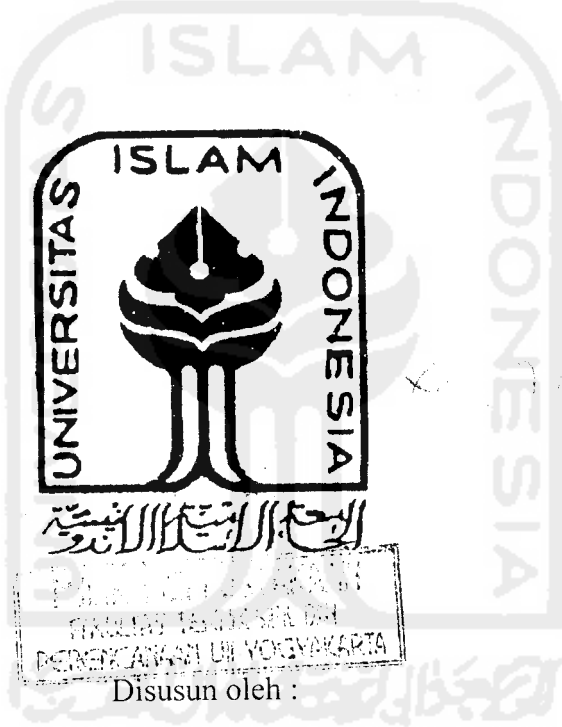


PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	10 Jun 2006
NO. JUDUL :	001901
NO. INV. :	51200001901001
NO. INDEK :	

TUGAS AKHIR

**ANALISIS TEBAL PERKERASAN DENGAN
METODE ANALISA KOMPONEN DAN AASHTO PADA
RUAS JALAN LINGKAR IMOGIRI KABUPATEN BANTUL**

(Studi Kasus Pada Proyek Jalan Pandean – Playen Kabupaten Bantul dan
Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta)



Disusun oleh :
SRI YUNIARTI

99511412

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

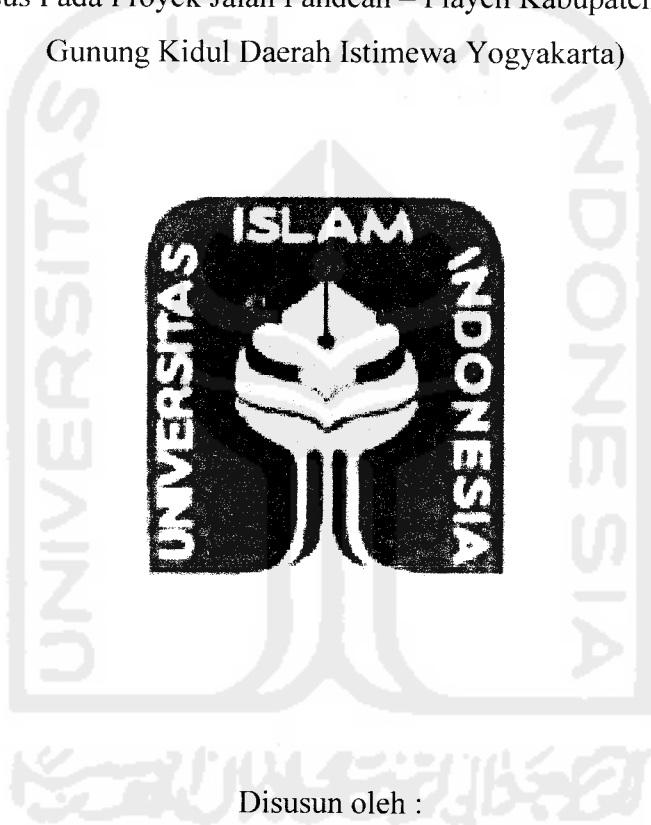
2005



TUGAS AKHIR

ANALISIS TEBAL PERKERASAN DENGAN METODE ANALISA KOMPONEN DAN AASHTO PADA RUAS JALAN LINGKAR IMOGIRI KABUPATEN BANTUL

(Studi Kasus Pada Proyek Jalan Pandean – Playen Kabupaten Bantul dan
Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta)



Disusun oleh :

SRI YUNIARTI

99511412

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2005

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**ANALISIS TEBAL PERKERASAN DENGAN
METODE ANALISA KOMPONEN DAN AASHTO PADA
RUAS JALAN LINGKAR IMOGIRI KABUPATEN BANTUL**

(Studi Kasus Pada Proyek Jalan Pandean – Playen Kabupaten Bantul dan
Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta)



Disusun oleh :
SRI YUNIARTI
99511412

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Bachnas, Ir, H., M.Sc.
Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Bachnas', written over a horizontal line.

Tanggal : 15-11-2005.

Subarkah, Ir, M.T.
Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Subarkah', written over a horizontal line.

Tanggal : 15-11-2005

LEMBAR PERSEMBAHANKU

Yang Pertama Penyusun Persembahkan Kepada :

*ALLAH SWT....., Puji Syukurku padaMU....Pelindungku, Penuntun Hidupku,, Isi
bagi jiwa dan kalbuku.....*

MUHAMMAD SAW....., Idola hidupku.....

*Kedua Orang Tuaku....., Bapanda Supangat Hardjodikromo, Mamanda Nurhazni
Abdullah Rachim....., Atas Doanya yang tulus dan TAK pernah putus....., Kasih
sayang tanpa pamrih...Semoga yuyun dapat membahagiakan Dan Berbakti sampai
Akhir Hayat...AMIEN...*

Kakakku Endang Listianingsih Adekku Retno Savitri

*Teruntuk Seseorang yang Berarti bagi Jiwa 'Rimul Gultas Akbar' makasih ya buat
Kasih Sayang, Cinta, Perhatian, Kesabaran yg gak ada habisnya....*

*Gatut Pramono ST, MT..... Trima kasih buat smuanya... ure the Smart Man that I
ever had..... Thanks.... Thanks.... Thanks...*

*Dan Smua Orang yang udah Membantu n Mendoakan yuyun sehingga TA ini selesai
juga..... Amien... amien... Alhamdulillah bgt.*

MOTTO

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang

Bukankah Kami telah lapangkan dadamu wahai Muhammad ?

*Dan Kami telah menyingkirkan bebanmu,
beban yang memberatkanmu,
lalu Kami angkat martabatmu,
sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan;*

Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan.

Karena itu, bila selesai suatu tugas, mulailah tugas yang lain

dengan sungguh – sungguh

Hanya kepada Tuhanmu hendaknya engkau berharap.

(Q.S. Al – Insyrah 1-8)

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahilahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul :

ANALISIS TEBAL PERKERASAN DENGAN METODE ANALISA KOMPONEN DAN AASHTO PADA RUAS JALAN LINGKAR IMOGIRI KABUPATEN BANTUL, (Studi Kasus Pada Proyek Jalan Pandean – Playen Kabupaten Bantul dan Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta).

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi dan melengkapi salah satu syarat mencapai gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Penulis sepenuhnya sadar bahwa dalam penulisan tugas akhir ini banyak mendapat kekurangan dan kelemahan, namun terdorong dengan tekad yang besar untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat tersusun.

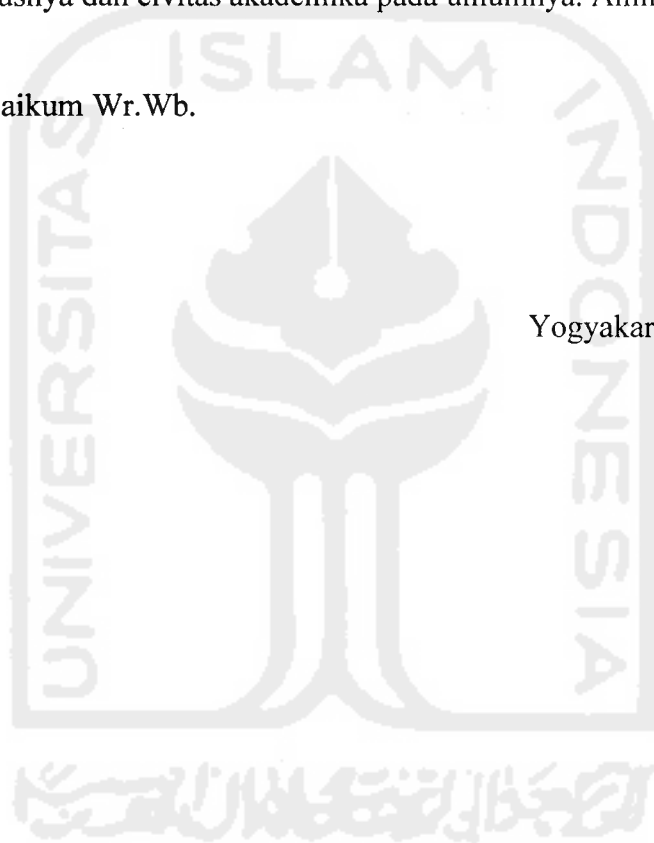
Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bachnas, Ir, H., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan penguji Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Subarkah, Ir., M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan penguji Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. Balya Umar, Ir. H. M.Sc., selaku dosen penguji Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
4. Widodo, Prof., Ir., H, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

5. Munadhir, Ir., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
6. Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
7. Semua pihak yang tidak penyusun sebut satu persatu, terima kasih atas berbagai bantuan yang telah diberikan hingga terselesikannya tugas akhir ini.

Akhirnya, besar harapan penyusun semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penyusun khususnya dan civitas akademika pada umumnya. Aminn.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.



Yogyakarta, Oktober 2005

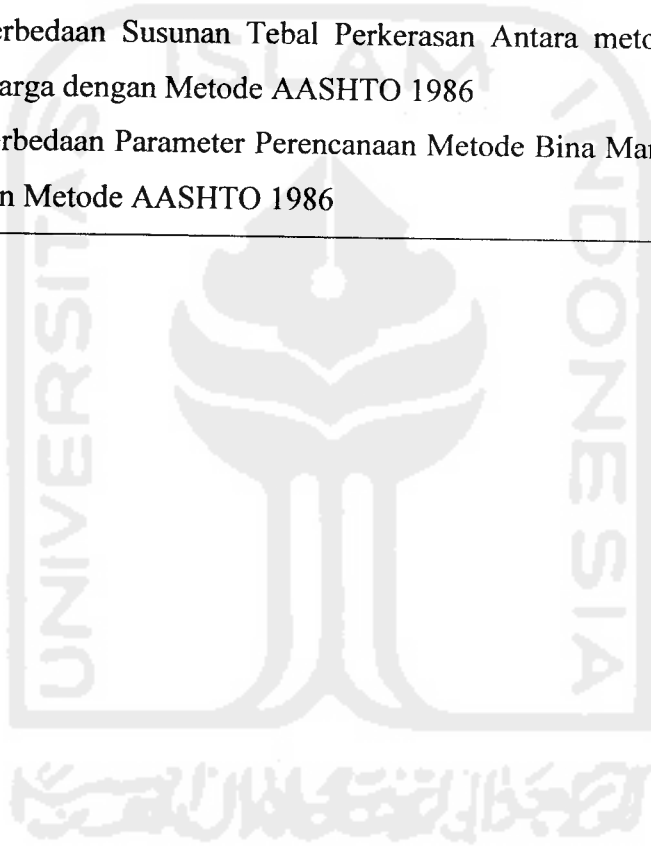
PENYUSUN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pokok Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Lokasi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Sejarah Perkerasan Jalan	5
2.2. Perkembangan Teknologi Jalan Raya	6
2.3. Perkerasan Modern dan Prinsip Desain Perkerasan	7
2.4. Maksud, Tujuan, dan Fungsi Lapisan Perkerasan.....	8
2.5. Peneliti Terdahulu / Yang Pernah Dilakukan.....	11
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1. Konstruksi Perkerasan Lentur	14
3.2. Deformasi Pada Perkerasan Lentur	17
3.3. Perencanaan Dengan Analisa Komponen	18
3.4. Perencanaan Dengan Metode AASHTO	28

Lanjutan Daftar Tabel

5.9	Besar Curah Hujan Rerata	54
5.10	Data LHR/ADT Analisis dengan Metode AASHTO 1986	59
5.11	Jumlah Kendaraan 18 Kips ESAL Analisis dengan Metode AASHTO 1986	63
5.12	Prediksi Kumulatif 18 Kips ESAL terhadap waktu Metode AASHTO 1986	64
5.13	Perbedaan Susunan Tebal Perkerasan Antara metode Bina Marga dengan Metode AASHTO 1986	70
5.14	Perbedaan Parameter Perencanaan Metode Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1986	71



BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN.....	40
4.1.	Umum.....	40
4.2.	Lokasi Penelitian.....	41
4.3.	Metode Pengumpulan Data.....	41
4.4.	Pembagian Segmen Jalan.....	41
4.5	Pelaksanaan Survai dan Pengumpulan Data.....	41
BAB V	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	46
5.1	Hitungan Tebal Perkerasan dengan Metode Analisa Komponen	46
5.2	Hitungan Tebal Perkerasan dengan Metode AASHTO.....	58
5.3.	Pembahasan Analisis.....	70
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
6.1	Kesimpulan.....	72
6.2	Saran.....	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

No.Gambar	Uraian	Halaman
2.1	Susunan Lapis Perkerasn	7
3.1	Nomogram untuk mencari besarnya nilai ITP	26
3.2	Nomogram untuk menentukan nilai SN	37
3.3	Struktur Lapis Keras Lentur Metode AASHTO 1986	38
4.1	Bagan Alir Penelitian	40
5.1	Grafik Penentuan Nilai CBR Segmen	52
5.2	Grafik korelasi antara nilai CBR dan DDT	52
5.3	Kelandaian Jalan	54
5.4	Lapis AC dan ATB yang dijadikan satu lapis	55
5.5	Susunan tebal perkerasan Dengan Metode Analisa Komponen	58
5.6	Grafik hubungan antara Wt18 dan waktu (t)	65
5.7	Lapis laston (AC) dan ATB yang dijadikan satu lapis	66
5.8	Struktur lapis keras lentur dengan metode AASHTO	70

DAFTAR TABEL

No. Tabel	Uraian	Halaman
3.1	Nilai Indeks Permukaan	19
3.2	Nilai Indeks Kondisi Jalan	19
3.3	Koefisien Distribusi Kendaraan	21
3.4	Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IPo)	24
3.5	Indeks Permukaan Akhir (IPt)	25
3.6	Faktor Regional (FR)	25
3.7	Koefisien Kekuatan Relatif (a)	27
3.8	Batas – Batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan	28
3.9	Faktor Distribusi Lajur (DL) metode AASHTO 1986	31
3.10	Tingkat Reliabilitas (R) Metode AASHTO 1986	32
3.11	Simpangan Baku Normal (Zr)	32
3.12	Kualitas Drainase jalan Metode AASHTO 1986	35
3.13	Koefisien Drainase (m) metode AASHTO 1986	36
3.14	Koefisien Kekuatan Relatif Bahan AASHTO 1986	36
3.15	Batas-Batas Minimum Tebal lapis Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1986	38
4.1	Data Kelandaian Jalan	42
4.2	Hasil Survai Kendaraan Bermotor	43
4.3	Rekapitulasi Nilai CBR	43
5.1	Jumlah Kendaraan Bermotor di DIY selama 3 tahun	46
5.2	Angka Ekuivalen (E) tiap Jenis Kendaraan	47
5.3	Hitungan LHR Pada Awal Permulaan (LHRo)	48
5.4	Hitungan LHR pada Akhir Umur Rencana (LHRn)	49
5.5	Hitungan Lintas Ekuivalent Permulaan (LEP)	49
5.6	Hitungan Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)	50
5.7	Besar Nilai CBR yang sama atau lebih besar	51
5.8	Besar Curah Hujan Dalam Dua Tahun yang Berurutan	53

DAFTAR LAMPIRAN

No. Tabel	Uraian	Halaman
1	Distribusi Beban Sumbu Dari berbagai Jenis Kendaraan	
2	Tabel Faktor Ekvivalen Sumbu Tunggal, Ipt = 2,0, Metode AASHTO 1986	
3	Tabel Faktor Ekvivalen Ganda Tunggal, Ipt = 2,0, Metode AASHTO 1986	
4	<i>Annual Growth Rate</i>	
5	Nomogram SN	
6	Nomogram Penentuan Nilai ITP dan Grafik Korelasi Nilai CBR dan CBR	
7	Hitungan Kelandaian Jalan	
8	Prediksi Beban Lalu lintas	

INTISARI

Peningkatan Jalan Pandean – Playen sebagai penghubung Kota Wonosari Kabupaten Gunung Kidul dengan Kota Bantul Kabupaten Bantul tanpa melewati Kota Yogyakarta merupakan bahasan yang menarik untuk dijadikan tema bahasan dalam Tugas Akhir ini, khususnya pada evaluasi Perencanaan Perkerasan Jalan yang digunakan. Secara garis besar tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan tebal perkerasan yang sesuai dengan kondisi jalan dengan menggunakan metode Analisa Komponen dan metode AASHTO. Lokasi penelitian berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dimulai dari pertigaan makam Imogiri sampai Playen Wonosari.

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini berupa data sekunder yaitu data perencanaan yang penyusun peroleh dari Departemen Pekerjaan Umum Daerah Istimewa Yogyakarta Sub Dinas Bina Marga yaitu berupa data lapangan, data survei pencacahan lalu lintas, dan berupa data perencanaan. Kemudian untuk data sekunder yang lain penyusun kumpulkan dari Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta berupa data curah hujan dan data jumlah kendaraan bermotor di Daerah Istimewa Yogyakarta. Evaluasi tebal lapis keras pada ruas Lingkar Imogiri Kabupaten Bantul dilakukan menggunakan dua metode, yaitu metode Bina Marga 1987 (Metode Analisa Komponen, SKBI-2.3.23.1987, UDC : 625.73 (02)) dan metode AASHTO 1986 (AASHTO, Guide For Design Of Pavement Structures, 1986). Kedua analisis yang digunakan pada prinsipnya sama, yaitu untuk menentukan tebal lapis keras yang akan digunakan.

Dari analisis yang dilakukan diperoleh nilai CBR tanah dasar berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan metode grafis adalah sebesar 6,4%. Modulus resilien tanah dasar (M_r) sebesar 9600 Psi. Dengan menggunakan metode Bina Marga didapat susunan tebal perkerasan untuk laston setebal 11 cm, lapis pondasi atas dengan material agregat A setebal 20 cm, dan lapis pondasi bawah untuk material agregat B setebal 20 cm, sehingga total tebal perkerasan adalah 51 cm. Dengan metode AASHTO 1986 didapat susunan tebal perkerasan untuk lapis permukaan dengan material laston setebal 10 cm, lapis pondasi atas dengan material agregat kelas A setebal 10 cm, dan lapis pondasi bawah dengan material agregat kelas B setebal 12 cm, sehingga total tebal perkerasan adalah 32 cm. Secara keseluruhan selisih tebal perkerasan yang ada adalah 19 cm. Adanya perbedaan susunan tebal perkerasan ini dimungkinkan karena perbedaan parameter variabel yang digunakan untuk tiap metode.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Laju pertumbuhan pembangunan dan perekonomian tidak terlepas dari tuntutan pengembangan wilayah yang akan membawa perubahan pada kondisi angkutan barang dan jasa yang semakin meningkat baik volume maupun berat muatannya.

Sektor transportasi merupakan salah satu sektor primer yang dibutuhkan manusia. Tersedianya fasilitas transportasi yang memadai, sangat mempengaruhi proses pemenuhan kebutuhan manusia dari segi sosial, ekonomi maupun budaya.

Pada dasarnya tujuan pembuatan jalan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan tanah dasar yang baik dan stabil
2. Untuk mendapatkan suatu jalan yang sanggup menahan beban yang telah ditentukan
3. Untuk mendapatkan lapisan atas (lapisan aus) yang tidak cepat rusak akibat cuaca ataupun akibat kendaraan yang lewat.

Saat ini telah dikenal tiga jenis konstruksi jalan berdasarkan jenis bahan ikat yang digunakan. Ketiga jenis konstruksi tersebut adalah :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu konstruksi jalan dengan bahan ikat aspal,
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu konstruksi jalan dengan bahan ikat semen.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composit pavement*), yaitu konstruksi jalan dengan bahan ikat campuran antara aspal dan semen.

Diantara ketiga jenis konstruksi diatas, yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah konstruksi yang pertama, yaitu konstruksi perkerasan lentur.

Suatu jalan lambat laun akan berkurang atau habis masa pelayanannya seiring dengan bertambahnya usia jalan, bertambahnya populasi kendaraan baik jumlah maupun jenisnya, serta semakin tingginya frekuensi kendaraan yang melintasinya.

Di Indonesia sering terjadi kasus dimana suatu jalan sudah tidak lagi memenuhi persyaratan konstruksi jalan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor, misalnya : beban yang dipikul jalan terlalu berat (melebihi kapasitas jalan), frekuensi kendaraan yang lewat terlalu padat, atau bisa juga disebabkan oleh penggunaan material penyusun konstruksi jalan yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh Perencana.

Peningkatan Jalan Pandean – Playen sebagai penghubung Kota Wonosari Kabupaten Gunung Kidul dengan Kota Bantul Kabupaten Bantul tanpa melewati Kota Yogyakarta merupakan bahasan yang menarik untuk dijadikan tema bahasan dalam Tugas Akhir ini, khususnya pada evaluasi Perencanaan Perkerasan Jalan yang digunakan.

1.2. Pokok Masalah

Berbeda dengan bangunan lain, jalan merupakan bentuk bangunan sipil yang berada di ruang terbuka, selain pondasi maka konstruksi jalan harus tahan terhadap cuaca sehingga diperlukan suatu drainase yang baik untuk maksud tersebut. Sebuah konstruksi perkerasan yang baik akan :

1. Mempunyai total tebal yang cukup, sehingga mampu menyebarkan bahan / muatan lalu lintas ke tanah dasar.
2. Mempunyai permukaan yang kedap air, sehingga mencegah masuknya air ke dalam lapisan di bawahnya.
3. Mempunyai permukaan yang rata, tahanan geser dan kemiringan samping yang cukup, sehingga air hujan mudah mengalir ke samping.

Kerusakan – kerusakan yang sering terjadi pada suatu konstruksi jalan, antara lain : retak, distorsi, cacat permukaan, pengausan, kegemukan dan penurunan pada bekas penanaman utilitas. Untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi maka perlu adanya penambahan lapis perkerasan (*overlay*) pada permukaan jalan yang telah rusak tersebut.

Pada saat dilakukan penelitian kondisi jalan Pandean – Playen hanya berupa jalan kecil yang belum ada konstruksi perkerasannya, walaupun ada kondisinya sangat sederhana atau berupa lapis macadam pada beberapa bagian saja.

Menurut Sukirman S, (1999), ada empat metode yang bisa digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan, yaitu :

1. Metode HRODI (*Hot Rolled Overlay Design for Indonesia*).
2. Metode Analisis Komponen SKBI 1987.
3. Metode Bina Marga 01 / MN / B / 1983.
4. Metode AASHTO.

Dalam Tugas Akhir ini akan dibahas dengan dua metode yaitu metode Analisa Komponen dan metode AASHTO

1.3. Tujuan Penelitian

Secara garis besar tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan tebal perkerasan yang sesuai dengan kondisi jalan dengan menggunakan metode Analisa Komponen dan metode AASHTO .

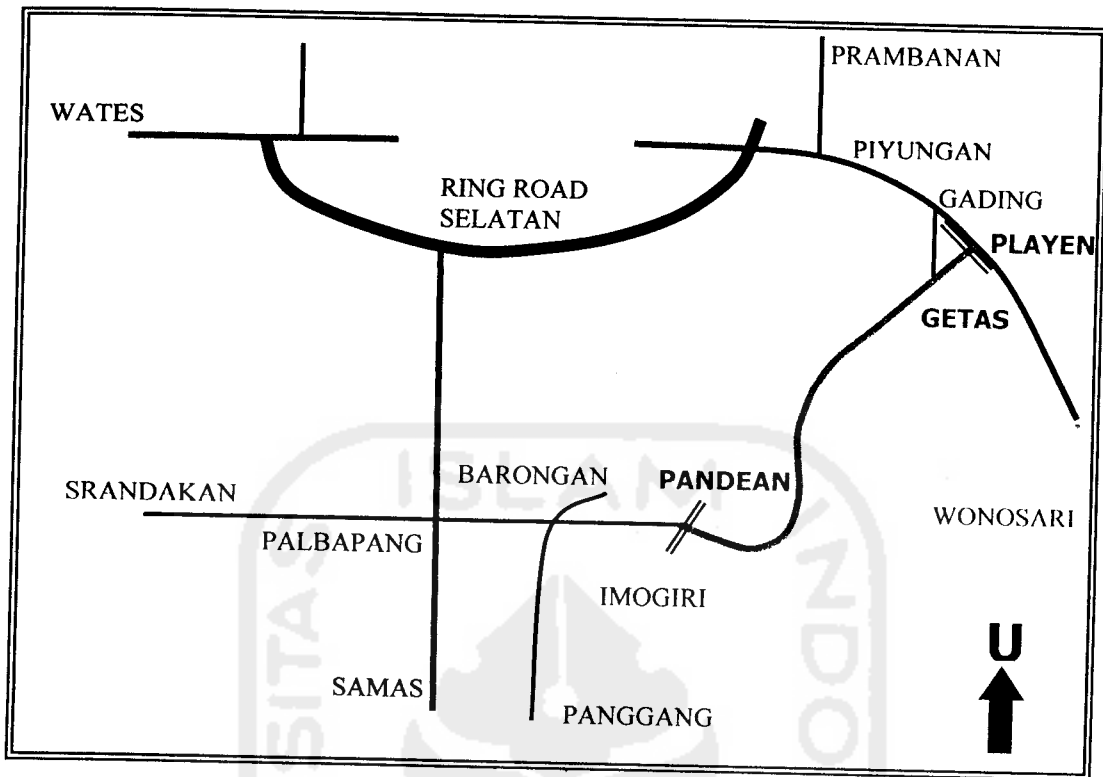
1.4. Batasan Masalah

Seperti yang telah disebut diatas, pembahasan Tugas Akhir ini dibatasi pada penggunaan metode Analisa Komponen dan metode AASHTO, tidak termasuk prosedur pelaksanaannya dan hasil perencanaan tebal perkerasan yang dibutuhkan.

Untuk mempermudah pembahasan mengenai penggunaan metode Analisa Komponen dan AASHTO pada perencanaan tebal perkerasan ini, mengambil kasus Proyek peningkatan Jalan Pandean – Playen ruas jalan Lingkar Imogiri Kabupaten Bantul.

1.5 Lokasi Penelitian

Proyek Perencanaan Teknik Jalan dan Jembatan Di Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun Anggaran 2004 terletak di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dimulai dari pertigaan makam Imogiri sampai Playen Wonosari. Untuk lebih jelasnya lokasi proyek ini dapat dilihat dalam gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Perkerasan Jalan

Menurut Soedarsono, 1985 dalam Oktavian, 2003, pada abad ke – 20, sesudah perang dunia ke satu kira – kira pada tahun 1920 banyak negara mulai memperhatikan pembangunan jalan raya, karena makin banyaknya angkutan dengan kendaraan bermotor. Persaingan antara kereta api dan kendaraan bermotor mulai ramai, karena masing – masing mempunyai keunggulan sendiri – sendiri. Untuk angkutan secara massal jarak jauh kereta api menang, tetapi sebaliknya untuk angkutan jarak dekat kendaraan bermotor bisa melayani dari pintu ke pintu (*door to door*), sehingga *handling cost* rendah. Disamping itu pula orang mulai membuat alat – alat besar khusus untuk membuat jalan (*road building equipment*), sehingga pembuatan jalan menjadi lebih cepat dan relatif murah dengan kualitas yang lebih baik. Selama Perang Dunia II untuk keperluan militer yang mendesak telah dibuat beribu – ribu kilometer jalan dengan cara masinal sistem modern di banyak negara. Hal ini mendorong berkembangnya ilmu pengetahuan mengenai konstruksi jalan raya. Sampai sekarang ilmu mengenai konstruksi jalan raya dapat dibagi menjadi 3 (tiga) bagian yang penting, yaitu :

1. Perhitungan tebal perkerasan
2. Konstruksi perkerasan dan lapisan penutup
3. Perencanaan geometrik

Karena berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang menuju ke arah spesialisasi, maka kemudian konstruksi perkerasan dan lapisan penutup dikembangkan secara fungsi sendiri dan akhirnya berdiri sendiri – sendiri, sehingga sekarang menjadi :

1. Perhitungan tebal konstruksi perkerasan
2. Konstruksi perkerasan
3. Lapisan penutup
4. Perencanaan geometrik

2.2. Perkembangan Teknologi Jalan Raya

Menurut Alamsyah, 2001, sejarah perkembangan jalan dimulai dengan sejarah manusia itu sendiri yang selalu berhasrat untuk mencari kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama. Dengan demikian perkembangan jalan saling berkaitan dengan teknik jalan, seiring dengan perkembangan teknologi yang ditemukan manusia.

Pada awalnya jalan raya berupa jejak manusia yang mencari kebutuhan hidup. Setelah manusia mulai hidup berkelompok jejak-jejak berubah menjadi jalan setapak yang masih belum berbentuk jalan yang rata. Dengan dipergunakan alat transportasi seperti hewan, kereta, atau yang lainnya, mulai dibuat jalan yang rata.

Perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat ditemukan pertama kali di Babylon pada tahun 625 SM, tetapi perkerasan jenis ini tidak berkembang sampai ditemukan kendaraan bermotor oleh Gottlieb Daimler dan Karl Benz pada tahun 1880. Mulai tahun 1882 sampai sekarang teknologi konstruksi maju pesat. Di Indonesia perkembangan perkerasan aspal dimulai pada tahap awal berupa konstruksi Telford dan Macadam yang kemudian diberi lapisan aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan ditaburi pasir kasar yang kemudian berkembang menjadi lapisan penetrasi (Lapisan Burtu, Burda, Buras). Tahun 1930 diperkenalkan perkerasan jalan dengan aspal emulsi dan Butas, tetapi dalam pelaksanaan atau pemakaian aspal yang kemudian disempurnakan pada tahun 1990 dengan teknologi beton mastic, perkembangan konstruksi perkerasan jalan menggunakan aspal panas (*hot mix*) mulai berkembang di Indonesia pada tahun 1975, kemudian disusul dengan jenis yang lain seperti aspal beton (AC) dan lain-lain.

Konstruksi perkerasan menggunakan semen sebagai bahan pengikat telah ditemukan pada tahun 1928 di London, tetapi konstruksi perkerasan ini mulai berkembang pesat sejak tahun 1970 dimana mulai diperkenalkannya pembangunan perkerasan jalan sesuai dengan fungsinya. Sedangkan perencanaan geometrik jalan seperti sekarang ini baru dikenal sekitar pertengahan tahun 1960 kemudian mengalami perkembangan yang cukup pesat sejak tahun 1980.

2.3. Perkerasan Modern dan Prinsip Desain Perkerasan

1. Perkerasan

Perkerasan modern adalah perkerasan yang memakai mesin sebagai alat bantu untuk menyelesaikan pekerjaan.

2. Bentuk konstruksi lapis perkerasan

Konstruksi perkerasan jalan adalah suatu konstruksi plat elastis yang berlapis-lapis yang terletak pada suatu landasan yang elastis. Lapis perkerasan pada umumnya terdiri dari 3 (tiga) lapis, yaitu lapis pondasi bawah (*sub base*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan (*surface course*), yang berdiri diatas tanah dasar (*sub grade*). Di samping itu terdapat bahu jalan (*berm*) yang bertugas menahan perkerasan terhadap gerakan mendatar. Pada lapisan pondasi atas dapat dibagi menjadi dua lapisan, yaitu pertama yang memakai aspal untuk mencampur material dengan gradasi terbuka disebut *Asphalt treated Base* yang kedua tanpa memakai aspal pada campuran materialnya. Begitu pula untuk lapisan permukaan dapat dipakai salah satu dari campuran sebagai berikut bila bahan pencampur material adalah *Asphalt Concrete (AC)*, bila bahan pencampur material adalah semen maka disebut *Cement Concrete (CC)*. Untuk lebih jelasnya susunan lapis perkerasan ditunjukkan dalam gambar 2.1 berikut.



A₁ = Lapisan Penutup

B₁ = Lapis Pondasi Atas Aspal (ATB)

B₁₁ = Lapis Pondasi Atas (*Base-Course*)

B₂ = Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base*)

C = Tanah Dasar (*Sub-Grade*)

Gambar 2.1 Susunan lapis perkerasan

Sumber : Prijambodo, 1999

2.4. Maksud, Tujuan dan Fungsi Lapisan Perkerasan

Menurut Sukirman S., 1999, maksud, tujuan dan fungsi dari lapisan perkerasan dijelaskan seperti berikut.

1. Tanah Dasar

Yang dimaksud dengan tanah dasar (*sub grade*) adalah bagian badan jalan yang terletak di bawah lapis pondasi bawah (*sub base*) yang merupakan landasan atau dasar konstruksi perkerasan jalan.

Tujuan diperlukan tanah dasar adalah untuk mendukung konstruksi perkerasan di atasnya. Sedang fungsi dari tanah dasar adalah sebagai tempat perletakan lapis perkerasan. Tanah dasar dapat berupa tanah dasar asli yang dipadatkan bila tanah dasar tersebut baik, dapat pula tanah dasar tersebut berada di daerah galian, daerah timbunan maupun kombinasi dari daerah galian dan timbunan, hal tersebut sesuai dengan perencanaan geometrik.

Tanah dasar untuk konstruksi pada umumnya memakai tanah pada lokasi setempat atau disekitar pekerjaan, tanah tersebut dipadatkan dengan kepadatan tertentu, sehingga mencapai daya dukung yang mampu menerima beban lalu lintas yang disebarkan oleh lapisan di atasnya, serta mapu mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan. Bila tanah dasar yang ada mempunyai sifat jelek maka tanah dasar tersebut harus diganti dengan tanah yang mempunyai sifat yang baik.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat – sifat dan daya dukung tanah dasar. Sedang persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut.

- a. Deformasi permanen dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya.
- d. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular soil*).

Untuk mengetahui sifat masing – masing jenis tanah tergantung dari tekstur, kapadatan, kadar air kondisi lingkungan dan sebagainya, dan dilakukan penyelidikan di laboratorium, sehingga sifat tanah tersebut dapat secara tepat dipakai sebagai tanah dasar. Daya dukung tanah dasar dapat diperkirakan dari pemeriksaan CBR.

2. Lapis pondasi bawah

Yang dimaksud lapis pondasi bawah (*sub base*) adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang pada umumnya terletak antara lapis pondasi atas (*base*) dan tanah dasar (*sub grade*).

Tujuan lapis pondasi bawah adalah mendukung lapis perkerasan jalan di atasnya.

Sedang fungsi lapis pondasi bawah adalah.

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan meneruskan dan menyebarkan beban roda dari lapisan atas ke tanah dasar.
- b. Pemakaian material yang relatif lebih murah dari lapis di atasnya sehingga mencapai tingkat efisiensi.
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.

Beberapa jenis lapis pondasi bawah yang kita kenal dan biasa dilaksanakan pada konstruksi perkerasan jalan adalah sebagai berikut.

- a. Sub base yang memakai material terdiri dari batu belah dengan balas pasir.
- b. Sub base yang memakai material terdiri dari sirtu dengan mengandung sedikit tanah.
- c. Sub base yang memakai material tanah pasir
- d. Sub base yang memakai material campuran aspal yaitu ATSB (*Asphalt Treated Sub Base*) atau laston bawah
- e. Sub base yang memakai bahan kapur sebagai stabilisasi, biasanya pemakaian kapur ini untuk material yang mengandung tanah lempung
- f. Umumnya lapis pondasi bawah mempunyai CBR 20 % dan Plastis Indeks (PI) ≤ 10 %

3. Lapis pondasi atas

Yang dimaksud lapis pondasi atas (*base*) adalah lapis perkerasan jalan yang terletak di atas lapis pondasi bawah dan dibawah lapis penutup (*surface course*)

Tujuan lapis pondasi atas ini adalah untuk mendukung lapis penutup dan beban-beban roda yang bekerja di atasnya serta meneruskan dan menyebarkan beban-beban yang diterimanya kepada lapis pondasi bawah dan tanah dasar yang terletak dibawahnya.

Sedang fungsi lapis pondasi atas adalah

- a. Menahan gaya lintang dari beban roda dan meneruskan serta menyebarkan beban tersebut ke lapis pondasi bawah dan *sub grade*.
- b. Sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi bawah, dan sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan.

Beberapa jenis lapis pondasi atas yang biasa digunakan pada pekerjaan konstruksi jalan adalah sebagai berikut :

- a. Lapis pondasi atas yang memakai material pondasi makadam.
- b. Lapis pondasi atas yang memakai bahan material agregat
- c. Lapis pondasi atas yang memakai material dengan stabilisasi semen
- d. Lapis pondasi atas memakai aspal yaitu aspal beton pondasi dan umumnya disebut *Asphalt Treated Base (ATB)*
- e. Umumnya lapis pondasi atas mempunyai $CBR > 50 \%$ dan Indeks Plastis ($IP < 4 \%$).

4. Lapis Permukaan

Yang dimaksud lapis permukaan atau *surface* adalah lapis perkerasan yang terletak di atas pondasi lapis atas dan bersifat kedap air.

Tujuan lapis penutup sebagai lapis perkerasan jalan adalah sebagai lapis pelindung bagi lapis perkerasan yang ada di bawahnya.

Fungsi dari lapis permukaan adalah :

- a. Menahan langsung beban roda selama masa pelayanan serta menyebarkan beban tersebut ke lapisan bawah.

- b. Menerima gaya rem
- c. Sebagai lapis aus (*wearing course*)

Jenis lapis permukaan biasanya dibuat memakai bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas tinggi dan daya tahan lama, jenis yang umumnya dipakai di Indonesia antara lain :

1. Lapisan yang tidak mempunyai nilai struktural, akan tetapi berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air adalah :
 - a. Burtu (laburan aspal satu lapis) dengan tebal maksimum 2 cm
 - b. Burda (laburan aspal dua lapis) dengan tebal maksimum 3 cm
 - c. Latasir (lapis tipis aspal pasir) dengan tebal padat 1-2 cm
 - d. Buras (laburan aspal)
 - e. Latasbum (lapis tipis asbuton murni) dengan tebal padat 1-2 cm
 - f. Lastaston (lapis tipis aspal beton), yang umumnya dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet* (HRS), dengan tebal padat 2,5 cm sampai dengan 3 cm.
2. Lapisan yang mempunyai nilai struktural, yang berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan meneruskan serta menyebarkan beban roda.
 - a. Lapis penetrasi macadam (lapen), dengan tebal lapisan satu lapis bervariasi 4-8 cm
 - b. Lasbutag (lapis aspal buton agregat), dengan tebal padat antara 3-5 cm
 - c. Laston (lapis aspal beton), dengan tebal padat bervariasi antara 4-6 untuk satu lapis.

2.5. Peneliti Terdahulu / yang pernah dilakukan

Pada penelitian ini juga digunakan tinjauan pustaka penelitian – penelitian yang pernah dilaksanakan, yaitu :

1. Penelitian Aji, A.B., (2003). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Penelitian ini mengemukakan tentang Evaluasi Perencanaan Tebal Lapisan Tambahan Jalan Sokaraja – Kalianja Kabupaten Banyumas Dengan Metode Analisa Komponen.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. CBR tanah dasar yang diperoleh dari pengujian dengan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) adalah sebesar 6.5%.
 2. Daya Dukung Tanah (DDT) yang diperoleh dari nomogram korelasi antara CBR dan DDT adalah sebesar 5.1.
 3. Indeks Tebal Perkerasan jalan lama adalah sebesar 3.825, sedangkan Indeks Tebal perkerasan pada akhir umur rencana sebesar 4.9.
 4. Dari data – data dan hitungan diperoleh tebal lapis perkerasan tambahan yang akan digunakan setebal 4.3 cm. Dalam pelaksanaan di lapangan, tebal lapis perkerasan tambahan yang digunakan adalah 5 cm.
 5. Hasil perhitungan yang diperoleh penyusun berbeda dengan hasil hitungan yang diperoleh pihak perencana proyek (CV. Griya Cipta Nugraha), dimana tebal lapis tambahan hasil hitungan penyusun 4.3 sedangkan hasil hitungan perencana proyek adalah 4.8. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan persepsi dalam cara pembacaan grafik CBR.
2. Oktavian, A. (2003), Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta. Penelitian ini mengemukakan tentang kajian banding perencanaan tebal perkerasan pada jalan raya metode Bina Marga dan AASHTO.

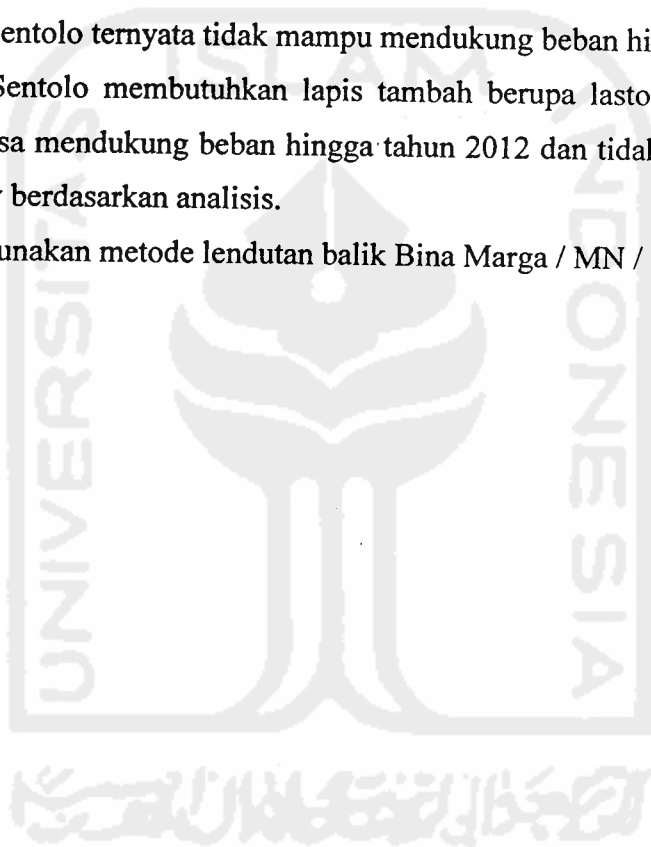
Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah :

- a. Hal – hal yang mempengaruhi hendaknya dilakukan dengan cermat dan hati – hati karena metode Bina Marga maupun AASHTO ini menuntut kecermatan dan ketelitian dalam pembacaan tabel, nomogram, grafik, maupun perhitungan.
- b. Kondisi Indonesia dengan iklim tropis dan curah hujan tinggi maka faktor regional sangat besar pengaruhnya dalam perencanaan.

- c. Bervariasinya kendaraan di Indonesia menyebabkan perlunya perhitungan beban lalu lintas untuk kendaraan ringan.
3. Sabdiyono, S.A, dan Wiyasa HW, 2003, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Penelitian ini mengemukakan tentang peninjauan dan perancangan kembali struktur perkerasan lentur dengan metode Bina Marga.

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah :

- a. Jalan Sentolo ternyata tidak mampu mendukung beban hingga tahun 2012.
- b. Jalan Sentolo membutuhkan lapis tambah berupa laston setebal 10 cm, agar bisa mendukung beban hingga tahun 2012 dan tidak dapat dilakukan overlay berdasarkan analisis.
- c. Menggunakan metode lendutan balik Bina Marga / MN / B / 1983.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), merupakan salah satu jenis konstruksi jalan yang paling sering digunakan di Indonesia. Konstruksi ini disebut konstruksi perkerasan lentur karena bahan ikat yang digunakan adalah aspal, dimana aspal merupakan jenis bahan ikat yang bersifat plastis dan memiliki kelenturan dibandingkan semen.

Untuk mendapatkan suatu konstruksi yang baik maka terlebih dahulu harus diawali dengan proses perencanaan yang teliti. Menurut Djoko Murwono (1995), perencanaan perkerasan dimaksudkan untuk memberikan petunjuk atau arahan dalam penentuan tebal lapis perkerasan yang dapat digunakan untuk menampung lalu lintas dan kapasitas beban lalu lintas yang melewatinya.

Setiap jalan direncanakan untuk dapat memberi pelayanan selama kurun waktu tertentu. Kurun waktu ini disebut sebagai umur konstruksi. Ada tiga syarat yang harus dapat dipenuhi selama umur konstruksi, yaitu :

1. Aman

Suatu konstruksi lapis keras harus mempunyai nilai struktural tertentu sehingga mampu mendukung beban lalu lintas yang lewat di atasnya, serta mempunyai tingkat kekesatan tertentu agar tidak terjadi slip pada saat kendaraan melewatinya.

2. Nyaman

Suatu konstruksi lapis keras harus mempunyai tingkat kerataan tertentu sehingga tidak menimbulkan guncangan yang dapat mengurangi kenyamanan penggunaannya.

3. Ekonomis

Konstruksi lapis keras harus mempunyai biaya yang minimum untuk konstruksi awal dan juga pada saat pemeliharaan maupun rehabilitasinya. Jika ditinjau lebih jauh lagi, ketiga syarat di atas dapat dikelompokkan menjadi dua bagian pokok, yaitu :

a. Syarat struktural

Yang dimaksud dengan syarat struktural adalah semua hal yang berkaitan dengan kemampuan struktur dalam mendukung beban lalu lintas, yaitu menyangkut geometrik, ketebalan perkerasan dan sifat – sifat bahan penyusunnya untuk dapat mendukung dan menyebarkan beban lalu lintas yang lewat di atasnya sehingga dapat ditahan oleh perkerasan tanpa terjadi perubahan bentuk yang berarti pada sistem lapisan perkerasan maupun tanah dasarnya.

b. Syarat fungsional

Yang dimaksud dengan syarat fungsional adalah semua yang berkaitan dengan kondisi permukaan, kondisi kekesatan dan kondisi kerataan. Kondisi lapis perkerasan harus memperhatikan kerataan permukaan (*surface roughness*), kekesatan permukaan (*skid resistance*), kemiringan melintang dan memanjang, serta pemantulan cahaya dari permukaan lapis perkerasan. Syarat yang kedua ini erat kaitannya dengan kelancaran, kenyamanan dan keamanan bagi pengguna perkerasan tersebut.

Perencanaan lapis perkerasan dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu :

1. Menentukan tebal perkerasan dan bagian – bagiannya (*structural pavement design*)
2. Menentukan jenis dan kualitas bahan yang akan dipergunakan (*paving mixture design*).

Ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan lapis perkerasan, yaitu :

1. Kinerja perkerasan yang berkaitan erat dengan lalu lintas termasuk di dalamnya volume dan perubahan kendaraan yang melewatinya.
2. Umur rencana, yaitu waktu dalam tahun dihitung sejak pertama perkerasan dibuka untuk lalu lintas sampai saat diperlukan perubahan berat.
3. Kondisi awal dan akhir perkerasan, yaitu hal – hal yang berkaitan dengan kondisi perkerasan (cacat / kerusakan) pada awal umur rencana jalan dan tingkat perkerasan yang masih dapat diterima pada akhir umur rencana.

Menurut Sukirman S, (1999), secara umum ada dua jenis lapis perkerasan yang sering digunakan, yaitu :

1. Lapisan bersifat non struktural

Lapisan ini berfungsi sebagai lapisan aus dan lapisan kedap air. Lapisan bersifat non struktural terdiri atas :

- a. Burtu (laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri atas lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
- b. Burda (laburan aspal dua lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri atas lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
- c. Latasir (lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal pasir alam yang bergradasi menerus campuran, yang dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1 – 2 cm.
- d. Buras (laburan aspal), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
- e. Latasbun (lapisan tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu, yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
- f. Lataston (lapis tipis aspal beton), dikenal dengan nama *Hot Rol Sheet* (HRS), merupakan lapis penutup yang terdiri dari agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Jenis aspal perkerasan ini walaupun bersifat nonstruktural, tetap dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi. Jenis perkerasan ini terutama digunakan untuk pemeliharaan jalan.

2. Lapisan bersifat struktural

lapisan ini berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda. Adapun lapisan ini terdiri atas :

- a. Penetrasi macadam (lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas lapen ini biasanya diberi leburan aspal dengan agregat penutup. Tebal satu lapis lapen dapat bervariasi antara 4 – 10 cm.
- b. Lasbutag (lapisan asbuton dan agregat), merupakan lapis perkerasan yang terdiri atas campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihamparkan dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapis antara 3 – 5 cm.
- c. Laston (lapis aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu.

3.2 Deformasi pada Perkerasan Lentur

Suatu perkerasan walaupun telah direncanakan dengan sebaik mungkin, pada suatu saat pasti akan mengalami deformasi. Jika beban bekerja pada suatu titik pada permukaan perkerasan, kemudian beban tersebut dipindahkan maka permukaan perkerasan akan kembali pada keadaan semula. Keadaan ini (kembali kondisi permukaan perkerasan pada keadaan semula), mempunyai dua sifat :

1. Viscoelastis

Pada keadaan ini deformasi terjadi secara tidak langsung dan lenyap setelah beban lewat.

2. Elastis

Pada keadaan ini deformasi yang akan terjadi akan segera hilang atau segera kembali pada keadaan semula begitu beban lewat.

3.3 Perencanaan dengan Analisa Komponen

3.3.1 Lintas Ekuivalen

Menurut Sukirman S (1999), kerusakan perkerasan jalan pada umumnya disebabkan oleh terkumpulnya air di bagian permukaan jalan, dan arena repetisi dari lintasan kendaraan. Oleh karena itu perlu ditentukan berapa jumlah repetisi beban yang akan memakai jalan tersebut. Repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu standar dan dikenal dengan nama lintas ekuivalen.

Lintas ekuivalen terdiri atas tiga jenis, yaitu :

1. Lintas ekuivalen pada umur rencana (LEP), yaitu lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut dibuka.
2. Lintas ekuivalen akhir umur rencana (LEA), yaitu lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan secara struktural.
3. Lintas ekuivalen selama umur rencana (AE 18 KSAL = *Accumulative 18 Kips Single Axle Load*), yaitu jumlah lintas ekuivalen yang akan melintasi jalan tersebut selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana.

3.3.2 Indeks Permukaan

Kinerja perkerasan jalan (*pavement performance*) meliputi tiga hal, yaitu :

1. Keamanan (*safety*)
Faktor keamanan ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Besar gesekan dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dan lain sebagainya.
2. Wujud perkerasan (*structural pavement*)
Wujud perkerasan berhubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebut, seperti adanya retak – retak, amblas, gelombang, alur dan sebagainya.
3. Fungsi pelayanan (*funksional performance*)
Fungsi pelayanan berhubungan dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan pada pemakai jalan.

Kinerja perkerasan dapat dinyatakan dengan dua nilai, yaitu Indeks permukaan (IP) dan Indeks kondisi jalan (RCI = *Road Condition Index*). Adapun penjelasan dari kedua nilai tersebut adalah sebagai berikut :

1. Indeks permukaan (*serviceability index*)

Indeks permukaan yang diperkenalkan oleh AASHTO ini, diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, seperti adanya : retak – retak, lubang, lendutan pada jalur roda, kekerasan permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur rencana. Adapun nilai dari indeks permukaan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 nilai indeks permukaan

IP	Fungsi pelayanan
3 – 5	Sangat baik
3 – 4	Baik
2 – 3	Cukup
1 – 2	Kurang
0 - 1	Sangat baik

Sumber : Sukirman S, 1999

2. Indeks kondisi jalan (*road condition index*)

Indeks kondisi jalan adalah skala dari tingkat kenyamanan atau kinerja jalan. Nilai indeks kondisi jalan dapat diperoleh dari pengukuran dengan alat Roughmeter ataupun melalui pengamatan secara visual. Nilai indeks kondisi jalan dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Nilai indeks kondisi jalan

RCI	Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual
8 – 10	Sangat rata dan teratur
7 – 8	Sangat baik dan umumnya teratur
6 – 7	Baik
5 – 6	Cukup, sedikit sekali lubang, permukaan jalan tidak rata
4 – 5	Jelek, kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata
3 – 4	Rusak, bergelombang, banyak lubang
2 – 3	Rusak berat, banyak lubang, seluruh perkerasan berlubang
< 2	Tidak dapat dilalui kecuali dengan 4 WD jeep

Sumber : Sukirman S, 1999

3.3.3. Menghitung lintas Ekuivalen

Lintas ekuivalen yang akan dihitung terdiri atas : angka ekuivalen beban sumbu kendaraan, lalu lintas rata – rata, lintas ekuivalen permulaan, lintas ekuivalen akhir, lintas ekuivalen tengah dan lintas ekuivalen rencana.

1. Angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan

Angka ekuivalen (E) masing – masing golongan sumbu (setiap kendaraan) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

a. Angka ekuivalen sumbu tunggal

$$= \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal dalam (kg)}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots (3.1)$$

b. Angka ekuivalen sumbu ganda

$$= 0.086 \left(\frac{\text{beban sumbu ganda dalam (kg)}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots (3.2)$$

2. Lalu lintas harian rata – rata (LHR)

Lalu lintas harian rata – rata merupakan perhitungan lalu lintas yang dicatat melalui pos – pos perhitungan berdasarkan beban atas as dari masing – masing roda. Untuk mendapatkan nilai LHR terlebih dahulu diawali dengan survai pencacahan lalu lintas untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melintasi jalan tersebut pada interval waktu tertentu. Nilai LHR diperoleh dari hasil bagi jumlah kendaraan yang melewati jalan tersebut selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya pengamatan}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Untuk mendapatkan nilai LHR yang akurat, survai pencacahan sebaiknya dilakukan pada interval – interval waktu yang sekiranya dapat mewakili kondisi dan fluktuasi lalu lintas selama satu tahun, dan nilai LHR yang dipakai adalah nilai LHR rata – rata dari beberapa kali perhitungan (survai).

3. Lintas ekivalen permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan adalah jumlah lintas ekivalen harian rata – rata harian pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana. Perhitungan LEP menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$LEP = \sum_{i=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots (3.4)$$

dimana :

LHR = lalu lintas harian rerata

j = jenis kendaraan

C_j = koefisien distribusi kendaraan pada jalur rencana

E_j = angka ekivalen sumbu untuk satu jenis kendaraan

Besarnya koefisien distribusi kendaraan (C) tergantung dari jumlah lajur yang digunakan. Secara lengkap pembagian koefisien distribusi kendaraan (C) disajikan dalam tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Koefisien distribusi kendaraan

Jumlah lajur	Kendaraan ringan *)		Kendaraan berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,4

Sumber : DPU (1987)

4. Lintas ekivalen akhir (LEA)

Lintas ekivalen akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata – rata pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEA diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$LEA = \sum_{i=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

- i = pertumbuhan lalu lintas
 j = jenis kendaraan
 UR = umur rencana (saat jalan dibuka sampai dengan umur rencana berakhir)
 C_j = koefisien distribusi kendaraan jalur rencana
 E_j = angka ekivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan

5. Lintas ekivalen tengah (LET)

Lintas ekivalen tengah (LET) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata – rata pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung LET adalah :

$$LET = 0.5 (LEP + LEA) \dots \dots \dots (3.6)$$

6. Lintas ekivalen rencana (LER)

Lintas ekivalen rencana (LER) adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen pada jalur rencana.

Nilai LER diperoleh dengan persamaan berikut ini.

$$LER = LET \times FP \dots \dots \dots (3.7)$$

Dimana FP adalah faktor penyesuaian yang diperoleh dari 1/10 kali umur rencana (UR/10).

3.3.4. Daya Dukung Tanah (DDT)

Daya dukung tanah (DDT) adalah nilai kekuatan dukung atau daya tahan tanah terhadap beban yang ada di atasnya. Beban kendaraan yang dilimpahkan ke lapisan perkerasan melalui roda – roda kendaraan selanjutnya disebarkan ke lapisan – lapisan di bawahnya dan akhirnya diterima oleh lapisan tanah dasar. Dengan demikian tingkat kerusakan konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan dari lapisan perkerasan tetapi juga oleh tanah dasar.

Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainasi, dan lain sebagainya. Penentuan nilai DDT diawali dengan penentuan besarnya CBR (*California Bearing Ratio*).

Penentuan nilai CBR dilakukan dengan menggunakan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Cara kerja alat DCP adalah dengan menjatuhkan pemberat 20 lb (9,07 Kg) dari ketinggian 20 inch (50,8 cm) melalui sebuah tiang dengan diameter 5/8 inch (16 mm). Ujung tiang DCP berbentuk kerucut dengan luas $\frac{1}{2}$ sq.inch (1,16 cm²) bersudut 30 atau 60 derajat.

Hasil pemeriksaan alat dengan DCP ini dapat dinyatakan dengan :

1. *Scala Penetrometer Penetrability* (SPP), yaitu mudah tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah, dinyatakan dalam cm/tumbukan.
2. *Scala Penetrometer Resistance* (SPR), yaitu sukar tidaknya melakukan penetrasi ke dalam tanah, dinyatakan dalam tumbukan/cm.

Dalam perencanaan tebal lapis tambahan ini, penentuan nilai CBR segmen menggunakan cara grafis dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai CBR terendah
2. Menentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR dan kemudian disusun secara tabelaris dari nilai CBR terkecil sampai nilai CBR terbesar
3. Angka terbanyak diberi nilai 100 %, dan angka lainnya merupakan presentase dari 100 % tersebut
4. Membuat grafik hubungan antara harga CBR dan presentase jumlah tadi
5. Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90 %

Setelah nilai segmen CBR diperoleh, maka nilai DDT dapat diperoleh dengan menggunakan grafik korelasi DDT dan CBR, dengan cara menempatkan nilai CBR pada grafik kemudian tarik garis mendatar ke kiri sehingga diperoleh nilai DDT.

3.3.6. Menentukan Indeks Permukaan Awal (IP_0)

Indeks permukaan awal IP_0 ditentukan sesuai dengan jenis lapisan perkerasan yang digunakan dalam perencanaan. Penentuan nilai IP_0 dapat dengan menggunakan Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4 Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IP_0)

Jenis Lapis Permukaan	IP_0	Roughness* (mm/Km)
Laston	>4	< 1000
Lasbutag	3,9 – 3,5	> 1000
	3,9 – 3,5	< 2000
HRA	3,4 – 3,0	> 2000
	3,9 – 3,5	< 2000
Burda	3,4 – 3,0	> 2000
	3,9 – 3,5	< 2000
Burtu	3,4 – 3,0	< 2000
Lapen	3,4 – 3,0	< 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
Latasbum	2,9 – 2,5	
Buras	2,9 – 2,5	
Latasir	2,9 – 2,5	
Jalan Tanah	< 2,4	
Jalan Kerikil	< 2,4	

Sumber : Bina Marga (1987)

Catatan :

Alat Roughmeter yang digunakan adalah Roughmeter NAASRA yang dipasang pada keadaan standar Datsun 1500 Station Wagon, dengan kecepatan kendaraan kurang lebih 32 Km/jam.

3.3.7 Menentukan Indeks Permukaan Akhir (IPt)

Indeks permukaan akhir jalan diperoleh berdasarkan nilai dari lintas ekuivalen rencana (LER) dan tergantung dari klasifikasi jalan atau jenis jalan. Indeks permukaan akhir jalan dapat ditentukan berdasarkan tabel 3.5.

Tabel 3.5 Indeks Permukaan Akhir (IPt)

Lintas Ekuivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
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

Sumber : Bina Marga (1987)

3.3.8. Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Menentukan indeks tebal perkerasan (ITP) dapat dilakukan dengan menggunakan nomogram penentuan nilai ITP. Penentuan jenis nomogram yang digunakan tergantung dari besarnya nilai IP_0 dan IPt.

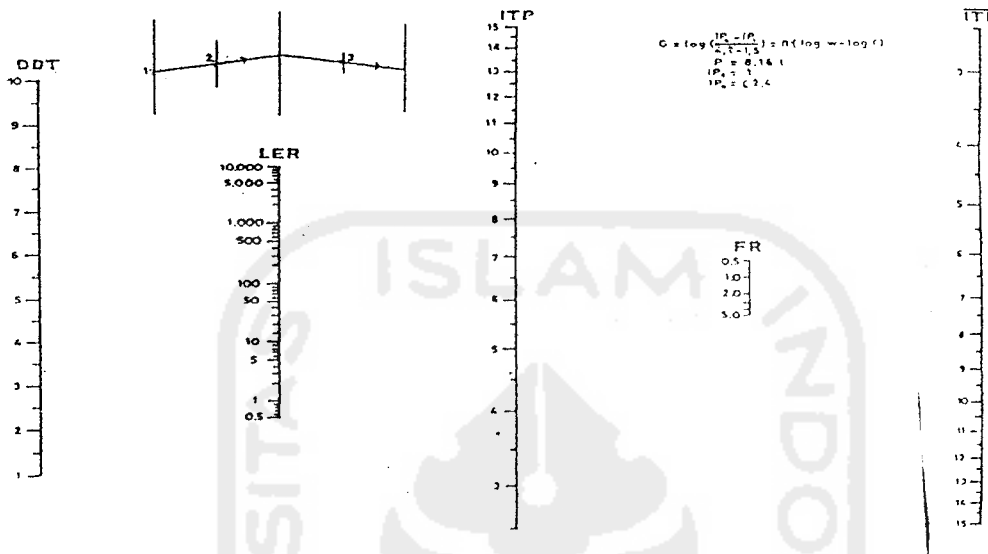
Data – data yang digunakan untuk mengetahui nilai ITP adalah nilai Lintas Ekuivalen Rencana (LER), Daya Dukung Tanah (DDT), dan Faktor Regional (FR). Besarnya nilai Faktor Regional yang digunakan adalah seperti disajikan dalam tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Faktor Regional

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

Sumber : Bina Marga, 1987

Selanjutnya dengan data yang telah diperoleh tersebut, dikorelasikan dengan nomogram berikut.



Gambar 3.1 Nomogram untuk menentukan besarnya nilai ITP

3.3.9. Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

Penentuan tebal lapis perkerasan dinyatakan dengan indeks tebal perkerasan (ITP) berdasarkan kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang.

Penentuan ITP menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 + \dots \dots \dots (3.8)$$

Dengan :

$a_1; a_2 ; a_3$: Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

$D_1; D_2 ; D_3$: Tebal masing- masing lapis perkerasan (cm)

Angka 1,2,3 menunjukkan lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

Untuk koefisien relatif bahan perkerasan (a) yang akan digunakan pada persamaan 3.8 dan persamaan 3.9 dapat dilihat pada tabel 3.7 berdasarkan jenis bahan perkerasan yang digunakan

Tabel 3.7 koefisien kekuatan relatif bahan

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	Ms (kg)	Kt (kg/cm ²)	CBR (%)	
0.4			744			LASTON
0.35			590			
0.32			454			
0.30			340			
0.35			744			
0.31			590			Asbuton
0.28			454			
0.26			340			
0.30			340			
0.26			340			
0.25						
0.20						
	0.28		590			
	0.26		454			
	0.24		340			
	0.23					LASTON ATAS
	0.19					
	0.15			22		Stab. Tanah dengan semen
	0.13			18		
	0.15			22		Stab. Tanah dengan Lumpur
	0.13			18		
	0.14				100	Pondasi Macadam (basah)
	0.12				60	Pondasi Macadam (kering)
	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/Pitrum (kelas A)
		0.12			50	Sirtu/Pitrum (kelas B)
		0.11			30	Sirtu/Pitrum (kelas C)
		0.10			20	Tanah/Lempung Kepasiran

Sumber : Sukirman S, (1999)

Sedangkan besarnya tebal minimum yang digunakan adalah sesuai dengan tabel berikut.

Tabel 3.8 Batas – batas minimum tebal lapisan perkerasan

a. Lapis Permukaan

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

Sumber : DPU, (1987)

b. Lapis pondasi

ITP	Tebal minimum (cm)	Bahan
< 3.00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3.00 – 7.49	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen stabilitas tanah, dengan kapur
7.50 – 9.99	10 20*)	Laston atas Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
10 – 12.14	15 20	Laston atas Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas
> 12.25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas

Sumber : DPU, (1987)

*) batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

3.4 Perencanaan Dengan Metode AASHTO

Metode perencanaan tebal lapis keras lentur AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation Officials*), berkembang sejak dimulainya pengujian lapangan di Ottawa (negara bagian Illionis). Perkembangan metode AASHTO berkelanjutan sesuai dengan hasil pengamatan, pengalaman dan penelitian yang didapat, sampai dikeluarkannya AASHTO 1986 (AASHTO, *Guide For Design Of Pavement Structures*, 1986) yang merupakan penyempurnaan AASHTO 1972 dan 1981 (Sukirman S, 1999).

3.4.1 Persamaan Dasar

Persyaratan dasar yang perlu diperhatikan dalam perencanaan tebal lapis keras lentur menggunakan metode AASHTO 1986 adalah : jalan harus memiliki permukaan yang tetap, rata, kuat dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan dan bernilai ekonomis.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut, AASHTO 1986 memberikan persamaan dasar berikut ini :

$$\text{Log}W_{18} = Z_r(S_o) - 9,36 \log(\text{ITP} + 1) - 0,20 + \frac{\log\{AIP/(4,21,5)\}}{0,40 + 1094/(\text{ITP} + 1)^{5,19}} + 2,32 \log M_r - 8,07 \dots (3.9)$$

$$\text{SN} = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \dots (3.10)$$

$$\Delta \text{PSI} = \text{IP}_0 - \text{IP}_t \dots (3.11)$$

Dengan :

W_{18} = lintas ekivalen selama umur rencana (18 Kips ESAL)

SN = *Structure Number* / Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

ΔPSI = *Present Serviceability Index* / Nilai Indeks Permukaan

Z_r = simpangan baku normal

S_o = simpangan baku keseluruhan

M_r = *resilient modulus* (psi)

a = koefisien kekuatan relatif bahan

D = tebal masing – masing lapisan lapis keras

m = koefisien drainase masing – masing lapisan lapis keras

IP_0 = indeks permukaan pada awal umur rencana

IP_t = indeks permukaan pada akhir umur rencana

3.4.2 Parameter Perencanaan

Parameter yang digunakan dalam metode AASHTO 1986 didasarkan atas berbagai pertimbangan seperti yang diuraikan berikut.

3.4.2.1 Batasan Waktu

Batasan waktu meliputi pemilihan lamanya umur rencana dan umur kinerja jalan (*performance periode*). Umur kinerja jalan adalah masa pelayanan

jalan dimana pada akhir masa pelayanan dibutuhkan rehabilitasi atau *overlay*. Umur rencana dapat sama atau lebih besar dari umur kinerja jalan.

3.4.2.2 Beban Lalu-Lintas dan Pertumbuhan Lalu-Lintas

Beban lalu lintas merupakan beban yang langsung mengenai permukaan lapis keras. Kerusakan suatu jalan sebagian besar disebabkan oleh beban lalu-lintas tersebut yang merupakan beban berulang. Lintas ekuivalen kumulatif selama umur rencana dan selama umur kinerja jalan tersebut, dapat ditentukan dengan mengetahui beban lalu-lintas dan tingkat pertumbuhannya. AASHTO 1986 memberikan persamaan sebagai berikut. (Sukirman, 1999)

$$AE_{18KSAL} = 365 \times A_i \times E_i \times C_i \times (1+a)^n \times \left[\frac{(1+a)^n - 1}{i} \right] \dots \dots \dots (3.12)$$

Dimana,

- AE_{18KSAL} = lintas ekuivalen kumulatif pada jalur rencana
- A_i = jumlah kendaraan untuk 1 jenis kendaraan, dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah pada tahun perhitungan volume lalu lintas
- E_i = angka ekuivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan
- C_i = koefisien distribusi kendaraan pada jalur rencana
- a = faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan dari perhitungan volume lalu lintas dilakukan sampai saat jalan tersebut dibuka.
- n' = jumlah tahun dari saat diadakan perhitungan volume lalu lintas sampai jalan tersebut dibuka
- i = faktor pertumbuhan lalu lintas dari jalan tersebut dibuka sampai pada tahun pengamatan
- n = jumlah tahun pengamatan

persamaan 3.12 di atas berdasarkan atas persamaan 3.13 sampai 3.16 yang diberikan AASHTO 1986 berikut ini :

$$W_{18}' = D_D \cdot D_L \cdot W_{18} \dots \dots \dots (3.13)$$

$$W_{t18} = W_{18} \cdot \left[\frac{(1+g)^t - 1}{g} \right] \dots\dots\dots (3.14)$$

$$\text{*Faktor} = \left[\frac{(1+g)^t - 1}{g} \right] \dots\dots\dots (3.15)$$

$$g = \text{faktor pertumbuhan lalu lintas} / 100 \dots\dots\dots (3.16)$$

dengan :

W_{18} = kumulatif 18 Kips ESAL

D_D = faktor distribusi arah

D_L = faktor distribusi lajur,

W_{18} = lintas ekuivalen 18 Kips ESAL

G = angka pertumbuhan lalu-lintas

W_{t18} = kumulatif pengulangan 18 Kips ESAL

*Faktor = faktor pertumbuhan lalu-lintas

Jumlah beban sumbu ekuivalen 18 Kips ESAL menunjukkan jumlah beban untuk semua lajur dan kedua arah. Untuk perencanaan, jumlah beban ini harus didistribusikan menurut arah dan lajur rencana. Faktor distribusi arah biasanya 505 atau ditetapkan dengan cara lain, sedangkan faktor distribusi lajur dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Faktor Distribusi lajur (DL) Metode AASHTO 1986

Jumlah lajur untuk kedua arah	Persen W_{t18} (18 Kips ESAL) pada lajur rencana
(1)	(2)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
≥ 4	50 – 75

Sumber : AASHTO, 1986

3.4.2.3 Reliabilitas dan Simpangan Baku Keseluruhan

Reliabilitas adalah nilai probabilitas dari kemungkinan tingkat pelayanan dapat dipertahankan selama masa pelayanan, dipandang dari pemakai jalan yang merupakan nilai jaminan bahwa perkiraan beban lalu-lintas yang akan melintasi

jalan tersebut dapat terpenuhi. AASHTO memberikan tingkat reliabilitas seperti tercantum dalam tabel 3.10 berikut ini :

Tabel 3.10 tingkat Reliabilitas (R) metode AASHTO 1986

Fungsi jalan	Tingkat keandalan (R) %	
	Urban	Rural
Jalan tol	85 – 99.9	80 – 99.9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
lokal	50 -80	50 - 80

Sumber : AASHTO, 1986

Simpangan baku keseluruhan akibat dari perkiraan beban lalu-lintas dan kondisi perkerasan yang dianjurkan oleh AASHTO dapat dilihat dalam tabel 3.11 yang dicantumkan berdasarkan nilai tingkat reliabilitas pada tabel 3.10

Tabel 3.11 Simpangan Baku Normal (Zr)

Reliabilitas (R) (%)	Standard Normal Deviate (Zr)
50,0	0,0000
60,0	-0,2560
70,0	-0,5240
75,0	-0,5740
80,0	-0,8410
85,0	-1,0370
90,0	-1,2820
91,0	-1,3400
92,0	-1,4050
93,0	-1,4760
94,0	-1,5550
95,0	-1,6450
96,0	-1,7510
97,0	-1,8810
398,0	-2,0540
99,0	-2,3270
99,90	-3,0900
99,99	-3,7500

Sumber : AASHTO, 1986

Simpangan baku keseluruhan (S_o) akibat dari perkiraan beban lalu-lintas dan kombinasi perkerasan yang dianjurkan oleh AASHTO 1986 adalah antara 0.35 – 0.45

3.4.2.4 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi masa pelayanan jalan. Faktor perubahan kadar air pada tanah berbutir halus memungkinkan tanah tersebut akan mengalami pengembangan (*Swelling*) yang mengakibatkan kondisi daya dukung tanah dasar menurun. Besarnya pengembangan dapat diperkirakan dari nilai plastis tanah tersebut.

Pengaruh perubahan musim, perbedaan temperatur, kerusakan-kerusakan akibat lelahnya bahan, sifat material yang dipergunakan, dapat pula mempengaruhi umur pelayanan jalan. Berarti terdapat pengurangan nilai indeks permukaan jalan akibat kondisi lingkungan saja. Khusus untuk tanah dasar, hal ini dapat dikorelasikan dengan hasil penyelidikan tanah berupa boring, pemeriksaan laboratorium terhadap sifat-sifat tanah dari contoh tanah yang diperoleh pada waktu pemboran di sepanjang jalan tersebut.

Besarnya penurunan indeks permukaan akibat pengembangan (*Swell*) merupakan fungsi dari tingkat pengembangan (*Swell rate constant*), kemungkinan pengembangan (*swell probability*), dan besarnya potensi merembes ke atas (*potential vertical rise*) yang diberikan dalam bentuk persamaan 3.17 berikut ini :

$$IP_{swell} = 0,00335 \cdot V_r \cdot P_s (1 - e^{-\Phi t}) \dots\dots\dots (3.17)$$

dimana,

- IP swell = perubahan indeks permukaan akibat pengembangan tanah dasar
- V_r = besarnya potensi merembes ke atas, dinyatakan dalam inch
- P_s = probabilitas pengembangan, dinyatakan dalam persen
- Φ = tingkat pengembangan tetap
- t = jumlah tahun yang ditinjau, dihitung dari saat jalan tersebut dibuka untuk umum

3.4.2.5 Kriteria Kinerja Jalan

Kinerja jalan yang diharapkan dinyatakan dalam nilai indeks permukaan (IP) pada awal umur rencana (IPt).

Konsep yang digunakan AASHTO dalam menyatakan kekuatan dan kerataan suatu permukaan jalan adalah berdasarkan kerusakan yang terjadi pada ruas jalan, sehingga tingkat pelayanan jalan menurun. Angka yang menyatakan tingkat kekuatan dan kerataan permukaan jalan selanjutnya disebut Nilai Indeks Permukaan (*Present Serviceability Index /PSI*).

Jalan yang baru dibuka untuk melayani beban lalu-lintas, biasanya mempunyai tingkat pelayanan tinggi. Lambat laun kondisi permukaan jalan akan menurun akibat beban lalu-lintas berulang yang harus diterima lapis permukaan jalan. Pengaruh lingkungan yang kurang baik, akan mempercepat penurunan tersebut.

PSI yang diberikan AASHTO 1986 berkisar antara 0 – 5, yang ditentukan oleh jenis lapis permukaan dan kelas jalan. Pada jalan yang baru dibuka untuk lalu-lintas, $I_{Po} = 4,2$, dalam waktu tertentu $I_{Pt} = 4,2$ tersebut akan mengalami penurunan sampai mencapai Indeks permukaan terminal (IPt) 2,5 atau 2.

3.4.2.6 Resilient Modulus Tanah Dasar (Mr)

Kekuatan daya dukung tanah pada suatu ruas jalan tidak tersebar secara merata sepanjang jalan, sehingga diperlukan suatu penyeragaman. Nilai daya dukung tanah ditetapkan berdasarkan nomogram korelasi terhadap berbagai cara pengujian, seperti : CBR “ *R – Value*” dan *Group Indeks*. Untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah dengan menggunakan nomogram, masing-masing cara langsung dikorelasikan pada skala yang menyatakan nilainya.

Penentuan ukuran elastisitas untuk tanah dasar dinyatakan dengan *Resilient Modulus* tanah Dasar (Mr) yang dapat diperoleh dari pemeriksaan AASHTO T.274 atau korelasi dengan nilai CBR dengan persamaan 3.18 berikut ini.

$$Mr = 1500 \cdot CBR (Psi) \dots\dots\dots (3.18)$$

Pemeriksaan Mr sebaiknya dilakukan selama 1 tahun penuh, sehingga dapat diperoleh besarnya Mr sepanjang musim dalam 1 tahun. Besarnya kerusakan relatif dari setiap kondisi tanah dasar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.19 berikut ini.

$$U = 1,18 \cdot 10^8 \cdot Mr^{-2,32} \dots\dots\dots (3.19)$$

Dengan :

U = kerusakan relatif, dan

Mr = *resilient modulus*, dinyatakan dalam Psi.

Resilient modulus efektif untuk tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan tebal lapis keras lentur adalah harga korelasi yang diperoleh dari kerusakan relatif rerata.

3.4.2.7 Faktor Drainase

Sistem drainase jalan sangat mempengaruhi kinerja jalan, termasuk tingkat kecepatan pengeringan air yang jatuh atau terdapat pada struktur lapis keras bersama beban lalu-lintas dan kondisi permukaan jalan.

AASHTO 1986 membagi kualitas drainase menjadi lima tingkat seperti yang tercantum dalam tabel 3.12 berikut ini.

Tabel 3.12 Kualitas drainase jalan metode AASHTO 1986

Kualitas drainase	Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan air
Baik sekali	2 jam
Baik	1 hari
Cukup	1 minggu
Buruk	1 bulan
Buruk sekali	air tidak mungkin kering

Sumber : AASHTO, 1986

Berdasarkan kualitas drainase pada lokasi jalan tersebut dapat ditentukan koefisien drainase (m) dari lapis keras lentur. AASHTO 1986 memberikan daftar koefisien drainase seperti yang terdapat dalam tabel 3.13 berikut ini.

Tabel 3.13 Koefisien drainase (m) metode AASHTO 1986

Kualitas drainase	Persen waktu dalam keadaan lembab jenuh			
	< 1	1 – 5	5 – 25	> 25
Baik sekali	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Baik	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.20 – 1.00	1.00
Cukup	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Buruk	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Buruk sekali	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Sumber : AASHTO, 1986

3.4.2.8 Penentuan *Structural Number (SN)*

Structural Number (SN) disebut juga sebagai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) yang merupakan suatu besaran untuk penentuan tebal lapis keras lentur.

SN dipengaruhi oleh kekuatan bahan penyusun (a), untuk bahan perkerasan dengan aspal, nilainya ditetapkan dengan *Marshall Stability*, bahan perkerasan dengan semen atau kapur ditetapkan dengan *Triaxial test* (kuat tekan) dan lapis pondasi ditetapkan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Besarnya nilai koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan dapat dilihat pada tabel 3.14 berikut ini.

Tabel 3.14 Koefisien kekuatan relatif bahan AASHTO 1986

Layer	Pavement Component		Coefficient
(1)	(2)		(3)
Surface Course	Road Mix (Low Stability)		0,20
	Plant Mix (High Stability)		0,44
	Sand Asphalt		0,40
Base Course	Sand Gravels		0,07
	Crushed Stone		0,14
	Cement Treated (no. Soil Cement), Compressive Strenght @ 7 Day	650 Psi or more (4,48 Mpa)	0,23
		400 to 650 Psi (2,76 - 4,48 MPa)	0,20
		400 Psi or less (0,76 Mpa)	0,15
	Bituminious treated	Coarse Graded	0,34
		Sand Asphalt	0,30
Lime Treated		0,16-0,30	
Sub Base Course	Sand Gravel		0,05-0,10
	Sand or Sandy Clay		

Sumber : AASHTO, 1986

Selain nilai kekuatan relatif bahan yang disebutkan diatas, AASHTO 1986 memberikan nomogram untuk menentukan nilai koefisien kekuatan relatif bahan lapis keras. Nilai yang diperoleh dengan menggunakan nomogram tersebut, mendekati sama dengan nilai dari hasil penelitian yang dilakukan AASHTO seperti yang terdapat dalam tabel 3.14 tersebut.

Koefisien kekuatan relatif bahan pondasi atas/*Granular base layer* (a_2), dapat ditentukan selain dengan uji laboratorium dapat juga digunakan persamaan 3.20 berikut ini.

$$a_2 = 0,249 \cdot \text{Log}_{EBS} - 0,977 \dots\dots\dots (3.20)$$

Dengan :

a_2 = koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas, dan

EBS = modulus elastis/*resilient modulus* lapis pondasi atas.

Koefisien kekuatan relatif bahan lapis pondasi bawah/ *Granular Sub Base Layer* (a_3), dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.21 berikut ini.

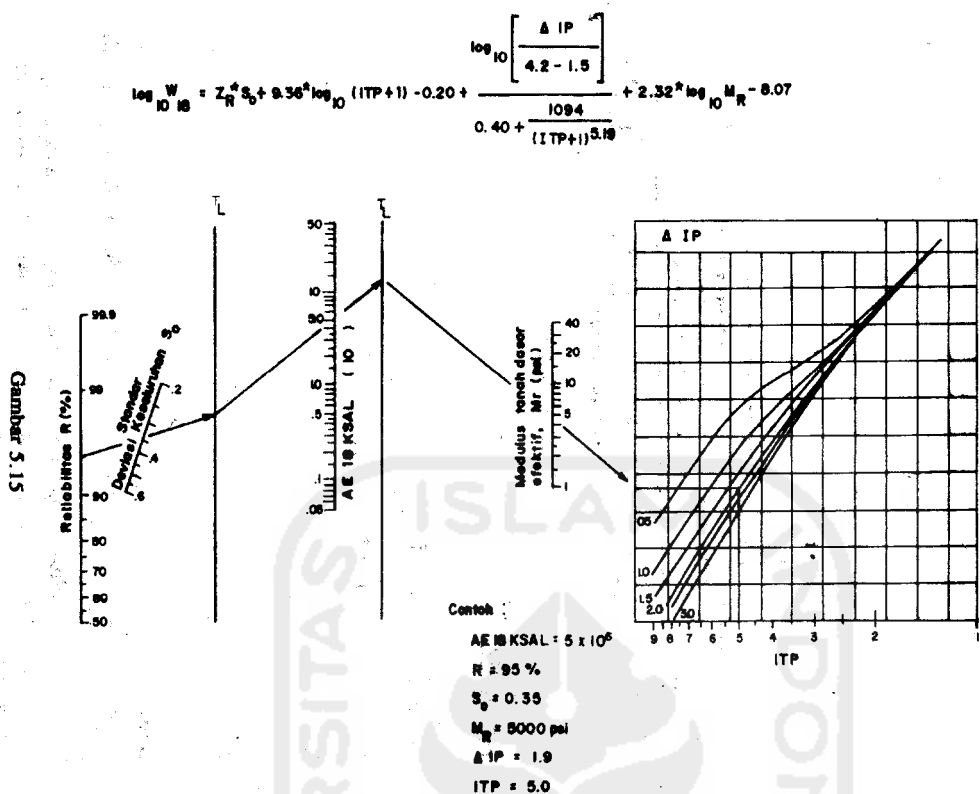
$$a_3 = 0,227 \cdot \text{Log}_{ESB} - 0,839 \dots\dots\dots (3.21)$$

Dengan :

a_3 = koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah, dan

ESB = modulus elastis/*resilient modulus* lapis pondasi bawah

Penentuan SN untuk tahap pertama dalam perencanaan tebal lapis keras lentur jalan adalah dengan mempergunakan nomogram seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2. Nomogram untuk menentukan nilai SN

3.4.2.9 Batas Minimum Tebal lapis Keras

AASHTO 1986 memberikan batas-batas minimum tebal lapis keras lentur seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.15 berikut ini.

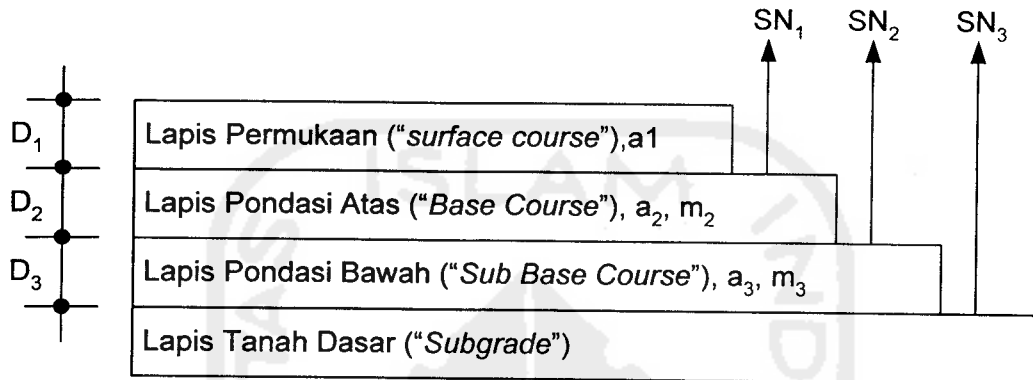
Tabel 3.15 Batas-batas minimum tebal lapis perkerasan lentur metode AASHTO 1986

Traffic (ESAL)	Asphalt Concrete	Agregat Base
1	2	3
< 0,000	1,0 " (Or Surface treatment)	4"
50,000 - 150,000	2,0"	4"
150,000 - 500,000	2,5"	4"
500,000 - 2,000,000	3,0"	6"
2,000,000 - 7,000,000	3,5"	6"
>7,000,000	4,0"	6"

Sumber : AASHTO, 1986

3.4.10 Pemilihan Jenis Lapisan Lapis Keras

Pemilihan jenis lapisan lapis keras yang akan digunakan adalah dengan menentukan besarnya koefisien relatif dan *modulus resilient* dari lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah yang akan digunakan seperti dalam gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3. Struktur lapis keras lentur metode AASHTO 1986

Sumber : AASHTO, 1986

Penentuan tebal lapisan lapis keras lentur adalah dengan menggunakan Persamaan 3.22 sampai 3.26 berikut ini :

$$D_1 \geq SN_1/a_1 \dots\dots\dots 3.22)$$

$$SN_1^* + a_1.D_1^* \geq SN_1 \dots\dots\dots 3.23)$$

$$D_2^* \geq (SN_2 - SN_1^*)/(a_2.m_2) \dots\dots\dots 3.24)$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2 \dots\dots\dots 3.25)$$

$$D_3^* \geq [SN_1^* - (SN_1^* + SN_2^*)]/(a_3.m_3) \dots\dots\dots 3.26)$$

dengan :

a = koefisien kekuatan relatif bahan masing-masing lapisan

D = tebal masing-masing lapisan

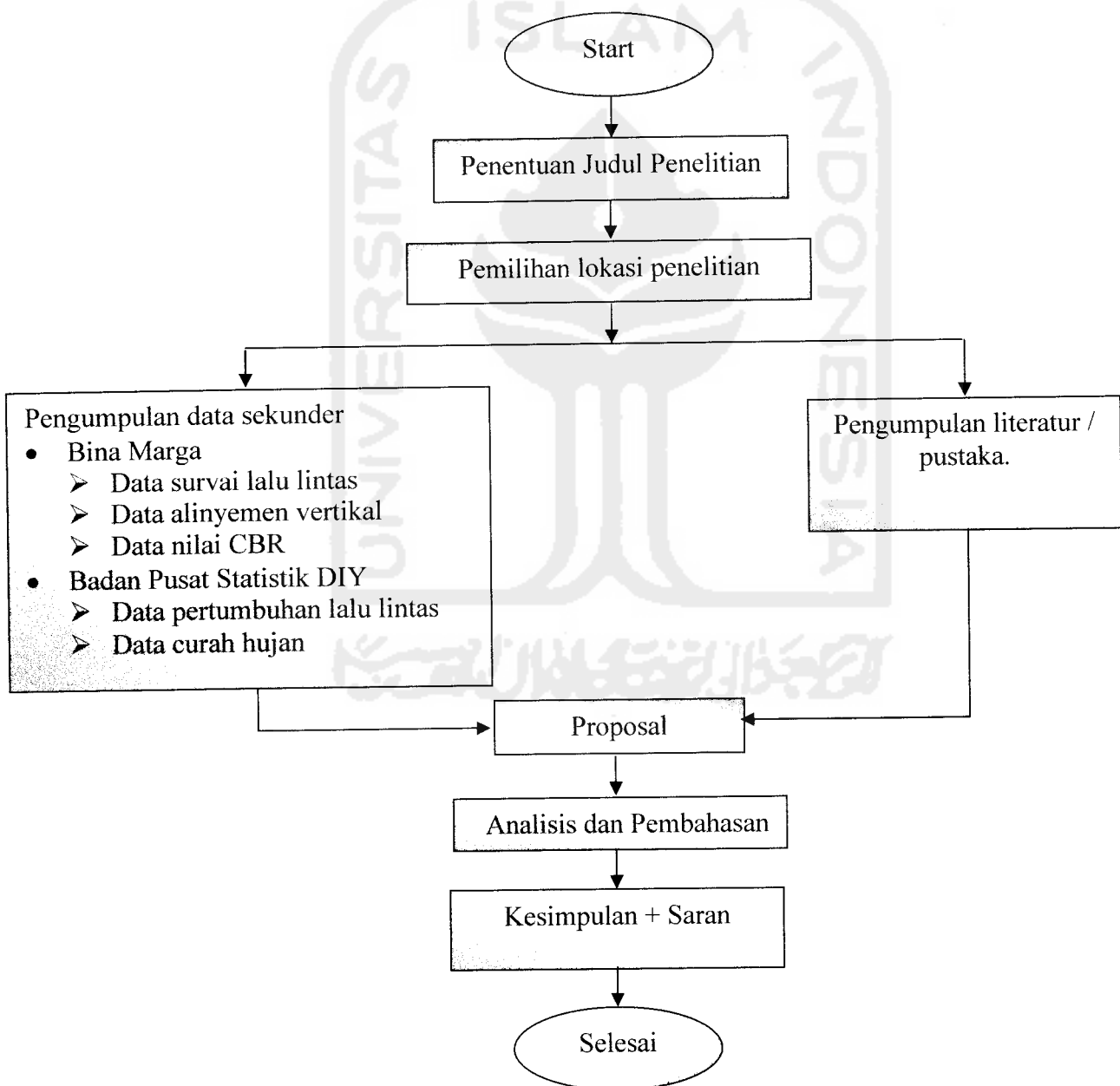
m = koefisien drainase masing-masing lapisan, dan

D^* dan SN^* = nilai yang sebenarnya digunakan dapat sama atau lebih besar dari nilai yang diperlukan.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisis data-data sekunder yang telah diperoleh dari berbagai sumber. Tata langkah penelitian yang dilakukan seperti ditunjukkan dalam tabel 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Proyek Peningkatan Jalan Pandean – Playen sebagai penghubung Kota Wonosari Kabupaten Gunung Kidul dengan Kota Bantul. Sumber – sumber informasi yang digunakan sebagai data pendukung di peroleh dari berbagai kajian pustaka, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait. Data – data yang diperoleh di analisis dan di kaji lebih dalam untuk mendapatkan kesimpulan awal.

4.3 Metode Pengumpulan Data

Data – data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini berupa data sekunder yaitu data perencanaan yang penyusun peroleh dari Departemen Pekerjaan Umum Daerah Istimewa Yogyakarta Sub Dinas Bina Marga yaitu berupa data lapangan, data survai pencacahan lalu lintas, dan berupa data – data perencanaan. Kemudian untuk data sekunder yang lain penyusun kumpulkan dari Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta berupa data curah hujan dan data jumlah kendaraan bermotor di Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.4 Pembagian Segmen Jalan

Pembagian segmen jalan perlu dilakukan untuk mempermudah perencanaan, terutama pada pelaksanaan penambahan lapis keras untuk jalan – jalan yang panjang.

4.5. Pelaksanaan Survai dan pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data – data yang dibutuhkan dalam perencanaan jalan Pandeyan – Playen, maka ada beberapa survai dan pengujian yang dilakukan. Survai dan pengujian dilakukan dalam rentang waktu antara tanggal 29 Juli sampai 29 Desember 2003. Survai dilakukan oleh PT. Barunadri Engineering Consultant selaku Konsultan Perencana. Beberapa survai dan pengujian yang dilakukan antara lain :

1. Survai geometri jalan

Survai geometri jalan dilakukan untuk mengetahui data geometri jalan lama, termasuk didalamnya lebar jalan, kelandaian jalan, dan kondisi perkerasan jalan lama. Data elevasi jalan hasil survai disajikan dalam tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data elevasi jalan

STA	Elevasi
0	46.84
900	44.80
1200	44.86
1370	45.53
1430	45.53
1600	43.96
1800	45.00
2050	58.27
2150	54.59
2225	57.00
2300	53.65
2400	51.56
2400	51.56
2600	49.24
2775	48.91
2800	50.49

Sumber : Bina Marga, 2003

2. Survai pencacahan lalu lintas

Survai pencacahan lalu lintas dilakukan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melewati jalan Pandean – Playen. Hasil survai disajikan dalam tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 hasil survai kendaraan bermotor Jalan Pandean – Playen, 2003

No.	Jenis kendaraan	Jumlah kendaraan
1	Sepeda motor	6495
2	Mobil penumpang	871
3	Minibus / sejenis	907
4	Pick up, mobil hantaran	517
5	Bus	462
6	Truk 2 as sedang	435
7	Truk 2 as berat	291
8	Truk 3 as berat (tronton)	27
9	Truk semi trailer	-
10	Truk gandeng	8

Sumber : Perencanaan Teknis Jalan Pandean – Playen, 2003

3. Pengujian nilai CBR tanah dasar dengan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

Untuk mengetahui sifat tanah dasar sepanjang ruas jalan maka dilakukan pengujian, terutama di ambil lokasi yang kondisi existingnya belum ada perkerasannya. Hasil pengujian nilai CBR ini adalah berupa data sekunder dari Bina Marga (2003) disajikan dalam tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3. Rekapitulasi nilai CBR

Lokasi		Nilai CBR (%)
STA	Ka/Ki	
0 + 100	Ki	9.00
0 + 200	Ka	9.50
0 + 300	Ki	9.00
0 + 400	Ka	9.00
0 + 500	Ki	8.00
0 + 600	Ka	7.50
0 + 700	Ki	7.00
0 + 800	Ka	7.00
0 + 900	Ki	6.00
1 + 000	Ka	6.00
1 + 100	Ki	7.00

Lanjutan tabel 4.3

1 + 300	Ki	8.00
1 + 400	Ka	7.50
1 + 500	Ki	8.00
1 + 600	Ka	8.00
1 + 700	Ki	8.00
1 + 800	Ka	8.00
1 + 900	Ki	8.00
2 + 000	Ka	6.00
2 + 100	Ki	6.00
2 + 200	Ka	7.00
2 + 300	Ki	7.00
2 + 400	Ka	6.00
2 + 500	Ki	7.00
2 + 600	Ka	7.00
2 + 700	Ki	7.00
2 + 800	Ka	6.50

Sumber : Perencanaan Teknis Jalan Pandean – Playen, 2003

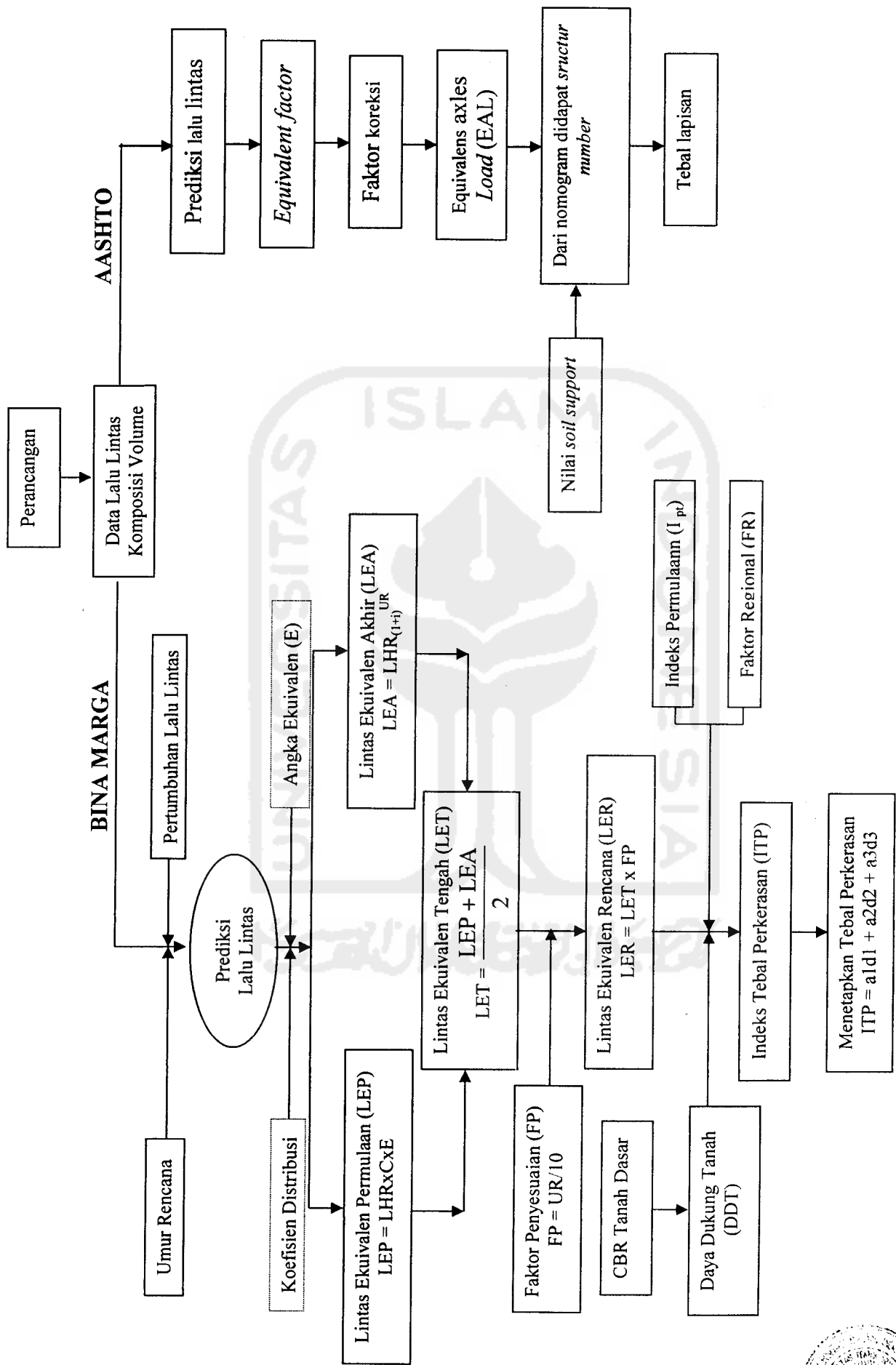
Catatan :

STA = Stationing

Ki = Kiri

Ka = Kanan

CBR = *California Bearing Ratio*



Gambar 4.2 Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Lentur

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Hitungan tebal perkerasan dengan metode Analisa Komponen

1. Hitungan pertumbuhan lalu lintas

Menurut Prijambodo, 1999, besarnya angka pertumbuhan lalu lintas (i) dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$i_1 = \frac{\Sigma \text{ kend. th (n) - } \Sigma \text{ kend. th (n - 1)}}{\Sigma \text{ kend. th (n - 1)}} \times 100\% \dots\dots\dots (5.1)$$

$$i_2 = \frac{\Sigma \text{ kend. th (n') - } \Sigma \text{ kend. th (n' - 1)}}{\Sigma \text{ kend. th (n' - 1)}} \times 100\% \dots\dots\dots (5.2)$$

$$i = \frac{i_1 + i_2}{2} \dots\dots\dots (5.3)$$

Besarnya jumlah kendaraan di Yogyakarta dalam 3 tahun berturut – turut didapat dari Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta. Data tersebut disajikan dalam tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Jumlah Kendaraan di Daerah Istimewa Yogyakarta dalam 3 tahun berturut - turut

No.	Jenis Kendaraan	Tahun		
		2000	2001	2002
1	Sedan	19.996	21.059	9
2	Jeep	7.924	8.801	39.424
3	Station Wangon	36.407	37.459	39.424
4	Truck barang	8.784	9.091	9.584
5	Truck kontainer	26	26	22
6	Truck derek	3	4	-
7	Truck tank BBM / Air	92	93	174
8	Truck pemadam api	19	456	11
9	Truck traktor	36	39	38
10	Mobil biasa	1.494	1.506	1.561
11	Bus casis panjang		399	531
12	Minibus / microbus	4.257	4.686	5.305
Jumlah		79.038	83.619	96.083

Sumber : Badan Pusat Statistik DIY

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan 5.1, 5.2, dan 5.3, besarnya pertumbuhan lalu lintas dari tahun 2000 sampai 2002 adalah sebagai berikut.

$$i_1 = \frac{96.083 - 83.619}{83.619} \times 100\% \\ = 14,91 \%$$

$$i_2 = \frac{83.619 - 79.038}{79.038} \times 100\% \\ = 5,8 \%$$

$$i = \frac{14,91 + 5,8}{2} \\ = 10,36 \%$$

2. Perhitungan angka ekivalen

Dengan mengetahui konfigurasi sumbu kendaraan dan berat kendaraan hasil survai (dalam lampiran 2), maka dengan menggunakan persamaan 3.1 dan 3.2, besarnya angka ekivalen (E) tiap jenis kendaraan hasil survai seperti ditunjukkan dalam tabel 5.2 berikut. Hitungan angka ekivalen untuk tiap jenis kendaraan dapat dilihat dalam lampiran 9.

Contoh Hitungan angka ekivalen untuk sumbu tunggal dan sumbu ganda untuk kendaraan truk berat 3 as (tronton) adalah sebagai berikut.

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{6000}{8160} \right]^4 = 0,29231$$

$$\text{Sumbu belakang ganda} = 0,086 \cdot \left[\frac{14000}{8160} \right]^4 = 0,745161$$

Tabel 5.2. Besarnya angka ekivalen (E) tiap jenis kendaraan

No.	Jenis kendaraan	Berat (ton)	Sumbu (ton)		Angka ekivalen		
			depan	belakang	depan	belakang	jumlah
1	Mobil penumpang	2	1	1	0,000226	0,000226	0,0005
2	Minibus / sejenis	2	1	1	0,000226	0,000226	0,0005

Lanjutan tabel 5.2

3	Pick up, mobil hantaran	2	1	1	0,000226	0,000226	0,0005
4	Bus	8	3	5	0,018269	0,140968	0,1592
5	Truk sedang 2 as	8	3	5	0,018269	0,140968	0,1592
6	Truk berat 2 as	13	5	8	0,140968	0,923845	1,0648
7	Truk berat 3 as (tronton)	20	6	14	0,29231	0,745161	1,0375
8	Truk semi trailer	26	5	8+14	0,140968	1,669006	1,8100
9	Truk gandeng	23	5	8+5+5	0,140968	1,205781	1,3467

Digubah dari : Perencanaan Teknis Jalan Pandean – Playen, 2003

3. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Besarnya koefisien distribusi kendaraan (C) tergantung dari jumlah lajur yang digunakan. Pada pekerjaan ini jumlah lajur yang digunakan adalah 2 lajur 2 arah, maka besarnya koefisien distribusi berdasarkan tabel 3.3 untuk kendaraan ringan dan berat adalah sebesar 0,5.

4. Prediksi lalu lintas

Perhitungan LHR pada awal permulaan (LHR_0)

Besarnya LHR pada awal permulaan (LHR_0) dihitung dengan persamaan 5.4 berikut.

$$LHR_n = LHR_0 (1 + i)^n \dots\dots\dots (5.4)$$

Dengan :

n = masa pelaksanaan, dalam hal ini pelaksanaan yang dilakukan selama 2 tahun

i = pertumbuhan lalu lintas

Hasil perhitungan LHR pada awal permulaan (LHR_0) disajikan dalam tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Hitungan LHR pada awal permulaan (LHR_0)

No.	Gol	Kendaraan	LHR tahun 2003	LHR_0 tahun 2005
1	2	Mobil Penumpang	871	1061
2	3	Minibus dan sejenis	907	1105
3	4	Pick up, mobil hantaran dsb.	517	630

Lanjutan tabel 5.3

4	5	Bus	462	563
5	6a	Truck 2 as sedang	435	530
6	6b	Truck 2 as berat	291	354
7	7a	Truck 3 as (tronton)	27	33
8	7b	Truck semi trailer	-	-
9	7c	Truck gandengan	8	10

Digubah dari : Perencanaan Teknis Jalan Pandean – Playen, 2003

Perhitungan LHR pada akhir umur rencana (LHR_n)

Besarnya LHR pada akhir umur rencana (LHR_n) dapat dihitung dengan persamaan 5.5 berikut.

$$LHR_n = LHR_0 (1 + i)^n \dots\dots\dots (5.4)$$

Dengan :

n = akhir umur rencana jalan tersebut, dalam hal ini umur jalan direncanakan selama 10 tahun

i = pertumbuhan lalu lintas

Hasil perhitungan LHR pada akhir umur rencana (LHR_{10}) disajikan dalam tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Hitungan LHR pada akhir umur rencana

No.	Gol	Kendaraan	LHR_0	LHR_{10}
1	2	Mobil Penumpang	1061	2843
2	3	Minibus dan sejenis	1105	2961
3	4	Pick up, mobil hantaran dsb.	630	1688
4	5	Bus	563	1509
5	6a	Truck 2 as sedang	530	1420
6	6b	Truck 2 as berat	354	949
7	7a	Truck 3 as (tronton)	33	88
8	7b	Truck semi trailer	-	-
9	7c	Truck gandengan	10	27

5. Hitungan lintas ekuivalen permulaan (LEP)

Dengan menggunakan persamaan 3.4 besarnya LEP dapat diketahui, selanjutnya hitungan LEP tersebut seperti disajikan dalam tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Hitungan lintas ekuivalen permulaan (LEP)

No.	Gol	Kendaraan	LHR ₀	C	E	LEP
1	2	Mobil Penumpang	1061	0,5	0,0005	0,26525
2	3	Minibus dan sejenis	1105	0,5	0,0005	0,27625
3	4	Pick up, mobil hantaran dsb.	630	0,5	0,0005	0,1575
4	5	Bus	563	0,5	0,1592	44,8148
5	6a	Truck 2 as sedang	530	0,5	0,1592	42,188
6	6b	Truck 2 as berat	354	0,5	1,0648	188,4696
7	7a	Truck 3 as (tronton)	33	0,5	1,0375	17,11875
8	7b	Truck semi trailer	-	0,5	1,81	0
9	7c	Truck gandengan	10	0,5	1,3467	6,7335
Jumlah						300,0237

6. Hitungan lintas ekuivalen akhir (LEA)

Dengan menggunakan persamaan 3.5 besarnya LEA dapat diketahui, selanjutnya hitungan LEA tersebut seperti disajikan dalam tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Hitungan lintas ekuivalen akhir (LEA)

No.	Gol	Kendaraan	LHR ₁₀	C	E	LEA
1	2	Mobil Penumpang	2843	0,5	0,0005	0,071
2	3	Minibus dan sejenis	2961	0,5	0,0005	0,74025
3	4	Pick up, mobil hantaran dsb.	1688	0,5	0,0005	0,422
4	5	Bus	1509	0,5	0,1592	120,1164
5	6a	Truck 2 as sedang	1420	0,5	0,1592	113,032
6	6b	Truck 2 as berat	949	0,5	1,0648	505,2476
7	7a	Truck 3 as (tronton)	88	0,5	1,0375	45,65
8	7b	Truck semi trailer		0,5	1,81	0
9	7c	Truck gandengan	27	0,5	1,3467	18,18045
Jumlah						803,4597

7. Hitungan lintas ekuivalen tengah (LET)

dengan menggunakan persamaan 3.5 beserta lintas ekuivalen tengah bisa ditentukan. Besarnya lintas ekuivalen tengah (LET) adalah :

$$LET = \frac{300,0237 + 803,4597}{2}$$

$$= 551,7417$$

8. Faktor Penyesuaian (FP)

Besarnya faktor penyesuaian (FP), dihitung dengan persamaan 5.5 berikut.

$$FP = \frac{UR}{10} \dots\dots\dots (5.5)$$

Dengan UR adalah umur rencana, sehingga jika nilai UR adalah 10

$$\text{tahun, maka besarnya } FP = \frac{10}{10} = 1$$

9. Lintas ekuivalen rencana (LER)

Besarnya nilai LER dihitung dengan persamaan 3.7. Sehingga dengan variabel – variabel yang telah diketahui maka besarnya lintas ekuivalen rencana (LER) adalah sebagai berikut.

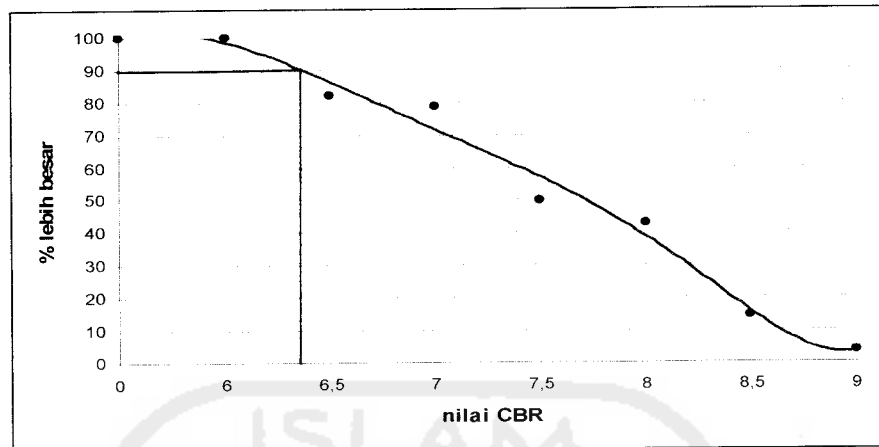
$$\begin{aligned} LER &= 551,7417 \times 1 \\ &= 551,7417 \end{aligned}$$

10. Hitungan Daya Dukung Tanah (DDT)

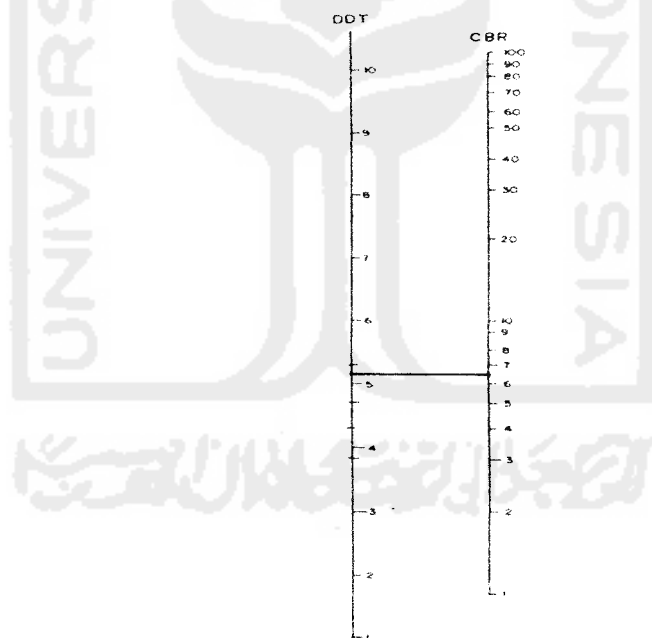
Sebelum kita mengetahui besarnya nilai daya dukung tanah (DDT), maka harus diketahui nilai CBR segmen (dari STA 0+000 sampai STA 2+800) dengan data survai CBR tanah (tabel 4.3). Dengan cara grafis maka besarnya CBR segmen tanah seperti diuraikan dalam langkah berikut.

Tabel 5.7 Besar nilai CBR yang sama atau lebih besar

Nilai CBR	% yang sama atau lebih besar (%)
6,0	100,00
6,5	82,14
7,0	78,57
7,5	50,00
8,0	42,86
9,0	14,29
9,5	3,57



Gambar 5.1 Grafik penentuan nilai CBR segmen dari grafik tersebut diketahui bahwa besarnya nilai CBR segmen adalah 6,4%.



Gambar 5.2 Grafik korelasi antara nilai CBR dan DDT

Dari grafik korelasi tersebut didapat daya dukung tanah sebesar 5,1.

11. Besarnya indeks permulaan (IPT)

Dengan klasifikasi jalan berupa jalan kolektor, nilai LER sebesar 551,7417, maka mengacu pada tabel 3.4 didapatkan nilai Ipt sebesar 2,0.

12. Penentuan faktor regional (FR)

Besarnya nilai faktor regional seperti ditunjukkan dalam tabel 3.6 berikut.

a. Hitungan curah hujan

Besarnya curah hujan yang digunakan dalam hitungan adalah jumlah hujan rerata dari dua tahun yang berurutan. Data curah hujan tersebut diambil dari Badan Pusat Statistik DIY, dan tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 5.8 Besarya curah hujan dalam dua tahun yang berurutan

No.	Bulan	Curah hujan (mm/th)	
		2001	2002
1	Januari	492,70	530,40
2	Februari	271,40	456,20
3	Maret	465,90	465,60
4	April	335,20	119,90
5	Mei	46,20	97,10
6	Juni	82,80	-
7	Juli	30,00	-
8	Agustus	-	1,10
9	September	2,30	-
10	Oktober	212,30	1,50
11	Nopember	200,90	262,30
12	Desember	190,80	235,80

Sumber : Badan Pusat Statistik DIY, 2002, 2003

Sehingga besarnya curah hujan rerata yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut.

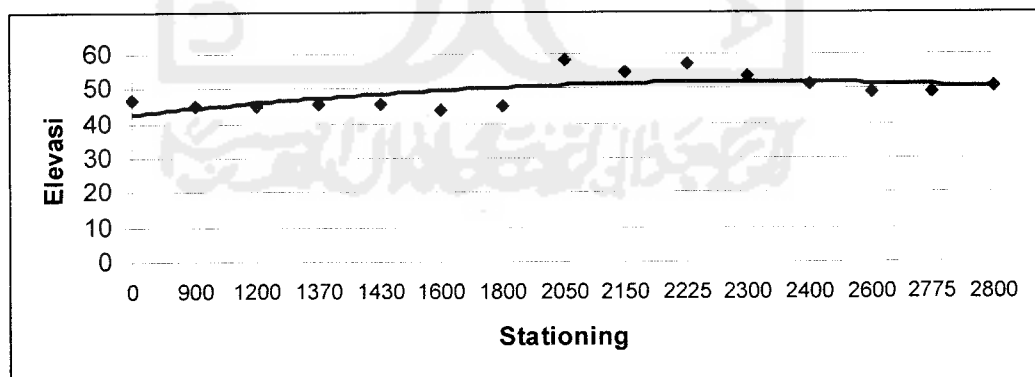
Tabel 5.9 Besar curah hujan rerata

No.	Bulan	Tahun		Curah hujan Rerata (mm/th)
		2001	2002	
1	Januari	492,70	530,40	511,55
2	Februari	271,40	456,20	363,80
3	Maret	465,90	465,60	465,75
4	April	335,20	119,90	227,55
5	Mei	46,20	97,10	71,65
6	Juni	82,80	-	41,40
7	Juli	30,00	-	15,00
8	Agustus	-	1,10	0,55
9	September	2,30	-	1,15
10	Oktober	212,30	1,50	106,90
11	Nopember	200,90	262,30	231,60
12	Desember	190,80	235,80	213,30
Jumlah				2250,2

Sumber : Badan Pusat Statistik DIY, 2002, 2003

b. Hitungan kelandaian jalan

Perhitungan persentase kelandaian jalan didapat dari data survai kelandaian jalan (tabel 4.1) dan disajikan secara grafis dalam gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Kelandaian Jalan

Dari data tersebut diketahui bahwa kelandaian jalan ada pada kisaran < 6%. (lampiran 7)

c. Persen kendaraan berat

Persen kendaraan berat didasarkan pada survai lalu lintas tabel 4.2, kendaraan berat adalah kendaraan dengan berat lebih besar atau sama dengan 5 ton. Dengan mengacu pada berat kendaraan (tabel 5.2) hitungan persentase kendaraan berat adalah sebagai berikut.

$$= \frac{462 + 435 + 291 + 27 + 8}{6495 + 871 + 907 + 517 + 462 + 435 + 291 + 27 + 8} \times 100\%$$

$$= \frac{1.223}{10.013} \times 100\% = 10,214\%$$

Dengan mengacu pada tabel 3.6, maka besarnya nilai faktor regional (FR) adalah sebesar 1,5.

13. Data Komponen Lapis keras

Data komponen lapis keras yang digunakan dalam analisis dengan Metode Bina Marga dapat diuraikan sebagai berikut.

a. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan dibuat dalam dua lapis yaitu lapis dengan material laston AC dan lapis dengan material ATB. Diasumsikan totaltebal lapis permukaan adalah 8 cm, maka uraian lapis permukaan adalah sebagai berikut.

1). Material Laston AC (tabel 3.7)

- a). Koefisien kekuatan relatif bahan (a_{AC}) = 0,4
 b). Tebal lapisan (D_{AC}) = 3 cm

2). Material Laston ATB

- a). Koefisien kekuatan relatif bahan (a_{ATB}) = 0,35
 b). Tebal lapisan (D_{ATB}) = 5 cm

3). Lapis Laston AC dan ATB dijadikan satu lapis dengan penjabaran sebagai berikut.

	AC ($a_{AC} = 0.4, D_{AC} = 3 \text{ cm}$)	
ITP	ATB ($a_{ATB} = 0.35, D_{ATB} = 5 \text{ cm}$)	$a_1 \cdot D_1 \cdot ITP_1$

Gambar 5.4 Lapis AC dan ATB yang dijadikan satu lapis

$$\begin{aligned} \text{ITP} &= a_{AC} \cdot D_{AC} + a_{ATB} \cdot D_{ATB} & \text{ITP1} &= a_1 \cdot D_1 \\ \text{ITP} &= \text{ITP1, maka } a_{AC} \cdot D_{AC} + a_{ATB} \cdot D_{ATB} & &= a_1 \cdot D_1 \\ a_1 &= (a_{AC} \cdot D_{AC} + a_{ATB} \cdot D_{ATB}) / D_1 \\ &= (0,4 \cdot 3 + 0,35 \cdot 5) / (3 + 5) & &= 0,369 \approx 0,37 \end{aligned}$$

b. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

- 1). Material Agregat Kelas A
- 2). Koefisien kekuatan relatif (a_2) (tabel 3.7) = 0,14

c. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

- 1). Material Agregat Kelas B
- 2). Koefisien kekuatan relatif (a_3) (tabel 3.7) = 0,13

14. Analisa Tebal Komponen

Analisa tebal komponen lapis keras lentur untuk tahun 2005 dilakukan sebagai berikut.

a. Lapis Permukaan (*Surface course*)

- 1). Berdasarkan langkah sebelumnya, didapatkan data-data perencanaan sebagai berikut.

- a). Material Laston (AC, ATB).
- b). Koefisien kekuatan relatif bahan (a_1) sebesar 0,37

2). Data pendukung

- a). LER = 551,7417
- b). CBR yang digunakan adalah CBR "*Base Course*" 100% dari lampiran 6 didapat DDT sebesar 10,2.
- c). FR sebesar 1,5
- d). IPT = 2,0 (tabel 3.5)
- e). IPO \geq 4 (tabel 3.4)

3). Penentuan Tebal Komponen

Berdasarkan nomogram penentuan tebal lapis keras lentur Bina Marga pada Lampiran 6 diperoleh $ITP_{\text{terpakai}} = 4,0$

$$ITP_{\text{terpakai}} = a_1 \cdot D_1 \text{ Terpakai}$$

$$D_1 \text{ Terpakai} = ITP_{\text{terpakai}} / a_1$$

$$= 4,0 / 0,37 = 10,81 \approx 11 \text{ cm}$$

(memenuhi syarat tabel 3.8 = 5 cm)

b. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

1). Berdasarkan langkah sebelumnya telah didapat data perencanaan sebagai berikut.

a). Material Agregat Kelas A

b). koefisien kekuatan relatif bahan (a_2) sebesar 0,14

2). Data pendukung sama dengan penentuan tebal lapis permukaan, kecuali CBR yang digunakan adalah CBR *Sub Base Course* sebesar 80%. Dari lampiran 6 nilai DDT yang dihasilkan sebesar 9,9.

3). Penentuan Tebal Komponen

Berdasarkan nomogram penentuan tebal lapis keras lentur Bina Marga pada Lampiran 6 diperoleh $ITP_{\text{terpakai}} = 4,4$

$$ITP_{\text{terpakai}} = a_1 \cdot D_1 \text{ Terpakai} + a_2 \cdot D_2 \text{ Terpakai}$$

$$D_2 \text{ Terpakai} = (ITP_{\text{terpakai}} - a_1 \cdot D_1 \text{ Terpakai}) / a_2$$

$$= (4,4 - 0,37 \cdot 11) / 0,14$$

$$= 2,36 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

(memenuhi syarat tabel 3.8 = 20 cm)

c. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

1). Berdasarkan langkah sebelumnya telah didapat data perencanaan sebagai berikut.

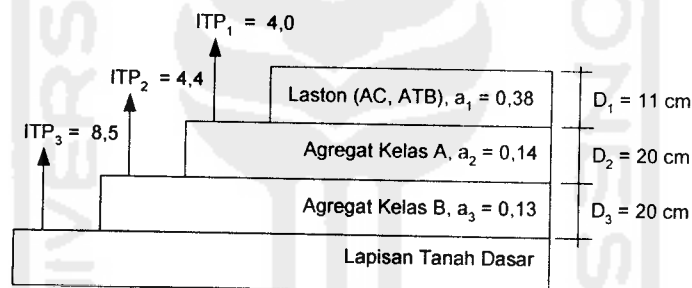
a). Material Agregat Kelas B

b). koefisien kekuatan relatif bahan (a_3) sebesar 0,13

- 2). Data pendukung sama dengan penentuan tebal lapis permukaan, kecuali CBR yang digunakan adalah CBR Sub Base Course sebesar 6,4. Dari lampiran 6, nilai DDT yang dihasilkan sebesar 5,1
- 3). Penentuan Tebal Komponen

Berdasarkan nomogram penentuan tebal lapis keras lentur Bina Marga pada Lampiran 6 diperoleh $ITP_{\text{terpakai}} = 8,5$

$$\begin{aligned} ITP_{3 \text{ terpakai}} &= a_1 \cdot D_1 \text{ Terpakai} + a_2 \cdot D_2 \text{ Terpakai} + a_3 \cdot D_3 \text{ Terpakai} \\ D_{3 \text{ Terpakai}} &= (ITP_{3 \text{ terpakai}} - (a_1 \cdot D_1 \text{ Terpakai} + a_2 \cdot D_2 \text{ Terpakai})) / a_3 \\ &= (8,5 - 0,37 \cdot 11 - 0,14 \cdot 20) / 0,13 \\ &= 12,54 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm} \\ &\text{(memenuhi syarat tabel 3.8} = 20 \text{ cm)} \end{aligned}$$



Gambar 5.5. Susunan lapis keras hasil hitungan metode Bina Marga

5.2 Hitungan tebal perkerasan dengan menggunakan metode AASHTO

Analisa tebal lapis keras ruas jalan lingkaran Imogiri Kabupaten Bantul dengan menggunakan metode AASHTO 1986 dilakukan dengan tahap-tahap berikut ini.

5.2.1 Data perhitungan

Data perhitungan yang digunakan dalam analisis ini adalah seperti yang diuraikan berikut.

5.2.1.1 Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) dalam metode ini disebut *Average Daily Traffic* (ADT). Data ADT yang digunakan diperoleh dari hasil survei volume

beban lalu lintas maksimum yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Selanjutnya hasil survai tersebut seperti tersaji dalam tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10. Data I.HR/ADT Analisis dengan metode AASHTO 1986

Gol.	Jenis kendaraan	Tipe Sumbu	Berat (Ton)	Jumlah pada tahun 2005	Jumlah kendaraan/hari pada tahun 2014*)
1	Mobil penumpang	1,1	2	1061	2843
2	Minibus/sejenis	1,1	2	1105	2961
3	Pick up, mobil hantaran	1,1	2	630	1688
4	Bus	1,2	8	563	1509
5	Truk sedang 2 as	1,2 L	8	530	1420
6	Truk berat 2 as	1,2 H	13	354	949
7	Truk berat 3 as (tronton)	1,22	20	33	88
8	Truk semi trailer	1,2 - 2,2	27	-	-
9	Truk gandeng	1,2 + 2,2	28	10	27
Total "Average Daily Traffic"				4286	11485

*) Jumlah kendaraan dalam tiap tahunnya, dapat dilihat dalam lampiran 8

5.2.1.2 Data Pendukung

Data pendukung dalam analisis ini adalah sebagai berikut.

- a. Periode analisis : 10 tahun
- b. Pertumbuhan lalu lintas : 10.36 %.
- c. Klasifikasi jalan : Kolektor
- d. Fungsi jalan : Rural
- e. Asumsi awal
 - 1). SN = 3.0
 - 2). IPt = 2.0
 - 3). IPo = 4.2

5.2.1.3 Nilai TEF (*Traffic Equivalent Factor*)

TEF (*Traffic Equivalent Factor*) merupakan angka ekivalen beban sumbu kendaraan yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal sebesar 18.000 Lbs (18 Kips) dapat menyebabkan kerusakan sama atau penurunan indeks permukaan yang sama jika kendaraan melintas satu kali.

Berdasarkan lampiran 2 dan lampiran 3, nilai TEF untuk masing-masing golongan kendaraan ditentukan berikut ini.

1. Golongan kendaraan 1 (mobil penumpang)

Berat total golongan kendaraan 1 adalah 2 ton, dengan distribusi beban kendaraan 50% - 50% (lampiran 1). Penentuan TEF dilakukan sebagai berikut.

a. As depan tunggal = 2 ton . 50% = 1 ton = 2.247 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.000422

b. As belakang tunggal = 2 ton . 50% = 1 ton = 2.247 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.000422

Total TEF untuk kendaraan golongan 1 = 0.000422 + 0.000422 = 0.000845

2. Golongan kendaraan 2 (Minibus / sejenis)

Berat total golongan kendaraan 2 adalah 2 ton, dengan distribusi beban kendaraan 50% - 50% (lampiran 1). Penentuan TEF dilakukan sebagai berikut.

a. As depan tunggal = 2 ton . 50% = 1 ton = 2.247 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.000422

b. As belakang tunggal = 2 ton . 50% = 1 ton = 2.247 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.000422

Total TEF untuk kendaraan golongan 2 = 0.000422 + 0.000422 = 0.000845

3. Golongan kendaraan 3 (Pick up / mobil hantaran)

Berat total golongan kendaraan 3 adalah 2 ton, dengan distribusi beban kendaraan 50% - 50% (lampiran 1). Penentuan TEF dilakukan sebagai berikut.

a. As depan tunggal = 2 ton . 50% = 1 ton = 2.247 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.000422

b. As belakang tunggal = 2 ton . 50% = 1 ton = 2.247 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.000422

Total TEF untuk kendaraan golongan 3 = 0.000422 + 0.000422 = 0.000845

4. Golongan kendaraan 4 (Bus)

Berat total golongan kendaraan 4 adalah 8 ton, dengan distribusi beban kendaraan 34% - 66% (lampiran 1). Penentuan TEF dilakukan sebagai berikut.

a. As depan tunggal = 8 ton . 34% = 2.72 ton = 6.112 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.01168

b. As belakang tunggal = 8 ton . 66% = 5.28 ton = 11.8652 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.18326

Total TEF untuk kendaraan golongan 4 = 0.01168 + 0.18326 = 0.19494

5. Golongan kendaraan 5 (Truk sedang 2 as)

Berat total golongan kendaraan 5 adalah 8 ton, dengan distribusi beban kendaraan 34% - 66% (lampiran 1). Penentuan TEF dilakukan sebagai berikut.

a. As depan tunggal = 8 ton . 34% = 2.72 ton = 6.112 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.01168

b. As belakang tunggal = 8 ton . 66% = 5.28 ton = 11.8652 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.18326

Total TEF untuk kendaraan golongan 5 = 0.01168 + 0.18326 = 0.19494

6. Golongan kendaraan 6 (truk berat 2 as)

Berat total golongan kendaraan 6 adalah 13 ton, dengan distribusi beban kendaraan 34% - 66% (lampiran 1). Penentuan TEF dilakukan sebagai berikut.

a. As depan tunggal = 13 ton . 34% = 4.42 ton = 9.9326 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.08832

b. As belakang tunggal = 13 ton . 66% = 8.58 ton = 19.2667 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 1.3547

Total TEF untuk kendaraan golongan 6 = 0.08832 + 1.3547 = 0.1349

7. Golongan kendaraan 7 (truk berat 3 as)

Berat total golongan kendaraan 7 adalah 20 ton, dengan distribusi beban kendaraan 25% - 75% (lampiran 1). Penentuan TEF dilakukan sebagai berikut.

a. As depan tunggal = 20 ton . 25% = 5 ton = 11.236 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.1518

b. As belakang ganda = 20 ton . 75% = 15 ton = 33.708 Kips

Berdasarkan lampiran 3 diperoleh nilai TEF = 2.5685

Total TEF untuk kendaraan golongan 7 = 0.1518 + 2.5685 = 2.72026

8. Golongan kendaraan 8 (truk semi trailer)

Berat total golongan kendaraan 8 adalah 27 ton, dengan distribusi beban kendaraan 18% - 41% - 41% (lampiran 1). Penentuan TEF dilakukan sebagai berikut.

a. As depan tunggal = 27 ton . 18% = 5 ton = 11.236 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.1518

b. As belakang tunggal = 27 ton . 41% = 11 ton = 24.7191 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 3.9514

c. As belakang tunggal = 27 ton . 41% = 11 ton = 24.7191 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 3.9514

Total TEF untuk kendaraan golongan 8 = 0.1518 + 3.9514 + 3.9514 = 8.0546

9. Golongan kendaraan 9 (truk gandeng)

Berat total golongan kendaraan 9 adalah 23 ton, dengan distribusi beban kendaraan 18% - 24% - 24% - 24% (lampiran 1). Penentuan TEF dilakukan sebagai berikut.

a. As depan tunggal = 23 ton . 18% = 4.14 ton = 9.3034 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.0661

b. As belakang tunggal = 23 ton . 24% = 5.5 ton = 12.4045 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.22236

c. As belakang tunggal = 23 ton . 24% = 5.52 ton = 12.4045 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.22236

d. As belakang tunggal = 23 ton . 24% = 5.52 ton = 12.4045 Kips

Berdasarkan lampiran 2 diperoleh nilai TEF = 0.22236

Total TEF untuk kendaraan golongan 9 = 0.0661 + 0.22236 + 0.22236 + 0.22236 = 0.73318

5.2.1.4 Ekuivalen 18 Kips ESAL

Perhitungan ekuivalen 18 Kips ESAL dapat dilihat dalam tabel 5.11.

Tabel 5.11. Jumlah kendaraan 18 Kips ESAL Analisis dengan metode AASHTO 1986

No.	TGF	ADT tahun 1	18 Kips ESAL	TEF	Perencanaan 18 K ESAL
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	16,2	1061	17189	0,0004	7
2	16,2	1105	17901	0,0004	8
3	16,2	630	10206	0,0004	5
4	16,2	563	9121	0,3006	2742
5	16,2	530	8586	0,2174	1867
6	16,2	354	5735	5,0264	28827
7	16,2	33	535	2,7416	1467
8	16,2	-		6,1179	0
9	16,2	10	162	4,9283	799
Total 18 Kips ESAL					35721

Keterangan :

- (2) berdasarkan periode analisis 10 tahun dan pertumbuhan lalu lintas 10,36%, maka dengan interpolasi pada lampiran 4 didapat nilai 16,2.
- (3) berdasarkan tabel 5.10, tentang prediksi lalu lintas
- (4) 18 kips ESAL diperoleh dengan mengalikan (2) dengan (3), dengan pembulatan ke atas. Contoh pada baris 1: $16,2 \times 1061 = 17189$
- (5) berdasarkan lampiran 1
- (6) perencanaan 18 Kips ASAL dengan mengalikan (4) dengan (5) dilakukan pembulatan ke atas. Contoh pada baris 1 : $17189 \times 0,0004 = 7$.

Berdasarkan tabel 5.11, pengulangan kumulatif 18 Kips ESAL pada lajur rencana diperoleh dengan menggunakan persamaan 3.16 berikut ini.

$$W_{18}' = D_D \cdot D_L \cdot W_{18}$$

Dengan,

D_D = faktor distribusi arah = 50% karena dalam analisis ini lajur rencana yang digunakan untuk 1 arah, maka nilai $D_D = 100\%$.

D_L = faktor distribusi lajur, ditentukan berdasarkan tabel 3.9, diperoleh D_L sebesar 80 – 100%. Dalam hal ini digunakan $D_L = 100\%$.

W_{18} = jumlah kendaraan ekuivalen 18 Kips ESAL, berdasarkan tabel 5.11 diperoleh W_{18} sebesar 35721 (18 Kips ESAL).

Sehingga :

$$W_{18} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 35721 = 0,04 \cdot 10^6 \text{ (Kips ESAL)}$$

Penentuan pengulangan beban diperoleh dengan menggunakan persamaan 5.12. Penentuan pengulangan beban tersebut dapat dilihat pada tabel 5.12 berikut.

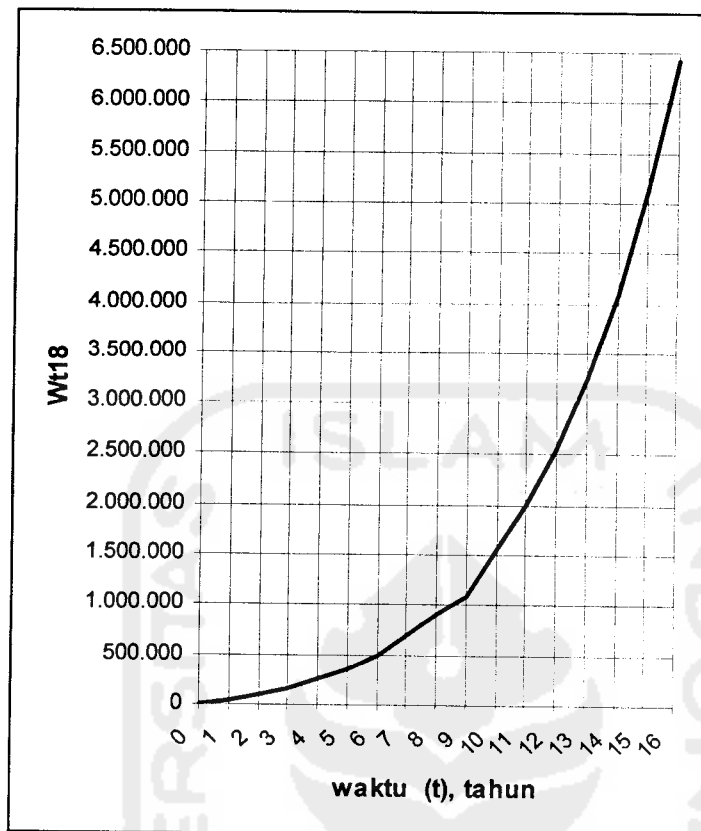
Tabel 5.12. Prediksi kumulatif 18 Kips ESAL terhadap waktu metode AASHTO 1986

Tahun	t*)	Wt18**)
2004	0	0
2005	1	35.716
2006	2	91.872
2007	3	159.758
2008	4	247.627
2009	5	360.360
2010	6	503.442
2011	7	683.416
2012	8	911.788
2013	9	1.084.943
2014	10	1.552.389
2015	11	1.997.043
2016	12	2.549.557
2017	13	3.235.228
2018	14	4.080.974
2019	15	5.126.121
2020	16	6.414.570

*) jumlah tahun

***) kumulatif 18 Kips ESAL beban ekivalen sumbu tunggal perarah pada lajur rencana

Selengkapnya grafik hubungan kumulatif 18 Kips ESAL dengan waktu dalam analisis ini disajikan dalam gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6. Grafik hubungan antara Wt18 dan waktu (t), tahun

5.2.1.5 Penentuan $SN_{maksimum}$

Penentuan $SN_{maksimum}$ selama periode analisis dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini.

- R (tingkat reliabilitas) = 75% - 95%. Dalam analisis ini digunakan R sebesar 95%.
- Z_r (simpangan baku normal), untuk R = 95% digunakan $Z_r = -1.645$ (tabel 3.11)
- S_o (simpangan baku keseluruhan) sebesar 0.4 – 0.50, dengan prediksi lalu lintas dipertimbangkan, maka $S_o = (0.44)$.
- M_r (modulus resilien tanah dasar) sebesar 1500 . CBR (persamaan 3.18), maka : $M_r = 1500 \cdot 6,4 = 9600$ Psi,
- PSI (nilai indeks permukaan) sebesar $I_{Po} - I_{Pt}$ (Persamaan 3.11), maka : $PSI = 4.2 - 2.0 = 2.2$

f. Berdasarkan tabel 5.12, diperoleh $Wt_{18} = 1,55 \times 10^6$ (18 Kips ESAL).

Penentuan S_n maksimum dilakukan dengan menggunakan nomogram penentuan tebal lapis keras lentur metode AASHTO 1986 (lampiran 5) dan diperoleh S_n maksimum = 2.85 \approx asumsi awal = 3.0

5.2.1.6 Data Komponen Lapis Keras lentur

Data komponen lapis keras lentur ruas jalan Lingkar Imogiri adalah sebagai berikut.

1. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

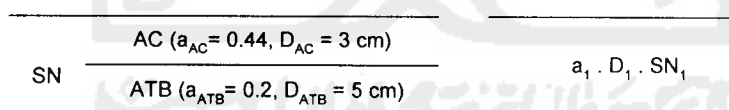
a. Material Laston AC (*Asphalt Concrete/High Stability*)

- 1). Koefisien kekuatan relatif (a_{AC}) = 0.44 (tabel 3.18)
- 2). Tebal lapisan (D_{AC}) = 3 cm
= (3 x 0.3925*) = 1.1775''

b. Material Laston (ATB) (*Asphalt Concrete/Low Stability*)

- 1). Koefisien kekuatan relatif (a_{AC}) = 0.20
- 2). Tebal lapisan (D_{ATB}) = 5 cm
= (5 x 0.3925*) = 1.9625''

c. Lapis Laston AC dan ATB dijadikan satu lapis dengan penjabaran sebagai berikut.



Gambar 5.7. Lapis Laston AC dan ATB yang dijadikan satu lapis

$$SN = a_{AC} \cdot D_{AC} + a_{ATB} \cdot D_{ATB} \quad SN_1 = a_1 \cdot D_1$$

$$SN = SN_1, \text{ maka : } a_{AC} \cdot D_{AC} + a_{ATB} \cdot D_{ATB} = a_1 \cdot D_1$$

$$a_1 = (a_{AC} \cdot D_{AC} + a_{ATB} \cdot D_{ATB}) / D_1$$

$$= (0,44 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5) / 8$$

$$= 0,29 \approx 0,35$$

sehingga :

1). Material yang digunakan adalah Laston/*Asphalt Concrete*

2). Tebal lapisan (D_1) = 8 cm = 3.1467"

2. Lapis pondasi atas (*Base Course*)

- a. Material Agregat Kelas A (*Crushed Stone*)
- b. Koefisien kekuatan relatif bahan = 0.14 (tabel 3.18)
- c. Tebal lapisan $D_2 = 20$ cm = 7.87"
- d. Koefisien drainasi (m_2)
 - 1). Kualitas drainase cukup
 - 2). Tingkat kelembaban > 25%
 - 3). Berdasarkan tabel 3.13 diperoleh $m_2 = 0.8$
- e. *Modulus resilient* bahan (M_r) ditentukan berdasarkan persamaan 3.20 berikut ini.

$$a_2 = (0,249 \cdot \log_{EBS}) - 0,977$$

$$EBS = M_r = 30619,634 = 30.620 \approx 30.000 \text{ Psi}$$

3. Lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*)

- a. Material Agregat Kelas B (*Sand Gravel*)
- b. Koefisien kekuatan relatif (a_3) = 0.11
- c. Tebal lapisan $D_3 = 20$ cm = 7.87"
- d. Kualitas drainase (m_3)
 - 1). Kualitas drainase cukup
 - 2). Tingkat kelembaban
 - 3). Berdasarkan tabel 3.13 diperoleh $m_3 = 0.8$
- e. *Modulus resilient* bahan (M_r) ditentukan berdasarkan persamaan 3.21 berikut ini.

$$a_3 = (0,227 \cdot \log_{EBS}) - 0,839$$

$$EBS = M_r = 15157,122 = 15158 \approx 15.000 \text{ Psi}$$

4. Lapisan Tanah Dasar (*Sub Grade*)

- a. Material tanah padat
- b. *Modulus resilien* tanah dasar (M_r) sebesar 9600 Psi.

5.2.1.7 Analisis Tebal lapis keras Lentur tahun 2005

Dalam hal ini, tahun 2005 merupakan tahun pertama operasional jalan, dengan tahap-tahap analisis berikut ini.

1. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

a. Berdasarkan langkah-langkah sebelumnya ditentukan data-data perencanaan sebagai berikut.

- 1). Material Laston (*Asphal Concrete*)
- 2). Koefisien kekuatan relatif bahan (a_1) = 0.35
- 3). Tingkat reliabilitas (R) = 95%
- 4). Simpangan baku normal (Z_r) = -1.645
- 5). Simpangan baku keseluruhan = 0.44
- 6). Nilai indeks permukaan (PSI) = 2.2
- 7). Kumulatif 18 Kips ESAL = $0.036 \cdot 10^6$ (18 Kips ESAL)
- 8). *Modulus resilien* (M_r) yang digunakan adalah M_r *base course* sebesar 30.000 Psi.

b. Berdasarkan data perencanaan di atas, maka dengan menggunakan nomogram pada lampiran 5 diperoleh $SN_1 = 1.3$

$$D_1^* = SN_1/a_1 \text{ (persamaan 3.22)}$$

$$= 1.3 / 0.35 = 3.714'' = 9.2 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

$$SN_1^* = a_1 \cdot D_1 = 0,35 \cdot 3.714$$

$$= 1.3 \geq SN_1 \text{ (memenuhi persamaan 3.23)}$$

2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

a. Data perencanaan sama dengan pada penentuan tebal lapis permukaan kecuali :

- 1). Material agregat kelas A (*Crushed Stone*)
- 2). Koefisien kekuatan relatif bahan (a_2) = 0.14
- 3). Koefisien drainasi = 0.8
- 4). *Modulus resilien* (M_r) yang digunakan adalah M_r *sub base course* sebesar 15.000 Psi.

- b. Berdasarkan data perencanaan yang telah ada, maka dengan menggunakan nomogram pada lampiran 5 diperoleh $SN_2 = 1.75$ sehingga :

$$D_2^* = (SN_2 - SN_1^*) / (a_2 \cdot m_2) \text{ (persamaan 3.24)}$$

$$= (1.75 - 1.3) / (0.14 \cdot 0.8) = 4.018'' = 10.1 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

$$SN_1^* + SN_2^* = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2^* \cdot m_2$$

$$= (0.35 \cdot 3.714) + (0.14 \cdot 4.018 \cdot 0.8)$$

$$= 1.8 \geq SN_2 \text{ (memenuhi persamaan 3.25)}$$

3. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

- a. Data perencanaan sama dengan pada penentuan tebal lapis permukaan, kecuali :

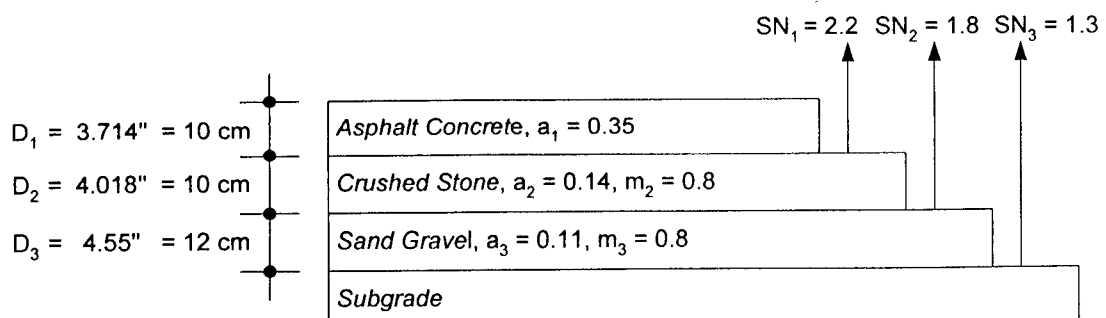
- 1). Material agregat kelas B (*Sand Gravel*)
- 2). Koefisien kekuatan relatif bahan (a) = 0.11
- 3). Koefisien drainasi (m_3) = 0.8
- 4). *Modulus resilien* (Mr) yang digunakan adalah Mr *Sub Grade* sebesar 9600 Psi.

- b. Berdasarkan data-data perencanaan di atas, maka dengan menggunakan nomogram pada lampiran 5 diperoleh $SN_3 = 2.2$ sehingga :

$$D_3^* = SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*) / (a_3 \cdot m_3) \text{ (persamaan 3.26)}$$

$$= 2.2 - 1.8 / (0.11 \cdot 0.8) = 4.55'' = 11.39 \text{ cm} \approx 12 \text{ cm}$$

Berdasarkan uraian di atas, maka ditentukan tebal lapis keras lentur pada tahun 2005 seperti dapat dilihat pada gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Struktur Lapis Keras Lentur Analisis Tahun 2005 dengan Metode AASHTO 1986

5.3 Pembahasan Analisis

Evaluasi tebal lapis keras pada ruas Lingkar Imogiri Kabupaten Bantul dilakukan menggunakan dua metode, yaitu metode Bina Marga 1987 (Metode Analisa Komponen, SKBI-2.3.23.1987, UDC : 625.73 (02)) dan metode AASHTO 1986 (AASHTO, *Guide For Design Of Pavement Structures*, 1986).

Kedua analisis yang digunakan pada prinsipnya sama, yaitu untuk menentukan tebal lapis keras yang akan digunakan.

Berdasarkan analisis yang digunakan, didapatkan hasil akhir yang berbeda untuk material penyusun perkerasan yang sama, perbedaan hasil tersebut seperti ditunjukkan dalam tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.13. Perbedaan susunan tebal perkerasan antara metode Bina Marga 1987 dengan metode AASHTO 1986

No.	Bahan	Tebal susunan perkerasan (cm)	
		Bina Marga	AASHTO
1.	Laston	11	10
2.	Agregat A	20	10
3.	Agregat B	20	12
Total tebal		51	32

Dari tabel 5.13 tersebut ditunjukkan bahwa secara keseluruhan dengan menggunakan metode AASHTO 1986 tebal perkerasan yang dihasilkan lebih kecil jika dibandingkan dengan metode Bina Marga 1987 yaitu terdapat selisih sebesar $51 - 32 = 19$ cm.

Adanya perbedaan susunan tebal perkerasan tersebut terjadi karena penggunaan asumsi, parameter dan prosedur perencanaan yang berbeda untuk tiap metode. Perbedaan parameter yang digunakan dapat dilihat dalam tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14. Perbedaan parameter perencanaan Metode Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1986

Uraian	Metode Bina Marga	Metode AASHTO
Daya Dukung Tanah	Korelasi dengan nilai CBR	Dinyatakan dengan <i>Modulus resilient</i> (Mr)
Lintas Ekuivalen	Berdasarkan LEP, LEA, LET dan LER	Ditentukan berdasarkan persamaan 3.13
Faktor Regional	Digunakan menyatakan keadaan lokasi	Tidak digunakan, diganti dengan parameter baru
Parameter Baru	Tidak digunakan	Reliabilitas, Simpangan baku, dan Koefisien Drainase
Penentuan Tebal Lapis Keras	$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$	$SN = a_1.D_1 + a_2.D_2.m_2 + a_3.D_3.m_3$

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari analisis yang dilakukan pada ruas jalan Lingkar Imogiri dengan menggunakan sumber data sekunder dan literature pendukung yang didapatkan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. CBR tanah dasar berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan metode Grafis adalah sebesar 6.4.
2. Modulus resilient tanah dasar (M_r) sebesar 9600 Psi.
3. dengan menggunakan metode Bina Marga didapat susunan tebal perkerasan untuk laston setebal 11 cm, lapis pondasi atas dengan material agregat A setebal 20 cm, dan lapis pondasi bawah untuk material agregat B setebal 20 cm, sehingga total tebal perkerasan adalah 51 cm.
4. Dengan metode AASHTO 1986 didapat susunan tebal perkerasan untuk lapis permukaan dengan material laston setebal 10 cm, lapis pondasi atas dengan material agregat klas A setebal 10 cm, dan lapis pondasi bawah dengan material agregat klas B setebal 12 cm, sehingga total tebal perkerasan adalah 32 cm.
5. Secara keseluruhan selisih tebal perkerasan yang ada adalah 19 cm.
6. Adanya perbedaan susunan tebal perkerasan ini dimungkinkan karena perbedaan parameter variabel yang digunakan untuk tiap metode.

6.2 Saran.

Dari analisis yang telah dilakukan, penyusun memberi saran sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan evaluasi kinerja jalan secara berkala, sehingga jika terjadi perubahan volume lalu lintas yang besar dapat diantisipasi lebih dini.
2. Perawatan ruas jalan sebaiknya dilakukan secara periodik setiap akhir tahun, sehingga jika terjadi hal-hal yang diperlukan berkaitan dengan ruas jalan dapat segera diantisipasi.

DAFTAR PUSTAKA

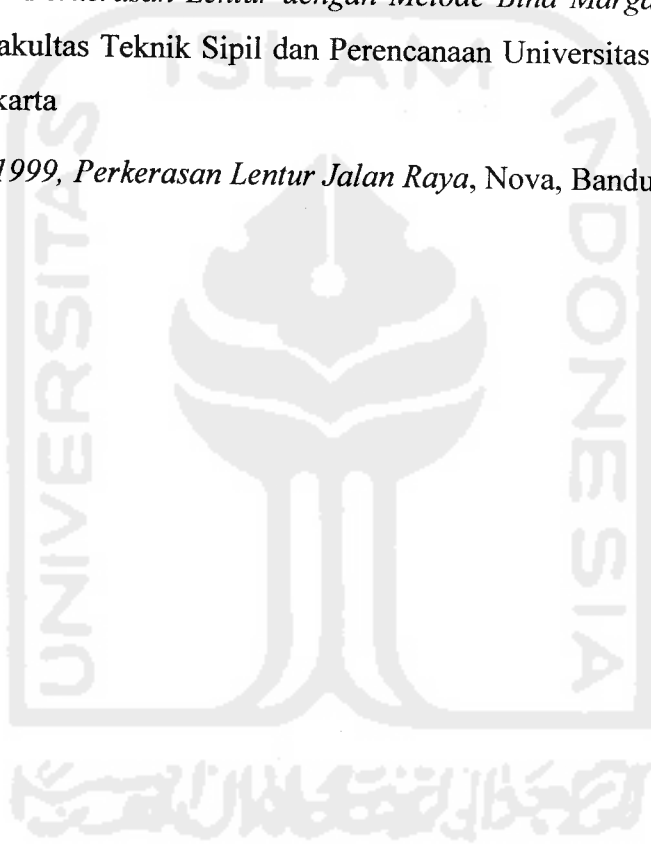
- Anonim, 1986, *AASHTO Guide For Design Of Pavement Structures*, Published by the American Association of State Highway and Transportation Officials
- Aji A.B, 2003, *Tugas Akhir, Evaluasi Perencanaan Tebal Lapisan Tambahan jalan Sokaraja – Kalianja kabupaten Banyumas dengan Metode Analisa Komponen*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
- Anonim, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI, No 223.26 1987*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Anonim, 2001, *Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka 2000*, Badan Pusat Statistik, Yogyakarta
- Anonim, 2002, *Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka 2001*, Badan Pusat Statistik, Yogyakarta
- Anonim, 2003, *Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka 2002*, Badan Pusat Statistik, Yogyakarta
- Anonim, 2003, *Laporan Akhir Perencanaan Teknis Jalan dan Jembatan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Pekerjaan Perencanaan Teknis Jalan Pandean - Playen*, Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta Dinas Pemukiman Dan Prasarana Wilayah Sub Dinas Bina Marga, Yogyakarta
- Ansyori Alik Alamsyah, 2003, *Rekayasa Jalan Raya*, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang
- Hendarsin L Shirley, 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil, Bandung
- Jumadi dan Salim E., 1999, *Tugas Akhir, Analisis Tebal Lapis Keras Ruas Jalan Solo KM 8,8 Dengan Metode Bina Marga dan AASHTO 1986*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

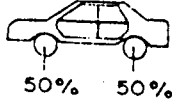
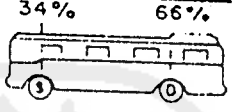
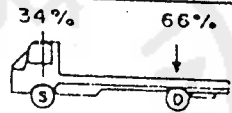
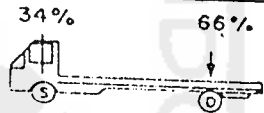
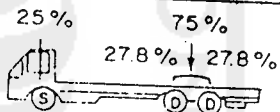
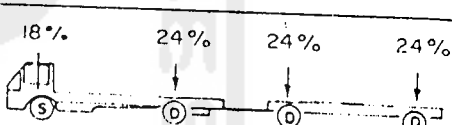
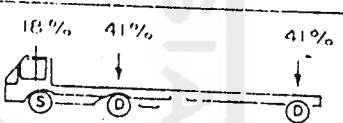
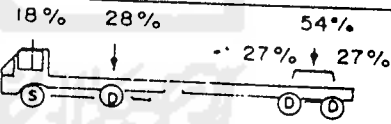
Murwono D, 1995, *Konstruksi Jalan Raya*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta



Oktavianto A, 2003, *Tugas Akhir, Kajian Banding Perencanaan Tebal Perkerasan Pada Jalan Raya Metode Bina Marga dan AASHTO*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta

Sabdiyono, S.A., dan Wiyasa HW, 2003, *Peninjauan dan Perancangan Kembali Struktur Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Sukirman, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung



KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BÉRAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1.1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0004	
1.2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1.2+2.2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	4,9283	
1.2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2-22 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

 RODA TUNGGAL PADA UJUNG SUMBU
 RODA GANDA PADA UJUNG SUMBU

Tabel Faktor Ekuivalen Sumbu Tunggal, Pt = 2.0 Metode AASHTO 1986

Axle Load	Structural Number						
	Kips	Kn	1	2	3	4	5
2	8,9	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002
4	17,8	0,0020	0,0030	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020
6	26,7	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
8	35,6	0,0300	0,0400	0,0400	0,0300	0,0300	0,0300
10	44,5	0,0800	0,0800	0,0900	0,0800	0,0800	0,0800
12	53,4	0,1600	0,1800	0,1900	0,1800	0,1700	0,1700
14	62,3	0,3200	0,3400	0,3500	0,3500	0,3400	0,3300
16	71,2	0,5900	0,6000	0,6100	0,6100	0,6000	0,6000
18	80,1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
20	89,1	1,6100	1,5900	1,5600	1,5500	1,5700	1,6000
22	97,9	2,4900	2,4400	2,3500	2,3100	2,3500	2,3100
24	106,8	3,7100	3,6200	3,4300	3,3300	3,4000	3,5100
26	115,7	5,3600	5,2100	4,8800	4,6800	4,7700	4,9600
28	124,6	7,5400	7,3100	6,7800	6,4200	6,5200	6,8300
30	133,4	10,3800	10,0300	9,2400	8,6500	8,7300	9,1700
32	142,3	14,0000	13,2100	12,3700	11,4600	11,4800	12,0400
34	151,2	18,5500	17,8700	16,3000	14,9700	14,8700	15,6300
36	160,2	24,2000	23,3000	21,1600	19,2800	19,0200	19,9300
38	167	31,1400	29,9500	27,1200	24,5500	24,0300	25,1000
40	177,9	39,5700	38,0200	34,3400	30,9200	30,0400	31,2500

Sumber : AASHTO, 1986



Tabel Faktor Ekuivalen Sumbu Ganda, Pt = 2.0 Metode AASHTO 1986

Axle Load	Structural Number						
Kips	Kn	1	2	3	4	5	6
2	44,5	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
4	53,4	0,0100	0,0200	0,0200	0,0100	0,0100	0,0100
6	62,3	0,0200	0,0300	0,0300	0,0300	0,0200	0,0100
8	71,2	0,0400	0,0500	0,0500	0,0500	0,0400	0,0400
10	80,1	0,0700	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0700
12	89,1	0,1000	0,1200	0,1200	0,1200	0,1100	0,1000
14	97,9	0,1600	0,1700	0,1800	0,1700	0,1600	0,1600
16	106,83	0,2300	0,2400	0,2600	0,2500	0,2400	0,2300
18	115,7	0,3200	0,3400	0,3600	0,3500	0,3400	0,3300
20	124,6	0,4500	0,4600	0,4900	0,4800	0,4700	0,4600
22	133,4	0,6100	0,6200	0,6500	0,6400	0,6300	0,6200
24	142,3	0,8100	0,8200	0,8400	0,8400	0,8300	0,8200
26	151,2	1,0600	1,0700	1,0800	1,0800	1,0800	1,0700
28	160,2	1,3800	1,3800	1,3800	1,3800	1,3800	1,3800
30	169	1,7600	1,7500	1,7300	1,7200	1,7300	1,7400
32	177,89	2,2200	2,1900	2,1500	2,1300	2,1600	2,1800
34	186,8	2,7700	2,7300	2,6400	2,6200	2,6600	2,7000
36	195,7	3,4200	3,3600	3,2300	3,1800	3,2400	3,3100
38	204,6	4,2000	4,1100	3,9200	3,8300	3,9100	4,0200
40	213,5	5,1000	4,9800	4,7200	4,5800	4,6800	4,8300

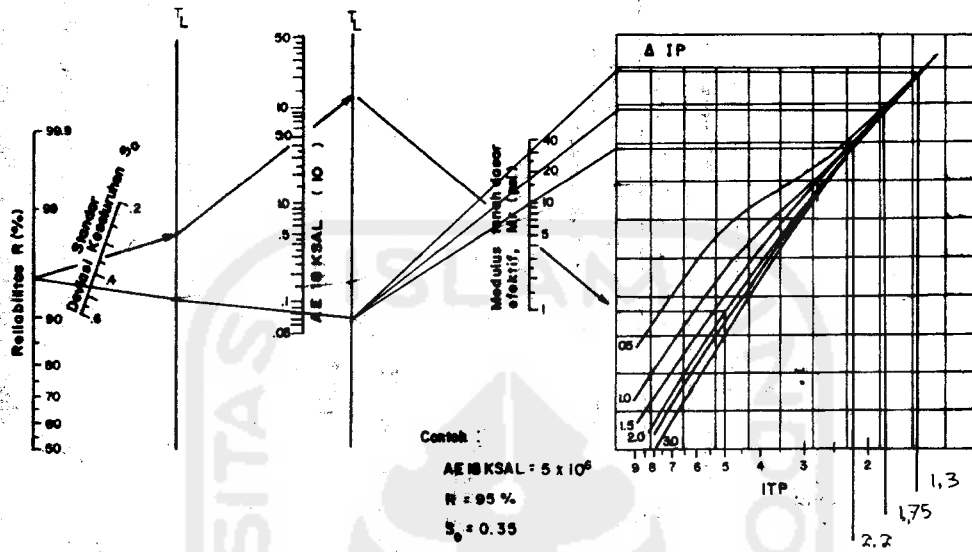
Sumber : AASHTO, 1986

Annual Growth Rate, Precent (g)							
No. Growth	2	4	5	6	7	8	10
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,0	2,02	2,04	2,05	2,06	2,07	2,08	2,10
3,0	3,06	3,12	3,15	3,18	3,21	3,25	3,31
4,0	4,12	4,25	4,31	4,37	4,44	4,51	4,64
5,0	5,20	5,42	5,53	5,64	5,75	5,87	6,11
6,0	6,31	6,63	6,80	6,98	7,15	7,34	7,72
7,0	7,43	7,90	8,14	8,39	8,65	8,92	9,49
8,0	8,58	9,21	9,55	9,90	10,26	10,64	11,44
9,0	9,75	10,58	11,03	11,49	11,97	12,49	13,58
10,0	10,95	12,01	12,58	13,18	13,82	14,49	15,94
11,0	12,17	13,49	14,21	14,97	15,78	16,65	18,53
12,0	13,41	15,03	15,92	16,87	17,89	18,98	21,38
13,0	14,68	16,63	17,71	18,88	20,14	21,50	24,52
14,0	15,97	18,29	19,16	21,01	22,55	24,21	27,97
15,0	17,29	20,02	21,58	23,28	25,13	27,15	31,77
16,0	18,64	21,82	23,66	25,67	27,89	30,32	35,95
17,0	20,01	23,70	25,84	28,21	30,84	33,75	40,55
18,0	21,41	25,65	28,13	30,91	34,00	37,45	45,60
19,0	22,84	27,67	30,54	33,76	37,38	41,45	51,16
20,0	24,30	29,78	33,06	36,79	41,00	45,76	57,28
25,0	32,03	41,65	47,73	54,86	63,25	73,11	98,35
30,0	40,57	56,08	66,44	79,06	94,46	113,28	154,48
35,0	49,99	73,65	90,32	111,43	138,24	172,32	271,02

Sumber : AASHTO, 1986

$$\log_{10} W_{10} = Z_R^2 S_0 + 0.36^2 \log_{10} (ITP+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta IP}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(ITP+1)^{2.19}}} + 2.32^2 \log_{10} M_R - 8.07$$

Gambar 5.15



Contoh :

AE (KSAJ) = 5×10^6

R = 95 %

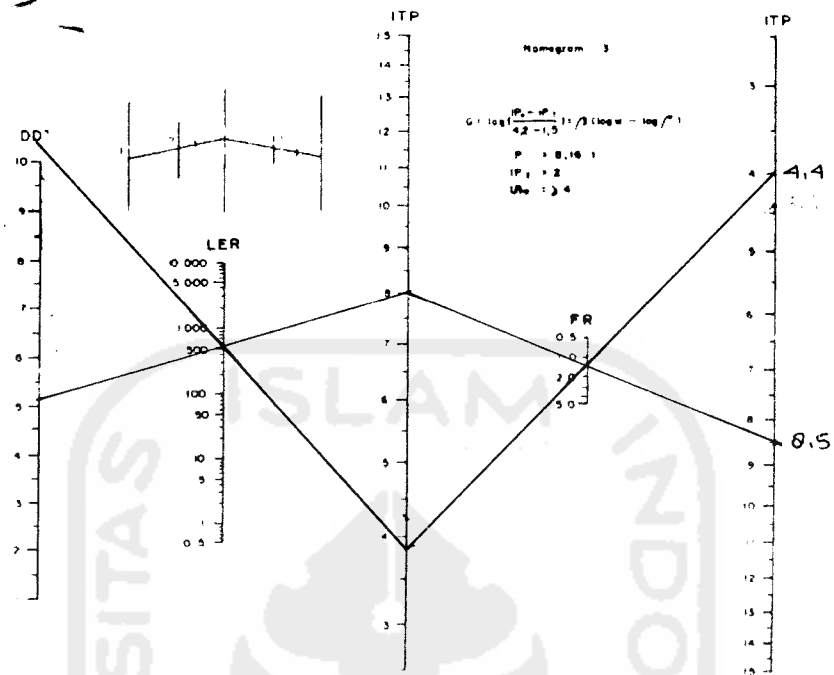
S₀ = 0.35

M_R = 3000 psi

Δ IP = 1.9

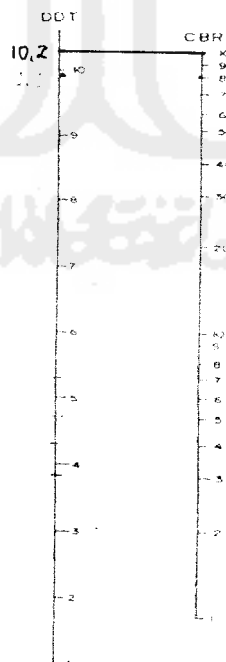
ITP = 5.0

Nomogram untuk menentukan nilai SN



Nomogram untuk $IP_t = 2.0$ dan $IP_o = 3$ (25)

Nomogram Penentuan nilai ITP



Grafik korelasi nilai CBR dan DDT

Hitungan Kelandaian Jalan			
STA	Elevasi	Jarak	Kelandaian
0	46,84		
900	44,8	900	-0,2267
1200	44,86	300	0,0200
1370	45,53	170	0,3941
1430	45,53	60	0,0000
1600	43,96	170	-0,9235
1800	45	200	0,5200
2050	58,27	250	5,3080
2150	54,59	100	-3,6800
2225	57	75	3,2133
2300	53,65	75	-4,4667
2400	51,56	100	-2,0900
2600	49,24	200	-1,1600
2775	48,91	175	-0,1886
2800	50,49	25	6,3200
Jumlah			3,0400

Keterangan :

Kelandaian = $\frac{\text{elev. titik B} - \text{elev. titik A}}{\text{jarak}} \times 100\%$

PREDIKSI BEBAN LALU LINTAS

No.	Jenis kendaraan	LHR (2003)	LHR0 = th 2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Mobil penumpang	871	1061	1293	1427	1574	1737	1917	2116	2335	2577	2843	3138	3464	3822	4218	4655	5137
2	Minibus/sejenis	907	1105	1346	1486	1640	1809	1997	2204	2432	2684	2961	3269	3607	3981	4393	4848	5350
3	Pick up, mobil hantaran	517	630	768	847	935	1032	1139	1257	1387	16	1688	1864	3057	2270	2505	2864	3051
4	Bus	462	563	686	757	836	922	1018	1123	1239	1368	1509	1666	1838	2028	2239	2470	2726
5	Truk sedang 2 as	435	530	646	713	787	868	958	1057	1167	1287	1420	1568	1730	1910	2107	2326	2567
6	Truk berat 2 as	291	354	432	476	526	580	640	706	779	860	949	1047	1156	1276	1408	1554	1714
7	Truk berat 3 as (tronton)	27	33	41	45	49	55	60	66	73	81	88	98	108	119	132	145	160
8	Truk semi trailer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Truk gandeng	8	10	13	14	15	17	19	20	23	25	27	30	33	37	40	44	49
	Jumlah	3518	4286	5225	5765	6362	7020	7748	8549	9435	8898	11485	12680	14993	15443	17042	18906	20754

$$LHR0 = LHR * (1+i)^2$$

$$LHRn = LHR0 * (1+i)^n$$

$$i = 10,36\%$$

Hitungan Angka Ekuivalen (E)

1. Mobil penumpang 2 ton

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{1000}{8160} \right]^4 = 0,000226$$

$$\text{Sumbu belakang tunggal} = \left[\frac{1000}{8160} \right]^4 = 0,000226$$

2. Minibus / sejenis 2 ton

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{1000}{8160} \right]^4 = 0,000226$$

$$\text{Sumbu belakang tunggal} = \left[\frac{1000}{8160} \right]^4 = 0,000226$$

3. Pick up, mobil hantaran 2 ton

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{1000}{8160} \right]^4 = 0,000226$$

$$\text{Sumbu belakang tunggal} = \left[\frac{1000}{8160} \right]^4 = 0,000226$$

4. Bus 8 ton

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{3000}{8160} \right]^4 = 0,018269$$

$$\text{Sumbu belakang tunggal} = \left[\frac{5000}{8160} \right]^4 = 0,140968$$

5. Truk sedang 2 as 8 ton

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{3000}{8160} \right]^4 = 0,018269$$

$$\text{Sumbu belakang tunggal} = \left[\frac{5000}{8160} \right]^4 = 0,140968$$

6. Truk berat 2 as 13 ton

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{5000}{8160} \right]^4 = 0,140968$$

$$\text{Sumbu belakang tunggal} = \left[\frac{8000}{8160} \right]^4 = 0,923845$$

7. Truk berat 3 as tronton 20 ton

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{6000}{8160} \right]^4 = 0,29231$$

$$\text{Sumbu belakang ganda} = 0,086 \cdot \left[\frac{14000}{8160} \right]^4 = 0,745161$$

8. Truk semi trailer 26 ton

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{5000}{8160} \right]^4 = 0,140968$$

$$\text{Sumbu tengah tunggal} = \left[\frac{8000}{8160} \right]^4 = 0,923845$$

$$\text{Sumbu belakang ganda} = 0,086 \cdot \left[\frac{14000}{8160} \right]^4 = 0,745161$$

9. Truk gandeng 23 ton

$$\text{Sumbu depan tunggal} = \left[\frac{5000}{8160} \right]^4 = 0,140968$$

$$\text{Sumbu tengah tunggal} = \left[\frac{8000}{8160} \right]^4 = 0,923845$$

$$\text{Sumbu tengah tunggal} = \left[\frac{5000}{8160} \right]^4 = 0,140968$$

$$\text{Sumbu belakang tunggal} = \left[\frac{5000}{8160} \right]^4 = 0,140968$$