

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) DENGAN METODE AASHTO 1993
PADA JALAN AKSES MENUJU LOKASI PELABUHAN TANJUNG KALAB DI BUMI HARJO
KABUPATEN KOTAWARINGIN BARAT PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

Oleh

DAMEIDA ROULINA SINAGA
NIM. DAB 113 098



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2018**

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA JALAN AKSES MENUJU LOKASI PELABUHAN TANJUNG KALAB DI BUMI HARJO KABUPATEN KOTAWARINGIN BARAT PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Oleh :

DAMEIDA ROULINA SINAGA
NIM.DAB 113 098

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Tugas Akhir

Palangka Raya, September 2018

Pembimbing I



ROBBY, S.T., M.T.
NIP. 19730326 1999031 003

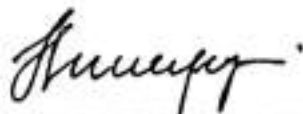
Pembimbing II



Ir. SUPIYAN, M.T.
NIP. 19640220 199302 1 001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua



HAIKI MART YUPI, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19740303200012 1 001

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)
DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA JALAN AKSES MENUJU
OKASI PELABUHAN TANJUNG KALAB DI BUMI HARJO KABUPATEN
KOTAWARINGIN BARAT PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-I pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh

DAMEIDA ROULINA SINAGA
NIM.DAB 113 098

Telah dipaparkan didepan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Kamis/ 20 September 2018
Waktu : 09.00-12.00 WIB
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

1. ROBBY, S.T., M.T
NIP. 19730326 199903 1 003
2. Ir. SUPIYAN, M.T.
NIP. 19640220 199302 1 001
3. Ir. DESRIANTOMY, M.T.
NIP. 19621223 199002 1 001
4. SALONTEN, S.T., M.T.
NIP. 19771203 200212 1 002
5. MURNIATI, S.T., M.T.
NIP. 19760111 200501 2 002

.....(Ketua/PembimbingI)
.....(Sekretaris/PembimbingII)
.....(Anggota)
.....(Anggota)
.....(Anggota)



WALUYU NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Universitas Palangka Raya
Ketua,

Handwritten signature of HAIKI MART YUPI

HAIKI MART YUPI, S.T.,M.T.,Ph.D
NIP.19740303 200012 1 001

BIODATA PENULIS



Data Pribadi

Nama : DAMEIDA ROULINA SINAGA
NIM : DAB 113 098
Tempat, tgl lahir : GARINGGING, 31 OKTOBER 1995
Status : LAJANG
Agama : KRISTEN PROTESTAN
Pekerjaan : MAHASISWA
Alamat : JALAN BIMA NO.28 KOST PUTRI HIJAU KAMAR NO.10
Nama Ayah : RELA PARDAMEAN SINAGA
Pekerjaan Ayah : PETANI
Nama Ibu : ROHANI MARBUN
Pekerjaan Ibu : PETANI

Riwayat Pendidikan*)

SD : SD NEGERI 1 MEREK, (2001-2007)
SLTP : SMP NEGERI 1 TIGAPANAH, (2007-2010)
SLTA : SMA NEGERI 2 KABANJAHE, (2010-2013)
S-1 : UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

Aktivitas Organisasi

1.....
2.....

Palangka Raya, September 2018
Yang membuat pernyataan

DAMEIDA ROULINA SINAGA
NIM. DAB 113 098

*) Nama Sekolah, tempat, tahun masuk sampai tahun lulus

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Berserulah kepada-Ku pada waktu kesesakan,
Aku akan meluputkan engkau,
dan engkau akan memuliakan Aku”

Mazmur 50:15

Ku ucapkan terima kasih untuk :

Bapaku, Tuhan Yesus Kristus

Terimakasih Bapa berkat dan penyertaan-Mu yang menyertai setiap langkahku. Di dalam-Mu aku selalu mendapatkan ketenangan dan kekuatan, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) dengan baik

Orang Tua yang Tersayang (Tua, Inang, Bapak dan Mamak)

Yang selalu bersedia sepenuh hati mendidik, memberi semangat dan mendoakanku sampai aku bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga aku bisa selalu menjadi anak yang berbakti dan membanggakan

Seluruh Keluargaku yang Tercinta

Terimakasih untuk cinta kasih yang telah kurasakan sampai saat ini, terimakasih telah menjadi yang selalu ada buatku. Pengorbanan yang tak akan pernah bisa kubalaskan, smoga Bapa selalu menyertai kita dimanapun berada. Aku menyayangi kalian dan berharap hari ini esok dan sampai selamanya kasih tak akan pernah pudar diantara kita .

Seluruh Sahabat Terbaikku

Terimakasih dari hatiku yang terdalam untuk kalian yang tak dapat kuucapkan satu persatu, terimakasih telah mengajarkanku arti kasih yang sebenarnya. Tak sedarlah, bukan dari daerah yang sama bukan juga dari satu kumpulan yang sama tapi kebersamaan ini sungguh indah kurasakan, kasih yang begitu nyata dan tulus. Aku selalu bersyukur kepada Tuhan telah dipertemukan dengan orang² terbaik seperti kalian. Tetap semangat buat semua sahabat terbaaikkku, kita gapai cita ² membanggakan orangtua membanggakan semua orang dan membanggakan aku punya sahabat terbaik seperti kalian... See you on the top

Dosenku

Terimakasih ku ucapkan kepada seluruh dosen yang telah mengajarkanku banyak hal di Universitas Palangka Raya. Terlebih kepada Bapak Pembimbing Akademik yang telah menjadi ayah buatku di masa perkuliahan ini. Begitu juga dengan dosen pembimbing maupun dosen pembahas Tugas Akhir terimakasih kuucapkan telah membantu dan membimbing ku sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan hasil yang baik,

Jurusan Teknik Sipil

Terima Kasih buat Bapak Haiqi Mart Yupi, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Wita Kristiana selaku Koordinator Tugas Akhir, Staff Jurusan Bu Yunita, SE dan Pak John yang membantu dalam kelengkapan berkas serta seluruh Dosen Teknik Sipil yang memberi dukungan.

Netizen Terkepo

Terimakasih juga kuucapkan kepada para netizen yang selalu menanyakan udah bab berapa, kapan proposal, kapan hasil, gimana revisi, kapan siding nol, kapan siding ????????????????

Berkat pertanyaan ini seakan akan menumbuhkan semangat yang membara dihatiku untuk segera menyelesaikan seluruh tugas dan tanggungjawabku di bangku perkuliahan. Okee netizen, setelah ini aku akan siap dengan pertanyaan kerja dimana, siapa pacarmu sekarang, udah nikah, udah punya anak dan lainlain... hahahaah.

SALAM SUKSES!!!

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sungguh, bahwa skripsi/Tugas Akhir saya belum pernah dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

.....,, 14 September 2018



UNIVERSITAS PADJARAN
JAMBEJA ROULINA SINAGA
NIM. DAB 111 098

RINGKASAN

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA JALAN AKSES MENUJU LOKASI PELABUHAN TANJUNG KALAB DI BUMI HARJO KABUPATEN KOTAWARINGIN BARAT PROVINSI KALIMANTAN TENGAH, Dameida Roulina Sinaga, 2018, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Perkerasan jalan merupakan bagian dari struktur jalan yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu yang terletak di atas tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk memberikan pelayanan yang baik bagi sarana transportasi maupun pengguna jalan yang melewati bagian permukaan perkerasan selama umur rencana.

Ruas jalan akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab saat ini masih dalam tahap pembangunan karena perkerasan yang ada sebelumnya mengalami kerusakan, disamping itu *traffic* pada jalan tersebut sudah melebihi batas maksimal (*overload*) pada umur rencana. Pembangunan jalan tersebut menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 sehingga pada Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan dengan metode AASHTO 1993 sebagai pembandingan.

Hasil penelitian pada jalan akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab pada STA 04 + 150 – STA 06 + 150 dengan metode AASHTO 1993 CBR 6 % didapat tebal pelat beton sebesar 30,5 cm, dengan CBR 18.5 % didapatkan tebal pelat beton sebesar 28 cm. Sedangkan tebal pelat beton kondisi lapangan sebesar 28.5 cm. Hasil analisis tebal pelat yang berbeda dikarenakan adanya perbedaan parameter input yang digunakan oleh masing-masing metode. Perbedaan parameter input seperti modulus reaksi tanah dasar efektif, modulus elastisitas beton, kuat lentur beton koefisien transfer beban, koefisien drainase, kehilangan kemampuan pelayanan, standar deviasi keseluruhan, dan lalu lintas rancangan.

Kata kunci : CBR, AASHTO 1993, MDP 2013, Perkerasan Kaku

SUMMARY

PLANNING OF RIGID PAVEMENT THROUGH 1993 AASHTO METHOD ON ACCESS ROAD TO LOCATION OF TANJUNG KALAB PORT IN BUMI HARJO, KOTAWARINGIN BARAT DISTRICT, CENTRAL KALIMANTAN PROVINCE, Dameida Roulina Sinaga, 2018, Civil Engineering Department / Study Program, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Road pavement is part of a road structure that is hardened with a certain construction layer located above the subgrade, which serves to provide good services for transportation facilities and road users who pass through the pavement surface during the plan life.

The access road to the Tanjung Kalab port location is still under construction because the previous pavement was damaged, besides that the traffic on the road has exceeded the maximum load at the age of the plan. The construction of the road uses the 2013 Pavement Road Design Manual method so that this Final Project is planned with the 1993 AASHTO method as a comparison.

The results of the study on the access road to the port location of Tanjung Kalab on STA 04 + 150 - STA 06 + 150 with the AASHTO 1993 CBR 6% method obtained by the thickness of the concrete plate by 30,5 cm, with CBR 18.5% obtained by the thickness of the concrete slab of 28 cm. Whereas the thickness of the concrete slab is a field condition of 28.5 cm. The results of slab thickness analysis are different due to differences in input parameters used by each method. Differences in input parameters such as modulus of effective subgrade reaction, modulus of elasticity of concrete, flexural strength of the load transfer coefficient, drainage coefficient, loss of service capability, overall standard deviation, and design traffic.

Keywords: CBR, AASHTO 1993, MDP 2013, Rigid Pavement

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat karunia-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) DENGAN METODE AASHTO 1993 PADA JALAN AKSES MENUJU LOKASI PELABUHAN TANJUNG KALAB DI BUMI HARJO KABUPATEN KOTAWARINGIN BARAT PROVINSI KALIMANTAN TENGAH”**. Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Ir. I Made Kamiana, M.T. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Haiki Mart Yupi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Murniati, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
7. Bapak Apria B.P Gawai, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Bapak Robby, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
9. Bapak Ir. Supiyon, M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.

10. Bapak Ir. Desriantomy, M.T. selaku Dosen Penguji dan Pembahas Tugas Akhir.
11. Bapak Salonten, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji dan Pembahas Tugas Akhir.
12. Murniati, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji dan Pembahas Tugas Akhir.
13. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2013 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal Tugas Akhir ini.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan menyadari akan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Terima Kasih.

Palangka Raya, September 2018

DAMEIDA ROULINA SINAGA
NIM. DAB 113 098

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
PRAKATA	v
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Lokasi Kajian Tugas Akhir.	3
1.3 Rumusan Masalah.	4
1.4 Batasan Masalah.	5
1.5 Maksud dan Tujuan Penelitian.	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Perkerasan Jalan	7
2.2 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	10
2.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Metode AASHTO 1993	15
2.4 Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Formulasi	44
2.5 Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993	45
2.6 Menentukan Segmen Pelat Beton	46
2.7 Perencanaan Sambungan	46
2.8 Penelitian Terdahulu.....	49

BAB III METODE PENELITIAN	52
3.1. Umum	52
3.2. Pengumpulan Data	52
3.3. Tahapan Penelitian	53
3.4. Analisis Data	55
3.5. Bagan Alir Penelitian	58
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	61
4.1. Kondisi Rona Awal	61
4.2. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku.....	62
4.3. Perhitungan Tebal Pelat Beton dengan CBR 18.5 %	86
4.4. Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993 dengan CBR 18.5 %	90
4.5. Perhitungan Tebal Pelat Beton dengan CBR 6 %	92
4.6. Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993 dengan CBR 6 %.....	98
4.7. Menentukan Segmen Pelat Beton	100
4.8. Perhitungan Sambungan	101
4.9. Perencanaan Tebal Pelat dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013	103
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	109
5.1. Kesimpulan.....	109
5.2. Saran	110
DAFTAR PUSTAKA	111

LAMPIRAN	112
1. Hasil Pengujian Alat DCP.	112
2. Rekapitulasi Volume Lalu Lintas	152
3. Faktor Ekivalensi Beban Gandar Untuk Perkerasan Kaku.....	153
4. Data Hidrologi	157
5. Dokumentasi Penelitian	158

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku.....	9
2.2 Umur Rancangan Perkerasan	16
2.3 Konfigurasi Beban Sumbu.....	19
2.4 Faktor Distribusi Lajur (DL)	21
2.5 Konversi Beban Sumbu Kendaraan.....	22
2.6 Skala PSI.....	23
2.7 Tabel Nilai Reabilitas (R).....	25
2.8 Nilai ZR	26
2.9 Jumlah Data CBR Titik Pengamatan Dalam Satu Segmen	30
2.10 Klasifikasi Nilai CBR	37
2.11 Faktor Kehilangan Daya Dukung (LS)	38
2.13 Koefisien Pengaliran (C).....	41
2.13 Koefisien Drainase (CD).....	42
2.14 Koefisien Transfer Beban (J)	43
2.15 Ukuran dan Jarak Batang Dowel yang Disarankan (CD)	47
2.16 Penentuan Ukuran Tie Bar	48
4.1 Data Rekap LHR (Jalan Ruas Tanjung Kalap)	65
4.2 Perhitungan Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	68
4.3 Perhitungan W18 dengan Tebal Slab Rencana 11 Inchi.....	69
4.4 Titik DCPT (STA 4+150)	72
4.5 Nilai CBR Titik Pengamatan (STA 4 +150 sd. STA 6+150).....	73

4.6	Nilai CBR_{Segmen} dengan Metode Analitis (STA 4+150 sd. STA 6+150)	76
4.7	CBR_{Segmen} dengan Metode Grafis	77
4.8	Faktor Penyesuaian Modulus Tanah Dasar Akibat Variasi Musiman	80
4.9	Data Parameter Perencanaan	86
4.10	Perhitungan Angka Ekuivalen Beban Sumbu kendaraan (Vehicle Damage Factor)	93
4.11	Perhitungan W18 dengan Tebal Slab Rencana 12 Inchi	94
4.12	Data Parameter Perencanaan	96
4.13	Bagan Desain Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat	104
4.14	Perbandingan Desain Metode AASHTO 1993 dengan Metode Desain Perkerasan Jalan 2013	106

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1. Peta Kabupaten Kotawaringin Barat.	3
1.2. Sketsa Lokasi Penelitian.	4
2.1. Struktur Perkerasan Lentur.	8
2.2. Struktur Perkerasan Kaku.	8
2.3. Struktur Perkerasan Komposit.	9
2.4. Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan.	12
2.5. Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan.	13
2.6. Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan.	14
2.7. Tampak Atas Penampang Pracetak Beton Semen Pratekan.	15
2.8. Alat Uji DCP.	34
2.9. Alat Uji CBR Lapangan.	36
2.10. Koreksi <i>effective modulus of subgrade reaction</i>	38
2.11. Penentuan Tebal Pelat Nomogram Menurut AASHTO 1993.	45
2.12. Sambungan susut melintang dengan dowel.	49
2.13. Sambungan muai dengan dowel.	49
3.1. Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir.	59
3.2. Bagan Alir Prosedur Perencanaan <i>Rigid Pavement</i> metode AASHTO 1993.	60
4.1. Kerusakan Jalan.	62
4.2. Kerusakan Jalan.	62

4.3	Sketsa Lokasi Penelitian	63
4.4	Hubungan Antara Jumlah Pukulan dan Kedalaman Penetrasi	72
4.5	Ilustrasi Titik Pengamatan CBR, Segmen, dan Ruas Jalan Pada Lokasi Studi Perkerasan	74
4.6	CBR _{Segmen} dengan Metode Grafis	79
4.7	Modulus Reaksi Tanah Dasar Dikoreksi Terhadap Potensi Kehilangan Dukungan Lapis Pondasi	83
4.8	Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993 dengan CBR 18,5%	90
4.9	Penentuan Tebal Perkerasan Menggunakan Nomogram AASHTO 1993 dengan CBR 18,5 %	91
4.10	Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993 Menggunakan Nomogram dengan CBR 18,5 %	92
4.11	Modulus Reaksi Tanah Dasar Dikoreksi Terhadap Potensi Kehilangan Dukungan Lapis Pondasi	96
4.12	Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993 dengan CBR 6%	98
4.13	Penentuan Tebal Perkerasan Menggunakan Nomogram AASHTO 1993 dengan CBR 6%	98
4.14	Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 dengan Menggunakan Nomogram CBR 6%	100
4.15	Penempatan Penulangan Hasil Desain Metode AASHTO 1993 dengan Tebal Pelat 11 Inchi	102
4.16	Penempatan Penulangan Hasil Desain Metode AASHTO 1993 dengan Tebal Pelat 12 Inchi	103
4.21	Tebal Perkerasan Kaku Metode MDP 2013	105

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan merupakan bagian dari struktur jalan yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu yang terletak diatas tanah dasar (*subgrade*). Perkerasan jalan berfungsi untuk memberikan pelayanan yang baik bagi sarana transportasi maupun pengguna jalan yang melewati bagian permukaan perkerasan selama umur rencana. Untuk mendapatkan kinerja perkerasan jalan yang baik perlu dilakukannya pemeliharaan dan perbaikan yang rutin dan periodik pada setiap kerusakan perkerasan. Kerusakan perkerasan yang terjadi pada perkerasan dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu beban lalulintas yang diterima oleh perkerasan yang melebihi batas ijin (*overload*), kondisi tanah dasar yang buruk, kondisi drainase yang buruk, metode pelaksanaan dan bahan yang digunakan pada saat proses kontruksi tidak sesuai dengan spesifikasi. Sehingga seringkali terjadi berbagai macam kerusakan permukaan jalan yang dapat memengaruhi keamanan dan keselamatan pengguna jalan. Agar perkerasan dapat melayani sarana transportasi maupun pengguna jalan dengan aman dan nyaman dibutuhkan kinerja dan kondisi perkerasan yang baik agar keamanan dan keselamatan pengguna jalan terjamin.

Ruas jalan akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah merupakan salah satu ruas jalan di Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah yang

memiliki tingkat mobilitas yang cukup tinggi dikarenakan ruas jalan ini merupakan akses menuju pelabuhan sehingga pada ruas jalan ini banyak dilewati oleh kendaraan berat.

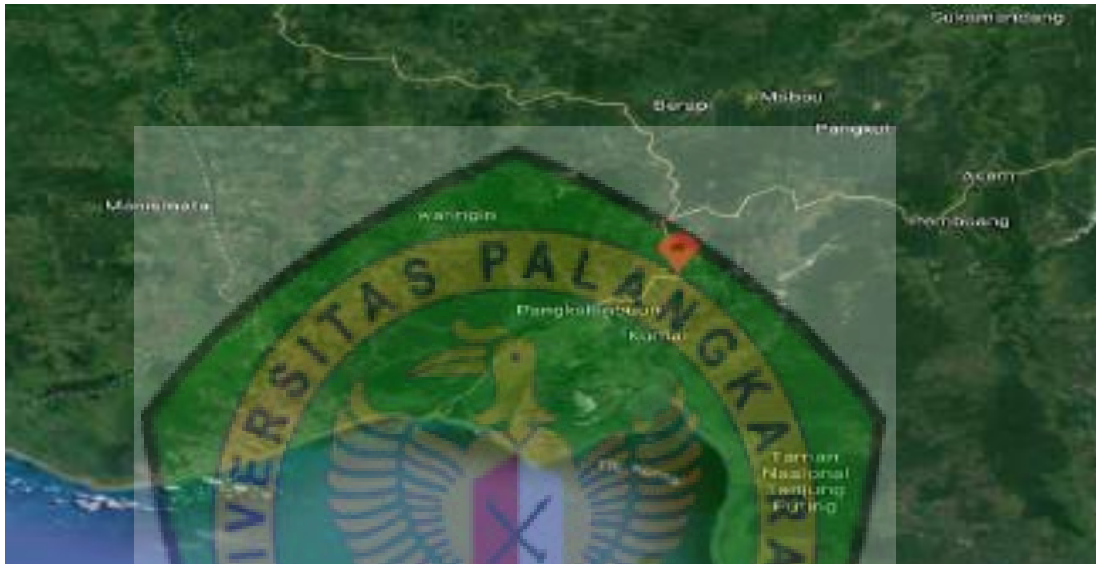
Pada saat ini ruas jalan akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah masih dalam tahap pembangunan. Pembangunan jalan tol ini menggunakan perkerasan kaku (rigid pavement) dengan metode Manual Desain Perkerasan 2017.

Berdasarkan kondisi jalan pada ruas jalan akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah yang mengalami penurunan kinerja perkerasan yang terlihat dari banyaknya jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan maka program yang dibutuhkan untuk meningkatkan kinerja ruas jalan ini dari kondisi perkerasan yaitu program peningkatan jalan dari perkerasan lentur menjadi perkerasan kaku.

Sehubungan dengan kondisi akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah seperti yang telah dijelaskan diatas maka saya mengambil topik Tugas Akhir dengan judul “*Perencanaan Peningkatan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Menggunakan Metode AASHTO 1993 Akses Menuju Lokasi Pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah*”

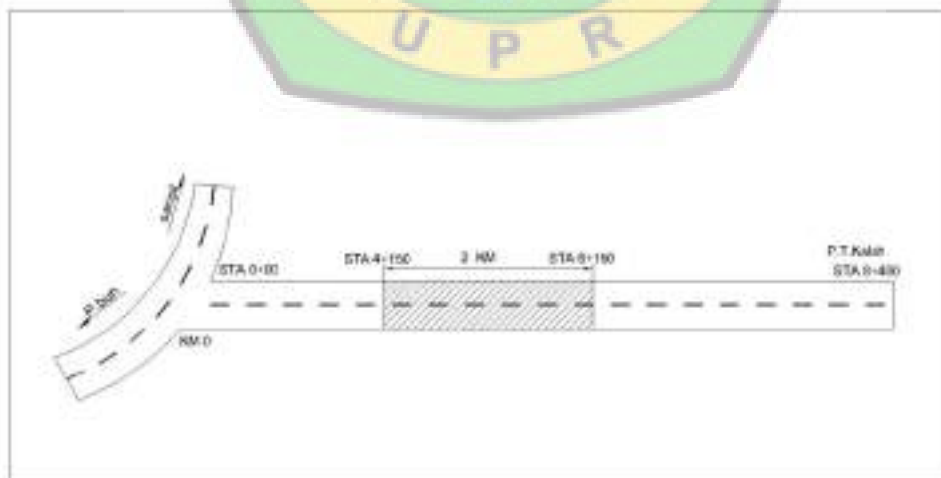
1.2 Lokasi Kajian Tugas Akhir

Lokasi yang dikaji pada Tugas Akhir ini yaitu pada ruas jalan akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Sumber : google maps

Gambar 1.1 Lokasi kajian Tugas Akhir



Gambar 1.2 Sketsa Lokasi Penelitian

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan pokok permasalahannya yaitu :

- a. Bagaimana perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan metode AASHTO 1993 akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah?
- b. Bagaimana perbandingan tebal perkerasan kaku dengan metode AASHTO 1993 dengan metode MDP 2017?

1.4 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan permasalahan yang muncul selama penelitian berlangsung, maka dibuat batasan-batasan masalah yang akan dibahas. Adapun lingkup penelitian yaitu sebagai berikut:

- a. Perhitungan tebal perkerasan beton yang digunakan untuk menghitung desain perkerasan kaku adalah metode AASHTO 1993
- b. Tidak menghitung perencanaan drainase untuk perkerasannya
- c. Pada perencanaan ini tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya dan *Time Schedule* yang dibutuhkan untuk perencanaan jalan tersebut
- d. Data perencanaan berdasarkan data sekunder dari instansi terkait meliputi data geotek, data pertumbuhan lalu lintas dan data hidrologi

1.5 Maksud dan Tujuan Perencanaan

Maksud dan Tujuan perencanaan ini yaitu menghasilkan suatu tebal perkerasan jalan yang mampu mendukung beban lalu lintas jalan di ruas jalan akses menuju lokasi Pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah serta mendapatkan desain struktur yang sesuai dengan kebutuhan baik dari segi kenyamanan dan keamanan.

1.6 Manfaat Perencanaan

Manfaat yang ingin dicapai dalam perencanaan ini yaitu

- a. Mengetahui perbandingan perkerasan tebal perkerasan kaku dengan Metode MDP 2017 dan Metode AASHTO 1993
- b. Menambah pengetahuan tentang bagaimana cara membuat perencanaan suatu perkerasan jalan.
- c. Memberikan wawasan mengenai metode-metode dalam perencanaan perkerasan jalan khususnya Metode MDP 2017 dan Metode AASHTO 1993
- d. Diharapkan dapat menjadi referensi dalam pemilihan metode perencanaan perkerasan jalan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

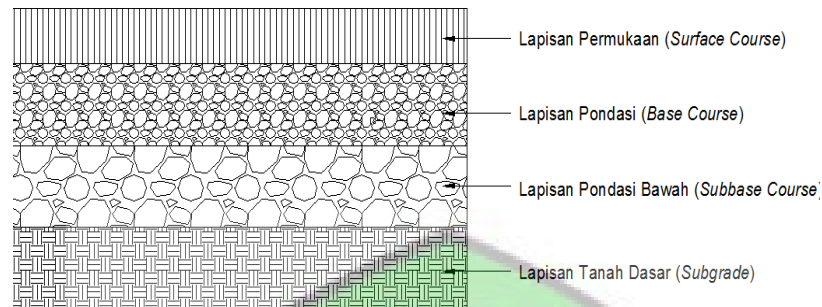
2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang digunakan antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain aspal, semen, dan tanah liat. Fungsi utama perkerasan adalah menyebarkan beban roda ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dengan perkerasan. Secara umum, fungsi perkerasan jalan adalah sebagai berikut (Silvia,1999) :

1. Untuk memberikan struktur yang kuat dalam mendukung beban lalu lintas.
2. Untuk memberikan permukaan rata bagi pengendara.
3. Untuk memberikan kekasatan atau tahanan gelincir (*skid resistance*) di permukaan perkerasan.
4. Untuk mendistribusikan beban kendaraan ke tanah dasar secara memadai, sehingga tanah dasar terlindung dari tekanan yang berlebihan.

Pemilihan tipe perkerasan yang akan dipilih terkait dengan dana pembangunan yang tersedia, biaya pemeliharaan, volume lalu lintas yang dilayani, serta kecepatan pembangunan agar lalu lintas tidak terlalu lama terganggu oleh pelaksanaan proyek. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas :

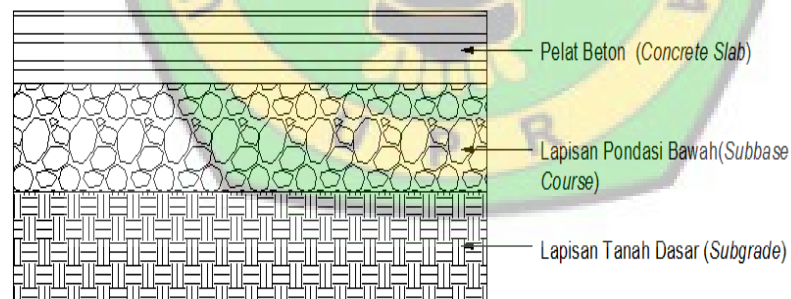
1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan – lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.



Sumber : Buku Konstruksi Jalan Raya

Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur

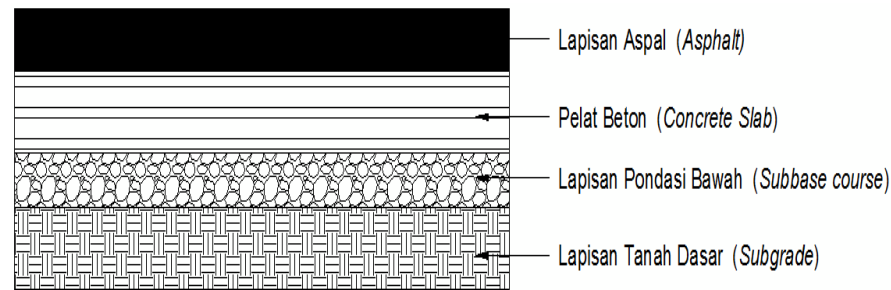
2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.



Sumber : Buku Konstruksi Jalan Raya

Gambar 2.2 Struktur Perkerasan Kaku

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas pekerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.



Sumber : Buku Konstruksi Jalan Raya

Gambar 2.3 Struktur Perkerasan Komposit

Perkerasan yang umumnya digunakan di Indonesia adalah perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Pemilihan penggunaan jenis perkerasan kaku dibandingkan dengan perkerasan lentur yang sudah lama dikenal dan lebih sering digunakan, berdasarkan keuntungan dan kerugian masing-masing jenis perkerasan tersebut. Perbedaan antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur dapat di lihat pada Tabel 2.1 berikut

Tabel 2.1 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan kaku

No.	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
1	Komponen perkerasan terdiri dari pelat beton yang terletak tanah atau lapisan material granuler pondasi bawah (<i>subbase</i>).	Komponen perkerasan terdiri dari lapis permukaan, pondasi atas (<i>base</i>) dan pondasi bawah (<i>subbase</i>).
2	Kebanyakan digunakan untuk jalan kelas tinggi.	Digunakan untuk semua kelas jalan dan tingkat volume lalu-lintas.
3	Pencampuran adukan beton mudah dikontrol.	Pengontrolan kualitas campuran lebih rumit.
4	Umur rencana dapat mencapai 20 -40 tahun.	Umur rencana lebih pendek, yaitu sekitar 10-20 tahun, jadi kurang dari perkerasan kaku.
5	Lebih tahan terhadap drainase yang buruk.	Kurang tahan terhadap drainase buruk.
6	Biaya awal pembangunan lebih tinggi.	Biaya awal pembangunan lebih rendah.
7	Biaya pemeliharaan kecil. Namun, jika terjadi kerusakan biaya pemeliharaan lebih tinggi.	Biaya pemeliharaan lebih besar.

Tabel 2.1 (Lanjutan)

8	Kekuatan perkerasan lebih ditentukan oleh kekuatan pelat beton.	Kekuatan perkerasan ditentukan oleh kerjasama setiap komponen lapis perkerasan.
9	Tebal struktur perkerasan adalah tebal pelat betonnya.	Tebal perkerasan adalah seluruh lapis pembentuk perkerasan di atas tanah-dasar.
10	Perkerasan dibuat dalam panel-panel (untuk tipe JPCP dan JRCP), sehingga dibutuhkan sambungan-sambungan (kecuali tipe CRCP)	Tidak dibuat dalam panel-panel, sehingga tidak ada sambungan.

Sumber: *Hardyatmo, 2015*

2.2 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku adalah struktur perkerasan yang terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan pelat beton semen Portland dengan atau tanpa tulangan tulangan (Harry,2015) :

1. Perkerasan beton mempunyai kekakuan atau modulus elastisitas yang tinggi dari perkerasan lentur.
2. Beban yang diterima sebagian besar ditahan oleh pelat beton dan sebagian kecil oleh tanah dasar.
3. Tebal pelat beton diharapkan dapat memikul beban dan tegangan yang timbul oleh beban roda kendaraan, perubahan suhu dan kadar air serta perubahan volume yang terjadi pada lapisan di bawahnya.
4. Untuk memikul pengulangan pembebanan lalu lintas sesuai dengan konfigurasi dan beban sumbu, perhitungan tebal pelat beton diterapkan prinsip kelelahan (*fatigue*).

Perkerasan kaku didesain atas dasar :

1. Kekuatan tanah dasar yang dinyatakan dalam modulus reaksi tanah dasar (k).
2. Lapisan pondasi bawah pada struktur perkerasan ini dimaksudkan untuk mendapatkan keseragaman daya dukung dibawah pelat beton.
3. Kekuatan beton yang dinyatakan dalam kekuatan lentur tarik (*flexural strength*), mengingat keruntuhan pada perkerasan kaku berupa retakan oleh tegangan lentur tarik yang berlebihan.

Lapisan struktur perkerasan kaku terdiri dari :

1. Pelat Beton Semen (*Concrete Base*)

Pelat beton semen ini biasanya terletak di atas lapisan pondasi bawah dengan mutu beton yang biasa digunakan ialah K 375 – K 425. Pada lapisan beton semen ini tidak diijinkan terjadi kelekatan atau friksi antara lapisan pondasi bawah dengan pelat beton.

2. Lapis Beton Kurus (*Lean Concrete*)

Lapis beton kurus ini diletakkan di bawah lapisan pelat beton. lapisan ini biasanya digunakan untuk lantai kerja atau *leveling*. Lapisan ini berfungsi untuk mencegah penyerapan air semen oleh tanah dasar.

3. Pondasi Bawah (*Sub Base*)

Lapis pondasi bawah terletak di antara tanah dasar (*sub grade*) dengan lapisan beton semen (lapisan permukaan). Fungsi lapisan pondasi bawah adalah untuk mencegah *pumping* tanah dasar, mendapatkan lantai kerja yang rata, kuat, dan seragam, melindungi tanah dasar terhadap air hujan, dan mengurangi pengaruh perubahan volume tanah dasar.

Berdasarkan lapisannya jenis – jenis perkerasan kaku (beton semen) dikelompokkan menjadi empat jenis yaitu :

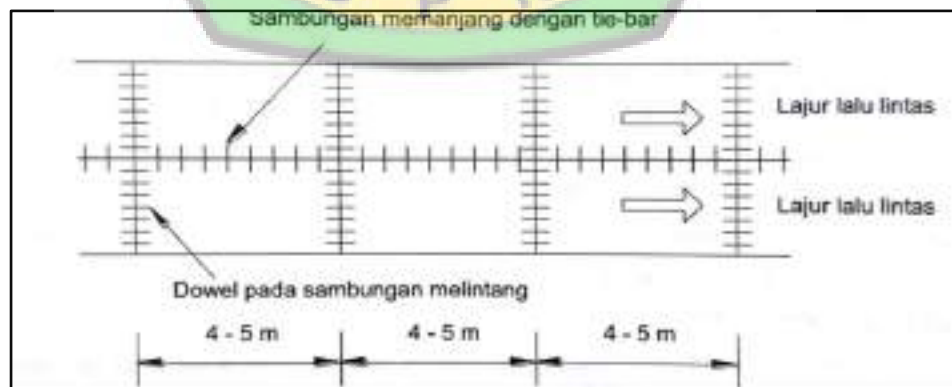
1. Perkerasan kaku (beton semen) bersambung tanpa tulangan.
2. Perkerasan kaku (beton semen) bersambung dengan tulangan.
3. Perkerasan kaku (beton semen) menerus dengan tulangan.
4. Perkerasan kaku (beton semen) pratekan.

2.2.1 Perkerasan Beton Semen Bersambung tanpa Tulangan (*Jointed Plain Concrete Pavement – JPCP*)

Ada beberapa karakteristik dari perkerasan kaku jenis ini, yaitu sebagai berikut:

- a. Tidak menggunakan tulangan utama.
- b. Umumnya jarak sambungan memanjang pelat beton berkisar antara 4-5 m dan sambungan melintang berkisar antara 4.5- 9 m
- c. Ketebalan lapisan perkerasan pelat beton berkisar antara 200 – 400 mm

Berikut dibawah ini Gambar 2.4, tampak atas penampang perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan.



Sumber :Fwa dan Wei,2006

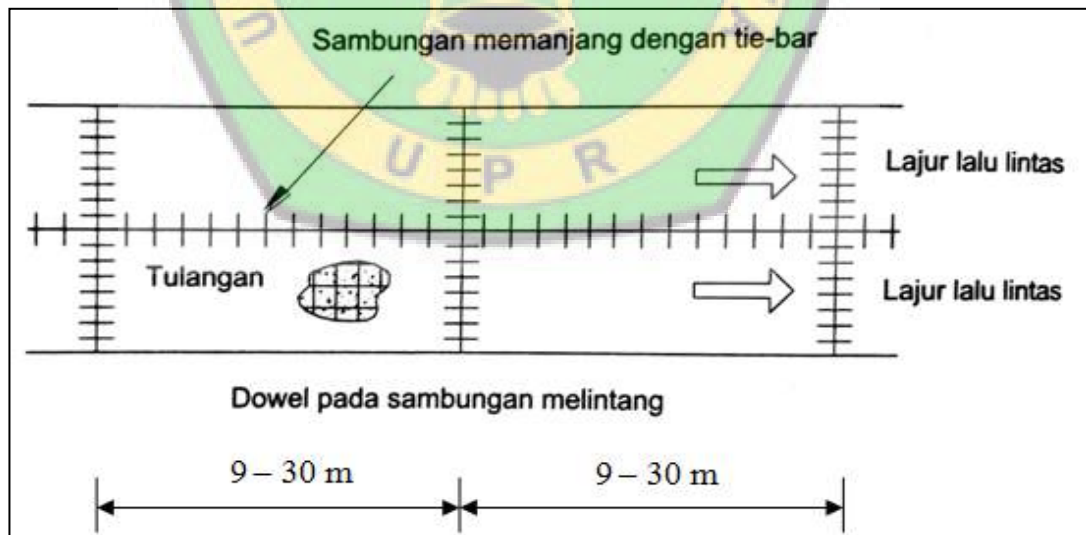
Gambar 2.4 Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan

2.2.2 Perkerasan Beton Semen Bersambung dengan Tulangan (*Jointed Reinforced Concrete Pavement – JRPC*)

Ada beberapa karakteristik dari perkerasan kaku jenis ini, yaitu sebagai berikut:

- Terdiri dari beberapa panel – panel beton.
- Diperkuat dengan tulangan besi yang berfungsi sebagai pengendali retak.
- Keuntungan dari perkerasan beton ini ialah tingkat kenyamanan yang lebih tinggi bagi kendaraan dikarenakan spasi sambungan lebih panjang.
- Kekurangan dari perkerasan beton ini ialah kinerja yang berkurang untuk jangka waktu yang lebih panjang.
- Jarak sambungan melintang berkisar antara 8 – 15 m sedangkan FHWA (2006) menyarankan jarak sambungan melintang antara 9-30 m.

Berikut dibawah ini Gambar 2.5, tampak atas penampang perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.



Sumber : Fwa dan Wei, 2006

Gambar 2.5 Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan

2.2.3 Perkerasan Beton Semen Menerus dengan Tulangan (*Continuously Reinforced Concrete Pavement – CRCP*)

Ada beberapa karakteristik dari perkerasan kaku jenis ini, yaitu sebagai berikut:

- Tidak menggunakan sambungan sepanjang jalannya.
- Diperkuat dengan tulangan pelat beton yang berfungsi sebagai pengendali retak.
- Retak umumnya terjadi pada jarak spasi tertentu sesuai dengan spasi – spasi tulangan yang dipasang.
- Panjang pelat dari CRCP disarankan lebih dari 75 m.

Berikut dibawah ini Gambar 2.6, tampak atas penampang perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.



Sumber : Fwa dan Wei, 2006

Gambar 2.6 Tampak Atas Penampang Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan

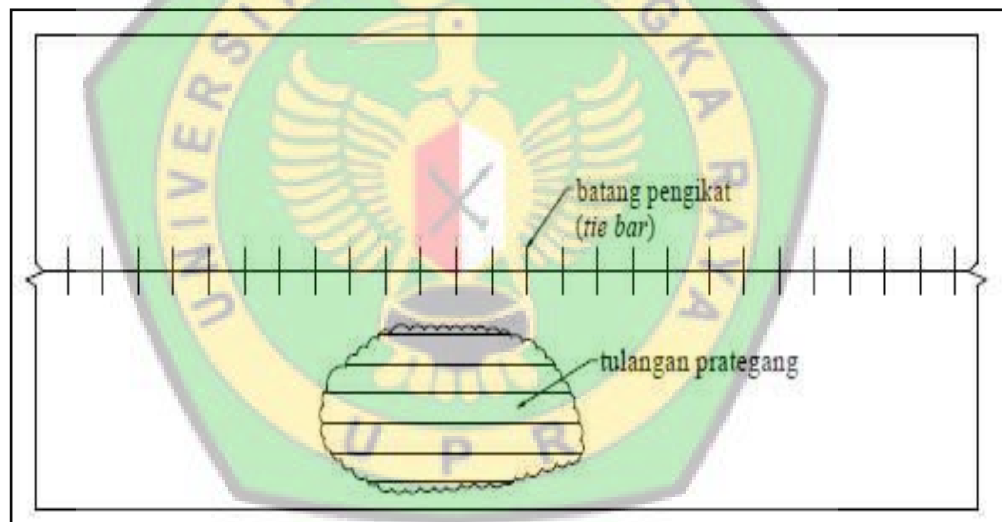
2.2.4 Perkerasan Pracetak Beton Semen Pratekan (*Panel Prestressed Concrete Pavement – PPCP*)

Ada beberapa karakteristik dari perkerasan kaku jenis ini, yaitu sebagai

berikut :

- a. Sistem pracetak dimaksudkan untuk mencegah timbulnya retakan pada pelat beton.
- b. Perkerasan ini menggunakan panel – panel pracetak yang kemudian disusun dan dilakukan penarikan tegangan pada kabel yang menghubungkan panel – panel tersebut (*post tension*).
- c. Keuntungan dari perkerasan ini ialah menghemat waktu pelaksanaan dan juga mengurangi tebal pelat beton semen.

Berikut dibawah ini Gambar 2.7, tampak atas penampang pracetak beton semen pratekan.



Sumber :Fwa dan Wei,2006

Gambar 2.7 Tampak Atas Penampang Pracetak Beton Semen Pratekan

2.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Metode AASHTO 1993

Perencanaan tebal perkerasan mengacu pada AASHTO 1993 (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Untuk merencanakan tebal perkerasan terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan sebagai berikut:

1. Analisis lalu lintas : mencakup umur rencana, jenis kendaraan, lalu lintas harian rata – rata, faktor distribusi arah, faktor distribusi lajur, pertumbuhan lalu-lintas tahunan, *vehicle damage factor*, *equivalent single axle load*, Terminal *serviceability index*, *Initial serviceability*, dan *Serviceability loss*.
2. *Reliability*
3. CBR dan modulus reaksi tanah dasar
4. Modulus Elastisitas Beton
5. *Flexural strength*
6. *Drainage coefficient*
7. *Load transfer coefficient*

2.3.1 Traffic Design

Data dan parameter lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi :

1. Umur Rencana

AASHTO (1993) menyarankan umur perkerasan yang diistilahkan dengan periode analisis. Penentuan periode analisis sangat dipengaruhi oleh kondisi jalan perencanaan.

Penentuan umur rancangan sebagaimana yang ada pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Umur Rancangan Perkerasan

Kondisi Jalan Raya	Periode Analisis Umur Rancangan (tahun)
Perkotaan Volume Tinggi	30 - 50
Pedesaan Volume Tinggi	20 - 50
Volume Rendah, Jalan Diperkeras	15 - 25
Volume Rendah, Permukaan Agregat	10 - 20

Sumber: AASHTO (1993)

2. Jenis kendaraan

Bina marga mengelompokkan beberapa jenis kendaraan sebagai berikut :

a. Golongan 2

Sedan, jeep dan station wagon (sesuai klasifikasi Bina Marga)

b. Golongan 3

Opelet, pick up, combi dan minibus (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga) kecuali combi, umumnya sebagai kendaraan penumpang umum maksimum 12 tempat duduk, seperti : mikrolet, angkot, minibus.

c. Golongan 4

Micro truck dan mobil hantaran

d. Golongan 5a

Bus kecil , kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 16 s/d 26 kursi, seperti Kopaja, Metromini, Elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG) dan panjang kendaraan maksimal 9 m dengan sebutan bus $\frac{3}{4}$.

e. Golongan 5b

Bus besar dengan tempat duduk 30 – 56 buah seperti : bus malam, bus kota, bus antar kota dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG).

f. Golongan 6a

Kendaraan barang dengan muatan sumbu terberat 5 ton (MST – 5 STRT) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang seperti : truk 2 sumbu 4 roda.

g. Golongan 6b

Truk 2 sumbu 6 roda, kendaraan barang dengan muatan sumbu terberat 8 – 10 ton (MST 8 – 10, STRG) pada sumbu belakang dengan as depan 2 roda dan as belakang 4 roda.

h. Golongan 7a

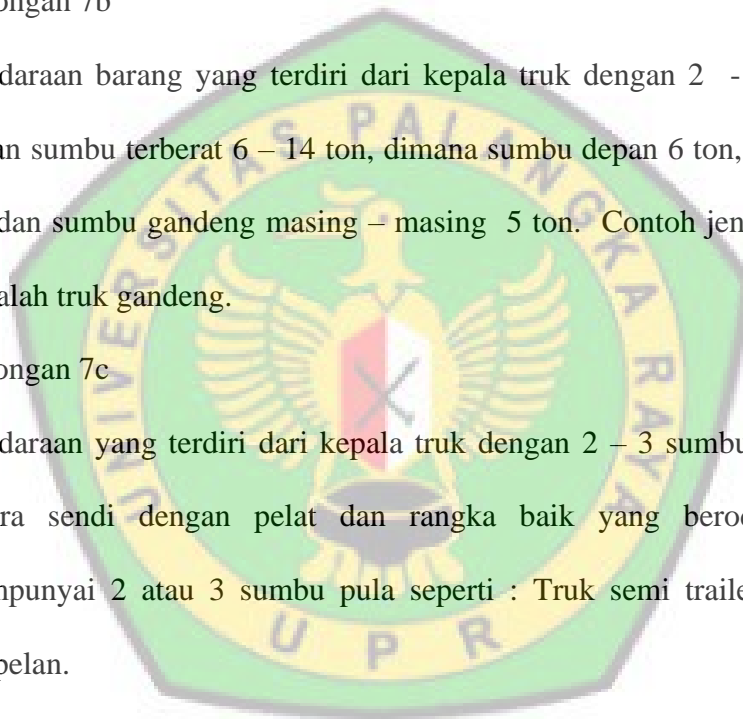
Kendaraan barang dengan 3 sumbu yang tata letaknya STRT (Sumbu Tunggal Roda Tunggal) dan SGRG (Sumbu Ganda Roda Ganda), seperti : Truk 3 sumbu.

i. Golongan 7b

Kendaraan barang yang terdiri dari kepala truk dengan 2 - 3 sumbu, memiliki beban sumbu terberat 6 – 14 ton, dimana sumbu depan 6 ton, sumbu belakang 14 ton dan sumbu gandeng masing – masing 5 ton. Contoh jenis kendaraan seperti ini ialah truk gandeng.

j. Golongan 7c

Kendaraan yang terdiri dari kepala truk dengan 2 – 3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka baik yang beroda belakang, yang mempunyai 2 atau 3 sumbu pula seperti : Truk semi trailer atau disebut truk tempelan.



3. Lalu Lintas Harian Rata - Rata (LHR)


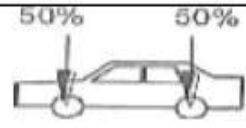
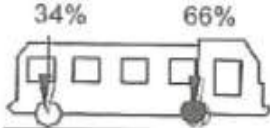
Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

- a. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- b. Sumbu tunggal roda ganda (STRG)

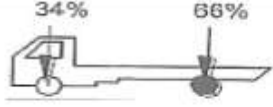


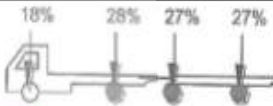
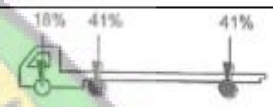
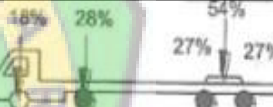
- c. Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- d. Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

Suryawan (2009) menguraikan bahwa dari penggolongan kendaraan, bahwa jika akan melakukan kajian *vehicle damage factor* (VDF) dimana ada perbedaan standar sistem penggolongan tersebut, seringkali tidak begitu mudah untuk analisis lalu lintas, dapat di lihat dalam *traffic design* yang terkait erat pada hubungan antara golongan kendaraan – LHR – pertumbuhan lalu lintas – VDF, jika survei lalu-lintas tidak sesuai dengan apa yang diinginkan, maka akan menyulitkan dalam analisisnya. Konfigurasi beban as kendaraan yang digunakan sebagai perhitungan beban as masing-masing kendaraan seperti ditunjukkan Tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Konfigurasi Beban Sumbu

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (Ton)	Beban Muafan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAL Kosong	UE 18 KSAL Maksimum	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 Bus	3	6	9	0,0037	0,3006	

Tabel 2.3 (Lanjutan)

1,2L Truk	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H Truk	4,2	14	18,2	0,0143	50,264	
1,22 Truk	5	20	25	0,0044	27,416	
1,2+2,2 Trailer	6,4	25	31,4	0,0085	39,083	
1,2-2 Trailer	6,2	20	26,2	0,0192	61,179	
1,2-2,2 Trailer	10	32	42	0,0327	101,83 0	

Sumber: Suryawan (2009)

4. Faktor Distribusi Arah

AASHTO (1993) menyarankan untuk nilai faktor distribusi arah (DD) diambil nilai antara 0.3 – 0.7 dan umumnya diambil 0.5.

5. Faktor Distribusi Lajur

Hardiyatmo (2015) menyatakan lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Untuk memfasilitasi adanya jalan yang terdiri dari beberapa lajur dalam satu arah maka diperlukan faktor distribusi lajur.

Hal ini untuk menentukan volume lalu-lintas rancangan di dalam lajur rencana.

AASHTO (1993) menyarankan jika arah kendaraan tidak teratur, maka perkerasan harus dirancang berdasarkan volume lalu lintas pada arah yang paling banyak. Penentuan faktor distribusi lajur yang digunakan sebagai parameter desain sebagaimana pada Tabel 2.4 berikut :

Tabel 2.4 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	DL (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber : AASHTO 1993

6. *Vehicle Damage Factor (VDF)*

Suryawan (2009) menguraikan dalam bagian ini mengenai kajian dan nilai nilai VDF dari berbagai sumber yang semuanya tidak ada kesamaan nilainya, bahkan ada nilai yang berbeda sangat signifikan untuk jenis kendaraan yang sama. Nilai VDF diambil berdasarkan kajian Bina Marga dengan muatan sumbu terberat 10 ton dan berdasarkan NAASRA muatan sumbu terberat 10 ton.

Berdasarkan hasil *road test* AASHTO bahwa berat total kendaraan minimum yang dapat merusak perkerasan adalah setara 18 kips. Hal tersebut membuat kendaraan yang berat totalnya kurang atau lebih dari 18 kips harus di dikonversikan dalam beban 18 kips yaitu dengan menggunakan faktor beban gandar ekuivalen. Penentuan nilai VDF akan dipengaruhi konfigurasi tiap sumbu. Konfigurasi beban as kendaraan yang digunakan sebagai perhitungan beban as masing-masing kendaraan merujuk pada Tabel 2.3. Nilai VDF yang dipengaruhi oleh konfigurasi tiap sumbu menyebabkan nilai faktor ekuivalensinya tiap sumbu akan berbeda-beda. Nilai faktor ekuivalensi tiap sumbu yang

disarankan AASHTO 1993 merujuk pada Lampiran 3. Berikut di bawah ini Tabel 2.5 konversi konfigurasi beban sumbu kendaraan dalam ton ke kips :

Tabel 2.5 Konversi Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu Kendaraan Lx	
Ton	Kips
1	2.204
2	4.409
3	6.613
4	8.818
5	11.022
6	13.227
7	15.431
8	17.636
9	19.840
10	22.045
11	24.249
12	26.454
13	28.658
14	30.863
15	33.067
16	35.272

Sumber : Bina Marga 2007

7. Kemampuan Pelayanan (Serviceability)

Selesai pembangunan perkerasan jalan dan lalu-lintas mulai dibuka dengan berjalannya waktu kemampuan pelayanan jalan semakin berkurang. AASHTO mengembangkan konsep penilaian kemampuan pelayanan (*serviceability rating*) yang dikaitkan dengan kerataan dan kemampuan pelayanan perkerasan yang dinyatakan dalam indeks kemampuan pelayanan sekarang (*Present Serviceability Index, PSI*).

Tingkat penurunan pelayanan atau kerusakan perkerasan dinyatakan oleh kehilangan PSI pada suatu skala 0 sampai 5. Penilaian skala PSI dapat ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Skala PSI

Skala PSI	Kategori
0 – 1	Sangat Buruk
1 – 2	Buruk
2 – 3	Sedang
3 – 4	Baik
4 – 5	Sangat baik

Sumber: AASHTO (1993)

Kemampuan pelayanan awal (*Initial Serviceability, Po*) bergantung pada tingkat kehalusan atau kerataan perkerasan awal. AASHTO (1993) menyarankan untuk perkerasan kaku atau perkerasan beton nilai P_o yang dipakai adalah 4,5. Kemampuan pelayanan akhir (*Terminal Serviceability, Pt*) bergantung pada kekasaran atau ketidakrataan jalan yang masih memungkinkan untuk dilalui kendaraan sebelum dilakukan rehabilitasi. Perancangan tebal perkerasan membutuhkan pemilihan indeks kemampuan pelayanan awal dan akhir. AASHTO (1993) menyarankan nilai-nilai kemampuan pelayanan akhir (P_t) adalah sebagai berikut:

- Jalan raya utama, nilai P_t adalah 2,5 atau 3
- Jalan raya dengan lalu lintas rendah, nilai P_t adalah 2
- Jalan raya relatif minor, nilai P_t adalah 1,5

Kehilangan kemampuan pelayanan total (total loss of serviceability) dapat dinyatakan dengan Persamaan (2-1).

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (2-1)$$

Keterangan :

ΔPSI = Kehilangan kemampuan pelayanan total

Po = Kemampuan pelayanan awal

Pt = Kemampuan pelayanan akhir

8. Pertumbuhan Lalu-lintas

Untuk menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas telah ditetapkan untuk semua jenis kendaraan selama umur rencana. Pertumbuhan lalu-lintas dapat dihitung dengan persamaan berikut di bawah ini.

$$\text{Growth factor} = \frac{(1+g)^n - 1}{g} \quad (2-2)$$

Keterangan :

g = presentase pertumbuhan lalu lintas (%)

n = umur rencana (tahun)

9. *Equivalent Single Axel Load* (ESAL)

Suryawan (2009) menyatakan *traffic design* merupakan salah satu parameter lalu lintas yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan. Penentuan *traffic design* berdasarkan AASHTO 1993 dapat ditentukan dengan menggunakan Persaman (2-3).

$$W_{18} = LHR_j \times VDF_j \times DD \times DL \times \text{Jumlah hari setahun} \quad (2-3)$$

Keterangan :

W18 = *Traffic design* pada lajur lalu lintas (ESAL)

LHR_j = Jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk kendaraan j

VDF_j = *Vehicle Damage Factor* untuk jenis kendaraan j

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

Suryawan (2009) menguraikan lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada jalur rencana selama setahun (W18) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*growth factor*) yang dapat dilihat pada persamaan (2-4).

$$W_t = W_{18} \times \text{Growth factor} \quad (2-4)$$

Keterangan :

W_t = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif selama umur rancangan

W_{18} = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

2.3.2 Reliability (R)

Reliability menyatakan tingkat kemungkinan bahwa perkerasan yang dirancang akan tetap memuaskan selama masa pelayanan (Hardiyatmo, 2015). Nilai *reliability* yang lebih besar menunjukkan kinerja perkerasan yang lebih baik namun membutuhkan tebal perkerasan yang lebih tebal. AASHTO (1993) menyarankan nilai-nilai *reliability* (R) yang digunakan dalam perancangan berbagai klasifikasi jalan. Penentuan nilai *reliability* akan berhubungan dengan penentuan nilai *standard normal deviate* (ZR). Penentuan nilai *reliability* (R) ditunjukkan pada Tabel 2.7 dan penentuan nilai *standard normal deviate* (ZR) ditunjukkan Tabel 2.8.

Tabel 2.7 Nilai Reabilitas (R)

Klasifikasi Jalan	Reliability : R (%)	
	Urban	Rural
Jalan tol	85 – 99.9	80 – 99.9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber : AASHTO 1993

Tabel 2.8 Nilai Z_R

R (%)	Z _R
50	0.000
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.476
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99.9	- 3.090
99.99	- 3.750

Sumber : AASHTO 1993

Deviasi Standar Keseluruhan (So), Hardiyatmo (2015) menyatakan deviasi standar keseluruhan (So) merupakan parameter yang digunakan untuk memperhitungkan adanya variasi dari input data. Deviasi standar keseluruhan dipilih sesuai dengan kondisi lokal. AASHTO (1993) menyarankan nilai deviasi standar keseluruhan (So) untuk perkerasan kaku di antara 0,30 - 0,40. Nilai deviasi standar keseluruhan (So) yang umum digunakan yaitu 0,35.

2.3.3 Nilai California Bearing Ratio (CBR)

a. Pengertian CBR

California Bearing Ratio (CBR) dalam perencanaan perkerasan kaku digunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar (*modulus of subgrade reaction* : k). CBR yang umumnya digunakan di Indonesia berdasar 6% untuk lapis tanah dasar, mengacu pada spesifikasi (versi Departemen Pekerjaan Umum edisi 2005

dan versi Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta edisi 2004). Akan tetapi tanah dasar dengan nilai CBR 5% dan atau 4% pun dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik, dengan CBR kurang dari 6% ini jika digunakan sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan, masalah yang berpengaruh ialah fungsi tebal perkerasan yang akan bertambah atau masalah penanganan khusus lapis tanah dasar tersebut.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi atas: CBR lapangan, CBR lapangan rendam, CBR rencana titik.

1. CBR lapangan disebut juga CBR *inplace* atau *field* CBR, gunanya:
 - 1) Mendapatkan nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan kondisi tanah dasar saat itu.
 - 2) Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai yang diinginkan.
 - 3) Pemeriksaan dilakukan dengan meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR hendak ditentukan, lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gandar truk.
2. CBR lapangan rendaman disebut juga *Undisturbed Soaked* CBR. Gunanya untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli lapangan pada keadaan jenuh air, dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum. Pemeriksaan dilakukan pada kondisi tanah dasar dalam keadaan jenuh air.
3. CBR rencana titik disebut juga CBR laboratorium atau dengan CBR. Tanah dasar (*subgrade*) pada konstruksi jalan baru merupakan tanah asli, tanah galian atau timbunan yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% kepadatan

maksimum. CBR laboratorium dibedakan atas dua macam yaitu CBR laboratorium rendaman dan tanpa rendaman.

b. Nilai CBR Dari Suatu Titik Pengamatan

Daya dukung tanah dasar dinyatakan dengan nilai CBR yang menunjukkan daya dukung tanah sedalam 100 cm. Kadangkala lapis tanah dasar sedalam 100 cm itu memiliki nilai CBR yang berbeda-beda. Untuk itu perlu ditentukan nilai CBR yang mewakili satu titik pengamatan dengan menggunakan rumus *Japan Road Ass.*

$$\text{CBR tdk pengamatan} = \left(\frac{h_1^3 \sqrt{\text{CBR}_1} + \dots + h_n^3 \sqrt{\text{CBR}_n}}{h} \right)^3 \quad (2-5)$$

Keterangan:

$$h_1 + h_2 + \dots + h_n = \text{cm}$$

h_n = tebal tiap lapisan tanah ke n

CBR_n = nilai CBR pada lapisan ke n

c. CBR Segmen Jalan

Jalan dalam arah memanjang dapat melintasi berbagai jenis tanah dan kondisi medan yang berbeda. Mutu daya dukung lapisan tanah dasar dapat bervariasi dari jelek sampai dengan yang baik atau sebaliknya. Dengan demikian tidak ekonomis jika perencanaan tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan nilai yang terkecil dan tidak pula memenuhi syarat jika berdasarkan hanya nilai terbesar saja. Oleh karena itu sebaiknya panjang jalan dibagi atas beberapa segmen. Setiap segmen jalan memiliki suatu daya dukung tanah dasar yang hampir sama. Jadi, segmen jalan adalah bagian dari

ruas jalan yang memiliki mutu daya dukung tanah, sifat tanah, dan keadaan lingkungan yang relatif sama. Setiap segmen mempunyai satu nilai CBR yang mewakili mutu daya dukung tanah dasar untuk digunakan pada perencanaan tebal lapisan perkerasan segmen jalan tersebut. Nilai CBR_{segmen} ditentukan dengan mempergunakan metode analitis ataupun dengan metode grafis.

1. Metode Analitis

Beberapa metode analitis dapat digunakan untuk menentukan CBR_{segmen} antara lain:

- 1) Berdasarkan nilai simpangan baku dan nilai rata-rata dari CBR yang ada dalam satu segmen.

$$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - K.S \quad (2-6)$$

Keterangan:

CBR_{segmen} = CBR yang mewakili nilai CBR satu segmen

$CBR_{\text{rata-rata}}$ = CBR rata-rata dalam satu segmen

S = nilai simpangan baku dari seluruh data yang ada dalam satu segmen

K = konstanta yang ditentukan berdasarkan tingkat kepercayaan yang digunakan yaitu:

K = 2,50; jika tingkat kepercayaan = 98%

K = 1,96; jika tingkat kepercayaan = 95%

K = 1,64; jika tingkat kepercayaan = 90%

K = 1,00; jika tingkat kepercayaan = 68%

2) Metode *Japan Road Association* (1976)

$$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}})/R \quad (2-7)$$

Keterangan:

CBR_{segmen} = CBR yang mewakili nilai CBR satu segmen

$CBR_{\text{rata-rata}}$ = CBR rata-rata dalam satu segmen

CBR_{maks} = CBR maksimum dalam satu segmen

CBR_{min} = CBR minimum dalam satu segmen

R = Konstanta seperti tabel 2.3, berdasarkan jumlah data
CBR titik pengamatan dalam satu segmen

Tabel 2.9 Jumlah Data CBR Titik Pengamatan Dalam Satu Segmen

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

Sumber : Silvia Sukirman, "Konstruksi Jalan Raya"

2. Metode Grafis

Nilai CBR_{segmen} dengan menggunakan metode grafis merupakan nilai presentil ke 90 dari data CBR yang ada dalam satu segmen. CBR_{segmen} adalah nilai CBR dimana 90 % dari data yang ada dalam segmen memiliki nilai CBR lebih besar dari nilai CBR_{segmen} . Langkah-langkah menentukan nilai CBR_{segmen} menggunakan metode grafis adalah sebagai berikut:

- 1) Tentukan nilai CBR terkecil
- 2) Susunlah nilai CBR dari yang terkecil ke yang terbesar, dan tentukan jumlah data dengan nilai CBR yang sama atau lebih besar dari setiap nilai CBR. Pekerjaan ini disusun secara tabelaris
- 3) Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentase dari 100%
- 4) Gambarkan hubungan antara nilai CBR dan persentase dari butir 3
- 5) Nilai CBR_{segmen} adalah nilai pada angka 90% sama atau lebih besar dari nilai CBR yang tertera

Pada perencanaan perkerasan kaku ini digunakan nilai CBR gabungan dikarenakan kondisi perkerasan *existing* di lapangan ialah perkerasan lentur sehingga nilai CBR tanah dasar dan nilai CBR material perkerasan lentur yang ada juga diperhitungkan. Berikut ini persamaan nilai CBR gabungan mengacu pada *Manual for Design and Construction of Asphalt Pavement – Japan Road Association, JRA (1980)*, yaitu:

$$CBR = \left(\frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{h_1 + h_2 + h_3} \right)^3 \quad (2 - 8)$$

Keterangan :

CBR_R = CBR gabungan

$CBR_1, CBR_2, \text{ s/d } CBR_n$ = nilai CBR pada setiap lapisan

$h_1, h_2, \text{ s/d } h_n$ = tebal masing – masing lapisan

d. Penetrometer Konus Dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Daya dukung lapisan tanah dasar yang telah dipadatkan dapat diukur langsung dilapangan dengan melakukan pengujian CBR lapangan atau korelasi dari nilai empiris hasil pengujian penetrometer konus dinamis (*dynamic cone penetrometer*). Analisa data lapangan dilakukan dengan menggunakan nilai kumulatif tumbukan untuk mencapai kedalaman penetrasi tertentu seperti pada persamaan (2-9) dibawah ini.

$$DN = \frac{D}{N} \quad (2-9)$$

Keterangan:

D = Kedalaman penetrasi, mm

N = jumlah pukulan untuk mencapai kedalaman D mm

Untuk menentukan Korelasi Nilai DCP dengan CBR dapat dilihat pada rumus berikut:

DCP kerucut 60°:

$$\text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \text{ DN} \quad (2-10)$$

DN dalam mm/tumbukan

DCP kerucut 30°:

$$\text{Log}_{10} (\text{CBR}) = 1,352 - 1,125 \text{ Log}_{10} \text{ DN} \quad (2-11)$$

DN dalam mm/tumbukan

Rumus Korelasi antara nilai CBR dengan DDT adalah:

$$\text{DDT} = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \quad (2-12)$$

Keterangan:

DDT = Daya Dukung Tanah Dasar

CBR = CBR Segmen

Uji DCP, alat ini digunakan untuk menentukan nilai CBR *sub base* atau *base course* suatu perkerasan secara cepat dan praktis. Biasa dilakukan sebagai pekerjaan *quality control* pekerjaan pembuatan jalan.

Umumnya alat ini digunakan pada perencanaan jalan raya dan konstruksi berupa timbunan (*embankment*) dengan maksud dan tujuan sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui ketebalan lapisan dangkal dari tanah lunak atau kedalaman sampai batuan.
- 2) Untuk pengukuran (dengan cepat) sifat-sifat struktur jalan yang sudah ada dengan konstruksi lapisan perkerasan jalan raya yang materialnya lepas (tak terikat).
- 3) Untuk menentukan daya dukung tanah dangkal secara cepat. Pada perencanaan perkerasan jalan, baik jalan raya maupun jalan inspeksi (pada tanggul saluran irigasi).

Pengujian dengan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) ini pada dasarnya sama dengan *Cone Penetrometer* (CP) yaitu sama-sama mencari nilai CBR dari suatu lapisan tanah langsung di lapangan. Hanya saja pada alat *Cone Penetrometer* dilengkapi dengan poving ring dan arloji pembacaan sedangkan pada alat *Dynamic Cone Penetrometer* adalah melalui ukuran (satuan) dengan menggunakan mistar.

Percobaan dengan alat *Cone Penetrometer* digunakan untuk mengetahui CBR tanah asli. Sedangkan percobaan alat dengan DCP ini hanya untuk mendapat kekuatan tanah timbunan pada pembuatan badan jalan, alat ini dipakai pada pekerjaan tanah

karena mudah dipindahkan ke semua titik yang diperlukan tetapi letak lapisan yang diperiksa tidak sedalam pemeriksaan tanah dengan alat sondir. Hasil yang diperoleh pada percobaan ini dapat dihubungkan dengan nilai CBR (perbandingan antara beban parsial suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama). Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat seperti tampak pada Gambar 2.8



Sumber: Wesley (1988)

Gambar 2.8 Alat Uji DCP

Penumbuk dengan berat 8 kg dijatuhkan dari ketinggian 575 mm dengan bebas melalui sebuah pipa berdiameter $\phi 16$ mm yang ditahan oleh landasan (*anvil*) dengan sudut puncak = 30° atau 60° . Hasil pemeriksaan dapat dinyatakan dengan:

- a. Penetrabilitas Skala Penetrometer (*Scale of Penetrometer Penetrability = SPP*) yang menyatakan mudah atau tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah
- b. Tahanan Skala Penetrasi (*Scale of Penetration Resistance = SPR*) yang menyatakan sukar atau tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah. Dinyatakan

dalam tumbukan/cm.

Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100 % dalam memikul beban lalu lintas. CBR lapangan digunakan untuk:

- 1) Memperoleh nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan kondisi tanah dasar saat itu. Umum digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan) atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi.
- 2) Memeriksa apakah kepadatan yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan. Pemeriksaan untuk tujuan ini tidak umum digunakan, lebih sering menggunakan pemeriksaan yang lain seperti kerucut pasir (*Sand Cone*) dan lain-lain.

CBR lapangan ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan atau lapisan/bahan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai CBR lapangan pada umumnya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (*overlay*). Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini antara lain: cetakan CBR, dongkrak mekanis yang dipasang dibawah truk atau portal besi yang diangkur, dengan alat tambahan antara lain alat penggali, *waterpass*.

Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

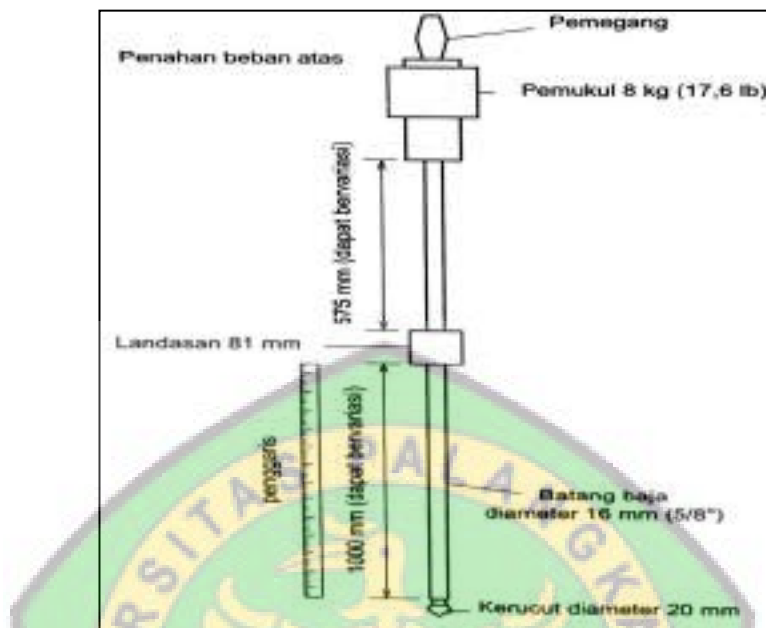
Konus : Baja yang diperkeras, sudut kemiringan 60°

Penumbuk : Berat 8 kg dan tinggi jatuh 575 mm

Mistar Penetrasi : 100 cm

Stang Penetrasi : $\Phi 16$ mm

Untuk jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.9 dibawah ini :



Sumber: Hardiyatmo, 2015

Gambar 2.9 Alat Uji CBR Lapangan

Alat pemilihan DCP sebagai alat memperoleh nilai CBR adalah sebagai berikut:

a) Pengoperasian yang Praktis

Peralatan ini cukup dioperasikan oleh 2 orang operator saja. Tanpa memerlukan perhitungan khusus, pekerjaan *quality control* menjadi cepat dan efisien tanpa mengabaikan keterangan hasil pengukuran.

b) Portable

Alat ini di desain khusus agar mudah dibawa kemanapun juga. Rangkaian alat dapat dibongkar pasang dengan mudah dan cepat.

Menurut Wesley (1988) untuk menentukan nilai CBR *sub base* atau *base course*

suatu perkerasan secara cepat dan praktis. Biasa dilakukan sebagai pekerjaan *quality control* pekerjaan pembuatan jalan dapat menggunakan dengan alat DCP. Tujuan dari pengujian DCP adalah:

- (1) Agar dapat menyelidiki tebal dan jenis bahan untuk setiap lapis perkerasan.
- (2) Untuk mengukur pengaruh pemadatan yang disebabkan oleh lalu lintas normal.

Tabel 2.10 Klasifikasi Nilai CBR

CBR (%)	Keterangan
0-3	Sangat Buruk
3-7	Buruk
7-20	Sedang
20-50	Baik
>50	Sangat Baik

Sumber: Wesley (1988)

e. Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)

Modulus reaksi tanah dasar (*k*) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar. AASHTO (1993) menyarankan penentuan nilai *modulus of subgrade reaction* (*k*) dapat ditentukan dengan Persamaan (2-13) dan Persamaan (2-14).

$$MR = 1.500 \times CBR \quad (2-13)$$

$$k = \frac{MR}{19,4} \quad (2-14)$$

Keterangan :

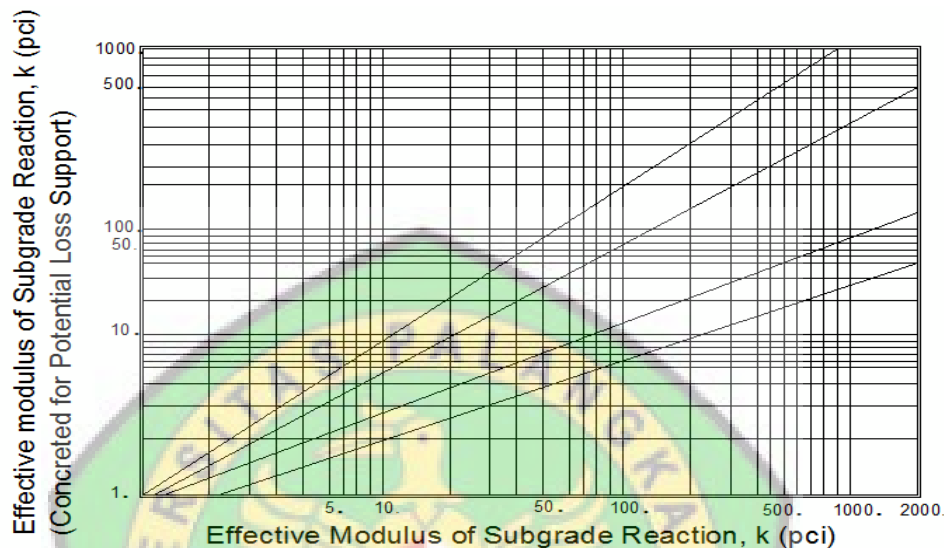
MR = *Resilient modulus*

CBR = *California Bearing Ratio*

k = *Modulus of subgrade reaction*

Modulus reaksi tanah dasar yang didapat dari formula kemudian dikoreksi terhadap

kehilangan dukungan lapis pondasi untuk mendapat modulus reaksi tanah efektif. Penentuan modulus reaksi tanah dasar efektif dapat ditentukan menggunakan Gambar 2.10.



Sumber : AASHTO 1993

Gambar 2.10 Koreksi effective modulus of subgrade reaction

Modulus reaksi tanah dasar efektif dipengaruhi oleh faktor kehilangan dukungan yang didasarkan pada potensi erosi material pondasi bawah. Faktor kehilangan dukungan (*loss of support factors*) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Faktor Kehilangan Daya Dukung (LS)

Jenis Bahan	Faktor Kehilangan Daya Dukung (LS)
<i>Cement treated granular base</i> ($E = 1000.000 - 2000.000$ psi)	0.0 – 1.0
<i>Cement aggregate mixtures</i> (CTB, CTSB, RCC, LC) ($E = 500.000 - 1000.000$ psi)	0.0 – 1.0
<i>Asphalt treated base</i> (ATB) ($E = 350.000 - 1000.00$ psi)	0.0 – 1.0
<i>Bitumenious stabilized mixture</i> ($E = 40.000 - 300.000$ psi)	0.0 – 1.0

Tabel 2.1 (Lanjutan)

Stabilisasi dengan kapur (E = 20.000 – 70.000 psi)	1.0 – 3.0
<i>Unbonded granular material</i> (E = 15.000 – 45.000 psi)	1.0 – 3.0
Material tanah dasar alami atau bergradasi halus (E = 3000 – 40.000 psi)	2.0 – 3.0

Sumber : AASHTO 1993

2.3.4 Material Konstruksi Perkerasan

Tebal perkerasan beton bergantung pada kekuatan beton yang digunakan. Kekuatan beton bergantung pada kuat lenturnya (*flexural strength*), karena aksi utama dari pelat beton adalah lentur. Parameter-parameter perancangan perkerasan beton yang dibutuhkan termasuk kuat tekan 28 hari, modulus elastisitas dan kuat lentur (Hary ,2015).

Material konstruksi perkerasan yang digunakan dengan parameter yang terkait dalam perencanaan tebal perkerasan sebagai berikut :

1. Pelat beton

$$\text{Flexural strength (Sc)} = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : fc'} = 350 \text{ kg/cm}^2$$

2. *Wet lean concrete*

$$\text{Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : fc'} = 105 \text{ kg/cm}^2$$

Sc' digunakan untuk penentuan parameter *flexural strength*

fc' digunakan untuk penentuan parameter modulus elastisitas beton (Ec)

2.3.5 Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas beton ialah suatu nilai yang menunjukkan kemampuan

menahan tegangan yang cukup besar dalam kondisi regangan yang masih kecil. Artinya bahwa beton tersebut mempunyai kemampuan menahan tegangan (desak) yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada suatu regangan yang kecil, sehingga kemungkinan terkena retak pada perkerasan pun lebih kecil. Di Indonesia digunakan saat ini umumnya digunakan : $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.

Perhitungan Modulus Elastisitas Beton yaitu :

$$E_c = 57000 \sqrt{f'c} \quad (2-15)$$

Keterangan :

E_c = Modulus elastisitas beton (psi)

$f'c$ = Kuat tekan beton, silinder (psi)

2.3.6 Flextural Strength (S'c)

Spesifikasi kuat lentur beton untuk perkerasan kaku di Indonesia disarankan (S'c) = $45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$

2.3.7 Drainage Coefficient

Koefisien drainase (C_d) digunakan untuk memodifikasi tebal beton rancangan dengan memerhatikan kondisi drainase. Kelembaban air memengaruhi kinerja perkerasan, yaitu mengurangi kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi bawah, selain juga mengakibatkan melengkungnya pelat. Maksud diberikannya koefisien drainase adalah untuk memperhitungkan kinerja perkerasan oleh pengaruh sistem drainase yang mungkin kurang baik.

Hardiyatmo (2015) menyarankan untuk penentuan persentase struktur perkerasan dalam setahun terkena air sampai ke tingkat jenuh dinyatakan dalam Persamaan (2-15).

$$P = \frac{Th \text{ rata-rata}}{365} \times \frac{Tj}{24} \times WL \times 100 \quad (2-16)$$

Keterangan :

P_{heff} = Persentase hari efektif hujan dalam setahun yang akan mempengaruhi perkerasan (%)

T_j = Jumlah jam hujan rata-rata per hari (jam)

$Th \text{ rata-rata}$ = Jumlah rata-rata hari hujan per tahun (hari)

WL = Faktor air hujan yang masuk ke pondasi jalan

Hujan yang terjadi menjadikan sebagian air akan berinfiltrasi ke struktur perkerasan. Persentase air yang berinfiltrasi masuk ke perkerasan ditentukan dalam Persamaan (2-16).

$$WL = 1 - C \quad (2.16)$$

Keterangan :

WL = Faktor air hujan yang masuk ke pondasi jalan

C = Koefisien pengaliran

Nilai koefisien pengaliran (C) yang digunakan dapat di lihat pada Tabel 2.12 dan Nilai koefisien drainase dapat di lihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.12 Koefisien Pengaliran (C)

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1	Jalan Beton Dan Jalan Aspal	0,70 - 0,95
2	Bahu Jalan:	
	a. Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65
	b. Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20
	c. Batuan masif keras	0,70 - 0,85
	d. Batuan masif lunak	0,60 - 0,75

Sumber: Direktorat Pekerjaan Umum (1990)

Tabel 2.13 Koefisien Drainase (Cd)

Kualitas drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1– 5 %	5– 25 %	>25 %
Baik sekali	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Baik	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Sedang	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Buruk	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Sangat buruk	1.00 – 0.9	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Sumber : AASHTO 1993

2.3.8 Koefisien Penyaluran Beban (J)

Hardiyatmo (2015) menyatakan koefisien transfer beban (J) adalah faktor yang digunakan dalam perancangan perkerasan kaku untuk memperhitungkan kemampuan struktur beton dalam mentransfer atau mendistribusikan beban yang melintas di atas sambungan atau retakan. Nilai transfer beban yang dapat digunakan sebagai pendekatan yaitu untuk sambungan dengan dowel sebesar 2,5 - 3,1.

AASHTO (1993) menyarankan untuk perkerasan kaku bersambungan tanpa dilengkapi alat transfer beban pada sambungannya maka direkomendasikan nilai transfer beban sebesar 3,8 - 4. Pendekatan penetapan parameter load transfer :

1. Joint dengan dowel : $J = 2.5 - 3.1$
2. Untuk overlay design : $J = 2.2 - 2.6$

Nilai koefisien transfer beban (J) yang digunakan sebagai parameter desain dapat di lihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14 Koefisien Transfer Beban (J)

Bahu Jalan	Aspal		Pelat Beton Semen Portland Terikat	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Tipe Perkerasan:				
1. Perkerasan Beton Tak Bertulang Bersambungan (JPCP) dan Bertulang Bersambungan (JRCP)	3,2	3,8 - 4,4	2,5 - 3,1	3,6 - 4,2
2. Perkerasan Beton Bertulang Kontinyu (CRCP)	2,9 - 3,2	Tidak Ada	2,3 - 2,9	Tidak Ada

Sumber : AASTHO 1993

2.3.9 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase*)

Penggunaan lapis pondasi pada perkerasan kaku didasarkan oleh beberapa keuntungan dan alasan yaitu :

1. Menambah daya dukung lapisan tanah dasar
2. Menyediakan lantai kerja yang stabil untuk peralatan konstruksi
3. Untuk mengurangi lendutan pada sambungan – sambungan sehingga menjamin penyaluran beban melalui sambungan muai dalam jangka waktu lama
4. Untuk mencegah keluarnya air pada sambungan atau tepi – tepi pelat (pumping)

Menurut Pd T 14 – 2003 B Bahan pondasi bawah pada perkerasan kaku dapat berupa beberapa jenis material sebagai berikut :

1. Bahan berbutir
2. Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean rolled concrete*)
3. Campuran beton kurus (*Lean Mix Concrete*)

Tebal lapisan pondasi disarankan minimum ialah 10 cm yang mana memiliki mutu sesuai dengan SNI No.03-6388-2000 dan AASHTO M-15.

2.4 Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Formulasi

Penentuan tebal perkerasan pelat beton dalam perancangan perlu dipilih kombinasi yang paling optimum/ekonomis dari tebal pelat beton dan lapis pondasi. AASHTO (1993) menentukan tebal perkerasan beton dapat ditentukan dengan Persamaan (2-17).

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_O + 7,35 \log_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,64}}} + (4,22-0,32P_t) \times \log_{10} \frac{c_d \cdot s_c [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_C/K)^{0,25}} \right]} \quad (2-17)$$

Keterangan :

W_{18} = *Traffic design, Equivalent Single Axle Load (ESAL)*

Z_R = Standar normal deviasi

S_O = Standar deviasi (0.30 – 0.40)

D = Tebal pelat beton (*inches*)

ΔPSI = Selisih antara nilai PSI diawal dan akhir masa layan struktur perkerasan

$\Delta\text{PSI} = p_o - p_t$

$p_o = \text{Initial serviceability}$

$p_t = \text{Terminal serviceability index}$

$Sc' = \text{Modulus keruntuhan beton (psi).}$

$Cd = \text{Koefisien drainase.}$

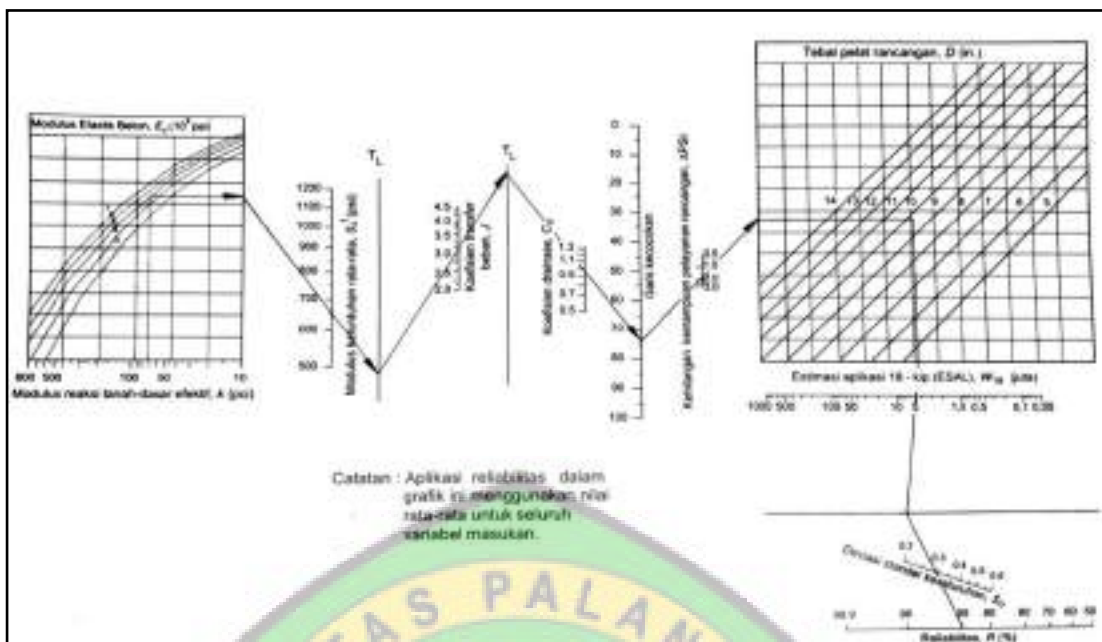
$J = \text{Koefisien transfer beban (dengan dowel } J= 2,5 - 3,1)$

$E_c = \text{Modulus elastisitas (psi).}$

$k = \text{Modulus reaksi tanah dasar (psi).}$

2.5 Penentuan Tebal Pelat Beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993

Penentuan tebal pelat selain menggunakan formulasi dapat juga ditentukan dengan menggunakan nomogram. Penentuan tebal pelat menggunakan nomogram, parameter yang digunakan sama seperti tebal pelat menggunakan formulasi. Parameter yang digunakan yaitu modulus reaksi tanah dasar efektif (k), modulus elastisitas beton (E_c), kuat lentur beton (Sc'), koefisien transfer beban (J), koefisien drainase (Cd), kehilangan kemampuan pelayanan (PSI), standar deviasi keseluruhan (So), *reliability* (R), dan lalu-lintas rancangan ($W18$). Penentuan tebal perkerasan dapat di lihat menggunakan pada gambar berikut:



Sumber : AASHTO 1993

Gambar 2.11 Penentuan Tebal Pelat dengan Nomogram Menurut AASHTO 1993

2.6 Menentukan Segmen Pelat Beton

Ukuran segmen pelat sangat dipengaruhi oleh banyak hal, seperti tebal pelat, lebar joint, ukuran sambungan memanjang, dan ukuran sambungan melintang. AASHTO 1993 menyarankan penentuan ukuran segmen pelat beton sebagai berikut.

1. Panjang pelat (feet) = $2 \times$ Tebal pelat (inchi) (2-18)
2. Perbandingan antara lebar dan panjang pelat tidak lebih dari 1,25.

2.7 Perencanaan Sambungan

Tulangan pelat pada perkerasan beton semen mempunyai bentuk, lokasi dan fungsi yang berbeda dengan tulangan pelat pada konstruksi beton yang lain seperti gedung, balok dan sebagainya. Adapun karakteristik dari tulangan pelat pada perkerasan beton semen adalah sebagai berikut (Efendi, M dan Sofyan,M.,2016) :

1. Bentuk tulangan pada umumnya berupa lembaran atau gulungan. Pada pelaksanaan di lapangan tulangan yang berbentuk lembaran lebih baik daripada tulangan yang berbentuk gulungan. Kedua bentuk tulangan ini dibuat oleh pabrik.
2. Lokasi tulangan pelat beton terletak $\frac{1}{4}$ tebal pelat di sebelah atas.
3. Fungsi dari tulangan beton ini yaitu untuk “memegang beton” agar tidak retak (retak beton tidak terbuka), bukan untuk menahan momen ataupun gaya lintang. Oleh karena itu tulangan pelat beton tidak mengurangi tebal perkerasan beton semen.

Perencanaan sambungan pada perkerasan kaku, merupakan bagian yang harus dilakukan baik jenis perkerasan beton bersambung tanpa atau dengan tulangan, maupun pada jenis perkerasan beton menerus dengan tulangan.

a. Dowel (ruji)

Dowel berupa batang baja tulangan polos (maupun profil) yang digunakan sebagai sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. Dowel berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser. Berikut dibawah ini Tabel 2.15 ukuran dan jarak batang dowel yang disarankan untuk digunakan pada perkerasan.

Tabel 2.15 Ukuran dan Jarak Batang Dowel yang Disarankan

Tebal Pelat		Diameter		Panjang		Jarak	
Inci	Mm	inci	mm	inci	mm	inci	mm
6	150	$\frac{1}{4}$	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 ¼	32	18	450	12	300
12	300	1 1/2	38	18	450	12	300
13	325	1 1/2	38	18	450	12	300
14	350	1 1/2	38	18	450	12	300

Sumber : *Principles of pavement design* by Yoder & Witczak, 1975

b. Batang pengikat (*Tie Bar*)

Batang tulangan atau baja ulir yang digunakan untuk menjaga agar tepi/ujung-ujung pelat beton yang berdampingan tetap dalam kontak yang baik antara satu dengan yang lainnya dan membantu terjadinya ikatan sempurna antar sambungan.

Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang. Penentuan tie bars yang digunakan dapat menggunakan Tabel 2.16

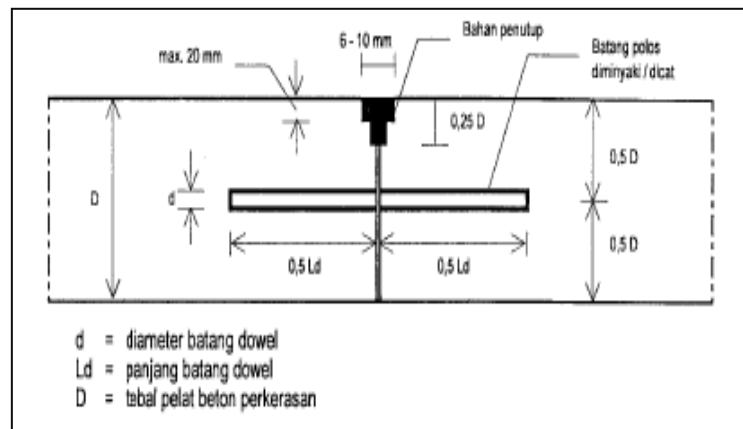


Tabel 2.16 Penentuan Ukuran Tie Bar

Jenis dan Mutu Baja	Tegangan Kerja (psi)	Tebal Perkerasan (in)	Diameter Batang ½ in				Diameter Batang ⅝ in			
			Panjang (in)	Jarak Maximum (in)			Panjang (in)	Jarak Maximum (in)		
				Lebar Lajur 10 ft	Lebar Lajur 11 ft	Lebar Lajur 12 ft		Lebar Lajur 10 ft	Lebar Lajur 11 ft	Lebar Lajur 12 ft
Grade 40	30000	6	25	48	48	48	30	48	48	48
		7	25	48	48	48	30	48	48	48
		8	25	48	44	40	30	48	48	48
		9	25	48	40	38	30	48	48	48
		10	25	48	38	32	30	48	48	48
		11	25	35	32	29	30	48	48	48
		12	25	32	29	26	30	48	48	48

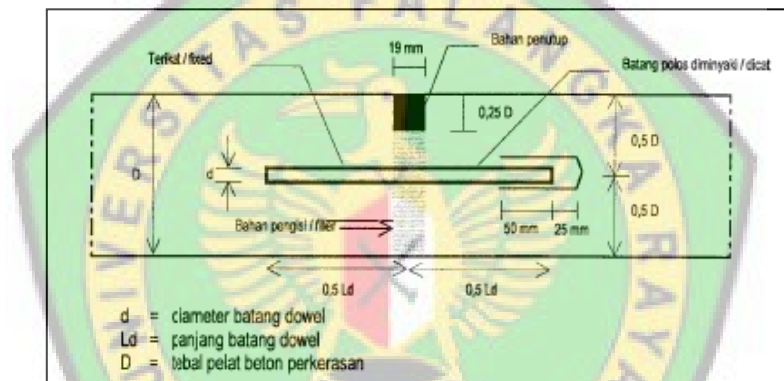
Sumber: Literatur UI dalam Suryawan (2009)





Sumber : AASHTO 1993

Gambar 2.12 Sambungan susut melintang dengan dowel



Sumber : AASHTO 1993

Gambar 2.13 Sambungan muai dengan dowel

2.8 Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka yang dilakukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini berdasarkan Tugas Akhir mahasiswa, pedoman, maupun buku yang berkaitan dengan materi pembahasan. Sebelum “Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dengan Metode AASHTO 1993 pada Jalan Akses Menuju Lokasi Pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah” dilakukan, sebenarnya telah ada penelitian terdahulu yang cukup erat kaitannya dengan penelitian ini.

Aisyah, L (2013) dalam tugas akhir berjudul “ Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Mahar Martanegara (Leuwigajah) Kec.Cimahi Selatan, Kota Cimahi” ini adalah untuk mengetahui nilai CBR, perhitungan nilai lalu-lintas rencana ESAL dan merencanakan tebal perkerasan jalan dengan AASHTO 1993. Lokasi studi dilakukan di ruas jalan Mahar Martanegara (Leuwigajah) Kec.Cimahi Selatan, Kota Cimahi.

Nilai CBRgabungan yang diperoleh yaitu sebesar 18,5 % dengan nilai lalu-lintas rencana ESAL sebesar 24132667,06 maka diperoleh tebal perkerasan dengan tebal pelat 23 cm, Lapis pondasi beton kurus 10 cm dan Lapis pondasi agregas kelas A 15 cm.

Putranto, Y K dan Ridwansyah, A M. (2016) dalam tugas akhir berjudul “Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) pada Ruas Jalan Tol Karanganyar - Solo” ini adalah untuk menghitung tebal perkerasan kaku dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2013, digunakan Metode AASHTO 1993 sebagai pembanding hasil perencanaan. Lokasi studi dilakukan pada ruas tol Karanganyar-Solo.

Hasil perencanaan kaku menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2013 dengan nilai JSKN rencana diperoleh jumlah kendaraan niaga sebesar $33,33 \times 10^6$ maka diperoleh tebal perkerasan dengan tebal pelat 30 cm, Lapis pondasi beton kurus 15 cm dan Lapis pondasi agregas kelas A 15 cm.

Hasil perencanaan kaku menggunakan Metode AASHTO 1993 dengan nilai lalu-lintas rencana ESAL sebesar 106×10^6 maka diperoleh tebal perkerasan dengan tebal

pelat 35,56 cm, Lapis pondasi beton kurus 15 cm dan Lapis pondasi agregas kelas A 15 cm. Widodo, M H (2018) dalam tugas akhir berjudul “Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Tol Colomadu-Karanganyar dengan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2002” ini adalah untuk mengevaluasi tebal perkerasan kaku dengan metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2002. Lokasi studi dilakukan di ruas Tol Solo-Ngawi, ruas Colomadu-Karanganyar Sta. 1+ 100 sampai 2+ 100.

Hasil perencanaan kaku menggunakan Metode AASHTO 1993 dengan nilai lalu-lintas rencana ESAL sebesar 14220662,26 maka diperoleh tebal perkerasan dengan tebal pelat 28 cm, Lapis pondasi beton kurus 10 cm dan Lapis pondasi agregas kelas A 15 cm.

Hasil perencanaan kaku menggunakan Metode Bina Marga 2002 dengan nilai JSKN rencana diperoleh jumlah kendaraan niaga sebesar $3,944942484 \times 10^7$ maka diperoleh tebal perkerasan dengan tebal pelat 27 cm, Lapis pondasi beton kurus 10 cm dan Lapis pondasi agregas kelas A 15 cm.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian yang dilakukan berdasarkan observasi dan informasi dilapangan dengan tujuan untuk mengetahui dan merencanakan perkerasan jalan sesuai dengan metode yang digunakan dalam perencanaan. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan akses menuju lokasi Pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah.

3.2 Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara pengamatan dan pengukuran langsung dilokasi penelitian.

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

- a. Mendokumentasikan kondisi *existing* jalan
- b. Menghitung nilai CBR

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui sumber data yang telah ada, dari instansi terkait, buku, laporan, jurnal atau sumber lain yang relevan.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

- a. Data LHR (Lalu lintas Harian Rata-rata)
- b. Data Hidrologi

3.3 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan penelitian ini adalah :

1. Survei pendahuluan.
2. Persiapan pelaksanaan penelitian.
3. Pelaksanaan penelitian.

3.3.1 Survei Pendahuluan

Sebelum melaksanakan penelitian, maka perlu dilakukan survei pendahuluan dengan tujuan untuk mendapatkan data-data awal, juga untuk mengenal lokasi penelitian yang nantinya digunakan sebagai langkah-langkah yang akan dilakukan selanjutnya. Dengan adanya survei pendahuluan ini diharapkan dalam melaksanakan penelitian tidak ditemui hambatan-hambatan yang berarti. Hal-hal yang termasuk dalam survei pendahuluan adalah :

1. Mengetahui ruas jalan yang akan dijadikan objek penelitian, juga untuk mengetahui kondisi *existing* jalan tersebut.
2. Menentukan batas awal dan akhir penelitian pada ruas jalan yang diteliti.

3.3.2 Persiapan Penelitian

Agar penelitian berjalan dengan lancar dan data yang didapat akurat, maka perlu diadakan persiapan penelitian yaitu dengan mengadakan pengecekan semua alat yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Dalam penelitian ini digunakan alat untuk menunjang proses pengambilan data yaitu:

1. Rol Meter

Digunakan untuk mengukur jarak antara setiap titik yang akan dilakukan pengujian menggunakan alat DCP

2. Kamera

Digunakan sebagai pengambilan dokumentasi lapangan

3. Alat Tulis

Digunakan sebagai alat pencatat data-data hasil pengamatan

4. Satu set alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

Digunakan untuk menentukan nilai CBR langsung dilapangan pada kedalaman tertentu.

3.3.3 Pelaksanaan Penelitian

Setelah diadakan survei pendahuluan dan persiapan penelitian langkah-langkah selanjutnya adalah melaksanakan penelitian. Penelitian yang dilaksanakan yaitu menghitung nilai CBR dengan Pengujian DCP sebagai berikut :

1. Tujuan Percobaan

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan nilai CBR langsung dilapangan pada kedalaman tertentu dengan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer*.

2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1) *Dynamic Cone Penetrometer*

2) Perlengkapan alat menggali: cangkul, sendok

3) Mistar untuk mengukur kedalaman masuknya alat (penetrasi)

3. Prosedur Pelaksanaan

- 1) Areal yang akan diperiksa, terlebih dahulu dibersihkan dari rumput dan diratakan, usahakan untuk mendapatkan tanah asli jangan sampai terganggu.
- 2) Periksa sambungan DCP dan kencangkan.
- 3) Tempatkan ujung DCP pada permukaan tanah dalam keadaan tegak lurus.
- 4) Kemudian catat pembacaan awai pada mistar pengukur kedalaman masuknya alat dari muka tanah.
- 5) Angkat palu pada ketinggian maksimum. Kemudian lepaskan sehingga jatuh bebas. Baca dengan mistar, catat jumlah tumbukan dan kedalaman pada formulir 1-DCP, sesuai ketentuan-ketentuan sebagai berikut:
 - a) Untuk lapis pondasi bawah atau tanah dasar yang terdiri dari bahan-bahan yang tidak keras maka pembacaan kedalaman sudah cukup untuk setiap 1 tumbukan atau 2 tumbukan.
 - b) Untuk lapis pondasi yang terbuat dari bahan yang berbutir keras, maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 5 tumbukan sampai dengan 10 tumbukan. Hentikan pengujian apabila kecepatan penetrasi kurang dari 1 mm/3 tumbukan.

3.4 Analisis Data

Pengolahan data dilakukan setelah data primer dan sekunder diperoleh. Studi pustaka digunakan sebagai acuan untuk menyiapkan landasan teori bagi analisis yang mengacu pada buku-buku, pendapat-pendapat, teori-teori yang sehubungan dengan penelitian. Berikut merupakan tahapan-tahapn analisis data dalam perencanaan perkerasan :

1. Menghitung *Traffic design*

Data dan parameter lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi :

a. Umur rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan. Umumnya perkerasan kaku direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun. Pada perencanaan ini umur rencana perkerasan yaitu 20 tahun sesuai dengan perencanaan di lapangan.

b. Jenis kendaraan

Dari jenis kendaraan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka kita akan menentukan parameter golongan kendaraan untuk menghitung volume lalu lintas harian rata – rata, Pertumbuhan lalu – lintas tahunan, serta menentukan *vehicle damage factor*.

c. Volume lalu lintas harian rata – rata

Setelah mengetahui jenis kendaraan serta penggolongannya, langkah selanjutnya yaitu menghitung Lalu lintas Harian Rata-rata dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan kaku adalah yang mempunyai berat total minimum 2 ton.

d. Faktor distribusi arah

Dimana faktor distribusi arah (DD) = 0.3-0.7 dan umumnya diambil 0.5 .

e. Faktor distribusi lajur

Untuk menentukan faktor distribusi arah dapat dilihat pada tabel 2.4.

f. *Vehicle Damage factor*

VDF (*vehicle damage factor*) adalah faktor yang digunakan untuk perkerasan yaitu sesuai dengan yang merujuk pada Lampiran 3.

g. Kemampuan pelayanan (*Serviceability*)

Untuk menentukan *Serviceability* dapat dilihat pada tabel 2.6.

h. Pertumbuhan lalu – lintas tahunan

Setelah menghitung volume lalu lintas harian rata – rata langkah selanjutnya yaitu menghitung pertumbuhan lalu lintas dengan persamaan (2-2).

i. Angka Ekuivalen Esal

Untuk menghitung Angka Ekuivalen Esal dapat dihitung menggunakan persamaan (2-3) .

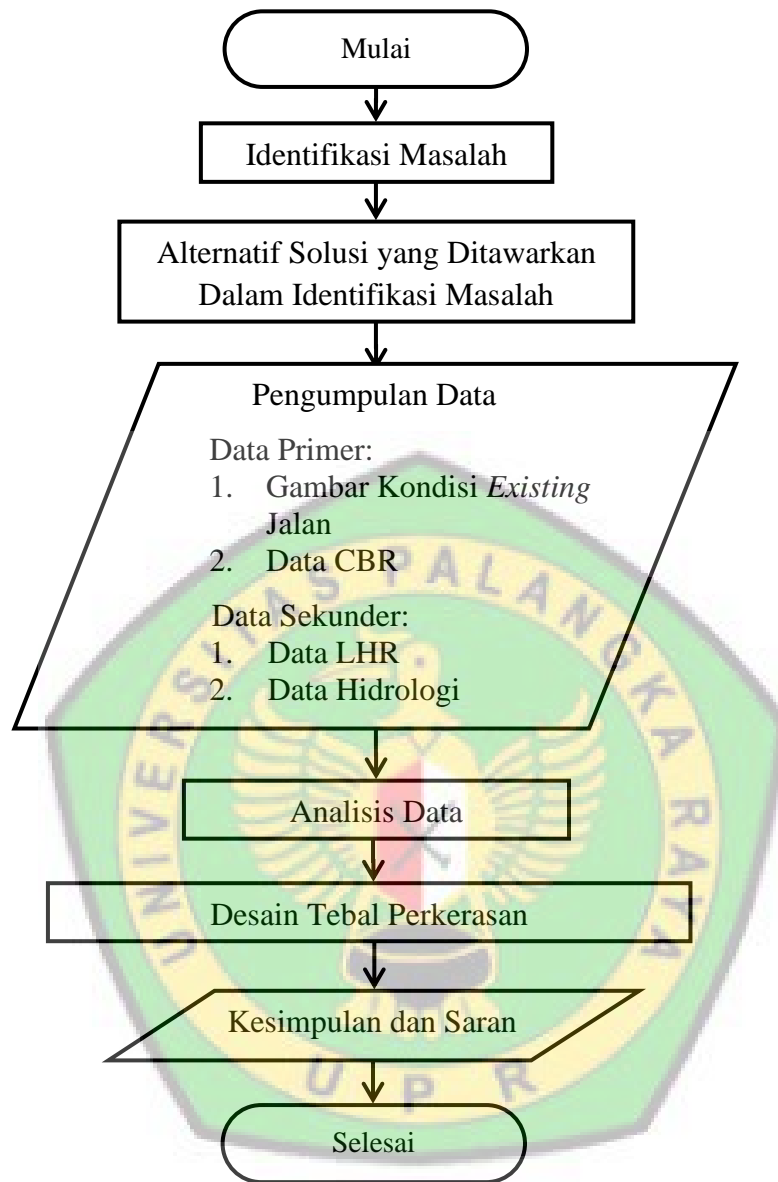
2. Menentukan nilai *Reliability*, *Standard normal deviate*, dan *Standard deviation* dapat dilihat pada tabel 2.7 dan tabel 2.8.
3. Menghitung CBR dengan persamaan (2-8) dan Modulus reaksi tanah dasar berdasarkan grafik koreksi *effective modulus of subgrade reaction*.
4. Menghitung Modulus elastisitas beton berdasarkan persamaaan (2-15).
5. Menentukan nilai *Flexural strength* yang sesuai dengan spesifikasi kuat lentur beton untuk perkerasan kaku di Indonesia
6. Penetapan *Drainage coefficient* berdasarkan tabel 2.13.
7. Menentukan nilai *Load transfer coefficient* berdasarkan tabel 2.14.

8. Menentukan lapis pondasi bawah (*subbase*) sesuai dengan yang disarankan oleh AASHTO 1993.
9. Penentuan tebal pelat beton (D) dengan formulasi berdasarkan persamaan (2-17).
10. Penentuan tebal pelat beton (D) dengan Nomogram AASHTO 1993.
11. Menentukan segmen pelat beton dengan persamaan (2-18).
12. Perencanaan sambungan dowel dan ruji berdasarkan tabel 2.15 dan tabel 2.16.

Hasil dari analisis ini akan merencanakan dan memberikan analisis desain serta perbandingan tebal perkerasan dengan kondisi lapangan yang dilakukan pada jalan akses menuju lokasi Pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah.

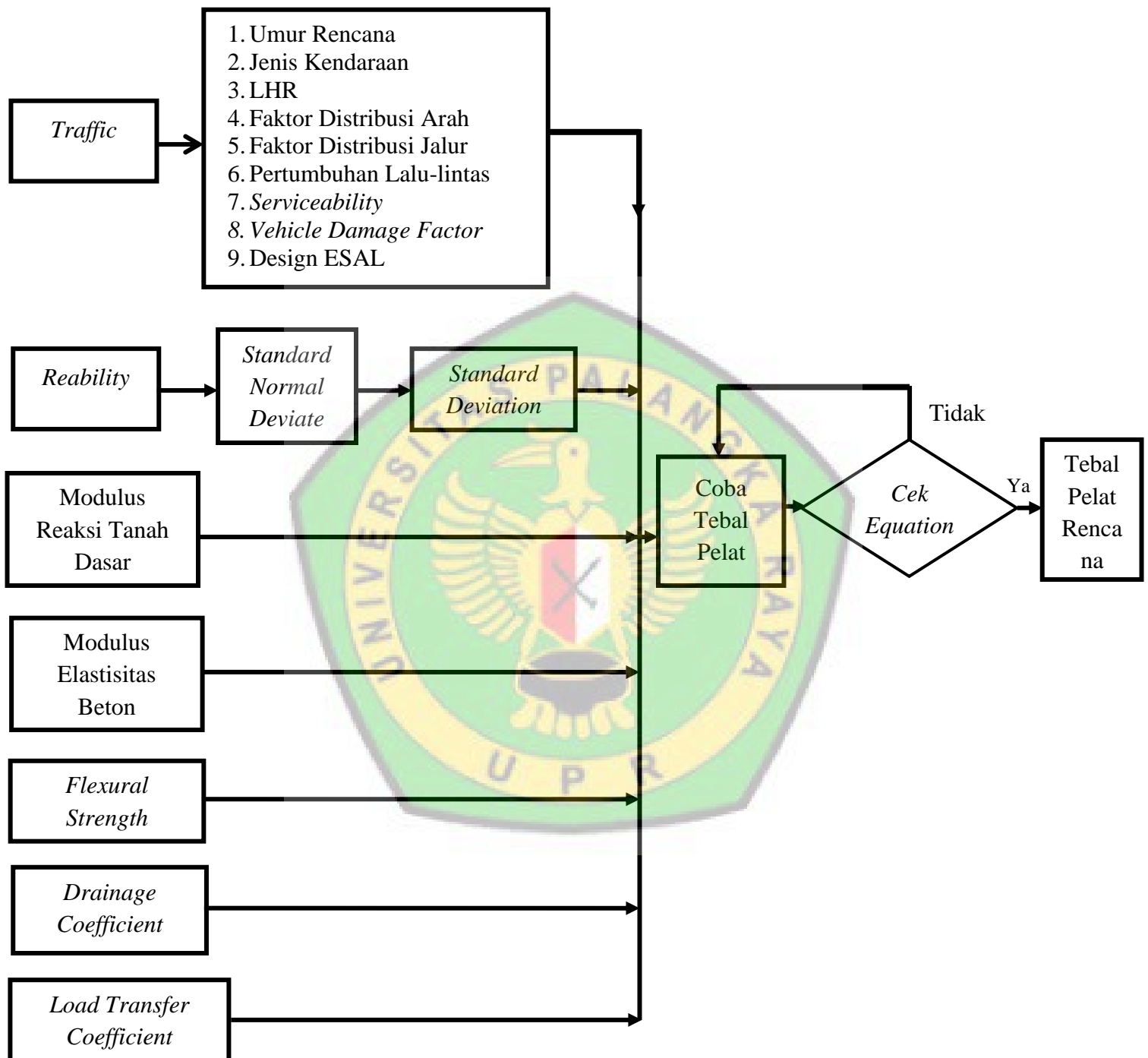
3.5 Bagan Alir Penelitian

Rangkaian urutan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada bagan alir Penyusunan Tugas Akhir dan bagan alir Prosedur Perencanaan (*Rigid Pavement*) seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir

BAGAN ALIR PROSEDUR PERENCANAAN *RIGID PAVEMENT* (AASHTO 1993)



Gambar 3.2 Bagan Alir Prosedur Perencanaan *Rigid Pavement* metode AASHTO 1993

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan metode AASHTO 1993 maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Tebal struktur perkerasan kaku pada ruas jalan akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah berdasarkan perhitungan dengan formula metode AASHTO 1993 dengan CBR 6 % didapat tebal pelat 30,5 cm, tebal *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm, sedangkan perhitungan dengan nomogram metode AASHTO 1993 didapat tebal pelat 31,5 cm, tebal *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm.
2. Tebal struktur perkerasan kaku pada ruas jalan akses menuju lokasi pelabuhan Tanjung Kalab di Bumi Harjo Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah berdasarkan perhitungan dengan formula metode AASHTO 1993 dengan CBR 18,5 % didapat tebal pelat 28 cm, tebal *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm, sedangkan perhitungan dengan nomogram metode AASHTO 1993 didapat tebal pelat 28,5 cm, tebal *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 15 cm.

3. Berdasarkan hasil perhitungan, dibandingkan dengan kondisi tebal perkerasan di lapangan yaitu tebal pelat sebesar 28,5 cm, maka perhitungan dengan formula metode AASHTO 1993 dengan CBR 18,5 % terdapat selisih 0,5 cm. Untuk CBR 6% perhitungan dengan formula metode AASHTO 1993 terdapat selisih 2 cm, perhitungan dengan nomogram metode AASHTO 1993 terdapat selisih 3 cm Selisih dari perhitungan formula dan nomogram metode AASHTO 1993 ini dikarenakan ketelitian dalam membaca grafik. Sedangkan perhitungan metode AASHTO 1993 dan metode MDP 2013 dikarenakan perbedaan parameter input dari masing-masing metode.

5.2 Saran

1. Dalam perencanaan perkerasan kaku metode AASHTO 1993 terdapat pembacaan grafik. Sehingga dalam pembacaan grafik harus teliti untuk dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat.
2. Dalam pelaksanaan pekerjaan dilapangan baiknya melaksanakan sesuai dengan spesifikasi yang ada dan sesuai dengan data perencanaan agar perkerasan yang dihasilkan dapat maksimal.
3. Untuk penelitian sejenis selanjutnya pada pengambilan data, keakuratan data lapangan harus lebih diperhatikan dengan memberikan arahan yang jelas kepada surveyor terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway And Transportation Officials (AASHTO) (1993), *Intern Guide For Design of Pavement Structures*.USA.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2003), *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pedoman Konstruksi Bangunan*, Pd. T-05-2003, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Direktorat Jendral Bina Marga (2007), *Dokumen Spesifikasi Umum*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Fwa, T.F. and L, Wei (2006), *Design Of Rigid Pavement*, Hand Book of Highway Engineering, Taylor and Francis Group,LLC, London, UK.
- Hardiyatmo, H.C (2015), *Perencanaan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*, Yogyakarta: UGM Press.
- Japan Road Association (JRA) (1980), *Manual For Design and Construction of Asphalt Pavement*: Tokyo
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2013), **Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2013**, Jakarta.
- Oglesby, C. H., dan R.G., Hicks (1982), *Highway Engineering*. Fourth Edition. John Wiley & Sons. New York. Terjemahan Purwo Setianto. 1996. *Teknik Jalan Raya*. Edisi 4. Erlangga. Jakarta.
- Ridwansyah A.M dan Y.P., Putranto (2016), *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Ruas Jalan Tol Karanganyar-Solo*,Jurnal Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
- Saodang, H (2005), *Konstruksi Jalan Raya*. Bandung : Nova .
- Standar Nasional Indonesia (2000), SNI 03 – 6388 – 2000 *Spesifikasi Agregat Lapis Pondasi Bawah, Lapis Pondasi Atas dan Lapis Permukaan*. Jakarta
- Sukirman, S (1999), **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Penerbit NOVA, Bandung.
- Wesley,L.D (1997), *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Yoder, E.J and M.W., Witczak (1975), *Principles of Pavement Design*, 2 nd Edition, New York : John Wiley & Sons, inc.