf})
6	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (FKB)
7	Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman)
8	Tentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT
9	Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekuivalen (TE) oleh kuat tarik-lentur (f_{cf}).
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban (F_{kb}) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda 65 kN (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi
11	Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
12	Hitung persentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13	Dengan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.
14	Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang terbaca yang masing-masing menapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
18	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19	Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi 100%. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

3.5. Hasil Perencanaan Perencana

Dari hasil perencana tebal perkerasan diperoleh :

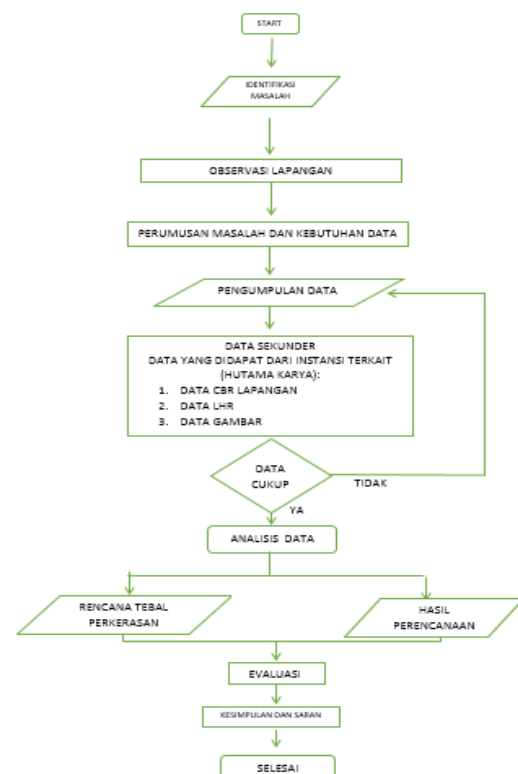
- Direncanakan jalan Tol Medan – Binjai seksi III menggunakan Beton Bertulang Tanpa Tulangan (BBTT)
- Lapis pondasi bawah menggunakan Lean Concrete setebal 10 cm
- Tebal plat beton sebesar 27 cm.



Gambar 3.3. Hasil Tebal Perencanaan Perencana

3.6 Bagan Alir

Adapun bagan alir analisis yang akan digunakan ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.4 Bagan alir rencana

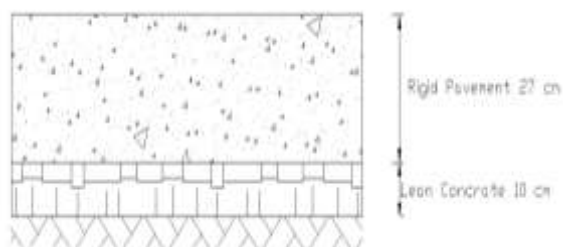
IV. PEMBAHASAN

4.1 Data Penunjang erencanaan

Tabel 4.1 Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan beton semen

Langkah	Uraian Kegiatan
1	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa rui, bersambung dengan rui, atau menerus dengan tulangan. (Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan dengan rui)
2	Tentukan apakah menggunakan batu beton atau bukan. (Tanpa Batu Beton)
3	Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana sesuai dengan Gambar 3.2 (Menggunakan 4 Lajur 2 Arah)
4	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih.
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari (f_{ct})
6	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (FKB)
7	Takir tebal pelat beton (takiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman)
8	Tentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT

9	Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekuivalen (TE) oleh kuat tarik-lentur (f_{ct}).
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban (FKb) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 kN (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi.
11	Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi n untuk fatik, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
12	Hitung persentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi n .
13	Dengan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah repetisi n untuk erosi.
14	Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi n .
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban n yang terbaas yang masing-masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap



Gambar 4.1. Hasil Tebal Perencanaan Perencana Pada Jalan Tol

4.2 PEMBAHASAN

Berikut merupakan uraian perhitungan dari proyek jalan tol Medan – Binjai STA 12+800 14+800 yang berupa perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode SNI 2003

4.2.1 Menentukan Jumlah lajur

Jalur lalu lintas adalah salah satu jalur lalu lintas dari suatu sistem jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan memiliki tanda batas jalan maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut tabel di bawah :

Tabel 4.2. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 7,5$ m	1 lajur
$7,5$ m $< L < 8,25$	2 lajur
$8,25 < L < 11,25$ m	3 lajur
$11,25 < L < 15,00$ m	4 lajur

Lebar jalur rencana adalah **7 m**. Kemudian nilai dari koefisien distribusi kendaraan yang lewat pada jalur rencana yaitu kendaraan ringan dimana berat total lebih kecil dari 5 ton misalnya sedan, pick up, sedangkan kendaraan berat dimana berat total lebih kecil dari 5 ton misalnya bus, truck, dan trail, sedangkan dari koefisien distribusi dari kendaraan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 lajur	1	1	1	1
2 lajur	0,6	0,6	0,7	0,6
3 lajur	0,4	0,4	0,5	0,475
4 lajur	0	0,3	0	0,42
5 lajur	0	0,25	0	0,425
6 lajur	0	0,2	0	0,4

Koefisien distribusi kendaraan dengan 4 lajur 2 arah dengan **C = 0.45**

4.2.2 Menentukan Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun. *Analisis Tebal Rigid Pavement Dengan Metode Bina Marga Pd T-14-2013 (Studi Kasus : Sp. Air Hitam – Sp. Gemar Menabung Kota Pekanbaru.*

4.2.3. Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan Lalu lintas sebesar 7.7% data tersebut diperoleh dari hasil rata-rata pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) kota Medan selama 10 tahun terakhir. Pertumbuhan PDRB diambil sebagai patokan pertumbuhan lalu lintas, mengingat bahwa PDRB adalah salah satu indikator yang dapat dijadikan sebagai ukuran perkembangan ekonomi suatu daerah yang berkorelasi dengan aktifitas transportasi di daerah tersebut. Hal itu dapat dilihat berdasarkan tabel dibawah ini

Tabel 4.4 Laju Pertumbuhan PDRB 2010

Kategori Usaha	Tahun 2010 Laju Pertumbuhan PDRB (Persen)									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A. Pertanian, Kehutanan dan Perikanan	3,71	2,33	6,31	3,96	5,01	6,39	1,09	0,79	2,95	7,32
B. Pertambangan dan Penggalian	0,66	2,34	2,68	2,73	4,40	5,01	3,00	5,16	3,39	3,46
C. Industri Pengolahan	4,20	5,03	1,87	4,90	1,59	2,39	1,55	3,69	5,71	3,23
D. Perdagangan, Akomodasi dan Jasa	4,33	4,78	9,54	11,04	10,12	2,45	16,73	7,33	13,44	0,39
E. Pengangkutan, Informasi dan Komunikasi	4,99	7,98	7,73	6,42	8,01	6,67	3,06	4,00	3,78	4,11
F. Konstruksi	7,62	5,45	7,16	8,05	8,09	8,95	8,43	8,92	9,60	7,49
G. Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	6,13	5,97	6,78	6,53	6,54	9,34	8,64	8,82	6,88	9,39
H. Transportasi dan Pergudangan	6,13	6,62	7,98	6,46	1,46	11,61	11,76	8,47	8,17	5,76
I. Pendidikan, Akomodasi dan Makan Minum	7,52	6,56	6,81	6,04	8,63	9,63	6,55	8,63	11,20	7,01
J. Informasi dan Komunikasi	8,52	8,71	8,85	7,35	1,83	9,55	9,93	9,94	9,63	6,87
K. Jasa Keuangan dan Asuransi	2,08	1,99	0,75	3,89	5,57	4,78	6,98	7,41	8,61	7,53
L. Real Estate	5,19	7,35	6,68	5,02	7,51	8,70	8,04	8,20	8,55	7,89
M. Jasa Persewaan	5,87	7,53	7,29	6,65	4,94	6,66	6,78	6,14	9,47	5,99
N. Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	6,72	8,57	1,19	1,19	1,32	7,09	7,29	10,65	11,99	12,94
P. Jasa Pendidikan	5,95	6,22	4,91	6,70	8,54	8,36	8,30	8,46	5,50	5,32
Q. Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	4,68	8,52	8,50	9,40	9,95	11,81	9,87	12,06	12,26	9,10
R. S. T. U. Jasa Lainnya	6,97	7,28	7,97	7,16	6,97	8,05	8,05	5,91	6,98	6,87
PDRB	5,59	5,92	5,81	6,37	5,74	6,07	5,86	7,06	7,79	7,02

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di

mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1 + i)^{ur} - 1}{i}$$

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas
I = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.
UR = Umur rencana (tahun)
R = $((1+0,077)^{40}-1)/0,077$
= 239,4409

4.2.4. Analisis Lalu-Lintas Kendaraan Niaga

Tabel 4.5 Jumlah Total Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	LHR	Satuan
1	Sedan, Jeep, Station wagon	1089	Kendaraan
2	Oplet, Pick-up Oplet, Mini Bus, Combi, dan mini bus	2	Kendaraan
3	pick up, micro truk, dan mobil hantaran	590	Kendaraan
4	bus kecil	415	Kendaraan
5	bus besar	333	Kendaraan
6	truk 2 sumbu (4 roda)	408	Kendaraan
7	truk 2 sumbu (6 roda)	123	Kendaraan
8	truk 3 sumbu	382	Kendaraan
9	truk gandengan	34	Kendaraan
10	truk semi trailer	11	Kendaraan
11	truk trailer 4 sumbu	39	Kendaraan
12	truk trailer 5 sumbu	10	Kendaraan
13	truk trailer 6 sumbu	13	Kendaraan

Tabel 4.6 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis Dan Bebannya.

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jumlah Sumbu		STRT		STRG		STRH	
	RD	RB	RGD	RGR	bb	bb	bs	bs	bs	bs	bs	bs
Mobil Perumpang	1	1			3881							
Bus	3	5			748	2	1496	3	748	5	748	
Truk 2 as kecil	2	4			408	2	816	2	408			
Truk 2 as Besar	5	8			123	2	246	5	123	8	123	
Truk 3 as	6	14			382	2	764	6	382		14	382
Trailer	6	14	5	5	187	4	428	5	187			
Total					3750		2790		871		489	

Tabel 4.7 Perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) Selama umur rencana

Jenis Kendaraan	Jumlah sumbu kendaraan (bb)	pertumbuhan lalu lintas (%)	pertumbuhan lalu lintas (R)	koefisien distribusi (C)	hari dalam tahun	JSKN rencana
1	2	3	4	5	6	7x24x365
Mobil Perumpang						
Bus	1496	7,7	239,4	0,45	365	58627877,7
Truk 2 as kecil	816	7,7	239,4	0,45	365	13991787,8
Truk 2 as Besar	246	7,7	239,4	0,45	365	3674738,0
Truk 3 as	764	7,7	239,4	0,45	365	10046722,4
Trailer	428	7,7	239,4	0,45	365	14812457,1
Total	3750					147472774,5

Jumlah sumbu kendaraan niaga harian (JSKNH)
= 3750

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN)

$$= \text{JSKNH} \times 365 \times R \times C$$

$$= 147472774$$

Tabel 4.8. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

Jenis sumbu	Beban sumbu (ton)	Jumlah sumbu	Proporsi beban	Proporsi sumbu	Lalu lintas rencana	Repetisi yang terjadi
1	2	3	4	5	6	7
STRT	6	489	0,20	0,64	147472774,48	19231475,47
	5	337	0,14	0,64	147472774,48	13253593,52
	4	408	0,17	0,64	147472774,48	16045893,64
	3	748	0,31	0,64	147472774,48	29413538,86
	2	408	0,17	0,64	147472774,48	16045893,64
Total		2389,9	1,00			
STRG	8	123	0,14	0,23	147472774,48	4837365,00
	3	748	0,88	0,23	147472774,48	29413538,86
Total		871	1,00			
STRG	14	489	1,00	0,13	147472774,48	19231475,47
Total		489				147472774,48

4.2.5 Perhitungan Tebal Pelat Beton

Untuk menentukan tebal pelat beton dibutuhkan beberapa data yang telah ditentukan sebelumnya yaitu sebagai berikut.

Jenis perkerasan: BBT dengan Ruji

Jenis bahu: Tanpa Bahu beton

Umur rencana: 40 tahun

JSKN: $147472774 = 1,47 \times 10^8$

Mutu Beton: K-400

Kuat Tarik Lentur Beton (f_{cf}): 4,321 Mpa

Jenis Lapis Pondasi Rencana: CBK (Campuran Beton Kurus)

4.2.5.1 Faktor keamanan beban

Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel

Tabel 4.9 Faktor keamanan beban

No.	Penggunaan	Nilai F_{ks}
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survei beban (weight-in-motion) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

4.2.5.2 CBR Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai dengan

SNI 03- 1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2%, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian CBR dilapangan

No	STA	Posisi	Nilai CBR (%)
1	12+800	I	12,48
2	12+800	C1	21,59
3	13+000	R	1,91
4	13+200	L	4,27
5	13+400	R	0,08
6	13+600	L	1,83
7	13+800	R	4,46
8	14+000	L	5,31
9	14+200	R	4,94
10	14+400	I	9,91
11	14+600	R	6,21
12	14+800	I	9,16

CBR segmen = $\text{CBR rata-rata} - (\text{CBR maks} - \text{CBRmin})/R$

Nilai CBR Segmen

$$= 6,01 - (18,03 - 0,08)/3,18$$

Nilai CBR Segmen = 0,37%

Tabel 4.11 Nilai R untuk jumlah titik pengamatan nilai CBR

Jumlah titik pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

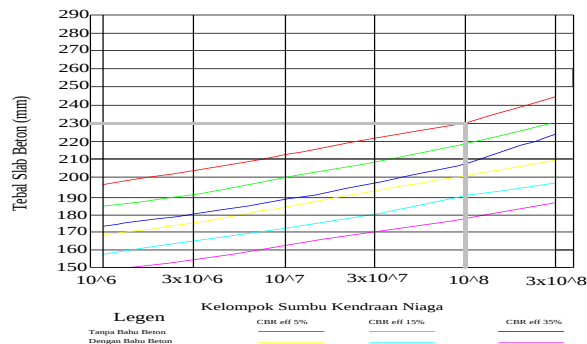
4.2.5.3 Penentuan Tebal Pondasi Bawah

Berdasarkan SNI 03- 1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %. Berdasarkan hasil perhitungan penulis didapatkan CBR tanah dasar rencana sebesar 0,37%. Sehingga digunakan Campuran Beton Kurus (CBK) sebesar 150 mm/15cm. Berdasarkan gambar 2.24 dengan CBR tanah dasar < 2 % (0,37%) dan jenis pondasi yang digunakan yaitu 150 mm CBK

(Campuran Beton Kurus) maka tebal CBR tanah dasar efektif yaitu 5% .

4.2.5.3 Tebal Taksiran Pelat Beton

Berdasarkan nilai kelompok sumbu kendaraan niaga dan CBR eff yang sudah didapat maka didapatkanlah tebal slab beton rencana. Tebal slab beton rencana dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Grafik perencanaan $F_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu lintas dalam Kota dengan Ruji, $KFB=1,1$. Berdasarkan kelompok sumbu kendaraan niaga sebesar $1,4 \times 10^8$ dan CBR Efektif sebesar 5% dan tanpa menggunakan bahu beton. Didapatkan tebal slab beton 230 mm

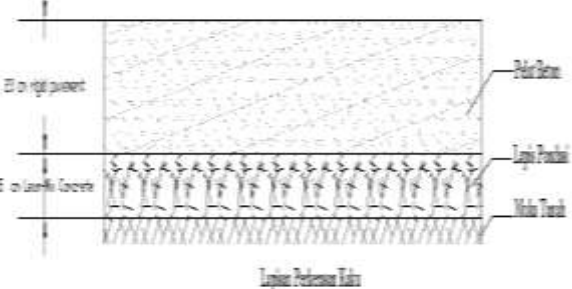
4.2.5.4 Tegangan Ekvivalen dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Tanpa Bahu Beton

Tabel 4.12 Tegangan Ekvivalen dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Tanpa Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Efektif Tanah	Tegangan Setara			Faktor Erosi Dengan Ruji/Beton Bertulang		
210	50	0,88	1,49	1,35	2,1	2,65	2,82

Tahapan berikutnya adalah menghitung repetisi ijin untuk masing-masing beban per roda pada kelompok sumbu. Perhitungan ini menggunakan nomogram sesuai dengan yang tercantum pada Pd T-14-2003 tentang perencanaan perkerasan jalan beton semen. Perhitungan repetisi ijin yang digunakan. Kemudian melakukan analisis fatik dan erosi berdasarkan perhitungan beban rencana per roda, faktor tegangan dan erosi, repetisi ijin fatik dan erosi serta persen rusak fatik dan erosi. Persen rusak fatik dan erosi diperoleh

dari hasil pembagian repetisi yang terjadi dengan repetisi ijin dan dikalikan dengan 100%. Hasil dari persen rusak fatik dan erosi pada masing-masing sumbu diakumulasi. Apabila total persen rusak fatik dan erosi $> 100\%$, maka dihitung ulang dengan mempertebal pelat beton perkerasan sedangkan apabila persentase rusak fatik dan erosi $\leq 100\%$, maka dapat digunakan sebagai tebal pelat beton perkerasan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.13 di bawah ini.



Gambar 4.4 Penampang Perkerasan Kaku Rencana

Tabel 4.13 Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban rencana roda (KN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi Tabel 8 atau 9	Analisa fatik		Analisa erosi	
	ton	KN				Repetisi ijin	Persen rusak (%)	Repetisi ijin	Persen rusak (%)
1	2	3	4	5	6	7=4*100/6	8	9=4*100/8	
STR	6	60	33	18231475,47	FE = 0,88	TT	0	TT	0
	5	50	27,5	13253593,52		TT	0	TT	0
	4	40	22	16045893,64	FE = 2,05	TT	0	TT	0
	3	30	16,5	29413538,86		TT	0	TT	0
	2	20	11	16045893,64	FRT = 0,204	TT	0	TT	0
STRG	8	80	22	4837365,00	FE = 1,49	TT	0	TT	0
					FE = 2,65				
	5	50	13,75	29413538,86	FRT = 0,345	TT	0	TT	0
STRIG					FE = 1,35				
	14	140	19,25	18231475,47	FE = 0,82	TT	0	3,32+08	5,49+0728
					FRT = 0,312				
Total							0,0% <100%		5,5% <100%

TE=tegangan ekvivalen; FRT=faktor rasio tegangan; FE=faktor erosi; TT=tidak terbasas
Kerusak rusak fatik <0% <100% maka perencanaan tebal pelat 23 cm (jika)

Dari hasil perhitungan analisa fatik dan erosi pada Tabel 4.8 dengan ketebalan 23 cm, diperoleh rusak fatik sebesar 0% dan rusak akibat erosi 5,5%. Sehingga angka tersebut masih memenuhi persyaratan, karena kerusakan fatik maupun kerusakan akibat erosi tidak melebihi 100%. Nilai tersebut merupakan nilai aman dan tidak perlu dinaikkan untuk perhitungan tebal pelat beton. Berdasarkan perhitungan tersebut, ketebalan pelat beton 23 cm memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai perkerasan kaku pada ruas jalan Tol Medan – Binjai seksi 3.

Dengan demikian hasil analisis tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) berdasarkan Petunjuk Perencanaan Jalan Beton Semen yang

diterbitkan oleh Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Pd T-14-2003, diperoleh nilai tebal perkerasan sebesar 23 cm. Lapisan yang berada di bawah pelat beton yaitu *subbase* berupa *lean mix concrete* dengan tebal 15 cm juga dimasukkan ke dalam bagian struktur perkerasan. Gambar untuk penampang perkerasan dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah ini.

4.2.5.5 Penulangan Pelat Beton

Tahap selanjutnya menentukan penulangan pada pelat beton dimana diketahui sebagai berikut:

1. Jenis Perkerasan :Beton Bertulang Tanpa Tulangan (BBTT)
2. Tebal Pelat Beton 230 mm
3. Lebar Pelat 7 m (2 lajur 1 arah)
4. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m (karena panjang pelat 5m)
5. Ruji digunakan baja polos D 36 mm panjang 45cm dan jarak 30 cm Berdasarkan tebal pelat beton yaitu 230 mm

Tabel 4.14 Diameter Ruji

No	Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	125 < h < 140	20
2	140 < h < 160	24
3	160 < h < 190	28
4	190 < h < 220	33
5	220 < h < 250	36

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm,

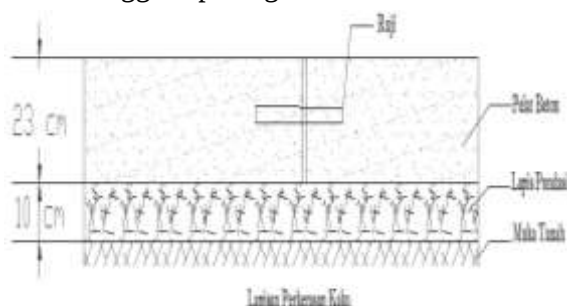
6. Batang Pengikat (Tie Bars)

Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU- 24 dan berdiameter 16 mm. Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

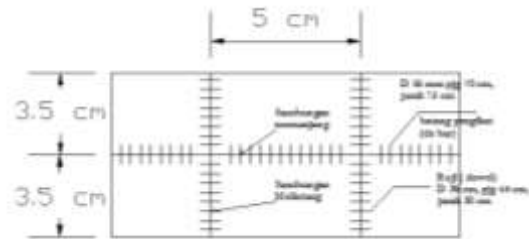
$$L = (38,3 \times \square) + 75 \\ = 687,8 \text{ mm} = 70 \text{ cm}$$

Berdasarkan Pd T-14-2003 Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75cm

7. Sehingga dapat digambarkan :



Gambar 4.5 Tampak Atas Penulangan Ruji dan Tie Bar



Gambar 4.6 Tampak Samping Penulangan Ruji

V. KESIMPULAN

Dari Analisa Perhitungan maka diperoleh data-data yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Analisa Perencanaan Jalan Tol Medan - Binjai Seksi III STA 12+800 – 14+800 dengan empat lajur dua arah terbagi (4/2D) dinilai cukup memenuhi kapasitas lalu lintas sampai tahun 2056, faktor ini didasarkan atas perkiraan pertumbuhan lalu lintas 7,7% setiap tahunnya.
2. Dari analisa perhitungan tebal pelat beton, diperoleh tebal Rigid Pavement 23 cm dan Lean Concreate 15 cm. Dimana hasil perhitungan perencana didapatkan Rigid Pavement 27 cm dan Lean Concreate 10 cm.
3. Berdasarkan analisa jarak antar sambungan yaitu 5 m dengan diameter baja polos sebesar 36 mm. Dimana sambungan dilengkapi dengan ruji dengan panjang 45 cm dan jarak antar ruji 30 cm
4. Dari hasil analisa ada beberapa faktor yang membuat hasil dari analisis berbeda dengan hasil perencanaan,yaitu :
 - a) berdasarkan metode yang digunakan, menurut penulis perencana menggunakan metode Bina Marga 2010 dikarenakan metode ini lebih sering digunakan di lapangan.
 - b) Berdasarkan nilai pengujian CBR dilapangan hal itu dapat terjadi dikarenakan jumlah titik yang digunakan perencana ada 21 titik dan penulis hanya menggunakan 12 titik saja.
 - c) Berdasarkan pertumbuhan lalu lintas, menurut penulis perencana menggunakan PDRB kota Binjai dikarenakan jalan yang dibangun menghubungkan kota Binjai. Sedangkan penulis menggunakan PDRB kota Medan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, Perencanaan perkerasan jalan beton semen (2003) UU No.38 Tahun 2004



- pasal 8 (2004) Tentang jalan PP No.43 tahun 1993 pasal 11 (1993). Tentang Prasarana dan Kelas Jalan*
- Herlina I.S. (2018) *Analisa Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode Pd T-14-2003 dan AASHTO 1993.*
- M.Fakhruriza; Rindu Twidi; Niken Lestari.(2015)*Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga 2003*