

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENINGKATAN JALAN PENANAGGALAN-
LIPAT KAJANG ACEH SINGKIL KABUPATEN ACEH
SINGKIL
(Studi Kasus)**

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

Disusun Oleh:

**RAHMAD FAUZI
1207210221**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rahmad Fauzi

NPM : 1207210221

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisa Peningkatan Jalan Penanggulangan-Lipat Kajang Aceh Singkil Kabupaten Aceh Singkil (Studi Kasus)

Bidang ilmu : Transportasi.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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, April 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II / Peguji

Ir.Sri Asfiati, M.T

Hj.Irma Dewi, ST,MSi

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II / Peguji

Ir.Zurkiyah M.T

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rahmad Fauzi

Tempat /Tanggal Lahir: Rimo/ 18 Februari 1995

NPM : 1207210221

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

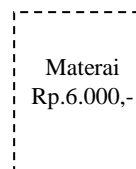
“Analisa Peningkatan Jalan Penanggulangan-Lipat Kajang Aceh Singkil Kabupaten Aceh Singkil”,

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, April 2017



Saya yang menyatakan,

Rahmad Fauzi

ABSTRAK

ANALISA PENINGKATAN JALAN PENANGGALAN-LIPAT KAJANG ACEH SINGKIL KABUPATEN ACEH SINGKIL (STUDI KASUS)

Rahma Fauzi
1207210221
Ir.Sri Asfiati, MT
Hj. Irma Dewi, S.T M.Si

Perkerasan jalan raya adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk mendukung beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah, batu belah dan batu kali. Bahan ikat yang dipakai seperti aspal, semen, dan tanah liat. Pada perkerasan lentur kekakuannya atau kekuatannya sendiri untuk mendukung beban lalu lintas yang diterima perkerasan lentur dapat dibayangkan seperti lembaran karet, sebenarnya perkerasan lentur juga punya kekakuan yang mampu mendukung beban meskipun tidak sekuat lembaran baja atau pun beton. Pembangunan jalan lintas Penanggalan-Lipat Kajang terletak di Desa Suro dengan paket pengerjaan dimulai dari 0+000 sampai dengan 4+085. Arus lalu lintas pada jalan eksisting pada saat ini mengalami penambahan beban lalu lintas yang relatif besar. Adapun maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah agar dapat memahami dan mengetahui langkah-langkah perhitungan yang diperlukan dalam merencanakan tebal perkerasan jalan. Dengan berlandaskan pada permasalahan maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut “Meninjau Peningkatan Ruas Jalan Penanggalan-Lipat kajang Kecamatan Suro Kabupaten Aceh Singkil untuk umur rencana 20 tahun mendatang”. Maksud dan tujuan dari tebal perkerasan adalah untuk mengetahui berapa tebal perkerasan jalan pada daerah Penanggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil dengan AC-BC 6 cm, LPA = 15 cm, LPB = 20 cm, Urugan pilihan = 30 cm. Metodologi perhitungan analisa data dalam tugas akhir ini adalah metode bina Marga dan Metode AASHTO, tebal perkerasan yang didapat hasil untuk LASTON = 10,25 cm, lapisan pondasi atas yaitu batu pecah kelas A = 15 cm, lapisan pondasi bawah yaitu sirtu kelas B = 20 cm, dan urugan pilihan sirtu = 30 cm.

Kata kunci: perkerasan lentur, analisa komponen, tebal perkerasan

ABSTRACT

ANALYSIS OF ROAD IMPROVEMENT CALENDAR-FOLDING AWNING SINGKIL, ACEH SINGKIL (CASE STUDY)

Rahmad Fauzi
1207210221
Ir. Sri Asfiati, MT
Hj. Irma Dewi, ST,MS,i

Highway pavement is a mixture of aggregate and connective material used to support the traffic load. Aggregate used was crushed, split rock and stone. Connective materials used such as asphalt, cement and clay. In flexible pavements rigidity or strength alone to support the load of traffic received flexible pavements can be imagined as a rubber sheet, flexible pavement actually also has rigidity capable of supporting the load although not as strong as steel or concrete slabs. Construction of the causeway dating-Fold awning is located in the village suro with pengerjakan package starts from 0 + 000 to 4 + 085. The flow of traffic on the existing road at this point have additional traffic load is relatively large. The purpose of this thesis is to understand and know the steps necessary calculations in planning for road pavement thickness. With grounded in the problems then the purpose of this thesis is as follows: "Reviewing Roads Improvement calendar-Fold awning Suro District of Aceh Singkil district for the next 20 years design life". The purpose and goal of the pavement thickness is to find out how thick pavement on calendar-Fold Kajang area of Singkil with AC-BC 6 cm, LPA = 15 cm, LPB = 20 cm, backfill selection = 30 cm. Calculation methodology of data analysis in this thesis is the construction method and the method AASHTO clan, pavement thickness obtained results for Laston = 10.25 cm, ie the base layer of crushed stone class A = 15 cm, ie gravel subbase layer of class B = 20 cm, and backfill selection sirtu = 30 cm.

Keywords: *flexible pavement, component analysis, pavement thickness*

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 “Analisa Penigkatan Jalan Penganggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil Kabupaten Aceh Singkil” 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. Ibu Ir. Sri Asfiati, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hj. Irma Dewi, ST, M.Si selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Zurkiyah, MT selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah ST, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Ramli A, dan Rosmaida, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Uun Saputra, Abdul Halim Dalimunthe, Rudi Septiawan, Bayu Azhari, Eri Sawal, Irfansyah Putra, Rudi Pratama, Muhammad Satria, Joko Syahputra, ST 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, April 2017

Rahmad Fauzi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan masalah	3
1.3. Ruang lingkup penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. istematika Penulisan	5
BAB 2 STUDI PUSTAKA	6
2.1. Perkerasan Jalan	6
2.2. Jenis Konstruksi Perkerasan	7
2.3. Penggolongan Jalan	9
2.3.1 Penggolongan Jalan Tingkat Pelayanan	9
2.3.2 Penggolongan Jalan Mnurut Pengerjaannya	9
2.3.3 Penggolongan Menurut Pengawasan	11
2.4. Fungsi Lapisan Konstruksi Perkerasan	13
2.4.1 Lapisan Permukaan (<i>Surfce Course</i>)	14
2.4.2 Lapisan Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	15
2.4.3 Lapisan Pondasi Bawah (<i>Sub Base Course</i>)	17

2.5.	Dasar Perhitungan Konstruksi Perkerasan	18
2.5.1	Data Lalu Lintas	18
2.5.2	Umur Rencana (UR)	26
2.5.3	Faktor Regional (FR)	27
2.5.4	Indeks Permukaan (IP)	20
2.5.5	Indeks Tebal Perkerasan	30
2.5.6	Dynamic Cone Penetration	30
2.5.7	Penentuan Harga CBR	32
2.5.8	Menetapkan Tebal Perkerasan	32
2.5.9	Analisa Komponen Perkerasan Metode Bina Marga	34
2.6	Analisa Komponen Perkerasan Metode AASHTO	36
2.6.1	Lintas Ekuivalen Permulaan	37
2.6.2	lintas ekuivalen selama umur rencana (AE 18 KSAL)	37
2.6.3	Penetapan Faktor Ekuivalen Untuk Perkerasan Lentur	38
2.6.4	Soil Support (SR)	40
2.6.5	Reliability	41
2.6.6	Serviceability Index	42
2.6.7	Definisi Kualitas Drainase	43
2.6.8	Structure Number (SN)	44
2.6.9	Koefesien Lapisan Perkerasan	44
2.6.10	Ketebalan Lapisan Minimum	45

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Bagan Alir	46
3.2.	Gambaran Umum Wilayah Studi	47
3.3	Pengumpulan Data	47
3.3.1	Data Primer	47
3.3.2	Data Skunder	48
3.4	Metode Analisa Data	43
3.4.1	Metode Bina Marga	48
3.4.2	Metode AASHTO	49
3.5.	Kondisi Jalan Lama	50
3.5.1	Data Proyek	51

3.5.2	Data Teknis	51
3.6.	Gambar Lokasi Proyek	53
BAB 4	ANALISA DATA	
4.1.	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Dengan Metode Bina Marga	54
4.2.	menghitung LHR (Lintas Harian Rata-Rata)	55
4.2.1	Komposisi Kendaraan Awal Umur Rencana (2016)	55
4.2.2	Perhitungan LHR Pada Tahun 2017	55
4.2.3	Perhitungan LHR Pada Tahun Ke-5 (2022)	55
4.2.4	Perhitungan LHR Pada Tahun Ke-10 (2027)	56
4.2.5	Perhitungan LHR Pada Tahun Ke-15 (2032)	56
4.2.6	Perhitungan LHR Pada Tahun Ke-20 (2037)	56
4.3.	Menentukan Angka Ekuivalen	56
4.4.	Menentukan LEP	57
4.5.	Menentukan LEA (Lintas Ekuivalen Awal)	57
4.6.	Menentukan LET (Lintas Ekuivalen Tengah)	58
4.7.	Menentukan LER (Lintas Ekuivalen Rencana)	59
4.8.	Penentuan Harga CBR (California Bearing Ratio)	59
4.9.	Menentukan Tebal Lapisan Perkerasan	60
4.9.1	Menentukan Nilai DDT (Daya Dukung Tanah)	60
4.9.2	Menentukan Faktor Regional (FR)	60
4.9.3	CBR Tanah Dasar Rencana	60
4.9.4	Indeks Permukaan	60
4.9.5	Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (ITP)	61
4.9.6	Menetapkan Tebal Perkerasan	62
4.10.	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Dengan Metode AASHTO	63
4.10.1	Lalu Lintas Harian Rata-Rata	63
4.11.	Perbandingan Metode Bina Marga Dan AASHTO Dengan CBR 11,58	64
4.12.	Perhitungan Umur Rencana Perkerasan Jalan	66

BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan	67
5.2.	Saran	67
	DAFTAR PUSTAKA	68
	LAMPIRAN	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan bagian integral dari suatu fungsi masyarakat. Dimana menunjukkan hubungan yang sangat erat dengan gaya hidup, jangkauan dan lokasi dari kegiatan yang produktif, serta barang-barang dan pelayanan yang tersedia untuk digunakan.

Jalan raya adalah suatu lintasan yang bertujuan melewatkan lalu lintas dari suatu tempat ke tempat yang lain. Arti lintasan disini dapat diartikan sebagai tanah yang di perkeraskan atau jalan tanah tanpa perkerasan, sedangkan lalu lintas adalah semua benda dan makhluk hidup yang melewati jalan tersebut baik kendaraan bermotor, tidak bermotor, manusia, maupun hewan.

Peningkatan jalan diperlukan sebagai salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan lalu lintas ataupun konstruksi bangunan sipil itu sendiri. Permasalahan lalu lintas yang dimaksud antara lain kecelakaan lalu lintas, keamanan dan kenyamanan pengguna jalan dan kapasitas yang kurang memadai. Sedangkan dari segi konstruksi bangunan sipil itu sendiri antara lain untuk mengembalikan nilai kekuatan tingkat kededapan terhadap air dan tingkat kecepatan mengalirkan air masuk ke drainase atau ke saluran, serta melengkapi sarana bangunan pelengkap jalan yang kurang lengkap.

Dari latar belakang tersebut, penulis mencoba untuk meninjau dan menganalisa kembali tebal jalan tersebut dengan Metode Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1993 yang dituangkan dalam suatu tugas akhir dengan judul “Analisa Peningkatan Jalan Penanggulangan-Lipat Kajang Aceh Singkil Kabupaten Aceh Singkil”.

Kabupaten Aceh Singkil adalah salah satu kabupaten di Provinsi Aceh, Indonesia. Kabupaten Aceh Singkil merupakan pemekaran dari Kabupaten Aceh Selatan dan sebagian wilayahnya berada di kawasan Taman Nasional Gunung Leuser. Kabupaten ini juga terdiri dari dua wilayah, yakni daratan dan kepulauan. Kepulauan yang menjadi bagian dari Kabupaten Aceh Singkil adalah Kepulauan

Banyak. Ibu kota Kabupaten Aceh Singkil terletak di Singkil. Singkil sendiri berada di jalur barat Sumatera yang menghubungkan Banda Aceh, Medan dan Sibolga. Namun, jalurnya lebih bergunung-gunung dan perlu dilakukan banyak perbaikan akses jalan agar keterpencilan wilayah dapat diatasi. Diharapkan dalam waktu dekat Pelabuhan Singkil dapat dipergunakan sebagai pelabuhan transit untuk jalur barat Sumatera.

Disamping itu untuk transportasi laut, diharapkan dalam waktu dekat Pelabuhan Singkil dapat dipergunakan sebagai pelabuhan transit untuk jalur barat Sumatera dan penyeberangan menuju ke pulau-pulau Banyak dan pulau Sinabang.

Kondisi jalan darat diperparah karena mesti melewati kawasan pegunungan Bukit Barisan sehingga perlu dilakukan banyak perbaikan dan peningkatan kualitas jalan di sana sini. Perbaikan transportasi darat diharapkan agar keterisolasian wilayah ini dapat diatasi, terutama mempersingkat waktu tempuh kabupaten ini ke ibukota provinsi, Banda Aceh.

Pembangunan ruas jalan Penanggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil Kabupaten Aceh Singkil terdapat pekerjaan paket dengan panjang 0+000 sampai dengan 4+085 dan lebar jalan 8 meter. Perkerasan kondisi jalan lama yang ada pada umumnya terdiri dari permukaan jalan raya penetrasi yang tidak layak lagi digunakan dengan lebar perkerasan jalan yang ada rata-rata 4,00 meter dan secara umum tidak memiliki saluran air maupun saluran dengan pasangan batu (drainase). Arus lalu lintas pada jalan eksisting pada saat ini telah mengalami kerusakan akibat beban kendaraan melebihi kapasitas berat terhadap jalan. Dengan dibangunnya jaringan jalan ini dapat mempermudah masyarakat mengakses kebutuhan barang dan jasa, jalan tersebut menuju Kota Rimo dan Kota Singkil sebagai desa pemukiman padat penduduk kabupaten Aceh Singkil dan pariwisata bahari Pulau Banyak di Kecamatan Pulau Banyak Kabupaten Aceh Singkil. Jalan tersebut bisa di akses menuju Kepulauan Simelue dengan menggunakan kapal ferry di pelabuhan Singkil. Peningkatan beban arus lalu lintas terjadi pada saat hari libur dan musim liburan.

Dari latar belakang tersebut, penulis mencoba untuk meninjau dan menganalisa kembali tebal perkerasan tersebut dengan Metode Bina Marga 1987

dan metode AASHTO 1993 yang dituangkan dalam suatu tugas akhir dengan judul “Analisa Peningkatan Jalan Penanggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil Kabupaten Aceh Singkil”.

1.2 Batasan Masalah

Dengan berpedoman pada latar belakang yang telah dijelaskan diatas, penulis ingin meninjau kembali segi teknis untuk pelaksanaan peningkatan jalan sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan LHR sebenarnya yang diperlukan segmen jalan tersebut untuk umur rencana jalan (UR) 20 tahun mendatang?
2. Berapa ketebalan perkerasan baru yang diperlukan untuk umur rencana 20 tahun mendatang?

1.3 Ruang Lingkup

Sebagaimana layaknya jalan-jalan di propinsi Aceh, khususnya di kabupaten Aceh Singkil yang merupakan jalan penghubung antara kabupaten yang mempunyai peranan sangat penting dalam kegiatan ekonomi dan pariwisata, berupa arus barang dan jasa, maka kapasitas serta jenis sarana dan prasarana yang ada pada saat ini sudah selayaknya ditambah dan di perbaiki sistem pelayanannya.

Adapun ruang lingkup dalam menentukan karakteristik pemakaian jalan pada jalan Penanggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil adalah:

1. Studi dilakukan di perusahaan PT.Bina Pratama Persada
2. Pengumpulan data, Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam penulisan tugas akhir, dilakukan pengumpulan data-data sebagai berikut:
 - a. Volume kendaraan.
 - b. Jumlah lalu lintas harian rata-rata.
 - c. *Dynamic cone penetration dan California bearing ratio* (DCP dan CBR).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah agar dapat memahami dan mengetahui langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Mendapatkan lebar ruas jalan sebenarnya yang diperlukan segmen jalan tersebut.
2. Mendapatkan tebal perkerasan baru yang diperlukan untuk umur rencana 20 tahun mendatang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Menambah wawasan tentang tinjauan jalan bagi mahasiswa lain maupun bagi penulis.
2. Mahasiswa mampu menganalisis tinjauan peningkatan jalan dan perkerasan jalan.
3. Sebagai referensi pihak perusahaan dan melaksanakan tinjauan peningkatan jalan.

1.6 Sistematika Pembahasan

Pembahasan masalah “Analisa Peningkatan Jalan Penanggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil Kabupaten Aceh Singkil”. Dengan sistematika.

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini akan mengawali penulisan dengan menguraikan latar belakang masalah yang dibahas, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika pembahasan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian-uraian tentang dasar-dasar teori, serta dasar-dasar analisa data yang digunakan dalam menyelesaikan masalah yang diangkat.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi data-data yang akan dibahas, meliputi lokasi studi, persiapan, CBR, survei perhitungan lalu lintas, dan kondisi konstruksi jalan lama.

BAB 4. ANALISA DATA

Bab ini berisikan tentang data yang telah dikumpulkan, lalu di analisa, sehingga dapat diperoleh kesimpulan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang dapat diambil setelah pembahasan seluruh masalah.

BAB 2

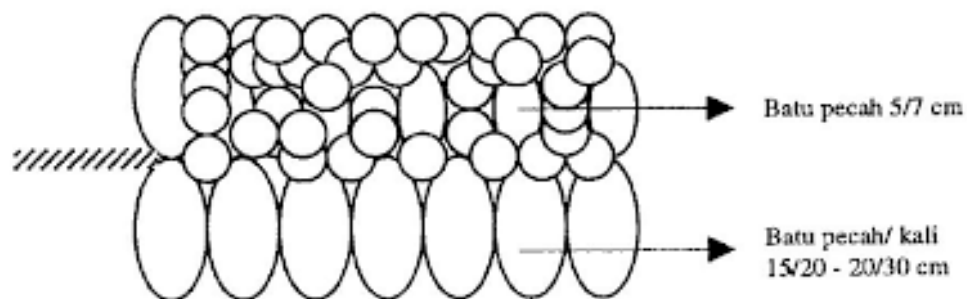
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Sejarah perkerasan dimulai bersamaan dengan sejarah umat manusia itu sendiri yang selalu berhasrat untuk mencari kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama.

Konstruksi perkerasan jalan berkembang pesat pada zaman keemasan Romawi. Pada saat itu telah dibangun jalan-jalan yang terdiri dari beberapa lapis perkerasan. Perkembangan konstruksi perkerasan jalan seakan terhenti dengan mundur kekuasaan Romawi sampai awal abad ke 18. Pada saat itu beberapa ahli Perancis dan ahli Scotlandia mempunyai sistem-sistem konstruksi perkerasan yang sebagian yang sampai ini masih umum digunakan di Indonesia maupun dinegara-negara lain di dunia.

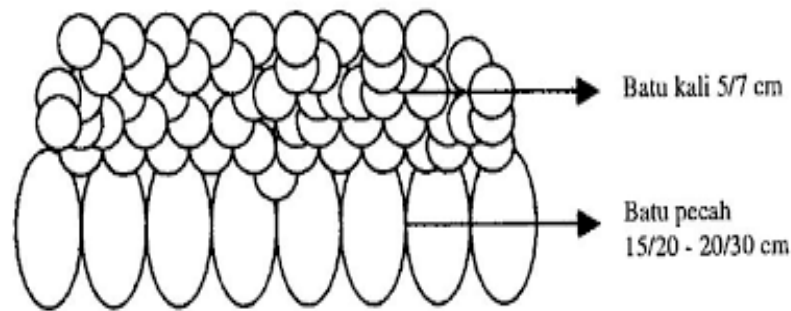
Jhon Louden MacAdam (1756-1836), orang Perancis memperkenalkan konstruksi perkerasan yang terdiri dari batu pecah dan batu kali, pori-pori diatasnya ditutup dengan batu yang lebih kecil/halus. Jenis perkerasan terkenal dengan nama perkerasan MacAdam.



Gambar 2.1: Perkerasan MacAdam (Sukirman,1992).

Thomas Telford (1757-1834) dari Scotlandia membangun jalan dengan mengembangkan sistem lapisan batu pecah yang dilengkapi dengan drainase kemiringan melintang serta mulai melakukan pondasi dari batu. Konstruksi

perkerasan terdiri dari batu pecah berukuran 15/20 sampai 20/30 yang disusun tegak. Batu-batu kecil diletakkan di atasnya untuk menutupi pori-pori yang ada dan memberikan permukaan yang rata. Sistem ini terkenal dengan nama sistem Telford. Jalan-jalan di Indonesia yang dibuat pada zaman dahulu sebagian besar merupakan sistem jalan Telford, walaupun di atasnya telah diberikan lapisan aus dengan pengikat aspal.



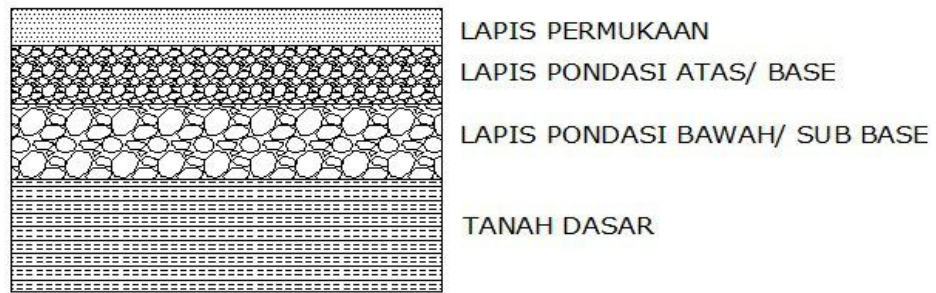
Gambar 2.2: Perkerasan Telford (Sukirman,1992).

2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat di bedakan atas:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

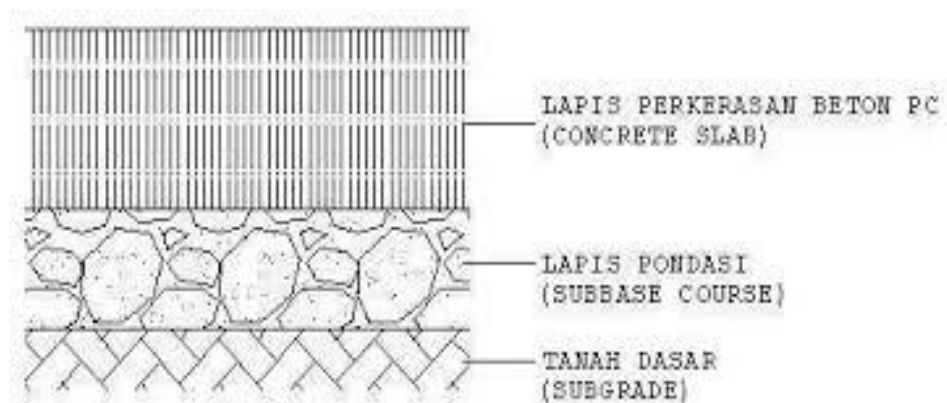
Yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.



Gambar 2.3: Perkerasan lentur (Sukirman,1992).

2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

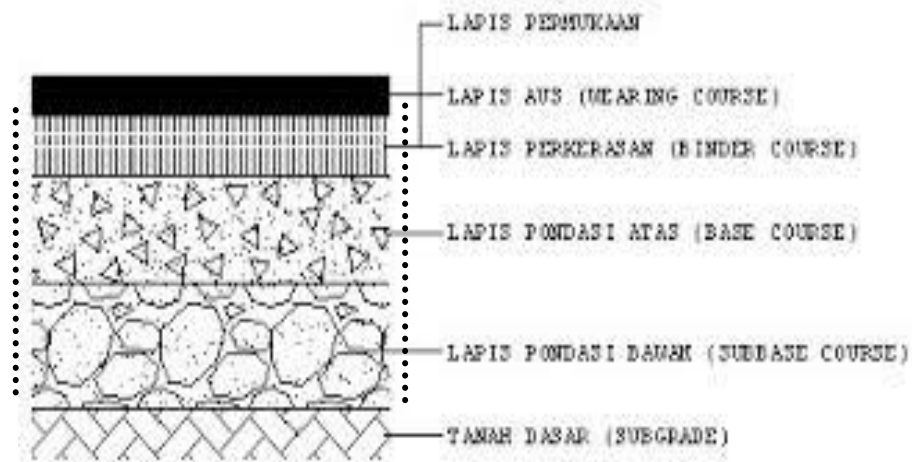
Yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) + air secukupnya sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian dipikul oleh plat beton.



Gambar 2.4: Perkerasan kaku (Sukirman, 1992).

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.



Gambar 2.5: Perkerasan komposit (Sukirman,1992).

2.3 Penggolongan Jalan

Jalan sebagai sarana pembangunan harus terselenggara secara lancar, baik dan aman sehingga pengakutan dapat berjalan cepat, tepat, efisien, dan ekonomis. Untuk jalan raya harus memenuhi syarat-syarat teknis dan ekonomis memenuhi fungsinya dan volumennya serta sifat-sifat lalu lintas.

2.3.1 Penggolongan Jalan Tingkat Pelayanan

Berdasarkan tingkat pelayanannya maka jalan dibedakan atas:

- a. Jalan arteri adalah jalan yang melayani angkutan umum utama dengan ciri perjalanan jauh dengan kecepatan tinggi dan juga jalan masuk di batasi secara efisien. Ciri-ciri lainnya:
 - Kapasitas jalan lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
 - Tidak terganggu oleh kegiatan lokal, lalu lintas lokal dan lalu lintas ulang alik.
 - Jalan tidak terputus walaupun telah memasuki kota.
- b. Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri perjalanan jarak sedang kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jarak masuk dibatasi.

- c. Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dan ciri-ciri perjalanan dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah masuk tidak dibatasi seperti Angkutan Kota Antar Propinsi (AKAP) dan Angkutan Kota Dalam Propinsi (AKDP).

2.3.2 Penggolongan Jalan Menurut Pengerjaannya

Berdasarkan penggolongan pekerjaan terdiri dari:

- a. Pembangunan Jalan

Yang dimaksud dengan pembangunan jalan adalah suatu kegiatan untuk membuat konstruksi jalan baru sebelumnya belum ada. Lapisan perkerasan dapat berupa lapisan baru (sirtu) yang dipadatkan atau ditambahkan dengan lapisan aspal (MacAdam, Hotmix, dan lain-lain).

- b. Peningkatan Jalan

Yang dimaksud dengan peningkatan jalan adalah suatu kegiatan untuk meningkatkan kemampuan jalan, baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya (daya tampung). Untuk meningkatkan daya tampung suatu jalan dengan cara melebarkan jalan itu sendiri, sedangkan untuk meningkatkan mutu/kualitas jalan dapat ditempuh dengan memperbaiki kondisi badan jalan dan bahu jalan, serta kemampuan fasilitas pendukung jalan seperti median, lampu jalan, rambu-rambu lalu lintas, saluran samping dan lain-lain.

- c. Pemeliharaan Jalan

Yang dimaksud dengan pemeliharaan jalan adalah pekerjaan yang dilakukan untuk menjaga kondisi jalan agar tetap baik dan melayani lalu lintas secara maksimal dalam berbagai keadaan cuaca sesuai dengan rencana sehingga tercapai umur rencananya.

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam pekerjaan pemeliharaan jalan adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan perkerasan badan jalan antara lain penambalan lubang-lubang dan retak-retak yang terjadi kemudian dipadatkan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan kemudian dilapisi dengan perkerasan yang sama dengan perkerasan tersebut, tetapi bila kerusakan terjadi sudah

sangat banyak sebaiknya jalan tersebut diberikan lapisan perkerasan yang baru (*overlay*).

2. Pekerjaan pada bahu jalan yang dilaksanakan antara lain adalah penambalan lubang-lubang pada bahu jalan, bila kondisi sudah sangat tidak bagus lagi maka harus diperbaiki atau diganti.
3. Pekerjaan saluran yang dilakukan antara lain pembersihan atau pembuangan lumpur yang mengendap pada saluran serta pembuangan sampah-sampah dan rumput-rumput yang menjalar ke dalam saluran secara berkala.
4. Pada perlengkapan marka jalan dapat dilakukan antara pengecatan kembali marka jalan, memperbaiki atau mengganti rambu-rambu lalu lintas, lampu-lampu jalan tidak berfungsi lagi serta menambah rambu-rambu lalu lintas dan lampu-lampu jalan yang diperlukan.

2.3.3 Penggolongan Menurut Pengawasan

Berdasarkan pekerjaan jalan dalam pengawasan terdiri dari:

- a. Jalan desa, meliputi jaringan jalan sekunder di dalam lingkungan desa
- b. Jalan kabupaten
 - Jalan umum dengan fungsi lokal primer
 - Menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan
 - Menghubungkan antar ibukota kecamatan
 - Menghubungkan antar pusat kegiatan lokal
 - Jalan strategis lokal di daerah kabupaten
 - Jaringan jalan sekunder di luar perkotaan
- c. Jalan provinsi
 - Jalan umum dengan fungsi kolektor primer
 - Menghubungkan ibukota propinsi dengan ibukota kabupaten atau kota
 - Menghubungkan antar ibukota kabupaten atau antar kota
 - Jalan yang bersifat strategis nasional

Adapun yang membiayai jalan tersebut adalah pemerintah setempat (daerah TK.I atau daerah TK.II) kecuali untuk jalan negara dibiayai oleh Departemen

Pemukiman dan Prasarana Wilayah dalam hal ini diwakili oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Sesuai dengan “Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya” No.13/1970 dari Departemen Eksplorasi Survei dan Perencanaan. Direktorat Jenderal Bina Marga, Dinas Pekerjaan Umum, dan persyaratan jalan yang sesuai dengan peranannya (PP.NO.26/1985).

1. Jalan arteri primer

- Kecepatan rencana maksimum 60 km/jam
- Lebar badan jalan minimum 8 meter
- Kapasitas lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata
- Lalu lintas jarak jauh tidak boleh mengganggu lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal
- Jalan masuk dibatasi secara efisien (jarak antar jalan masuk tidak boleh lebih pendek dari 500 meter)
- Tidak terputus walaupun sudah memasuki perkotaan
- Persyaratan teknik jalan masuk ditetapkan Menteri

2. Jalan kolektor primer

- Kecepatan rencana minimum 40 km/jam
- Lebar badan jalan minimum 7 meter
- Kapasitas sama dengan atau lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata
- Jalan masuk dibatasi, direncanakan sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan (jarak antar jalan masuk tidak boleh lebih pendek dari 400 meter)

3. Jalan lokal primer

- Kecepatan rencana minimum 20 km/jam
- Lebar minimum 6 meter
- Tidak terputus walaupun melalui desa

4. Jalan arteri sekunder

- Kecepatan rencana minimum 20 km/jam
- Lebar badan jalan minimum 8 meter

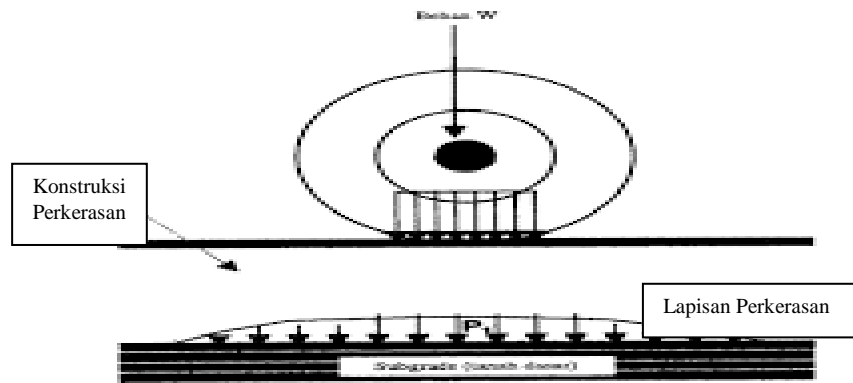
- Kapasitas sama atau lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata
 - Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat
 - Jalan masuk dibatasi, direncanakan sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas (jarak antar jalan masuk tidak boleh lebih pendek dari 250 meter)
 - Persimpangan dengan pengaturan tertentu, tidak mengurangi kecepatan dan kapasitas jalan
5. Jalan kolektor sekunder
- Kecepatan rencana minimum 20 km/jam
 - Lebar badan jalan minimum 7 meter
 - Jalan masuk dibatasi, direncanakan sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas (jarak antar jalan masuk tidak boleh lebih pendek dari 200 meter)
6. Jalan lokal sekunder
- Kecepatan rencana minimum 10 km/jam
 - Lebar badan jalan minimum 5 meter
 - Persyaratan teknik diperuntukan bagi kendaraan beroda tiga atau lebih
 - Lebar badan jalan tidak diperuntukkan bagi kendaraan beroda tiga atau lebih, minimum 3,5 meter

2.4 Fungsi Lapisan Konstruksi Perkerasan

Fungsi lapisan konstruksi perkerasan jalan adalah untuk melindungi tanah dasar (*sub grade*) terhadap tekanan dan beban lalu lintas yang menimbulkan gaya-gaya sebagai berikut:

- Muatan (berat) kendaraan berupa gaya vertikal
- Gaya gesekan akibat rem berupa gaya horizontal
- Pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran

Karena sifat-sifat dari gaya-gaya tersebut semakin ke bawah makin menyebar maka pengaruhnya makin ke bawah makin berkurang sehingga muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda-beda.



Gambar 2.6: Penyebaran beban roda pada perkerasan lentur (Sukirman,1992).

Konstruksi yang dibuat seperti Gambar 2.6 diatas adalah bahwa penerusan gaya-gaya akibat beban lalu lintas dari permukaan jalan ke bawah merupakan sebuah kerucut (*conus*) sehingga konstruksi gaya-gaya persatu-satuan luas permukaan sebagai berikut:

Bagian A: Lapisan Permukaan (*Surface Course*) Lapisan permukaan ini menerima gaya vertikal, gaya horizontal dan getaran-getaran secara penuh, sehingga lapisan ini mempunyai syarat-syarat daya dukung yang paling besar.

Bagian B: Lapisan Pondasi (*Base Course dan Sub-Base Course*) Lapisan ini hanya menuruskan gaya vertikal dan getaran-getaran hampir penuh sedangkan gaya-gaya horizontal sudah berkurang, sehingga persyaratan daya dukung ini sudah agak berkurang dibandingkan dengan bagian A yaitu lapisan permukaan

Bagian C: Lapisan Tanah Dasar (*Sub Course*) Pada lapisan ini yang diterima adalah gaya-gaya vertikal sedangkan untuk muatan gaya-gaya horizontal dan getaran-getaran sudah tidak diterima lagi, sebab penyebaran gaya-gayanya makin ke bawah makin besar.

2.4.1 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah bagian dari permukaan perkerasan jalan yang terletak paling atas, dan merupakan lapisan yang menerima keseluruhan beban

dan gaya-gaya yang timbulkan kendaraan baik itu gaya vertikal, gaya horizontal dan getaran-getaran akibat beban roda.

Fungsi lapisan permukaan antara lain:

- a. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas yang tinggi untuk menahan beban roda selama pelayanan
- b. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan tersebut
- c. Lapisan aus (*wearing course*)
- d. lapisan langsung yang menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus
- e. Lapisan yang menyebarkan beban kelapisan bawah sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung jelek

Bahan untuk lapisan permukaan pada umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal pada lapisan permukaan ini berfungsi untuk melindungi lapisan pondasi karena aspal bersifat kedap air, disamping juga aspal memberikan bantuan tegangan tarik yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

Pemilihan bahan untuk lapisan permukaan perlu dipertimbangkan kegunaannya dari berbagai segi kegunaan lalu lintas direncanakan, umur rencana serta pertahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebenar-benarnya dari biaya yang diperlukan.

2.4.2 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas adalah bagian dari perkerasan jalan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan dan merupakan pondasi yang langsung mendukung lapisan penutup/aspal di atasnya, sehingga pengaruh muatan lalu lintas masih sangat besar.

Fungsi lapisan pondasi atas antara lain:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya;
- b. Bantalan terhadap lapisan permukaan;

- c. Lapisan peresapan untuk lapisan bawah.

Bahan-bahan untuk lapisan pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendak dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik. Berbagai macam bahan alam/bahan setempat ($CBR \geq 50\%$, $PI \leq 4\%$) dapat digunakan sebagai lapisan pondasi, antara lain batu pecah, batu kerikil pecah, dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

Jenis lapisan pondasi atas umumnya dipergunakan di Indonesia antara lain:

- a. Batu pecah kelas A

Batu pecah kelas A adalah batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dan mutu dari batu pecah kelas A ini lebih baik daripada batu pecah kelas B dan batu pecah kelas C. Batu pecah kelas A mempunyai gradasi yang lebih besar daripada batu pecah kelas B lebih kasar dari batu pecah kelas C.

- b. Batu pecah kelas B

Batu pecah kelas B adalah batu pecah yang mempunyai nilai CBR 80%, dan mutu dari batu pecah kelas B ini lebih baik dari pada batu pecah kelas C.

- c. Batu pecah kelas C

Batu pecah kelas C adalah batu pecah yang mempunyai nilai CBR 60% dan biasanya batu pecah jenis ini lebih murah dibandingkan dengan batu pecah kelas A dan kelas B (Sukirman, 1992).

Oleh karena itu persyaratan untuk base ini akan lebih berat dari pada persyaratan untuk lapisan pondasi bawah (*sub-base course*).

Adapun persyaratan untuk lapisan *base* adalah sebagai berikut:

- a. Kualitas harus baik
 - Mengenai kekerasan/kekuatan
 - Mengenai bentuk butiran.
- b. Gradasi butiran-butiran harus merupakan susunan yang tepat;
- c. Kandungan filter harus cukup, tetapi tidak melampaui batas maksimum/minimum;
- d. Homogenitas harus sesempurna mungkin;

- e. Tebal lapisan ini tergantung kepada kepadatan lalu lintas (kelas jalan) dan tebal lapisan di atasnya.

Berdasarkan gradasi agregat, lapisan *base* dapat dibagi 2 (dua) jenis konstruksi sebagai berikut:

- a. *Countinous grading* (contoh : *soil agregate material*)

Jenis konstruksi ini adalah lapisan konstruksi perkerasan yang menggunakan bahan agregat pecah atau kerikil pecah yang ukuran butirannya menerus (*well graded*) mulai dari ukuran butiran maksimum sampai butiran yang paling halus.

- b. *Segresi grading* (contoh : *MacAdam base*)

Perkerasan MacAdam adalah lapisan konstruksi perkerasan yang menggunakan agregat pecah yang terdiri dari agregat pokok, agregat pengunci dan penutup. Gradasi dibuat secara terpisah satu sama lainnya.

2.4.3 Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah asli, permukaan galian atau permukaan timbun yang dipadatkan untuk mencapai kestabilan yang tinggi terhadap perubahan volume dan merupakan dasar untuk perletakan elemen-elemen perkerasan lainnya.

Lapisan tanah dasar dapat berubah:

- a. Tanah asli yang dipadatkan jika tanah asli baik
- b. Tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah distabilisasikan dengan kapur atau bahan lainnya

Perkerasan jalan diletakkan di atas tanah dasar, dengan demikian secara keseluruhan mutu dan daya tanah konstruksi perkerasan tidak lepas dari tanah dasar. Tanah yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didatangkan dari tempat lain dengan di stabilitas terlebih dahulu, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu. Sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama pelayanan, walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dari jenis tanah setempat.

Dari bermacam-macam cara pemeriksaan untuk menentukan daya dukung tanah dasar yang umumnya dilakukan dengan pengujian DCP (*Dynamic Cone Penetration*) yang menghasilkan CBR (*California Bearing Ratio*).

Masalah-masalah yang sering ditemui menyangkut tanah dasar adalah:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat lalu lintas. Perubahan bentuk yang lebih besar akan mengakibatkan jalan menjadi rusak. Tanah dengan plastisitas yang tinggi cenderung untuk mengalami hal tersebut, karena lapisan tanah lunak yang terdapat dibawah tanah dasar harus diperhatikan.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air. Hal ini dapat dikurangi dengan cara memadatkan tanah pada kadar optimum sehingga mencapai keadaan tertentu sehingga perubahan volume yang mungkin terjadi dapat dikurangi.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, sehingga perencanaan tebal perkerasan dapat dibuat berbeda-beda dengan membagi jalan atas segmen-segmen.
- d. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.
- e. Perbedaan penurunan (*differential settlement*) akibat terdapatnya lapisan-lapisan tanah lunak dibawah lapisan tanah dasar. Pemeriksaan dengan alat bor akan dapat memberikan gambaran yang jelas tentang lapisan tanah dibawah tanah dasar.

2.5. Dasar Perhitungan Konstruksi Perkerasan

Untuk perencanaan perkerasan jalan tersebut, perlu diketahui hal-hal yang berhubungan dengan perhitungan tersebut, perlu di ingat bahwa lapisan konstruksi perkerasan adalah lapisan yang tersusun dari agregat yang disusun diatas tanah dasar, dimana lapisan tersebut berfungsi memikul beban lalu lintas, adapun hal-hal pokok yang perlu diketahui dalam perencanaan konstruksi jalan adalah:

2.5.1 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas merupakan data pokok yang sangat penting dalam perencanaan konstruksi jalan raya, data lalu lintas ini merupakan beban konstruksi yang direncanakan dan dalam perencanaannya tidak hanya didasarkan pada jumlah kendaraan tetapi juga pada variabel yang lain, antara lainnya:

a. Volume Lalu Lintas

Dalam perencanaan jalan raya volume lalu lintas perlu diketahui yang berguna untuk menentukan kelas jalan raya tersebut. Volume lalu lintas dinyatakan dengan satuan mobil penumpang (SMP) yang besarnya menunjukkan jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) untuk dua arah. Untuk menilai setiap kendaraan kedalam satuan penumpang bagi jalan didaerah datar digunakan koefisien seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Koefisien Satuan Mobil Penumpang (Direktorat Jendral Bina Marga, 1985).

Jenis Kendaraan	Nilai SMP
Sepeda	0,5
Mobil Penumpang	1
Truk Ringan (berat kotor < 5 ton)	2
Truk Sedang (berat kotor > 5 ton)	2,5
Bus	3
Truk Berat (berat kotor > 10 ton)	3
Kendaraan tidak bermotor	1

Untuk daerah perbukitan dan pegunungan koefisien diatas dapat dinaikan khusus kendaraan bermotor, sedangkan untuk kendaran yang tidak bermotor tidak perlu dihitung.

Lalu lintas harian rata-rata dari setiap kendaraan ditentukan pada awal umur rencana untuk setiap jenis kendaraan dihitung untuk kedua jurusan pada jalan

tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median. Menurut Bina Marga LHR dapat dihitung dengan Pers 2.1.

$$LHR = LHR_p \times (1+i)^{UR} \quad (2.1)$$

dimana:

LHR_p = LHR untuk masing-masing jenis kendaraan

UR = Umur Rencana

i = Pertumbuhan lalu lintas rata-rata

Umur rencana perkerasan jalan adalah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai di perlukan perbaikan yang sifatnya struktural (sampai diperlukan *overlay*).

Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umurnya berkisar 15-20 tahun untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang melebihi 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar untuk mendapatkan ketelitian yang memadai.

Perkiraan faktor/tingkat pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan sosial daerah tersebut. Tingkat pertumbuhan lalu lintas untuk setiap kategori jalan berbeda.

b. Angka Ekuivalen (E)

Susunan sumbu jalan roda perlu diketahui untuk perencanaan tebal perkerasan pada jalan raya, karena apakah nanti kendaraan yang akan melintas bersumbu tunggal atau ganda, sehingga dapat diketahui beban yang dapat dipakai oleh jalan tersebut sesuai dengan kebutuhannya. Beban sumbu kendaraan perlu diketahui agar mendapatkan angka ekuivalennya sesuai dengan sumbu kendaraan yaitu sumbu tunggal atau ganda.

Karena jenis kendaraan yang melintas jalan bervariasi baik ukuran dan berat totalnya maka kendaraan tersebut di kelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan.

Pengelompokan jenis kendaraan tersebut antara lain:

1. Kendaraan ringan; mencakup mobil penumpang dan termasuk semua kendaraan dengan berat total ≤ 2 ton.
2. Bus
3. Truk 2 as

4. Truk 3 as
5. Truk 5 as dan
6. Truk semi trailer

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan dan kecepatan kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan. Dengan demikian efek dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat diekivalensikan ke beban standar tersebut.

Berat kendaraan di limpahkan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak diujung-ujung sumbu kendaraan. setiap jenis kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda-beda. Dala perencanaan jalan raya angka ekivalen perlu diketahui dengan membagi kendaraan kedalam dua jenis sumbu.

Sumbu depan merupakan sumbu tunggal ataupun sumbu ganda. Dalam hal ini Bina Marga membuat rumus untuk sumbu tunggal dan sumbu ganda sebagai berikut:

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left[\frac{\text{Beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \quad (2.2)$$

$$\text{Angka ekivalen sumbu ganda} = 0,086 = \left[\frac{\text{Beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \quad (2.3)$$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan (Sukirman,1992).

Beban Satu Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lbs	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	0,000
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13227	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17636	0,9238	0,0795
8160	18000	1,000	0,860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22045	2,2555	0,1940
11000	24250	3,3023	0,2840
12000	26454	4,6770	0,4022
13000	28659	6,4419	0,5540
14000	30863	8,6647	0,7452
15000	33068	11,4184	0,9820
16000	35273	14,7815	1,2712

c. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Koefisien distribusi dari suatu kendaraan perlu ditentukan dengan cara mengklasifikasikan jenis kendaraan, kendaraan ringan atau kendaraan berat yang akan melintas pada jalur rencana jalan untuk koefisien distribusi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3: Koefisien distribusi kendaraan (Sukirman, 1992).

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	2 arah	2 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,42

*Berat Total < 5 ton, misalnya : Mobil Penumpang, Pick up, Mobil Hantaran

** Berat Total > 5 ton, misalnya : Bus, Truk, Traktor, Semi Trailer, Trailer

Jalur rencanakan merupakan jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar yang terdapat terdiri dari satu jalur atau lebih. Jumlah jalur rencana ditentukan dari lebar perkerasan jalan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4: Lebar perkerasan dan jalur (Sukirman, 1992).


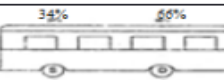
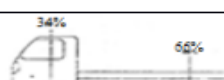





Lebar Perkerasaan (L)	Jumlah Jalur (n)
$L < 5,5 \text{ m}$	1 jalur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 jalur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 jalur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 jalur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 jalur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 jalur

d. Lintas Ekuivalen

Lintas ekuivalen adalah jumlah lintas ekuivalen haria rata-rata dari sumbu tunggal sebesar 8,48 ton pada jalur rencana. Rusak lapisa pekerasan jalan pada umumnya disebabkan berkumpulnya air pada bagian atas perkerasan dan repetisi dari lintasan kendaraan dan besarnya lintasan ekuivalen.

Kendaraan-kendaraan melintasi jalan secara berulang pada lajur jalannya, maka lintas ekivalen yang merupakan beban bagi perkerasan jalan dihitung hanya untuk satu lajur, yaitu lajur yang tersibuk (lajur dengan volume tertinggi). Lajur ini disebut dengan lajur rencana. Pada jalan raya dua lajur dua arah, lajur rencana adalah salah satu lajur dengan volume kendaraan berat terbanyak, sedangkan pada jalan raya berlajur banyak lajur rencana biasanya adalah lajur sebelah tepi dengan lalu lintas yang lebih lambat dan padat.

Tabel 2.5: Distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan (Sukirman, 1992).

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	AE 8,16 ton (=E) Muatan Kosong	AE 8,16 ton (=E) Muatan Maksimum	Keterangan : Roda tunggal pada ujung sumbu Roda ganda pada ujung sumbu
1.1 MP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0004	
1.2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2L Truck	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2H Truck	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 Truck	5	20	25	0,0044	2,7416	
1.2+2.2 Trailer	6,4	25	31,4	0,0085	4,9283	
1.2-2	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0,0327	10,183	

Lintas ekivalen dibedakan atas:

1. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan adalah jumlah lintas ekivalen rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur rencana, yang diduga terjadi pada awal rencana. Lintas ekivalen rencana digunakan pada saat jalan tersebut dibuka maka diperoleh Pers. 2.4 sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (2.4)$$

Dimana:

E = angka ekivalen masing-masing kendaraan, didapat dari persamaan diatas dengan menggunakan Tabel 2.2

C = koefisien distribusi kendaraan dari Tabel 2.3

j = jenis kendaraan yang melintasi jalan

Catatan : LHR yang digunakan adalah LHR akhir

2. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

LEA dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (2.5)$$

Dimana :

E = angka ekivalen masing-masing kendaraan, didapat dari persamaan diatas dengan menggunakan Tabel 2.2

C = koefisien distribusi kendaraan dari Tabel 2.3

j = jenis kendaraan yang melintasi jalan

UR = umur rencana

3. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

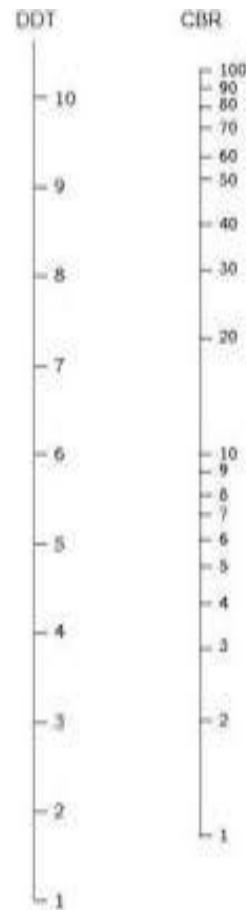
Dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad (2.6)$$

4. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$LER = LET \times UR/10 \quad (2.7)$$



Gambar 2.7: Korelasi DDT dan CBR (Sukirman,1992).

2.5.2 Umur Rencana (UR)

Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukannyaperbaikan yang bersifat struktural (penambahan lapis perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan jalan harus dilakukan seperti lapisan non struktural yang berfungsi sebagai lapis aus.

Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan

sukar mendapatkan ketelitian yang memadai (tambahan tebal lapisan perkerasan menyebabkan biaya awal yang cukup tinggi).

Pada proyek peningkatan jalan dapat juga umur rencana direncanakan 20 tahun tetapi hal ini merupakan suatu pemborosan karena umur rencana yang besar maka akan menghasilkan tebal perkerasan yang akan lebih besar lagi, dan untuk perencanaan tebal perkerasan harus dilakukan perencanaan ulang dengan menggunakan umur rencana 20 tahun.

2.5.3 Faktor Regional (FR)

Faktor regional berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan jalan yang lainnya. Maka dibuat faktor regional yang berfungsi untuk mengoreksi perbedaan yang ada sehubungan perbedaan kondisi dan daerah. Adapun perbedaan kondisi yang dimaksud disini adalah perbedaan lapangan dan iklim.

Faktor regional adalah kondisi tempat yang menyangkut keadaan lapangan dan iklim, yang dapat mempengaruhi keadaan pembebanan daya dukung tanah dasar dan lapisan perkerasan. Faktor regional dalam suatu perencanaan tebal perkerasan hanya dipengaruhi bentuk alinyemen (kelandaian), persentase kendaraan berat dan iklim atau curah hujan.

Kondisi lingkungan dimana lokasi jalan tersebut berada mempengaruhi lapisan perkerasan jalan, antara lain:

1. Berpengaruh terhadap bersifat konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapisan perkerasan;
2. Pelapukan bahan material;
3. Mempengaruhi tingkat penurunan kenyamanan dari perkerasan jalan.

Dalam menentukan tebal perkerasan, faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan), untuk nilai dari faktor regional tersebut pada Tabel 2.6

Tabel 2.6: Faktor regional (FR) (Sukirman, 1992).

	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (<6% - 10%)		Kelandaian III (10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤30%	>30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklim I <900mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim II ≥900mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Catatan: Pada bagian-bagian tertentu seperti simpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambah 0,5 pada daerah rawa-rawa FR ditambah 1,0

2.5.4 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai dari pada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan untuk lalu lintas yang lewat. Adapun nilai indeks permukaan (IP) atau *serviceability indeks* dan metoda ASSTHO dalam skala nilai 0 – 5, nilai 0 menyatakan kondisi jalan yang telah rusak dan nilai 5 menyatakan kondisi jalannya masih baik yaitu pada saat jalan baru dioperasikan. Berdasarkan hasil pengukuran dapat dinyatakan dengan nilai IRI (*International Roughness Index*) sebagai gambaran kondisi ketidakrataan. Pengukuran ketidakrataan hanya dapat dilakukan pada permukaan jalan yang beraspal. Untuk masalah praktis, Metoda Analisa Komponen menyusun tabel nilai indeks permukaan awal, yaitu kondisi jalan pada saat dioperasikan dan indeks permukaan akhir yaitu kondisi jalan pada akhir umur rencana atau pada kondisi dimana jalan memerlukan perbaikan besar atau lapisan ulang.

Tabel 2.7: Nilai indeks permukaan akhir (IPt) (Sukirman, 1992).

LER = Lintas Ekivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,0 -1,5	-
10 -100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
>1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

IP = 1,0 : permukaan jalan dalam keadaan rusak berat dan sangat mengganggu lalu lintas kendaraan

IP = 1,5 : kondisi jalan dengan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)

IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah tetapi jalan masih mantap

IP = 2,5 : umumnya permukaan jalan masih stabil

Tabel 2.8: Nilai indeks permukaan awal (IPo) (Sukirman,1992).

Jenis Lapisan Perkerasan	Ipo	Roughness* (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9 - 3,5	> 1000
Lasbutag	3,9 - 3,5	≤ 2000
	3,4 - 3,0	> 2000
HRA	3,9 - 3,5	≤ 2000
	3,4 - 3,0	> 2000
Burda	3,9 - 3,5	< 2000
Burtu	3,4 - 3,0	> 2000
Lapen	3,4 - 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
Buras	2,9 – 2,5	
Latasir	2,9 – 2,5	
Jalan Tanah	$\leq 2,4$	
Jalan Kerikil	$\leq 2,4$	

- Alat pengukur Roughometer yang dipakai adalah Roughometer NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 Station Wagon, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km/jam.

2.5.5 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Perhitungan tebal perkerasan secara lentur dapat ditentukan dengan suatu indeks tebal perkerasan (ITP), jenis perkerasan ini berkaitan dengan yang telah diuraikan pada bentuk susunan konstruksi pekerasaan, sehingga kita mendapatkan koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan dan kegunaannya. ITP dapat diperoleh dengan nomogram dengan menggunakan LER selama umur rencana dan DDT (daya dukung tanah).

2.5.6 Dynamic Cone Penetration (DCP)

Pengujian dengan menggunakan alat DCP untuk mencari nilai CBR tanah. Didapat dari:

- Pengujian CBR laboratorium, yaitu mengambil sampel tanah kemudian dilakukan pengujian di laboratorium
- Pengujian penetrasi (cone penetrometer) dengan alat DCP (dynamic cone penetrometer), berupa alat sederhana dengan indikator ukur dan beban tumbuk di atasnya, dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8: Alat DCP (Sukirman,1992).

a. Peralatan

1. Pemberat 10 Kg (palu geser), dijatuhkan dari ketinggian 46,0 cm. Sepanjang satu batang baja dengan diameter (d) = 1,6 cm untuk memukul suatu landasan.

2. Satu batang baja keras diameter (d) = 1,6 cm panjang 1,0 m dan dipasang kerucut baja keras dengan sudut 60°
3. Batang pengukur untuk mengukur penetrasi (ketelitian + 0,1 cm), meter dan kunci.

b. Persyaratan pengujian

Lokasi pemeriksaan dilakukan 1 percobaan per 50 meter mendatar atau kebutuhan yang disyaratkan, untuk daerah bukit 1 percobaan dan lembah 1 percobaan, biasanya ini dilakukan sebagai pekerjaan Quality Control pada pekerjaan pembuatan jalan.

Prosedur uji:

- Uji lapangan
 1. Pilih titik pada sumbu jalan, catat stasiun, nama jalan penghubung dan nomor, nama kabupaten
 2. Alat diletakan pada permukaan subgrade
 3. Periksa jenis bahan dan kondisi dari setiap lapisan tanah
 4. Pasang peralatan DCP dan pastikan alat siap dioperasikan
 5. Dirikan peralatan pada kedudukan vertikal terhadap tanah dasar, dan ini sekarang merupakan kedudukan untuk memulai percobaan.
- Lokasi pengetesan
 1. Stasiun 0+000
 2. Stasiun 0+050
 3. Stasiun 0+100
 4. Stasiun 0+150
 5. Stasiun 0+200
- Percobaan
 - a. Kerucut dimasukan kedalam tanah dasar sampai diameter paling besar
 - b. Penetrasi diukur untuk setiap pukulan sampai maximum 40 pukulan
 - c. Satu orang mengoperasi petrometer mengangkat palu dan perlahan-lahan sampai mencapai bagian atas pemukul pegangan (*handel*) lalu membiarkan palu jatuh dengan bebas sedemikian sehingga memukul landasan dan pastikan bahwa penetrometer dalam posisi vertikal.

2.5.7 Penentuan Harga CBR

Untuk nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen. Besarnya nilai R seperti yang diperlihatkan pada Tabel:2.9

Tabel 2.9: Nilai R untuk perhitungan CBR segmen (Sulaksono, 1985).

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

$$\text{CBR segmen} = \text{CBR rata-rata} - \frac{\text{CBR max} - \text{CBR min}}{R} \quad (2.5)$$

2.5.8 Menetapkan Tebal Perkerasan

Variabel-variabel untuk menetapkan lapisan tebal perkerasan dilihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel 2.10: Koefisien kekuatan relatif (Depaertemem Pekerjaan Umum,1987).

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt(kg /cm)	CBR %	
0,40	-	-	744	-	-	LASTON
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	LASBUTAG
0,32	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA MACADAM LAPEN (MEKANIS) LAPEN (MANUAL)
0,26	-	-	340	-	-	
0,25	-	-	-	-	-	
0,20	-	-	-	-	-	
-	0,28	-	590	-	-	LASTON ATAS
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	LAPEN (MEKANIS) LAPEN (MANUAL)
-	0,19	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	-	-	Stab tanah dengan semen
-	0,13	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (Kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (Kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (Kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (Kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (Kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (Kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah Lempung Kepasiran

Tabel 2.11: Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan untuk lapis permukaan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987).

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung : (Buras/Burtu/Burdu)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lsbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lsbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥10,00	10	Laston

Tabel 2.12: Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan untuk lapis pondasi (Departemen Pekerjaan Umum, 1987).

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
7,50 – 9,99	10	Laston Atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam
≥12,25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Laston Atas

2.5.9 Analisa Komponen Perkerasan Metode Bina Marga

Perhitungan tebal perkerasan lentur dapat ditentukan dengan suatu indeks tebal perkerasan (ITP). Jenis perkerasan ini berkaitan dengan yang telah diuraikan pada bentuk susunan konstruksi perkerasan, sehingga kita mendapatkan koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan kegunaannya.

Indeks tebal perkerasan ini ditentukan berdasarkan suatu rumus :

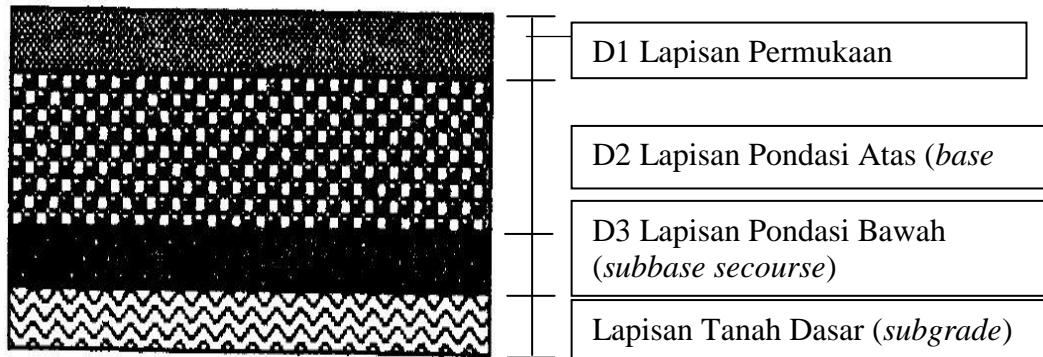
$$ITP = a_1 \times D_1 \times a_2 \times D_2 \times a_3 \times D_3 \quad (2.6)$$

Dimana :

a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relatif bahan-bahan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = tebal masing-masing lapisan perkerasan (cm)

1,2,3 = masing-masing untuk permukaan lapisan, lapisan pondasi atas dan lapisan pondasi bawah.



Gambar 2.9: Lapisan perkerasan (Sukirman, 1992).

Nilai ITP merupakan parameter tunggal dari struktur perkerasan yang menyatakan tebal jenis lapisan perkerasan. Tiga nilai ITP dapat diperoleh yang masing-masing berdasarkan nilai DDT dari lapis pondasi, lapis pondasi bawah dan tanah dasar. Nilai ITP terhadap lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah dapat dihitung hanya jika stabilitas lapisan tersebut dapat dinyatakan dengan nilai CBR. Tebal masing-masing perkerasan dapat diperoleh dari 3 (tiga) persamaan yang dapat dikembangkan dari pers (1) Pada Gambar 2.10.

Lapis Permukaan a1 D1	ITP1	ITP2	ITP3	
Lapis Permukaan a1 D1	ITP2	DDT3		
Lapis Permukaan a1 D1			DDT4	

Gambar 2.10. Tiga Nilai ITP yang dapat dikembangkan
(Departemen Teknik Sipil, 1987).

Dengan menerapkan persyaratan tebal minimum maka akan didapat 3 (tiga) alternatif kondisi tebal perkerasan, dapat dikembangkan lagi menjadi :

$$\begin{aligned} \text{ITP2} &= a_1 D_1 \\ \text{ITP3} &= a_1 D_1 + a_2 D_2 \\ \text{ITP4} &= a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{ITP} &= \text{Indeks Tebal Perkerasan} \\ a_1, a_2, a_3 &= \text{Koefisien Kekuatan Relatif} \\ D_1, D_2, D_3 &= \text{Tebal Masing-Masing Lapisan} \end{aligned}$$

Nilai ITP adalah nilai ITP yang didapatkan langsung dari persamaan (1), sedangkan ITP2, ITP3, dan ITP4 adalah pengembangannya.

2.6. Analisa Komponen Perkerasan Metode AASHTO

Prinsip dasar yang dikembangkan AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official) road test adalah dengan menggunakan grafik-grafik berdasarkan analisa lalu-lintas selama umur rencana 20 tahun, sedangkan untuk perencanaan kurang dari 20 tahun grafik-grafik tersebut memerlukan suatu koreksi sebesar $UR/20$.

2.6.1. Lintas Ekuivalen Permulaan

Adalah jumlah lintasan kendaraan rata-rata pada tahun permulaan pada jalur rencana dengan satuan as tunggal 8,16 ton (18.000 lbs = 18 kips) atau 18 KSAL (15 Kips Single Axle Load).

$$\text{Rumus : } LEP = \sum_{j=1}^n A_j \times E_j \times C_j \times (1 + i)^n \quad (2.6)$$

Dimana :

- A_j =Jumlah kendaraan untuk 1 jenis kendaraan
- E_j = Angka ekuivalen beban sumbu untuk 1 jenis kendaraan
- C_j =Koefisien distribusi kendaraan pada lajurrencana
- I =Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan
- N =jumlah tahun dari saat diadakan pengamatan sampai jalan tersebut dibuka.

Catatan: Pada perencanaan tebal perkerasan, mobil penumpang atau kendaraan ringan (berat kosong <1500 kg) tidak Diperhitungkan

2.6.2 Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana (AE 18 KSAL)

AE 18 KSAL (*Accumulative Ekuivalen 18 Kips Single Axle Load*) adalah jumlah kendaraan yang lewat pada jalan tersebut selama masa pelayanan.

Rumus $= AE\ 18\ KSAL = 365 \times LEP \times N$

Dimana =

$AE\ 18\ KSAL$ = Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana

365 = Jumlah hari dalam setahun

LEP = Lintas Ekuivalen Awal Umur Rencana untuk setiap kendaraan kecuali kendaraan ringan.

N = Faktor Umur Rencana yang disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas diperhitungkan

Tabel 2.13: Nilai N untuk Perhitungan AE 18 KSAL (AASHTO, 1974).

Umur rencana	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas					
	2 %	4 %	5 %	6 %	8 %	10 %
1	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05
2	2,04	2,08	2,10	2,12	2,16	2,21
3	3,09	3,18	3,23	3,30	3,38	3,48
4	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
5	5,25	5,53	5,66	5,80	6,10	6,41
6	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,10
7	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8	8,70	9,51	9,62	10,20	11,05	12,00
9	9,85	10,79	11,3	11,84	12,99	14,26
10	11,05	12,25	12,9	13,60	15,05	16,73
15	17,45	20,25	22,15	29,90	28,30	33,36
20	24,55	30,40	33,95	37,95	37,95	60,20

2.6.3 Penetapan Faktor Ekuivalen Untuk Perkerasan Lentur

Perencanaan perkerasan lentur berdasarkan pada berbagai jenis kendaraan, baik kendaraan bersumbu tunggal maupun yang bersumbu ganda, dimana sumbu tunggal mempunyai berat 2 sampai 40 kips dan sumbu ganda mempunyai 10 sampai 48 kips maka harus diekivalenkan dengan sumbu beban standar sumbu tunggal yaitu 18 kips. Faktor ekuivalen untuk struktur number dari 1 sampai 6 serta $IPt = 2,5$ dapat dilihat pada tabel 2.14 dan 2.15.

Tabel 2.14: Faktor Ekuivalen Jalan Untuk Beban Tunggal IPt = 2,5 (AASHTO, 1974).

Axle Load		Structural Number (SN)					
Kips	KN	1	2	3	4	5	6
2	8.9	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	17.8	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002
6	26.7	0.01	0.002	0.002	0.01	0.01	0.01
8	35.6	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
10	44.5	0.08	0.10	0.12	0.10	0.09	0.08
12	53.4	0.17	0.20	0.23	0.21	0.19	0.18
14	62.3	0.33	0.36	0.40	0.39	0.36	0.34
16	71.2	0.59	0.61	0.65	0.65	0.62	0.61
18	80.1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.1	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	97.9	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.3
24	106.8	3.69	3.49	3.09	3.89	3.03	3.27
26	115.7	5.33	4.99	4.31	3.91	3.09	5.98
28	124.6	7.49	6.98	5.9	5.21	5.39	5.98
30	133.4	10.31	9.55	7.94	6.83	6.97	7.79
32	142.3	13.90	12.82	10.52	8.85	8.88	9.95
34	151.2	18.41	16.94	13.74	11.34	11.18	12.51
36	160	24.02	22.04	17.73	14.38	13.93	15.50
38	169	30.90	28.30	22.61	18.06	17.20	18.98
40	177.9	35.89	35.89	28.51	22.50	21.08	23.04

Tabel 2.15: Faktor Ekuivalen Jalan Untuk Beban Ganda IPt = 2,5 (AASHTO, 1974).

Axle Load		Structural Number (SN)					
Kips	KN	1	2	3	4	5	6
10	44.5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	53.4	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
14	62.3	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02
16	71.2	0.04	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04
18	80.1	0.07	0.10	0.11	0.09	0.08	0.07
20	89.1	0.11	0.14	0.16	0.14	0.12	0.11
22	97.9	0.16	0.20	0.23	0.21	0.18	0.17
24	106.8	0.23	0.27	0.31	0.29	0.26	0.24
26	115.7	0.33	0.37	0.42	0.40	0.36	0.34
28	124.6	0.45	0.49	0.55	0.53	0.50	0.47
30	133.4	0.61	0.65	0.70	0.70	0.66	0.63
32	142.3	0.81	0.84	0.89	0.89	0.86	0.83
34	151.2	1.06	1.08	1.11	1.11	1.09	1.08
36	160.1	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	169.0	1.76	1.73	1.69	1.68	1.70	1.73
40	177.9	2.21	2.16	2.06	2.03	2.08	2.14
42	186.8	2.76	2.67	2.49	2.43	2.51	2.61
44	195.7	3.41	3.27	2.99	2.88	3.00	3.16
46	204.6	4.18	3.98	3.58	3.40	3.55	3.79
48	213.5	5.08	4.80	4.25	3.98	4.17	4.49

2.6.4 Soil Support (S)

Persamaan dasar yang dikembangkan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) hanya berlaku satu nilai daya dukung tanah yang mewakili keadaan tanah dasar sebagai badan jalan yang terletak disekitar lokasi pengetesan. Untuk tujuan perencanaan tebal perkerasan

perlu mengasumsikan nilai daya dukung tanah yang diambil dari macam variasi density dan kelembaban yang dapat diharapkan pada konstruksi normal. Variasi ini akan berpengaruh dengan kualitas kontrol penggunaan, agar prosedur perencanaan mengenai berbagai macam tanah badan jalan, perlu pengumpulan tingkat daya dukung tanah untuk dapat mewakili variasi tanah dilokasi yang berbeda.

AASHTO road test, daya dukung tanah dinyatakan dalam *Soil Support Value* (S), karenanya diperlukan grafik yang menyatakan hubungan antara *Soil Support Value* dengan besaran lain yang menyatakan daya dukung tanah, misalnya CBR, *Resistance Value* (R), Group Index, dan lain-lain.

2.6.5 Reliability (R)

Konsep reliability untuk perencanaan perkerasan didasarkan pada beberapa ketidakpastian dalam proses perencanaan untuk meyakinkan alternatif-alternatif berbagai perencanaan. Tingkatan reliability ini digunakan tergantung pada volume lalu-lintas, klasifikasi jalan yang akan direncanakan maupun ekspektasi dari pengguna jalan.

Reliability didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa tingkat pelayanan dapat tercapai pada tingkatan tertentu dari sisi pandangan para pengguna jalan sepanjang umur yang direncanakan. Hal ini memberikan implikasi bahwa repetisi beban yang direncanakan dapat tercapai hingga mencapai tingkatan pelayanan tertentu.

Pengaplikasian dari konsep reliability ini diberikan juga dalam parameter standar deviasi yang mempresentasikan kondisi-kondisi lokal dari ruas jalan yang direncanakan serta type perkerasan antara lain perkerasan lentur ataupun perkerasan kaku. Secara garis besar pengaplikasian konsep reliability adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan klasifikasi ruas jalan yang direncanakan. Klasifikasi ini mencakup apakah jalan tersebut adalah jalan dalam kota (Urban) atau jalan antar kota (Rural).
- b. Menentukan tingkat reliability yang dibutuhkan dengan menggunakan tabel yang ada pada metode AASHTO. Semakin

tinggi tingkat reliability yang dipilih maka akan semakin tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan.

- c. Memilih standar deviasi (S_o). Nilai ini mewakili dari kondisi-kondisi lokal yang ada. Berdasarkan data dari jalan percobaan AASHTO ditentukan nilai S_o sebesar 0,25 untuk rigid pavement dan 0,35 untuk flexible pavement. Hal ini berhubungan dengan total standar deviasi sebesar 0,35 dan 0,45 untuk lalu lintas untuk jenis perkerasan rigid dan flexible.

Tabel 2.16: nilai reliability untuk tiap klasifikasi jalan (AASHTO, 1993).

Klasifikasi Ruas Jalan	Nilai Reliability	
	Jalan dalam Kota (Urban)	Jalan antar Kota (Rural)
Jalan Lintas	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

2.6.6 Serviceability Index

Serviceability merupakan tingkat pelayanan yang diberikan oleh sistem perkerasan yang kemudian dirasakan oleh pengguna jalan. Untuk *serviceability* ini parameter utama yang dipertimbangkan adalah nilai *Present Serviceability Index (PSI)*. Nilai *serviceability* ini merupakan nilai yang menjadi penentu tingkat pelayanan fungsional dari suatu sistem perkerasan jalan. Secara numerik *serviceability* ini merupakan fungsi dari beberapa parameter antara lain ketidakrataan, jumlah lobang, luas tambalan, dll.

Nilai *Serviceability* ini diberikan dalam beberapa tingkatan antara lain :

- a. Untuk perkerasan yang baru dibuka (Open traffic) nilai *Serviceability* ini diberikan sebesar 4,0 - 4,2. Nilai ini dalam terminologi perkerasan diberikan sebagai nilai *Initial Serviceability (Po)*.

- b. Untuk perkerasan yang harus dilakukan perbaikan pelayanannya, nilai serviceability ini diberikan sebesar 2,0. Nilai ini dalam terminologi perkerasan diberikan sebagai nilai terminal serviceability (Pt).
- c. Untuk perkerasan yang sudah rusak dan tidak bisa dilewati, maka nilai serviceability ini akan diberikan sebesar 1,5. Nilai ini dalam terminologi perkerasan diberikan sebagai nilai failure serviceability (Pf).

2.6.7 Definisi kualitas drainase

Berikut adalah tabel untuk menentukan definisi kualitas drainase menurut AASHTO, 1993

Tabel 2.17: Definisi kualitas Drainase (AASHTO, 1993).

Kualitas Drainase	Pergerakan air
Sempurna	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Kurang baik	1 bulan
Tidak baik	Air tidak bergerak

Tabel 2.18: Rekomendasi nilai *mI* (AASHTO, 1993).

Kualitas drainase	$\leq 1\%$	1-5 %	5-25 %	$\geq 25\%$
Sempurna	1.40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1.20
Baik	1,35-1,25	1,25-1,15	1.15-1,00	1.00
Sedang	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Kurang baik	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Tidak baik	1,05-0,95	0,96-0,75	0,75-0,40	0,40

2.6.8 Structure Number (SN)

Merupakan harga yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan, yang biasanya tergantung kepada analisa lalu-lintas yang diekivalenkan terhadap beban gandar tunggal 18 kips dan kondisi jalan.

$$SN = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

Dimana :

a_1, a_2, a_3 =menentukan koefesien kekuatan relatif bahan untuk masing-masing lapisan.

D_1, D_2, D_3 =merupakan tebal untuk masing-masing lapisan.

2.6.9 koefesien lapisan perkerasan (a)

Material untuk lapisan perkerasan mempunyai kekuatan yang berbeda sesuai dengan fungsi dari masing-masing lapisan.karena pada lingkungan yang bermacam-macam lalu lintas dan pelaksanaan konstruksi disarankan didalam perencanaan menggunakan koefesien lapisan berdasarkan percobaan sendiri.

Tabel 2.19: koefesien lapisan perkerasan (AASHTO, 1993).

Material	Koefesien lapisan perkerasan (a)
<i>Surface course</i> <i>Asphalt concrete</i>	0,44
<i>Base course</i> <i>Crushed stone</i> <i>Stabilized base material</i>	0,14 0,30-0,40
<i>Sub base course</i> <i>Crushed stone</i>	0,11

2.6.10 Ketebalan Lapisan Minimum

Untuk menghindari perencanaan yang terlalu ekonomis dan tidak bermanfaat maka ketebalan didalam perencanaan lapisan perkerasan perlu diperhatikan. Setiap lapisan perkerasan mempunyai batas ketebalan minimum yaitu:

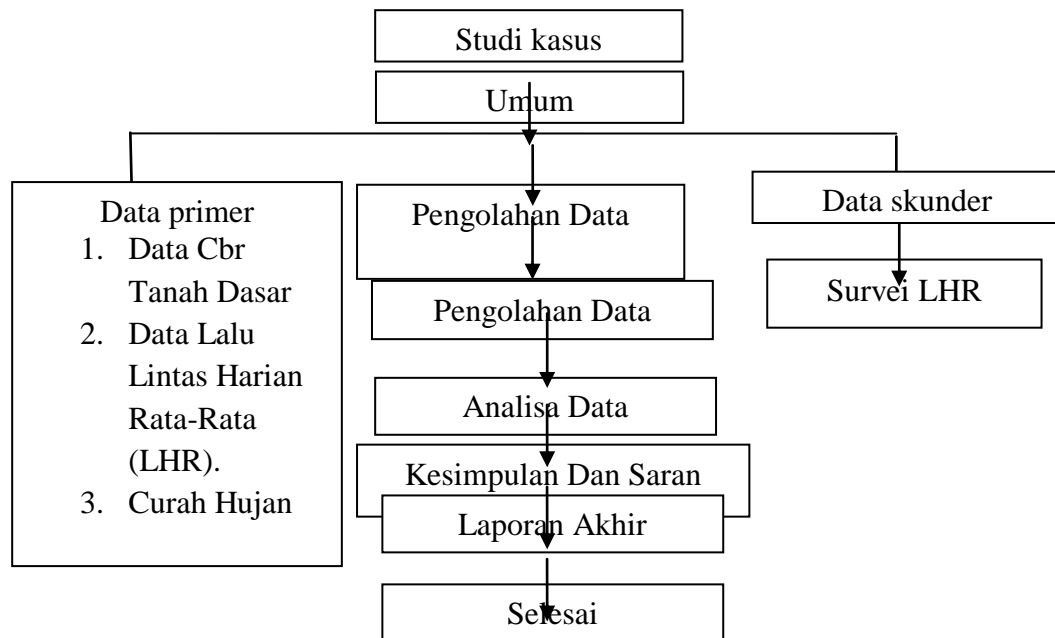
- a. Lapisan permukaan = 5 cm
- b. Lapisan pondasi base = 10 cm
- c. Lapisan pondasi subbase = 10 cm

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

Sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini serta pertimbangan batasan dan ruang lingkup penelitian, maka rencana pelaksanaan penelitian akan mengikuti bagan alir seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan sistem pekerjaan.

3.2 Gambaran Umum Wilayah Studi

Sebagaimana diketahui bersama bahwa jalan raya merupakan sarana perhubungan yang sangat vital bagi penunjang perekonomian suatu daerah, terutama kelancaran kegiatan arus mobilisasi barang dan jasa untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, berdasarkan hal identifikasi atau perkembangan yang terjadi di lapangan, ternyata ruas-ruas jalan Provinsi Aceh sudah mendesak untuk diadakan penanganan yang memadai, agar senantiasa dapat berfungsi untuk

mendukung kelancaran arus lalu lintas barang dan penumpang dalam rangka mempercepat pemulihan perekonomian.

khususnya mengatasi pembangunan jalan dikawasan yang terisolir, pemerintah melalui dinas Bina Marga Provinsi Aceh adalah lembaga pemerintah yang bertanggung jawab dalam pembangunan jalan secara umum.

Pada tahun anggaran 2016 ini salah satu ruas jalan yang akan dibangun adalah paket Perservasi dan Pelebaran Jalan Penanggalan-Lipat kajang Aceh Singkil, berfungsi untuk melayani serta meningkatkan mobilisasi manusia, barang dan jasa untuk menunjang program pembangunan sektor lainnya secara langsung atau tidak langsung juga akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan meningkatkan perekonomian.

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat digolongkan menjadi yaitu data primer dan data skunder.

3.3.1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung oleh penulis dengan cara mengadakan survey di lokasi.

3.3.2. Data Skunder

Data skunder adalah data yang didapat dari sumber lain, sumber ini biasanya dari perpustakaan, instansi swasta, instansi pemerintah, yang diantara lain juga dapat berupa laporan.

3.4. Metode Analisa Data

3.4.1. Metode Bina Marga

Metode Bina Marga, yang merupakan modifikasi dari Metode AASHTO 1972 revisi 1981. Modifikasi ini dilakukan untuk penyesuaian kondisi alam,

lingkungan, sifat tanah dasar, dan jenis lapis perkerasan yang umum digunakan di Indonesia.

Langkah-langkah perencanaan tebal lapis perkerasan metode Bina Marga yaitu:

1. Menentukan nilai daya dukung tanah dasar, dengan mempergunakan nilai CBR.
2. Dengan memperhatikan nilai CBR, keadaan lingkungan, jenis dan kondisi tanah dasar di sepanjang jalan, ditentukan nilai CBR segmen.
3. Menentukan nilai daya dukung tanah dasar (DDT) dari setiap nilai CBR segmen yang diperoleh dengan mempergunakan nilai korelasi antara nilai CBR dan DDT.
4. Menentukan umur rencana dari jalan yang hendak direncanakan umumnya jalan baru mempergunakan umur rencana 20 tahun, dapat dengan konstruksi bertahap (*stage construction*) atau tidak. Menentukan factor pertumbuhan lalu lintas masa pelaksanaan dan selama umur rencana ($i\%$).
5. Menentukan factor regional (FR) yang berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan jalan lain.
6. Menentukan lintas ekuivalen rencana (LER)
7. Menentukan indeks permukaan awal (Ipo) dengan mempergunakan table yang ditentukan sesuai dengan jenis lapis permukaan yang akan dipergunakan.
8. Menentukan indeks permukaan akhir (IPT) dari perkerasan rencana.
9. Menentukan indeks tebal perkerasan (ITP) dengan mempergunakan nomogram.
10. Menentukan jenis lapisan perkerasan yang akan dipergunakan, pemilihan jenis lapisan perkerasan ditentukan dari :
 - Material yang tersedia
 - Dana awal yang tersedia
 - Tenaga kerja dan peralatan yang tersedia dan
 - Fungsi jalan

11. Menentukan koefisien relatif (a) dari setiap jenis lapisan perkerasan yang dipilih.
12. Dengan mempergunakan rumus ITP dapat diperoleh tebal dari masing-masing lapisan.

3.4.2. Metode AASHTO

Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan jalan dengan menggunakan Metode AASHTO'86 adalah :

1. Batasan waktu
Batasan waktu meliputi pemilihan lamanya umur rencana dan umur kinerja jalan (*performance periode*).
2. Beban lalu lintas
Beban lalu lintas dan tingkat pertumbuhan lalu lintas, sehingga dapat ditentukan lintas ekivalen kumulatif selama umur rencana dan selama kinerja jalan.
3. Reliabilitas dan simpangan baku keseluruhan
Reliabilitas adalah nilai probabilitas dari kemungkinan dari kemungkinan tingkat kelayakan dapat dipertahankan selama masa pelayanan dipandang dari sipemakai jalan. Reliabilitas dinyatakan dalam tingkat reliabilitas.
4. Kondisi lingkungan
Kondisi lingkungan sangat berpengaruh masa pelayanan jalan tersebut. Faktor perubahan kadar air pada tanah berbutir halus memungkinkan tanah tersebut akan mengalami pengembangan (*swelling*) yang mengakibatkan kondisi daya dukung tanah dasar menurun.
5. Kriteria kinerja jalan
Kinerja jalan yang diharapkan dinyatakan dalam nilai indeks permulaan (IP) pada awal umur rencana (IPO) dan pada akhir umur rencana (IPT).
6. Nilai modulus resilien tanah dasar, (M_r) yang dapat diperoleh dari pemeriksaan AASTHO T274 atau korelasi dengan nilai CBR.
7. Faktor drainase
System drainase dari jalan sangat mempengaruhi kinerja jalan tersebut. Tingkat kecepatan pengeringan air yang jatuh/terdapat pada konstruksi

jalan raya bersama-sama dengan beban lalu lintas dan kondisi permukaan jalan sangat mempengaruhi umur pelayanan jalan.

8. Menentukan ITP tahap pertama dengan mempergunakan nomogram.
9. ITP yang diperoleh pada langkah adalah ITP dengan asumsi tidak terdapat penurunan IP akibat sweeling, dengan demikian berarti ITP untuk umur kinerja maksimum.
10. Pilih jenis lapisan perkerasan yang akan dipergunakan.
11. Tentukan tebal masing-masing lapisan dengan mempergunakan rumus tebal perkerasan jalan raya.

3.5 Kondisi Jalan Lama

Data umum yang diperoleh pada jalan sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Nama jalan : Jalan Penanggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil
2. Lokasi jalan : Kecamatan Suro, Kabupaten Aceh Singkil
3. Kondisi : Perkerasan jalan yang ada adalah Hotmix

Perkerasan jalan yang ada umumnya terdiri dari permukaan jalan yang penetrasi yang tidak layak lagi digunakan dengan lebar rata-rata 4,50 meter dan secara umum tidak memiliki saluran tanah maupun saluran dengan pasangan batu. Kegiatan pembangunan jalan ini terletak di kecamatan Suro Kecamatan Aceh Singkil ditangani secara maksimal sehingga meningkatkan kondisi perkerasan, lebar jalan beberapa segmen elemen horizontal serta vertical yang ada kurang memadai maka kegiatan pekerjaan pembangunan ini akan dilaksanakan.

3.5.1 Data Proyek

Data umum dari proyek jalan Penanggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil adalah sebagai berikut:

1. Nama Proyek :Peningkatan Jalan Penanggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil.
2. Lokasi Proyek :Kecamatan Suro, Kabupaten Aceh Singkil
3. Panjang Efektif :4,085 km
4. Lebar :8 meter

5. Jenis Konstruksi :Timbunan Pilihan
 Lapisan pondasi agregat A
 Lapisan pondasi agregat B
 Laston lapis pengikat aspal Hotmix

3.5.2 Data Teknis

Data ini diperoleh dari lapangan menurut hasil perhitungan konsultan dengan data sebagai berikut:

1. Panjang efektif : 5250 meter
2. Panjang fungsional : 4085 meter
3. Bahu jalan : 0,5 x 2 meter
4. Jenis konstruksi : Laston
5. Umur rencana : 10 tahun
6. Pertumbuhan lalu lintas selama perencanaan : 6 %

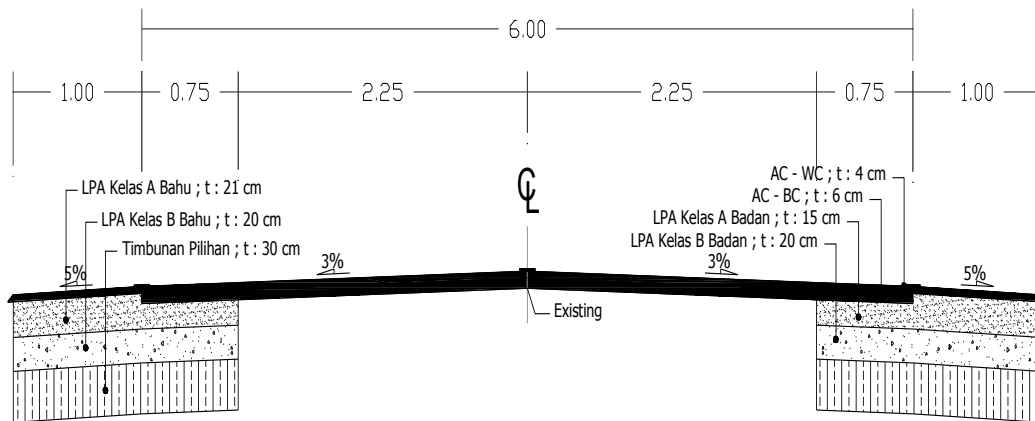
Tabel 3.1: Lalu lintas harian rata-rata tahun 2016 (Kontraktor Pelaksana PT. Bina Pratama Persada).

No	Jenis Kendaraan	Jumlah
1	Kendaraan Ringan	1265
2	Bus	112
3	Truk 2 as	25
4	Truk 3 as	13

Data diatas merupakan data perkiraan, yang diperoleh dari survey yang dilakukan di kecamatan Suro, Kabupaten Aceh Singkil, serta konsultan melakukan perencanaan tebal masing-masing lapisan pondasi proyek sebagai berikut:

Tabel 3.2: Menetapkan tebal perkerasan (Kontraktor Pelaksana PT. Bina Pratama Persada).

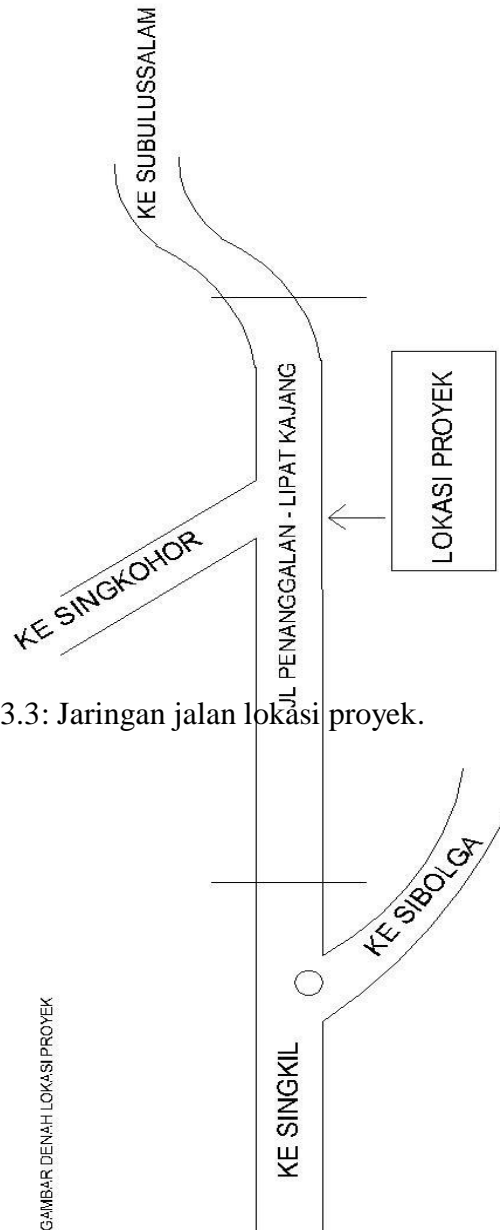
Jenis Perkerasan	Tebal Perkerasan (cm)
LASTON	10
Batu Pecah (Kelas A)	15
Batu Pecah (Kelas B)	20
Sirtu (Kelas C)	30



Gambar 3.2: Typical rencana penampang jalan.

3.6 Gambar Lokasi Proyek

Lokasi yang dipilih yaitu pada Ruas Jalan Penanggalan-Lipat Kajang Aceh Singkil Kabupaten Aceh Singkil dengan panjang 4,085 m. lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3: Jaringan jalan lokasi proyek.

BAB 4 ANALISA DATA

4.1 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Dengan Metode Bina Marga

Untuk merencanakan lapisan tebal perkerasan dengan metode analisa komponen pada perencanaan konstruksi jalan raya, perlu adanya data-data yaitu:

- Komposisi kendaraan awal mula rencana pada tahun 2016
 - a. Sepeda motor (1) = 850 kendaraan
 - b. Mobil penumpang (1+1) = 415 kendaraan
 - c. Bus 8 ton (3+5) = 112 kendaraan
 - d. Truk 2 as 13 ton (5+8) = 25 kendaraan
 - e. Truk 3 as 20 ton (6+7+7) = 13 kendaraan

Jalan akan dibuka pada tahun 2017
- Klasifikasi jalan
 1. Klasifikasi jalan = Kelas I
 2. Jalan = Arteri
 3. Lebar jalan = 6 meter
 4. Arah = 1 jalur dan 2 arah
 5. Panjang efektif = 5250 meter
 6. Perkembangan lalu lintas untuk 5 tahun adalah 6% dan untuk 10 tahun adalah 10%
- Umur rencana = 20 tahun
- Curah hujan rata-rata pertahun = 1800 mm/tahun
- Kelandaian jalan 3%
- Jenis lapisan perkerasan yang digunakan
 1. Lapisan permukaan = AC-WC
 2. Lapisan pondasi atas = Batu pecah kelas A
 3. Lapisan pondasi bawah = Sirtu kelas B

- Data CBR yang diperoleh menurut STA
 1. Sta. 0+900 = 15,22 %
 2. Sta. 0+775 = 12,68 %
 3. Sta. -0+550 = 11,97 %

4.2 Menghitung LHR (Lintas Harian Rata-Rata)

4.2.1 Komposisi kendaraan awal umur rencana (2016)

- Sepeda motor (1) = 850 kendaraan
- Mobil penumpang (1+1) = 415 kendaraan
- Bus 8 ton (3+5) = 112 kendaraan
- Truk 2 as 13 ton (5+8) = 25 kendaraan
- Truk 3 as 20 ton (6+7+7) = 13 kendaraan +

Jumlah = 1416 kendaraan

4.2.2 Perhitungan LHR pada tahun 2017

- Sepeda motor $850 \times (1+0,06)^1 = 901$ kend/hari
- Mobil penumpang $415 \times (1+0,06)^1 = 440$ kend/hari
- Bus 8 ton $112 \times (1+0,06)^1 = 118$ kend/hari
- Truk 2 as 13 ton $25 \times (1+0,06)^1 = 26$ kend/hari
- Truk 3 as 20 ton $13 \times (1+0,06)^1 = \underline{14}$ kend/hari +

Jumlah LHR = 1499 kend/hari

4.2.3 Perhitungan LHR pada tahun ke-5 (2022)

- Sepeda motor $901 \times (1+0,06)^5 = 1205$ kend/hari
- Mobil penumpang $440 \times (1+0,06)^5 = 558$ kend/hari
- Bus 8 ton $118 \times (1+0,06)^5 = 158$ kend/hari
- Truk 2 as 13 ton $26 \times (1+0,06)^5 = 35$ kend/hari
- Truk 3 as 20 ton $14 \times (1+0,06)^5 = \underline{19}$ kend/hari +

Jumlah LHR = 1975 kend/hari

4.2.4 Perhitungan LHR pada tahun ke-10 (2027)

- a. Sepeda motor $901 \times (1+0,10)^{10} = 2337$ kend/hari
 - b. Mobil penumpang $440 \times (1+0,10)^{10} = 1141$ kend/hari
 - c. Bus 8 ton $118 \times (1+0,10)^{10} = 306$ kend/hari
 - d. Truk 2 as 13 ton $26 \times (1+0,10)^{10} = 67$ kend/hari
 - e. Truk 3 as 20 ton $14 \times (1+0,10)^{10} = \underline{36}$ kend/hari +
- Jumlah LHR = 3887 kend/hari

4.2.5. Perhitungan LHR pada tahun ke-15 (2032)

- a. Sepeda motor $901 \times (1+0,10)^{15} = 3763$ kend/hari
 - b. Mobil penumpang $440 \times (1+0,10)^{15} = 1837$ kend/hari
 - c. Bus 8 ton $118 \times (1+0,10)^{15} = 492$ kend/hari
 - d. Truk 2 as 13 ton $26 \times (1+0,10)^{15} = 108$ kend/hari
 - e. Truk 3 as 20 ton $14 \times (1+0,10)^{15} = \underline{58}$ kend/hari +
- Jumlah LHR = 6258 kend/hari

4.2.6. Perhitungan LHR pada tahun ke-20 (2037)

- a. Sepeda motor $901 \times (1+0,10)^{20} = 6061$ kend/hari
 - b. Mobil penumpang $440 \times (1+0,10)^{20} = 2960$ kend/hari
 - c. Bus 8 ton $118 \times (1+0,10)^{20} = 793$ kend/hari
 - d. Truk 2 as 13 ton $26 \times (1+0,10)^{20} = 174$ kend/hari
 - e. Truk 3 as 20 ton $14 \times (1+0,10)^{20} = \underline{94}$ kend/hari +
- Jumlah LHR = 10082 kend/hari

4.3 Menentukan angka ekivalen

Berdasarkan tabel didapat angka ekivalen:

- a. Sepeda motor (1) = 0,0002 = 0,0002
- b. Mobil penumpang (1+1) = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004
- c. Bus 8 ton (3+5) = 0,0183 + 0,1410 = 0,1593
- d. Truk 2 as 13 ton (5+8) = 0,1410 + 0,9238 = 1,0648
- e. Truk 3 as 20 ton (6+7+7) = 0,2923 + 0,5415 + 0,5415 = 1,3753

4.4 Menentukan LEP

- a. Sepeda motor (1) = $901 \times 0,6 \times 0,0002 = 0,10812$
- b. Mobil penumpang (1+1) = $440 \times 0,6 \times 0,0004 = 0,1056$
- c. Bus 8 ton (3+5) = $118 \times 0,6 \times 0,1593 = 11,27844$
- d. Truk 2 as 13 ton (5+8) = $26 \times 0,6 \times 1,0648 = 16,61088$
- e. Truk 3 as 20 ton (6+7+7) = $14 \times 0,6 \times 1,3753 = \underline{11,55252} +$
LEP 2016 = 39,65556

4.5 Menentukan LEA (Lintas Ekvivalen Awal)

Perhitungan LEA untuk 5 tahun mendatang (2022)

- a. Sepeda motor (1) = $1205 \times 0,6 \times 0,0002 = 0,1446$
- b. Mobil penumpang (1+1) = $558 \times 0,6 \times 0,0004 = 0,13392$
- c. Bus 8 ton (3+5) = $158 \times 0,6 \times 0,1593 = 15,10164$
- d. Truk 2 as 13 ton (5+8) = $35 \times 0,6 \times 1,0648 = 22,3608$
- e. Truk 3 as 20 ton (6+7+7) = $19 \times 0,6 \times 1,3753 = \underline{15,67842} +$
LEA 2021 = 53,41938

Perhitungan LEA untuk 10 tahun mendatang berikutnya (2027)

- a. Sepeda motor (1) = $2337 \times 0,6 \times 0,0002 = 0,28044$
- b. Mobil penumpang (1+1) = $1141 \times 0,6 \times 0,0004 = 0,27384$
- c. Bus 8 ton (3+5) = $306 \times 0,6 \times 0,1593 = 29,24748$
- d. Truk 2 as 13 ton (5+8) = $67 \times 0,6 \times 1,0648 = 42,80496$
- e. Truk 3 as 20 ton (6+7+7) = $36 \times 0,6 \times 1,3753 = \underline{29,7064} +$
LEA 2026 = 102,31312

Perhitungan LEA untuk 15 tahun mendatang berikutnya (2032)

- a. Sepeda motor (1) = $3763 \times 0,6 \times 0,0002 = 0,45156$
- b. Mobil penumpang (1+1) = $1837 \times 0,6 \times 0,0004 = 0,44088$
- c. Bus 8 ton (3+5) = $492 \times 0,6 \times 0,1593 = 47,02536$
- d. Truk 2 as 13 ton (5+8) = $108 \times 0,6 \times 1,0648 = 68,99904$
- e. Truk 3 as 20 ton (6+7+7) = $58 \times 0,6 \times 1,3753 = \underline{47,86044} +$
LEA 2026 = 164,77728

Perhitungan LEA untuk 20 tahun mendatang berikutnya (2037)

- a. Sepeda motor (1) = 6061 × 0,6 × 0,0002 = 0,72732
- b. Mobil penumpang (1+1) = 2960 × 0,6 × 0,0004 = 0,7104
- c. Bus 8 ton (3+5) = 793 × 0,6 × 0,1593 = 25,26498
- d. Truk 2 as 13 ton (5+8) = 174 × 0,6 × 1,0648 = 111,16512
- e. Truk 3 as 20 ton (6+7+7) = 94 × 0,6 × 1,3753 = 25,85564 +
LEA 2026 = 163,72346

4.6 Menentukan LET (Lintas Ekivalen Tengah)

$$LET = (LEP + LEA) / 2$$

Dari data, dapat dihitung LET yaitu :

$$\begin{aligned} LET_5 &= \frac{1}{2} (LEP + LEA_5) \\ &= \frac{1}{2} (39,65556 + 53,41938) \\ &= 46,537 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LET_{10} &= \frac{1}{2} (LEA_5 + LEA_{10}) \\ &= \frac{1}{2} (53,41938 + 102,31312) \\ &= 77,86625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LET_{15} &= \frac{1}{2} (LEA_{10} + LEA_{15}) \\ &= \frac{1}{2} (102,31312 + 164,77728) \\ &= 133,5452 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LET_{20} &= \frac{1}{2} (LEA_{15} + LEA_{20}) \\ &= \frac{1}{2} (164,77728 + 163,72346) \\ &= 164,25037 \end{aligned}$$

4.7 Menentukan LER (Lintas Ekivalen Rencana)

$$LER = LET \times UR/10$$

$$\begin{aligned} LER_5 &= LET_5 \times 5/10 \\ &= 46,537 \times 0,5 \\ &= 23,2685 \end{aligned}$$

$$LER_5 = 23,2685$$

$$\begin{aligned}
\text{LER}_{10} &= \text{LET}_{10} \times 10/10 \\
&= 77,86625 \times 1 \\
&= 77,86625 \\
\text{LER}_{10} &= 77,86625 \\
\text{LER}_{15} &= \text{LET}_{15} \times 15/10 \\
&= 133,5452 \times 1,5 \\
\text{LER}_{15} &= 200,3178 \\
\text{LER}_{20} &= \text{LET}_{20} \times 20/10 \\
&= 164,25037 \times 2 \\
\text{LER}_{20} &= 328,50074
\end{aligned}$$

4.8 Penentuan harga CBR (California Bearing Ratio)

Dari data yang didapat data CBR sebesar: 11,97%, 12,68%, 15,22%

$$\begin{aligned}
\text{CBR rata-rata} &= \frac{11,97\% + 12,68\% + 15,22\%}{3} \\
&= 13,29\% \\
\text{CBR max} &= 15,22\% \\
\text{CBR min} &= 11,97\% \\
\text{CBR segmen} &= \text{CBR rata-rata} - \frac{\text{CBR max} - \text{CBR min}}{R} \\
&= 13,29\% - \frac{15,22\% - 11,97\%}{1,91} \\
&= 11,58\%
\end{aligned}$$

4.9 Menentukan tebal lapisan perkerasan

4.9.1 Menentukan nilai DDT (Daya Dukung Tanah)

Dari hasil pemeriksaan data CBR, kita dapat menentukan nilai DDT dengan cara berikut:

$$\begin{aligned}
\text{DDT} &= 4,3 \cdot \text{Log } 11,58 + 1,7 \\
&= 4,3 \times 1,0637 + 1,7 \\
&= 6,27
\end{aligned}$$

4.9.2 Menentukan faktor regional (FR)

$$\% \text{ kendaraan berat} = \frac{\text{jumlah kendaraan berat}}{\text{Jumlah semua kendaraan}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{150}{1416} \times 100\% \\ &= 10,6007\% \end{aligned}$$

Dari data yang diketahui:

- Curah hujan 1800 mm/tahun = iklim II > 900/tahun
- Kelandaian jalan 3 % = kelandaian I (<6%)

Maka faktor regional yang didapat adalah = 2,0-2,5

4.9.3 CBR tanah dasar rencana

Nilai CBR yang didapat melalui melalui metode grafis dan analitis adalah = 11,58 %

4.9.4 Indeks permukaan

Untuk mendapatkan nilai IP dapat dilihat dari nilai LER dan tabel indeks permukaan dibawah ini. Nilai LER untuk 5 tahun kedepan adalah 11,63425. Nilai LER untuk 10 tahun kedepan adalah 38,933125. Nilai LER untuk 15 tahun kedepan adalah 100,1589. Nilai LER untuk 20 tahun kedepan adalah 164,25037 Dengan klasifikasi jalan arteri.

Klasifikasi jalan arteri:

$$\text{LER}_5 = 11,63425 = 10 - 100 \text{ IP} = 2,0$$

$$\text{LER}_{10} = 38,933125 = 10 - 100 \text{ IP} = 2,0$$

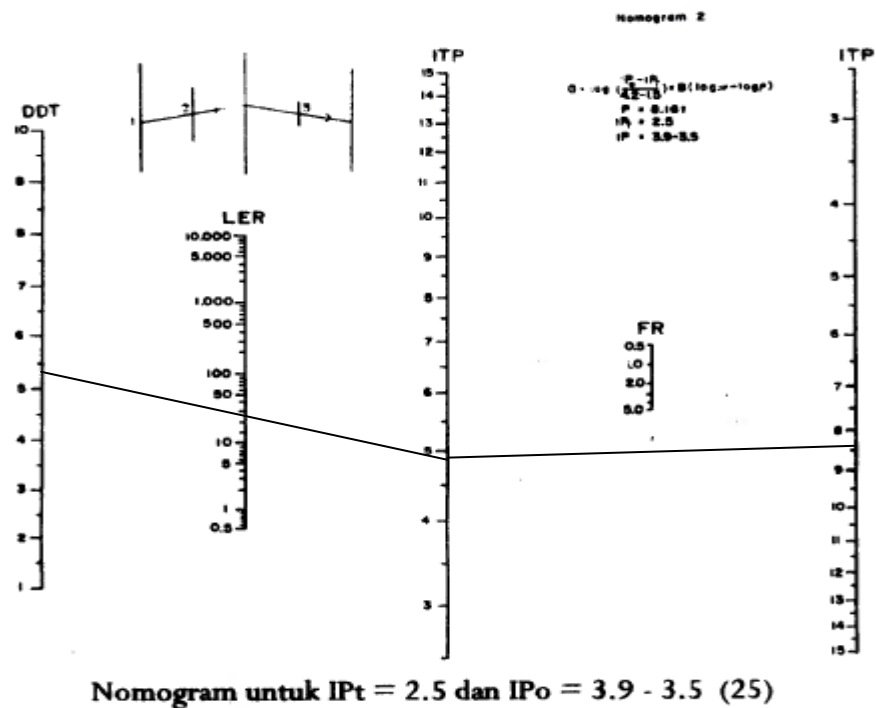
$$\text{LER}_{15} = 100,1589 = 100 - 1000 \text{ IP} = 2,0 - 2,5$$

$$\text{LER}_{20} = 164,25037 = 100 - 1000 \text{ IP} = 2,0 - 2,5$$

4.9.5 Indeks permukaan pada awal umur rencana (ITP)

ITP dapat ditentukan melalui grafik nomogram. Untuk menentukan ITP dari grafik nomogram diperlukan data sebagai berikut. IP, IPo, DDT, LER, dan FR. Untuk mendapatkan angka IPo, Dari tabel dan grafik nomogram didapat hasil:

- Untuk 5 tahun kedepan
 - IP = 2
 - IPo = 3,9 – 3,5
 - DDT = 6,27
 - LER₅ = 164,25037
 - FR = 2,0-2,5



Gambar 4.1 Nomogram untuk 20 tahun

4.9.6 Menetapkan tebal perkerasan

- Untuk 20 tahun

Koefisien kekuatan relatif, dilihat dari tabel koefisien relatif

- Lapisan permukaan : Laston, MS 744 a₁ = 0,4
- Lapisan pondasi atas : Batu pecah kelas A a₂ = 0,14
- Lapisan pondasi bawah : Sirtu kelas B a₃ = 0,12

Tebal lapisan minimum dilihat dari ITP =

- Lapisan permukaan : Laston, MS 744 $d_1 = ?$
- Lapisan pondasi atas : Batu pecah kelas A $d_2 = 15$
- Lapisan pondasi bawah : Sirtu kelas B $d_3 = 20$

Dari hasil analisa didapat:

CBR desain 11,58% dari penarikan garis pada gambar nomogram korelasi, didapat DDT= 6,27, DDT= 6,27 dari nomogram II dengan $LER_{20} = 164,25037$ didapat ITP= 7,0

$$\text{Rumus ITP} = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2) + (a_3 \times D_3)$$

$$7,0 = (0,4 \times D_1) + (0,14 \times 15) + (0,12 \times 20)$$

$$7,0 = 4,5 + (0,4 \times D_1)$$

$$D_3 = \frac{(7,0 - 4,5)}{0,4}$$

$$D_3 = 6,25 \quad \text{cm}$$

Tabel 4.1: Perbandingan hasil tinjauan lapangan dan perhitungan

Hasil Tinjauan Data di Lapangan				Hasil Tinjauan Analisis Perhitungan			
AC-BC	AC-WC	(6 cm+4	10 cm	AC-BC	AC-WC	(6,25+4) cm	10,25 cm
Batu Agregat Kelas A				15 cm	Batu Agregat Kelas A		15 cm

Tabel 4.1: *lanjutan*

Sirtu Agregat Kelas B	20 cm	Sirtu Agregat Kelas B	20 cm
Timbunan Pilihan	30 cm	Timbunan Pilihan	30 cm

4.10. Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Dengan Metode AASHTO

(Association Of American State Highway And Transportation Officials)

4.10.1 Lalu Lintas Harian Rata-rata

LHR yang digunakan adalah LHR yang dalam istilah metode AASHTO disebut *average daily traffic* (ADT) seperti yang tersaji pada tabel berikut ini:

- Data LHR 2016 (kendaraan/hari)

Kendaraan ringan 2 ton	850	kendaraan/hari
Pick up barang 8 ton	112	kendaraan/hari
Truck 2 as 13 ton	25	kendaraan/hari
LHR 2016	987	kendaraan/hari

- LHR pada tahun 2017 (awal umur rencana), dengan rumus $(1 + i)^n$

Kendaraan ringan 2 ton	$(1 + 5\%)^3 \times 850$	= 983,98	kendaraan/hari
Pick up barang 8 ton	$(1 + 5\%)^3 \times 112$	= 129,65	kendaraan/hari
Truck 2 as 13 ton	$(1 + 5\%)^3 \times 25$	= 28,94	kendaraan/hari

- LHR pada tahun ke-20 (awal umur rencana), dengan rumus $(1 + i)^n$

Kendaraan ringan 2 ton	$(1 + 6\%)^{20} \times 983,98$	= 638,58	kendaraan/hari
Pick up barang 8 ton	$(1 + 6\%)^{20} \times 129,65$	= 85,39	kendaraan/hari
Truck 2 as 13 ton	$(1 + 6\%)^{20} \times 28,94$	= 18,56	kendaraan/hari

- Nilai LEF (*load equivalent Faktor*)

Tabel 4.2: faktor ekivalen kendaraan menurut metode AASHTO (Sumber: AASHTO 1986)

Jenis Kendaraan	Faktor Ekivalen
Kendaraan ringan, 2 ton	0,0008
Bus, 8ton	0,1672
Truck 2 as 13 ton	0,8029
Truck 3 as 20 ton	1,0865
Truck 5 as 30 ton	1,1389

- Menentukan lintas ekivalen permulaan LEP
- Kendaraan ringan 2 ton $(1+1) = 1 \times 983,98 \times 0,0008 = 0,7871$

- Bus 8 ton $(3+5) = 1 \times 129,65 \times 0,1672 = 21,6774$
- Truk 2 as 13 ton $(5+8) = 1 \times 28,94 \times 0,8029 = \underline{23,2359}$
LEP $= 45,7004$
- Total 18 Kips ESAL

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times LEP \times N$$

$$LEP = 45,7004$$

$$N = 37,95$$

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times LEP \times N$$

$$AE\ 18\ KSAL = 365 \times 45,7004 \times 37,95$$

$$AE\ 18\ KSAL = 633030,515 \Rightarrow 0,633 \times 10^6$$

- Menentukan nilai *Structure Number* (SN)
 - *Rehabilitas* (R) = 80%
 - Standar deviasi = 0,40
 - Total *Equivalent* 18 KSAL = $0,633 \times 10^6$
 - Mr = $1500 \times CBR$
= $1500 \times 11,58$
= 17370 psi

Dari data diatas maka nilai SN = 2,8 (nomogram AASHTO)

- Untuk kualitas drainase m1 dan m2 adalah 1,00 karena berdasarkan kualitas persen waktu perkerasann dalam keadaan lembab jenuh dan baik untuk pengeringan.
- Menentukan koefisien lapisan perkerasan

a1	0,44	D1	?
a2	0,14	D2	9"
a3	0,11	D3	8"

❖ Menentukan tabel lapis perkerasan

$$SN = a1.D1 + a2.D2.m2 + a3.D3.m3$$

$$2,9 = (0,44 \times D1) + (0,14 \times 9 \times 1,00) + (0,11 \times 8 \times 1,00)$$

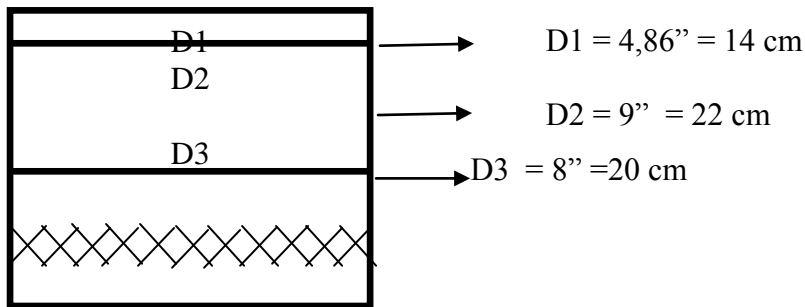
$$2,9 = 0,44 \times D1 + 2,14$$

$$0,44 \times D1$$

$$D1 = 2,14 \div 0,44$$

$$D1 = 4,86'' \Rightarrow 12,3 \text{ cm}$$

Dengan susunan perkerasan sebagai berikut:



4.11. Perbandingan Metode Bina Marga Dan AASTHO Dengan CBR 11,58

Dari hasil perhitungan untuk setiap metode yang dianalisis adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3: Perbandingan Metode Bina Marga Dan AASHTO

Lapis Perkerasan	Metode		Hasil
	Bina Marga	AASTHO	Lapangan
	20 tahun	20 tahun	
	(cm)	(cm)	(cm)
Lapis Permukaan	10,25	14	6
Lapis Pondasi Atas	15	22	15
Lapis Pondasi Bawah	20	20	20

4.12. perhitungan umur rencana rencana perkerasan jalan

Untuk umur rencana perkerasan jalan diambil 20 tahun, berdasarkan nilai ler maka:

$$\begin{aligned} \text{Ler}_{20} &= \text{ler}_{20} \times \text{ur}/10 \\ 328,5007 &= 164,25037 \times \text{ur}/10 \\ 328,5007 &= 274,017 \text{ ur} \\ \text{Ur} &= 328,5007 / 274,017 \\ \text{Ur} &= 1,19 \Rightarrow 1 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Jadi pada setiap tahun ke-1 dari umur rencana, perkerasan jalan tersebut harus dilakukan perkerasan pekerjaan overlay untuk perawatan pekerjaan jalan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Kebutuhan LHR pada segmen jalan tersebut untuk UR 20 tahun yaitu 10082 kendaraan/hari. Angka pertumbuhan lalu lintas merupakan hal penting yang harus di perhatikan dalam perhitungan tebal perkerasan.
2. Secara praktis ketebalan jalan pada peningkatan ruas jalan penanggalan-lipat kajang Kecamatan Suro Kabupaten Aceh Singkil didapat dari perhitungan sebesar 9,25 cm lebih besar dari perhitungan data yang didapat dari lapangan. Perbedaan hasil dalam perhitungan tidaklah menentukan salah satu metode lebih baik dari metode lainnya. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan/lapangan dan bahan yang tersedia.
Pada penelitian ini angka pertumbuhan lalu lintas meningkat 10,6% untuk 20 tahun.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan di atas, maka penulis dapat menyampaikan beberapa saran yaitu:

1. Dalam pelaksanaan dilapangan didahulukan pekerjaan minor seperti dinding penahan tanah, drainase, dan lain-lain. Baru kita lanjutkan dengan pekerjaan mayor. Seperti penimbunan batu agregat kelas A, sirtu agregat kelas B, dan asfalt laston AC-WC.
2. Dalam pelaksanaan dilapangan jarak AMP (Asphalt Mixing Plant) tidak terlalu jauh dari lokasi proyek agar tidak terjadi kendala berupa penurunan suhu Asphalt Concrete (AC) yang pas untuk perhamparan.
3. Untuk menghindari kesalahan dalam merancang, faktor non teknis perancang harus diperhatikan, agar ketepatan membaca skala nomogram dapat di terima kebenarannya.

4. Penyesuaian faktor regional selayaknya lebih diperhatikan lagi dan perlu meningkatkan kerja sama dengan instansi terkait
5. Sebaiknya pelaksanaan pengaspalan tidak dilakukan pada saat hari hujan (musim hujan).



Gambar L1. Kondisi awal sebelum penggalian bahu jalan.



Gambar L 2. Kondisi saat penggalian bahu jalan.



Gambar L3. Kondisi penggalian bahu jalan dan mobilisasi.





Gambar L5. Peletakan material dan proses pemadatan batu pecah kelas A.



Gambar L6. Peletakan material dan proses pemadatan batu pecah kelas A.



Gambar L7. Peletakan material dan proses pemadatan batu pecah kelas A.



Gambar L8. Penyiraman bahan ikat prime coat.



Gambar L9. Penyiraman bahan ikat prime coat.



Gambar L10. Perletakan bahan AC-BC dengan tebal 6 cm.



Gambar L11. Perletakan bahan AC-BC dengan tebal 6 cm.



Gambar L12. Perletakan bahan AC-BC dengan tebal 6 cm.



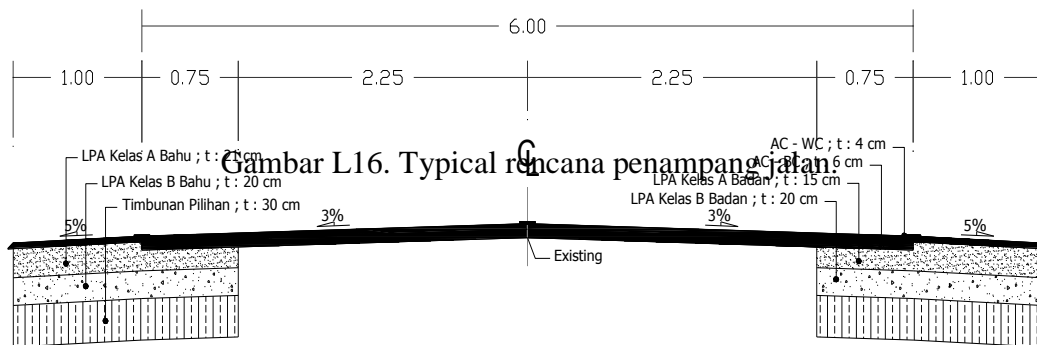
Gambar L13. Perletakan bahan AC-WC dengan tebal 4 cm.



Gambar L14. Perletakan bahan AC-WC dengan tebal 4 cm.



Gambar L15. Perletakan bahan AC-WC dengan tebal 4 cm.



Gambar L16. Typical rencana penampang jalan.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Rahmad Fauzi
 Panggilan : Ozi
 Tempat, Tanggal Lahir : Rimo, 18 februari 1995
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Alamat Sekarang : Jln. Mustofa gg berkat 2 no 21
 Nomor KTP : 1110061802950003
 Alamat KTP : Jl. Lapangan meriam sipoly No 5 Rimo, Aceh singkil
 No. Telp Rumah : -
 No. HP/ Telp.Seluler : 085760873750
 E-mail : Rahmadfauzi69@yahoo.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1207210221
 Fakultas : Teknik
 Program Studi : Teknik Sipil
 Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
 Alamat Perguruan Tinggi : Jln. Kapten Muchtar Basri BA, No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SD Negeri 1 Muhammadiyah, Gunung Meriah, Aceh Singkil	2006
2	SMP	SMP Negeri 1 Gunung Meriah, Aceh Singkil	2009
3	SMA	SMK Negeri 1 Gunung Meriah, Aceh Singkil	2012
4	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2012 sampai dengan selesai		

