

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERENCANAAN PERKERASAN
RIGID DENGAN PERBANDINGAN METODE
BINA MARGA (2003) DAN NAASRA (1987)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

YASIR UMBRAN PURBA
15072I0094



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Yasir Umbran Purba

NPM : 1507210094

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Perkerasan Rigid dengan Perbandingan Metode Bina marga 2003 dan Naasra 1987.

Bidang ilmu : Transportasi,

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 05 Juli 2019

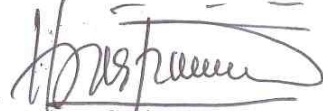
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Andri, ST, MT.

Dosen Pembimbing II / Penguji



Ir. Sri Asfiati, MT.

Dosen Pembanding I / Penguji



Ir. Zurkiyah, MT

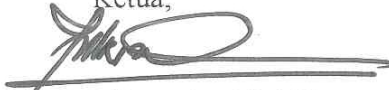
Dosen Pembanding II / Penguji



Hj. Irma Dewi, ST, MSc

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Yasir Umbran Purba

Tempat /Tanggal Lahir : Bangun Purba / 06 April 1997

NPM : 1507210094

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Perencanaan Perkerasan Rigid dengan Perbandingan Metode Bina marga 2003 dan Naasra 1987”,

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 05 Juli 2019

Saya yang menyatakan,



Yasir Umbran Purba

ABSTRAK

ANALISIS PERENCANAAN PERKERASAN *RIGID* DENGAN PERBANDINGAN METODE BINA MARGA (2003) DAN NAASRA (1987)

Yasir Umbran Purba
1507210094
Andri. ST, MT
Ir. Sri Asfiati, MT

Jalan Pesisir Pantai Sialang Buah, Serdang Bedagai sering mengalami banjir apabila turunya hujan dalam volume yang berlebih yang mengakibatkan jalan tersebut mengalami kerusakan, untuk mengantisipasi agar jalur tersebut tidak cepat rusak maka jalur tersebut menggunakan perkerasan kaku, maka dalam penelitian ini adalah membahas tentang perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan struktur yang terdiri dari plat beton semen yang bersambung (tidak menerus), atau menerus, tanpa atau dengan tulangan terletak diatas lapis pondasi bawah, tanpa atau dengan lapisan aspal sebagai lapis permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan, mengetahui perbedaan hasil perhitungan tebal lapis perkerasan kaku dengan metode Bina Marga Pd T-14-2003 dan metode NAASRA 1987 (*National Associations of Australian State Road Authorities 1987*) dan mengetahui perbandingan tebal perkerasan kaku pada Jalan Pesisir Pantai Sialang Buah. Pengumpulan data dilakukan melalui survey data lalu lintas harian pada jalur tersebut dan nilai CBR dari Kementerian Pekerjaan Umum. Data yang didapat digunakan untuk menghitung tebal perkerasan kaku dengan metode Bina Marga 2003 dan NAASRA 1987. Berdasarkan dari hasil perhitungan didapat tebal perkerasan kaku pada Bina Marga 2003 adalah 24 cm dan tulangan berdiameter 16 mm dengan jarak 500 mm. Sedangkan NAASRA 1987 adalah 22 cm dan tulangan berdiameter 16 mm dengan jarak 500 mm.

Kata kunci : Perkerasan kaku, CBR, LHR, Curah Hujan, *Ekivalen*.

ABSTRACT

ANALYSIS OF PAVEMENT PLANNING RIGID WITH COMPARISON OF MARINE BINA METHODS (2003) AND NAASRA (1987)

Yasir Umbran Purba
1507210094
Andri. ST, MT
Ir. Sri Asfiati, MT

Coastal Road of Sialang Buah Beach, Serdang Bedagai often experienced flooding if the excessive volume of rain falling into the road was damaged, to anticipate that the lane would not be damaged quickly then the pathway used rigid pavement pavement, in this study discusses rigid pavement, namely structural pavement consisting of cement concrete plates which are continuous (continuous), or continuous, without or with reinforcement located above the bottom foundation layer, without or with asphalt layer as the surface layer. The purpose of this study was to determine the rigid pavement layer thickness is needed, knowing the difference calculation results thick rigid pavement with a method of Highways Pd T-14-2003 and methods NAASRA 1987 (National Associations of Australian State Road Authorities 1987) and know benchmarking rigid pavement thickness on the Sialang Buah Coastal Road. Data collection is carried out through daily traffic data surveys on the route and CBR values from the Ministry of Public Works. The data obtained were used to calculate the rigid pavement thickness by the method of Bina Marga 2003 and NAASRA 1987. Based on the calculation results obtained the thickness of rigid pavement in Bina Marga 2003 was 24 cm and reinforcement with a diameter of 16 mm with a distance of 500 mm. Whereas NAASRA 1987 was 22 cm and reinforced 16 mm in diameter with a distance of 500 mm.

Keywords: Rigid Pavement, CBR, LHR, Rainfall, Equivalent.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Perencanaan Perkerasan *Rigid Pavement* dengan Melakukan Perbandingan Metode Bina marga 2003 dengan NAASRA 1987” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Andri, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Sri Asfiati, MT, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Zurkiyah, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Hj. Irma Dewi, ST, Msi, selaku Dosen Pembimbing II dan selaku sekretaris Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST MSc, selaku Ketua Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas

Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
9. Orang tua penulis: Bapak Japen Purba, dan ibu Karolina br Barus, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Sahabat-sahabat penulis: Muhammad Fadlan R, Sriana Dwi Puspa, Ananda Yogi P, Fadhillah Khairul R, Fatahillah, Sujud Sangaji, Muksal Mina, M Teguh Restu Adji, Bagoes Dwi L, T Reza Fahlevi, Syahri Ramadhan, M Fadilah S Pulungan, T Yuan R, Arif Rahman, Ari Handoko, Ade Ariandu dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan 05 Juli 2019

Yasir Umbran Purba

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIFSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Desain perkerasan kaku	5
2.2. Pengertian Perkerasan	6
2.3. Perkerasan Kaku	6
2.4. Material yang digunakan pada perkerasan kaku	7
2.4.1. Portland cement	7
2.4.2. Agregat kasar	8
2.4.3. Agregat halus Pasir <i>sand</i>	9
2.4.4. Air	9
2.4.5. Baja-tulangan <i>reinforcing steel</i>	10
2.5. Sambungan pada perkerasan Beton	10

2.6. Definisi Jalan	11
2.7. Klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya	11
2.8. Daya dukung tanah dasar dan (CBR)	12
2.9. Faktor Regional (FR)	12
2.10. Indeks Permukaan (PI)	12
2.11. Batas minimum tebal lapisan perkerasan	13
2.12. Lalu lintas	13
2.13. Volume Lalulintas	13
2.14. Kapasitas	15
2.15. Tingkat Pelayanan	16
2.16. Jarak Pandangan	16
2.17. Perencanaan Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga	17
2.17.1. Perkerasan Jalan	17
2.17.2. Kekuatan Beton yang Digunakan	18
2.17.3. JSKN selama Usia Rencana	18
2.17.4. Perencanaan Tulangan	19
2.17.5. Batang Pengikat <i>Tie Bar</i> dan Ruji <i>Dowel</i>	19
2.17.6. Perhitungan tebal pelat beton	22
2.18. Perencanaan Perkerasan Kaku Metode NAASRA	23
2.18.1. Kekuatan Beton yang Digunakan	23
2.18.2. Jumlah sumbu kendaraan niaga	25
2.18.3. Perencanaan tulangan	26
2.18.4. Menghitung Nilai CBR	27
2.18.5 Batang Pengikat (<i>Tie Bar</i>) dan Ruji (<i>Dowel</i>)	28

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Metode dan Tahapan Penelitian	29
3.2. Lokasi Penelitian	30
3.3. Data <i>Existing</i> Jalan	31
3.4. Metode Penelitian	31
3.4.1. Data Primer	28
3.4.2. Data Sekunder	28
3.5. Data Survey lapangan	32

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perhitungan dan Pengumpulan Data	45
4.2. Besaran Rencana Perkerasan Kaku	45
4.2.1. Umur Rencana	45
4.3. Data Existing Jalan	46
4.4. Menghitung Lalu Lintas Harian Rata – rata Awal Umur Rencana	46
4.5. Menghitung Nilai CBR <i>California Bearing Ratio Segmen</i>	47
4.6. Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode Bina Marga 2003	47
4.6.1. Analisis Lalu Lintas	47
4.6.2. Perhitungan Tebal Pelat Beton	49
4.6.3. Perhitungan Tulangan	50
4.6.4. Perhitungan <i>Tie Bar</i>	51
4.6.5. Perhitungan <i>Dowel</i>	52
4.7. Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode NAASRA 1987	52
4.7.1. Perhitungan Mutu Beton Rencana	52
4.7.2. Perhitungan Beban Lalu Lintas Rencana	52
4.7.3. Perhitungan Kekuatan Tanah Dasar	53
4.7.4. Perhitungan Pelat Beton	53
4.7.5. Perhitungan Tulangan	54
4.7.6. Perhitungan <i>Tie Bar</i>	56
4.7.7. Perhitungan <i>Dowel</i>	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Klasifikasi Jalan (Direktorat Jendral Bina Marga, Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya,	11
Tabel 2.2: Batas tebal minimum setiap lapis perkerasan kaku	13
Tabel 2.3: <i>Ekivalen</i> mobil penumpang jalan perkotaan terbagi (MKJI, 1997).	15
Tabel 2.4: Nilai Koefisien Gesekan (μ) (Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14- 2003).	19
Tabel 2.5: Diameter Ruji (Perencanaan Perkerasan Beton Semen, Pd-T-14-2003).	20
Tabel 2.6: Jumlah Lajur berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana.	20
Tabel 2.7: <i>Lanjutan</i> .	21
Tabel 2.8: Faktor Keamanan Beban (FKB) (Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14- 2003).	21
Tabel 2.9: Koefisien Gesekan antara pelat beton semen dengan lapisan pondasi dibawahnya. (SKBI 2.3.28, 1988).	27
Tabel 2.10: Nilai R untuk perhitungan CBR segmen (Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14- 2003).	27
Tabel 2.11: Ukuran <i>tie bar</i> (Portland cement association, PCA, 1975).	28
Tabel 2.12: Ukuran dan jarak batang <i>dowel (Ruji)</i> yang di sarankan (<i>Principles of pavement design by yoder & Witczak, 1975</i>).	28
Tabel 3.1: Data LHR di Sialang Buah pada hari Senin.	32
Tabel 3.2: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Selasa.	33
Tabel 3.3: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Rabu.	
Tabel 3.4: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Kamis	34
Tabel 3.5: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Jum-at	34
Tabel 3.6: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Sabtu	35
Tabel 3.7: Data Lalu Lintas Harian 2019 pada hari Minggu	35
Tabel 3.8: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 00 + 00	36
Tabel 3.9: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah STA 0 + 200.	37
Tabel 3.10: <i>Lanjutan</i> .	38
Tabel 3.11: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA)	

0 + 400.	38
Tabel 3.12: <i>Lanjutan.</i>	39
Tabel 3.13: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 600..	39
Tabel 3.14: <i>Lanjutan.</i>	41
Tabel 3.15: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 800.	41
Tabel 3.16: <i>Lanjutan</i>	42
Tabel 3.17: Data Curah Hujan Serdang Bedagai 2015 (Badan Meteorologo, Kalimotologi, dan Geofisika. Stasiun Sampali).	42
Tabel 3.18: <i>Lanjutan.</i>	43
Tabel 3.19: Data Curah Hujan Serdang Bedagai 2016 (Badan Meteorologo, Kalimotologi, dan Geofisika. Stasiun Sampali).	43
Tabel 3.20: Data Curah Hujan Serdang Bedagai 2017 (Badan Meteorologo, Kalimotologi, dan Geofisika. Stasiun Sampali).	44
Tabel 4.1: LHR Awal Umur Rencana Tahun 2019 (surve lapangan).	46
Tabel 4.2: Data CBR Lapangan (surve lapangan).	46
Tabel 4.3: Perhitungan repetisi sumbu kendaraan (surve lapangan).	47
Tabel 4.4: Sumbu berdasarkan Jenis dan Bebannya (surve lapangan).	48
Tabel 4.5: Analisis Fatik dan Erosi (surve lapangan).	49
Tabel 4.6: Perhitungan Repetisi Beban (surve lapangan).	52
Tabel 4.7: <i>Lanjutan.</i>	53
Tabel 4.18: Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi (Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14- 2003).	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Lapis Perkerasan Kaku (Lulie, 2004)	5
Gambar 2.2: <i>Portland cement</i> (Lulie, 2004)	8
Gambar 2.3: Agregat Kasar (Lulie, 2004)	8
Gambar 2.4: Agregat Halus (Lulie, 2004)	9
Gambar 2.5: Air (Lulie, 2004)	9
Gambar 2.6: Baja Tulangan (Lulie, 2004)	10
Gambar 2.7: Susunan lapisan perkerasan kaku, (Lulie, 2004)	18
Gambar 2.8: Pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen	22
Gambar 2.9 : CBR tanah dasar Efektif dan tebal pondasi bawah	22
Gambar 2.10: Grafik perencanaan tebal taksiran beton.	23
Gambar 3.1: Bagan Tahap Penelitian	29
Gambar 3.2: Lokasi penelitian	30
Gambar 3.3: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 00	37
Gambar 3.4: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 200	38
Gambar 3.5: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 400	39
Gambar 3.6: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 600	41
Gambar 3.7: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 800	42

DAFTAR NOTASI

A_s	= luas penampang tulangan baja (mm ² /m lebar pelat)
A_t	= Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm ²)
b	= Jarak terkecil antar sambungan (m)
C	= Koefisien Distribusi Arah
Cd	= Koefisien distribusi
F	= koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan dibawahnya
$f'c$	= Kuat tekan beton
Fcf	= Kuat lentur
F_s	= kuat-tarik ijin tulangan (MPa)
H	= tebal pelat beton (m)
i	= pertumbuhan lalu lintas
K	= konstanta
L	= jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)
M	= berat per satuan volume pelat (kg/m ³)
n	= perencanaan dan pelaksanaan
R	= banyaknya pengambilan titik pengujian
μ	= koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah
φ	= Diameter batang pengikat yang dipilih (mm)

DAFTAR SINGKATAN

BS	= Bebab Sumbu
BP	= Bahan Pengikat
CBK	= Campuran Beton Kurus
CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
EMP	= Ekvivalen mobil penumpang
FKB	= Faktor Keamanan Beban
FE	= Faktor Erosi
FTR	= Faktor Erosi Tegangan
HV	= <i>Heavy Vehicles</i>
JS	= Jumlah Sumbu
JSKN	= Jumlah sumbu kendaraan Niaga
JSKNH	= Jumlah sumbu kendaraan maksimum harian pada saat tahun ke 0
LHR	= Lalulintas Harian Rata-rata
LV	= <i>Light Vehicles</i>
MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
MPA	= Mega Paskal
MC	= <i>Motorcycle</i>
NAASRA	= <i>National Association of Australian State Road Authorities</i>
RB	= Roda Belakang
RD	= Roda Depan
RGB	= Roda Ganda Belakang
RGD	= Roda Ganda Depan
STRT	= Sumbu tunggal roda tunggal
STRG	= Sumbu tunggal roda ganda
STdRG	= Sumbu tandem roda ganda
STRG	= Sumbu tridem roda ganda
SMP	= Satuan Mobil Penumpang
SNI	= Standar Nasional Indonesia
TE	= Tegangan Ekvivalen
TT	= Tidak Terbatas

UR = Umur rencana
VJP = Volume Jam Perencanaan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan raya merupakan suatu lintasan sasaran transportasi yang berfungsi untuk menjangkau satu tempat ketempat lainnya. Kondisi jalan bangunan yang tidak layak lagi untuk dilewati kendaraan akibat turunnya tanah dan seringnya terendam banjir di beberapa pesisir jalan. Pada ruas jalan bangunan sebelumnya menggunakan perencanaan perkerasan lentur (*Flexible Pavement*). Tetapi penggunaan perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) tidak sesuai jika digunakan di jalan pesisir Pantai Sialang Buah, karena daya dukung tanah yang tidak seimbang dalam menahan beban kendaraan yang di akibatkan daerah tersebut termaksud daerah rawa.

Sehingga di laksanakan perubahan metode perkerasan yang sebelumnya perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), dan saat ini sudah menggunakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), panjang lokasi penelitian ini adalah 830 M, dan pada tahap pengerjaannya langsung di lakukan di atas permukaan perkerasan sebelumnya tanpa harus membongkarnya lagi ,

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) yang sangat pesat, berdampak pula pada perkembangan dunia konstruksi yang beragam jenisnya. Konstruksi jalan yang dipakai pun berkembang pesat seiring perkembangan teknologi. Dari yang awalnya hanya memadatkan tanah saja sampai dengan pemakaian susunan perkerasan yang lebih lengkap dengan menggunakan beberapa lapisan (Pranata & Sulandari, 2003).

Ada dua jenis perkerasan yang kita kenal, yaitu perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) dan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). secara Structural ke dua nya memiliki perbedaan. Perkerasan lentur terdiri dari lapisan yang mempunyai fungsi berbeda, sedangkan perkerasan kaku hanya terdiri dari satu lapisan atau (*single layer system*) yang berupa pelat 2 beton. Di Indonesia perkerasan lentur sudah mulai di tinggalkan dan mulai menggunakan (*system*) perkerasan kaku (Pranata & Sulandari, 2003).

Jalan dalam arti yang luas adalah sepias ruang baik di daratan maupun di atas permukaan air

Atau di udara yang khusus, patut dan di pergunakan untuk perhubungan lalu lintas antara tempat di permukaan bumi (Analysis et al, n.d.).

Mengingat definisi ini, maka jalan dibedakan atas 3 jenis yaitu:

1. Jalan udara yaitu jalan untuk lalu lintas pesawat terbang.
2. Jalan air (laut, sungai danau dan saluran) yaitu jalan untuk lalu lintas kapal ataupun perahu.
3. Jalan darat yaitu jalan untuk lalu lintas pejalan kaki, mobil, motor maupun kendaraan darat lainnya.

Atas dasar itu, penulis mencoba menganalisis (*rigid pavement*) pada jalan pesisir pantai di Sialang Buah dengan melakukan perbandingan metode NAASRA 1987 dengan metode Bina Marga 2003

1.2. Rumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini masalah yang akan dilihat terkait dengan studi komparasi perencanaan tebal perkerasan kaku pada pesisir pantai di Sialang Buah dengan melakukan perbandingan metode NAASRA 1987 dengan metode Bina Marga 2003.

1. Berapa tebal perkerasan yang dibutuhkan pada (*rigid pavement*) pada metode NAASRA 1987 (*National Associations of Australian State Road Authorities*) dengan metode Bina Marga 2003?
2. Bagaimana perbandingan tebal perkerasan (*rigid pavement*) dengan metode NAASRA 1987 (*National Associations of Australian State Road Authorities*) dengan metode Bina Marga 2003?

1.3. Ruang lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini permasalahan di batasi pada.

1. Tugas akhir ini hanya membahas tentang analisis Perencanaan perkerasan (*rigid pavement*) pesisir pantai di Sialang buah.

2. Analisa di ambil dberdasarlan proses pengerjaan (*rigid pavement*) dengan membandingkan metode NAASRA 1987 (*National Associations of Australian State Road Authorities*) dengan metode Bina Marga 2003.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Untuk menganalisis tebal perkerasan yang dibutuhkan pada (*rigid pavement*) dengan melakukan perbandingan metode NAASRA 1987 (*National Associations of Australian State Road Authorities*) dengan metode Bina Marga 2003 pada Jalan pesisir pantai di Sialang Buah.
2. Mengetahui perbedaan hasil perhitungan tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan untuk (*rigid pavement*) pavement pada Jalan pesisir pantai di Sialang Buah. dengan melakukan perbandingan metode (*National Associations of Australian State Road Authorities NAASRA 1987*) dengan metode Bina Marga 2003 dengan kondisi (*existing*) pada jalan pesisir pantai di Sialang Buah.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari tugas akhir yang membahas perencanaan Perkerasan kaku pada jalan pesisir pantai di Sialang Buah dengan melakukan perbandingan metode NAASRA 1987 dengan metode Bina Marga 2003 ditinjau dari tebal perkerasan diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengetahui tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan untuk dapat menahan beban lalu lintas pada pesisir pantai di Sialang Buah.
2. Mengetahui perbedaan hasil perhitungan tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan untuk Perkerasan rigid pesisir pantai di Sialang Buah dengan metode Bina Marga 2003 dan metode NAASRA 1987 (*National Associations of Australian State Road Authorities*).

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam studi ini, dalam penulisan Tugas Akhir ini dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan studi kasus, manfaat studi kasus dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi pengambilan teori dari beberapa sumber bacaan yang mendukung analisis pemmasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

BAB 3 METODOLOGI PENULISAN

Penulisan Bab ini membahas tentang metode penelitian , perbandingan tebal perkerasan (*rigid pavement*) dengan membandingkan metode NAASRA 1987 (*National Associations of Australian State Road Authorities*). dengan metode Bina Marga 2003, metode pengumpulan data, dan metode analisa data.

BAB 4 ANALISA DATA

Bab ini menyajikan analisa data dari hasil penelitian yang telah di tentukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang uraian kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran dari peneliti.

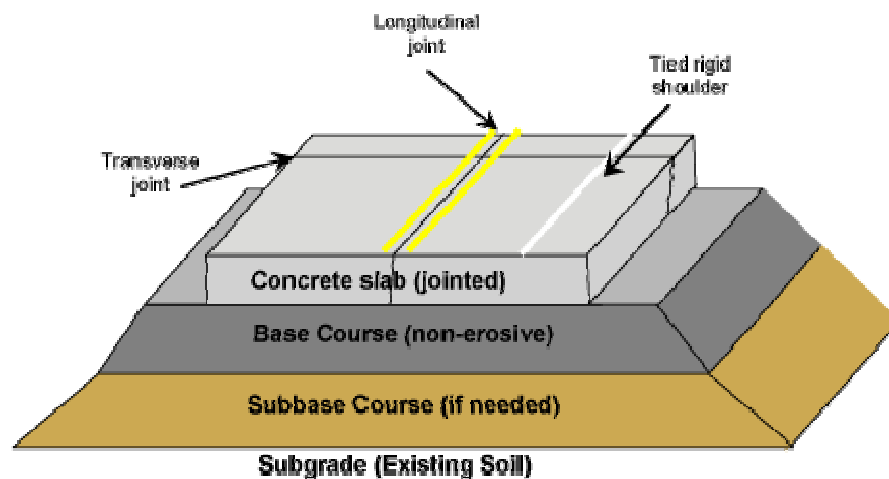
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Desain perkerasan kaku

Menurut Lulie (2004), perkerasan kaku jalan raya dibuat dari beton semen portland (*portland cement*). Struktur perkerasan ini dapat mempunyai pondasi atas (*base course*) di antara lapisan tanah dasar (*subgrade*) dan permukaan lapisan beton (*concrete surface*). perkerasan kaku mempunyai kekuatan tekuk (*flexural strength*) yang mempunyai kemampuan untuk menahan suatu aksi seperti balok melintang secara tidak beraturan di dalam material bawahan. Perencanaan dan pembangunan perkerasan kaku yang benar mempunyai umur layan yang panjang (*long service lives*) dan biasanya hanya memerlukan biaya pemeliharaan yang lebih murah dibandingkan dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*).

Ketebalan perkerasan beton biasanya berkisar antara 6 inci sampai 13 inci. Tipe-tipe perkerasan ini umumnya dibangun untuk memikul beban lalu lintas yang berat (*heavy traffic loads*), tetapi perkerasan tersebut juga telah digunakan untuk jalan-jalan pemukiman dan jalan-jalan lokal



Gambar 2.1: Lapis perkerasan kaku (Lulie, 2004).

2.2. Pengertian Perkerasan

Tanah yang masih bersifat natural (belum mendapat sentuhan tangan manusia) atau dalam kondisi alam jarang sekali mampu mendukung beban berulang dari kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Karena itu, dibutuhkan suatu struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda kendaraan. Struktur ini disebut dengan perkerasan atau *pavement*. (Hardiyatmo, 2007, Taufik, Bina, Hr, Km, & Pos, 2017).

Tiga jenis perkerasan yaitu:

1. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.
3. Perkerasan komposit (*Composite Pavement*) adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.3. Perkerasan Kaku

Solusi penggunaan perkerasan kaku umumnya lebih tepat biaya pada volume lalu lintas lebih dari 30 juta ESA. Kehati-hatian sangat dibutuhkan untuk desain perkerasan kaku diatas tanah lunak atau daerah lainnya dengan potensi pergerakan tidak seragam. Untuk daerah tersebut, perkerasan lentur akan lebih murah akibat adanya biaya penanganan dengan pondasi jalan yang tebal dan biaya penulangan. Perkerasan kaku pada umumnya lebih murah dari perkerasan lentur pada volume lalu lintas 30 juta CESA. Beberapa keuntungan dari perkerasan kaku adalah:

1. Struktur perkerasan lebih tipis kecuali untuk perkerasan lunak yang membutuhkan struktur pondasi jalan lebih besar daripada perkerasan kaku.
2. Pekerjaan konstruksi dan pengendalian mutu yang lebih mudah untuk daerah perkotaan yang tertutup termasuk jalan dengan lalu lintas rendah.

3. Biaya pemeliharaan lebih rendah jika dilaksanakan dengan baik : keuntungan signifikan untuk area perkotaan dengan Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) tinggi.

4. Pembuatan campuran yang lebih mudah (contoh, tidak perlu pencucian pasir)

Kerugiannya antara lain:

1. Biaya lebih tinggi untuk jalan dengan lalu lintas rendah.

2. Rentan terhadap retak jika dilaksanakan diatas tanah asli yang lunak.

3. Umumnya memiliki kenyamanan berkendara yang lebih rendah.

Oleh karena itu, perkerasan kaku seharusnya digunakan untuk jalan dengan beban lalu lintas tinggi (Bina Marga 2013).

Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen (*Portland*) atau (*Portland Cement PC*), umumnya terdiri dari pelat beton atau tulangan besi dan pondasi bawah (*subbase*), tapi lapisan permukaan aspal kadang-kadang ditambah pada saat pembangunan maupun sesudahnya.

Lapis pondasi bawah perkerasan kaku berfungsi untuk:

1. Mengendalikan pengaruh pemompaan (*pumping*).

2. Mengendalikan aksi pembekuan.

3. Sebagai lapisan drainase.

4. Mengendalikan kembang – susut tanah dasar.

5. Memudahkan pelaksanaan, karena dapat berfungsi sebagai lantai kerja.

2.4. Material yang di gunkaan pada perkerasan kaku

2.4.1. Portland cement

adalah hasil pabrik dengan memecahkan dan menghaluskan secara tepat campuran awal dari batu kapur (*limestone*), *napal (marl)*, lempung (*clay*). Campuran dibakar pada temperature tinggi (sekitar 2800 F) membentuk terak tanur tinggi (*clinker*). Kemudian *clinker* dibiarkan mendingin, ditambah gypsum sedikit, dan selanjutnya campuran dan digiling sampai 90% lebih dari material lolos saringan no.200. (Lulie 2004).



Gambar 2.2: *Portland cement* (Lulie, 2004).

2.4.2. Agregat Kasar

Penggunaan agregat kasar pada (*Portland cement*) adalah inert materials yang tidak bereaksi dengan semen dan biasanya terdiri dari batu pecah (*crushed gravel*), batu (*stone*), atau terak tanurtingg (*blast furnace slag*), agregat kasar dapat berupa satu jenis atau gabungan dari ketiga material tersebut. (Lulie, 2004).



Gambar 2.3: Agregat kasar (Lulie, 2004).

2.4.3. Agregat halus Pasir (*sand*)

Di gunakan sebagian besar sebagai agregat halus pada beton (*semen Portland*). Spesifikasi untuk material ini biasanya mencakup syarat komposisi takaran (*grading*), *soundness*, kebersihan (*cleanliness*). (Lulie, 2004).



Gambar 2.4: Agregat halus (Lulie, 2004).

2.4.4. Air

Keperluan air pokok yang disyaratkan air yang digunakan yang pantas untuk diminum. Persyaratan ini berkaitan dengan keadaan jumlah zat organik, minyak masam, dan alkali seharusnya tidak lebih besar dari jumlah yang disyaratkan untuk air minum. (Lulie, 2004).



Gambar 2.5: Air (Lulie, 2004).

2.4.5. Baja-tulangan (*reinforcing steel*)

Baja tulangan dapat digunakan dalam perkerasan beton untuk mengurangi retak yang terjadi karena mekanisme transfer beban pada sambungan atau sebagai suatu alat ikat dua pelat bersamaan. Penggunaan baja-tulangan di gunakan untuk mengontrol retak yang biasa digunakan berdasarkan pada perilaku Baja tulangan.



Gambar 2.6: Baja tulangan (Lulie, 2004).

Terdapat dua jenis tulangan yang dipasang pada jalan dengan perkerasan kaku (Lulie, 2004), yaitu:

1. Batang pasak (*Dowel Bars*) Batang-batang pasak di gunakan sebagai mekanisme penyebaran beban melintang sambungan (*joints*).
2. Batang pengikat (*Tie Bars*).

2.5. Sambungan pada perkerasan Beton

Perbedaan tipe-tipe sambungan ditempatkan pada perkerasan beton untuk membatasi tegangan-tegangan yang disebabkan perubahan temperatur dan untuk memfasilitasi ketepatan ikatan dari dua bagian yang berdekatan dari perkerasan. Sambungan dibagi menjadi 4 kategori dasar (Bina Marga 2003) yaitu:

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan.
2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.
3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.
4. Perkerasan beton semen pra-tegang.

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk:

1. Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan beban lalu-lintas.
2. Memudahkan pelaksanaan.

3. Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain:

1. Sambungan memanjang.
2. Sambungan melintang.
3. Sambungan isolasi.

2.6. Definisi Jalan

Jalan adalah sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, Perkerasan adalah bagian dari jalan raya yang sangat penting bagi pengguna jalan. Kondisi dan kekuatan dari jalan raya sering dipengaruhi oleh kehalusan maupun kekasaran permukaan jalan (Analysis et al., n.d.).

2.7. Klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya dibagi beberapa jalan, yaitu jalan utama (*primer*), jalan kolektor (*sekunder*) dan jalan local (penghubung). beberapa kelas jalan, yaitu kelas I, Kelas II dan kelas III.

Tabel 2.1: Klasifikasi Jalan (*Direktorat Jendral Bina Marga, Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, April 1985*).

Klasifikasi jalan		Lalu Lintas Harian Rata – rata (Dalam Satuan SMP)
Fungsi	Kelas	
Utama	I	> 20.000
Sekunder	IIA	6.000 – 20.000
	IIB	1.500 – 8.000
	IIC	< 2.000
Penghubung	III	-

2.8. Daya dukung tanah dasar dan (CBR)

Daya dukung tanah dasar (DTT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Yang dimaksud dengan harga CBR adalah CBR lapangan atau CBR laboratorium. Pengambilan contoh tanah dasar CBR lapangan dilakukan dengan tabung (*undisturb*), kemudian direndam dan diperiksa nilai CBR nya.

CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (*overlay*). untuk mendasarkan daya dukung tanah dasar hanya kepada pengukuran nilai CBR (Taufik et al., 2017).

2.9. Faktor Regional (FR)

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk (*alinyemen*) serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata per tahun. dalam penentuan tebal perkerasan, Faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk (*alinyemen*), kelandaian dan tikungan, (Taufik et al., 2017).

2.10. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun beberapa ini IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini: (Taufik et al., 2017).

IP = 1,0: menyatakan permukaan jalanan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5: menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin.

IP = 2,0: menyatakan tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5: menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

2.11. Batas minimum tebal lapisan perkerasan

Batas tebal minimum setiap lapis perkerasan dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini: (Taufik et al., 2017).

Tabel 2.2: Batas tebal minimum setiap lapis perkerasan kaku (Departemen Pekerjaan Umum, 1987).

ITP	Tebal Min (cm)	Bahan
< 3.00	5	Lapis pelindung (Buras/Burtu/Burda)
3.00–6.70	5	Lapen/Aspal macadam, HRA, Laston
6.71–7.49	7.5	Lapen/Aspal macadam, HRA, Laston
7.50–9.99	7.5	Lasbutag
≥ 10.00	10	Laston

2.12. Lalu lintas

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut: (Taufik et al., 2017).

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
3. Sumbu tandem roda ganda (STdRG).

4. Sumbu tridem roda ganda (STRG).

2.13. Volume Lalulintas

Sebagai pengukur jumlah dari arus lalu lintas digunakan "Volume". Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar, sehingga terdapat kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung memudikan kendaraannya pada kecepatan yang lebih tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan. Dan disamping itu mengakibatkan peningkatan biaya pembangunan jalan yang jelas tidak pada tempatnya.

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah:

1. Lalu lintas harian rata – rata.
2. Volume jam perencanaan.
3. Kapasitas.

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Untuk memperoleh data tersebut dikenal 2 jenis Lalu lintas harian rata-rata, yaitu:

1. Lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT).
2. Lalu lintas harian.

LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$LHRT = \text{Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun.}$

LHRT dinyatakan dalam SMP/hari 2 arah atau kendaraan 1 hari/2 arah untuk jalan, 2 jalur 2 arah, SMP/hari/1 arah atau kendaraan. hari/1 arah untuk jalan berlajur banyak dengan median.

Untuk dapat menghitung LHRT haruslah tersedia data jumlah kendaraan yang terus menerus selama 1 tahun penuh. Mengingat akan biaya yang diperlukan dan membandingkan dengan ketelitian yang dicapai serta tak semua tempat di Indonesia mempunyai data volume lalu lintas selama 1 tahun, maka untuk kondisi tersebut dapat pula dipergunakan satuan "Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)".

LHR.dan LHR.T adalah volume lalu lintas dalam satu hari, merupakan volume harian, sehingga nilai LHR. dan LHRT itu dapat memberikan gambaran tentang fluktuasi arus lalu lintas lebih pendek dari 24 jam. oleh karena itu LHR atau LHRT itu tak dapat langsung dipergunakan dalam perencanaan geometrik.

Arus lalu lintas bervariasi dari jam ke jam berikutnya dalam satu hari, maka sangat cocok jika volume lalu lintas dalam 1 jam dipergunakan untuk perencanaan. Volume dalam 1 jam yang dipakai untuk perencanaan dinamakan "Volume Jam Perencanaan (VJP), (Dasar-dasar perencanaan geometrik, n.d.).

Jenis kendaraan yang diamati pada penelitian ini dibedakan atas 3 jenis kendaraan, yaitu sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Dari data kendaraan yang didapat akan dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang (smp) dengan dikalikan dengan faktor konversi masing-masing jenis kendaraan. Faktor konversi yang digunakan adalah nilai ekivalen mobil penumpang (EMP) yang diambil dari metode MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997), yaitu sebagai berikut:

1. Sepeda motor (MC), dengan nilai smp = 0.40
2. kendaraan ringan (LV), dengan nilai smp = 1.0
3. kendaraan berat (HV), dengan nilai smp = 1.3

Untuk bagian jalan perkotaan tak terbagi terlihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3: *Ekivalen mobil penumpang jalan perkotaan terbagi (MKJI, 1997).*

Tipe jalan satu arah (2/1) terbagi	Arus lalu lintas (Kend/jam)	EMP	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1)	0	1,3	0,40
Empat lajur terbagi (4/2D)	>1050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1,3	0,40
Empat lajur terbagi (6/2D)	>1100	1,2	0,25

2.14. Kapasitas

Kapasitas adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur jalan selama 1 jam dengan kondisi serta arus lalu-lintas tertentu.

Perbedaan antara VJP dan kapasitas adalah, VJP menunjukkan jumlah arus lalu-lintas yang direncanakan akan melintasi suatu penampangjalan selama satu jam, sedangkan kapasitas menunjukkan jumlah arus lalu-lintas yang maksimum dapat Di sebut dalam waktu 1 jam sesuai dengan kondisi jalan (sesuai dengan lebar lajur, kebebasan sarnping, kelandaian, dll). Nilai kapasitas dapat diperoleh dari penyesuaian kapasitas dasar ideal dengaa kondisi dari jalan yang direncanakan (Dasar-dasar Perencanaan Geometrik, n.d.).

2.15. Tingkat Pelayanan

Lebar dan jumlah lajur yang dibutuhkan tidak dapat direncanakan dengan baik walaupun VJP LHR telah ditentukan. Hal ini disebabkan oleh karena tingkat kenyamanan dan keamanan yang akan diberikan oleh jalan rencana belum ditentukan. Lebar lajur yang dibutuhkan akan lebih lebar jika pelayanan dari jalan diharapkan lebih tinggi. Kebebasan bergerak yang dirasakan oleh pengemudi akan lebih baik pada jalan-jalan dengan kebebasan samping yang memadai, tetapi hal tersebut tentu saja menuntut daerah manfaat jalan yang lebih lebar pula (Dasar-dasar Perencanaan Geometrik, n.d.).

2.16. Jarak Pandangan

Keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan untuk dapat melihat dengan jelas dan menyadari situasisya pada saat mengemudi, sangat tergantung pada jarak yang dapat dilibat dari tempat kedudukannya. Panjang jalan di depan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi, disebut jarak pandangan (Dasar-dasar Perencanaan Geometrik, n.d.).

Jarak pandangan berguna untuk:

1. Menghindarkan terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat adanya benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki, atau hewan-hewan pada.lajur jalannya.
2. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur disebelahnya.
3. Menambah efisiensi jalan tersebut.

4. Sebagai pedoman bagi pengamat lalu-lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu-lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

2.17. Perencanaan Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga

Metode Bina Marga adalah metode yang di gunakan di Indonesia pada pelaksanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), atau pun perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), karena melihat kondisi iklim Tropis yang ada di Indonesia maka metode ini tepat di gunakan di Indonesia dan lebih baik dipakai untuk perencanaan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), jalan raya di Indonesia adalah:

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) cara Bina Marga 2003 adalah ketahanan pelat dalam menerima seperti beban lalu-lintas. Dengan demikian yang menjadi pembatas utama. Bukan kekuatan plat dalam menerima repetisi tegangan yang timbul akibat beban. Untuk mengatasi repetisi pembebanan lalu-lintas, dalam perencanaan tebal pelat ditetapkan prinsip kelelahan.

Sebelum merencanakan perkerasan kaku harus melakukan beberapa tahap terlebih dahulu seperti:

a. LHR.

Perhitungan lalu lintas dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

b. Tanah dasar.

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR.

c. Curah Hujan.

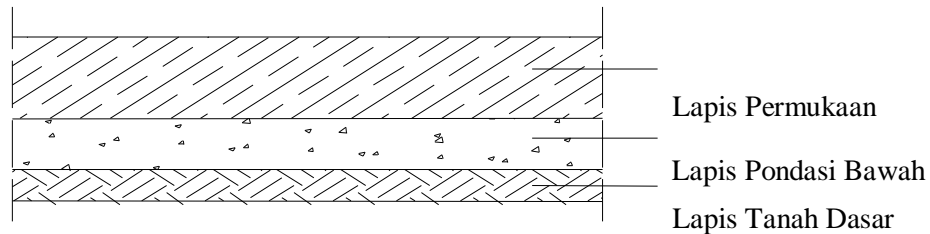
Analisis perhitungan curah hujan dalam perencanaan rigid di perlukan dalam proses pengerjaan.

d. Material konstruksi.

Kekuatan beton dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok yang besarnya 30-50 kg/cm².

2.17.1. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*). Perkerasan jalan berfungsi untuk menopang beban lalu - lintas dan menyebarkan ke lapisan bawah (Pradana, Budiman, & Veronica, 2003).



Gambar 2.7: Susunan lapisan perkerasan kaku, (Lulie, 2004)

2.17.2. Kekuatan Beton yang Digunakan

Dalam Bina Marga kekuatan beton yang digunakan menggunakan pers 2.1.

$$f_{cf} = K (f_c')^{0,50} \text{ dalam MPa.} \quad (2.1)$$

Dengan pengertian:

f_c' = kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm^2).

f_{cf} = kuat tarik beton 28 hari (kg/cm^2).

K = konstanta, 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat pecah.

2.17.3. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) selama Usia Rencana

Dalam Bina Marga

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R. \quad (2.2)$$

dimana:

JSKN = Jumlah sumbu kendaraan maksimum.

JSKNH = Jumlah sumbu kendaraan maksimum harian pada saat tahun ke 0.

R = Faktor pertumbuhan lalu-lintas yang besarnya berdasarkan faktor pertumbuhan lalu-lintas tahunan (i) dan usia rencana (n)

Untuk ($i \neq 0$).

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \quad (2.3)$$

2.17.4. Perencanaan Tulangan

Dalam Bina Marga

Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \quad (2.4)$$

Dengan pengertian:

As = luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat).

fs = kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.

g = gravitasi (m/detik^2).

h = tebal pelat beton (m).

L = jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m).

M = berat per satuan volume pelat (kg/m^3).

μ = koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah pada.

Tabel 2.4: Nilai Koefisien Gesekan (μ) (Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14- 2003).

No.	Lapisan Pemecah Ikatan	Koefisien Gesekan (μ)
1	Lapis resap ikat aspal di atas permukaan pondasi bawah	1,0
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon (<i>A chlorinated rubber curing compound</i>)	2,0

2.17.5. Batang Pengikat (*Tie Bar*) dan Ruji (*Dowel*)

Dalam Bina Marga

a. Tie Bar

Batang ulir dengan mutu minimum BJTU – 24 dan berdiameter 16 mm. jarak terkecil antar sambungan sekitar 3 – 4 m. Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut: (Pradana et al., 2003).

$$A_t = 204 \times b \times h \quad (2.5)$$

$$I = (38,3 \times \varphi) + 75 \quad (2.6)$$

Dengan pengertian:

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2).

b = jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

h = Tebal pelat (m).

I = Panjang batang pengikat (mm).

φ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

b. *Dowel*

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5: Diameter Ruji (Perencanaan Perkerasan Beton Semen, Pd-T-14-2003).

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

Tabel 2.6: Jumlah Lajur berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana.

Lebar Perkerasan Jalan (L_p)	Jumlah Lajur (n_l)	Koefisien Distribusi	
		1 arah	2 arah

Tabel 2.7: *Lanjutan.*

Lebar Perkerasan Jalan (Lp)	Jumlah Lajur (nl)	Koefisien Distribusi	
		1 arah	2 arah
$Lp < 5,50 \text{ M}$	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq Lp < 8,25 \text{ m}$	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq Lp < 11,25 \text{ m}$	3 lajur	0,50	0,47
$11,23 \text{ m} \leq Lp < 15,00 \text{ m}$	4 lajur		0,45
$15,00 \text{ m} \leq Lp < 18,75 \text{ m}$	5 lajur		0,425
$18,75 \text{ m} \leq Lp < 22,00 \text{ m}$	6 lajur		0,40

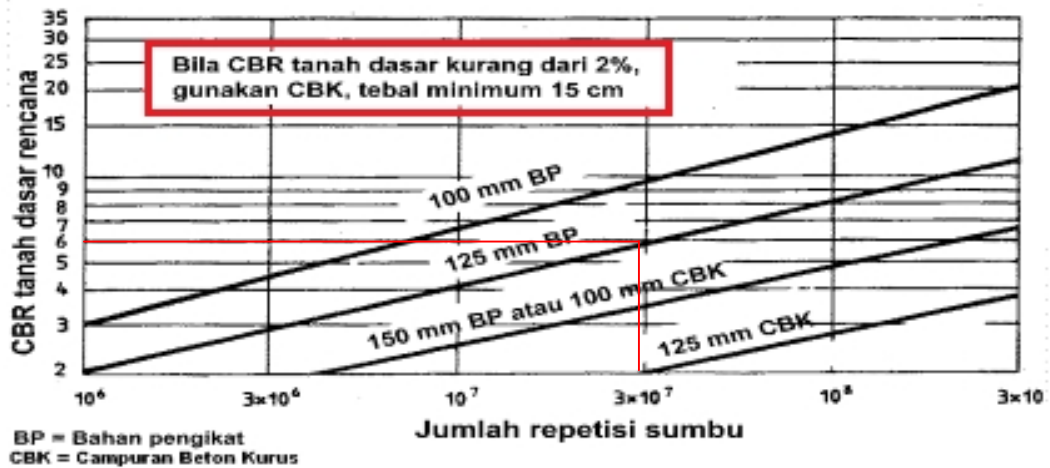
Faktor Keamanan Beban = 1,0 (Berdasarkan Tabel 2.8).

Tabel 2.8: Faktor Keamanan Beban (FKB) (Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14- 2003).

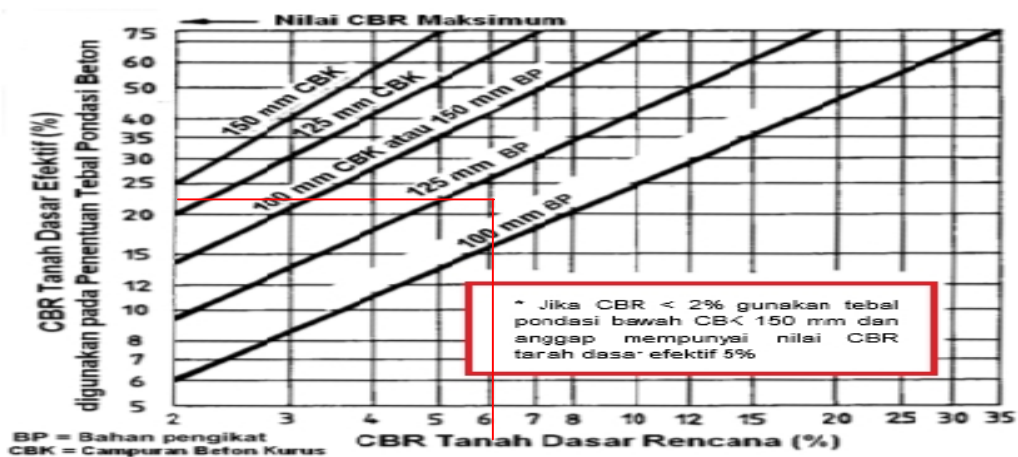
No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (<i>weight in motion</i>) dan adanya kemungkinan rute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

2.17.6. Perhitungan Tebal Pelat Beton

Sumber data beban	= Hasil survei
Jenis perkerasan	= BBDT dengan ruji Jenis
Umur rencana	= 20 tahun
JSK	= $1,1 \times 10^7$
Faktor keamanan beban	= 1,2 (berdasarkan Tabel: 4.6)
Kuat tarik lentur beton (fcf) umur 28 hari	= 4 MPa
Jenis dan tebal lapis pondasi	= CBK 125 mm BP (Gambar 2.8)

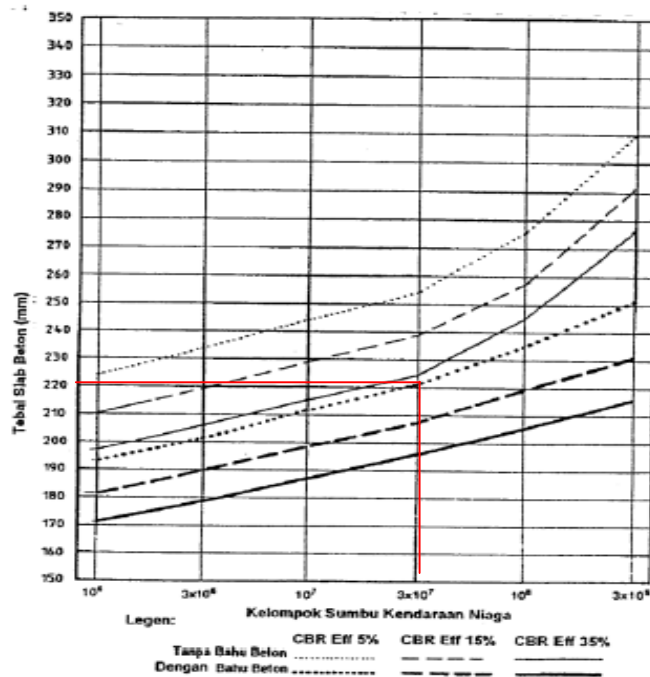


Gambar 2.8: Pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen (perencanaan perkerasan jalan beton semen, Pd-T-14-2003).



Gambar 2.9 : CBR tanah dasar Efektif dan tebal pondasi bawah (perencanaan perkerasan jalan beton semen, Pd-T-14-2003).

CBR tanah dasar = 6 % (dari hasil data proyek).
 CBR efektif = 25 % (berdasarkan Gambar 2.9).
 Tebal Jadi tebal slab beton = 220 mm (berdasarkan Gambar 2.10).



Gambar 2.10: Grafik perencanaan tebal taksiran beton.

2.18. Perencanaan Perkerasan Kaku Metode NAASRA

Perencanaan konstruksi perkerasan kaku ini menggunakan metode NAASRA, (*National Association of Australian State Road Authorities 1979*), yang disesuaikan dengan kondisi iklim Indonesia oleh Bina Marga, kedua metode ini memiliki tahapan perencanaan yang cukup sejalan namun yang lebih efisien dan lebih baik dipakai untuk perencanaan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), jalan raya di Indonesia adalah Metode Pd T-14-2003 (Bina marga) karena metode NAASRA, digunakan pada perkerasan kaku dengan CBR yang tinggi.

Dalam perkembangan selanjutnya NAASRA dikenal di Indonesia sebagai sebuah metode survey jalan untuk mengetahui kekasaran permukaan jalan, yang mengadopsi dari metode survey yang dilakukan oleh negara-negara bagian Australia.

Dalam perkerasan kaku yang menggunakan metode NAASRA, data yang di perlukan pada perencanaan konstruksi perkerasan kaku berupa data primer dan data sekunder.

Adapun data primer:

1. LHR (Lalu lintas Harian Rata – rata)

Sedangkan data sekunder yaitu data yang di dapatkan dari instansi-instansi lain seperti:

1. Data CBR, (*California Bearing Ratio*).

Data CBR digunakan untuk perencanaan tebal perkerasa kaku. Data CBR adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian sampel tanah di laboratorium.

2. Data LHR, (*Traffic Design*).

Data tentang LHR digunakan untuk perhitungan pertumbuhan lalu lintas dan volume lalu lintas harian rata – rata. Data LHR diperoleh dari hasil survey di lapangan (jumlah pertumbuhan penduduk) digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan kaku pada Sialang Buah, (Analysis et al., n.d.).

Metode penentuan beban lalu lintas rencana untuk perencanaan tebal perkerasan kaku dilakukan dengan cara mengakumulasikan jumlah beban sumbu (dalam rencana jalur selama umur rencana).

Tahapan perencanaan lalu lintas adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik kendaraan.

- a. Jenis kendaraan yang diperhitungkan hanya kendaraan niaga dengan berat total minimum 5 ton.
- b. Konfigurasi sumbu yang diperhitungkan ada 3 macam, yaitu:
 - Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
 - Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
 - Sumbu tandem/ganda roda ganda (SGRG).

2. Tatacara perhitungan lalu lintas rencana:

- a. Hitung volume lalu lintas (LHR) yang diperkirakan pada akhir umur rencana, disesuaikan dengan kapasitas jalan.
- b. Untuk masing – masing jenis kelompok sumbu kendaraan niaga, di estimasi angka LHR awal dari kelompok sumbu dengan beban masing – masing kelipatan 0,5 ton.

Beberapa Kelebihan kelebihan dan kekurangan metode *survey* menggunakan NAASRA.

1. Kelebihan metode *survey* menggunakan NAASRA

- a. Naasra sangat dianjurkan untuk jalan bertipe aspal, dan ini cocok untuk keadaan di Indonesia dimana penggunaan aspal hampir merata dimana-mana.
- b. Naasra jika dilakukan dengan prosedur SOP-nya, cukup akurat untuk menilai baik atau rusaknya kondisi jalan.
- c. Dimunculkannya grafik kekasaran permukaan jalan sangat membantu untuk melihat kondisi jalan apalagi ditunjang dengan perangkat visual yang merekamnya.
- d. Operasional dilapangan tidak terlalu sulit, survey dapat dilakukan dalam sebuah kendaraan dengan kecepatan rata-rata 40 km/jam.

2. Kekurangan metode *Survey* menggunakan NAASRA

- a. Perlu penyesuaian jika Naasra Meter dilakukan pada jalan tipe (*Paving Block*), Tanah atau Beton.
- b. Perlu waktu Kalibrasi meski hanya 1 kali dan ini mutlak dilakukan untuk efektifitas pekerjaan dilapangan.

2.18.1. Kekuatan Beton yang Digunakan

Dalam NAASRA kekuatan beton yang digunakan menggunakan rumus berikut:

$$f_r = 0,62 \times \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)} \quad (2.7)$$

dimana:

f'_c = Kuat tekan karakteristik beton pada usia 28 hari (MPa)

2.18.2. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) selama Usia Rencana

Dalam NAASRA

$$\text{JSKN} = 365 \times \text{JSKNH} \times R. \quad (2.8)$$

dimana:

JSKN = Jumlah sumbu kendaraan maksimum.

JSKNH = Jumlah sumbu kendaraan maksimum harian pada saat tahun ke 0.

R = Faktor pertumbuhan lalu-lintas yang besarnya berdasarkan factor pertumbuhan lalu-lintas tahunan (i) dan usia rencana (n) Untuk (i ≠ 0).

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{e^{\log(1+i)}} \quad (2.9)$$

Jumlah repetisi kumulatif tiap kombinasi konfigurasi atau beban sumbu pada lajur rencana:

$$\text{JSKN} \times \% \text{ kombinasi terhadap JSKNH} \times C_d \quad (2.10)$$

dimana:

Cd = Koefisien distribusi.

2.18.3. Perencanaan Tulangan

Dalam NAASRA

Luas tulangan pada perkerasan ini dihitung dari persamaan sebagai berikut:

$$A_s = \frac{11,76 (F \cdot L \cdot h)}{f_s} \quad (2.11)$$

dimana:

A_s = luas tulangan yang diperlukan (mm² / m lebar).

F = koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan dibawahnya.

L = jarak antara sambungan (m).

h = tebal pelat (mm).

f_s = tegangan tarik baja ijin (MPa) (± 230 MPa).

Catatan : A_s minimum menurut SK SNI T-15-1991-03 untuk segala keadaan 0,14 % dari luas penampang beton.

Tabel 2.9: Koefisien Gesekan antara pelat beton semen dengan lapisan pondasi dibawahnya. (SKBI 2.3.28, 1988).

Jenis Pondasi	Faktor Gesekan
<i>BURTU, LAPEN</i> dan konstruksi sejenis	2,2
Aspal beton, <i>LATASTON</i>	1,8
Stabilisasi kapur	1,8
Stabilisasi aspal	1,8
Stabilisasi semen	1,8
Koral sungai	1,5
Batu pecah	1,5
Sirtu	1,2
Tanah	0,9

2.18.4. Menghitung Nilai CBR (*California Bearing Ratio Segmen*)

Penentuan CBR segmen ini menggunakan cara analitis, data CBR lapangan terlampir pada Tabel 4.3

$$\text{Rumus : CBR rata - rata} = \frac{\sum \text{CBR lapangan}}{n}$$

Tabel 2.10: Nilai R untuk perhitungan CBR segmen (*Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14- 2003*).

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

2.18.5 Batang Pengikat (*Tie Bar*) dan Ruji (*Dowel*)

Dalam NAASRA

a. *Tie Bar*

Untuk menentukan dimensi batang pengikat menurut (*Portland Cement Association*) 1975 dapat digunakan grafik pada Tabel 2.11

Tabel 2.11: Ukuran *tie bar* (Portland cement association, PCA, 1975).

Tebal Pelat (cm)	Diameter Tie Bar (cm)	Panjang Tie Bar (mm)	Jarak Spacing antar Tie Bar (cm)
12,5	12	600	75
15,0	12	600	75
17,5	12	600	75
20,0	12	600	75
22,5	12	750	90
25,0	16	750	90

b. *Dowel*

Untuk menentukan dimensi dowel pada Tabel 2.12

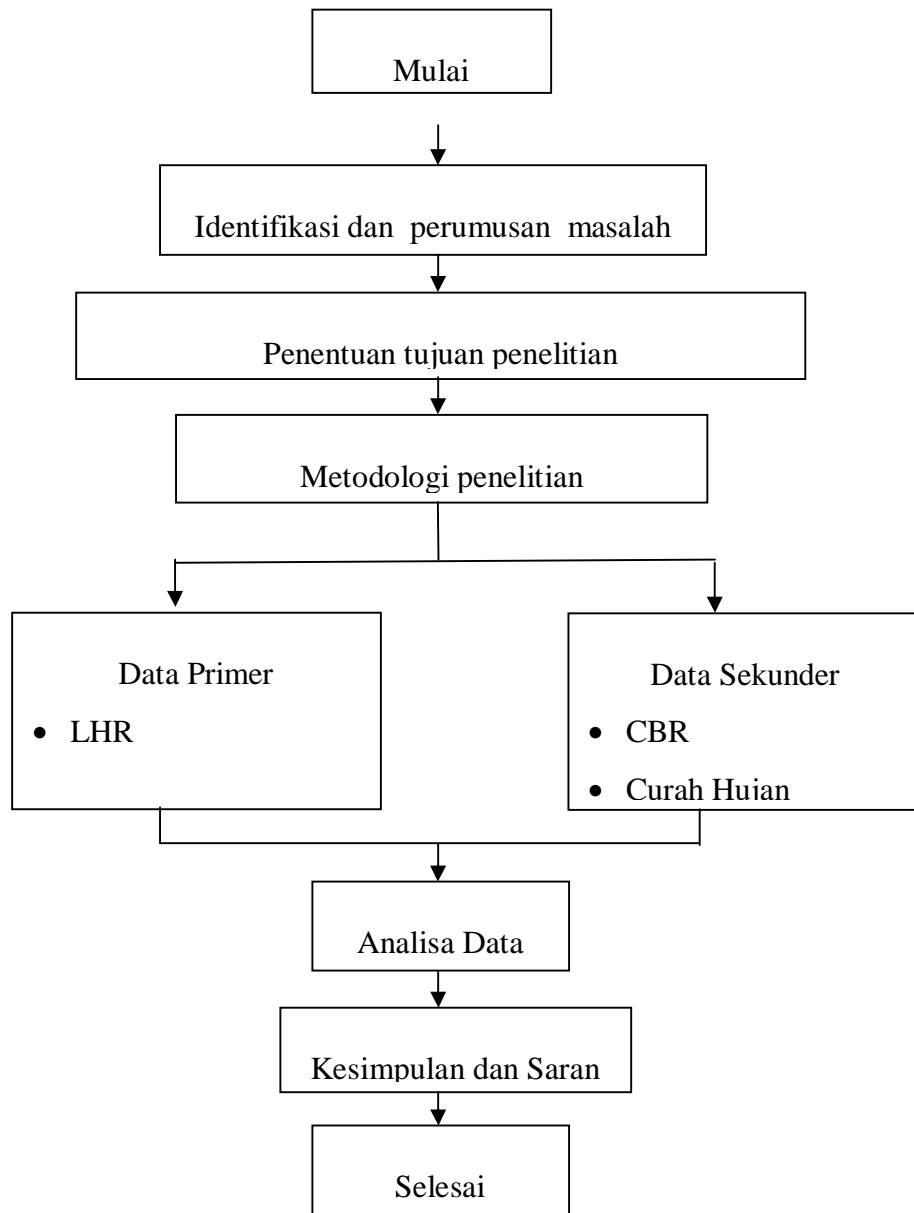
Tabel 2.12: Ukuran dan jarak batang *dowel* (*Ruji*) yang di sarankan (*Principles of pavement design by yoder & Witczak, 1975*).

Tebal Pelat		Dowel					
Perkerasan		Diameter		Panjang		Jarak	
inci	mm	inci	mm	Inci	mm	inci	mm
6	150	$\frac{3}{4}$	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 $\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
10	250	1 $\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
11	275	1 $\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
12	300	1 $\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
13	325	1 $\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
14	350	1 $\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode dan Tahapan Penelitian

Adapun tahapan – tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar bagan alur dibawah ini:



Gambar 3.1: Bagan tahap penelitian.

3.2. Lokasi Penelitian



Gambar 3.2: Lokasi penelitian.

3.3. Data Existing Jalan

Adapun data – data *existing* jalan adalah sebagai berikut:

Panjang	= 830 m
Lebar	= 6 m
Median	= Variatif
Umur rencana	= 20 tahun

3.4. Metode Penelitian

Jenis Dan Cara pengumpulan Data, data yang dibutuhkan pada dasarnya dibagi dalam dua kelompok yaitu data primer dan data sekunder.

3.4.1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan secara langsung di lapangan berupa pendataan kendaraan yang melintas hingga didapat LHR dari ruas jalan tersebut (pengamatan dilakukan pada satu minggu di jam kerja).

1. LHR (Lalu lintas Harian Rata – rata)

Lalu lintas harian rata – rata berfungsi untuk menentukan kelas jalan. Untuk menghitung LHR, maka diperlukan data lalu lintas pada lokasi studi tersebut.

3.4.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti Dinas Pekerjaan Umum Serdang Bedagai. Data sekunder yang dibutuhkan meliputi nilai CBR, Data Hari Hujan, nilai harga satuan pekerjaan dan nilai koefisien satuan upah, bahan, dan alat.

1. Data CBR (*California Bearing Ratio*)

Data CBR berfungsi untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang hendak dipergunakan untuk perencanaan lapis perkerasan kaku.

2. Data curah hujan

Data curah hujan adalah data yang menunjukkan keadaan curah hujan yang terjadi di daerah tersebut yang akan menjadi pertimbangan dalam perencanaan lapis perkerasan kaku.

3.5. Data Survey lapangan

Adapun data yang di gunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. LHR (Lalulintas Harian Rata-rata)
 2. CBR (*California Bearing Ratio*)
 3. Data Curah Hujan.
 4. Material Konstruksi.
- LHR (Lalulintas Harian Rata-rata)

Tabel 3.1: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Senin.

Waktu	Senin, 21 Januari 2019						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,40		1,0		1,3			
	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari
07.30-17.00	6604	2641	500	500	108	140	7212	3281
TOTAL	6604	2641	500	500	108	140	7212	3281

Tabel 3.2: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Selasa.

Waktu	Selasa, 22 Januari 2019						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,40		1,0		1,3			
	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari		
07.30- 17.00	6558	2623	415	415	99	129	7072	3167
TOTAL	6558	2623	415	415	99	129	7072	3167

Tabel 3.3: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Rabu.

Waktu	Rabu, 23 Januari 2019						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,40		1,0		1,3			
	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari		
07.30- 17.00	6482	2593	368	368	95	123	6945	3084
TOTAL	6482	2593	368	368	95	123	6945	3084

Tabel 3.4: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Kamis.

Waktu	Kamis, 24 Januari 2019						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,40		1,0		1,3			
	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari
07.30-17.00	5840	2336	391	391	99	129	6330	2856
TOTAL	5840	2336	391	391	99	129	6330	2856

Tabel 3.5: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Jum-at.

Waktu	Jum-at, 25 Januari 2019						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,40		1,0		1,3			
	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari
07.30-17.00	6475	2590	371	371	84	109	6930	3070
TOTAL	6475	2590	371	371	84	109	6930	3070

Tabel 3.6: Data LHR di Sialang Buah 2019 pada hari Sabtu.

Waktu	Sabtu, 26 Januari 2019						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,40		1,0		1,3			
	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari		
07.30- 17.00	5848	2339	322	322	55	71	6225	2732
TOTAL	5848	2339	322	322	55	71	6225	2732

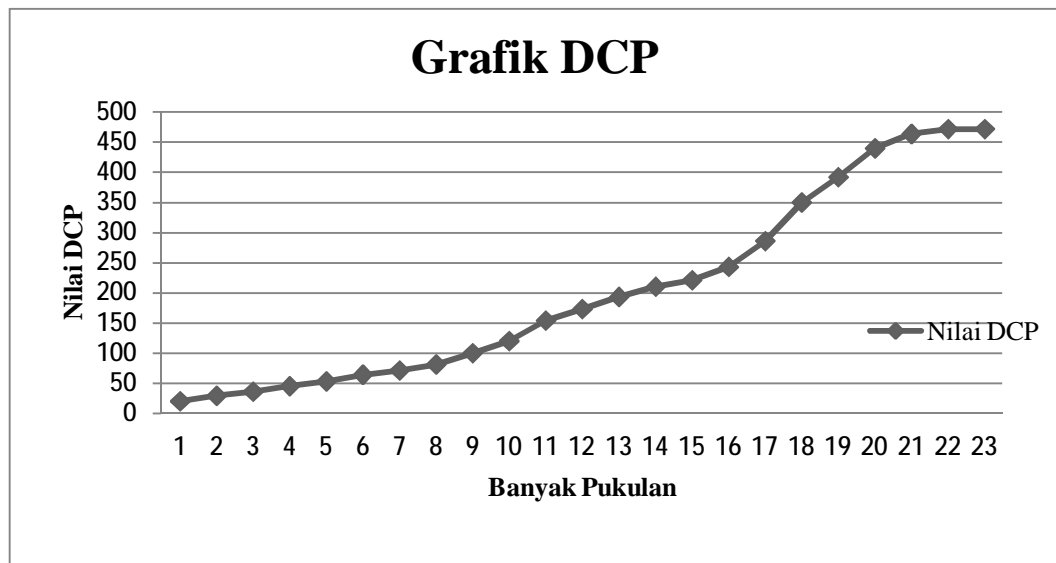
Tabel 3.7: Data Lalu Lintas Harian 2019 pada hari Minggu.

Waktu	Minggu, 27 Januari 2019						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,40		1,0		1,3			
	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari	Kend/ Hari	Smp/ Hari		
07.30- 17.00	6507	2602	481	481	52	68	7040	3151
TOTAL	6507	2602	481	481	52	68	7040	3151

2. Tabel CBR (*California Bearing Ratio*)

Tabel 3.8: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 00.

No. Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt[3]{CBR}$
	Cm	Mm			
	2	3	4	5	6
1	2	20	20	12.73	4.66
2	2.9	29	9	7.76	5.74
3	3.6	36	7	5.88	6.49
4	4.5	45	9	4.36	7.35
5	5.3	53	8	3.46	8.01
6	6.4	64	11	2.75	8.96
7	7.1	71	7	2.39	9.49
8	8.1	81	10	1.99	10.18
9	10	100	19	1.51	11.47
10	12	120	20	1.2	12.75
11	15.4	154	34	0.89	14.81
12	17.3	173	19	0.75	15.71
13	19.3	193	20	0.66	16.8
14	21	210	17	0.58	17.51
15	22.1	221	11	0.54	17.99
16	24.3	243	22	0.48	19.02
17	28.6	286	43	0.38	20.71
18	35	350	64	0.3	23.43
19	39.2	392	42	0.25	24.69
20	44	440	48	0.22	26.56
21	46.4	464	24	0.2	27.13
22	47.2	472	8	0.22	27.6
23	47.2	472	0	0.22	27.6



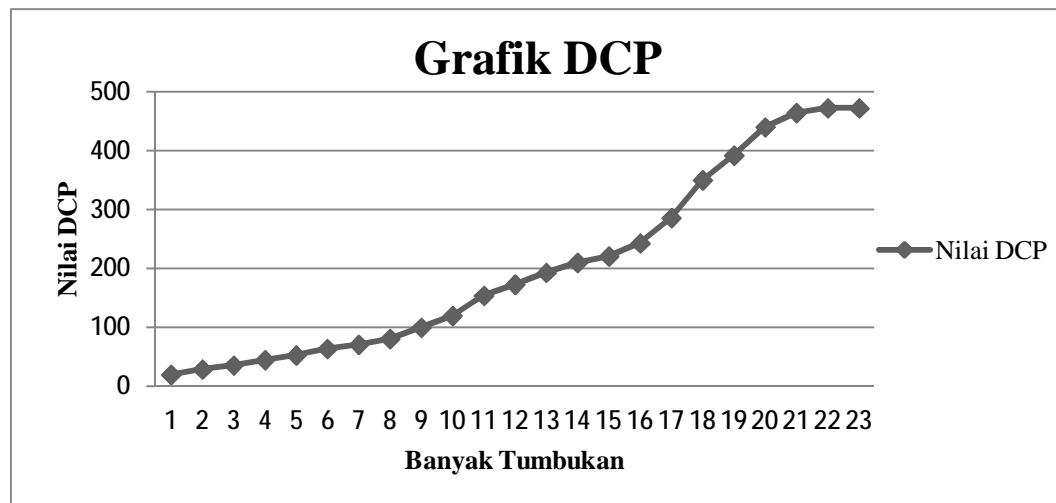
Gambar 3.3: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 00.

Tabel 3.9: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah STA 0 + 200.

No. Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt[3]{CBR}$
	Cm	Mm			
				%	
1	2	3	4	5	6
1	2.6	26	26	8.91	5.39
2	4.4	44	20	4.46	7.24
3	6	60	16	2.95	8.6
4	7.4	74	14	2.23	9.66
5	8.4	84	10	1.9	10.4
6	9.7	97	13	1.58	11.29
7	11	110	13	1.34	12.12
8	12	120	10	1.2	12.75
9	14.5	145	25	0.95	14.25
10	17.3	173	28	0.75	15.71
11	21	210	37	0.58	17.51
12	22.6	226	16	0.53	18.28
13	24.5	245	19	0.47	19.04
14	27.8	278	33	0.4	20.48
15	30.5	305	27	0.36	21.69
16	33.5	335	30	0.31	22.67

Tabel 3.10: Lanjutan.

No. Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt[3]{CBR}$
	Cm	Mm			
	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
17	36	360	25	0.28	23.55
18	38.7	387	27	0.26	24.7
19	42	420	33	0.23	25.73
20	42.8	428	8	0.22	25.83
21	43	430	2	0.22	26.13
22	43	430	0	0.22	26.13
23	43	430	0	0.22	26.13



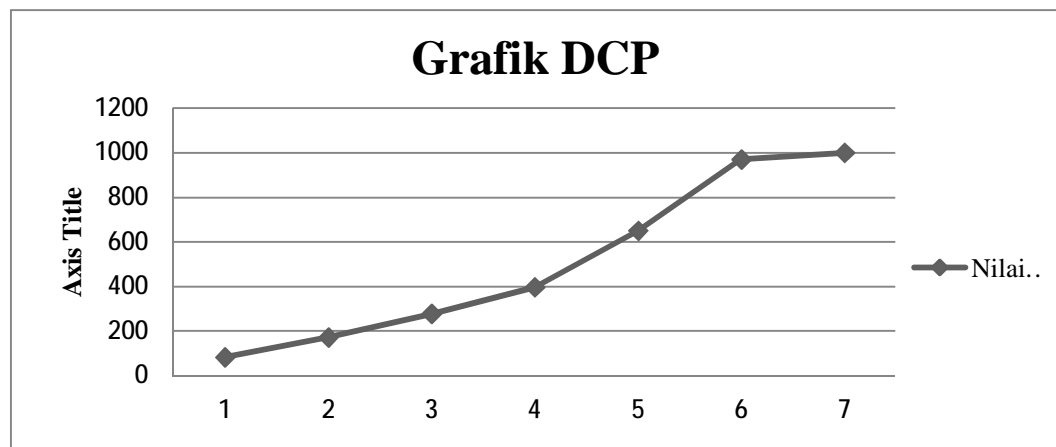
Gambar 3.4: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 200.

Tabel 3.11: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 400.

No Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt[3]{CBR}$
	Cm	Mm			
	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	8.2	82	82	1.99	10.31

Tabel 3.12: Lanjutan.

No Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt[3]{CBR}$
	Cm	Mm			
	2	3	4	5	6
1	17.1	171	89	0.77	15.67
2	27.7	277	106	0.4	20.4
3	39.7	397	120	0.25	25
4	65	650	253	0.25	40.94
5	97	970	320	0.07	39.47
6	100	1000	30	0.07	41.21



Gambar 3.5: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 400.

Tabel 3.13: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 600.

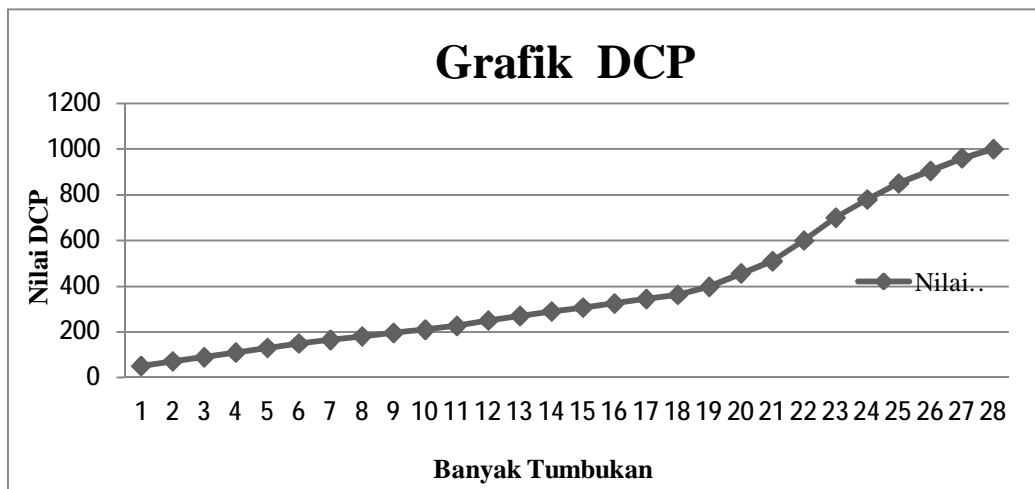
No Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt[3]{CBR}$
	Cm	Mm			
1	2	3	4	5	6

Tabel 3.14: *Lanjutan.*

No Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt{\text{CBR}}$
	Cm	Mm			
1	2	3	4	5	6
1	5.1	51	51	3.71	7.89
2	7.2	72	21	2.34	9.55
3	9	90	18	1.73	10.8
4	11	110	20	1.34	12.12
5	13.1	131	21	1.07	13.39
6	15	150	19	0.91	14.53
7	16.5	165	15	0.81	15.38
8	18.1	181	16	0.7	16.07
9	19.6	196	15	0.7	17.4
10	21	210	14	0.58	17.51
11	22.7	227	17	0.53	18.93
12	25	250	23	0.46	19.29
13	27	270	20	0.42	20.21
14	29	290	20	0.38	21
15	30.7	307	17	0.35	21.19
16	32.5	325	18	0.33	22.45
17	34.5	345	20	0.3	23.09
18	36.2	362	17	0.28	23.68
19	39.8	398	36	0.25	25.07
20	45.6	456	58	0.21	27.1
21	51	510	54	0.21	30.31
22	60	600	90	0.14	31.15
23	70	700	100	0.12	34.52
24	78	780	80	0.1	36.2

Tabel 3.15: *Lanjutan.*

No Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt[3]{CBR}$
	Cm	Mm			
1	2	3	4	5	6
25	85	850	70	0.09	38.09
26	90.5	905	55	0.08	38.99
27	96	960	55	0.07	39.56
28	100	1000	40	0.07	41.21



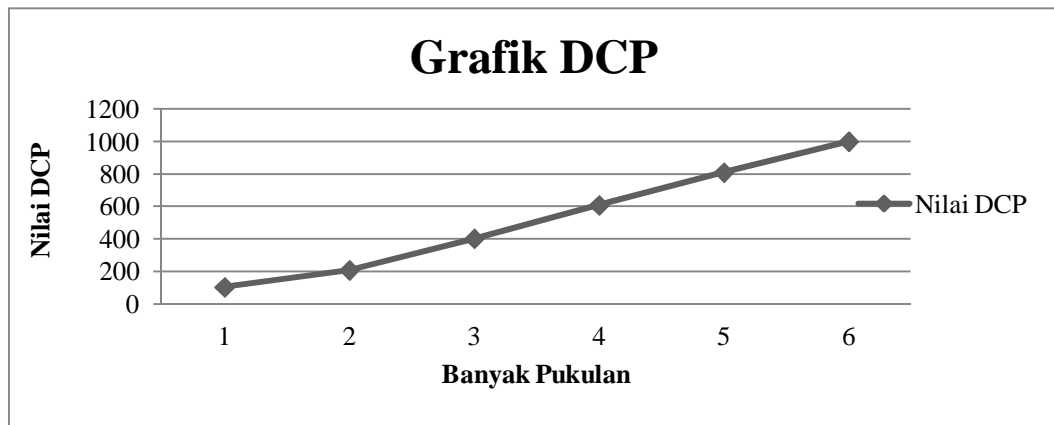
Gambar 3.6: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 600.

Tabel 3.15: Data CBR Lapangan Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 800.

No. Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt[3]{CBR}$
	Cm	Mm			
1	2	3	4	5	6
1	10,3	103	103	1,479	2,278

Tabel 3.16: *Lanjutan.*

No. Pukulan	Komulatif Angka Dcp		Selisih Prerentasi	CBR	$\sqrt{\text{CBR}}$
	Cm	Mm			
	2	3	4	5	6
1	20,7	207	104	1,462	2,269
2	40,2	402	195	0,641	1,724
3	60,8	608	206	0,602	1,688
4	81,0	810	202	0,612	1,698
5	100	1000	190	0,663	1,743



Gambar 3.7: Grafik Perkerasan Rigid – Sialang Buah (STA) 0 + 800.

3. Tabel Data Curah Hujan.

Tabel 3.17: Data Curah Hujan Serdang Bedagai 2015 (Badan Meteorologi, Kalimotologi, dan Geofisika. Stasiun Sampali).

Tahun 2015		
No.	Bulan	Hari Hujan
1	Januari	6
2	Februari	6
3	Maret	7

Tabel 3.18: *Lanjutan.*

Tahun 2015		
No.	Bulan	Hari Hujan
4	April	11
5	Mei	10
6	Juni	7
7	Juli	8
8	Agustus	8
9	September	8
10	Oktober	14
11	November	13
12	Desember	7
Total/Jumlah =		105
Rata-Rata =		9

Tabel 3.19: Data Curah Hujan Serdang Bedagai 2016 (Badan Meteorologi, Kalimotologi, dan Geofisika. Stasiun Sampali).

Tahun 2016		
No.	Bulan	Hari Hujan
1	Januari	8
2	Februari	12
3	Maret	3
4	April	9
5	Mei	7
6	Juni	8
7	Juli	11
8	Agustus	8
9	September	23
10	Oktober	14
11	November	13
12	Desember	12
Total/Jumlah =		125
Rata-Rata =		11

Tabel 3.20: Data Curah Hujan Serdang Bedagai 2017 (Badan Meteorologi, Kalimotologi, dan Geofisika. Stasiun Sampali).

Tahun 2017		
No	Bulan	Hari Hujan
1	Januari	11
2	Februari	9
3	Maret	12
4	April	10
5	Mei	12
6	Juni	9
7	Juli	8
8	Agustus	16
9	September	19
10	Oktober	14
11	November	15
12	Desember	15
Total/Jumlah =		150
Rata-Rata =		13

4. Material Konstruksi

- a. *Portland cement*.
- b. Agregat kasar.
- c. Agregat halus Pasir (*sand*).
- d. Air.
- e. Baja-tulangan (*reinforcing steel*).

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan dan Pengumpulan Data

Penelitian yang dilakukan di jalan pesisir Pantai Sialang Buah - Sei Rampah, Serdang Bedagai pada hari Senin 21 januari 2019, Selasa 22 januari 2019, Rabu 23 januari 2019, Kamis 24 januari 2019, Jum-at 25 januari 2019, Sabtu 26 januari 2019, Minggu 27 januari 2019 pukul 07.30 – 17.00 WIB, menghasilkan data jumlah LHR (Lalulintas Harian Rata-rata) yang merupakan data mentah, sehingga masih harus disusun terlebih dahulu untuk kemudian diadakan perhitungan masing-masing data yaitu LHR,CBR,Curah Hujan di lokasi survei, untuk mengetahui tahap perencanaan perkerasan *rigid* pada pesisir Pantai Sialang Buah.

4.2. Besaran Rencana Perkerasan Kaku

4.2.1. Umur Rencana

Umur rencana jalan adalah jangka waktu sejak jalan itu dibuka hingga saat diperlukan, perbaikan berat atau telah dianggap perlu untuk memberi lapisan perkerasan baru. Ramainya lalu-lintas kendaraan yang melewati sesuatu jalan itu dapat diteliti dengan menghitung jumlah (volume) kendaraan yang lewat sesuai dengan masing-masing jenis kendaraan.

Oleh karena itu, pada perencanaan pembuatan suatu jalan harus dapat rnenjangkau perkembangan lalu-lintas untuk sesuatu waktu yang tertentu dikemudian hari tanpa ada perbaikan yang berarti, misalnya dapat mencapai umur rencana 20-40 tahun yang mendatang.

Pada umumnya umur rencana (n) perkerasan kaku adalah 20 sampai dengan 40 tahun. Dalam analisis ini digunakan umur rencana 20 tahun.

Tabel 4.1: LHR Awal Umur Rencana Tahun 2019.

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	LHR $(1 + i)^n$	Hasil (Kend/hari/2 arah)
Sepeda Motor (MC)	6604	$6604 \times (1 + 0,6)^{20}$	79837,46
Kend.Ringan (LV)	500	$500 \times (1 + 0,6)^{20}$	6044630
Kend.berat (HV)	108	$108 \times (1 + 0,6)^{20}$	1305,63

4.3. Data Existing Jalan

Adapun data – data *existing* jalan adalah sebagai berikut:

Panjang	= 830 m
Lebar	= 6 m
Median	= Variatif
Umur rencana	= 20 tahun

4.4. Menghitung Lalu Lintas Harian Rata – rata Awal Umur Rencana

Rumus = Jumlah Kendaraan $\times (1 + i)^n$.

Dimana = i pertumbuhan lalu lintas (6 % pertahun).

n = perencanaan dan pelaksanaan (tahun).

Tabel 4.2: Data CBR Lapangan.

No	Lokasi	Lokasi	CBR (%)
1	Perkerasan Rigid – Sialang Buah	0 + 00	12.73
2	Perkerasan Rigid – Sialang Buah	0 + 200	8.91
3	Perkerasan Rigid – Sialang Buah	0 + 400	1.99
4	Perkerasan Rigid – Sialang Buah	0 + 600	3,71
5	Perkerasan Rigid – Sialang Buah	0 + 800	1.47

4.5. Menghitung Nilai CBR (California Bearing Ratio Segmen)

Penentuan CBR segmen ini menggunakan cara analitis, data CBR lapangan terlampir pada Tabel 2.7:

$$\begin{aligned}\text{Rumus : CBR rata - rata} &= \frac{\sum \text{CBR lapangan}}{n} \\ &= \frac{12.73+ 8.91+ 1.99+ 3.71+1.47}{5} \\ &= 5.762 \%\end{aligned}$$

Untuk nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen. Besarnya nilai R seperti yang diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

$$\begin{aligned}\text{CBR segmen} &= \frac{\text{CBRrata-rata (CBRmaks-CBRmin)}}{R} \\ &= \frac{5.76 (12.73 -1.47)}{2.48} \\ &= 32,74 \%\end{aligned}$$

Dimana:

n = jumlah data CBR lapangan.

R = banyaknya pengambilan titik pengujian (Tabel 2.10)

4.6. Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode Bina Marga 2003

Diketahui data yang diperoleh:

CBR tanah dasar = 6 %

Nilai K = 350

Kuat lentur (fcf) → Kuat tekan beton (f'c) = 29 Mpa → $fcf = K (f'c)^{0,50} = 0,7 \times (29)^{0,50} = 3.76 \text{ Mpa} = 4 \text{ Mpa}$ (persamaan 1)

Ruji (Dowel) = Ya

Pertumbuhan lalu lintas (i) = 6 % per tahun

Umur rencana (UR) = 20 tahun

Koefisien Distribusi Arah (C) = 0,70 (berdasarkan Tabel 4.4)

4.6.1. Analisis Lalu Lintas

Tabel 4.3: Perhitungan repetisi sumbu kendaraan (surve lapangan).

J. Sumbu	B. Sumbu (T)	J. Sumbu	% B. Terhadap Total	Propersi Sumbu	LHR	Repetisi yang Terjadi
1	2	3	4	5	6	7=(4)x(5)x(6)
STRT	6	-	-	0,66	44488	
	5	103	0,954	0,66	44488	28011,424
	4	-	-	0,66	44488	
	3	5	0,046	0,66	44488	1350,655
	2	-	-	0,66	44488	
Total		108	1			
STRG	8	103	0,954	0,26	44488	11034,803
	5	5	0,046	0,26	44488	532,076
Total		108	1			
Kumulatif						140.928,95

Tabel 4.4: Sumbu berdasarkan Jenis dan Bebannya.

Jenis Kendaraan	Jumlah			Beban Sumbu (ton)		Konfigurasi Sumbu	
	Kendaraan	Sumbu/kend	Sumbu	Depan	Belakang	Depan	Belakang
1	2	3	4	5	6	7	8
Sepeda Motor	39012						
Mobil Penumpang	977						
Pick up	1545						
Becak Motor	2071						
Bus Mikro	296						
Bus	92	2	184	3	5	STRG	STRG
Truk 2 As	495	2	990	2	4	STRG	STRG
Jumlah	44488		1174				

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (20 tahun)

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} = \frac{1+6\%}{6\%}^{20}-1$$

$$= 36.785$$

$$JSKN = 365 \times 1174 \times 36.785$$

$$= 15762740,35$$

$$= 1,57 \times 10^7$$

$$= 1,57$$

$$JSKN \text{ rencana} = C \times JSKN$$

$$= 0,7 \times 1,57 \times 10^7$$

$$= 3,53 \times 10^7$$

$$= 1,1 \times 10^7$$

4.6.2. Perhitungan Tebal Pelat Beton

Sumber data beban	= Hasil survei
Jenis perkerasan	= BBDT dengan ruji Jenis
Umur rencana	= 20 tahun
JSK	= $1,1 \times 10^7$
Faktor keamanan beban	= 1,0 (berdasarkan Tabel: 2.8)
Kuat tarik lentur beton (fcf) umur 28 hari	= 4 MPa
Jenis dan tebal lapis pondasi	= CBK 125 mm BP (Gambar 2.9)

Tabel 4.5: Analisis Fatik dan Erosi.

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (KN)	Beban Rencana Per roda (KN)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan & Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Refetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak
1	2	3=(2)2x fkb	4	5	6	7= 4x100/(6)	8	9=(4)x100/(8)
STRT	6 (60)	30	-	1,39	TT	0	TT	0
	5 (50)	25	28011,424	FRT= 0,339	TT	0	TT	0
	4 (40)	20	-	FE= 2,5	TT	0	TT	0
	3 (30)	15	1350,655		TT	0	TT	0
	2 (20)	10	-		TT	0	TT	0
STRG	8 (80)	40	11034,803	2,17	400000	2,75	2000000	0,55
	5 (50)	25	532,076	FRT= 0,529	TT	0	TT	0
				FE= 3,02				
Total					2,75% < 100%		0,55 % < 100%	

Berdasarkan perhitungan didapat tebal tulangan yang paling efisien dengan sistem coba-coba adalah tebal 24 cm = 240 mm Karena % analisa fatik dan analisa erosi < 100% maka tebal pelat yang digunakan adalah 24 cm.

4.6.3. Perhitungan Tulangan

Tebal pelat = 24 cm = 0,24 m.

Lebar pelat = 2 x 3 m (untuk 2 lajur).

Panjang pelat = 15 m (jarak antar sambungan).

Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah = 1,0 (pada Tabel 2.8)

Kuat tarik ijin baja = 230 Mpa (berdasarkan nilai standar kuat tarik ijin beton).

kuat tarik ijin beton ± 230 Mpa) Berat isi beton = 2400 kg/m³ (berdasarkan nilai standar berat isi beton ± 2400 kg/m³).

Gravitasi = 9,81 m/detik².

a. Tulangan memanjang

$$As = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot fs}$$

$$As = \frac{1,0 \times 6 \times 2400 \times 9,81 \times 0,24}{2 \times 230}$$

$$As = \frac{28252,8}{460}$$

$$As = 73,702 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$As \text{ min} = 0,1\% \times 240 \times 1000 = 240 \text{ mm}^2 / \text{m} > As \text{ perlu} = 73,702 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{b \times 1/4\pi \times \phi_{tul}^2}{AS}$$

$$s = \frac{3000 \times 1/4 \times 3,14 \times 16^2}{73,702}$$

$$s = 8179,967 \text{ mm}$$

$$s \text{ dipilih} = 500 \text{ mm}$$

$$As \text{ pilih} = \frac{b \times 1/4\pi \times \phi_{tul}^2}{s \text{ pilih}}$$

$$As \text{ pilih} = \frac{3000 \times 1/4 \times 3,14 \times 16^2}{500}$$

$$As \text{ pilih} = 1205,76 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$$

$$= 1206 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$$

Dipergunakan tulangan diameter 16 mm, jarak 500 mm (berdasarkan SK SNI T-15- 1991-03 halaman 155).

b. Tulangan melintang

$$As = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot fs}$$

$$\begin{aligned}
As &= \frac{1,0 \times 6 \times 2400 \times 9,81 \times 0,24}{2 \times 230} \\
As &= \frac{33903,36}{460} \\
As &= 73,702 \text{ }^2/m \\
As \text{ min} &= 0,1\% \times 240 \times 1000 = 240 \text{ mm}^2 /m > As \text{ perlu} = 73,702 \text{ mm}^2 \\
s &= \frac{b \times 1/4\pi \times \phi_{tul}^2}{AS} \\
s &= \frac{3000 \times 1/4 \times 3,14 \times 16^2}{73,702} \\
s &= 8179,862 \text{ mm} \\
s \text{ dipilih} &= 500 \text{ mm} \\
As \text{ pilih} &= \frac{b \times 1/4\pi \times \phi_{tul}^2}{s \text{ pilih}} \\
As \text{ pilih} &= \frac{3000 \times 1/4 \times 3,14 \times 16^2}{500} \\
As \text{ pilih} &= 1205,76 \text{ mm}^2/m \text{ lebar} \\
&= 1206 \text{ mm}^2/m \text{ lebar}
\end{aligned}$$

Dipergunakan tulangan diameter 16 mm, jarak 500 mm (berdasarkan SK SNI T-15- 1991-03 halaman 155).

4.6.4. Perhitungan (*Tie Bar*)

$$\begin{aligned}
\text{Jarak terkecil antar sambungan} &= 3 \text{ m} = 3000 \text{ mm} \\
\text{Tebal pelat} &= 0,24 \text{ m} = 240 \text{ mm} \\
\text{Diameter batang pengikat} &= 16 \text{ mm} \\
\text{Jarak batang pengikat yang digunakan} &= 75 \text{ cm} = 750 \text{ mm} \\
At &= 204 \times b \times h \\
&= 204 \times 3000 \times 240 \\
&= 146880000 \text{ mm}^2 \\
I &= (38,3 \times \phi) + 75 \\
&= (38,3 \times 1,6) + 75 \\
&= 136,28 \text{ cm} = 1362,8 \text{ mm}
\end{aligned}$$

4.6.5. Perhitungan (*Dowel*)

Dari perhitungan pelat beton, diperoleh

Tebal pelat beton	= 240 mm dari Tabel 2.5
Diameter ruji	= 36 mm
Panjang ruji	= 45 cm
Jarak antara ruji	= 30 cm

4.7. Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode NAASRA 1987

Diketahui data yang diperoleh:

CBR tanah dasar	= 6 %
Nilai K	= 350
Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi (μ)	= 1,2 (pada Tabel 2.6)
Ruji (<i>Dowel</i>)	= Ya
Pertumbuhan lalu lintas (i)	= 6 % per tahun
Umur rencana (UR)	= 20 tahun
Koefisien Distribusi Arah (Cd)	= 0,70 (berdasarkan Tabel 2.6)

4.7.1. Perhitungan Mutu Beton dengan kuat tekan 28 hari sebesar 350 kg/cm²

$$f'_c = 350 = 35 \times 0,83 \text{ Mpa}$$
$$= 29 \text{ Mpa} < 30 \text{ Mpa (minimum yang disarankan) dari pers (2.7)}$$
$$f_r = 0,62 \times \sqrt{f'_c}$$
$$f_r = 0,62 \times \sqrt{29}$$
$$f_r = 3,338 \text{ Mpa} \approx 3,3 \text{ Mpa} < 3,5 \text{ Mpa (minimum yang disarankan)}$$

4.7.2. Perhitungan Beban Lalu Lintas Rencana

a. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

Tabel 4.6: Perhitungan Repetisi Beban.

Koefigurasi Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Presentasi Koefigurasi Sumbu (%)	Jumlah Repetisi yang Terjadi
1	2	3	4 = 2 x 3

Tabel 4.7: *Lanjutan.*

Koefigurasi Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Presentasi Koefigurasi Sumbu (%)	Jumlah Repetisi yang Terjadi
STRT	2	-	-
STRT	3	$(103 : 1174) \times 100 = 8.77$	26.31
STRT	4	-	-
STRG	5	$(5 : 1174) \times 100 = 0.42$	02.01
STRG	6	-	-

Dari persamaan (2.2), jumlah sumbu kendaraan niaga:

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{e \log(1+i)}$$

$$R = \frac{(1+i)^{20} - 1}{e \log(1+0.06)}$$

$$R = \frac{(1+0,06)^{20} - 1}{e \log(1+0.06)}$$

$$R = 32,08$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : JSKN} &= 365 \times 1174 \times 32,02 \\ &= 13720890,2 \text{ kendaraan} \\ &= 1,30 \times 10^7 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

4.7.3. Perhitungan Kekuatan Tanah Dasar

Dari data tanah, diperoleh nilai CBR = 6%. Dari grafik bantuan perhitungan diperoleh nilai k = 40 kPa/mm untuk CBR 6%.

4.7.4. Perhitungan Pelat Beton

Dengan perhitungan diperiksa apakah estimasi tebal pelat cukup atau tidak, dari jumlah persentase fatik yang terjadi (disyaratkan $\leq 100\%$).

Tabel 4.8: Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi.

Koefisien Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana FK= 1,1	Repetisi Beban (10)9	Tegangan yang Terjadi	Perbandingan Tegangan	Jumlah Repetisi yang Terjadi	Presentasi Fatik (%)
1	2	3	4	5	6	7	8
STRG	2	2,2	-	-	-	-	-
STRG	3	3,3	26,21	-	-	-	-
STRG	4	4,4	-	-	-	-	-
STRG	5	5,5	2,01	-	-	-	-
STRG	6	6,6	-	-	-	-	-
STRG	7	7,7	-	-	-	-	-
STRG	8	8,8	-	-	-	-	-
Jumlah							0

Berdasarkan perhitungan didapat tebal tulangan yang efisien dengan sistem coba-coba adalah tebal 22 cm = 220 mm, ternyata jumlah fatik $0 < 100\%$, maka tebal pelat minimal yang harus digunakan = 22 cm.

4.7.5. Perhitungan Tulangan

Tebal pelat = 22 cm
 = 220 mm Lebar pelat
 = 2 x 3 m (untuk 2 lajur)

Panjang pelat = 5 m (jarak antar sambungan)

Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah = 1,0 pada (Tabel 2.9).

Kuat tarik ijin baja = 230 Mpa (berdasarkan nilai standar kuat tarik ijin beton \pm 230 Mpa)

a. Tulangan memanjang

$$A_s = \frac{11,76 (F.L.h)}{f_s}$$

$$A_s = \frac{11,76 (1,2 \times 5 \times 220)}{230}$$

$$A_s = 67,492 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$$

Luas tulangan minimum $A_s = 0,14\%$ (SK SNI T-15-1991-03)

$$A_s \text{ min} = 0,0014 (220) (1000) = 308 \text{ mm}^2 / \text{m lebar}$$

$$s = \frac{b \times 1/4\pi \times \phi_{tul}^2}{A_s}$$

$$s = \frac{2500 \times 1/4 \times 3,14 \times 16^2}{67.492}$$

$$s = 7443,845 \text{ mm}$$

s dipilih = 500 mm

$$A_{s \text{ pilih}} = \frac{b \times 1/4\pi \times \phi_{tul}^2}{s \text{ pilih}}$$

$$A_{s \text{ pilih}} = \frac{3500 \times 1/4 \times 3,14 \times 16^2}{500}$$

$$A_{s \text{ pilih}} = 1004,8 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$$

$$= 1005 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$$

Dipergunakan tulangan diameter 16 mm, jarak 500 mm (berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 halaman 155).

b. Tulangan melintang

$$A_s = \frac{11,76 (F.L.h)}{f_s}$$

$$A_s = \frac{11,76 (1,2 \times 5 \times 220)}{230}$$

$$A_s = 67,492 \text{ }^2/\text{m}$$

Luas tulangan minimum $A_s = 0,14\%$ (SK SNI T-15-1991-03)

$A_s \text{ min} = 0,0014 (220) (1000) = 308 \text{ mm}^2 / \text{m lebar}$.

$$s = \frac{b \times 1/4\pi \times \phi_{tul}^2}{A_s}$$

$$s = \frac{2500 \times 1/4 \times 3,14 \times 16^2}{67,492}$$

$$s = 7443,845 \text{ mm}$$

s dipilih = 500 mm

$$A_{s \text{ pilih}} = \frac{b \times 1/4\pi \times \phi_{tul}^2}{s \text{ pilih}}$$

$$A_{s \text{ pilih}} = \frac{3500 \times 1/4 \times 3,14 \times 16^2}{500}$$

$$A_{s \text{ pilih}} = 1004,8 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$$

$$= 1005 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$$

Dipergunakan tulangan diameter 16 mm, jarak 500 mm (berdasarkan SK SNI T-15- 1991-03 halaman 155).

4.7.6. Perhitungan *Tie Bar*

Dari perhitungan pelat beton, diperoleh

Tebal pelat beton	= 22 cm.
Diameter tie bar	= 12 mm
Panjang tie bar	= 720 mm
Jarak spacing antar tie bar	= 87 cm untuk tebal pelat beton 22 cm

4.7.7. Perhitungan *Dowel*

Dari perhitungan pelat beton, diperoleh

Tebal pelat beton	= 22 cm.
Diameter ruji	= 30,6 mm,
Panjang ruji	= 450 mm, jarak ruji = 300 mm
Jarak antara ruji	= 30 cm beton 22 cm

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sehingga tebal perkerasan yang dibutuhkan pada (*rigid pavement*) pada metode NAASRA 1987 (*National Associations of Australian State Road Authorities*) dan metode Bina Marga 2003 pada Pesisir pantai Sialang Buah dengan nilai CBR tanah dasar sebesar 6 % dan jenis perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan menggunakan metode NAASRA 1987 sebesar 22 cm dan tulangan berdiameter 16 mm dengan jarak 500 mm.

Dan tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan dengan menggunakan metode Bina Marga 2003 sebesar 24 cm dan tulangan berdiameter 16 mm dengan jarak 500 mm.

2. Perbedaan tebal perkerasan kaku dipengaruhi faktor pertumbuhan lalu-lintas yang berbeda sehingga menghasilkan nilai Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) berbeda dikedua metode tersebut dan berbeda ketentuan pada hasil grafik untuk menentukan tebal perkerasan sementara dengan sistem coba-coba yang menghasilkan nilai tebal yang berbeda.

5.2. Saran

Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian serupa dengan penelitian ini disarankan dalam penarikan grafik pada metode Bina Marga 2003 dan NAASRA 1987 harap teliti karena akan mempengaruhi hasil tebal taksiran beton, dan dalam meletakkan penulangan pada gambar.
2. Jika ada penelitian selanjutnya harap membandingkan dengan berbagai metode menghitung perkerasan jalan lainnya selain dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfikri, Taufik, H. 2017. *Study of Comparative Methods of Flexible Pavement and Rigid Pavement*, Riau.
- Assessment of the Australian Road System: 1987*.Australia.
- Brunosius, Arifianto,A, K. Aldila,R, P. 2018. Perencanaan Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan STA 0+1 Km Kecamatan Binangun Kabupaten Blitar Jawa Timur,Malang.
- HUDA,B. 2017. Perbandingan Perhitungan Tebal Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku dengan Menggunakan Metode Bina Marga dan AashtO 1993 Serta Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Perkerasan Pada Ruas Jalan Sebuluh abupaten Kutai Kartanegara, Samarinda.
- Pradana,F,M. Arief Budiman,Shally Ice Veronika, 2018. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Pada Underpass Cibubur dengan Metode Binamarga dan Naasra, Banten.
- Pranata,J. Sulandari,E. Sumiyattinah.2018. Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku dengan Menggunakan Metode Bina Marga dan Metode *Aashto* 1993.
- Setiawan, A. 2013. Perancangan Struktur Beton Bertulang SNI 2847: 2013. Jakarta: Erlangga.
- Sukirman,S. 1999, Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: Nova.
- Sulistyo, D. Kusumaningrum, J. 2013. Analisis Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku dengan Menggunakan Metode Bina Marga dan Metode Aashto Serta Merencanakan Saluran Permukaan Pada Ruas Jalan Abdul Wahab,Sawangan. Bandung.
- Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14- 2003
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK SNI T:15-1991-03. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum

LAMPIRAN

Foto Documentasi Perhitungan LHR



Gambar L1: Lokasi penelitian.



Gambar L2: Pengamatan terhadap kendaraan yang melintas.



Gambar L3: Perhitungan LHR.

Foto Documentasi Perhitungan CBR



Gambar L4: Pengujian nilai CBR tanah dasar titik 1, (0 + 00).



Gambar L5: Pengujian nilai CBR tanah dasar titik 2, (0 + 200).



Gambar L6: Pengujian nilai CBR tanah dasar titik 3, (0 + 400).



Gambar L7: Pengujian nilai CBR tanah dasar titik 4, (0 + 600).



Gambar L8: Pengujian nilai CBR tanah dasar titik 5, (0 + 800).

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI

Nama	Yasir Umbran Purba
Tempat, Tanggal Lahir	Bangun Purba, 06 April 1997
Agama	Islam
Alamat	JL.Sisingamangaraja Bangun Purba Kab Deli Serdang
No. HP	082164027765
Email	yasiirpurba97@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa	: 1507210094
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Sipil
Perguruan Tinggi	: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

NO	TINGKAT PENDIDIKAN	LOKASI	TAHUN KELULUSAN
1	SD Negeri 104288	Kabupaten Deliserdan	2006
2	SMP Negeri 1	Kabupaten Deliserdan	2012
3	SMK Beringin	Kabupaten Deliserdan	2015
4	Melanjutkan Studi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 Sampai Selesai		