

PERPUSTAKAAN FTSP UH
 HADIAH/BELI
 TGL. TERIMA : 29-11-2007
 NO. JUDUL : 2628
 NO. INV. : 5120002628001
 NO. INDUK : 002628

**STUDI PERBANDINGAN PERENCANAAN PERKERASAN
 LENTUR ANTARA METODE ANALISA KOMPONEN DAN
 METODE AASHTO 2002**
 (Studi Kasus Ruas Jalan Pandean-Playen, Kabupaten Bantul-Kabupaten
 Gunung Kidul)

R
 625.86
 Set
 S
 1

**LAPORAN TUGAS AKHIR
 SEBAGAI SYARAT MENEMPUH SARJANA STRATA SATU**



XV, 1431 Hbl : 28



Oleh:
 Nama : David Didi Setiawan
 No. Mhs. : 98 511 139

- Ruas jalan raya =
 - Metode AASHTO 2002
 - Ruas dilayani - pandean
 - Pandean

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 YOGYAKARTA
 2007**

MILIK PERPUSTAKAAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN UH YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

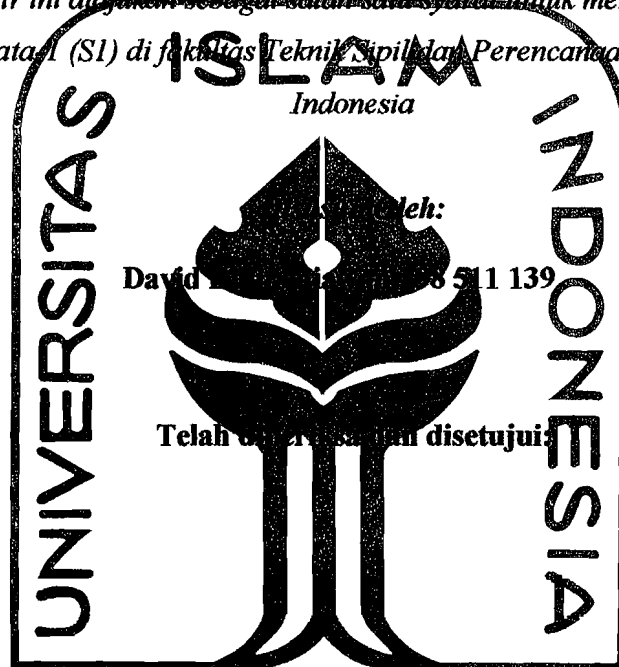
TUGAS AKHIR

**STUDI PERBANDINGAN PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR
ANTARA METODE ANALISA KOMPONEN DAN METODE AASHTO**

2002

(Studi Kasus jalan Pandean-Playen, Kabupaten Bantul-Kabupaten Gunung Kidul)

*Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan study
program strata I (S1) di fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam*



IR. SUBARKAH, MT,

Dosen Pembimbing I

IR.H. BACHNAS, MSc

Dosen Pembimbing II

Tanggal: 05-07-2007

Tanggal: 05-07-2007.

Mengetahui Ketua Jurusan

(IR. Faisol, Ma, MS)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Ucapan rasa syukur Alhamdulillah yang tak terhingga kehadiran ALLAH SWT. Berkat RidhoNYA maka penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dan juga berkat orang-orang yang sangat berarti yang selalu memberikan doa serta dukungannya, akhirnya kupersembahkan karya tulis kecil ini kepada:

Kakek dan Nenekku, Embah Marto Wijiono yang tersayang
Dari kedua tanganmu Bayi mungil engkau belai-belai dengan lembut hingga menjadi sebesar ini, dari Mulutmu kata-kata mutiara sering engkau ucapkan "dadio wong sing migunani tumrap sakabehe ngger....."
Sanggupkah cucumu ini membalas budi baik dan pengorbanan yang engkau berikan selama 27 Tahun ini?, InsyaALLAH dengan sekuat tenaga dan upaya cucumu akan membahagiakan di yuswo-mu yang ke-90 ini, Amiin

Ayahanda tercinta Sardi Dominicus, dan Ibunda Davila Masirah (Alm)

Segala yang telah Ayahanda berikan dari semejak Ananda lahir tak mungkin dapat terbalaskan walau dengan apapun, Ananda akan selalu berbakti dan akan membahagiakan Ayahanda sampai kapanpun dan Semoga ALLAH SWT selalu memberikan petunjuk jalan yang terang bagi Ayahanda dan menempatkan Ibunda di SurganNya yang indah, Amiin

Kakakku Veronica Nina Utami, ST, M.Arch. Yang sangat aku sayangi

Engkau adalah bagian dari para penasehatku, yang tak bosan-bosanya memberikan nasehat kepadaku sehingga aku dapat bangkit dari kelemahan yang aku hadapi, semoga persaudaraan kita dapat bertahan sampai akhir hayat, Amiin

Teman terbaikku Inayah Sungkar

Egkaulah sumber inspirasiku disetiap waktu, 7 Tahun kita berteman semoga selanjutnya kita akan bersama sampai akhir hayat, Amiin

Almamaterku dan kebanggaanku Universitas Islam Indonesia

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, Taufik, Inayah serta Hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir atau Skripsi yang diajukan sebagai syarat menyelesaikan masa studi strata I dalam disiplin ilmu Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, kerabat, keturunan dan seluruh pengikutnya sehingga diberikan kepada mereka cahaya pengetahuan yang tiada terhingga.

Dalam menyusun laporan ini, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak berupa pengarahan, diskusi, perhatian, dan lain-lain. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua yang senantiasa mendo'akan serta memberikan dukungan moril maupun materiil, semoga Allah SWT senantiasa memberikan lindungan dan kasih sayang-NYA kepada Beliau, amien.
2. Bapak IR. Subarkah, MT dan Bapak IR.H. Bachnas, MSc. selaku Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II, yang selalu menyisihkan waktu dan kesibukannya untuk memberikan bimbingan-bimbingan yang sangat membangun dan memotivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas akhir.
3. Bapak Berlian Kushari, ST, M.Eng, selaku Dosen penguji.
4. Seluruh staff bagian pengajaran, Bapak Hartono, Bapak Heri, Bapak Santoro dan staff Jurusan, Bapak Murtijo, Bapak Pardi atas segala bantuan baik administrasi maupun birokrasi selama masa perkuliahan.

5. Inayah Sungkar teman suka dan duka, yang telah sabar menunggu dan selalu mengingatkan dan menyemangati agar segera menyelesaikan Tugas akhir ini.
6. Kakak ku tersayang Veronica Nina Utami, ST, M.Arch walaupun jauh di Jakarta tetapi tak henti-hentinya memotivasi agar cepat menyelesaikan study.
7. Adikku tersayang Idha kusumawati, yang banyak sekali memberikan dukungan semangat dalam menyusun skripsi.
8. *My Best Partner*, H. Hasan, ST, dan Yompi Hanafi yang selama penyusunan Tugas Akhir ini sangat membantu dalam segala hal.
9. Pihak-pihak yang telah mendukung dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca sekalian sebagai suatu koreksi bagi penulis agar dalam penyusunan kembali laporan ini di kemudian hari penulis dapat menyempurnakannya. Akhirnya, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian. Atas perhatiannya diucapkan terima kasih. Jazakallahu Khoiron Katsiiron.

Hidup adalah perjuangan
Yogyakarta, Juni 2007

Penulis

ABSTRAKSI

Pada saat ini banyak metode yang di gunakan untuk perencanaan perkerasan jalan. Di Indonesia metode perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya yang digunakan adalah metode Analisa Komponen, yang bersumber dari metode AASHTO 1972 dan dimodifikasi sesuai dengan kondisi jalan di Indonesia. Dalam perencanaan tebal lapisan perkerasan lentur secara manual pada metode ini menggunakan nomogram yang yang telah ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.

Metode AASHTO, Amerika Serikat telah mengalami perubahan terus menerus, sesuai dengan penelitian yang diperoleh dan perubahan terakhir adalah AASHTO 2002 yang menggunakan metode mekanistik empiris (AASHTO Design Guide 2002). Oleh karena itu perlu dianalisa apakah perubahan metode perencanaan AASHTO 2002 akan memberikan pengaruh yang positif terhadap perencanaan perkerasan jalan di Indonesia dengan membandingkan dengan metode Analisa Komponen. Dari hasil perbandingan tersebut apakah metode AASHTO 2002 dapat digunakan di Indonesia dan memberikan hasil yang dapat diterima bagi perencanaan jalan di Indonesia.

Hasil dari penelitian dilakukan pada ruas Jalan Pandean-Playen sepanjang 21 km menunjukan tebal lapisan yang berbeda antara metode Analisa Komponen dan Metode AASHTO 2002. Dengan material yang sama yang digunakan dalam kedua metode tersebut, yaitu lapisan permukaan (surface) menggunakan Laston AC, lapisan pondasi atas (base) menggunakan agregat kelas A dan lapisan pondasi bawah (sub base) menggunakan agregat kelas B, Analisa Komponen menghasilkan ketebalan masing-masing untuk tiap lapis 9,25 cm , 15,0 cm dan 15,0 cm, sedangkan berdasarkan metode AASHTO 2002 menghasilkan ketebalan untuk masing-masing lapisan yaitu 3 inci atau 7,62 cm, 6 inci atau 15,24 cm dan 9 inci atau 22,86 cm. Pada perencanaan awal yang yang diperoleh dari Dijen Bina Marga dilaporkan bahwa hasil yang diperoleh untuk tebal perkerasannya adalah untuk lapis permukaan 9 cm, lapis pondasi atas 15 cm, dan lapis pondasi bawah 30 cm, hal tersebut menunjukkan bahwa perbedaan tebal perkerasan antara perencanaan awal dan perencanaan ulang cukup banyak.

Kata Kunci: Metode AASHTO 2002, CBR (California Bearing Ratio), Bina Marga 1987, LHR (Lalu-lintas Harian Rata-rata), IRI (International Roughness Index)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAKSI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat	6
1.6. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Kajian Pustaka	8
2.2. Ulasan Pustaka Terhadap Penelitian yang Dilakukan	12
BAB III LANDASAN TEORI	15
3.1. Umum	15
3.2. Perkerasan Lentur	15
3.3. Lapisan Permukaan (<i>Surface Course</i>)	17
3.4. Lapis Pondasi Atas (<i>Base Course</i>).....	18
3.5. Lapis Pondasi Bawah (<i>Sub Base Course</i>).....	18
3.6. Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>)	19

3.7. Penyebaran Beban pada Masing-masing Lapis Perkerasan	21
3.8. Parameter Perencanaan Perkerasan Jalan	23
3.8.1. Lalu Lintas	23
3.8.1.1. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan.	24
3.8.1.2. Volume Lalu Lintas	29
3.8.1.3. Lintas Ekuivalen	34
3.8.2. Sifat Tanah Dasar	34
3.8.3. Kondisi Lingkungan	36
3.8.4. Sifat Material Lapisan Perkerasan	37
3.8.5. Bentuk Geometrik Lapisan Perkerasan	37
3.9. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur	37
3.9.1. Metode Analisa Komponen (Bina Marga)	37
3.9.2. Metode AASHTO 2002	48
BAB IV METODE PENELITIAN	70
4.1. Teknik Pengumpulan Data	70
4.2. Jenis Data yang Diperlukan	71
4.2.1. Data Primer	71
4.2.2. Data Sekunder	72
4.3. Lokasi Penelitian	73
4.4. Analisa Data	73
4.5. Bagan Alir Penelitian	74
BAB V ANALISIS DATA dan PEMBAHASAN	78
5.1. Gambaran Kondisi dan Data Lapangan	78
5.1.1. Trase dan Geometrik Jalan	78
5.1.2. Kondisi Geologi dan Tanah	79
5.2.1.1 Kondisi Geologi	79
5.2.1.2 Kondisi Tanah	80
5.1.3. Kondisi Lalu Lintas	85
5.1.4. Kondisi Drainasi	88

5.1.5. Sumber Material.....	89
5.2. Data Perencanaan Awal (Perencanaan Bina Marga 2003)..	90
5.2.1. Konsep Awal.....	90
5.2.2. Hasil Perencanaan Awal (Perencanaan Bina Marga 2003).....	92
5.3. Perencanaan Ulang Tebal Perkerasan Metode Bina Marga	94
5.3.1. Parameter Perencanaan	94
5.3.2. Perencanaan Tebal Perkerasan.....	102
5.4. Perencanaan Tebal Perkerasan Metode AASHTO 2002 ...	115
5.4.1. Parameter Perencanaan	115
5.4.2. Perencanaan Tebal Perkerasan Trial 1	124
5.4.3. Perencanaan Tebal Perkerasan Trial 2	128
5.5. Pembahasan	134
 BAB VI KESIMPULAN dan SARAN	139
6.1. Kesimpulan	139
6.2. Saran	140
 DAFTAR PUSTAKA	141
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Situasi Proyek.....	5
Gambar 1.2	Peta Lokasi Penelitian Jalan Pandean – Playen	5
Gambar 3.1	Susunan Lapis Perkerasan	20
Gambar 3.2	Ilustrasi Beberapa Alternatif Lapis Perkerasan Lentur	21
Gambar 3.3	Penyebaran Beban Roda Menurut Bina Marga	22
Gambar 3.4	Distribusi Tegangan Dibawah Beban Roda Menurut AASHTO 2002	22
Gambar 3.5	Ilustrasi dan Definisi Kelas Kendaraan Menurut AASHTO 2002	27
Gambar 3.6	Grafik Korelasi DDT dan CBR.....	38
Gambar 3.7	Ilustrasi Penentuan Indeks Tebal Perkerasan.....	44
Gambar 4.1	Bagan Alir Metode Penelitian	75
Gambar 4.2	Prinsip Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga.....	76
Gambar 4.3	Skema Perencanaan Perkerasan Lentur Metode AASHTO 2002	77
Gambar 5.1	Diagram Plastisitas Casagrande.....	82
Gambar 5.2	Klasifikasi Tanah AASHTO	82
Gambar 5.3	Menentukan CBR Segmen Dengan Cara Grafis	84
Gambar 5.4	Nomogram Penentuan Nilai Indeks Tebal Perkerasan Lapis Permukaan	111
Gambar 5.5	Nomogram Penentuan Nilai Indeks Tebal Perkerasan Lapis Pondasi Atas	112
Gambar 5.6	Nomogram Penentuan Nilai Indeks Tebal Perkerasan Lapis Pondasi Bawah	113
Gambar 5.7	Pertumbuhan Lalu-lintas Pada Ruas Jalan Pandean-Playen.....	119
Gambar 5.8	Hasil Perhitungan Perencanaan Ulang Metode Analisa Komponen dan Metode AASHTO 2002.....	136

**Gambar 5.9 Ilustrasi Hasil Penyesuaian Tebal Perkerasan Perencanaan
Ulang Dengan Perencanaan Awal 2003 138**

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Komposisi Roda dan Unit Ekuivalen 8.16 ton	
	Beban As Tunggal (UE 18 KSAL).....	26
Tabel 3.2	Nilai Faktor Distribusi Beban Sumbu Tunggal untuk	
	Masing-masing Kelas Kendaraan/ Truk.....	28
Tabel 3.3	Nilai Faktor Distribusi Beban Sumbu Ganda untuk	
	Masing-masing Kelas Kendaraan/ Truk	29
Tabel 3.4	Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen.....	33
Tabel 3.5	Faktor Regional.....	40
Tabel 3.6	Pedoman Penentuan Jumlah Lajur.....	41
Tabel 3.7	Koefisien Distribusi pada Lajur Rencana (C)	41
Tabel 3.8	Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP_0).....	43
Tabel 3.9	Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP_t).....	43
Tabel 3.10	Koefisien Kekuatan Relatif.....	46
Tabel 3.11	Tebal Minimum Lapisan Permukaan.....	47
Tabel 3.12	Tebal Minimum Lapisan Pondasi.....	47
Tabel 3.13	Faktor Distribusi Jalur (DDF)	52
Tabel 3.14	Nilai Faktor Distribusi Jalur (LDF)	53
Tabel 3.15	Kecepatan Kendaraan untuk Berbagai Fungsi Jalan	53
Tabel 3.16	Nilai MAF Untuk Karakteristik Lalu-lintas	54
Tabel 3.17	Gambaran Truck Traffic Classification (TTC) dan Nilai	
	Distribusi Kelas Kendaraan	55
Tabel 3.18	Petunjuk Pemilihan TTC Grup yang Cocok untuk	
	Fungsi Klasifikasi Jalan yang Berbeda	56
Tabel 3.19	Definisi dan Gambaran untuk TTC Group	56
Tabel 3.20	Nilai Distribusi Lalu-lintas Truk Jam-jaman	57
Tabel 3.21	Nilai untuk Rerata Jumlah Masing-masing	
	Sumbu per Kelas Truk	59
Tabel 3.22	Spasi antara Sumbu Kemudi dan Sumbu Penggerak	60

Tabel 3.23	Nilai Poisson Ratio untuk Berbagai Macam Material Pondasi dan Tanah Dasar	62
Tabel 3.24	Nilai Modulus Resilient untuk Lapisan Pondasi dan Material Tanah Dasar	63
Tabel 4.1	Penggolongan Jenis Kendaraan pada Ruas Jalan Pandean – Playen	72
Tabel 5.1	Data Pengujian Tanah di Laboratorium	80
Tabel 5.2	Data Hasil Pengujian CBR Lapangan Segmen	81
Tabel 5.3	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Test Laboratorium	82
Tabel 5.4	Penentuan Nilai CBR Segmen Pandean – Seropan Ruas I	83
Tabel 5.5	CBR Rencana.....	85
Tabel 5.6	Data Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahun 2002 sampai dengan Tahun 2005	86
Tabel 5.7	Data Lalu-lintas Harian Rata-rata Hasil Pencacahan.....	87
Tabel 5.8	Hujan Harian Maksimum	89
Tabel 5.9	Data perencanaan awal	92
Tabel 5.10	Prediksi Lalu-lintas untuk Perencanaan Tebal Perkerasan . .	93
Tabel 5.11	Indeks Permukaan (IP).....	96
Tabel 5.12	Penentuan Angka Ekuivalen Kendaraan.....	99
Tabel 5.13	Perhitungan Angka Lintas Ekuivalen	102
Tabel 5.14	Parameter Perencanaan Ulang Tebal Perkerasan Jalan	105
Tabel 5.15	Faktor Penyesuaian Bulanan untuk Ruas Jalan Pandean-Playen	117
Tabel 5.16	Klasifikasi Truk dan Prosentase AADTT Klas Truk.....	116
Tabel 5.17	Data Kelas Kendaraan Truk Berdasarkan AASHTO 2002	118
Tabel 5.18	Faktor Distribusi Kelas Truk	119
Tabel 5.19	Rerata Jumlah Truk Tahunan Berdasarkan AASHTO 2002	120

Tabel 5.20	Jumlah Total Truk Untuk Masing-masing Kelas Truk	121
Tabel 5.21	Jumlah Total Beban Sumbu untuk Masing-masing Tipe Sumbu.....	122
Tabel 5.22	Perbedaan Parameter Perencanaan Awal dan Perencanaan Ulang	134
Tabel 5.23	Perbedaan Ketebalan Lapisan Perencanaan Awal dan Perencanaan Ulang	136

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Hasil Penyelidikan Tanah**
- Lampiran B : Data lalu-lintas**
- Lampiran C : Nomogram Bina Marga**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang berperan penting dalam pengembangan potensi suatu wilayah, sehingga mencapai tingkat perkembangan yang merata bagi semua wilayah. Pembangunan jalan dimaksudkan untuk mempermudah hubungan dari suatu daerah ke daerah lain dan meningkatkan tingkat ekonomi masyarakat. Tahap perencanaan pada proyek pembuatan jalan, khususnya jalan baru, memegang peranan yang penting. Perencanaan lapis perkerasan harus mempertimbangkan faktor ekonomi, kondisi lingkungan, sifat tanah dasar, beban lalu lintas, fungsi jalan dan faktor-faktor lainnya. Hal ini dikarenakan lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, sehingga dapat memberikan kenyamanan pada si pengemudi selama masa pelayanan jalan tersebut.

Berbagai pendekatan telah banyak dilakukan oleh institusi baik di Indonesia maupun di negara lainnya untuk menyusun parameter perencanaan perkerasan jalan, Salah satunya Dinas Bina Marga yang telah mengadopsi metode perencanaan perkerasan jalan dari AASHTO 1972 , metode yang digunakan adalah metode “Analisa Lendutan” dan “Analisa komponen” yang lebih menekankan pada faktor Daya Dukung Tanah yang tergantung dari nilai CBR tanah dasar. Sedangkan diketahui bahwa AASHTO (*American Association of*

tanah dasar. Sedangkan diketahui bahwa AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) sekarang sudah mengeluarkan petunjuk perencanaan perkerasan jalan yang terbaru yaitu AASHTO 2002 yang menggunakan metode Mekanistik Empiris.

1.2 Rumusan Masalah

Pada Tahun 2003, Dinas Bina Marga telah melakukan perencanaan perkerasan pada ruas Pandean- Playen, Jalan yang menghubungkan Kabupaten Bantul dan Kabupaten Gunung Kidul. Hasilnya apakah perencanaan tersebut sampai dengan tahun 2006 strukturnya masih dapat memikul beban lalu lintas yang terjadi?

Pertanyaan tersebut merupakan rumusan masalah yang sangat mendasar untuk dilakukannya penelitian ini, yaitu dengan melakukan perencanaan ulang tebal perkerasan lentur pada ruas jalan tersebut dengan kondisi lalu-lintas yang ada pada saat akan dilakukannya penelitian atau pada Tahun 2006. dengan penelitian menggunakan kedua metode tersebut akan dibandingkan hasil perencanaan awal tahun 2003 sehingga dapat diketahui hasil ketebalan lapisan dari kedua perencanaan..

Di Indonesia metode perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya yang digunakan adalah metode Bina Marga, yang bersumber dari metode AASHTO 1972 dan dimodifikasi sesuai dengan kondisi jalan di Indonesia. Dalam perencanaan tebal lapisan perkerasan lentur secara manual pada metode Bina Marga, terdapat langkah-langkah perhitungan yang cukup panjang dan pembacaan

nomogram-nomogram yang membutuhkan ketelitian dan kesabaran agar tidak terjadi kesalahan, sehingga proses perencanaan ini cukup menyita waktu.

Metode AASHTO, Amerika Serikat, telah mengalami perubahan terus menerus, sesuai dengan penelitian yang diperoleh dan perubahan terakhir adalah AASHTO 2002 yang menggunakan metode mekanistik empiris. Oleh karena itu perlu dianalisis apakah perubahan metode perencanaan AASHTO 2002 akan memberikan pengaruh terhadap perencanaan perkerasan jalan di Indonesia dengan membandingkan dengan Metode analisa komponen. Dari hasil perbandingan tersebut apakah metode AASHTO 2002 dapat digunakan di Indonesia dan memberikan hasil yang dapat diterima bagi perencanaan jalan di Indonesia.

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukanya penelitian ini adalah:

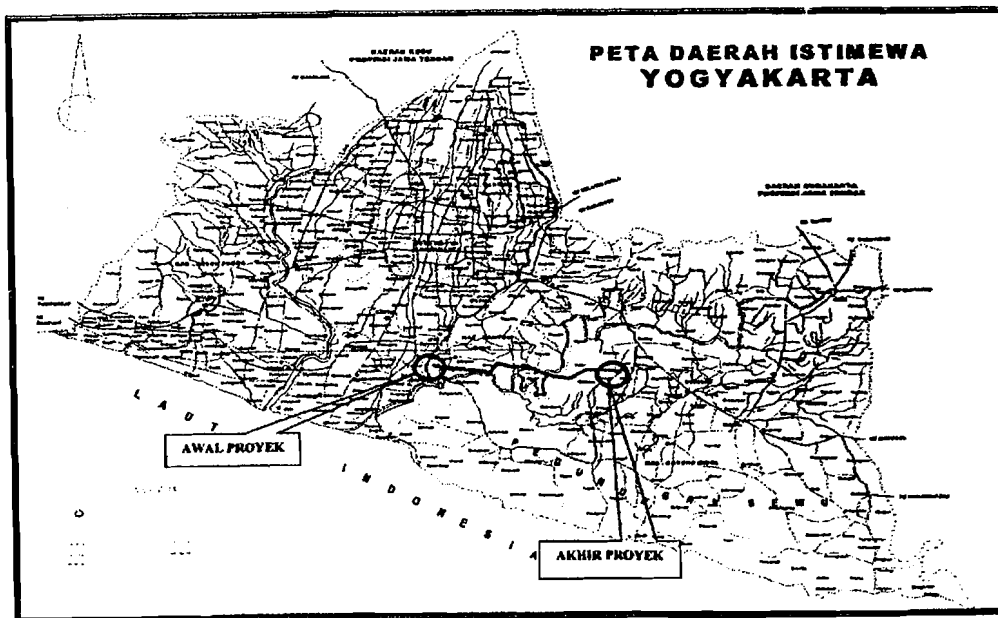
1. Untuk mengetahui prosedur dan hasil dari perencanaan dari kedua metode, sehingga tingkat keefisienan dari kedua metode bisa diketahui, dan pengetahuan dalam hal perencanaan perkerasan jalan dapat menjadi luas.
2. Untuk mengetahui perbedaan parameter yang digunakan untuk masing-masing metode.
3. Dari hasil yang diperoleh maka dapat diketahui tingkat keamanan struktur perkerasan lentur dari perencanaan awal Bina Marga 2003, yaitu dalam memikul beban pertumbuhan lalu-lintas hingga Tahun 2006

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

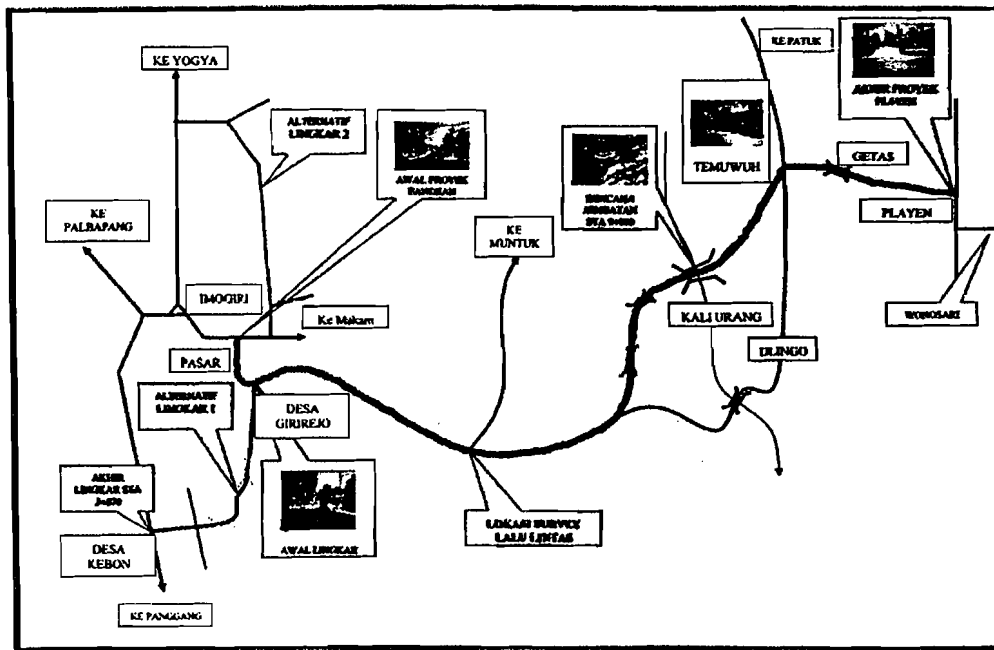
Agar pembahasan dalam penulisan karya tulis ini tidak meluas, maka akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan dalam perencanaan perkerasan lentur jalan Bina adalah metode Marga, yang sesuai pada SNI 1732-1989-F dan Metode AASHTO 2002 sesuai yang terdapat pada *AASHTO 2002 Design Guide*.
2. Perencanaan dilakukan pada ruas jalan Pandeyan – Playen sepanjang 21 km yang merupakan jalan penghubung antara Kabupaten Bantul dengan Kabupaten Gunung Kidul. Lokasi dipilih berdasarkan survey yang didapat dari Dinas Bina Marga Propinsi D.I. Yogyakarta, untuk pekerjaan baru jalan atau belum adanya pelapisan tambahan (overlay) Yang terbaru di wilayah D.I. Yogyakarta adalah pada ruas jalan tersebut .
3. Analisa perencanaan hanya dilakukan untuk perencanaan perkerasan lentur jalan baru, sedangkan untuk lapis tambahan tidak di analisa..

Pada **Gambar 1.1** dan **Gambar 1.2** halaman berikut dapat dilihat peta Daerah Istimewa Yogyakarta/ situasi proyek dan Denah lokasi dilakukanya penelitian:



Gambar 1.1 Peta situasi proyek
 Sumber: Laporan Interim Perencanaan Jalan Bina Marga, 2003



Gambar 1.2 Peta Lokasi Penelitian Jalan Pandean – Playen
 Sumber: Dinas Bina Marga Propinsi D.I. Yogyakarta

1.5 Manfaat

Dari penulisan karya tulis ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengetahui metode yang paling efektif di terapkan di Indonesia sehingga menghasilkan konstruksi jalan yang kuat, ekonomis dan sesuai dengan umur rencana.
2. Memberikan referensi bagi para perencana maupun akademisi dalam melakukan perencanaan perkerasan jalan di Indonesia, khususnya perkerasan lentur.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini dapat dijabarkan dalam beberapa bagian-bagian, yaitu sebagai berikut:

Bab 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang hal-hal yang menjadi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

Bab 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi uraian singkat hasil-hasil penelitian atau analisis terdahulu yang ada hubungannya dengan permasalahan yang ditinjau dalam Tugas Akhir ini.

Bab 3 : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi uraian-uraian dari teori ilmiah yang ada pada literatur yang mendasari pemecahan masalah, baik uraian kualitatif maupun persamaan matematis.

Bab 4 : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tentang usulan langkah-langkah pemecahan masalah yang akan digunakan sebagai landasan dalam pemecahan masalah tersebut

Bab 5 : ANALISA DATA dan PEMBAHASAN

Bab ini memuat uraian hasil penelitian, analisis dan pembahasannya secara terpadu yang disajikan dalam bentuk pembahasan.

Bab 6 : KESIMPULAN dan SARAN

Bab ini berisi ringkasan dari hasil penelitian yang merupakan jawaban atas tujuan penelitian. Bab ini juga berisi saran-saran yang dibutuhkan untuk penelitian selanjutnya untuk mendapatkan kemungkinan hasil yang lebih baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Tujuan utama pembuatan struktur jalan adalah untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban roda, sehingga mencapai tingkat nilai yang dapat diterima oleh tanah yang menyangga struktur tersebut. Kendaraan pada posisi diam di atas struktur yang diperkeras menimbulkan beban langsung (tegangan statis) pada perkerasan yang terkonsentrasi pada bidang kontak kecil antara roda dan perkerasan. Ketika kendaraan bergerak, timbul tambahan tegangan dinamis akibat pergerakan kendaran keatas dan kebawah karena ketidakrataan perkerasan, beban angin dan lain sebagainya (Wignall, 1999).

Pendapat lain diutarakan bahwa lapis perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu-lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada kontruksi jalan itu sendiri, sehingga akan memberikan kenyamanan kepada si pengemudi selama masa pelayanan jalan tersebut. Dengan demikian perencanaan tebal masing-masing lapis perkerasan harus diperhitungkan dengan optimal (S. Sukirman, 1993).

Banyak metode yang dapat dipergunakan dalam perencanaan perkerasan jalan misalnya metode Bina Marga di Indonesia dan metode AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) dari Amerika. Metode Bina Marga sendiri bersumber dari metode AASHTO 1972 yang dimodifikasi sesuai dengan kondisi jalan di Indonesia dengan langkah-langkah perhitungan

yang cukup panjang dan pembacaan nomogram-nomogram yang membutuhkan ketelitian dan kesabaran agar tidak terjadi kesalahan, sehingga proses perencanaannya cukup menyita waktu (Aprianto dan Basuki, 2001).

Standard perencanaan Bina Marga membedakan kekuatan jalan berdasarkan beban maksimum yang lewat (MST 8), sedangkan menurut AASHTO perencanaan tebal perkerasan berdasarkan jumlah total Faktor Kerusakan (*Damage Factor*) yang umumnya dapat dinyatakan dalam EAL (*Equivalent Axle Load*), Ekuivalen 8.16 ton Standard Axle Load. Hal ini bukan berarti beban gandar maksimum kendaraan yang dapat diakomodasi hanya sebesar 8.16 ton, akan tetapi bisa berapa saja dengan faktor perusak yang berbeda tergantung EDF (*Equivalent Damage Factor*) dari kendaraan/gandar yang lewat. Di Indonesia pada umumnya, total beban gandar yang lewat diperkirakan jauh lebih besar dari pada yang disarankan Bina Marga, mengingat masih banyaknya kendaraan-kendaraan berat yang membawa beban jauh melewati beban legal yang disyaratkan (Mochtar, 1999).

AASHTO Guide for Design Pavement Structures merupakan dokumen utama yang digunakan untuk merencanakan perkerasan jalan baru ataupun perkerasan jalan tambahan. Semua metode perencanaan perkerasan AASHTO mulai dari AASHTO 1972,1986 sampai AASHTO 1993 didasarkan analisa empirik. AASHTO 1986 dan 1993 lebih disempurnakan dalam input material, desain keandalan, dan prosedur empirik untuk perencanaan perbaikan jalan (AASHTO 2002 Design Guide).

Kartika dan Prastyanto (2001), melakukan penelitian pada ruas jalan yang dilewati kendaraan dengan muatan Golongan C (pasir, split, batu kali) dengan berat volume bahan galian ini yang relatif tinggi. Analisa lalu lintas menggunakan Metode Bina Marga dimana Bina Marga membedakan kekuatan jalan berdasarkan beban maksimum yang lewat. Hasil perencanaan tebal perkerasan untuk ruas jalan di sekitar daerah galian C (Pasir, split, batu kali) menggunakan cara Bina Marga dengan asumsi setengah kendaraan bermuatan penuh dan setengahnya lagi bermuatan kosong, menunjukkan umur aktual perkerasan akan berkurang lebih dari separoh umur rencana. Misalnya jika umur rencana 5 tahun, maka umur aktual diperkirakan hanya akan tahan sampai 2,3 tahun.

Menurut Tjan (2000), Pada desain tebal perkerasan lentur metode SNI 1732-1989-F, salah satu masukan desain adalah Daya Dukung Tanah (DDT). Nilai DDT tersebut diperoleh secara tidak langsung dari nilai CBR lapis tanah dasar. Korelasi antara DDT dengan CBR itu tidak *unique* (unik). Sehingga penggunaan korelasi DDT-CBR harus dilakukan dengan sangat hati-hati dan perlu ditunjang dengan pengalaman setempat. Sesungguhnya parameter yang lebih tepat digunakan sebagai ganti DDT adalah modulus resilien lapis tanah dasar, M_R sebagaimana telah banyak digunakan oleh negara-negara maju seperti Amerika, Inggris melalui manual peraturan perencanaan perkerasan jalan yang dikeluarkan oleh AASHTO.

Sugeng Tri Wahyono dan Setiadi, (2001), Penelitian yang dilakukan pada ruas jalan Yogyakarta-Prambanan ini peneliti memprediksi kondisi tingkat kerusakan jalan yang terjadi, dengan menganalisa pada tebal struktur

perkerasannya, dengan menggunakan metode standar yang digunakan di Indonesia (metode Bina Marga) dan metode yang digunakan negara-negara lain yaitu metode AASHTO 1986.

Hasil penelitian ini adalah perencanaan tebal struktur perkerasan pada *surface course* dengan metode AASHTO 1986 lebih tebal 2 cm dari metode Bina Marga. Hal ini dikarenakan metode analisa komponen Bina Marga banyak menyadur dari metode AASHTO 1986 dengan disesuaikan kondisi lingkungan di Indonesia. Sedangkan untuk kondisi tebal struktur perkerasan pada ruas jalan Yogyakarta-Prambanan masih baik hingga tahun 2010.

Agus Sofan dan Wini Utomo, (1997), Penelitian ini merupakan studi kasus untuk mengetahui apa yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan pada ruas jalan Karang Nongko – Nagung dengan melakukan penyelidikan langsung di lapangan dan uji di laboratorium serta mengumpulkan informasi dari dinas terkait.

Hasil dari studi kasus ini adalah bahwa penyebab terjadinya kerusakan pada ruas jalan Karang Nongko – Nagung adalah penggunaan aspal di bawah kadar aspal optimum yang disyaratkan dan terjadinya abrasi agregat kasar.

Umar Syarif, (2000). Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian lapangan dan penelitian laboratorium yang menguji analisa saringan, pemeriksaan kepadatan beton aspal, pemeriksaan berat jenis agregat dan ekstraksi beton aspal. Kerusakan yang ada pada jalan KH Ahmad Dahlan ini adalah *bleeding* dan *cracking* yang disebabkan oleh kondisi jalan yang tidak stabil. Berdasarkan penelitian ini, kerusakan disebabkan oleh *bleeding*, yaitu kadar aspal yang berlebihan dan bersama-sama dengan agregat hasil degradasi naik ke permukaan.

Tabel 2.1 Tabel Ringkasan Referensi Penelitian Lain

No	Nama Peneliti	Jenis	Tahun	Judul	Metode	Lokasi	Hasil
1	Sugeng Tri W dan Setiadi	Anonim	2001	Analisa Tebal Lapis Keras Jalan Yogyakarta-Prambanan Hingga Th.2010 paska Peningkatan Pada Tahun 2001.	Metode Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1986	Jalan Raya Yogyakarta-Prambanan	Terbal lapis perkerasan Surface course dengan parameter AASHTO 1986 lebih tebal 2 cm dari Bina Marga, kondisi tebal perkerasan sampai 2010 masih baik.
2	Agus Sofan dan Wini Utomo	Anonim	1997	Studi Kasus Struktur Jalan Sepanjang Jalan Karang Nongko – Nagung, Wates, Kabupaten Kulon Progo”.	Metode Bina Marga 1987 dan Metode AASHTO 1986	Jalan Karang Nongko – Nagung, Wates	Penyebab terjadinya kerusakan pada ruas jalan Karang Nongko – Nagung adalah penggunaan aspal di bawah kadar aspal optimum yang disyaratkan dan terjadinya abrasi agregat kasar.
3	Surya Pujoyono	Anonim	2001	Penyusunan Program Komputer Untuk Perancangan Tebal Perkerasan Lentur”	Metode Bina Marga 1987	-	Perencanaan tebal lapis perkerasan dilakukan dalam 3 lingkup perancangan, yaitu konstruksi menerus, konstruksi bertahap dan penambahan lapis perkerasan (<i>overlay</i>).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Lapis perkerasan pada jalan merupakan suatu kebutuhan yang sangat vital dan sangat penting di jaman sekarang ini, dalam hal ini suatu jalan apabila belum memiliki lapis perkerasan atau masih berupa tanah dasar (*subgrade*), maka jalan tersebut akan dianggap kurang mampu dalam menahan beban berulang (*repeated load*) dari roda-roda kendaraan tanpa mengalami deformasi. Mengingat besarnya volume pekerjaan jalan, maka pada umumnya diinginkan konstruksi yang murah, baik yang berkaitan dengan bahan maupun biaya pelaksanaan, namun masih dapat memenuhi kebutuhan lalu-lintas.

Pada umumnya perkerasan terdiri atas beberapa lapis dengan kualitas bahan semakin ke atas semakin baik. Berdasarkan bahan pengikatnya, struktur lapis keras dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu, lapis keras lentur (*flexible pavement*) merupakan perkerasan dengan menggunakan bahan ikat aspal (*bitumen*), lapis keras kaku (*rigid pavement*) merupakan pekerjaan jalan dengan menggunakan semen dengan bahan pengikatnya, lapis keras komposit (*composite pavement*) yaitu lapis keras yang terdiri dari lapis keras lentur yang diikuti lapis keras kaku atau sebaliknya.

3.2 Perkerasan Lentur

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1987) yang dimaksud dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan

berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Bagian perkerasan jalan umumnya terdiri dari lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*) pada **Gambar 3.1** (halaman 20) dan **Gambar 3.2** (halaman 21)

Lapis perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, sehingga akan memberikan kenyamanan kepada si pengemudi selama masa pelayanan jalan tersebut. Dengan demikian perencanaan tebal masing-masing lapis perkerasan harus diperhitungkan dengan optimal (Silvia Sukirman, 1993).

Menurut Aly, M. Anas (2000) secara sederhana dapat dikatakan bahwa fungsi perkerasan jalan adalah menyediakan dan memberikan pelayanan kepada lalu-lintas yang lewat di atasnya sedemikian rupa sehingga lalu-lintas dapat bergerak dengan cepat, aman dan nyaman sesuai tuntutan dan klasifikasi lalu-lintas yang ada. Untuk itu konstruksi perkerasan jalan paling tidak harus memenuhi kriteria, kuat, awet, rata, mudah dikerjakan dan dipelihara, tidak mahal dan sesuai dengan klasifikasinya.

Oglesby, C.H. dan Hicks, R.G. (1982) menyatakan bahwa yang dimaksud perencanaan perkerasan adalah memilih kombinasi material dan tebal lapisan yang memenuhi syarat pelayanan dengan biaya termurah dan dalam jangka panjang, yang umumnya memperhitungkan biaya konstruksi pemeliharaan dan pelapisan ulang. Perencanaan perkerasan meliputi kegiatan pengukuran kekuatan dan sifat penting lainnya dari lapisan permukaan perkerasan dan masing-masing

lapisan di bawahnya serta menetapkan ketebalan permukaan perkerasan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah.

Mengingat perkerasan jalan diletakkan di atas tanah dasar, maka secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tidak terlepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi setempat atau dengan tambahan timbunan dari lokasi lain yang telah dipadatkan dengan tingkat kepadatan tertentu, sehingga mempunyai daya dukung yang mampu mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat.

Banyak metode yang dapat dipergunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar. Di Indonesia daya dukung tanah dasar (DDT) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*), yaitu nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. Menurut Basuki, I. (1998) nilai daya dukung tanah dasar (DDT) pada proses perhitungan perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen sesuai dengan SNI 1732-1989-F dapat diperoleh dengan menggunakan rumus konversi nilai CBR tanah dasar.

3.3 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan (*surface course*) adalah lapisan keras yang letaknya paling atas dari struktur perkerasan jalan. Fungsi lapis permukaan adalah untuk

memberikan keselamatan dan kenyamanan bagi para pengendara kendaraan. Lapis permukaan terdiri dari:

- a. Lapis struktural, yaitu lapis yang ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh lapis perkerasan untuk diteruskan ke lapis dibawahnya, yaitu berupa gaya vertikal maupun gaya horizontal.
- b. Lapis non struktural, yaitu berupa lapis yang kedap air untuk mencegah masuknya air ke dalam lapis keras yang ada di bawahnya, sebagai *skid resistance* atau menyediakan koefisien gesek yang cukup pada permukaan sehingga tidak licin, menyediakan permukaan yang tetap rata agar kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan, serta sebagai lapis aus yang dapat diganti dengan lapisan yang baru.

3.4 Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis fondasi atas (*base course*) adalah bagian perletakan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis fondasi bawah atau dengan tanah jika tidak menggunakan lapis fondasi bawah. Fungsi lapis ini adalah sebagai perletakan lapis permukaan, sebagai bagian perkerasan yang memikul beban roda dan lapis peresapan bagi lapis fondasi.

3.5 Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapisan fondasi bawah (*sub base course*) adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis fondasi atas dan tanah dasar.

Fungsi lapis fondasi bawah adalah sebagai berikut (Bina Marga, 1987):

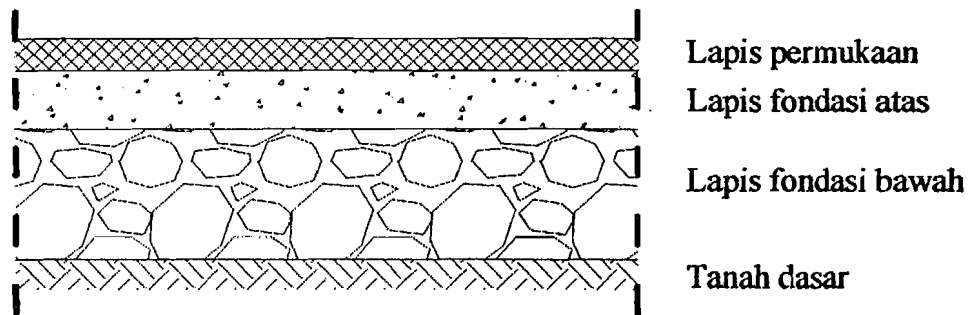
- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis fondasi
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

3.6 Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan tanah sebelum dilaksanakannya perkerasan. Permukaan tanah ini dapat berasal dari tanah asli, tanah galian dan tanah timbunan yang dipadatkan. Pada perkerasan jalan untuk kekuatan dan keawetan konstruksinya sangat tergantung pada sifat-sifat tanah dasarnya. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- a) Perubahan bentuk tetap (Deformasi Permanent) 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 berbeda sifat dan kedudukanya, atau akibat pelaksanaanya.
- d) Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu-lintas dari macam tanah tertentu

- e) Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu-lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (Granular soil) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaanya.



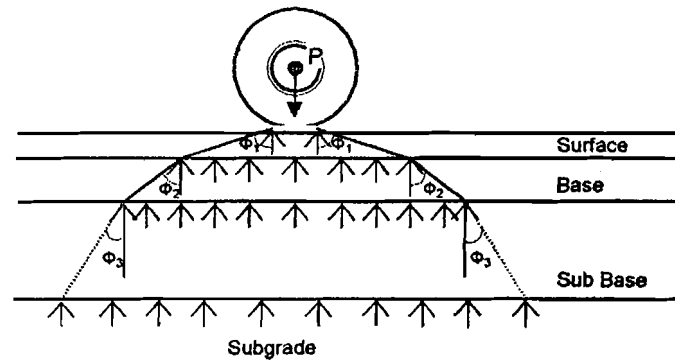
Gambar 3.1 Susunan Lapis Perkerasan
Sumber : Bina Marga 1987



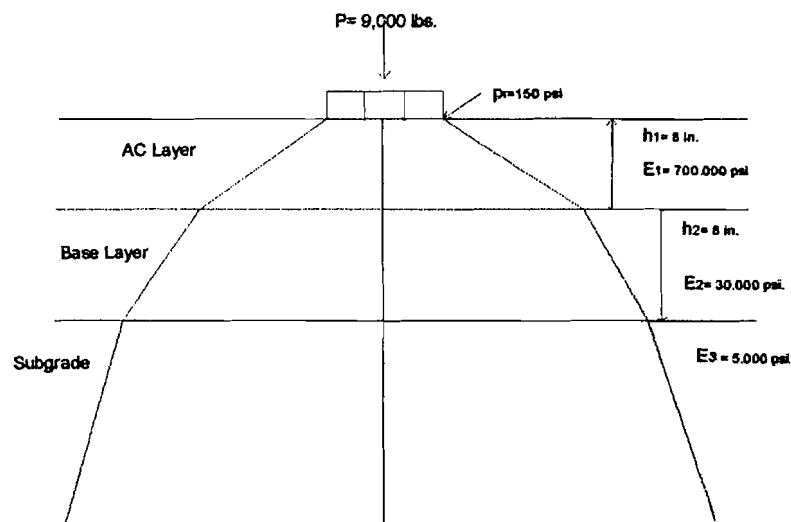
Gambar 3.2 Ilustrasi Beberapa Alternatif Lapis Perkerasan Lentur
 Sumber : AASHTO *Design Guide* 2002

3.7 Penyebaran Beban pada Masing-masing Lapis Perkerasan

Untuk memperkirakan tegangan yang terjadi pada masing-masing lapisan yaitu pada lapis permukaan, lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah dan *subgrade* yang diakibatkan oleh beban kendaraan yang melintas pada suatu ruas jalan yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 halaman berikut:



Gambar 3.3 Penyebaran Beban Roda Menurut Bina Marga
Sumber : Bina Marga 1987



Gambar 3.4 Distribusi Tegangan Dibawah Beban Roda Menurut AASHTO
2002

Sumber : AASHTO Design Guide 2002

Dari gambar penyebaran beban pada masing-masing lapisan perkerasan di atas diketahui bahwa beban yang diterima lapisan yang paling atas yaitu *surface course* akan diteruskan ke lapisan yang ada di bawahnya sampai dengan pada lapisan yang berada di lapisan yang paling bawah yaitu *subgrade*, dengan

demikian akan berpengaruh pada tegangan yang terjadi pada masing-masing lapisan.

Tegangan yang terjadi pada *surface* merupakan yang terbesar dibandingkan dengan lapisan-lapisan yang lain, semakin ke bawah maka tegangan akan semakin mengecil dengan semakin besarnya luasan yang menerima beban dengan kata lain pada *subgrade* tegangan yang terjadi jauh lebih kecil daripada yang terjadi pada *surface*. Besarnya tegangan yang terjadi pada *surface* akan mengakibatkan lapisan pada *surface* mengalami keausan atau kerusakan lebih cepat dari lapisan yang ada di bawahnya, oleh karena itu *surface* didesain untuk lebih mudah diperbaiki atau diganti dengan yang baru.

Dari perbedaan beban dan tegangan yang diterima tiap lapis dengan kondisi lalu lintas yang ada sekarang sampai dengan 10 tahun yang akan datang akan diketahui kondisi kekuatan tiap-tiap lapis pada jangka waktu tersebut untuk menerima beban tanpa adanya perbaikan pada lapis permukaan (*surface course*) sampai dengan lapis tanah dasar (*subbase*).

3.8 Parameter Perencanaan Perkerasan Jalan

Dalam menentukan dan merencanakan suatu perkerasan lentur harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

3.8.1 Lalulintas

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalulintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya lalulintas dapat diperoleh dari:

1. Analisis lalu-lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai:
 - a. Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan
 - b. Jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya
 - c. Konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan
 - d. Beban masing-masing sumbu kendaraan
2. Perkiraan faktor pertumbuhan lalulintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisis ekonomi dan sosial daerah tersebut.

3.8.1.1. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama jika kendaraan tersebut melintas 1 kali. Misalnya: diketahui $E_{\text{truk}} = 1,2$, ini berarti 1 kali lintasan kendaraan truk menyebabkan penurunan indeks permukaan yang sama dengan 1,2 kali lintasan sumbu standar.

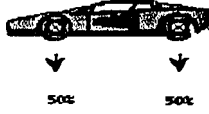


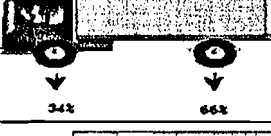
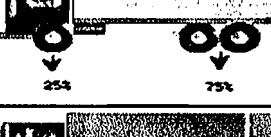

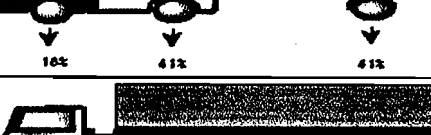
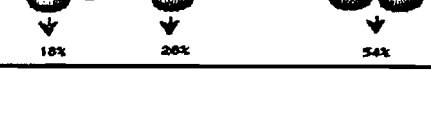
Bina Marga dan AASHTO memberikan patokan jenis kendaraan seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 3.1** (halaman 26) dan **Gambar 3.5** (halaman 27), sedangkan pada **Tabel 3.1** dapat dilihat konfigurasi beban sumbu kendaraan dan angka ekuivalen beban sumbu standar (E/EAL/ESAL) yang diberikan Bina Marga dalam Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelman Beam No. 01/MN/B/1983.

Konfigurasi roda dan as kendaraan umumnya diberikan dalam bentuk simbol. Misalnya simbol 1.2, menyatakan kendaraan tersebut terdiri dari 2 as

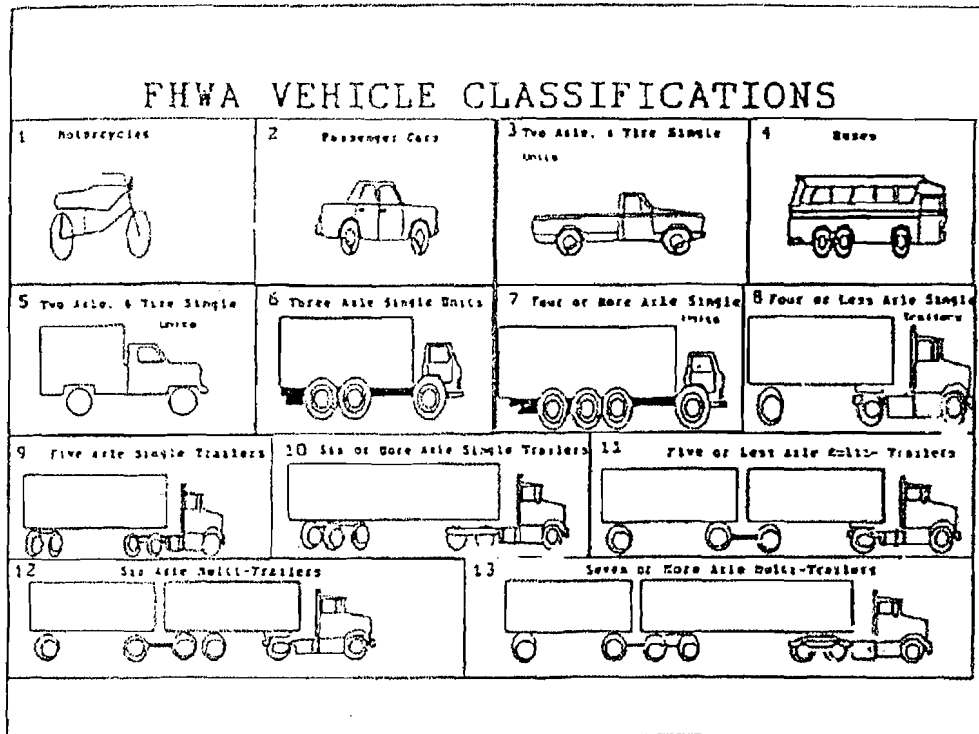
(depan dan belakang). As depan terdiri dari as tunggal, sedangkan as belakang terdiri dari roda ganda.

Tabel 3.1 berlaku untuk semua jenis dan besarnya muatan kendaraan, peninjauan berdasarkan kendaraan kosong atau bermuatan. Jika dianggap bermuatan, maka muatan dianggap maksimum (penuh). Misalnya truk 1.2H pada waktu kosong dianggap bermuatan dengan berat total 4,2 ton. Sedangkan jika bermuatan, dianggap maksimum dengan berat total 18,2 ton. Jika truk tersebut bermuatan separuh, dianggap bermuatan maksimum, sedangkan jika bermuatan melebihi tabel 3.1, maka akan terjadi salah perhitungan. Kenyataan dilapangan akan jauh melebihi estimasi sesuai **Tabel 3.1** halaman berikut.

Tabel 3.1. Komposisi Roda dan Unit Ekuivalen 8.16 ton
Beban As Tunggal (UE 18 KSAL)

Konfigurasi Sumbu dan Type	Berat Kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1.1 MP	1.5	0.5	2	0.0001	0.0004	
1.2 BUS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	
1.2+2.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0085	4.9283	
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.183	

Sumber: Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkleman Beam, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina MARGa No 01/MN/B/1983
www.its.or.id



Gambar 3.5 Ilustrasi dan Definisi Kelas Kendaraan Menurut AASHTO

Sumber : AASHTO *Design Guide 2002*

Pada AASHTO 2002 tipe kendaraan yang diperhitungkan untuk menentukan Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan (*Equivalent Single Axle Load*) adalah kendaraan truk yaitu kelas kendaraan 4 ke atas (lihat Gambar 3.5). Dan untuk faktor distribusi beban sumbu menurut AASHTO 2002 diberikan pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3 halaman berikut:

**Tabel 3.2 Nilai Faktor Distribusi Beban Sumbu Tunggal untuk Masing-
Masing Kelas Kendaraan/Truk**

Mean Axle Load, Dns.	Vehicle/Truck Class									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3000	1.80	10.03	2.47	2.14	11.62	1.74	3.64	3.55	6.68	8.88
4000	0.96	13.19	1.78	0.55	5.36	1.37	1.24	2.91	2.29	2.67
5000	2.91	16.40	3.45	2.42	7.82	2.84	2.36	5.19	4.87	3.81
6000	3.99	10.69	3.95	2.70	6.98	3.53	3.38	5.27	5.86	5.23
7000	6.80	9.21	6.70	3.21	7.98	4.93	5.18	6.32	5.97	6.03
8000	11.45	8.26	8.44	5.81	9.69	8.43	8.34	6.97	8.85	8.10
9000	11.28	7.11	11.93	5.26	9.98	13.66	13.84	8.07	9.57	8.35
10000	11.04	5.84	13.55	7.38	8.49	17.66	17.33	9.70	9.95	10.69
11000	9.86	4.53	12.12	6.85	6.46	16.69	16.19	8.54	8.59	10.69
12000	8.53	3.46	9.47	7.41	5.18	11.63	10.30	7.28	7.09	11.11
13000	7.32	2.56	6.81	8.99	4.00	6.09	6.52	7.16	5.86	7.34
14000	5.55	1.92	5.05	8.15	3.38	3.52	3.94	5.65	6.58	3.78
15000	4.23	1.54	2.74	7.77	2.73	1.91	2.33	4.77	4.55	3.10
16000	3.11	1.19	2.66	6.84	2.19	1.55	1.57	4.35	3.63	2.58
17000	2.54	0.90	1.92	5.67	1.83	1.10	1.07	3.56	2.56	1.52
18000	1.98	0.68	1.43	4.63	1.53	0.88	0.71	3.02	2.00	1.32
19000	1.53	0.52	1.07	3.50	1.16	0.73	0.53	2.06	1.54	1.00
20000	1.19	0.40	0.82	2.64	0.97	0.53	0.32	1.63	0.98	0.83
21000	1.16	0.31	0.64	1.90	0.61	0.38	0.29	1.27	0.71	0.64
22000	0.66	0.31	0.49	1.31	0.55	0.25	0.19	0.76	0.51	0.38
23000	0.56	0.18	0.38	0.97	0.36	0.17	0.15	0.59	0.29	0.52
24000	0.37	0.14	0.26	0.67	0.26	0.13	0.17	0.41	0.27	0.22
25000	0.31	0.15	0.24	0.43	0.19	0.08	0.09	0.25	0.19	0.13
26000	0.18	0.12	0.13	1.18	0.16	0.06	0.05	0.14	0.15	0.26
27000	0.18	0.08	0.13	0.26	0.11	0.04	0.03	0.21	0.12	0.28
28000	0.14	0.05	0.08	0.17	0.08	0.03	0.02	0.07	0.08	0.12
29000	0.08	0.05	0.08	0.17	0.05	0.02	0.03	0.09	0.09	0.13
30000	0.05	0.02	0.05	0.08	0.04	0.01	0.02	0.06	0.02	0.05
31000	0.04	0.02	0.03	0.72	0.04	0.01	0.03	0.03	0.03	0.05
32000	0.04	0.02	0.03	0.06	0.12	0.01	0.01	0.04	0.01	0.08
33000	0.04	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.06
34000	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
35000	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
36000	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
37000	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
38000	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01
39000	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
40000	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00
41000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : AASHTO Design Guide 2002

Tabel 3.3 Nilai Faktor Distribusi Beban Sumbu Ganda untuk Masing-Masing Kelas Kendaraan/Truk

Mean Axle Load, lbs.	Vehicle/Truck Class									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6000	5.88	7.06	5.28	13.74	18.95	2.78	2.45	7.93	5.23	6.41
8000	1.44	35.42	8.42	6.71	8.05	3.92	2.19	3.15	1.75	3.85
10000	1.94	13.23	10.81	6.49	11.15	6.51	3.65	5.21	3.35	5.58
12000	2.73	6.32	8.99	3.46	11.92	7.61	5.40	8.24	5.89	5.66
14000	3.63	4.33	7.71	7.06	10.51	7.74	6.90	8.88	8.72	5.73
16000	4.96	5.09	7.50	4.83	8.25	7.00	7.51	8.45	8.37	5.53
18000	7.95	5.05	6.76	4.97	6.77	5.82	6.99	7.08	9.76	4.90
20000	11.58	4.39	6.06	4.58	5.32	5.59	6.61	5.49	10.85	4.54
22000	14.20	2.31	5.71	4.26	4.13	5.16	6.26	5.14	10.78	6.45
24000	13.14	2.28	5.17	3.85	3.12	5.05	5.95	5.99	7.24	4.77
26000	10.75	1.53	4.52	3.44	2.34	5.28	6.16	5.73	6.14	4.34
28000	7.47	1.96	3.96	6.06	1.82	5.53	6.54	4.37	4.93	5.63
30000	5.08	1.89	3.21	3.68	1.58	6.13	6.24	6.57	3.93	7.24
32000	3.12	2.19	3.91	2.98	1.20	6.34	5.92	4.61	3.09	4.69
34000	1.87	1.74	2.12	2.89	1.05	5.67	4.99	4.48	2.74	4.51
36000	1.30	1.78	1.74	2.54	0.94	4.46	3.63	2.91	1.73	3.93
38000	0.76	1.67	1.44	2.66	0.56	3.16	2.79	1.83	1.32	4.20
40000	0.53	0.38	1.26	2.50	0.64	2.13	2.24	1.12	1.07	3.22
42000	0.52	0.36	1.01	1.57	0.28	1.41	1.69	0.84	0.58	2.28
44000	0.30	0.19	0.83	1.53	0.28	0.91	1.26	0.68	0.51	1.77
46000	0.21	0.13	0.71	2.13	0.41	0.59	1.54	0.32	0.43	1.23
48000	0.18	0.13	0.63	1.89	0.20	0.39	0.73	0.21	0.22	0.85
50000	0.11	0.14	0.49	1.17	0.14	0.26	0.57	0.21	0.22	0.64
52000	0.06	0.20	0.39	1.07	0.11	0.17	0.40	0.07	0.23	0.39
54000	0.04	0.06	0.32	0.87	0.06	0.11	0.38	0.13	0.20	0.60
56000	0.08	0.06	0.26	0.81	0.05	0.08	0.25	0.15	0.12	0.26
58000	0.01	0.02	0.19	0.47	0.03	0.05	0.16	0.09	0.07	0.18
60000	0.02	0.02	0.17	0.49	0.02	0.03	0.15	0.03	0.19	0.08
62000	0.10	0.01	0.13	0.38	0.06	0.02	0.09	0.06	0.09	0.14
64000	0.01	0.01	0.08	0.24	0.02	0.02	0.08	0.01	0.04	0.07
66000	0.02	0.01	0.06	0.15	0.02	0.02	0.06	0.01	0.02	0.08
68000	0.01	0.00	0.07	0.16	0.00	0.02	0.05	0.01	0.04	0.03
70000	0.01	0.02	0.04	0.06	0.00	0.01	0.11	0.00	0.12	0.01
72000	0.00	0.01	0.04	0.13	0.00	0.01	0.04	0.00	0.01	0.04
74000	0.00	0.00	0.02	0.06	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02
76000	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.04
78000	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02
80000	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
82000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : AASHTO Design Guide 2002

3.8.1.2. Volume Lalu lintas

Pengumpulan data volume lalu lintas dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan menggunakan alat perhitungan lalu lintas yang dipasang secara permanen maupun alat perhitungan portable mekanik pada tempat atau pos-pos rutin pemeriksaan lalu lintas yang ada di sekitar lokasi namun jika tidak

terdapat pos-pos rutin di sekitar lokasi atau untuk pengecekan data, maka perhitungan volume lalu lintas dapat dilakukan secara manual pada tempat-tempat yang dianggap perlu. Perhitungan volume lalu lintas secara manual dilakukan dengan mempertimbangkan faktor musim, hari dan bulan sehingga dapat diperoleh volume lalu lintas tahun yang dikehendaki.

1. Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari yang melintasi satu lajur selama 24 jam untuk kedua arah pada jalan tanpa median atau untuk masing-masing arah pada jalan dengan median dan diperoleh dari data selama 1 tahun penuh.

Penggunaan faktor variasi bulanan MF (*Monthly Factor*) dan faktor harian DF (*Daily Factor*) dalam perhitungan volume lalu lintas mempunyai prinsip untuk membatasi jaringan pengamatan. AADT (*Annual Average Daily Traffic*) adalah pedoman bersama bagi semua volume lalu-lintas untuk dikonversi yang disediakan oleh suatu stasiun penyedia sumber data untuk perhitungan. Perhitungan dimulai dengan rata-rata volume lalu-lintas untuk semua minggu dalam satu tahun, hasil dari rata-rata mingguan ini adalah untuk menentukan AADT (*Annual Average Daily Traffic*) yang digunakan untuk perhitungan faktor harian (DF).

ADT (*Average Daily Traffic*), adalah lalu-lintas rata-rata per hari, atau volume lalu lintas selama 24 jam pada tempat yang ditentukan dalam periode waktu kurang dari 1 tahun. ADT dapat diukur dalam 6 bulan, satu bulan, satu

minggu, atau dua hari. Nilai ADT dapat dihitung dengan persamaan 3.1 (Bina Marga, 1987) berikut:

$$ADT = \frac{\sum \text{kendaraan pergolongan selama hari pengamatan}}{\sum \text{hari pengamatan}} \dots\dots (3.1)$$

dengan:

ADT : lalu-lintas rata-rata per hari dalam periode kurang dari 1 tahun
(kend/hari)

AADT adalah rata-rata lalu-lintas setiap hari dalam kurun satu tahun, atau rata-rata volume lalu-lintas 24 jam pada lokasi yang ditentukan diambil penuh 365 hari dalam 1 tahun. Untuk menghitung AADT (*Annual Average Daily Traffic*) yaitu dengan menggunakan persamaan 3.2 (Bina Marga, 1987) berikut:

$$AADT = V_{24} \times DF \times MF \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan:

AADT : lalu-lintas rata-rata per hari dalam periode 1 tahun penuh
(kend/hari)

V_{24} : jumlah kendaraan dalam 24 jam hari yang dipilih (kend/hari)

DF : *Daily factor* (faktor harian)

MF : *Monthly factor* (faktor bulanan)

Sedangkan AASHTO 2002 menetapkan lalu-lintas harian rata-rata untuk kendaraan truk kelas 4 ke atas sehingga volume lalu lintas yang dipakai adalah lalu-lintas truk rata-rata per hari dalam periode 1 tahun penuh (*AADTT/Annual Average Daily Truck Traffic*).

DF (*Daily Factor*) adalah nilai faktor harian untuk masing-masing hari pengamatan, dimisalkan pengamatan dalam satu minggu mempunyai nilai faktor

harian yang berbeda-beda, nilai faktor harian dihitung dengan menggunakan persamaan 3.3 (Bina Marga, 1987) berikut:

$$DF = \frac{\sum \text{kendaraan pergolongan (dalam 1 periode pengamatan)}}{\sum \text{kendaraan pergolongan (dalam 1 hari pengamatan)}} \dots\dots\dots (3.3)$$

dengan:

DF : faktor harian (*daily factor*)

MF (*monthly factor*) adalah nilai faktor bulan untuk masing-masing bulan dalam satu tahun dimana nilai faktor bulan untuk masing-masing bulan berbeda-beda, tergantung dari total volume kendaraan pada bulan tersebut, nilai faktor bulan dihitung dengan persamaan 3.4 (Bina Marga, 1987) berikut:

$$MF = \frac{\frac{\sum \text{kendaraan pergolongan (dalam 1 tahun)}}{365 \text{ hari}}}{\text{ADT bulan pengamatan}} \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan:

MF : faktor bulan

$$\text{ADT bulan pengamatan} = \frac{\sum \text{kendaraan pergolongan (bulan pengamatan)}}{\sum \text{hari (bulan pengamatan)}} \dots (3.5)$$

ADT bulan pengamatan = kendaraan perhari

Sedangkan AASHTO menggunakan faktor penyesuaian bulanan dengan menggunakan persamaan 3.6 (AASHTO Design Guide 2002) berikut:

$$MAF_i = \frac{AMDTT_i}{\sum_{i=1}^{12} AMDTT_i} * 12 \dots\dots\dots (3.6)$$

dengan:

MAF_i : Faktor penyesuaian bualanan untuk bulan ke-i

AMDDT : Rata-rata lalu-lintas truk harian untuk bulan ke-i

2. Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana dinyatakan dalam jumlah kumulatif dari satuan 8,16 ton beban as tunggal yang dikorelasikan dari lalu lintas harian rata-rata pada jalur rencana dengan menggunakan faktor ekivalen untuk masing-masing jenis kendaraan.

Tingkat pertumbuhan lalu-lintas (R) ditentukan berdasarkan persamaan 3.7

(Bina Marga, 1987) berikut:

$$R = \left\{ \left(\frac{a}{b} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right\} \cdot 100\% \dots\dots\dots (3.7)$$

dengan:

R : Tingkat pertumbuhan lalu-lintas (%)

b : volume lalu-lintas tahun ke-n (kend/hr)

a : volume lalu-lintas pada tahun a (kend/hr)

n : jumlah tahun

Sedangkan AASHTO menggunakan rumus berikut:

Tabel 3.4 Rumus Pertumbuhan Lalu-Lintas Menurut AASHTO 2002

Function Description	Model
No growth	$AADTT_x = 1.0 * AADTT_{BY}$
Linear growth	$AADTT_x = GR * AGE + AADTT_{BY}$
Compound growth	$AADTT_x = ADTT_{BY} * (GR)^{AGE}$

where $AADTT_x$ is the annual average daily truck traffic at age X, GR is the traffic growth rate and $AADTT_{BY}$ is the base year annual average daily truck traffic.

Sumber: AASHTO Design Guide 2002

3.8.1.3. Lintas Ekivalen

Menurut Bina Marga jumlah repetisi beban dari sumbu tunggal sebesar 8,16 ton (18.000 lb) yang akan menggunakan jalan tersebut dinyatakan dalam lintasan sumbu standar atau lintas ekivalen, Lintas Ekivalen tersebut dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu sebagai berikut :

1. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)
2. Lintas Ekivalen Tengah (LET)
3. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)
4. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

3.8.2 Sifat Tanah Dasar

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang paling atas, dimana akan diletakan lapisan dengan material yang lebih baik. Sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan.

Banyak metode yang digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar diantaranya dengan menggunakan nilai CBR (*California Bearing Ratio*), M_r (*Resilient Modulus*), DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan k (modulus reaksi tanah dasar). Pada Metode Bina Marga daya dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal perkerasan ditentukan dengan mempergunakan pemeriksaan CBR. Sedangkan AASHTO 2002 menggunakan Modulus Resilient (M_r) sebagai parameter daya dukung tanah dasarnya.

Jalan dalam arah memanjang cukup panjang dibandingkan dengan jalan dalam arah melintang. Jalan tersebut dapat saja melintasi jenis tanah, dan keadaan medan yang berbeda-beda. Kekuatan tanah dasar dapat bervariasi antara nilai yang baik dan yang jelek. Dengan demikian sebaiknya panjang jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen jalan, dimana setiap segmen mempunyai daya dukung yang hampir sama. Jadi segmen jalan adalah bagian dari panjang jalan yang mempunyai daya dukung tanah, sifat tanah dan keadaan lingkungan yang relatif sama.

Setiap segmen mempunyai satu nilai CBR yang mewakili daya dukung tanah dasar dan dipergunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan dari segmen tersebut.

Langkah-langkah penentuan CBR segmen berdasarkan cara grafis adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan nilai CBR yang terendah
- b. Tentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR dan kemudian disusun secara tabelaris mulai dari nilai CBR terkecil sampai yang terbesar.
- c. Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentase dari 100%.
- d. Dibuat grafik hubungan antara nilai CBR dan persentase jumlah tadi.
- e. Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%

3.8.3 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan dimana lokasi jalan tersebut berada mempengaruhi lapisan perkerasan jalan dan tanah dasar antara lain:

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

Faktor utama yang mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan ialah air yang berasal dari hujan dan pengaruh perubahan temperatur akibat perubahan cuaca. Besar kecilnya intensitas hujan akan sangat mempengaruhi tingkat keawetan konstruksi perkerasan jalan, air hujan akan masuk ke badan jalan dan masuk ke lapisan tanah dasar melalui bahu jalan. Hal ini akan mengakibatkan ikatan antar butir agregat dan aspal lepas dan perubahan kadar air mempengaruhi sifat daya dukung tanah dasar.

Perubahan temperatur di berbagai belahan bumi mengalami perubahan yang berbeda-beda. Perubahan temperatur di Indonesia dapat terjadi karena perubahan musim dari musim penghujan ke musim kemarau atau karena pergantian siang dan malam, tetapi perubahan yang terjadi tidak sebesar di daerah dengan 4 (empat) musim.

3.8.4 Sifat Material Lapisan Perkerasan

Perencanaan tebal lapisan perkerasan ditentukan juga dari jenis lapisan perkerasan. Hal ini ditentukan dari tersedianya material di lokasi dan mutu material tersebut.

3.8.5 Bentuk Geometrik Lapisan Perkerasan

Bentuk geometrik lapisan perkerasan jalan mempengaruhi cepat atau lambatnya aliran air meninggalkan lapisan perkerasan jalan, sehingga lapisan perkerasan tidak akan mudah mengalami kerusakan. Bentuk geometrik ini meliputi kemiringan memanjang dan melintang jalan, alinyemen horizontal dan vertikal.

3.9 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Ada banyak cara dalam menentukan tebal perkerasan, dan hampir tiap negara mempunyai cara tersendiri. Di Indonesia metode yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan lentur adalah metode Bina Marga yang bersumber dari metode AASHTO 1972 dan dimodifikasi sesuai dengan kondisi jalan di Indonesia.

3.9.1 Metode Analisa Komponen (Bina Marga, SNI 1732-1989-F)

Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode analisa komponen Bina Marga adalah :

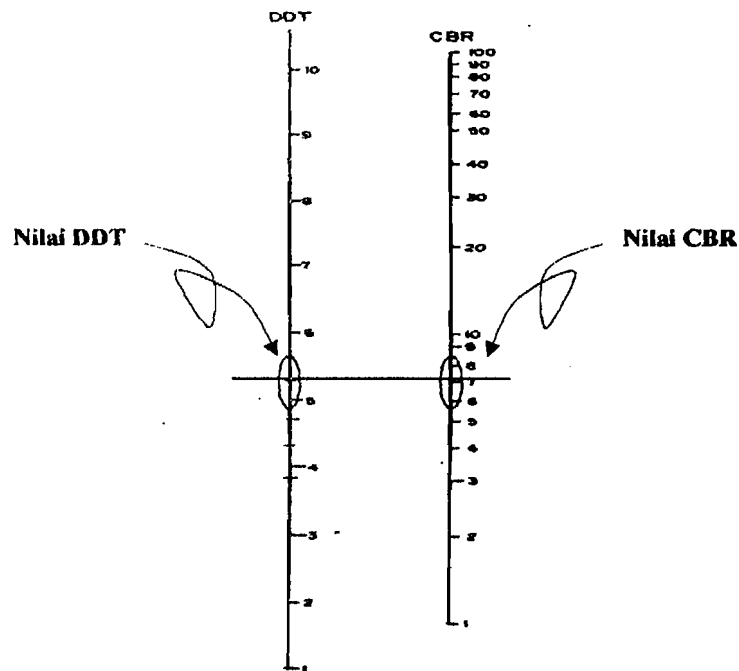
1. Menentukan nilai daya dukung tanah dasar dengan menggunakan pemeriksaan CBR.

2. Dengan memperhatikan nilai CBR yang diperoleh, keadaan lingkungan, jenis dan kondisi tanah dasar di sepanjang jalan kemudian dapat ditentukan nilai CBR segmen.
3. Menentukan nilai daya dukung tanah dasar (DDT) dengan mempergunakan pemeriksaan CBR. Nilai DDT diperoleh dari konversi nilai CBR tanah dasar dengan menggunakan persamaan 3.8 (Bina Marga, 1987), atau dengan menggunakan grafik korelasi antara nilai CBR dan DDT yang dikeluarkan oleh Bina Marga seperti terlihat pada **Gambar 3.6**. (Bina Marga, 1987)

$$DDT = 1,6649 + 4,3592 \log (CBR) \dots\dots\dots (3.8)$$

dengan :

DDT = nilai daya dukung tanah dasar ; CBR = nilai CBR tanah dasar



Gambar 3.6 Grafik Korelasi DDT dan CBR

Penggunaan grafik di atas adalah dengan menghubungkan nilai CBR dengan garis mendatar sebelah kiri, sehingga diperoleh nilai DDT.

4. Menentukan tingkat pertumbuhan tahunan (R), berdasar pada **persamaan 3.7** dari jalan yang hendak direncanakan. Pada perencanaan jalan baru umumnya menggunakan umur rencana 20 tahun.
5. Menentukan tingkat pertumbuhan rata-rata lalu lintas tahunan (i %), yaitu merupakan nilai rata-rata tingkat pertumbuhan (R %) lalu lintas tahunan sebelum jalan dibuka.
6. Menentukan faktor regional (FR). Faktor regional berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan jalan yang lain. Hal-hal yang mempengaruhi nilai FR antara lain :
 - a. prosentase kendaraan berat,
 - b. kondisi iklim dan curah hujan setempat,
 - c. kondisi persimpangan yang ramai,
 - d. keadaan medan,
 - e. kondisi drainase yang ada,
 - f. pertimbangan teknis lainnya.

Bina Marga memberikan angka faktor regional bervariasi seperti ditunjukkan dalam **Tabel 3.5** (Bina Marga, 1987) halaman berikut :

Tabel 3.5 Faktor Regional

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

Catatan: Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR di tambah dengan 0,5

Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

Sumber: Bina Marga 1987

7. Menentukan Lintas Ekuivalen

Lintas ekuivalen yang diperhitungkan hanya untuk lajur tersibuk atau lajur dengan volume tertinggi.

a. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut dibuka atau pada awal umur rencana disebut Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP), yang diperoleh dari persamaan 3.9 (Bina Marga, 1987) berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \cdot C_j \cdot E_j \cdot (1+i)^{n'} \dots\dots\dots (3.9)$$

dengan:

j : Jenis kendaraan

n : Tahun pengamatan

n' : Jumlah tahun dari perencanaan jalan sampai jalan dibuka

LHR_j : Lalu-lintas Harian Rata-rata untuk satu jenis kendaraan

C_j : Koefisien distribusi kendaraan, dan

E_j : Angka Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan

i : Tingkat pertumbuhan rata-rata lalu lintas tahunan sampai jalan dibuka
 Nilai C ditentukan berdasarkan pada Tabel 3.6 (Bina Marga, 1987) dan
 Tabel 3.7 berikut:

Tabel 3.6 Pedoman Penentuan Jumlah Lajur

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (m)
L < 5,5 m	1 lajur
5,5 m < L < 8,25 m	2 lajur
8,25 m < L < 11,25 m	3 lajur
11,25 m < L < 15,00 m	4 lajur
15,00 m < L < 18,75 m	5 lajur
18,75 m < L < 22,00 m	6 lajur

Sumber: Bina Marga 1987

Tabel 3.7 Koefisien Distribusi pada Lajur Rencana (C)

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		0,40

* berat total < 5 ton, misalnya sedan, pick up

** berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, traktor dan lain-lain.

Sumber: Bina Marga 1987

b. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan struktural disebut Lintas Ekivalen Akhir (LEA), yang diperoleh dari persamaan 3.10 berikut:

$$LEA = LEP (1 + i)^{UR} \dots\dots\dots (3.10)$$

dengan :

LEP = Lintas Ekivalen Permulaan.

UR = Umur rencana jalan tersebut.

i = Tingkat pertumbuhan rerata

c. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Lintas Ekivalen Tengah diperoleh dengan **persamaan 3.11** (Bina Marga, 1987) berikut:

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots (3.11)$$

d. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Besarnya lintas ekivalen yang akan melintasi jalan tersebut selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana disebut Lintas Ekivalen Rencana, yang diperoleh dari **persamaan 3.12** (Bina Marga, 1987) berikut:

$$LER = LET \times \frac{UR}{10} \dots\dots\dots (3.12)$$

dengan :

LET= Lintas Ekivalen Tengah ; UR = Umur rencana jalan tersebut.

8. Menentukan Indeks Permukaan (IP)

- a. Indeks Permukaan Awal (IPo) yang ditentukan sesuai dengan jenis lapis permukaan yang akan dipakai dimana penentuannya ditentukan dengan mempergunakan **Tabel 3.8** (Bina Marga, 1987) halaman berikut:

Tabel 3.8 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP_0)

Jenis Lapis Permukaan	IP_0	Roughness (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3.9 – 3.5	> 1000
Lasbutag	3.9 – 3.5	≤ 2000
	3.4 – 3.0	> 2000
HRA	3.9 – 3.5	≤ 2000
	3.4 – 3.0	> 2000
Burda	3.9 – 3.5	≤ 2000
Burtu	3.4 – 3.0	> 2000
Lapen	3.4 – 3.0	≤ 3000
	2.9 – 2.5	> 3000
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

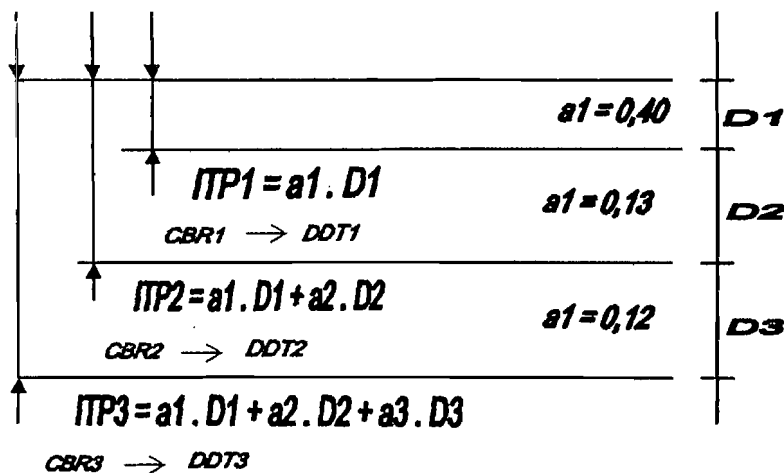
- b. Indeks Permukaan Akhir (IP_t) ditentukan berdasarkan besarnya nilai LER dan klasifikasi jalan tersebut seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3.9 (Bina Marga, 1987) berikut:

Tabel 3.9 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP_t)

LER	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

7. Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP) masing - masing lapisan dengan memplotkan parameter – parameter dari hasil perhitungan langkah – langkah sebelumnya untuk masing – masing lapisan pada grafik nomogram Penentuan Indeks Tebal Perkerasan yang dikeluarkan oleh AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) 1972, dengan nomogram penentuan ITP selengkapnya terdapat pada halaman lampiran.
- Sesuai dengan grafik tersebut parameter – parameter yang dibutuhkan adalah nilai DDT (Daya Dukung Tanah), nilai LER (Lalu Lintas Rencana), nilai FR (Faktor Regional), nilai IPT (Indeks Permukaan Akhir), dan nilai IPO (Indeks Permukaan Awal).
8. Menentukan koefisien kekuatan relatif berdasarkan dari jenis lapis perkerasan yang dipilih, dengan melihat pada Tabel 3.10.
9. Menentukan masing-masing tebal lapis perkerasan dengan dibantu ilustrasi pada Gambar 3.7 (Bina Marga, 1987), dan persamaan persamaan yang ditunjukkan didalamnya.



Gambar 3.7 Ilustrasi Perhitungan Tebal Perkerasan Tiap Lapisan

Tabel 3.10 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan	
a ₁	a ₂	a ₃	MS (kg)	Kt (kg/cm ²)	CBR (%)		
0,40			744			LASTON	
0,35			590				
0,32			454				
0,30			340				
0,35			744				
0,31			590				
0,28			454				Asbuton
0,26			340				Hot Rolled Asphalt
0,30			340				Aspal Macadam
0,26			340				LAPEN (Mekanis)
0,25						LAPEN (Manual)	
0,20							
	0,28		590			LASTON ATAS	
	0,26		454				
	0,24		340				
	0,23					LAPEN (Mekanis)	
	0,19					LAPEN (Manual)	
	0,15			22		Stabilitas tanah dengan semen	
	0,13			18			
	0,15			22		Stabilitas tanah dengan kapur	
	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/pitrun (kelas A)	
		0,12			50	Sirtu/pitrun (kelas B)	
		0,11			30	Sirtu/pitrun (kelas C)	
		0,10			20	Tanah/lempung kepasiran	

Calatan: Kuat tekan stabilisasi tanah dengan semen diperiksa pada hari ke-7. kuat tekan stabilisasi tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21.

Sumber: Bina Marga 1987

Tabel 3.11 Tebal Minimum Lapisan Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan Material
< 3,00	5	Lapisan 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: Bina Marga 1987

Tabel 3.12 Tebal minimum lapisan pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan Material
< 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
	10	LASTON ATAS
7,49 – 9,99	20*	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	LASTON ATAS
10,00 – 12,24	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, LAPEN, LASTON ATAS.
>> 12,15	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, LAPEN, LASTON ATAS.

- a. Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk fondasi bawah digunakan menjadi butir kasar.
- b. Untuk setiap nilai ITP bila digunakan untuk pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.

Sumber: Bina Marga 1987

3.9.2 Metode AASHTO 2002

Metode mekanistik empiris merupakan penggabungan model mekanik elemen dengan perilaku pengamatan dalam menetapkan ketebalan perkerasan. Model mekanik didasarkan pada ilmu fisika dasar dan penentuan respon perkerasan terhadap beban roda atau kondisi lingkungan dalam hubungannya dengan tegangan (*stress*), regangan (*strain*) dan *displacement*.

Parameter yang digunakan dalam perencanaan perkerasan lentur jalan dengan metode mekanistik empiris diantaranya adalah:

1. Informasi umum
2. Identifikasi proyek/lapangan
3. Parameter analisis
4. Lalu-lintas
5. Iklim
6. Drainasi dan properti lapisan permukaan
7. Struktur perkerasan

1. Informasi umum

Informasi umum ini memberikan informasi mengenai umur rencana perkerasan yaitu AASHTO 2002 menetapkan umumnya umur rencana perkerasan lentur selama 10 tahun. Disini juga diberikan informasi mengenai jadwal pelaksanaan perkerasan itu berlangsung yaitu mengenai waktu pelaksanaan *sub grade*, konstruksi perkerasan permukaan jalan dan informasi mengenai waktu mulai dibukanya jalan tersebut.

2. Identifikasi proyek/lapangan

Identifikasi proyek diperlukan untuk memberikan gambaran mengenai:

- a. Lokasi proyek
- b. Nama proyek, Nama seksi, posisi dimulai dan diakhirinya proyek dan informasi desain jalur lalu-lintas.
- c. Fungsi kelas jalan, dimana AASHTO 2002 memberikan beberapa kelas jalan berdasarkan fungsi jalannya.
 - 1) *Principal arterial – Interstate and defense route*
 - 2) *Principal arterial – other*
 - 3) *Minor arterials*
 - 4) *Major collectors*
 - 5) *Minor collectors*
 - 6) *Local routes and streets*

3. Parameter analisis

a. IRI awal

IRI awal mendefinisikan tingkat kehalusan permukaan konstruksi perkerasan. Parameter ini sangat tergantung pada spesifikasi tingkat kehalusan di lapangan dan pengaruh signifikan pada kualitas perkerasan untuk penggunaan jangka lama. Umumnya nilai IRI awal berkisar antara 50 sampai 100 in/mile.

b. Kriteria perilaku perkerasan

Perencanaan perkerasan lentur didasarkan pada *surface-down cracking* dan *bottom-up cracking* pada permukaan aspal, *HMA thermal cracking*,

fatigue cracking pada lapisan stabilitasi secara kimiawi, deformasi permanen untuk kedua lapisan aspal dan semua perkerasan dan tingkat kehalusan perkerasan (IRI).

1) *Surface-down fatigue cracking*

Surface-down fatigue cracking merupakan wujud dari *longitudinal cracking* pada bagian pinggir roda. *Surface-down cracking* tidak mengijinkan air masuk ke dalam lapisan perkerasan di bawahnya yang dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan permukaan. Umumnya nilai *surface-down fatigue cracking* adalah 1000 ft/mile perkerasan.

2) *Bottom-up fatigue cracking*

Kriteria perilaku perkerasan *bottom-up fatigue cracking* didefinisikan sebagai area maksimum *alligator cracking* yang diwujudkan sebagai persentasi area total lane yang diijinkan terjadi selama umur rencana. Umumnya nilai yang diijinkan dari *bottom-up fatigue cracking* adalah 20 sampai 25 persen dari total area lane.

3) *Thermal cracking*

Kriteria perilaku perkerasan untuk *thermal cracking* didefinisikan sebagai panjang maksimum *transverse cracking* per mile perkerasan yang diijinkan terjadi selama umur rencana. Umumnya nilai ijin *thermal cracking* adalah 1000 ft/mile perkerasan.

4) Total deformasi permanen

Kriteria perilaku perkerasan untuk total deformasi permanen didefinisikan sebagai syarat maksimum kedalaman jejak kendaraan dalam jalur roda. Umumnya kedalaman maksimum jejak kendaraan untuk total deformasi permanen adalah 0,3 sampai 0,5 inci.

5) *Kehalusan (smoothness)*

Kriteria perilaku perkerasan untuk tingkat kehalusan perkerasan didefinisikan sebagai nilai IRI yang dapat diterima pada akhir umur rencana. Umumnya nilainya berada pada kisaran 150 sampai 250 in/mile yang digunakan dalam IRI layan yang tergantung pada fungsi kelas jalan dan reliability rencana.

4. *Lalu-lintas*

Berikut adalah empat tipe dasar data lalu-lintas yang diperlukan untuk desain struktur perkerasan:

a. *Volume lalu-lintas*

Tahun basis untuk input lalu-lintas didefinisikan sebagai tahun pertama dimana ruas jalan akan dibuka untuk lalu-lintas. Berikut ini adalah hal-hal yang diperlukan sebagai informasi tahun dasar:

1) *Two-way annual average daily truck traffic (AADTT)*

Two-way AADTT adalah total volume lalu-lintas truk yang melewati sebuah titik atau bagian fasilitas jalan untuk didesain dalam kedua jalur selama periode 24 jam.

2) *Jumlah lajur dalam jalur rencana*

Jumlah lajur dalam jalur rencana ditetapkan untuk spesifikasi rencana dan menunjukkan total jumlah lajur dalam satu arah jalan.

3) Persentase truk dalam jalur rencana

Persentase truk dalam jalur rencana atau *directional distribution factor* (DDF) digunakan untuk mengukur beberapa perbedaan semua volume truk dalam dua arah. Ini biasanya diasumsikan 50% jika terdiri dari dua arah lalu-lintas. Tabel 3.13 menunjukkan nilai DDF berdasarkan kelas kendaraan truk.

Tabel 3.13 Faktor Distribusi Jalur (DDF)

Kelas kendaraan	DDF (%)
Kelas 4	0,50*
Kelas 5 – 7	0,62
Kelas 8 – 10	0,55
Kelas 11 - 13	0,50

Ket: * Kecuali untuk jalan lokal atau rute bus kota DDF antara 0,80-1,00

Sumber: AASHTO 2002 Design Guide

4) Persentase truk dalam lajur rencana

Persentase truk dalam lajur rencana atau *truck lane distribution factor* (LDF), catatan untuk distribusi lalu-lintas truk diantara beberapa lajur dalam satu jalur. Halaman berikut ini adalah Tabel 3.14 nilai factor distribusi lajur (LDF):

Tabel 3.14 Nilai Faktor Distribusi Lajur (LDF)

Jumlah lajur dalam satu jalur	LDF
1	1,00
2	0,90
3	0,60
4	0,45

Sumber: AASHTO 2002 Design Guide

5) Kecepatan kendaraan

Kecepatan kendaraan truk atau kecepatan perjalanan rata-rata umumnya tergantung kepada beberapa faktor termasuk tipe fasilitas jalan, tanah sekitar, persentase truk dalam arus lalu-lintas, dan sebagainya. Tabel 3.15 menunjukkan beberapa rekomendasi untuk kecepatan operasi kendaraan secara umum.

Tabel 3.15 Kecepatan Kendaraan untuk Berbagai Fungsi Jalan

Fungsi jalan	Kec. operasi (mph)	Estimasi frekuensi pada lapis tengah (Hz)		
		Lapis HMA (4-12 in)	Lapis HMA Tipis Wearing surface (1-3 in)	Lapis HMA Tebal Binder/base (3-12 in)
Interstate	60	15-40	45-95	10-25
State primary	45	10-30	35-70	15-20
Urban street	15	5-10	10-25	5-10
Intersection	0.5	0.1-0.5	0.5-1.0	0.1-0.25

Sumber: AASHTO 2002 Design Guide

b. Faktor penyesuaian volume lalu-lintas

1) Faktor penyesuaian bulanan

Faktor penyesuaian bulanan lalu-lintas truk menunjukkan proporsi lalu-lintas truk tahunan yang terjadi dalam bulan tertentu. Dengan kata lain,

faktor distribusi bulanan untuk bulan tertentu sama dengan lalu-lintas truk bulanan dalam satu bulan dibagi dengan total lalu-lintas truk dalam satu tahun, seperti dihitung dengan **persamaan 3.16** (AASHTO 2002 Design Guide) berikut:

$$MAF_i = \frac{AMDTT_i}{\sum_{i=1}^{12} AMDTT_i} \times 12 \quad \text{..... (3.16)}$$

dengan:

MAF_i = Faktor penyesuaian bulanan untuk bulan i

$AMDTT_i$ = Rata-rata lalu-lintas truk harian bulanan dalam bulan i

Jika tidak ada informasi yang cukup, maka diperbolehkan untuk mengasumsikan menggunakan nilai MAF sama dengan 1,0 untuk seluruh bulan dan seluruh kelas kendaraan, seperti ditunjukkan dalam **Tabel 3.16**.

Tabel 3.16 Nilai MAF untuk Karakteristik Lalu-Lintas

Bulan	Kelas 4	Kelas 5	Kelas 6	Kelas 7	Kelas 8	Kelas 9	Kelas 10	Kelas 11	Kelas 12	Kelas 13
Januari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Februari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maret	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
April	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mei	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juli	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Agustus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
September	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Oktober	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nopember	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desember	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Sumber: AASHTO 2002 Design Guide

2) Distribusi kelas kendaraan

Faktor distribusi kelas kendaraan dipilih berdasarkan fungsi kelas jalan dan kombinasi terbaik dari *Truck Traffic Classification (TTC)*, yang ditunjukkan dalam Tabel 3.17.

Tabel 3.17 Gambaran *Truck Traffic Classification (TTC)* dan Nilai Distribusi Kelas Kendaraan

TTC Group	Gambaran TTC	Distribusi kelas kendaraan/truk (persen)									
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Major single-trailer truck route (type I)	1.3	8.5	2.8	0.3	7.6	74	1.2	3.4	0.6	0.3
2	Major single-trailer truck route (Type II)	2.4	14.1	4.5	0.7	7.9	66.3	1.4	2.2	0.3	0.2
3	Major single- and multi- trailer truck route (Type I)	0.9	11.6	3.6	0.2	6.7	62	4.8	2.6	1.4	6.2
4	Major single-trailer truck route (Type III)	2.4	22.7	5.7	1.4	8.1	55.5	1.7	2.2	0.2	0.4
5	Major single- and multi- trailer truck route (Type II)	0.9	14.2	3.5	0.6	6.9	54	5	2.7	1.2	11
6	Intermediate light and single-trailer truck route (I)	2.8	31	7.3	0.8	9.3	44.8	2.3	1	0.4	0.3
7	Major mixed truck route (Type I)	1	23.8	4.2	0.5	10.2	42.2	5.8	2.6	1.3	8.4
8	Major multi-trailer truck route (Type I)	1.7	19.3	4.6	0.9	6.7	44.8	6	2.6	1.6	11.8
9	Intermediate light and single-trailer truck route (II)	3.3	34	11.7	1.6	9.9	36.2	1	1.8	0.2	0.3
10	Major mixed truck route (Type II)	0.8	30.8	6.9	0.1	7.8	37.5	3.7	1.2	4.5	6.7
11	Major multi-trailer truck route (Type II)	1.8	24.6	7.6	0.5	5	31.3	9.8	0.8	3.3	15.3
12	Intermediate light and single-trailer truck route (III)	3.9	40.8	11.7	1.5	12.2	25	2.7	0.6	0.3	1.3
13	Major mixed truck route (Type III)	0.8	33.6	6.2	0.1	7.9	26	10.5	1.4	3.2	10.3
14	Major light truck route (Type I)	2.9	56.9	10.4	3.7	9.2	15.3	0.6	0.3	0.4	0.3
15	Major light truck route (Type II)	1.8	56.5	8.5	1.8	6.2	14.1	5.4	0	0	5.7
16	Major light and multi-trailer truck route	1.3	48.4	10.8	1.9	6.7	13.4	4.3	0.5	0.1	12.6
17	Major bus route	36.2	14.6	13.4	0.5	14.6	17.8	0.5	0.8	0.1	1.5

Sumber: AASHTO Design Guide 2002

Tabel 3.18 Petunjuk Pemilihan TTC Grup yang Cocok untuk Fungsi Klasifikasi Jalan yang Berbeda

Fungsi Klasifikasi Jalan	TTC Grup yang sesuai
Principal Arterials -- Interstate and Defense Routes	1,2,3,4,5,8,11,13
Principal Arterials – Intrastate Routes, including Freeways and Expressways	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,14,16
Minor Arterials	4,6,8,9,10,11,12,15,16,17
Major Collectors	6,9,12,14,15,17
Minor Collectors	9,12,14,17
Local Routes and Streets	9,12,14,17

Sumber: AASHTO Design Guide 2002

Tabel 3.19 Definisi dan Gambaran untuk TTC Group

Buses in Traffic Stream	Commodities being Transported by Type of Truck		TTC Group No.
	Multi-Trailer	Single-Trailers and Single-Units	
Low to none (<2%)	Relatively high amount of multi-trailer trucks (>10%)	Predominantly single-trailer trucks	5
		High percentage of single-trailer trucks, but some single-unit trucks	8
		Mixed truck traffic with a higher percentage of single-trailer trucks	11
		Mixed truck traffic with about equal percentages of single-unit and single-trailer trucks	13
		Predominantly single-unit trucks	16
	Moderate amount of multi-trailer trucks (2-10%)	Predominantly single-trailer trucks	3
		Mixed truck traffic with a higher percentage of single-trailer trucks	7
		Mixed truck traffic with about equal percentages of single-unit and single-trailer trucks	10
		Predominantly single-unit trucks	15
		Low to moderate (>2%)	Low to none (<2%)
Predominantly single-trailer trucks, but with a low percentage of single-unit trucks	2		
Predominantly single-trailer trucks with a low to moderate amount of single-unit trucks	4		
Mixed truck traffic with a higher percentage of single-trailer trucks	6		
Mixed truck traffic with about equal percentages of single-unit and single-trailer trucks	9		
Mixed truck traffic with a higher percentage of single-unit trucks	12		
Predominantly single-unit trucks	14		
Major bus route (>25%)	Low to none (<2%)	Mixed truck traffic with about equal single-unit and single-trailer trucks	17

Sumber: AASHTO Design Guide 2002

3) Distribusi truk jam-jaman

Faktor distribusi truk jam-jaman (*Hourly distribution factor-HDF*) menunjukkan persentase AADTT dalam tiap jam dalam sehari. Tabel 3.20. berikut menunjukkan nilai faktor distribusi truk jam-jaman.

Tabel 3.20 Nilai Distribusi Lalu-Lintas Truk Jam-Jaman

Time Period	Distribution, percent	Time Period	Distribution, percent
12:00 a.m. - 1:00 a.m.	2.3	12:00 p.m. - 1:00 p.m.	5.9
1:00 a.m. - 2:00 a.m.	2.3	1:00 p.m. - 2:00 p.m.	5.9
2:00 a.m. - 3:00 a.m.	2.3	2:00 p.m. - 3:00 p.m.	5.9
3:00 a.m. - 4:00 a.m.	2.3	3:00 p.m. - 4:00 p.m.	5.9
4:00 a.m. - 5:00 a.m.	2.3	4:00 p.m. - 5:00 p.m.	4.6
5:00 a.m. - 6:00 a.m.	2.3	5:00 p.m. - 6:00 p.m.	4.6
6:00 a.m. - 7:00 a.m.	5.0	6:00 p.m. - 7:00 p.m.	4.6
7:00 a.m. - 8:00 a.m.	5.0	7:00 p.m. - 8:00 p.m.	4.6
8:00 a.m. - 9:00 a.m.	5.0	8:00 p.m. - 9:00 p.m.	3.1
9:00 a.m. - 10:00 a.m.	5.0	9:00 p.m. - 10:00 p.m.	3.1
10:00 a.m. - 11:00 a.m.	5.9	10:00 p.m. - 11:00 p.m.	3.1
11:00 a.m. - 12:00 p.m.	5.9	11:00 p.m. - 12:00 a.m.	3.1

Sumber: AASHTO Design Guide 2002

4) Faktor pertumbuhan lalu-lintas

Faktor pertumbuhan lalu-lintas dihitung dengan 3 dasar persamaan (AASHTO 2002 Design Guide) berikut:

a) Tidak ada pertumbuhan $AADTT_X = 1.0 \times AADTT_{BY}$ (3.17a)

b) Pertumbuhan linier $AADTT_X = GR \times AGE + AADTT_{BY}$ (3.17b)

c) Pertumbuhan bertambah $AADTT_X = AADTT_{BY} \times (GR)^{AGE}$... (3.17c)

c. Faktor distribusi beban sumbu

Faktor distribusi beban sumbu menunjukkan persentase total sumbu yang bekerja dalam setiap interval beban untuk semua tipe sumbu (*single, tandem,*

tridem dan *quad*) dan kelas kendaraan (Kelas 4 sampai kelas 13). Faktor beban sumbu terdapat pada Tabel 3.2 (halaman 28) dan tabel 3.3. (halaman 29)

d. Input lalu-lintas umum:

1) Lokasi roda tengah (*mean wheel location*)

Merupakan jarak antara sisi terluar roda terhadap tanda perkerasan. Nilai lokasi roda tengah direkomendasikan sebesar 18 inci dan diperbolehkan digunakan jika tidak mempunyai data yang akurat.

2) Standar deviasi lalu-lintas

Ini adalah standar deviasi lalu-lintas arah lateral, yang digunakan untuk menentukan jumlah aplikasi beban sumbu pada suatu titik untuk memperkirakan distress dan performance perkerasan. Jika tidak ada data yang akurat, maka nilai standar deviasi ditetapkan sebesar 10 inci.

3) Lebar lajur rencana

Parameter ini merupakan lebar lajur lalu-lintas aktual, yang merupakan jarak antara tanda lajur pada salah satu sisi dari lajur rencana. Ini adalah suatu faktor desain yang bisa atau tidak bisa sama dengan lebar perkerasan. Nilai standar dari lebar lajur adalah 12 feet.

4) Jumlah sumbu/truk

Parameter ini menunjukkan rata-rata jumlah sumbu untuk masing-masing kelas truk (kelas 4 sampai 13) untuk masing-masing tipe sumbu (*single*, *tandem*, *tridem*, *quad*). Nilai jumlah sumbu per truk ditunjukkan dalam Tabel 3.21 halaman berikut:

Tabel 3.21 Nilai untuk Rerata Jumlah Masing-masing Sumbu Per Kelas Truk

Truck Classification	Number of Single Axles per Truck	Number of Tandem Axles per Truck	Number of Tridem Axles per Truck	Number of Quad Axles per Truck
4	1.62	0.39	0.00	0.00
5	2.00	0.00	0.00	0.00
6	1.02	0.99	0.00	0.00
7	1.00	0.26	0.83	0.00
8	2.38	0.67	0.00	0.00
9	1.13	1.93	0.00	0.00
10	1.19	1.09	0.89	0.00
11	4.29	0.26	0.06	0.00
12	3.52	1.14	0.06	0.00
13	2.15	2.13	0.35	0.00

Sumber: AASHTO Design Guide 2002

5) Konfigurasi sumbu

Konfigurasi sumbu ditentukan berdasarkan hal berikut:

- a) Rerata lebar sumbu yang merupakan jarak antara dua sisi terluar dari suatu sumbu. Untuk kendaraan truk secara umum dapat diasumsikan lebar sumbu sebesar 8,5 ft.
- b) Spasi roda ganda yang merupakan jarak antara pusat ke pusat roda ganda. Umumnya spasi roda ganda untuk truk adalah 12 in.
- c) Spasi sumbu yang merupakan jarak antara dua sumbu yang berurutan dari sumbu ganda, tridem dan quad. Spasi sumbu rata-rata adalah 51,6 in untuk sumbu tandem dan 49,2 in untuk sumbu tridem dan quad, dan juga dapat dilihat pada Tabel 3.22 halaman berikut:

Tabel 3.22 Spasi antara Sumbu Kemudi dan Sumbu Penggerak

Truck Class	Spacing Between the Axles			
	Type of Distribution	Average Spacing, ft.	Median Spacing, ft.	Peaks of occurrence, ft.
4	Bimodal	29.9	29.9	26.9 and 30.5
5	Skewed to higher spacing	19.7	18.7	16.1
6	Normal	20.7	21.0	21.7
7	Normal	15.7	15.1	14.8
8	Normal	13.8	16.1	16.1
9	Bimodal	19.4	20.0	15.1 and 22.0
10	Skewed to lower spacing	20.3	21.0	23.3
11	Skewed to higher spacing	17.7	16.4	16.7
12	Bimodal	18.0	17.1	15.1 and 21.7
13	Bimodal	17.7	16.4	15.7 and 23.0

Sumber: AASHTO Design Guide 2002

e. Penentuan lalu-lintas rencana

Normalisasi distribusi beban sumbu dan normalisasi distribusi lalu-lintas dikombinasikan dengan jumlah total kendaraan yang akan diprediksikan terhadap waktu. Hubungan normalisasi ini digunakan untuk menentukan jumlah sumbu untuk masing-masing grup beban untuk masing-masing tipe sumbu. Berikut adalah langkah-langkah untuk memprediksikan jumlah sumbu single, tandem, tridem dan quad untuk masing-masing kelompok beban.

- 1) Rata-rata jumlah truk tahunan per hari diperoleh untuk satu tahun basis pada fungsi pertumbuhan yang dipilih, $AADTT_1$. Nilai ini dikalikan dengan faktor truk dan jumlah hari untuk bulan j untuk memperoleh total jumlah truk untuk penambahan waktu i , bulan j tahun 1, $TT_{1,j,i}$. (AASHTO 2002 Design Guide)

$$TT_{1,j,i} = (AADTT_1)(MDF_j)(HDF_i)(DDF)(LDF)(\text{Jumlah hari}) \dots (3.18a)$$

- 2) Jumlah total truk untuk masing-masing penambahan waktu dalam satu tahun dan bulan dikalikan dengan normalisasi persentasi distribusi kelas truk untuk satu bagian kelas truk k (NTP_k) untuk memperoleh jumlah

total truk untuk masing-masing kelas truk, $T_{1,j,l,k}$. (AASHTO 2002 Design Guide)

$$T_{1,j,l,k} = (TT_{1,j,l}) (NTP_k) \dots\dots\dots (3.18b)$$

- 3) Rata-rata jumlah masing-masing sumbu (single, tandem, tridem, dan quad) untuk masing-masing kelas truk, $NAT_{k,a}$ dikalikan dengan jumlah total truk untuk masing-masing kelas truk untuk memperoleh jumlah total sumbu untuk masing-masing tipe sumbu (single, tandem, tridem dan quad) untuk kelas truk tersebut, $NA_{1,j,l,k,a}$. (AASHTO 2002 Design Guide)

$$NA_{1,j,l,k,a} = (T_{1,j,l,k}) (NAT_{k,a}) \dots\dots\dots (3.18c)$$

- 4) Jumlah total sumbu untuk masing-masing tipe sumbu untuk suatu kelas truk khusus dikalikan dengan normalisasi persentasi distribusi beban sumbu dari suatu kelompok beban khusus untuk memperoleh jumlah sumbu untuk masing-masing kelompok beban untuk suatu tipe sumbu khusus di bawah sebuah kelas truk khusus, $AL_{1,j,l,k,a,w}$. (AASHTO 2002 Design Guide)

$$AL_{1,j,l,k,a,w} = (NWP_{a,w}) (NA_{1,j,l,k,a}) \dots\dots\dots (3.18d)$$

5. Iklim

Kondisi lingkungan mempunyai efek yang signifikan terhadap performance perkerasan lintur. Hubungan antara faktor iklim dengan material perkerasan dan beban sangat kompleks. Faktor-faktor tersebut seperti presipitasi, suhu, siklus pembekuan-pencairan, dan kedalam muka air tanah berpengaruh terhadap perkerasan dan lapisan pondasi. Berikut adalah parameter-parameter pengaruh iklim terhadap perkerasan lentur:

- a. Temperatur udara jam-jaman pada selama rencana
 - b. Presipitasi jam-jaman selama umur rencana
 - c. Kecepatan angin jam-jaman selama umur rencana
 - d. Persentasi sinar matahari jam-jaman selama umur rencana
 - e. Kelembaban relatif jam-jaman selama umur rencana
 - f. Kedalaman muka air tanah musiman atau konstan pada lokasi proyek
6. Tanah Dasar

Menurut AASHTO 2002 kekuatan tanah dasar ditentukan berdasarkan modulus resilient. Modulus resilient dapat dihitung berdasarkan nilai dari CBR tiap lapisan yang digunakan dengan persamaan 3.19 (AASHTO 2002 Design Guide)

$$M_r = 2555(CBR)^{0.64} \dots\dots\dots (3.19)$$

dengan:

M_r = Modulus resilient, psi

CBR = California Bearing Ratio, %

Selain modulus resilient, juga ditetapkan nilai poisson ratio untuk berbagai macam material pondasi dan tanah dasar ditunjukkan dalam Tabel 3.23.

Tabel 3.23 Nilai Poisson Ratio untuk Berbagai Macam Material Pondasi dan Tanah Dasar

Material Description	μ Range	μ Typical
Clay (saturated)	0.4—0.5	0.45
Clay (unsaturated)	0.1—0.3	0.2
Sandy clay	0.2—0.3	0.25
Silt	0.3—0.35	0.325
Dense sand	0.2—0.4	0.3
Coarse-grained sand	0.15	0.15
Fine-grained sand	0.25	0.25
Bedrock	0.1—0.4	0.25

Sumber: AASHTO 2002 Design Guide

Nilai modulus resilient untuk berbagai macam material lapisan ditunjukkan dalam

Tabel 3.24 dibawah ini:

Tabel 3.24 Nilai Modulus Resilient untuk Lapisan Pondasi dan Material Tanah Dasar

Material Classification	M_r Range	Typical M_r
A-1-a	38.500 – 42.000	40.000
A-1-b	35.500 – 40.000	38.000
A-2-4	28.000 – 37.500	32.000
A-2-5	24.000 – 33.000	28.000
A-2-6	21.500 – 31.000	26.000
A-2-7	21.500 – 28.000	24.000
A-3	24.500 – 35.500	29.000
A-4	21.500 – 29.000	24.000
A-5	17.000 – 25.500	20.000
A-6	13.500 – 24.000	17.000
A-7-5	8.000 – 17.500	12.000
A-7-6	5.000 – 13.500	8.000
CH	5.000 – 13.500	8.000
MH	8.000 – 17.500	11.500
CL	13.500 – 24.000	17.000
ML	17.000 – 25.500	20.000
SW	28.000 – 37.500	32.000
SP	24.000 – 33.000	28.000
SW-SC	21.500 – 31.000	25.500
SW-SM	24.000 – 33.000	28.000
SP-SC	21.500 – 31.000	25.500
SP-SM	24.000 – 33.000	28.000
SC	21.500 – 28.000	24.000
SM	28.000 – 37.500	32.000
GW	39.500 – 42.000	41.000
GP	35.500 – 40.000	38.000
GW-GC	28.000 – 40.000	34.500
GW-GM	35.500 – 40.500	38.500
GP-GC	28.000 – 39.000	34.000
GP-GM	31.000 – 40.000	36.000
GC	24.000 – 37.500	31.000
GM	33.000 – 42.000	38.500

Sumber: AASHTO 2002 Design Guide

7. Struktur Perkerasan

Parameter untuk penentuan jenis struktur perkerasan adalah sebagai berikut:

a. Drainasi dan property permukaan

Properti struktur perkerasan yang dibutuhkan untuk analisis desain adalah sebagai berikut:

i. Daya serap pada lapis permukaan perkerasan

Daya serap pada permukaan perkerasan tergantung pada komposisi perkerasan, warna dan tekstur. Daya serap adalah perbandingan antara energi matahari yang diserap permukaan perkerasan dengan total energi permukaan yang telah dibuka. Nilainya berada antara 0 sampai 1, umumnya nilainya sekitar 0,80 sampai 0,90 untuk aspal lama dan 0,9 – 0,98 untuk aspal baru. Nilai yang direkomendasikan adalah 0,85 untuk desain perkerasan baru.

ii. Infiltrasi

b. Properti tiap lapis perkerasan

Data-data yang diperlukan sebagai input untuk menggambarkan properti dari lapisan perkerasan adalah sebagai berikut:

i. Ketebalan lapisan

ii. Poisson ratio

iii. Konduktifitas panas. Secara umum nilai untuk material aspal yang distabilisasi adalah 0,67 BTU/hr-ft-°F.

- iv. Kapasitas panas. Secara umum nilai untuk material aspal yang distabilisasi adalah 0,23 BTU/lb=°F.
- v. Berat total. Umumnya hot mix aspal mempunyai berat 134 – 148 lb/ft³.

8. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Menurut AASHTO 2002 tebal perkerasan lentur ditetapkan berdasarkan hasil coba-coba dengan menerapkannya pada persamaan-persamaan performance perkerasan. Desain dan analisis struktur perkerasan didasarkan atas akumulasi kerusakan sebagai fungsi waktu dan lalu-lintas. Kerusakan utama yang dipertimbangkan dalam perencanaan perkerasan lentur adalah:

a. Deformasi permanen (*rutting*)

Deformasi permanen dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.20 (AASHTO 2002 Design Guide) berikut:

$$RD = \sum_{i=1}^{n_{sublayer}} \varepsilon_p^i h_i \dots\dots\dots (3.20)$$

dengan:

RD = deformasi permanen perkerasan

Nsublayer = jumlah tiap lapis

ε_p = Total tegangan plastis untuk masing-masing sublayer.

h_i = kedalaman lokasi

1) Deformasi permanen pada aspal

Deformasi permanen pada aspal menurut AASHTO 2002, dihitung dengan persamaan 3.21 (AASHTO 2002 Design Guide) halaman berikut:

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_r} = k_1 10^{-3.15552 T^{1.734} N^{0.39937}} \dots\dots\dots (3.21)$$

dengan:

ε_r = tegangan Ressilien material aspal (in/in)
 N = jumlah repetisi beban
 T = suhu ($^{\circ}$ F),

$$k_1 = (C_1 + C_2 * depth) * 0,328196^{depth} \dots\dots\dots (3.21a)$$

$$C_1 = -0,1039 * h_{ac}^2 + 2,4868 * h_{ac} - 17,342 \dots\dots\dots (3.21b)$$

$$C_2 = 0,0172 * h_{ac}^2 - 1,7331 * h_{ac} + 27,428 \dots\dots\dots (3.21c)$$

2) Deformasi permanen pada material fondasi (*unbound material*)

Menurut AASHTO 2002, deformasi permanen pada material fonadasi dihitung dengan persamaan 3.22 (AASHTO 2002 Design Guide) berikut:

$$\delta_a(N) = \beta_{GB} \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r} \right) e^{-\left(\frac{\rho}{N}\right)^{\rho}} \varepsilon_v h \dots\dots\dots (3.22)$$

dengan:

δ_a = deformasi permanen untuk lapis/sublapis (in)

N = jumlah repetisi lalu-lintas

$\varepsilon_0, \beta, \rho$ = properti material

ε_r = tegangan Ressilien material aspal (in/in)

ε_v = rerata tegangan rersilien vertikal dalam sublayer

h = ketebalan sublayer (in)

β_{GB} = faktor kalibrasi 1,673 (AASHTO 2002 Design Guide)

3) Deformasi permanen untuk subgrade

Sedangkan deformasi permanen untuk subgrade dihitung dengan persamaan 3.23 (AASHTO 2002 Design Guide) berikut:

$$\delta_a(N) = \beta_{SG} \left(\frac{\epsilon_0}{\epsilon_r} \right) e^{-\left(\frac{\rho}{N}\right)^n} \epsilon_v h \dots\dots\dots (3.23)$$

dengan β_{SG} adalah faktor kalibrasi 1,35 (AASHTO 2002 Design Guide)

4) Deformasi permanen total pada struktur perkerasan

Berdasarkan persamaan di atas maka deformasi permanen total pada struktur perkerasan dapat dihitung dengan persamaan 3.24 (AASHTO 2002 Design Guide) berikut:

$$RD_{total} = RD_{AC} + RD_{CB} + RD_{SG} \dots\dots\dots (3.24)$$

5) Reliabilitas deformasi permanen

Desain reliabilitas diperoleh dengan menetapkan prediksi deformasi permanen pada reliabilitas yang diinginkan berikut persamaan 3.25 (AASHTO 2002 Design Guide):

$$RD_{-P} = \sum_i (RD_i) + \left(\sqrt{Se_{RDAC}^2 + Se_{RDGB}^2 + Se_{RD SG}^2} \right) \times Z_p \dots\dots (3.25)$$

dengan:

RD_{-P} = prediksi deformasi pada tingkat kepercayaan P, inchi

RD_i = prediksi dasar deformasi pada nilai mean, inchi

Se_{RD_i} = standar error deformasi

Z_p = standar normal deviasi, 1.275

i = tipe lapisan, aspal, base dan subgrade.

$$Se_{RDAC} = 0.1587 RD_{ac}^{0.4579} \dots\dots\dots (3.25a)$$

$$Se_{RDGB} = 0.1169 RD_{GB}^{0.5303} \dots\dots\dots (3.25b)$$

$$Se_{RDSG} = 0.1724 RD_{SG}^{0.5516} \dots\dots\dots (3.25c)$$

b. Analisis *Fatigue cracking* (retak lelah)

Dasar perhitungan untuk menentukan nilai dari *fatigue cracking* adalah didasarkan pada persamaan 3.26 (AASHTO 2002 Design Guide) berikut:

$$D = \sum_{i=1}^T \frac{n_i}{N_i} \dots\dots\dots (3.26)$$

dengan:

D = kerusakan

T = total jumlah periode

n_i = lalu-lintas aktual untuk periode i ,

N_i = lalu-lintas yang diijinkan di bawah kondisi yang berlaku dalam periode i

1) *Fatigue cracking* pada material aspal

Fungsi untuk memperhitungkan *fatigue cracking* dari *fatigue damage* dapat di hitung dengan persamaan 3.27 (AASHTO 2002 Design Guide) berikut ini:

a) Untuk *bottom-up cracking* (% luas total lajur)

$$FC_{bottom} = \left(\frac{6000}{1 + e^{(C_1 * C_1' + C_2 * C_2' * \log_{10}(D * 100))}} \right) * \left(\frac{1}{60} \right) \dots\dots\dots (3.27)$$

dengan:

FC_{bottom} = bottom-up fatigue cracking, persen luar lajur

D = bottom-up fatigue damage

C_1 = 1.0

C_1' = $-2 * C_2'$

C_2 = 1.0

C_2' = $-2.40874 - 39.748 * (1 + h_{ac})^{-2.856}$

b) Untuk top-down cracking (feet/mile)

$$FC_{top} = \left(\frac{1000}{1 + e^{(7.0 - 3.5 \log_{10}(D * 100))}} \right) * (10.56) \dots \dots \dots (3.28)$$

dengan:

FC_{bottom} = top-down fatigue cracking, (feet/mile)

D = top-down fatigue damage

BAB IV

METODE PENELITIAN

Suatu penelitian merupakan proses yang terdiri dari beberapa tahap. Tiap tahapan merupakan bagian yang menentukan untuk menjalani tahapan selanjutnya. Teori-teori yang sudah ada merupakan dasar dalam melaksanakan penelitian dan mengacu pada latar belakang dan tujuan yang hendak dicapai. Untuk mendapat penelitian yang baik, diperlukan suatu urutan langkah yang cermat.

4.1 Teknik Pengumpulan Data

Tahap-tahap pengerjaan penelitian meliputi tahap penentuan masalah, penentuan tujuan dan lingkup studi, studi literatur, survey awal, pengumpulan data primer dan sekunder, kompilasi data, analisis, penentuan hasil dan kesimpulan, seperti yang terdapat pada bagan alir metode penelitian pada **Gambar 4.1**.

Survei langsung di lapangan dilakukan untuk mengetahui keadaan lalu-lintas yang sebenarnya di lapangan pada saat sekarang. Adapun lingkup pekerjaan dari survei lalu-linas ini adalah:

- a. Menghitung jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan Pandean – Playen untuk dua arah yang dilakukan selama 3 (tiga) hari masing-masing selama 16 jam.
- b. Mengetahui jumlah kendaraan yang lewat.

- c. Mengetahui jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya.
- d. Konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan.
- e. Beban masing-masing sumbu kendaraan.

Selain melakukan survei langsung di lapangan, untuk memudahkan dalam penelitian ini maka data di atas didukung oleh adanya data-data sekunder yang diperoleh dari instansi-instansi terkait.

4.2 Jenis Data Yang Diperlukan

4.2.1 Data Primer

Data primer adalah data-data yang didapat dari observasi lapangan, dengan data berupa data lalu-lintas kendaraan yang lewat jalan Pandean Playen yang dilakukan selama 3 hari dengan waktu pencatatan selama 24 jam pada satu lokasi pengamatan untuk 2 arah, yaitu arah Pandean ke Playen dan arah Playen ke Pandean. Dari survei ini akan diperoleh data antara lain:

- a. Data jumlah kendaraan
- b. Data jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya
- c. Konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan.

Dalam penelitian ini jenis kendaraan yang ada digolongkan menjadi 11 golongan seperti terdapat dalam Tabel 4.1.

Hasil pencacahan kendaraan yang lewat ruas jalan Pandean – Playen selama 24 jam dijumlahkan sehingga didapatkan data lalu-lintas harian. Karena pencacahan dilakukan selama 3 hari, maka diperoleh 3 data lalu-lintas harian,

yang kemudian ketiga data tersebut dirata-rata sehingga diperoleh data Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR).

Tabel 4.1 Penggolongan Jenis Kendaraan Pada Ruas Jalan Pandean – Playen

No.	Golongan	Jenis Kendaraan
1.	1	Sepeda motor, skuter, sepeda kumbang dan roda 3
2.	2	Sedan, jeep, dan station wagon
3.	3	Oplet, pick up, oplet sub urban, combi dan minibus
4.	4	Pick up, micro truck, dan mobil hantaran
5.	5a	Bus sedang
6.	5b	Bus besar
7.	6a	Truk 2 sumbu sedang
8.	6b	Truk 2 sumbu besar
9.	7a	Truk 3 sumbu
10.	7b	Truk gandengan
11.	7c	Truk semi trailer
	8	Kendaraan tidak bermotor

Sumber: Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003

4.2.2 Data Sekunder

Dalam analisa penelitian ini, data sekunder diperoleh dari instansi terkait seperti Dinas Bina Marga D.I. Yogyakarta yang meliputi data :

- a. Data volume lalu-lintas selama 3 tahun antara tahun 2003 - 2005,
- b. Data penyelidikan tanah,
- c. Data hidrologi,

- d. Data penyelidikan kondisi daya layan jalan yang ada,
- e. Data lendutan jalan dengan alat bankleman beam,
- f. Data perencanaan jalan baru,
- g. Data daya dukung tanah setempat.

4.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian atau survey lalu-lintas perencanaan yang dilakukan di ruas jalan Pandean -- Playen yaitu pada ruas jalan Imogiri – Dlingo – Temewuh – Getas – Playen. Sedangkan lokasi survei dipilih di Desa Mangunan tepatnya di depan pasar Mangunan dengan pertimbangan bahwa lalu-lintas yang melewati ruas jalan tersebut adalah yang kemungkinan besar mewakili lalulintas untuk sepanjang ruas Jalan Pandean –Playen, yaitu lokasi tersebut berada pada satu-satunya pertigaan atau pencabangan jalan utama sepanjang ruas Jalan Pandean-Playen yang menuju ke muntuk.

4.4 Analisis Data

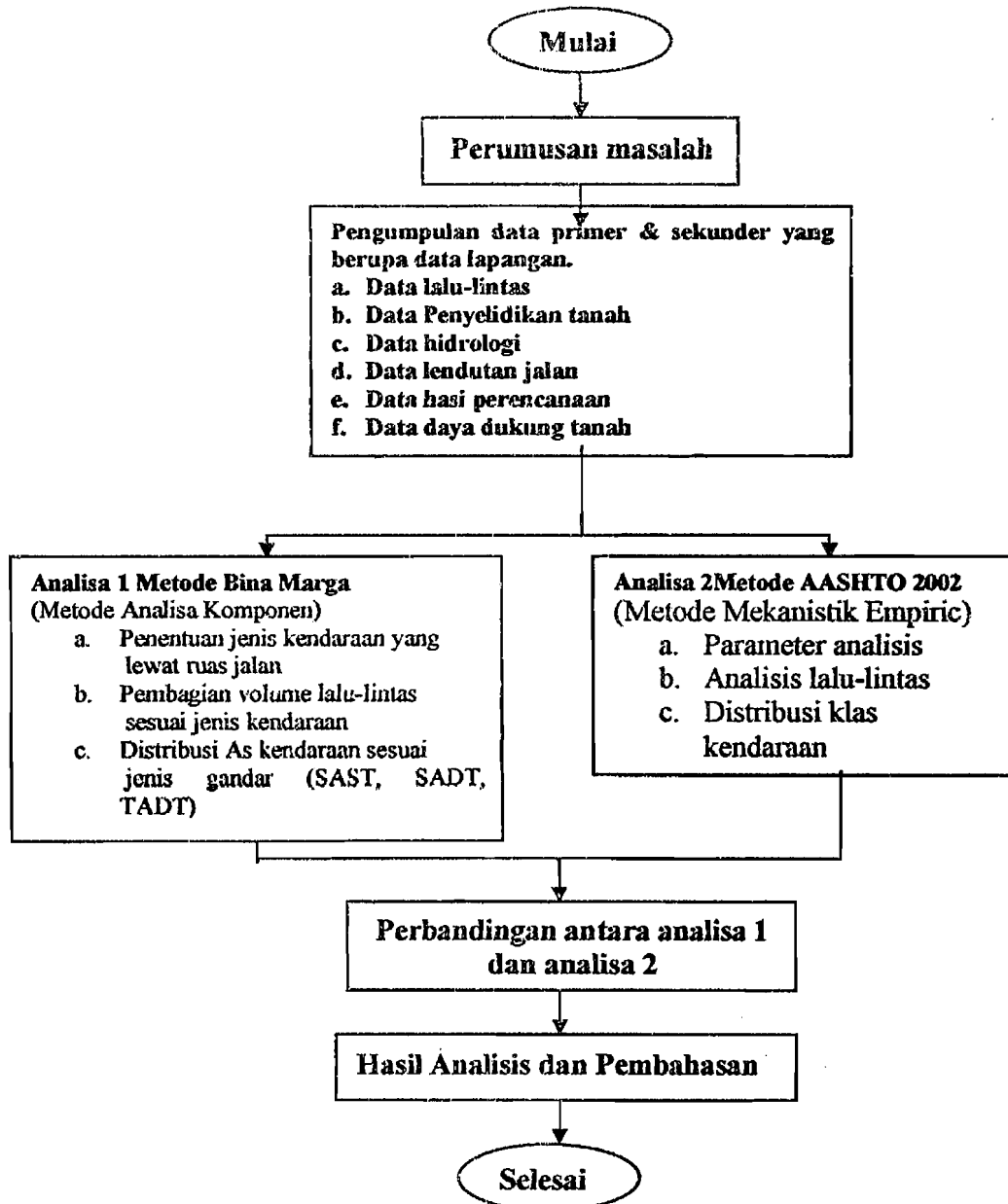
Metode analisis data adalah metode yang digunakan untuk menyederhanakan data yang lebih mudah untuk dibaca dan dipahami. Data yang telah terkumpul akhirnya dilakukan perhitungan dan analisis berdasarkan urutan pekerjaannya adalah sebagai berikut :

Langkah 1. Merekap hasil pencatatan langsung di lapangan dengan bantuan program spreadsheet Microsoft Excel untuk masing-masing waktu pengamatan.

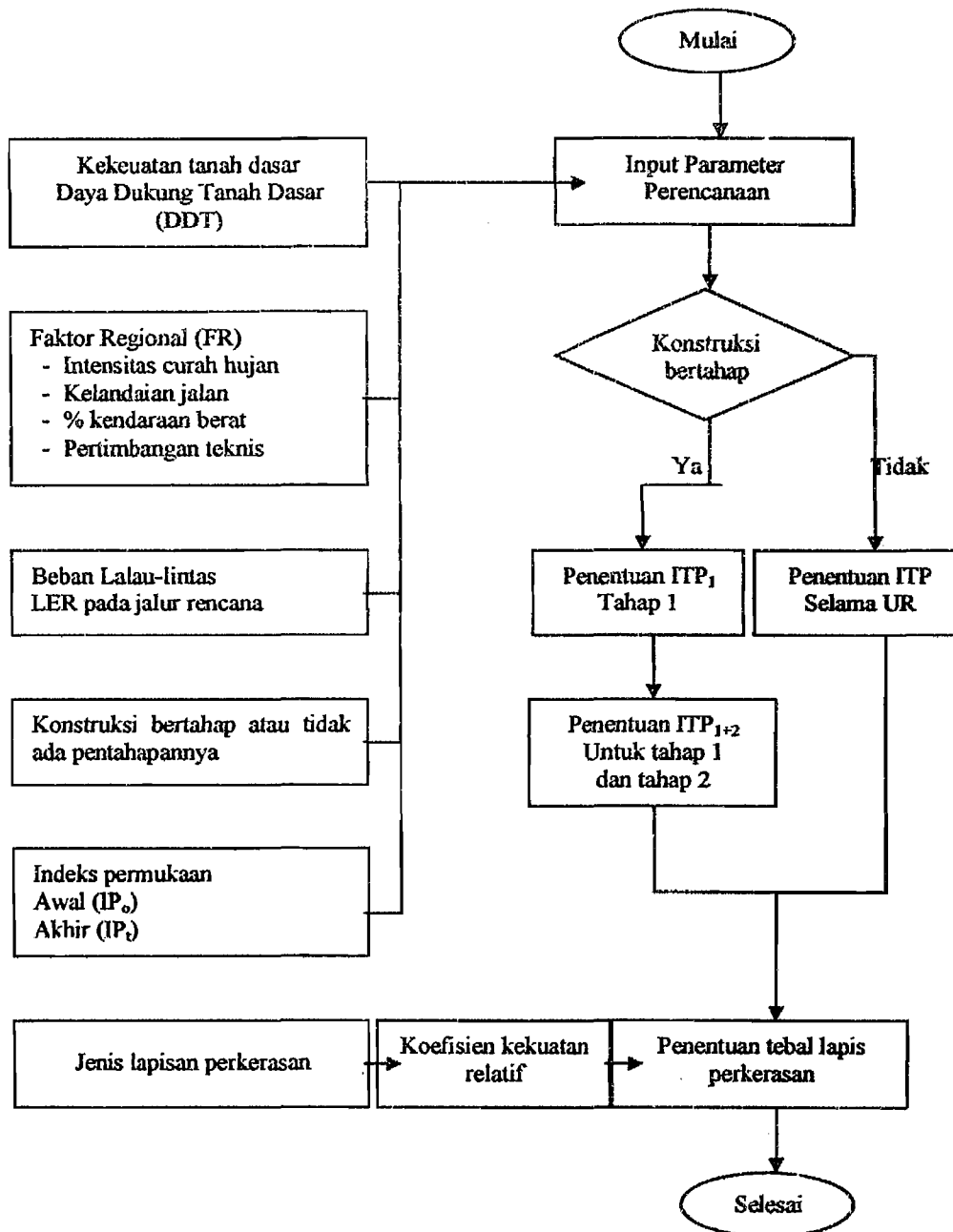
- Langkah 2. Menghitung nilai Lalu-lintas Harian Rata-rata yaitu dengan membagi jumlah kendaraan selama waktu pengamatan dengan jumlah waktu pengamatan.
- Langkah 3. Menentukan umur rencana jalan untuk memprediksikan volume lalu-lintas yang akan terjadi di masa yang akan datang sehingga jalan mampu mendukung beban lalu lintas sesuai umur rencana.
- Langkah 4. Menentukan faktor pertumbuhan lalu-lintas berdasarkan data Lalu-lintas Harian Rata-rata beberapa tahun terdahulu.
- Langkah 5. Menghitung jumlah lalu lintas rencana.
- Langkah 6. Menentukan nilai Lintas Ekuivalen yaitu angka Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) dan angka Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) sebagai perkiraan jumlah repetisi beban yang akan menggunakan jalan tersebut.
- Langkah 7 Data dianalisa dengan menggunakan 2 metode yaitu metode yang digunakan Analisa Komponen dan metode yang digunakan AASHTO 2002.

4.5 Bagan Alir Penelitian

Dari semua data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisa untuk menentukan tebal perkerasan yang akan dianalisa dengan menggunakan dua metoda yaitu metode Bina Marga dan Metode AASHTO 2002. Dari kedua metode yang digunakan dan akan dibandingkan nantinya, maka berikut disajikan bagan alir dan tahapan analisa dari masing-masing metode:

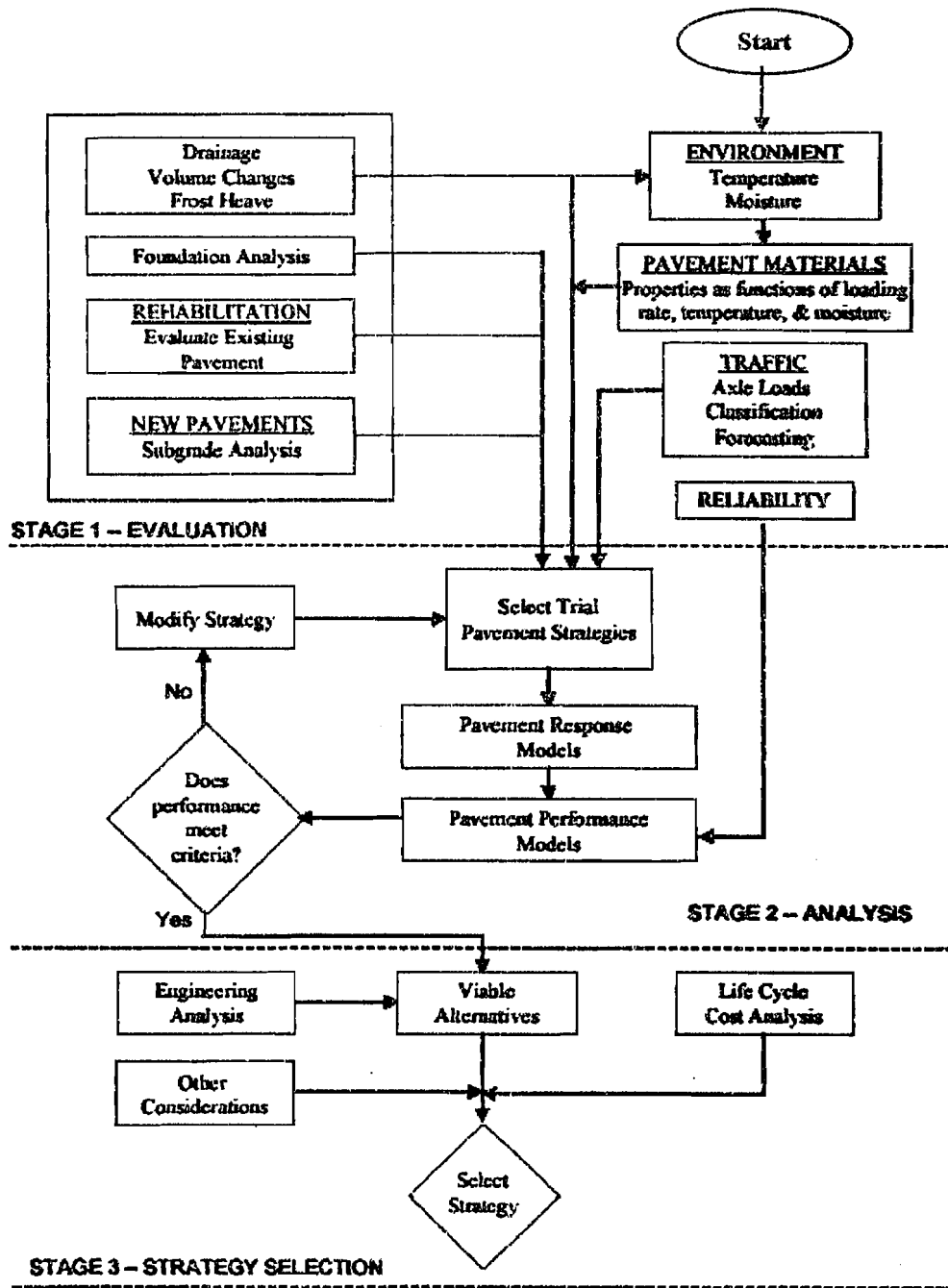


Gambar 4.1. Bagan Alir Metodologi Penelitian



Gambar 4.2 Prinsip perancangan tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga

Sumber: Bina Marga, 1987



Gambar 4.3 Skema perencanaan perkerasan lentur metode AASHTO 2002
 Sumber: AASHTO Design Guide 2002

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1. Gambaran Kondisi dan Data Lapangan

5.1.1. Trase dan Geometrik Jalan

Sebelum dilakukan perencanaan tebal perkerasan terlebih dahulu dilakukan survei yang meliputi survei topografi dan pengukuran yang mencakup ruas jalan sebagai berikut:

1. Lingkar Imogiri (3,450 Km)
2. Pandean – Temuwuh (11,660 Km)
3. Getas – Playen (6,850 Km)

Berdasarkan survey dilokasi diketahui panjang total rencana jalan adalah 21,96 Km. Kondisi topografi ruas lingkar Imogiri merupakan daerah dataran yang melewati kawasan pemukiman, hanya sebagian yang melewati persawahan. Rencana trase ruas jalan tersebut adalah datar dan relatif lurus serta terdapat tikungan.

Kondisi topografi ruas Pandean – Temuwuh melewati kawasan perbukitan dan pegunungan. Rencana trase ruas jalan berkelok-kelok dan memiliki kelandaian yang curam, bahkan kelandaian jalan existing mencapai sekitar 18%. Serta terdapat tikungan yang tajam.

Sedangkan kondisi topografi ruas Getas – Playen melewati daerah bukit, namun secara memanjang kelandaiannya relatif datar dan lurus.

5.1.2. Kondisi Geologi dan Tanah

5.2.1.1 Kondisi Geologi

Ruas jalan Pandean – Playen di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta terletak pada pegunungan yang mempunyai struktur lipatan. Evaluasi data sekunder yang ada mengenai lokasi ini, termasuk di dalamnya data mineralogi, petrologi, serta geologi struktur, ruas jalan terletak di atas lapukan batuan sedimen. Fragmen material terdiri atas boulder (>256 mm), cobble (65-256 mm), pebble (4-64 mm), faksi pasir, lanau dan lempung. Di beberapa tempat terdapat perlapisan silty stone yang melapuk. Pelapukan akan menghasilkan deposit tanah yang mempunyai kuat geser yang rendah.

Hal ini mengindikasikan konstruksi jalan dan jembatan di atas tanah/formasi tersebut di atas selain menghadapi masalah stabilitas, juga memiliki potensi mengalami kerusakan/perpindahan tempat sebagai akibat terdapat zona aktif akibat pengaruh iklim.

Jalan di ruas Jalan Pandean – Playen terletak di daerah pegunungan. Berdasarkan penelitian Bina Marga melalui consultan perencana PT. Barunadri Engineering terdiri atas bagian permukaan setebal 0,30 m sampai dengan 0,90 m terdiri atas material lepas/hasil lapukan berukuran lempung di beberapa tempat terdapat material lepas yang heterogen, di bawahnya setebal 0,50 m berupa tanah lempung berpasir berkerikil yang merupakan material medium hingga *highly weathered*. Batuan endapan tertua selaras, dan berumur kuartar. Belem dijumpai struktur-struktur geologi berupa sesar.

5.1.2.2 Kondisi Tanah

a. Penyelidikan Sifat Tanah Dasar

Untuk mengetahui sifat tanah dasar sepanjang ruas jalan maka dilakukan *test pit* di 5 lokasi, terutama diambil lokasi yang kondisi lapangannya belum ada perkerasannya. Dari 5 titik sumur uji diambil sampel tanah pada kedalaman -0,20 untuk dilakukan pengujian laboratorium, antara lain:

- a) Kadar air
- b) Berat jenis
- c) Berat volume kering
- d) Sieve analisis
- e) Plastisity index
- f) Uji geser langsung (direct shear test)

Adapun data hasil test laboratorium dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Data Pengujian Tanah di Laboratorium

Lokasi STA	Kadar Air (%)	Berat Jenis	Volume Kering (gr/m ³)	Batas Cair	Batas Plastis	PI	% Lolos 200	Direct Shear	
								C (kg/cm ²)	ϕ (o)
8+800	21.446	2.541	1.185	40	22.23	17.77	78.2	0.15	28
9+300	21.262	2.466	1.167	40	24.28	15.62	80.113	0.135	26
9+450	19.655	2.521	1.211	47	23.48	23.52	86.607	0.099	30
9+550	18.667	2.526	1.170	44	13.11	20.89	81.01	0.119	28
9+600	20.885	2.436	1.246	46	24.65	21.35	83.47	0.12	30

Sumber: Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003

Sedangkan untuk mengetahui nilai daya dukung tanah dilakukan pengujian CBR langsung di lapangan dengan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.2 dan data pengujian CBR lapangan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.2 Data Hasil Pengujian CBR Lapangan

Segmen Pandean-Seropan Lajur I

Lokasi STA	Nilai CBR (%)	ka/ki	No	Lokasi STA	Nilai CBR (%)	ka/ki
0+000	8.00	Ki	1	1+200	7.00	Ka
0+100	7.00	Ka	2	1+300	6.00	Ki
0+200	8.00	Ki	3	1+400	7.00	Ka
0+300	7.00	Ka	4	1+500	7.00	Ki
0+400	8.00	Ki	5	1+600	6.00	Ka
0+500	7.50	Ka	6	1+700	6.00	Ki
0+600	7.00	Ki	7	1+800	6.00	Ka
0+700	7.50	Ka	8	1+900	6.00	Ki
0+800	6.50	Ki	9	2+000	6.50	Ka
0+900	8.00	Ka	10	2+100	6.30	Ki
1+000	7.00	Ki	11	2+200	6.30	Ka
1+100	7.00	Ka	12	2+300	6.50	Ki

Catatan: Ki : Lajur kiri jalan, Ka: Lajur kanan jalan

Sumber: Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003

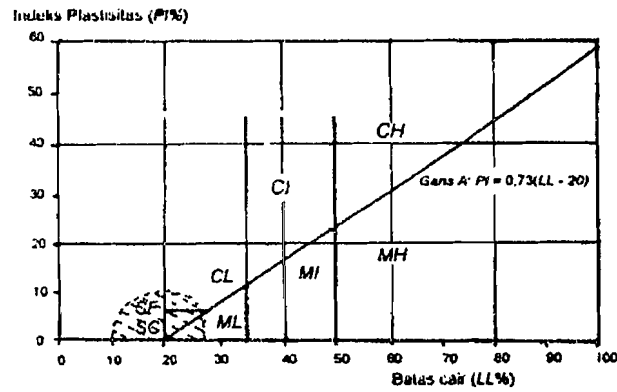
b. Klasifikasi tanah dasar

Dari hasil uji laboratorium terhadap sampel *undisturb* (tak terganggu) maka tanah yang diuji diklasifikasikan menurut 2 metode yaitu metode USCS (Unified Soil Classification System) dan AASHTO seperti terdapat pada Tabel 5.3 halaman berikut.

Tabel 5.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Test Laboratorium

Lokasi STA	Batas Cair	Batas Plastis	PI	% Lolos 200	Klasifikasi		Ket.
					Casagrande	AASHTO	
8+800	40	22.23	17.77	78.2	CL	A - 6	Tanah lempung plastisitas rendah cukup untuk tanah dasar
9+300	40	24.28	15.62	80.113	CL	A - 6	
9+450	47	23.48	23.52	86.607	CL	A - 7-6	
9+550	44	13.11	20.89	81.01	CL	A - 7-6	
9+600	46	24.65	21.35	83.47	CL	A - 7-6	

Sumber: Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003



Gambar 5.1 Diagram Plastisitas Casagrande
Sumber: Hary Christadi, 2004

KLASIFIKASI TANAH BERDASARKAN AASHTO

KLASIFIKASI UMUM	BAHAN BERBUTIR KASAR 35% atau kurang lewat No. 200							BAHAN BERBUTIR HALUS 35% atau lebih lewat No. 200			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisa saringan (% Lolos) No. 10 No. 40 No. 200	50 max 30 max 15 max	..... 50 max 25 max	......51 min 10 max	..... 35 max	..... 35 max	..... 35 max	..... 35 max	..... 36 min	..... 35 min	..... 36 min	..... 36 min
Sifat fraksi yang lewat No. 40: Batas Cair Indeks Plastisitas	..... ..... 6 max		..... N. P.	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 13 min	40 max 10 max	40 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min
Jenis Umum	Fragmen batuan kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil atau pasir kasar atau lempungan.				Tanah lempung		Tanah lempungan	
Tingkat umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik						Cukup sampai buruk				

CATATAN: Indeks Plastisitas untuk subkelompok A-7-5 < LL - 30, sedang Indeks Plastisitas untuk subkelompok A-7-6 > LL - 30.

Gambar 5.2 Klasifikasi Tanah AASHTO
Sumber: Silvia Sukirman, 1999

c. CBR rencana

Perhitungan CBR rencana dilakukan dengan dua cara, yaitu perhitungan dengan menggunakan metode grafis dan perhitungan menggunakan metode analitis. Dengan diambil satu contoh perhitungan untuk segmen Pandean – Seropan Lajur I, yaitu dengan menggunakan data-data CBR lapangan pada **Tabel 5.2.** (halaman 81)

- Perhitungan Grafis :

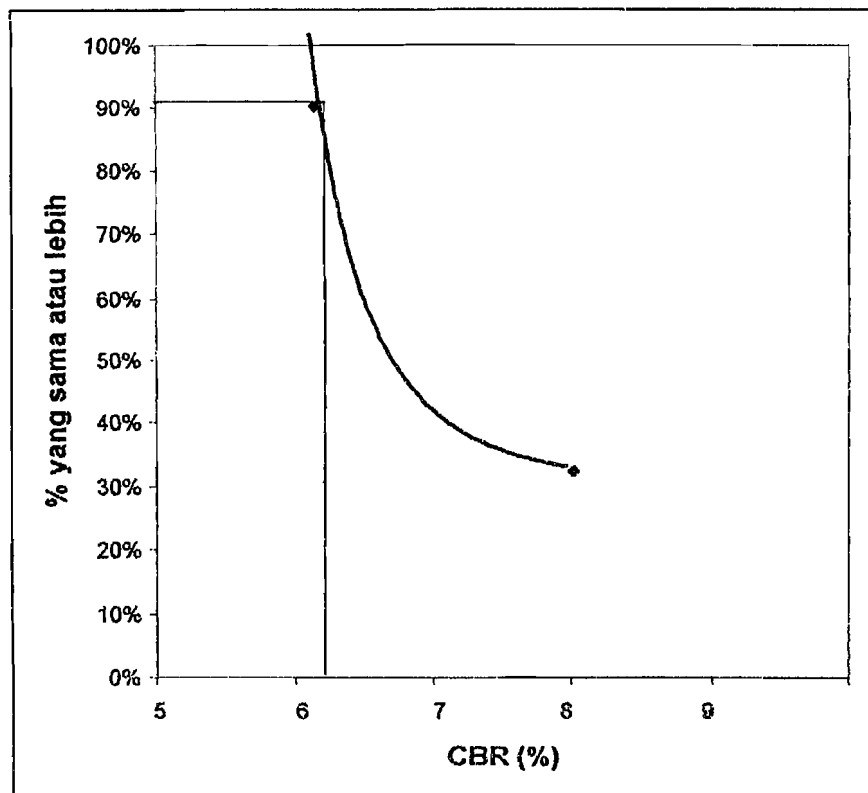
- Menyusun nilai CBR secara tabelaris mulai dari nilai CBR terkecil sampai yang terbesar, yaitu pada **Tabel 5.4** berikut :

Tabel 5.4 Penentuan Nilai CBR Segmen Pandean – Seropan Ruas I

CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar
6	24	100 %
6.3	19	79 %
6.5	17	71 %
7	14	58 %
7.5	6	25 %
8	4	17 %

Sumber: Hasil hitungan berdasarkan data Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003

- Dari **Tabel 5.4** di atas kemudian diplotkan menjadi sebuah grafik seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 5.3** halaman berikut:



Gambar 5.3 Menentukan CBR Segmen Dengan Cara Grafis

Dari gambar di atas terlihat bahwa CBR rencana diperoleh pada keadaan 90% yaitu sebesar 6,19%. Pada Tabel 5.5 halaman berikut ditunjukkan nilai CBR rencana untuk masing-masing segmen yang ditinjau.

Tabel 5.5 CBR Rencana

STA	CBR rata-rata (%)	CBR rencana (%)
Ruas Pandean – Seropan		
0+000 – 2+300	6.88	6.19
2+400 - 3+500	10.46	9.38
3+500 - 6+700	13.63	11.52
Ruas Lingkar Imogiri		
0+000 - 2+800	7.43	6.43
Ruas Getas – Playen		
15+400 - 21+800	11.53	9.93

Sumber: Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003

5.1.3. Kondisi Lalu-lintas

Data lalu-lintas harian yang diperoleh dari Dinas Bina Marga menunjukkan data antara tahun 2002 sampai dengan tahun 2005 seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.6 (halaman 86) dan data hasil pencacahan untuk tahun 2006 ditunjukkan dalam Tabel 5.7 (halaman 87) halaman berikut.

Data tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai data perencanaan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan lentur. Dari tabel tersebut menunjukkan pertumbuhan lalu-lintas tiap tahunnya seperti untuk tahun 2002 sampai 2003 mengalami pertumbuhan sebesar 6,38%. Sedangkan pertumbuhan yang paling besar terjadi pada tahun 2003 ke 2004 yaitu sebesar 7,20%

Tabel 5.6 Data Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahun 2002 sampai dengan Tahun 2005

No.	TAHUN	KENDARAAN BERMOTOR											FAKOR PERTUMBUHAN (%)	
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TDK BERMOTOR		JUMLAH TOTAL
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		
1	2002	733	189	31	41	0	0	12	7	0	0	0	1013	
2	2003	1692	53	59	123	2	0	60	0	0	0	0	1989	7.20
3	2004	1791	59	68	133	6	0	76	0	0	0	0	2132	6.38
4	2005	1890	62	71	140	9	2	93	1	0	0	0	2269	5.75

kend/hari

Sumber: Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003

Pertumbuhan lalu-lintas per tahunnya diperoleh dengan menggunakan persamaan

3.1 (halaman 26), seperti contoh perhitungan berikut:

$$R = \left\{ \left(\frac{a}{b} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right\} \cdot 100\%$$

dengan:

R : Tingkat pertumbuhan lalu-lintas (%)

b : volume lalu-lintas tahun ke-n (kend/hr)

a : volume lalu-lintas pada tahun a (kend/hr)

n : jumlah tahun

a. Untuk tahun 2003 dan tahun 2004

b (volume lalu-lintas tahun 2003) = 1989 kendaraan

a (volume lalu-lintas tahun 2004) = 2132 kendaraan

n (jumlah tahun) = 1 tahun

$$R = \left\{ \left(\frac{2132}{1989} \right)^n - 1 \right\} \cdot 100\% = 7,2\%$$

b. Untuk tahun 2004 dan tahun 2005

b (volume lalu-lintas tahun 2004) = 2132 kendaraan

a (volume lalu-lintas tahun 2005) = 2269 kendaraan

n (jumlah tahun) = 1 tahun

$$R = \left\{ \left(\frac{2269}{2132} \right)^n - 1 \right\} \cdot 100\% = 6,4\%$$

Tabel 5.7 Data Lalu-lintas Harian Rata-rata Hasil Pencacahan

No.	T A H U N	KENDARAAN BERMOTOR											FAKOR PERTUMBUHAN	
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TDK BERMOTOR		JUMLAH TOTAL
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		(%)
1	2006	1989	65	79	148	11	7	100	4	1	0	0	2404 kend/hari	6%

Sumber: Data pencacahan langsung di lapangan

c. Untuk tahun 2005 dan tahun 2006

b (volume lalu-lintas tahun 2005) = 2269 kendaraan

a (volume lalu-lintas tahun 2006) = 2404 kendaraan

n (jumlah tahun) = 1 tahun

$$R = \left\{ \left(\frac{2404}{2269} \right)^{1/1-1} - 1 \right\} \cdot 100\% = 5,95\%$$

5.1.4. Kondisi Drainasi

1. Kondisi bangunan drainasi

Kondisi bangunan drainasi yang dijumpai sebagian besar masih baik dan dari segi jumlah bangunan cukup memadai hanya diperlukan pembersihan dari sampah dan sedimentasi sehingga bisa berfungsi optimal. Hanya pada beberapa tempat perlu dibuat saluran samping dari pasangan batu untuk mengamankan bahu jalan dari gerusan air.

Di seluruh panjang ruas diperoleh informasi tidak ditemukan adanya daerah genangan banjir pada musim hujan.

2. Kondisi hidrologi

Tujuan utama dari survey dan analisa hidrologi adalah untuk memberi gambaran mengenai besarnya debit banjir yang akan melewati rencana jembatan Kali Bonjor, sehingga akan dapat ditentukan ketinggian air banjir di lokasi jembatan tersebut. Diketahui bahwa Kali Bonjor mempunyai catchment area seluas 11 km². Disamping itu untuk mengetahui besarnya intensitas hujan rencana yang akan digunakan untuk mendesain debit yang akan masuk ke saluran samping.

Data hujan yang diambil yaitu dari stasiun hujan terdekat. Data hujan tersebut berupa data hujan harian (R24) dari stasiun hujan SEMIN dengan mengambil waktu pencatatan selama 17 tahun dari tahun 1986 sampai tahun 2002. Adapun data hujan harian maksimum terdapat dalam Tabel 5.8 berikut

Tabel 5.8 Hujan Harian Maksimum

No.	Tahun	R24 Max (mm)	No.	Tahun	R24 Max (mm)
1	1986	167	10	1995	76
2	1987	86	11	1996	84
3	1988	136	12	1997	92
4	1989	108	13	1998	101
5	1990	91	14	1999	111
6	1991	46	15	2000	122
7	1992	37	16	2001	134
8	1993	112	17	2002	148
9	1994	65			

Sumber: Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003

5.1.5. Sumber Material

Jenis material yang digunakan adalah material pembentuk jalan dan juga untuk material jembatan antara lain agregat (batu), urugan pilihan (sirtu), urugan biasa dan pasir. Sedangkan lokasi yang dipilih adalah lokasi terdekat dengan proyek yang mudah dijangkau dan mutu materialnya memenuhi persyaratan dan jumlahnya mencukupi (banyak). adapun lokasi pengambilan material tersebut adalah sebagai berikut:

1. Batu/agregat

Batu/agregat berasal dari Desa Selo Pamiro (Ex Selo) direkomendasikan penggunaannya untuk:

- a. Agregat kasar, sedang dan halus untuk hotmix
- b. Agregat kasar dan sedang untuk beton
- c. Agregat kelas A dan B
- d. Pasangan batu

2. Pasir

Pasir berasal dari Kali Krasak Kecamatan Muntilan (Ex Muntilan) direkomendasikan penggunaannya untuk:

- a. Agregat halus untuk hotmix dan beton
- b. Agregat halus untuk agregat kelas A dan B
- c. Pasir pasang (mortar)

3. Urugan pilihan (sirtu)

Urugan pilihan berasal dari Kali Oyo/Opak (Ex Opak) dapat digunakan sebagai material urugan pilihan dengan syarat butiran yang besar harus disingkirkan.

4. Urugan biasa

Tanah yang berasal dari Desa Pengkok (Ex Pengkok) dapat digunakan untuk material urugan biasa.

5.2. Data Perencanaan Awal (Perencanaan Bina Marga 2003)

5.2.1. Konsep Awal

Dalam perencanaan konstruksi perkerasan jalan, pemilihan tipe dan material didasarkan pada pertimbangan dari segi ekonomi, kondisi setempat, tingkat kebutuhan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya.

Dalam perhitungan tebal perkerasan lentur dilakukan dengan metode analisa komponen Bina Marga beserta Road Note 31, dan atau AASHTO 1986 sebagai desain pembanding dengan umur rencana 10 tahun.

1. Standar yang digunakan

Rujukan yang dipakai untuk perhitungan konstruksi perkerasan jalan dalam perencanaan awal adalah:

- a. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen SNI-1732-1989-F.
- b. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen SKBI-2.3.26.1987
- c. UDC:625.73 (02)
- d. AASHTO 1986 dan Road Note 31.

2. Analisis lalu-lintas

Analisis lalu-lintas menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia terbitan Bina Marga untuk penetapan kebutuhan lajur dan kinerja lalu-lintas.

3. Pemilihan jenis bahan

Material yang digunakan diutamakan material yang berasal dari daerah setempat sesuai dengan masukan dari laporan penyelidikan tanah dan survei material.

5.2.2. Hasil Perencanaan Awal (Perencanaan Bina Marga 2003)

Pada perencanaan awal, perencanaan tebal perkerasan baru dilakukan pada STA 0+000 sampai dengan 0+950 dan 10+900 sampai dengan 15+060 dan pada lokasi pelebaran jalan.

1. Data perencanaan

Tabel 5.9 Data Perencanaan Awal

1.	Nama Ruas	Pandean – Playen
2	Nomor Ruas	060
3	Umur Rencana	10 tahun
	Awal Umur Rencana	2005
	Akhir Umur Rencana	2014
	Tingkat Pertumbuhan	6%
	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	
	- Kendaraan ringan	0,5
	- Kendaraan berat	0,5
4	CBR Rencana	6%
	Faktor Regional	1,5
		Kelandaian 6-10%
		Kend. Berat > 30%

Sumber: Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003

2. Prediksi lalu-lintas

Pada perencanaan awal tahun 2003, Bina Marga melalui Konsultan Perencana PT. Barunadri Engineering dalam Laporan Interim Perencanaan Teknis memprediksikan lalu-lintas pada saat jalan di buka yaitu pada tahun 2005 dan prediksi lalu lintas pada umur rencana yaitu pada tahun 2014, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.10 halaman berikut:

Tabel 5.10 Prediksi Lalu-lintas untuk Perencanaan Tebal Perkerasan

Jenis Kendaraan	LHR 2005	LHR 2006
Mobil Penumpang	1019	1823
Minibus dan sejenisnya	1061	1900
Pick up, mobil hantaran dan sejenisnya	605	1083
Bus	541	969
Truck 2 as sedang	509	912
Truck 2 as berat	340	608
Truck 3 as (tronton)	32	57
Truck semi trailer	0	0
Truck trailer	10	19

Sumber: Laporan Interim Perencanaan Teknis, Bina Marga, 2003

3. Hasil hitungan LER

$$LER = \frac{(LEP + LEA)}{2} \times FP$$

$$LER = 402,73$$

4. Hasil hitungan ITP (Grafis)

$$\text{CBR} = 6\% \rightarrow \text{DDT} = 5,0$$

$\text{LER} = 402,73 < 1000 \rightarrow$ dipakai nomogram 4 pada lampiran dengan:

$$\text{IP} = 2,0$$

$$\text{IP}_0 = 3,9 - 3,5$$

$$\text{FR} = 1,5$$

$$\text{ITP} = 8,5$$

5. Susunan perkerasan hasil perencanaan Bina Marga 2003

Laston AC	: 4 cm	} Laston AC (744 kg) : 9 cm
ATB	: 5 cm	
Lapis pondasi agregat klas A (CBR 100%)		: 15 cm
Lapis pondasi agregat klas B (CBR 80%)		: 30 cm

5.3. Perencanaan Ulang Tebal Perkerasan Metode Bina Marga

5.3.1. Parameter Perencanaan

1. Fungsi Jalan

Ruas jalan Pandean – Playen difungsikan sebagai jalan kolektor primer yakni jalan yang menghubungkan kota jenjang pertama dengan kota jenjang kedua, dalam hal ini menghubungkan antara Kabupaten Bantul dengan Kabupaten Gunung Kidul.

Karakteristik ruas jalan ini diantaranya adalah sebagai berikut:

- Kecepatan rencana antara 50-60 km/jam
- Lebar badan jalan 10 meter

- c. Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu-lintas rata-rata.
- d. Ruas jalan tidak terputus walapun memasuki daerah kota.
- e. Jalan masuk dibatasi sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak terganggu.
- f. Indeks permukaan tidak kurang dari 2

2. Kinerja Perkerasan Jalan (*Pavement performance*)

Kinerja perkerasan jalan ditentukan dengan 3 hal berikut:

a. Keamanan.

Faktor keamanan ini ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Pada ruas jalan Pandean – Playen, berdasarkan hasil pengamatan visual tekstur permukaan jalan cukup baik artinya tidak terlalu licin.

b. Wujud perkerasan

Wujud perkerasan pada ruas jalan Pandean – Playen berdasarkan hasil pengamatan masih cukup baik, hanya terdapat beberapa kerusakan di beberapa tempat seperti jalan berlubang dan retak-retak.

c. Fungsi pelayanan

Berdasarkan hasil pengamatan atau pencatatan volume lalu lintas di ruas Jalan Pandean – Playen ini masih cukup mampu untuk menampung beban lalu-lintas yang ada.

Berdasarkan data di atas maka nilai indeks permukaan dapat dikatakan ruas Jalan Pandean – Playen mempunyai fungsi pelayanan ”baik” sehingga berdasarkan Tabel 5.11 halaman berikut, indeks permukaannya sebesar (IP) = 3,0

Tabel 5.11 Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan (IP)	Fungsi Pelayanan
4 – 5	Sangat baik
3 – 4	Baik
2 – 3	Cukup
1 – 2	Kurang
0 – 1	Sangat kurang

Sumber: Bina Marga, 1987

3. Umur rencana

Pada awal perencanaan yaitu pada tahun 2003, ruas jalan Pandean – Playen ini direncanakan memiliki umur rencana selama 10 tahun yang dimulai dari dibukanya jalan pada tahun 2005 sampai akhir umur rencana pada tahun 2014.

Sedangkan untuk perencanaan ulang tebal perkerasan menggunakan metode Bina Marga ini memiliki umur rencana selama 10 tahun, dimulai pada tahun 2006 sampai akhir umur rencana pada tahun 2016

4. Lalu-lintas

1) Volume lalu-lintas

Volume lalu-lintas diperoleh dari dua sumber data yaitu data pencatatan dari instansi terkait atau data sekunder yang terdapat pada Tabel 5.6 (halaman 86) yang meliputi data dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2005, sedangkan data

lainnya diperoleh dengan cara pencacahan lalu-lintas langsung di lapangan untuk tahun 2006 seperti yang terdapat pada Tabel 5.7 (halaman 87).

Pencacahan lalu-lintas dilakukan selama 3 hari dengan waktu pengamatan selama 24 jam dari jam 6.00 sampai dengan 22.00 (jam 23.00-05.00 dianggap tidak ada kendaraan yang lewat). Dari ketiga hari tersebut diperoleh data ADT (*Average Daily Traffic*) atau lalu-lintas rata-rata per hari yang diperoleh dari jumlah lalu-lintas tiga hari pengamatan dalam 2 arah dibagi dengan jumlah hari pengamatan atau 3.

2) Angka Ekuivalen Kendaraan

Berat kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak di ujung-ujung sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda-beda. Sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda tunggal, sumbu belakang dapat merupakan sumbu tunggal ataupun sumbu ganda.

Menurut Bina Marga angka ekuivalen dapat dihitung sebagai berikut:

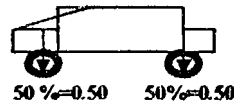
Misalnya untuk jenis kendaraan truk, dilihat dari Tabel 3.1 (halaman 22) diperoleh komposisi beban roda dan beban as tunggal. Konfigurasi sumbu 1.2H artinya sumbu depan sumbu tunggal roda tunggal dan sumbu belakang adalah sumbu tunggal roda ganda dengan berat truk kosong adalah 4200 kg (4,2 ton), maka:

a) Untuk jenis kendaraan mobil penumpang (MP), yaitu sedan, jeep dan station

- Konfigurasi 1.1 = Sumbu depan sumbu tunggal roda tunggal, sumbu belakang sumbu tunggal roda tunggal

- Berat maksimum = 2.0kN = 2.0 Ton = 2000 kg

- Distribusi beban =



Angka ekuivalen (E) sumbu tunggal = $\frac{(\text{beban satu sumbu tunggal dalam kg})^4}{8160}$

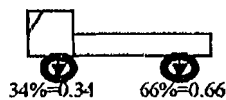
$E_{\text{maksimum}} = E_{\text{sumbu depan}} + E_{\text{sumbu belakang}}$

$$E_{\text{maksimum}} = \left(\frac{0,50 \times 2000}{8160} \right)^4 + \left(\frac{0,50 \times 2000}{8160} \right)^4$$

$$E_{\text{max sedan}} = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$$

b) Untuk jenis kendaraan bus & truk kecil

Konfigurasi sumbu 1.2L = sumbu depan sumbu tunggal roda tunggal dan sumbu belakang adalah sumbu tunggal roda tunggal dengan berat maksimum adalah 8300 kg (8,3 ton), maka:



$E_{\text{maksimum}} = E_{\text{sumbu depan}} + E_{\text{sumbu belakang}}$

$$E_{\text{maksimum}} = \left(\frac{0,34 \times 8300}{8160} \right)^4 + \left(\frac{0,66 \times 8300}{8160} \right)^4$$

$$E_{\text{maksimum}} = 0,0143 + 0,2031 = 0,2174$$

Untuk perhitungan angka ekuivalen untuk tiap jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.12 halaman berikut:

Tabel 5.12 Penentuan Angka Ekuivalen Kendaraan

No.	JENIS KENDARAAN	KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BEBAN TOTAL MAKSIMUM(ton)	UE 18 KSAL
1	SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	-	-	-
2	SEDAN, JEEP, STATION	1.1 HP	2	0.0004
3	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	1.1 HP	2	0.0004
4	MICRO TRUCK, MICRO BUS	1.2L TRUK	8.3	0.2174
5	BUS KECIL	1.2L TRUK	8.3	0.2174
6	BUS BESAR	1.2 BUS	9	0.3006
7	TRUCK 2 GANDAR	1.2H TRUK	18.2	5.0264
8	TRUK 3	1.22 TRUK	25	2.7416
9	TRUK 3 D	1.2-2 TRAILER	26.2	6.1179
10	TRUK > 3	1.2+2.2 TRAILER	31.4	4.9283
11	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	-	-	-

Sumber: Hasil hitungan

3) Faktor pertumbuhan lalu-lintas

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5.6 (halaman 86) dan Tabel 5.7 (halaman 87) di atas maka diperoleh angka pertumbuhan rata-rata sebesar:

$$i = \frac{(\sum R \text{ sebelum dibukanya jalan})\%}{\text{jumlah tahun sebelum dibukanya jalan}}$$

$$\frac{(7,2 + 6,38 + 5,95)\%}{3} = 6,51\% \approx 7\%$$

Jadi berdasarkan data yang diperoleh di atas, maka **faktor pertumbuhan** lalu-lintas rata-rata untuk ruas jalan Pandean – Playen ditetapkan sebesar **7%** per tahun.

4) Lintas Ekuivalen

Lintas ekuivalen dibedakan atas:

- a. Lintas ekuivalen saat jalan tersebut dibuka (Lintas Ekuivalen Permulaan = LEP)
- b. Lintas ekuivalen pada akhir umur rencana yaitu besarnya lintas ekuivalen pada saat jalan membutuhkan perbaikan secara struktural (Lintas Ekuivalen Akhir umur rencana = LEA)
- c. Lintas ekuivalen selama umur rencana (AE18KSAL) yaitu jumlah lintas ekuivalen yang akan melintasi jalan tersebut selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana.

Lintas ekuivalen dapat dihitung dengan rumus **persamaan 3.10** (halaman 41) dan **persamaan 3.11** (halaman 42) di bawah ini, dan hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 5.13** halaman berikut.

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \cdot C_j \cdot E_j \cdot (1+i)^{u_j}$$

$$LEA = LEP (1+i)^{UR}$$

dengan: LHR_j = jumlah kendaraan untuk satu jenis kendaraan.

E_j = angka ekuivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan

C_j = koefisien distribusi jenis kendaraan pada lajur rencana.

i = Tingkat pertumbuhan rerata tahunan sebelum dibukanya jalan (perhitungan pada halaman 100).

n' = Jumlah tahun dimulai dari perencanaan jalan sampai dibukanya jalan.

UR = Umur rencana jalan.

Nilai E diperoleh dari Tabel 5.12 (halaman 99) yang merupakan angka ekivalen kendaraan. Untuk nilai C atau koefisien distribusi kendaraan diperoleh dari Tabel 3.7 (halaman 41) dengan jalan 2 lajur tak terbagi yang menghasilkan nilai C sebesar 0,5 untuk kendaraan ringan dan 0,5 untuk kendaraan berat.

Contoh perhitungan lintas ekivalen adalah sebagai berikut:

a. Untuk jenis kendaraan sedan, jeep dan station

$$LEP = \sum_{j=1}^n A_j \times E_j \times C_j \times (1+i)^n$$

$$LEP = 65 \times 0,0004 \times 0,5 \times \{1 + ((7,2\% + 6,38\% + 5,95\%)/3)\}^1 = 0.014$$

$$LEA = LEP (1+r)^{UR}$$

$$LEA = 0.014 (1 + 0,07)^{10} = 0.03$$

b. Untuk jenis kendaraan truck 2 gandar

$$LEP = \sum_{j=1}^n A_j \times E_j \times C_j \times (1+i)^n$$

$$LEP = 100 \times 5,0264 \times 0,5 \times \{1 + ((7,2\% + 6,38\% + 5,95\%)/3)\}^1 =$$

$$268.066$$

$$LEA = LEP (1+r)^{UR}$$

$$LEA = 268.066 (1 + 0,07)^{10} = 527.327$$

dengan: i = Faktor pertumbuhan dimulai dari perencanaan jalan sampai dibukanya jalan.

r = Faktor pertumbuhan dimulai dari jalan dibuka sampai umur rencana jalan.

n' = Jumlah tahun dimulai dari perencanaan jalan sampai dibukanya jalan.

UR = Umur rencana jalan.

Tabel 5.13 Perhitungan Angka Lintas Ekuivalen

No.	JENIS KENDARAAN	ADT (2006) (Kend/hari)	E	C	$(1+i)^{n'}$	$(1+r)UR$	LEP	LEA
1	SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	1989	-	-	-	-	-	-
2	SEDAN, JEEP, STATION	65	0.0004	0.5	1.07	1.967	0.014	0.027
3	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	79	0.0004	0.5	1.07	1.967	0.017	0.033
4	MICRO TRUCK, MICRO BUS	148	0.2174	0.5	1.07	1.967	17.209	33.853
5	BUS KECIL	11	0.2174	0.5	1.07	1.967	1.320	2.596
6	BUS BESAR	7	0.3006	0.5	1.07	1.967	1.126	2.215
7	TRUCK 2 GANDAR	100	5.0264	0.5	1.07	1.967	268.066	527.327
8	TRUK 3	4	2.7416	0.5	1.07	1.967	5.378	10.580
9	TRUK 3 D	1	6.1179	0.5	1.07	1.967	3.273	6.439
10	TRUK > 3	0	4.9283	0.5	1.07	1.967	0	0
11	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	0	-	-	-	-	-	-
	JUMLAH	2404					296	583

Sumber : Hasil Hitungan

5. Sifat Tanah Dasar

Dalam menentukan tebal masing-masing lapisan dibutuhkan pula penentuan nilai CBR pada tanah dasar dan lapisan lapisan di atasnya. Untuk nilai **CBR tanah dasar** Pandean – Playen dapat dilihat dari hasil perhitungan sebelumnya pada halaman 83, yaitu sebesar **6 %**. Sedangkan pada **Tabel 3.10** (halaman 46) dapat ditentukan nilai CBR masing-masing lapisan diatas tanah dasar, dengan menyesuaikan jenis bahan material masing-masing lapisan yang digunakan pada perencanaan awal Bina Marga 2003, yaitu sebagai berikut :

- a. Lapisan permukaan : Laston AC (**MS 744 kg**)
- b. Lapisan pondasi atas : Lapis pondasi batu pecah kelas A (**CBR 100%**)
- c. Lapisan pondasi bawah : Lapis pondasi batu pecah kelas B (**CBR 80%**)

6. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan yang berpengaruh terhadap konstruksi perkerasan jalan disini adalah kondisi aliran air dan tanah dasar, iklim setempat, intensitas hujan dan geometrik jalan.

Kondisi lingkungan ini sebagai faktor regional untuk mendukung perencanaan tebal perkerasan. Berdasarkan data curah hujan maksimum pada **Tabel 5.8** (halaman 89), menyatakan bahwa **curah hujan** yang terjadi **<900 mm**, **kelandaian jalan 6-10%** dan jumlah kendaraan berat sesuai dengan LHR dari pencacahan tahun 2006 **Tabel 5.7** (halaman 87), yaitu dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{LHR kendaraan berat} = \left(\frac{\text{Total Keseluruhan Kendaraan Berat (berat} \geq 5 \text{ t)}}{\text{Total Keseluruhan Kendaraan Semua Golongan}} \right) \times 100\%$$

$$\text{LHR kendaraan berat} = \left(\frac{4 + 5a + 5b + 6 + 7a + 7b + 7c \text{ (kode jenis kend)}}{2404} \right) \times 100\%$$

$$\text{LHR kendaraan berat} = \left(\frac{148 + 11 + 7 + 100 + 4 + 1 + 0}{2404} \right) \times 100\%$$

$$\text{LHR kendaraan berat} = \left(\frac{271}{2404} \right) \times 100\% = 11,3\% \leq 30\%$$

Dari data-data tersebut di atas, dan dengan melihat Tabel 3.5 (halaman 40), maka faktor regional untuk ruas jalan Pandean – Playen adalah 1,0.

7. Sifat material lapisan perkerasan

Material yang digunakan lebih mengutamakan material setempat dengan kualitas masing-masing material terdapat pada lampiran.

Berdasarkan uraian dari masing-masing parameter yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan jalan tersebut, maka dapat dikelompokkan seluruh parameter yang akan digunakan seperti terdapat dalam Tabel 5.14 halaman berikut:

Tabel 5.14 Parameter Perencanaan Ulang Tebal Perkerasan Jalan

1.	Nama Ruas	Pandean – Playen
2	Nomor Ruas	060
3	Umur Rencana (UR)	10 tahun
	Awal Umur Rencana	2006
	Akhir Umur Rencana	2016
	Tingkat Pertumbuhan (i)	7 %
	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	
	- Kendaraan ringan	0,5
	- Kendaraan berat	0,5
4	CBR rencana tanah dasar	6 %
	Faktor Regional (FR)	1,0
		Kelandaian 6-10%
		Kend. Berat ≤ 30%
5	Indeks Permukaan (IP)	3,0

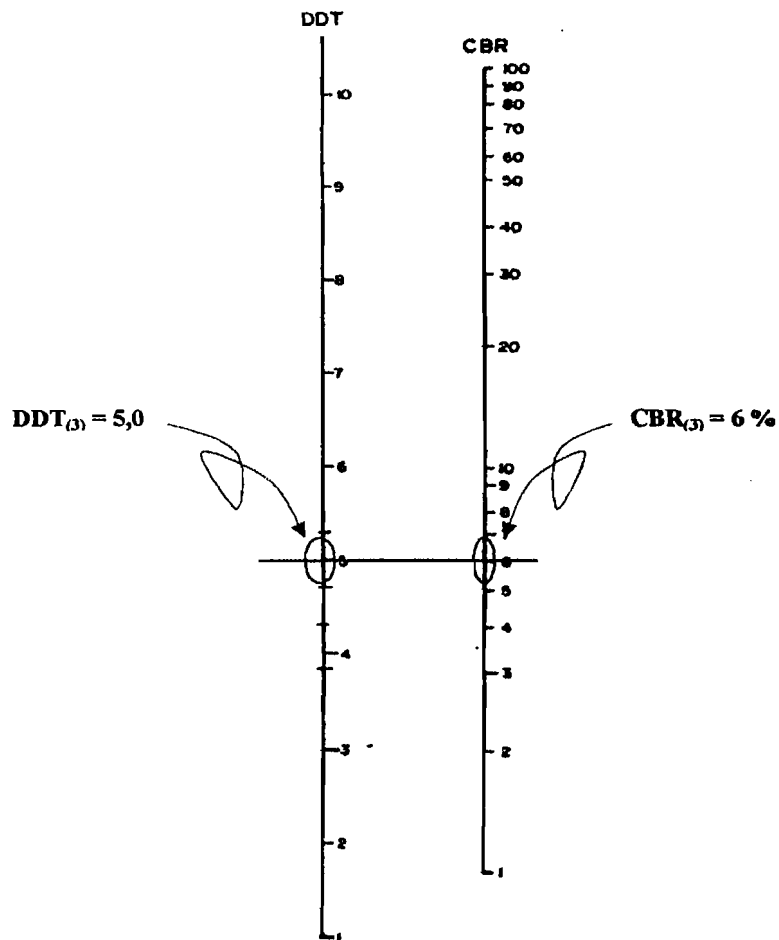
Sumber: Hasil hitungan

i. Perencanaan Tebal Perkerasan

Berdasarkan parameter-parameter di atas dan dengan melihat ilustrasi perencanaan tebal perkerasan pada **Gambar 3.7** (halaman 44), maka dapat dihitung atau direncanakan tebal perkerasan untuk ruas Jalan Pandean – Playen, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan nilai Daya Dukung Tanah (DDT₃) berdasarkan nilai CBR₃ atau sama dengan CBR rencana yaitu 6%, dengan menggunakan metode

grafik korelasi DDT-CBR seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.6** (halaman 38). Pada **Gambar 3.7** (halaman 44) ditunjukkan bahwa CBR_3 merupakan CBR tanah dasar.



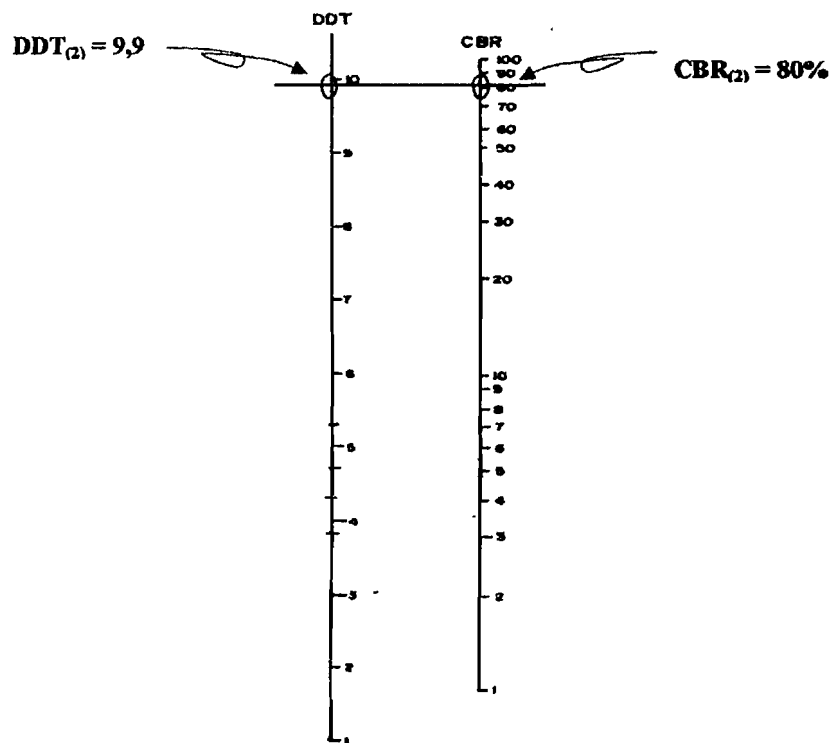
Berdasarkan grafik di atas, dengan $CBR_{(3)} = CBR_{rencana} = 6\%$ kemudian ditarik garis horizontal kekiri, diperoleh nilai $DDT_{(3)}$ sebesar 5,0.

Koreksi dengan menggunakan metode analitis pada **persamaan 3.8** (halaman 38), yaitu :

$$DDT_3 = 1,6649 + 4,3592 \log (\text{CBR})$$

$$DDT_3 = 1,6649 + 4,3592 \log (6) = 5,06 \approx 5$$

Untuk lapisan pondasi bawah menggunakan bahan material berupa **batu pecah kelas B**, yaitu pada Tabel 3.10 (halaman 46) mempunyai nilai $\text{CBR}_{(2)}$ sebesar **80%**. Maka dengan grafik korelasi DDT – CBR menghasilkan nilai $\text{DDT}_{(2)}$ untuk lapisan pondasi bawah sebesar **9,9**.



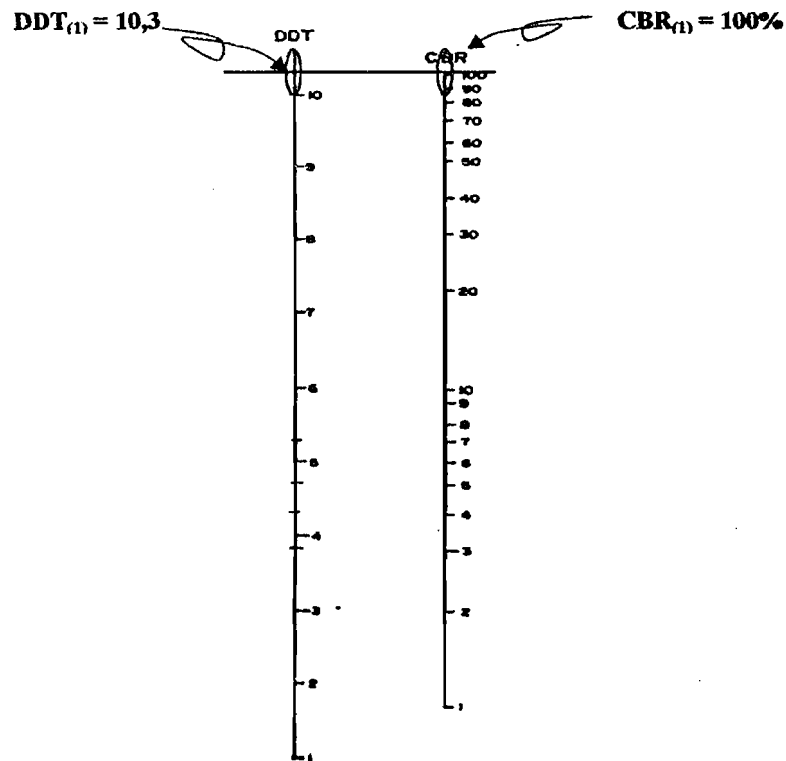
Koreksi dengan persamaan 3.9 (halaman 39) :

$$DDT_2 = 1,6649 + 4,3592 \log (\text{CBR})$$

$$DDT_2 = 1,6649 + 4,3592 \log (80) = 9,9$$

Untuk lapisan pondasi atas menggunakan bahan material berupa **batu pecah kelas A**, yaitu pada tabel 3.10 (halaman 46) mempunyai nilai $\text{CBR}_{(1)}$

sebesar 100%. Maka dengan grafik korelasi DDT – CBR menghasilkan nilai $DDT_{(1)}$ untuk lapis pondasi atas sebesar 10,3.



Koreksi dengan persamaan 3.8 (halaman 38) :

$$DDT_1 = 1,6649 + 4,3592 \log (CBR)$$

$$DDT_1 = 1,6649 + 4,3592 \log (100) = 10,3$$

- b. **Faktor regional** telah ditentukan berdasarkan iklim, kelandaian dan prosentase jumlah kendaraan berat untuk ruas jalan Pandean – Playen, yaitu sebesar 1,0 dan dengan melihat Tabel 3.5 (halaman 40).

- c. Dari Tabel 5.13 (halaman 102) telah diperoleh Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) sebesar 296 dan Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) sebesar 583, maka dapat dihitung nilai Lintas Ekuivalen Tengah (LET) dengan persamaan 3.11 (halaman 42), dan Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dengan persamaan 3.12 (halaman 42).

$$\text{LET} = \frac{(\text{LEP} + \text{LEA})}{2} = \frac{(296 + 583)}{2} = 439,5$$

$$\text{LER} = \text{LET} \times \frac{\text{UR}}{10}$$

$$= 439,5 \times \frac{10}{10}$$

$$\text{LER} = 439,5$$

- d. Menentukan Indeks Permukaan Awal (IP_o) dengan menggunakan Tabel 3.8 (halaman 43). Untuk lapisan permukaan digunakan material LASTON, maka diperoleh $IP_o = \geq 4,0$ dengan kekasaran ≤ 1000 mm/km.
- e. Menentukan Indeks Permukaan Akhir (IP_t) berdasarkan klasifikasi jalan dan nilai LER. Untuk ruas Jalan Pandean – Playen termasuk jalan kolektor primer dengan LER sebesar 439.5, maka dari Tabel 3.9 (halaman 43) diperoleh nilai $IP_t = 2,0$.

f. Menentukan koefisien kekuatan relatif (a) dari setiap jenis lapisan perkerasan yang digunakan, dengan menggunakan **tabel 3.10** (halaman 46).

Koefisien kekuatan relatif (a) untuk masing-masing lapisan adalah sebagai berikut:

- a. Lapisan permukaan atas (a_1) : Laston AC (MS 744 kg) = 0,40
- b. Lapisan pondasi atas (a_2) : Batu pecah kelas A (CBR 100%) = 0,14
- c. Lapisan pondasi bawah (a_3) : Batu pecah kelas B (CBR 80%) = 0,13

g. Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP) masing-masing lapisan.

Berdasarkan gambar ilustrasi yang terdapat pada **Gambar 3.7** (halaman 44) berikut persamaan-persamaan yang ada didalamnya, maka dapat ditentukan perhitungan dari masing-masing lapisan yaitu sebagai berikut :

a) Lapisan Permukaan (Laston AC)

dengan parameter sebagai berikut:

$$DDT_{(1)} = 10,3$$

$$FR = 1,0$$

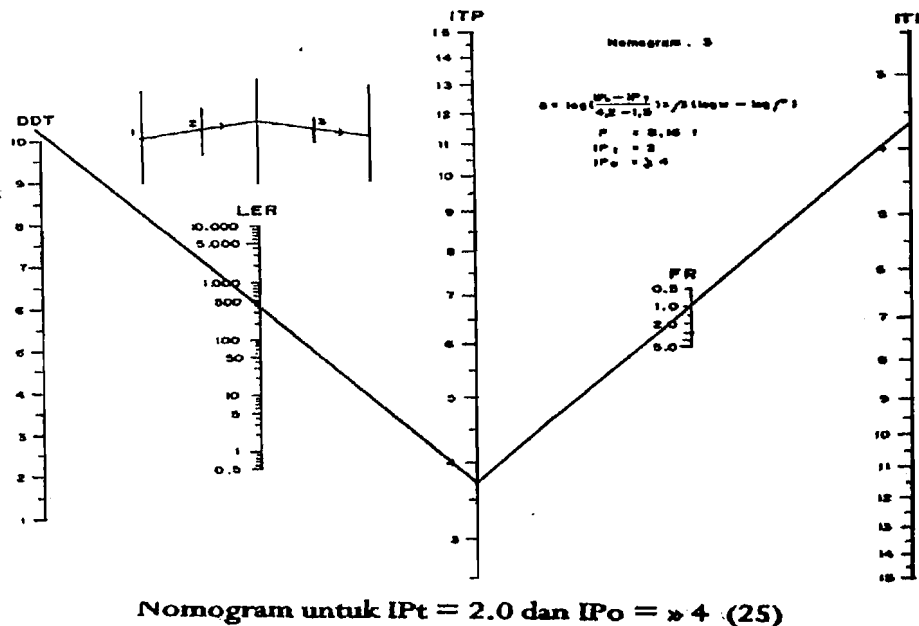
$$LER = 439,5$$

$$IP_0 = \geq 4$$

$$IP_1 = 2,0$$

Berdasarkan parameter-parameter di atas, maka dapat disesuaikan untuk memilih nomogram-nomogram yang terdapat pada halaman lampiran, sehingga dapat ditentukan nomogram yang akan digunakan, yaitu seperti terlihat pada **Gambar 5.4** halaman berikut, dan dengan cara memplotkan

nilai-nilai parameter di atas dari garis vertikal yang paling kiri (nilai DDT) ditarik ke arah kanan memotong satu-persatu garis vertikal dari masing-masing parameter sampai pada garis vertikal yang paling kanan yaitu nilai ITP, maka diperoleh $ITP_{(1)}$ sebesar 3,7.



Gambar 5.4 Nomogram Penentuan Indeks Tebal Perkerasan Lapisan Permukaan

Sumber : Bina Marga, 1987

Sesuai dengan persamaan 3.13 (halaman 45), maka rumus yang digunakan dalam penentuan tebal lapisan permukaan (D_1) adalah sebagai berikut :

$$ITP_{(1)} = a_1 \cdot D_1$$

$$3,7 = 0,40 \cdot D_1$$

$$D_1 = 9,25 \text{ cm} \geq \text{tebal minimum lapis permukaan, Laston, ITP 3,7, Tabel}$$

$$3.11(\text{halaman 47}) = 5 \text{ cm}$$

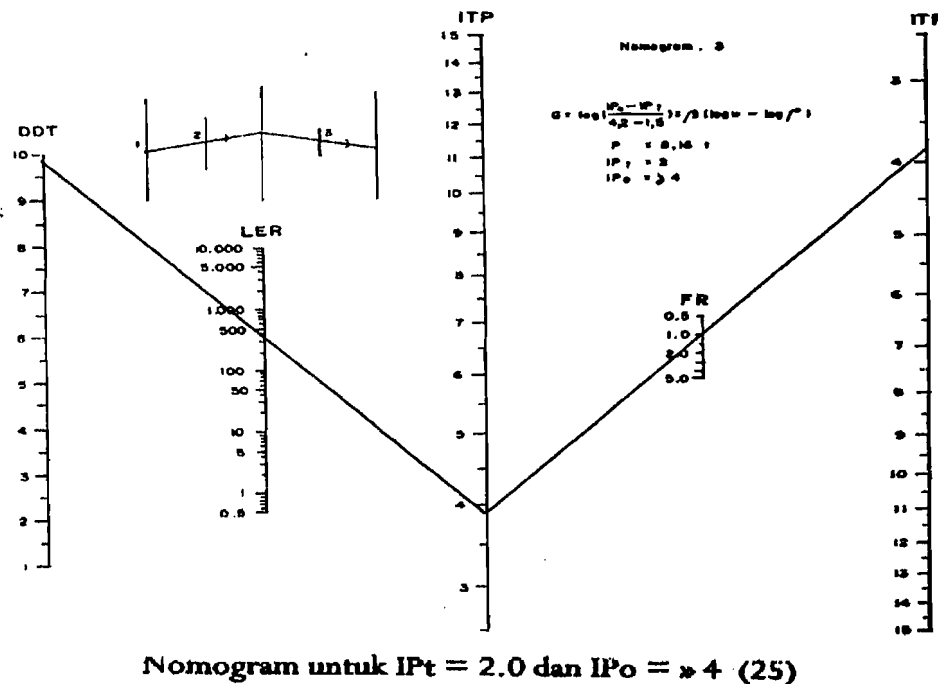
Maka digunakan hasil hitungan, yaitu $D_1 = 9,25 \text{ cm}$

b) Lapisan Pondasi Atas (batu pecah kelas A)

Dengan parameter dan grafik nomogram yang sama dengan perhitungan ITP sebelumnya, kecuali parameter DDT yang berbeda, yaitu :

$$DDT_2 = 9,9$$

Berdasarkan parameter-parameter yang ada, dengan menggunakan cara yang sama dengan cara pada lapisan permukaan, seperti terlihat pada Gambar 5.5 berikut, maka diperoleh $ITP_{(2)}$ sebesar 3,9.



Gambar 5.5 Nomogram Penentuan Indeks Tebal Perkerasan Lapisan Pondasi Atas

Sumber : Bina Marga, 1987

Sesuai dengan persamaan 3.14 (halaman 45), maka rumus yang digunakan dalam penentuan tebal lapisan pondasi atas (D_2) adalah sebagai berikut :

$$ITP_{(2)} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2$$

$$3,9 = 0,40 \cdot 9,25 + 0,14 \cdot D_2$$

$$D_2 = 1,4 \text{ cm} < \text{tebal minimum lapisan pondasi untuk batu pecah, ITP 3,9,}$$

Tabel 3.11 (halaman 47) = 15 cm

Maka digunakan tebal minimum lapisan pondasi, yaitu $D_2 = 15 \text{ cm}$

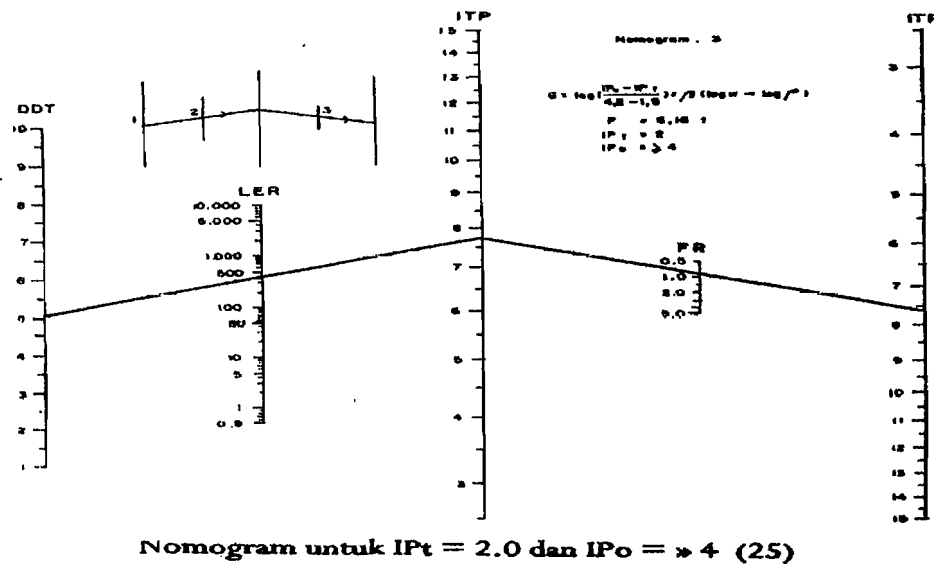
c) Lapisan Pondasi Bawah (batu pecah kelas B)

dengan parameter dan grafik nomogram yang sama dengan perhitungan

ITP sebelumnya, kecuali parameter DDT yang berbeda, yaitu :

$$DDT_{(3)} = 5,0$$

Berdasarkan parameter-parameter yang ada, dengan menggunakan Nomogram Indeks Tebal Perkerasan pada Gambar 5.6 berikut, maka diperoleh $ITP_{(3)}$ sebesar 7,7.



Gambar 5.6 Nomogram Penentuan Indeks Tebal Perkerasan Lapisan Pondasi

Bawah

Sumber : Bina Marga, 1987

Sesuai dengan persamaan 3.15 (halaman 45), maka rumus yang digunakan dalam penentuan tebal lapisan pondasi bawah (D_3) adalah sebagai berikut :

$$ITP_{(3)} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$7,7 = 0,40 \cdot 9,25 + 0,14 \cdot 15 + 0,13 \cdot D_3$$

$$D_3 = 14,6 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm} \geq \text{tebal minimum lapis pondasi bawah} = 10 \text{ cm}$$

Maka digunakan hasil hitungan, yaitu $D_3 = 15 \text{ cm}$

Dengan demikian, perencanaan tebal perkerasan masing-masing lapisan yang digunakan untuk tahun 2006 hingga umur rencana jalan tahun 2016 mendatang, dengan menggunakan metode Bina Marga 1987, adalah sebagai berikut:

- a. Lapis Permukaan dari Laston AC (D_1) (MS 744 kg) : **9,25 cm**
- b. Lapis Pondasi Atas dari batu pecah kelas A (D_2) (CBR 100%) : **15 cm**
- c. Lapis Pondasi Bawah dari batu pecah kelas B (D_3) (CBR 80%): **15 cm**

5.4. Perencanaan Tebal Perkerasan Metode AASHTO 2002

5.4.1. Parameter Perencanaan

Parameter yang digunakan untuk perencanaan dengan metode AASHTO 2002 berdasarkan data dari Bina Marga, seperti karakteristik material yang digunakan untuk tiap lapisannya, kondisi lingkungan, dan sifat tanah dasar. Hal ini tentunya disesuaikan dengan formula yang diberikan oleh AASHTO 2002. Adapun parameter-parameter perencanaan yang harus ditetapkan menurut AASHTO 2002 adalah sebagai berikut:

1. Informasi umum

Ruas Jalan Pandean – Playen direncanakan pada umur rencana 10 tahun. Jalan ini sudah dibuka sejak tahun 2005, dan akan dilakukan evaluasi ulang terhadap tebal perkerasan yang disesuaikan dengan kondisi lalu-lintas tahun 2006.

2. Parameter analisis

Parameter analisis yang akan digunakan untuk perencanaan tebal pekerjaan lentur menurut AASHTO 2002 adalah sebagai berikut:

- a. IRI awal, dimana nilainya berada antara 50 sampai 100 in/mile. Dalam penelitian ini ditetapkan IRI awal sebesar 60 in/mile.
- b. Kriteria performance struktur perkerasan, dengan parameter sebagai berikut:
 - 1) *Terminal IRI*, yang umumnya mempunyai nilai 150 –250 in/mile. Dalam perencanaan ini akan digunakan 175 in/mile.
 - 2) AC surface down/longitudinal cracking, dimana umumnya nilainya dalam 1000 ft/mile,

- 3) AC bottom-up fatigue cracking, dimana nilainya antara 20-25%, dalam penelitian ini ditetapkan sebesar 20%,
- 4) AC thermal fracture, yang umumnya mempunyai nilai 1000 ft/mile.
- 5) *Permanent deformation*, umumnya nilai yang diperbolehkan adalah 0,3 sampai 0,5 inci, dan dicoba akan dipakai 0,4 inci.

3. Lalu lintas

Menurut AASHTO 2002 jenis kendaraan yang akan mempengaruhi terhadap perkerasan jalan adalah jenis kendaraan truk. Oleh karena itu golongan kendaraan yang digunakan yaitu kendaraan yang dikategorikan sebagai kendaraan berat atau kendaraan jenis truck. Dari data pencacahan lalu-lintas di lapangan, maka dapat ditentukan jenis kendaraan truk dan persentase lalu-lintas truk rata-rata harian dalam satu tahun (AADT) seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.15 halaman berikut.

Ruas jalan ini terdiri dari 2 jalur 2 lajur, dengan demikian berdasarkan pada Tabel 3.14 (halaman 53) dan diperoleh data faktor LDF sebesar 0,90 dan faktor DDF untuk kelas 4 adalah 0,50 dan kelas 5 dan 6 adalah 0,62 dengan kecepatan operasi ditetapkan sebesar 60 mile/jam.

Untuk faktor penyesuaian bulanan, karena tidak terdapat data lalu-lintas tiap bulannya maka, nilai MAF akan diambil berdasarkan pada Tabel 3.16 (halaman 54), yaitu sebagai berikut:

Tabel 5.15 Faktor Penyesuaian Bulanan untuk Ruas Jalan Pandean- Playen

Bulan	Kelas	Kelas	Kelas
	4	5	6
Januari	1	1	1
Februari	1	1	1
Maret	1	1	1
April	1	1	1
Mei	1	1	1
Juni	1	1	1
Juli	1	1	1
Agustus	1	1	1
September	1	1	1
Oktober	1	1	1
Nopember	1	1	1
Desember	1	1	1

Sumber: AASHTO 2002 Design Guide

Tabel 5.16 Klasifikasi Truk dan Persentase AADTT Kelas Truk

No.	Tahun	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3	JUMLAH
1	2002	41	0	0	12	7	60
2	2003	123	2	0	60	0	185
3	2004	133	6	0	76	0	215
4	2005	140	9	2	93	1	245
5	2006	148	11	7	100	4	270
JUMLAH		585	28	9	341	12	975

Sumber: Data hasil survei dan data sekunder

Berdasarkan data pada Tabel 5.15 (halaman 117) di atas maka dapat berdasarkan ketentuan kelas kendaraan truk menurut AASHTO 2002 pada Gambar 3.5 (halaman 27), maka data lalu lintas menjadi seperti yang terdapat dalam Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Data Kelas Kendaraan Truk Berdasarkan AASHTO 2002

No.	Tahun	Kelas 4	Kelas 5	Kelas 6	Jumlah
1	2002	0	53	7	60
2	2003	0	185	0	185
3	2004	0	214	0	215
4	2005	2	243	1	245
5	2006	7	259	4	270
JUMLAH		9	954	12	975

Ket: Kelas 4 : Bus besar

Kelas 5 : Micro Truck, Micro Bus, Bus Kecil, dan Truck 2 Gandar

Kelas 6 : Truk 3 gandar

Sumber: Hasil analisa

Ruas jalan Pandean-Playen menurut AASHTO difungsikan sebagai jalan Major Collector dengan klasifikasi lalu-lintas truk diasumsikan memiliki klasifikasi lalu-lintas sebagai *Major light truck route (Type II)* pada TTC Group 15 (lima belas) seperti yang dijelaskan dalam Tabel 3.17 (halaman 55). TTC 15 diambil dengan didukung pertimbangan dari Table 3.18 (halaman 56) dengan lalu-lintas kendaraan bus lebih kecil dari 2%, dan berdasarkan data pada Tabel 5.16 (halaman 117), persentase kendaraan bus hanya ada $\frac{9}{975} \times 100 = 0,9\%$ dari keseluruhan kendaraan truk yang lewat di ruas jalan tersebut. Maka faktor

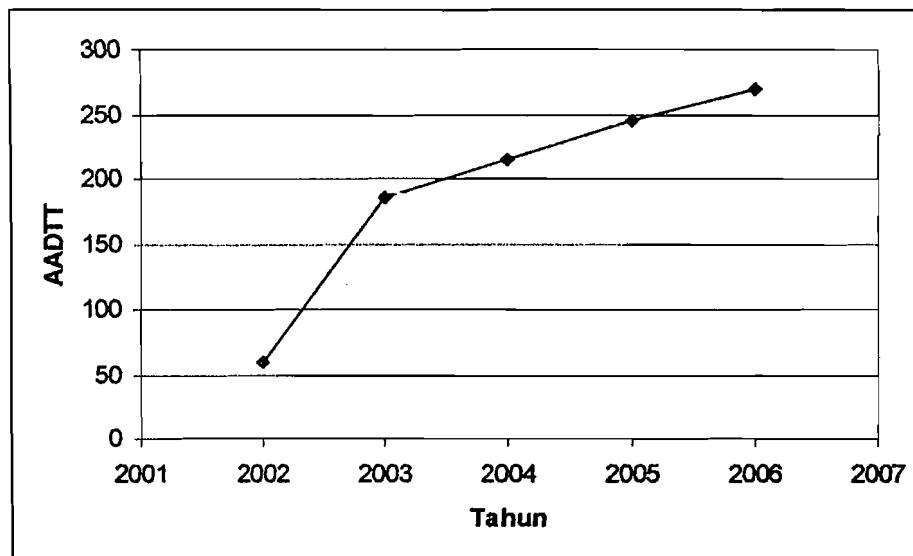
distribusi kelas kendaraan truk berdasarkan Tabel 3.17 (halaman 55) adalah sebagai berikut:

Tabel 5.18 Faktor Distribusi Kelas Truk (persen)

TTC Group	Deskripsi TTC			
		Kelas 4	Kelas 5	Kelas 6
15	Major light truck rotue (Type II)	1.8	56.5	8.5

Sumber: AASHTO 2002 Design Guide

Untuk faktor distribusi truk jam-jaman, karena tidak ada data, maka nilai faktor distribusi truk jam-jaman akan menggunakan nilai yang ada pada Tabel 3.20 (halaman 57). sedangkan berdasarkan data pada Tabel 5.17 (halaman 118) maka dapat dilihat grafik pertumbuhan lalu-lintas, seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Pertumbuhan lalu-lintas pada ruas jalan Pandean-Playen.

Berdasarkan gambar di atas, maka dapat disimpulkan bahwa lalu-lintas di ruas jalan Pandean – Playen mengalami perkembangan tiap tahunnya, berdasarkan persamaan 3.17c (halaman 57) faktor pertumbuhan lalu-lintasnya, dihitung sebagai berikut:

$$AADTT_x = AADTT_{BY} \times (GR)^{AGE}$$

dengan AGE adalah 10 tahun dan GR adalah (1+7%), maka untuk AADTT tahun 2016 adalah:

$$AADTT_{2016} = 270 \times (1 + 0.07)^{10} = 530$$

Sedangkan faktor distribusi beban sumbu diperoleh dari Tabel 3.2 (halaman 28) untuk kelas kendaraan 4, 5 dan 6.

1) Volume lalu lintas

Volume lalu-lintas yang digunakan berdasarkan hasil pencacahan kendaraan tahun 2006 kemudian dengan faktor pertumbuhan 7% dan umur rencana 10 tahun, maka volume lalu lintas pada akhir umur rencana dapat dihitung dengan persamaan 3.18a (halaman 60) dan hasilnya terdapat dalam Tabel 5.19 berikut:

Tabel 5.19 Rerata Jumlah Truk Tahunan Berdasarkan AASHTO 2002

Kelas Truk	AADTT _{BY}	AADTT ₂₀₁₆	MDF	HDF	DDF	LDF	TT
Kelas 4	7	14	1	1	0.5	0.9	6.20
Kelas 5	259	509	1	1	0.62	0.9	284.29
Kelas 6	4	7	1	1	0.62	0.9	4.02
Jumlah	270	530					294.51

Sumber Hasil hitungan

Contoh perhitungan:

- a. Untuk kendaraan kelas 4

$$TT_{i,j,i} = (AADTT_i)(MDF_j)(HDF_i)(DDF)(LDF)$$

$$= 14 \times 1 \times 1 \times 0,5 \times 0,9 = 6,20$$

- b. Untuk kendaraan kelas 5

$$TT_{i,j,i} = (AADTT_i)(MDF_j)(HDF_i)(DDF)(LDF)$$

$$= 509 \times 1 \times 1 \times 0,5 \times 0,9 = 284,29$$

- c. Untuk kendaraan kelas 6

$$TT_{i,j,i} = (AADTT_i)(MDF_j)(HDF_i)(DDF)(LDF)$$

$$= 7 \times 1 \times 1 \times 0,5 \times 0,9 = 4,02$$

Sedangkan persamaan 3.18b (halaman 61) digunakan untuk menghitung jumlah total truk untuk masing-masing kelas truk, sebagaimana terdapat dalam Tabel 5.20 berikut ini:

Table 5.20 Jumlah Total Truk untuk Masing-masing Kelas Truk

Kelas Truk	TT	Distribusi kelas truk	T
Kelas 4	6.20	1.8%	0.11
Kelas 5	284.29	57%	160.62
Kelas 6	4.02	9%	0.34
Jumlah	294.51		161.08

Sumber: Hasil hitungan

Contoh perhitungan:

- a. Untuk kendaraan kelas 4

$$T_{1,j,l,k} = (TT_{1,j,l}) (NTP_k)$$

$$= 6,20 \times 1,8\% = 0,11$$

- b. Untuk kendaraan kelas 5

$$T_{1,j,l,k} = (TT_{1,j,l}) (NTP_k)$$

$$= 284,29 \times 57\% = 160,62$$

- c. Untuk kendaraan kelas 6

$$T_{1,j,l,k} = (TT_{1,j,l}) (NTP_k)$$

$$= 4,02 \times 9\% = 0,34$$

dan untuk menghitung jumlah total beban sumbu untuk masing-masing tipe sumbu, dihitung dengan menggunakan persamaan 3.18c (halaman 61), dan hasilnya terdapat dalam Tabel 5.21.

Tabel 5.21 Jumlah Total Beban Sumbu untuk Masing-masing Tipe Sumbu

Kelas Truk	T	Faktor distribusi beban	NA
Kelas 4	0.11	0.96	2.91
Kelas 5	160.62	16.4	2634.20
Kelas 6	0.34	8.44	2.89
Jumlah	161.08		2640.00

Sumber Hasil hitungan

Contoh perhitungan:

- a. Untuk kendaraan kelas 4

$$NA_{1,j,l,k,a} = (T_{1,j,l,k}) (NAT_{k,a})$$

$$= 0,11 \times 0,96 = 2,91$$

- b. Untuk kendaraan kelas 5

$$\begin{aligned} NA_{l,j,l,k,a} &= (T_{l,j,l,k}) (NAT_{k,a}) \\ &= 160,62 \times 16,4 = 2634,20 \end{aligned}$$

- c. Untuk kendaraan kelas 6

$$\begin{aligned} NA_{l,j,l,k,a} &= (T_{l,j,l,k}) (NAT_{k,a}) \\ &= 0,34 \times 8,44 = 2,89 \end{aligned}$$

2) Struktur perkerasan

Struktur lapis perkerasan yang akan digunakan akan dicoba dengan ketebalan masing-masing lapisan sebagai berikut:

- a. Lapisan permukaan : Hot Mix Asphalt (HMA) = 2.0 inchi
- b. Lapis pondasi atas : (Granular Base) = 4,0 inchi
- c. Lapis pondasi bawah : (Sandy subbase) = 7,0 inchi

Sedangkan untuk properti masing-masing lapisan adalah sebagai berikut:

- a. Hot Mix Asphalt (HMA):

- 1) Suhu : 70°F
- 2) Berat isi efektif : 12%
- 3) Rongga udara : 6,0%
- 4) Total berat : 143 pcf
- 5) Poisson ratio : 0,35
- 6) Konduktivitas panas aspal : 0,67
- 7) Kapasitas panas aspal : 0,23

b. Lapisan pondasi atas, (Granular Base)

- 1) Poisson ratio : 0,35
- 2) Koefisien tekanan lateral : 0,50
- 3) Modulus dinamic (E) : 40000
- 4) Indeks plasitisitas : 1
- 5) Lolos saringan NO.200 : 3
- 6) Lolos saringan no 4 : 20%
- 7) D_{60} (mm) : 8

c. Lapisan pondasi bawah, (Sandy Subbase)

- 1) Poisson ratio : 0,35
- 2) Koefisien tekanan lateral : 0,50
- 3) Modulus dinamic (E) : 40000
- 4) Indeks plasitisitas : 2
- 5) Lolos saringan NO.200 : 20
- 6) Lolos saringan no 4 : 80%
- 7) D_{60} (mm) : 0.1

5.4.2. Perencanaan Tebal Perkerasan Trial 1

Menurut rumus tebal perkerasan AASHTO 2002, berdasarkan manual AASHTO 2002 untuk perkerasan lentur jalan raya, untuk reliability 90% dengan parameter-parameter yang telah disebutkan di atas, maka:

a. Deformasi permanen (*rutting*)

- 1) Deformasi permanen pada aspal



Deformasi permanen pada aspal menurut AASHTO 2002, dihitung dengan persamaan 3.21 (halaman 66) berikut:

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_r} = k_1 10^{-3.15552 T^{1.734}} N^{0.39937}$$

ε_r ditetapkan sebesar 0,35-0,50. dalam perhitungan ini dipakai 0,35 maka:

$$k_1 = (C_1 + C_2 * depth) * 0,328196^{depth}$$

Dengan depth adalah kedalaman lapis perkerasan yaitu $2 + 4 + 7 = 13$ cm,

$$C_1 = -0,1039 * h_{ac}^2 + 2,4868 * h_{ac} - 17,342$$

$$C_1 = -0,1039 * 2^2 + 2,4868 * 2 - 17,342 = -12,784$$

$$C_1 = 0,0172 * h_{ac}^2 - 1,7331 * h_{ac} + 27,428$$

$$C_1 = 0,0172 * 2^2 - 1,7331 * 2 + 27,428 = 24,0306$$

$$\text{maka } k_1 = (-12,784 + 24,0306 * 13) * 0,328196^{13} = 0,000154$$

$$\frac{\varepsilon_p}{0,35} = 0,000154 \times 10^{-3.15552 \times 70^{1.734}} \times 2640^{0.39937}$$

$$\varepsilon_p = 0,000154 \times 10^{-3.15552 \times 70^{1.734}} \times 2640^{0.39937} \times 0,35 = 0,0632$$

Jadi deformasi pada lapisan permukaan (HMA) adalah:

$$RD_{AC} = \varepsilon_p \times h_{AC}$$

$$RD_{AC} = 0,0632 \times 2 = 0,1264$$

2) Deformasi permanen pada material fondasi (*unbound material*)

Menurut AASHTO 2002, deformasi permanen pada material fondasi dihitung dengan persamaan 3.22 (halaman 66) berikut:

$$\delta_a(N) = \beta_{GB} \left(\frac{\epsilon_0}{\epsilon_r} \right) e^{-\left(\frac{p}{N}\right)^p} \epsilon_v h$$

$$\delta_a(N) = 1,673 \left(\frac{0,35}{0,5} \right) e^{-\left(\frac{1}{2640}\right)^1} 40000 * 4 = 0,00187$$

3) Deformasi permanen untuk subgrade

Sedangkan deformasi permanen untuk subgrade dihitung dengan persamaan 3.23 (halaman 67) berikut:

$$\delta_a(N) = \beta_{SG} \left(\frac{\epsilon_0}{\epsilon_r} \right) e^{-\left(\frac{p}{N}\right)^p} \epsilon_v h$$

$$\delta_a(N) = 1,35 \left(\frac{0,35}{0,5} \right) e^{-\left(\frac{1}{2640}\right)^1} 40000 * 7 = 0,00264$$

4) Deformasi permanen total pada struktur perkerasan

Berdasarkan persamaan di atas maka deformasi permanen total pada struktur perkerasan dapat dihitung dengan persamaan 3.24 (halaman 67) berikut:

$$RD_{total} = RD_{AC} + RD_{GB} + RD_{SG}$$

$$= 0,1264 + 0,00187 + 0,00264$$

$$= 0,1309 \text{ inci} < 0,30-0,5 \rightarrow \text{tebal lapisan perlu ditambah.}$$

Karena dengan analisa deformasi total yang terjadi tidak memenuhi syarat, maka ketebalan akan dicoba dengan susunan ketebalan untuk masing-masing lapisan sebagai berikut:

- a. Lapisan permukaan : Hot Mix Asphalt (HMA) = 3.0 inchi
- b. Lapis pondasi atas : (Granular Base) = 6,0 inchi
- c. Lapis pondasi bawah : (Sandy Subbase) = 9,0 inchi

Sedangkan untuk properti masing-masing lapisan adalah sebagai berikut:

a. Hot Mix Asphalt (HMA):

- 1) Suhu : 70°F
- 2) Berat isi efektif : 12%
- 3) Rongga udara : 6,0%
- 4) Total berat : 143 pcf
- 5) Poisson ratio : 0,35
- 6) Konduktivitas panas aspal : 0,67
- 7) Kapasitas panas aspal : 0.23

b. Lapisan pondasi atas, (Granular Base)

- 1) Poisson ratio : 0,35
- 2) Koefisien tekanan lateral : 0,50
- 3) Modulus (psi) (E) : 40000
- 4) Indeks plasisitas : 1
- 5) Lolos saringan NO.200 : 3
- 6) Lolos saringan no 4 : 20%
- 7) D_{60} (mm) : 8

c. Lapisan pondasi bawah, (Sandy Subbase)

- 1) Poisson ratio : 0,35
- 2) Koefisien tekanan lateral : 0,50
- 3) Modulus (psi) (E) : 40000
- 4) Indeks plasitistas : 2
- 5) Lolos saringan NO.200 : 20
- 6) Lolos saringan no 4 : 80%
- 7) D_{60} (mm) : 0.1

5.4.3. Perencanaan Tebal Perkerasan Trial 2

Menurut rumus tebal perkerasan AASHTO 2002, berdasarkan manual AASHTO 2002 untuk perkerasan lentur jalan raya, untuk reliability 90% dengan paramter-parameter yang telah disebutkan di atas, maka:

a. Deformasi permanen (*rutting*)

Deformasi permanen pada aspal menurut AASHTO 2002, dihitung dengan persamaan 3.21 (halaman 66) berikut:

$$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_r} = k_1 10^{-3.15552 T^{1.734} N^{0.39937}}$$

ε_r ditetapkan sebesar 0,35-0,5, dalam perhitungan ini dipakai 0,35, maka:

$$k_1 = (C_1 + C_2 * depth) * 0,328196^{depth}$$

Dengan depth adalah kedalaman lapis perkerasan yaitu $3 + 6 + 9 = 18$ cm,

dan

$$C_1 = -0,1039 * h_{ac}^2 + 2,4868 * h_{ac} - 17,342$$

$$C_1 = -0,1039 * 3^2 + 2,4868 * 3 - 17,342 = -10,8167$$

$$C_1 = 0,0172 * h_{ac}^2 - 1,7331 * h_{ac} + 27,428$$

$$C_1 = 0,0172 * 3^2 - 1,7331 * 3 + 27,428 = 22,3835$$

$$\text{maka } k_1 = (-10,8167 + 22,3835 * 18) * 0,328196^{18} = 0,000077$$

$$\frac{\varepsilon_p}{0,35} = 0,000077 \times 10^{-3,15552} \times 70^{1,734} \times 2640^{0,39937}$$

$$\varepsilon_p = 0,000077 \times 10^{-3,15552} \times 70^{1,734} \times 2640^{0,39937} \times 0,35 = 0,0815$$

Jadi deformasi pada lapisan permukaan (HMA) adalah:

$$RD_{AC} = \varepsilon_p \times h_{AC}$$

$$RD_{AC} = 0,0815 \times 3 = 0,2445$$

1) Deformasi permanen pada material fondasi (*unbound material*)

Menurut AASHTO 2002, deformasi permanen pada material fondasi dihitung dengan persamaan 3.22 (halaman 66) berikut:

$$\delta_a(N) = \beta_{CB} \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r} \right) e^{-\left(\frac{p}{N}\right)^p} \varepsilon_v h$$

$$\delta_a(N) = 1,673 \left(\frac{0,35}{0,5} \right) e^{-\left(\frac{1}{2640}\right)^p} 40000 * 6 = 0,107$$

2) Deformasi permanen untuk subgrade

Sedangkan deformasi permanen untuk subgrade dihitung dengan persamaan 3.23 (halaman 67) berikut:

$$\delta_a(N) = \beta_{SG} \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_r} \right) e^{-\left(\frac{p}{N}\right)^r} \varepsilon_v h$$

$$\delta_a(N) = 1,35 \left(\frac{0,35}{0,5} \right) e^{-\left(\frac{1}{2640}\right)^1} 40000 * 9 = 0.1009$$

3) Deformasi permanen total pada struktur perkerasan

Berdasarkan persamaan di atas maka deformasi permanen total pada struktur perkerasan dapat dihitung dengan persamaan 3.24 (halaman 67) berikut:

$$\begin{aligned} RD_{total} &= RD_{AC} + RD_{GB} + RD_{SG} \\ &= 0,2445 + 0,107 + 0,1009 \\ &= 0,4524 \end{aligned}$$

berarti dengan pemakaian ketebalan di atas dapat memenuhi standart pada deformasi permanen yaitu berada pada range 0,3 – 0,5

4) Reliabilitas deformasi permanen

Desian reliabilitas diperoleh dengan menetapkan prediksi derformasi permanen pada reliabilitas yang diinginkan pada masing-masing lapisan dan dihitung dengan persamaan 3.25a, 3.25b, 3.25c (halaman 68) sebagai berikut:

$$Se_{RDAC} = 0.1587 RD_{ac}^{0.4579}$$

$$Se_{RDAC} = 0.1587 * 0.2445^{0.4579} = 0,0872$$

$$Se_{RDGB} = 0.1169 RD_{GB}^{0.5303}$$

$$Se_{RDGB} = 0.1169 * 0.107^{0.5303} = 0,0357$$

$$Se_{RD SG} = 0.1724 RD_{SG}^{0.5516}$$

$$Se_{RD SG} = 0.1724 * 0.1009^{0.5516} = 0.0487$$

Maka reliabilitas dapat dihitung dengan persamaan 3.25 (halaman 67)

berikut:

$$RD_{-P} = \sum_i (RD_i) + \left(\sqrt{Se_{RDAC}^2 + Se_{RDGB}^2 + Se_{RD SG}^2} \right) \times Z_p$$

$$RD_{-P} = \sum_i \left(\frac{(0.2445 + 0.107 + 0.1009)}{3} \right) + \left(\sqrt{0.0872^2 + 0.0357^2 + 0.0487^2} \right) \times 1.275$$

$$RD_{-P} = 0,5973 = 59,73\% \rightarrow \text{range (50\% - 90\%)}$$

Jadi ketebalan yang dicoba dapat dipakai

b. Analisis *Fatigue cracking* (retak lelah)

Fungsi untuk memperhitungkan *fatigue cracking* dari *fatigue damage* dapat digambarkan berikut ini:

1) Untuk *bottom-up cracking* (% luas total lajur)

Damage yang ditimbulkan adalah

$$D = \frac{n}{N} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.26 (halaman 68)}$$

n adalah lalu-lintas aktual yang terjadi pada tahun ke- i dan N adalah lalu-lintas diijinkan terjadi pada jalan tersebut. Dari tabel 5.17 (halaman 119) diperoleh n 270 kendaraan sedangkan N berdasarkan kelas jalan yaitu kelas III adalah 500, maka:

$$D = \frac{270}{500} = 0,54$$

bottom-up cracking (% luas total lajur) dapat dihitung dengan persamaan 3.27 (halaman 68)

$$FC_{bottom} = \left(\frac{6000}{1 + e^{(C_1 \cdot C_1' + C_2 \cdot C_2' \cdot \log_{10}(D \cdot 100))}} \right) * \left(\frac{1}{60} \right)$$

$$FC_{bottom} = \left(\frac{6000}{1 + e^{(1^2(-2) + 1^2 C_2' \cdot \log_{10}(D \cdot 100))}} \right) * \left(\frac{1}{60} \right)$$

dengan:

$$C_1 = 1.0$$

$$C_1' = -2 * C_2'$$

$$C_2 = 1.0$$

$$C_2' = -2.40874 - 39.748 * (1 + h_{ac})^{-2.856}$$

$$C_2' = -2.40874 - 39.748 * (1 + 3)^{-2.856} = -3.1670, \text{ maka}$$

$$FC_{bottom} = \left(\frac{6000}{1 + e^{(1^2(-2) + 1^2(-3.1670) \cdot \log_{10}(0.540 \cdot 100))}} \right) * \left(\frac{1}{60} \right)$$

$$FC_{bottom} = 98.15\% < 100\% \rightarrow, \text{ tebal perkerasan bisa digunakan}$$

2) Untuk *top-down cracking* (feet/mile)

$$FC_{top} = \left(\frac{1000}{1 + e^{(7.0 - 3.5 \cdot \log_{10}(D \cdot 100))}} \right) * (10.56)$$

$$FC_{top} = \left(\frac{1000}{1 + e^{(7.0 - 3.5 \cdot \log_{10}(0.540 \cdot 100))}} \right) * (10.56)$$

$$FC_{top} = 26,89\% > 25\% \rightarrow, (\text{range } 25\text{-}50\%)$$

Dari dua analisis yang dilakukan, yaitu analisis deformasi permanen dan analisis cracking, ketebalan yang dicoba semuanya memenuhi persyaratan kekuatan struktur. Jadi tebal perkerasan yang digunakan adalah:

- a. Lapisan permukaan : Hot Mix Asphalt (HMA) = 3.0 inchi = 7,62 cm
- b. Lapis pondasi atas : (Granular Base) = 6,0 inchi = 15,24 cm
- c. Lapis pondasi bawah : (Sandy Subbase) = 9,0 inchi = 22,86 cm

5.5. Pembahasan

Pada perencanaan tebal perkerasan di atas yang dianalisa dengan dua metode yaitu metode yang dikeluarkan oleh Bina Marga dan metode yang dikeluarkan oleh AASHTO 2002. Diperoleh hasil parameter perencanaan dan hasil perencanaannya. Metode yang dikeluarkan oleh Bina Marga dan metode yang dikeluarkan oleh AASHTO 2002 tidak menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan. Perbandingan dari kedua metode tersebut dapat dilihat dalam Tabel 5.22 dan Tabel 5.23 halaman berikut:

Tabel 5.22 Perbedaan Parameter Perencanaan Awal dan Perencanaan Ulang

Perencanaan Awal		Perencanaan Ulang			
Metode Analisa Komponen		Metode Analisa Komponen		Metode AASHTO 2002	
Umur Rencana	10 th	Umur Rencana	10 TH	Umur Rencana	10 th
Awal Umur Rcn	2003	Awal Umur Rcn	2006	Awal Umur Rcn	2006
Akhir Umur Rcn	2013	Akhir Umur Rcn	2016	Akhir Umur Rcn	2016
Tingkat Prtmbhan	6%	Tingkat Prtmbhan	7%	Tingkat Prtmbhan	7%
LER	402.73	LER	439.5		
Koef. Distribusi Kend. (C)		Koef. Distribusi Kend. (C)		Growt Factor (GF)	11.98
-Kendaraan Ringan	0.5	-Kendaraan Ringan	0.5		
-Kendaraan Berat	0.5	-Kendaraan Berat	0.5		
CBR Rencana	6%	CBR Rencana	6%	Modulus Resilient (Mr)	40.000 Psi
Faktor Regional	1.5	Faktor Regional	1.5	Koef. Reability	90%
Kelandaian	6-10%	Kelandaian	6-10%	Zr	1.282
Kendaraan Berat	>30%	Kendaraan Berat	<30%	So	0.30
Indeks Permukaan	2.0	Indeks Permukaan	3.0		

Dari tabel di atas terlihat bahwa ada beberapa parameter penentuan tebal perkerasan lentur jalan yang berbeda antara metode Bina Marga dengan metode AASHTO 2002. Parameter-parameter tersebut adalah:

1. Parameter lalu-lintas

Bina Marga menetapkan beban kendaraan yang akan mempengaruhi terhadap konstruksi perkerasan jalan adalah semua jenis kendaraan kecuali kendaraan roda dua/ tiga dan kendaraan tak bermotor sedangkan AASHTO 2002 menganggap bahwa kendaraan yang akan memberikan pengaruh besar terhadap kekuatan konstruksi perkerasan lentur jalan adalah kendaraan yang termasuk klas truk. Dengan menganggap bahwa kendaraan klas truk saja yang berpengaruh terhadap perkerasan lentur jalan maka faktor beban sumbu kendaraan akan lebih besar dibandingkan dengan faktor beban sumbu kendaraan yang diberikan oleh Bina Marga. Contohnya untuk jenis kendaraan Micro Truck/ Micro bus, AASHTO 2002 memberikan faktor beban sumbu kendaraan sebesar 0,2339 sedangkan Bina Marga memberikan angka yang lebih kecil yaitu 0,2174.

Parameter tanah dasar

Parameter tanah dasar ini, untuk kedua metode sama-sama ditentukan berdasarkan nilai CBR, akan tetapi Bina Marga lebih menekankan pada Daya Dukung Tanah (DDT) sedangkan AASHTO 2002 kekuatan tanah dasar ditentukan berdasarkan modulus reaksi tanah dasar yang disebut Modulus Ressilient (Mr)

2. Indeks kekasaran permukaan

Bina Marga menetapkan parameter kekasaran permukaan sebagai gambaran kondisi permukaan jalan dan gangguan-gangguan yang dapat

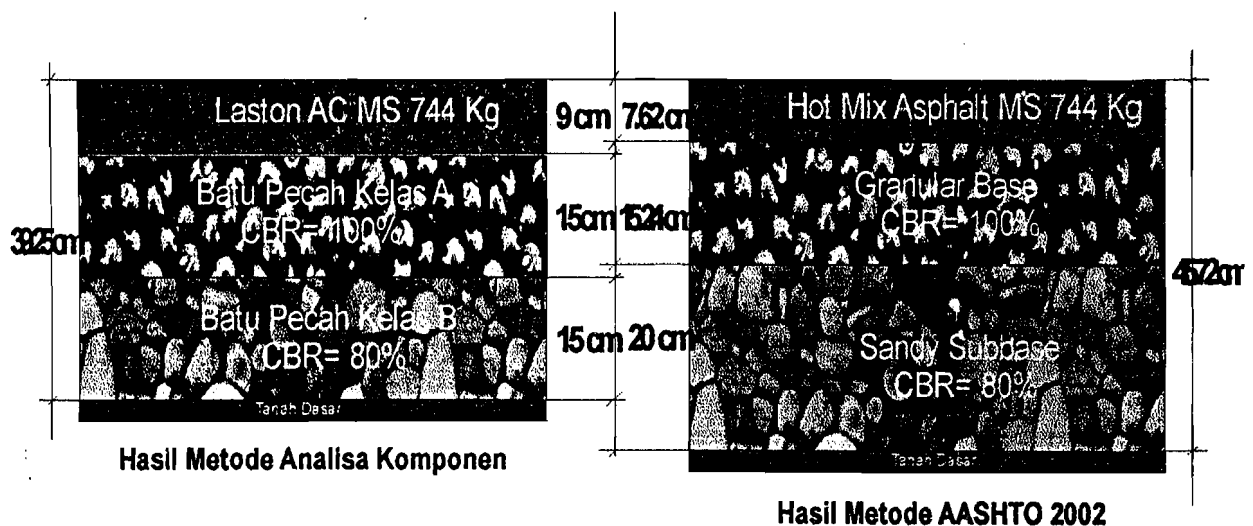
mengurangi kenyamanan pengendara. Sedangkan AASHTO 2002 tidak memasukkan parameter ini kedalam parameter desainnya.

Perbedaan-perbedaan parameter tersebut memberikan hasil perencanaan yang berbeda diantara keduanya walaupun perbedaannya tidak terlalu besar sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.23.

Tabel 5.23 Perbedaan Ketebalan Lapisan Perencanaan Awal dan Perencanaan Ulang

Perencanaan Awal		Perencanaan Ulang			
Metode Analisa Komponen		Metode Analisa Komponen		Metode AASHTO 2002	
Laston AC	9 cm	Laston AC	9.25 cm	HMA (Hot Mix Asphalt)	7.62 cm
Lap. Pondasi Atas Batu pecah kelas A	15cm	Lap. Pondasi Atas Batu pecah kelas A	15 cm	Lap. Pondasi Atas Batu pecah kelas A (Granular Base)	15.24 cm
Lap. Pondasi Bawah Batu pecah kelas B	30cm	Lap. Pondasi Bawah Batu pecah kelas B	15 cm	Lap. Pondasi Bawah Batu pecah kelas B (Sandy Subbase)	22.86 cm

Sumber: Hasil Hitungan



Gambar 5.8 Hasil Perhitungan Perencanaan Ulang Metode Analisa Komponen dan Metode AASHTO 2002

Hasil analisis dari kedua metode memberikan nilai yang berbeda, pada metode Analisa komponen menghasilkan ketebalan Aspal dengan material AC (Asphalt Concrete)= 9.25 cm, Sedangkan metode AASHTO 2002 dengan material HMA (Hot Mix Asphalt) menghasilkan ketebalan= 7.62 cm terdapat selisih lebih tipis 1.63 cm dikarenakan metode Analisa komponen memaksimalkan tingkat keawetan lapisan aspal.

Untuk lapisan pondasi atas memiliki ketebalan yang hampir sama= 15 cm dan 15.24 cm sedangkan lapis pondasi bawah metode analisa komponen menggunakan material agregat B, CBR 80 % mendapatkan ketebalan 15 cm dan metode AASHTO 2002 dengan material Sandy Subbase $M_r=40.000$ Psi mendapatkan ketebalan 22.86 cm, lebih tebal 7.86 cm di banding metode Analisa komponen, hal ini disebabkan karena metode AASHTO 2002 lebih di tekankan pada kekuatan pondasi bawah (Subbase).

Dikarenakan terdapat selisih yang cukup besar maka ketebalan dapat di ekuivalenkan dengan hasil ketebalan lapis aspal, Berikut akan dicoba hitungan ekuivalen ketebalan pada kedua parameter yang dipakai, agar ketebalan masing masing lapisan saling mendekati:

Perbedaan ketebalan:

AC = 9.25 cm (Bina Marga)

HMA = 7.62 cm (AASHTO 2002)

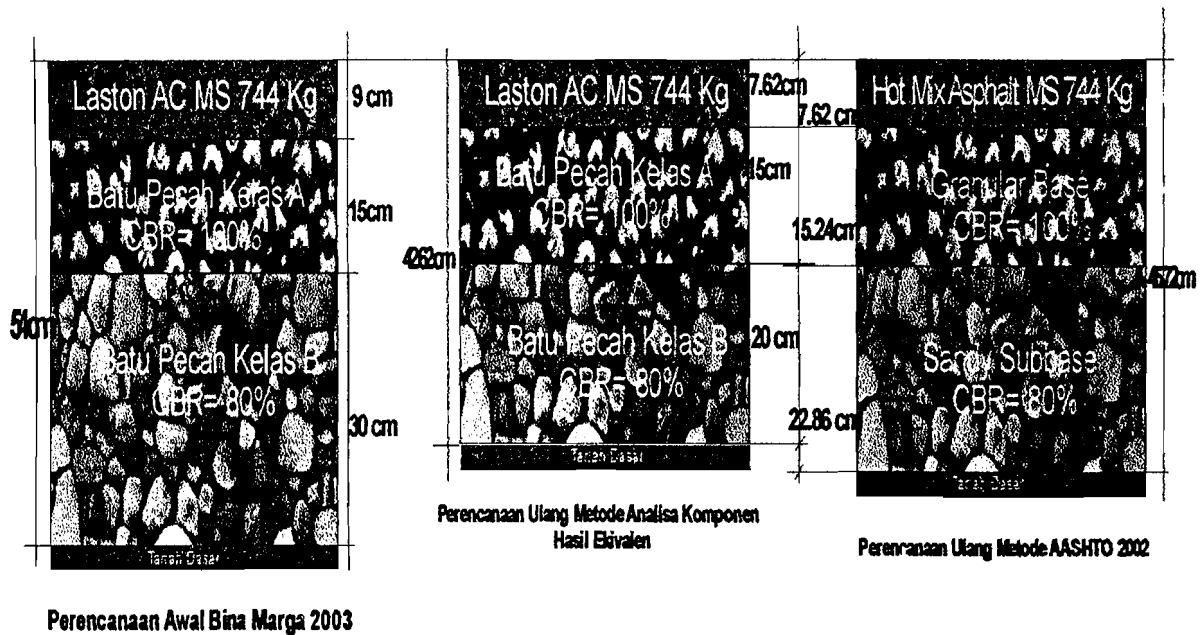
Selisih ketebalan= 1.63 cm

= $1.63 \times a_1/a_3 \rightarrow a_1, a_3 = \text{Koefisien relative bahan perkerasan}$

= $1.63 \times 0.4/0.13 = 5.0$ cm

Jadi lapisan pondasi bawah pada perencanaan ulang Bina Marga adalah 15 cm + 5 cm = 20 cm, ketebalan lapisan pondasi bawah sudah mendekati perencanaan ulang (AASHTO) 2002 sebesar 22.86 cm

Ilustrasi:



Gambar 5.9 Ilustrasi Hasil Penyesuaian Tebal Perkerasan Perencanaan Ulang dengan Perencanaan Awal 2003

Perbedaan pada metode AASHTO 2002 secara ekonomis memberikan konstruksi yang lebih hemat, dikarenakan dengan penggunaan aspal yang lebih tipis namun tidak mengesampingkan tingkat keawetan dan kenyamanan lapisan tersebut, hal ini dapat dilihat dari perhitungan beban lalu lintasnya. Jika di amati dari hasil perhitungan, metode Analisa komponen dan metode AASHTO 2002 dapat di terapkan pada proyek konstruksi jalan di seluruh Indonesia

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data pada bab-bab sebelumnya maka ada beberapa hal yang dapat disimpulkan berdasarkan hasil pembahasan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Metode Bina Marga adalah metode perencanaan yang berasal dari Indonesia yang dikenal dengan Metode Analisa Komponen sedangkan AASHTO 2002 merupakan metode perencanaan tebal perkerasan dari Amerika.
2. Perbedaan antara metode Bina Marga dan AASHTO 2002 terletak pada parameter yang digunakan yaitu:

- a. Parameter lalu-lintas

Bina Marga menggolongkan kendaraan berdasarkan semua jenis kendaraan yang lewat sedangkan AASHTO 2002 menggolongkan kendaraan berdasarkan klas truk.

- b. Parameter tanah dasar

Bina Marga menggugurkan faktor Daya Dukung Tanah sedangkan AASHTO 2002 menggunakan Modulus Ressilient sebagai cara untuk menetapkan kekuatan tanah dasar.

3. Hasil pemecanaan tebal perkerasan yang diperoleh dari perencanaan ulang 2006 dengan kedua metode yang hampir memiliki kesamaan apabila dibandingkan dengan hasil perencanaan awal Bina Marga 2003 memiliki

perbedaan yang cukup banyak, yaitu dengan ketebalan seluruh lapis perkerasan pada perencanaan awal lebih dari 14 cm, lebih tebal dari perencanaan ulang. Kedua metode pada perencanaan ulang 2006 di kondisikan dengan tingkat pertumbuhan volume lalu-lintas sebesar 7%, sedangkan pada perencanaan awal Bina Marga 2003 dengan tingkat pertumbuhan sebesar 6%. Sehubungan dengan permasalahan tersebut maka beban yang harus ditanggung perkerasan untuk perencanaan ulang lebih besar, sehingga dapat ditarik kesimpulan ditinjau dari beberapa uraian diatas yaitu kondisi exiting struktur perkerasan pada perencanaan awal 2003 masih aman untuk memikul beban lalu-lintas yang da hingga tahun 2006.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan beberapa kesimpulan yang berhasil diperoleh, ada beberapa hal yang penulis anggap masih kurang, diantaranya:

1. Disarankan kepada peneliti yang lain, baik dari instansi maupun akademisi untuk meneliti ulang mengenai parameter metode AASHTO 2002 sehingga sesuai dengan kondisi lingkungan di Indonesia.
2. Untuk mendapatkan perbedaan yang lebih jelas, disarankan penelitian dilakukan pada ruas jalan yang memiliki klas jalan yang lebih tinggi, misalnya pada jalan arteri atau jalan tol.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (2002)*. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
- Anonim, 1983, *Buku Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Anonim, 1987, *Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya Metode Analisa Komponen*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Agus Sofan dan Wini Utomo, 1997, "*Studi Kasus Struktur Jalan Sepanjang Jalan Karang Nongko – Nagung, Wates, Kabupaten Kulon Progo*". Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Aly, M. Anas, 2000, *Perencanaan Konstruksi Perkerasan pada Lokasi Khusus*, Indo Construction, Vol. 1 No. 1.
- Basuki, Imam, 1998, *Hubungan Daya Dukung Tanah Terhadap Nilai CBR Dalam Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Vasthu, No. 02/Th. VI Juni 1998, hal. 1-6.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Kartika, AAG. & Prastyanto, CA., 2000. "*Analisa Beban Aktual Dengan Menggunakan Data Wim (Weight In Motion) Dan Efeknya Terhadap Usia Perkerasan Jalan Pada Ruas Di Daerah Bahan Galian Golongan C*". Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mochtar, dkk (1999), *Penelitian Dan Pemrosesan Data Teknik Jalan*, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

- Oglesby, C.H., and Hick, R.G., 1982, *Teknik Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta.
- Suryo Pujoyono, 2001. *Penyusunan Program Komputer untuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*. Unipersitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Sugeng Tri Wahyono dan Setiadi, 2001. "*Analisis Tebal Lapis Keras Jalan Yogyakarta-Prambanan Hingga Tahun 2010 Paska Peningkatan pada Tahun 2001*". Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Silvia Sukirman, , 1993, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Tjan, A., PhD., 2000. "*Penggunaan Modulus Reaksi Tanah Dasar Sebagai Alternatif Penggunaan Parameter Daya Dukung Tanah Dan Faktor Regional Pada Desain Tebal Perkerasan Lentur Metode Sni 1732-1989-F*", Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. www.unpar.co.id)
- Umar Syarif, 2000. "*Evaluasi Perkerasan Lentur di Sepanjang Jalan KH Ahmad Dahlan Kodya Yogyakarta*". Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Yoder, Eldon Joseph and Witczak, Matthew W., 1975, *Principles of Pavement Design*, 2nd Edition, John Wiley and Sons. Inc., USA.

LAMPIRAN A
HASIL PENELITIAN TANAH

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN DCP

139

JAS : PANDEAN - SEROPAN
 WAKTU : 26 s/d 29 Agustus 2003.
 JACA : Cerah.
 PELAKSANA : Joko Kurniawan.

Lembar : 1 dari 2.

No.	LOKASI		NILAI CBR (%)	CBR RATA-RATA (%)	DEVIASI STANDAR (%)	CBR RENCANA (%)	KETERANGAN
	STA	Ka/Ki					
0	+	000	Ki	8,00			
0	+	100	Ka	7,00			
0	+	200	Ki	8,00			
0	+	300	Ka	7,00			
0	+	400	Ki	8,00			
0	+	500	Ka	7,50			
0	+	600	Ki	7,00			
0	+	700	Ka	7,50			
0	+	800	Ki	6,50			
0	+	900	Ka	8,00			
1	+	000	Ki	7,00			
1	+	100	Ka	7,00			
1	+	200	Ki	7,00			
1	+	300	Ka	6,00			
1	+	400	Ki	7,00			
1	+	500	Ka	7,00			
1	+	600	Ki	6,00			
1	+	700	Ka	6,00			
1	+	800	Ki	6,00			
1	+	900	Ka	6,00			
2	+	000	Ki	6,50			
2	+	100	Ka	6,30			
2	+	200	Ki	6,30			STA
2	+	300	Ka	6,50	6,88	0,69	6,19 0+000 - 2+350
2	+	400	Ki	9,00			
2	+	500	Ka	10,00			
2	+	600	Ki	10,00			
2	+	700	Ka	12,00			
2	+	800	Ki	10,00			
2	+	900	Ka	10,00			
3	+	000	Ki	12,00			
3	+	100	Ka	10,00			
3	+	200	Ki	11,00			
3	+	300	Ka	10,50			
3	+	400	Ki	12,00			STA
3	+	500	Ka	9,00	10,46	1,08	9,38 2+350 - 3+550

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN DCP

140

LOKASI : PANDEAN - SEROPAN
 WAKTU : 26 s/d 29 Agustus 2003.
 CUACA : Cerah.
 PENYETUGAS : Joko Kurniawan.

Lembar : 2 dari 2.

NO.	LOKASI		NILAI CBR (%)	CBR RATA-RATA (%)	DEVIASI STANDAR (%)	CBR RENCANA (%)	KETERANGAN
	STA	Ka/Ki					
7	3 + 600	Ki	12,00				
8	3 + 700	Ka	12,00				
9	3 + 800	Ki	11,50				
10	3 + 900	Ka	12,30				
11	4 + 000	Ki	10,00				
12	4 + 100	Ka	11,00				
13	4 + 200	Ki	12,00				
14	4 + 300	Ka	13,00				
15	4 + 400	Ki	12,50				
16	4 + 500	Ka	13,00				
17	4 + 600	Ki	12,50				
18	4 + 700	Ka	12,50				
19	4 + 800	Ki	12,00				
20	4 + 900	Ka	11,00				
21	5 + 000	Ki	13,00				
22	5 + 100	Ka	13,00				
23	5 + 200	Ki	15,00				
24	5 + 300	Ka	17,00				
25	5 + 400	Ki	13,00				
26	5 + 500	Ka	18,00				
27	5 + 600	Ki	15,00				
28	5 + 700	Ka	13,50				
29	5 + 800	Ki	14,80				
30	5 + 900	Ka	12,00				
31	6 + 000	Ki	15,00				
32	6 + 100	Ka	15,00				
33	6 + 200	Ki	18,00				
34	6 + 300	Ka	13,50				
35	6 + 400	Ki	16,00				
36	6 + 500	Ka	14,00				
37	6 + 600	Ki	15,00				
38	6 + 700	Ka	18,00	13,63	2,11	11,52	

Alat : STA Inventory.

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN DCP

LOKASI : LINGKAR IMOGIRI.
 WAKTU : 23 s/d 25 Agustus 2003.
 CUACA : Cerah.
 PELAKSANA : Joko Kurniawan.

LOKASI		NILAI CBR	CBR RATA-RATA	DEVIASI STANDAR	CBR RENCANA	KETERANGAN
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		
1	+	200	Ka	8,00		
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	7,43	1,00
					6,43	

catatan : STA Inventory.

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN DCP

142

RUAS : GETAS - PLAYEN.
 TANGGAL : 30 Agustus 2003.
 SUJACA : Cerah.
 PELETUGAS : Joko Kurniawan.

Lembar : 1 dari 2.

NO.	LOKASI		NILAI CBR (%)	CBR RATA-RATA (%)	DEVIASI STANDAR (%)	CBR RENCANA (%)	KETERANGAN
	STA	Ka/Ki					
1	15 +	400	Ki	11,00			
2	15 +	500	Ka	12,00			
3	15 +	600	Ki	11,50			
4	15 +	700	Ka	11,00			
5	15 +	800	Ki	12,00			
6	15 +	900	Ka	12,80			
7	16 +	000	Ki	12,00			
8	16 +	100	Ka	12,00			
9	16 +	200	Ki	10,00			
10	16 +	300	Ka	10,00			
11	16 +	400	Ki	9,00			
12	16 +	500	Ka	9,00			
13	16 +	600	Ki	10,00			
14	16 +	700	Ka	12,00			
15	16 +	800	Ki	9,00			
16	16 +	900	Ka	8,00			
17	17 +	000	Ki	9,00			
18	17 +	100	Ka	10,00			
19	17 +	200	Ki	9,00			
20	17 +	300	Ka	12,00			
21	17 +	400	Ki	12,00			
22	17 +	500	Ka	12,00			
23	17 +	600	Ki	12,00			
24	17 +	700	Ka	12,00			
25	17 +	800	Ki	12,00			
26	17 +	900	Ka	12,00			
27	18 +	000	Ki	12,00			
28	18 +	100	Ka	11,00			
29	18 +	200	Ki	11,00			
30	18 +	300	Ka	10,50			
31	18 +	400	Ki	10,00			
32	18 +	500	Ka	12,00			
33	18 +	600	Ki	10,00			
34	18 +	700	Ka	10,00			
35	18 +	800	Ki	11,00			
36	18 +	900	Ka	13,00			
37	19 +	000	Ki	13,00			
38	19 +	100	Ka	12,40			

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN DCP

143

JAS : GETAS - PLAYEN.
 HANGGAL : 30 Agustus 2003.
 WAKTU : Cerah.
 PENYIANG : Joko Kurniawan.

Lembar : 1 dari 2.

No.	LOKASI		NILAI CBR (%)	GBR RATA-RATA (%)	DEVIASI STANDAR (%)	CBR RENCANA (%)	KETERANGAN
	STA	Ka/Ki					
1	19 + 200	Ki	12,80				
2	19 + 300	Ka	12,00				
3	19 + 400	Ki	11,00				
4	19 + 500	Ka	13,00				
5	19 + 600	Ki	13,00				
6	19 + 700	Ka	13,00				
7	19 + 800	Ki	14,00				
8	19 + 900	Ka	13,00				
9	20 + 000	Ki	15,00				
10	20 + 100	Ka	15,00				
11	20 + 200	Ki	13,00				
12	20 + 300	Ka	13,50				
13	20 + 400	Ki	16,00				
14	20 + 500	Ka	10,00				
15	20 + 600	Ki	12,00				
16	20 + 700	Ka	12,00				
17	20 + 800	Ki	9,00				
18	20 + 900	Ka	10,00				
19	21 + 000	Ki	9,00				
20	21 + 100	Ka	12,00				
21	21 + 200	Ki	12,00				
22	21 + 300	Ka	11,50				
23	21 + 400	Ki	12,20				
24	21 + 500	Ka	10,00				
25	21 + 600	Ki	11,00				
26	21 + 700	Ka	12,00				
27	21 + 800	Ki	13,00	11,53	1,60	9,93	

catatan : STA Inventory.

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN DCP

144

JAS : GETAS - PLAYEN.
 WAKTU : 30 Agustus 2003.
 WAKTU : Cerah.
 PENYAJI : Joko Kurniawan.

Lembar : 1 dari 2.

No.	LOKASI		NILAI CBR (%)	CBR RATA-RATA (%)	DEVIASI STANDAR (%)	CBR RENCANA (%)	KETERANGAN
	STA	Ka/Ki					
1	19 + 200	Ki	12,80				
2	19 + 300	Ka	12,00				
3	19 + 400	Ki	11,00				
4	19 + 500	Ka	13,00				
5	19 + 600	Ki	13,00				
6	19 + 700	Ka	13,00				
7	19 + 800	Ki	14,00				
8	19 + 900	Ka	13,00				
9	20 + 000	Ki	15,00				
10	20 + 100	Ka	15,00				
11	20 + 200	Ki	13,00				
12	20 + 300	Ka	13,50				
13	20 + 400	Ki	16,00				
14	20 + 500	Ka	10,00				
15	20 + 600	Ki	12,00				
16	20 + 700	Ka	12,00				
17	20 + 800	Ki	9,00				
18	20 + 900	Ka	10,00				
19	21 + 000	Ki	9,00				
20	21 + 100	Ka	12,00				
21	21 + 200	Ki	12,00				
22	21 + 300	Ka	11,50				
23	21 + 400	Ki	12,20				
24	21 + 500	Ka	10,00				
25	21 + 600	Ki	11,00				
26	21 + 700	Ka	12,00				
27	21 + 800	Ki	13,00	11,53	1,60	9,93	

Keterangan : STA Inventory.

DATA LENDUTAN JALAN

: PANDEAN - SEROPAN

: 069

: 1 s/d 2 September 2003.

: Hendry dkk.

Lembar : 1 dari 2.

Stasiun	X 12 cm	d 1 mm	KIRI			dki mm	KANAN			dka mm	Suhu perkerasan (°C)	Faktor Koreksi Ft	d (mm)
			d2 mm	d3 mm	d4 mm		d2 mm	d3 mm	d4 mm				
000	35	0,00	0,25	0,70	0,86	1,72					34	1,01	1,74
100	36	0,00					0,60	0,80	0,90	1,80	34	1,01	1,82
200	37	0,00	0,40	0,83	1,10	2,20					34	1,01	2,22
300	38	0,00					0,30	0,90	1,10	2,20	34	1,01	2,22
400	39	0,00	0,20	0,56	0,72	1,44					34	1,01	1,45
500	37	0,00					0,17	0,29	0,59	1,18	34	1,01	1,19
600	38	0,00	0,25	0,70	1,07	2,14					34	1,01	2,16
700	36	0,00					0,30	1,20	1,26	2,52	34	1,01	2,55
800	36	0,00	0,39	0,89	1,15	2,30					34	1,01	2,32
900	39	0,00					0,20	0,98	1,20	2,04	34	1,01	2,06
000	40	0,00	0,40	0,65	0,95	1,90					34	1,01	1,92
100	37	0,00					0,52	1,10	1,20	2,40	34	1,01	2,42
200	39	0,00	0,60	1,00	1,10	2,20					34	1,01	2,22
300	40	0,00					0,39	0,70	0,95	1,90	34	1,01	1,92
400	37	0,00	0,15	0,24	0,35	0,70					34	1,01	0,71
500	38	0,00					0,10	4,49	0,53	1,06	34	1,01	1,07
600	36	0,00	0,80	0,95	1,25	2,50					34	1,01	2,53
700	39	0,00					0,45	1,15	1,20	2,40	34	1,01	2,42
800	40	0,00	0,15	0,57	0,60	1,20					34	1,01	1,21
900	34	0,00					0,26	0,49	0,57	1,14	34	1,01	1,15
000	38	0,00	0,50	0,75	0,85	1,70					34	1,01	1,72
100	39	0,00					0,56	0,98	1,03	2,06	34	1,01	2,08
200	36	0,00	0,29	0,81	0,86	1,72					34	1,01	1,74
300	38	0,00					0,26	0,50	0,65	1,30	34	1,01	1,31
400	37	0,00	0,10	0,50	0,60	1,20					34	1,01	1,21
500	36	0,00					0,40	0,95	1,05	2,10	34	1,01	2,12
600	38	0,00	0,30	0,90	1,08	2,16					34	1,01	2,18
700	37	0,00					0,20	1,00	1,05	2,10	34	1,01	2,12
800	39	0,00	0,50	0,70	0,98	1,96					34	1,01	1,98
900	36	0,00					0,60	1,20	1,26	2,52	34	1,01	2,55
000	35	0,00	0,72	0,90	1,10	2,20					34	1,01	2,22
100	38	0,00					0,35	1,10	1,15	2,30	34	1,01	2,32
200	37	0,00	0,40	1,21	1,26	2,52					34	1,01	2,55
300	38	0,00					0,40	1,21	1,31	2,62	34	1,01	2,65
400	35	0,00	0,70	1,10	1,14	2,28					34	1,01	2,30
500	37	0,00					0,61	0,78	0,89	1,78	34	1,01	1,80
600	36	0,00	0,30	9,50	0,57	1,14					34	1,01	1,15
700	39	0,00					0,40	0,70	0,90	1,80	34	1,01	1,82
800	38	0,00	0,25	1,05	1,15	2,30					34	1,01	2,32
900	35	0,00					1,20	0,26	1,30	2,60	34	1,01	2,63

DATA LENDUTAN JALAN

146

: PANDEAN - SEROPAN
 : 069
 : -
 : 1 s/d 2 September 2003.
 : Hendry dkk.

Lembar : 2 dari 2.

STA	X 12 cm	d 1 mm	KIRI			dki mm	KANAN			dka mm	Suhu perkerasan (° C)	Faktor Koreksi Ft	d (mm)
			d2 mm	d3 mm	d4 mm		d2 mm	d3 mm	d4 mm				
000	37	0,00	0,70	0,95	1,10	2,20					34	1,01	2,22
100	40	0,00					0,43	1,15	1,40	2,80	34	1,01	2,83
200	38	0,00	0,25	0,82	0,92	1,84					34	1,01	1,86
300	37	0,00					0,40	0,68	0,88	1,76	34	1,01	1,78
400	37	0,00	0,23	0,51	0,67	1,34					34	1,01	1,35
500	36	0,00					0,28	0,65	0,68	1,36	34	1,01	1,37
600	38	0,00	0,39	0,50	0,55	1,10					34	1,01	1,11
700	39	0,00					0,15	0,40	0,47	0,94	34	1,01	0,95
800	37	0,00	0,15	0,35	0,46	0,92					34	1,01	0,93
900	39	0,00					0,15	0,89	0,98	1,96	34	1,01	1,98
000	38	0,00	1,20	1,35	1,46	2,92					34	1,01	2,95
100	37	0,00					1,15	1,20	1,26	2,52	34	1,01	2,55
200	39	0,00	0,15	0,85	0,95	1,90					34	1,01	1,92
300	36	0,00					0,38	0,69	0,85	1,70	34	1,01	1,72
400	38	0,00	0,40	0,91	1,90	3,80					34	1,01	3,84
500	35	0,00					0,35	0,50	0,75	1,50	34	1,01	1,52
600	37	0,00	0,19	0,43	0,50	1,00					34	1,01	1,01
700	39	0,00					0,15	0,45	0,65	1,30	34	1,01	1,31
800	36	0,00	0,16	0,80	0,85	1,70					34	1,01	1,72
900	38	0,00					0,45	0,96	1,09	2,18	34	1,01	2,20
000	39	0,00	0,55	0,90	1,10	2,20					34	1,01	2,22
100	38	0,00					0,30	0,75	0,90	1,80	34	1,01	1,82
200	35	0,00	0,20	1,20	1,28	2,56					34	1,01	2,59
300	38	0,00					0,10	0,90	1,04	2,08	34	1,01	2,10
400	37	0,00	0,10	0,92	1,03	2,06					34	1,01	2,08
500	39	0,00					0,15	0,95	1,05	2,10	34	1,01	2,12
600	38	0,00	0,20	1,05	1,30	2,60					34	1,01	2,63
700	39	0,00					0,34	0,65	0,90	1,80	34	1,01	1,82
800	37	0,00	0,19	1,25	1,34	2,68					34	1,01	2,71
900	39	0,00					0,20	1,30	1,48	2,96	34	1,01	2,99
000	36	0,00	0,50	1,32	1,40	2,80					34	1,01	2,83
100	38	0,00					0,29	0,90	1,25	2,50	34	1,01	2,53
200	39	0,00	0,75	0,90	1,05	2,10					34	1,01	2,12
300	34	0,00					0,95	1,10	1,30	2,60	34	1,01	2,63
400	35	0,00	0,50	1,19	1,28	2,56					34	1,01	2,59
											Rata-rata	2,01	
											Deviasi Standar	0,58	
											d rencana	2,60	

DATA LENDUTAN JALAN

Nama Ruas : GETAS - PLAYEN
 No. Link : -
 Km Post : -
 Diaksanakan : 3 September 2003.
 Teknisi : Hendry dkk.

KM / STA	X 12 cm	d 1 mm	KIRI			dki mm	KANAN			dka mm	Suhu perkerasan (°C)	Faktor Koreksi Ft	d (mm)
			d2 mm	d3 mm	d4 mm		d2 mm	d3 mm	d4 mm				
15+400	39	0,00	0,21	1,15	1,26	2,52					36	0,99	2,49
15+500	39	0,00					0,38	1,30	1,38	2,76	36	0,99	2,73
15+600	38	0,00	0,30	1,40	1,48	2,96					36	0,99	2,93
15+700	37	0,00					0,17	1,40	1,48	2,96	36	0,99	2,93
15+800	39	0,00	0,13	1,20	1,30	2,60					36	0,99	2,57
15+900	40	0,00					0,23	1,20	1,30	2,60	36	0,99	2,57
16+000	37	0,00	0,30	0,55	0,92	1,84					36	0,99	1,82
16+100	38	0,00					0,25	0,55	0,61	1,22	36	0,99	1,21
16+200	36	0,00	0,26	1,05	1,51	3,02					36	0,99	2,99
16+300	37	0,00					0,15	0,95	1,31	2,62	36	0,99	2,59
16+400	36	0,00	0,75	1,55	1,60	3,20					36	0,99	3,17
16+500	38	0,00					0,38	0,80	1,87	3,74	36	0,99	3,70
16+600	35	0,00	0,25	1,05	1,15	2,30					36	0,99	2,28
16+700	39	0,00					0,36	0,90	0,95	1,90	36	0,99	1,88
16+800	37	0,00	0,63	1,20	1,28	2,56					36	0,99	2,53
16+900	39	0,00					0,45	0,90	1,05	2,10	36	0,99	2,08
17+000	37	0,00	0,25	0,50	0,75	1,50					36	0,99	1,49
17+100	38	0,00					0,50	1,44	1,19	2,38	36	0,99	2,36
17+200	38	0,00	0,10	0,20	0,29	0,58					36	0,99	0,57
17+300	37	0,00					0,20	0,86	1,05	2,10	36	0,99	2,08
17+400	36	0,00	0,17	0,38	0,45	0,90					36	0,99	0,89
17+500	35	0,00					0,15	0,43	0,51	1,02	36	0,99	1,01
17+600	37	0,00	0,20	0,48	0,55	1,10					36	0,99	1,09
17+700	39	0,00					0,15	0,95	1,05	2,10	36	0,99	2,08
17+800	35	0,00	0,10	0,95	1,01	2,02					36	0,99	2,00
17+900	38	0,00					0,50	0,75	0,92	1,84	36	0,99	1,82
18+000	37	0,00	0,20	0,45	0,51	1,02					36	0,99	1,01
18+100	39	0,00					0,26	0,80	0,95	1,90	36	0,99	1,88
18+200	36	0,00	0,15	0,30	0,49	0,98					36	0,99	0,97
18+300	37	0,00					0,15	0,45	0,51	1,02	36	0,99	1,01
18+400	38	0,00	0,09	0,60	0,75	1,50					36	0,99	1,49
18+500	39	0,00					0,15	1,20	1,25	2,50	36	0,99	2,48
18+600	38	0,00	0,10	0,40	0,50	1,00					36	0,99	0,99
18+700	37	0,00					0,26	0,48	0,55	1,10	36	0,99	1,09
18+800	39	0,00	0,15	1,06	1,35	2,70					36	0,99	2,67
18+900	38	0,00					0,60	1,30	1,36	2,72	36	0,99	2,69
19+000	35	0,00	0,50	0,86	1,02	2,04					36	0,99	2,02
19+100	39	0,00					0,41	0,86	1,02	2,04	36	0,99	2,02
19+200	37	0,00	0,36	0,59	0,82	1,64					36	0,99	1,62
19+300	38	0,00					0,10	0,35	0,42	0,84	36	0,99	0,83

DATA LENDUTAN JALAN

148

GETAS - PLAYEN

3 September 2003.

Hendry dkk.

Lembar: 2 dari 2

STA	X cm	d 1 mm	KIRI			dki mm	KANAN			dka mm	Suhu perkerasan (°C)	Faktor Koreksi Ft	d (mm)
			d2 mm	d3 mm	d4 mm		d2 mm	d3 mm	d4 mm				
1+400	39	0,00	0,2	0,4	0,45	0,9					36	0,99	0,89
1+500	34	0,00					0,09	0,30	0,34	0,68	36	0,99	0,67
1+600	38	0,00	0,10	0,56	0,90	1,80					36	0,99	1,78
1+700	37	0,00					0,10	0,23	0,26	0,52	36	0,99	0,51
1+800	39	0,00	0,15	0,45	0,55	1,10					36	0,99	1,09
1+900	36	0,00					0,10	0,60	0,75	1,50	36	0,99	1,49
2+000	37	0,00	0,26	0,67	1,05	2,10					36	0,99	2,08
2+100	38	0,00					0,31	0,52	0,68	1,36	36	0,99	1,35
2+200	36	0,00	0,10	0,59	0,67	1,34					36	0,99	1,33
2+300	39	0,00					0,12	0,35	0,40	0,80	36	0,99	0,79
2+400	35	0,00	0,31	0,48	0,55	1,10					36	0,99	1,09
2+500	37	0,00					0,32	0,45	0,56	1,12	36	0,99	1,11
2+600	36	0,00	0,35	0,45	0,50	1,00					36	0,99	0,99
2+700	39	0,00					0,36	0,42	0,60	1,20	36	0,99	1,19
2+800	38	0,00	0,20	0,48	0,52	1,04					36	0,99	1,03
2+900	35	0,00					0,20	0,31	0,50	1,00	36	0,99	0,99
3+000	37	0,00	0,26	0,38	0,41	0,82					36	0,99	0,81
3+100	36	0,00					0,35	0,40	0,45	0,90	36	0,99	0,89
3+200	37	0,00	0,29	0,50	0,62	1,24					36	0,99	1,23
3+300	39	0,00					0,15	0,32	0,47	0,94	36	0,99	0,93
3+400	38	0,00	0,21	0,42	0,56	1,12					36	0,99	1,11
3+500	35	0,00					0,18	0,38	0,48	0,96	36	0,99	0,95
3+600	36	0,00	0,05	0,25	0,33	0,66					36	0,99	0,65
3+700	37	0,00					0,29	0,60	0,70	1,40	36	0,99	1,39
3+800	38	0,00	0,10	0,21	0,35	0,70					36	0,99	0,69
Rata-rata												1,63	
Deviasi standar												0,77	
d rencana												2,40	

DATA LENDUTAN JALAN

: LINGKAR IMOIRI

149

Revisi
Desain
Kerjakan

: 5 September 2003.
: Hendry K.

STA	X 12 cm	d 1 mm	KIRI			dki mm	KANAN			dka mm	Suhu perkerasan (° C)	Faktor Koreksi Ft	d (mm)
			d2 mm	d3 mm	d4 mm		d2 mm	d3 mm	d4 mm				
37	0,00	0,15	1,00	1,05	2,10					34	1,01	2,12	
40	0,00					0,39	0,70	1,10	2,20	34	1,01	2,22	
39	0,00	0,25	1,00	1,25	2,50					34	1,01	2,53	
35	0,00					0,30	0,80	0,90	1,80	34	1,01	1,82	
37	0,00	0,45	0,65	0,79	1,58					34	1,01	1,60	
38	0,00					0,31	0,50	0,89	1,78	34	1,01	1,80	
40	0,00	0,16	0,32	0,50	1,00					34	1,01	1,01	
35	0,00					0,21	0,85	0,42	0,84	34	1,01	0,85	
36	0,00	0,40	0,65	0,90	1,80					34	1,01	1,82	
38	0,00					0,15	1,20	1,40	2,80	34	1,01	2,83	
38	0,00	0,30	0,90	1,09	2,18					34	1,01	2,20	
37	0,00					0,31	0,42	0,55	1,10	34	1,01	1,11	
39	0,00	0,30	0,50	0,70	1,40					34	1,01	1,41	
40	0,00					0,50	0,75	0,85	1,70	34	1,01	1,72	
35	0,00	0,20	0,35	0,48	0,96					34	1,01	0,97	
39	0,00					0,20	0,60	0,70	1,40	34	1,01	1,41	
40	0,00	0,30	0,70	0,85	1,70					34	1,01	1,72	
35	0,00					0,11	0,70	0,80	1,60	34	1,01	1,62	
38	0,00	0,20	0,71	0,85	1,70					34	1,01	1,72	
37	0,00					0,35	0,71	0,88	1,76	34	1,01	1,78	
38	0,00	0,31	0,67	0,70	1,40					34	1,01	1,41	
38	0,00					0,35	0,40	0,49	0,98	34	1,01	0,99	
36	0,00	0,30	0,50	0,55	1,10					34	1,01	1,11	
39	0,00					0,10	1,30	1,48	2,98	34	1,01	2,99	
40	0,00	0,24	0,90	1,05	2,10					34	1,01	2,12	
35	0,00					0,25	0,90	1,00	2,00	34	1,01	2,02	
38	0,00	0,35	0,50	0,58	1,18					34	1,01	1,17	
39	0,00					0,15	1,25	1,41	2,82	34	1,01	2,85	
											Rata-rata	1,75	
											Deviasi Standar	0,59	
											d rencana	2,34	

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS

Hari : Selasa, 12 September 2006

RUAS JALAN :

ARAH

Pandeyan

Ke : Playen

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	74	2	2	7	1	0	2	0	0	0	0	89
2	07 - 08	126	3	1	3	1	1	5	0	0	0	0	140
3	08 - 09	66	3	3	6	0	0	3	0	0	0	0	82
4	09 - 10	49	5	4	10	0	0	2	1	0	0	0	71
5	10 - 11	54	1	6	2	0	0	1	0	1	0	0	65
6	11 - 12	45	3	1	2	1	2	2	0	0	0	0	57
7	12 - 13	26	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	31
8	13 - 14	47	1	3	2	0	0	2	0	0	0	0	56
9	14 - 15	77	1	2	8	0	0	6	0	0	0	0	94
10	15 - 16	54	1	1	8	2	1	6	1	0	0	0	74
11	16 - 17	51	0	3	3	0	0	1	0	0	0	0	59
12	17 - 18	74	2	1	9	0	0	5	0	0	0	0	91
13	18 - 19	57	0	0	6	0	0	3	0	0	0	0	66
14	19 - 20	17	1	1	3	0	0	2	0	0	0	0	25
15	20 - 21	21	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	26
16	21 - 22	14	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	20
	Jumlah	851	27	31	82	5	4	43	2	1	0	0	1046

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS

Hari : Rabu, 13 September 2006

RUAS JALAN :

ARAH

Playen

Ke : Pandean

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	121	7	5	18	0	0	5	0	0	0	0	156
2	07 - 08	118	6	8	8	2	0	3	0	0	0	0	145
3	08 - 09	98	4	4	1	0	1	7	1	0	0	0	115
4	09 - 10	51	1	2	1	1	0	5	0	0	0	0	62
5	10 - 11	113	2	1	4	0	0	4	0	0	0	0	125
6	11 - 12	98	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	103
7	12 - 13	34	4	2	2	1	0	1	0	0	0	0	45
8	13 - 14	38	0	0	4	0	1	3	1	0	0	0	47
9	14 - 15	83	2	1	5	1	0	2	0	0	0	0	95
10	15 - 16	77	2	4	2	0	0	5	0	0	0	0	91
11	16 - 17	71	4	2	2	1	0	3	0	0	0	0	84
12	17 - 18	83	4	2	6	0	0	2	0	0	0	0	97
13	18 - 19	36	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	44
14	19 - 20	34	0	4	4	0	0	4	1	0	0	0	47
15	20 - 21	29	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	36
16	21 - 22	21	2	1	1	0	0	2	0	0	0	0	28
	Jumlah	1106	45	41	67	6	2	47	3	0	0	0	1318

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS

Hari : Senin, 11 September 2006

RUAS JALAN :
 ARAH : Total 2 arah

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	206	1	8	24	1	1	16	1	0	0	0	258
2	07 - 08	251	5	7	9	3	0	7	1	0	0	0	283
3	08 - 09	174	10	11	6	0	1	10	0	1	0	0	211
4	09 - 10	104	4	8	13	1	1	2	0	0	0	0	133
5	10 - 11	171	4	7	4	1	1	7	0	0	0	0	194
6	11 - 12	147	7	2	4	0	0	5	1	0	0	0	166
7	12 - 13	61	4	4	2	1	1	6	1	0	0	0	81
8	13 - 14	92	4	8	5	2	1	5	0	0	0	0	116
9	14 - 15	160	2	4	23	0	0	13	0	0	0	0	202
10	15 - 16	129	6	5	17	0	1	11	0	0	0	0	169
11	16 - 17	154	4	8	6	1	0	8	0	0	0	0	182
12	17 - 18	165	7	2	12	1	0	8	1	0	0	0	197
13	18 - 19	91	2	5	14	0	1	8	0	0	0	0	122
14	19 - 20	43	4	5	10	1	0	4	0	0	0	0	66
15	20 - 21	50	1	3	6	1	0	1	0	0	0	0	63
16	21 - 22	30	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	36
	Jumlah	2029	66	90	156	13	8	112	5	1	0	0	2480

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS

Hari : Selasa, 12 September 2006

RUAS JALAN :
 ARAH : Total 2 arah

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	202	2	8	19	1	0	12	1	0	0	0	246
2	07 - 08	253	6	7	10	1	2	8	0	0	0	0	287
3	08 - 09	165	6	7	6	0	0	6	0	0	0	0	190
4	09 - 10	102	6	9	10	0	0	7	1	0	0	0	134
5	10 - 11	164	3	7	2	0	0	7	0	1	0	0	185
6	11 - 12	140	7	3	2	1	2	7	0	0	0	0	163
7	12 - 13	60	3	3	2	1	0	2	0	0	0	0	73
8	13 - 14	88	1	4	3	0	0	5	0	0	0	0	101
9	14 - 15	164	3	3	13	0	1	12	0	0	0	0	196
10	15 - 16	129	3	5	10	2	1	10	1	0	0	0	162
11	16 - 17	156	3	6	6	0	0	8	0	0	0	0	179
12	17 - 18	159	7	5	13	0	0	9	0	0	0	0	193
13	18 - 19	98	2	2	8	0	0	7	0	0	0	0	118
14	19 - 20	52	1	5	7	0	0	2	0	0	0	0	67
15	20 - 21	53	1	0	6	0	0	1	0	0	0	0	61
16	21 - 22	36	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	45
	Jumlah	2023	58	75	124	6	6	103	3	1	0	0	2399

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS

Hari : Rabu, 13 September 2006

RUAS JALAN :
 ARAH : Total 2 arah

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	190	9	7	26	0	0	9	0	0	0	0	242
2	07 - 08	234	8	12	8	4	0	5	0	0	0	0	271
3	08 - 09	161	6	8	8	0	1	12	1	0	0	0	197
4	09 - 10	100	6	2	14	1	1	8	0	0	0	0	133
5	10 - 11	165	5	7	6	2	0	6	0	0	0	0	191
6	11 - 12	138	4	5	3	0	0	0	0	0	0	0	149
7	12 - 13	61	5	4	3	1	2	4	0	0	0	0	80
8	13 - 14	83	2	0	6	1	1	5	1	0	0	0	99
9	14 - 15	154	5	3	15	1	0	3	0	0	0	0	182
10	15 - 16	131	4	6	10	2	0	6	0	0	0	0	159
11	16 - 17	123	4	4	6	1	0	6	0	1	0	0	144
12	17 - 18	154	7	5	20	1	2	4	0	0	0	0	193
13	18 - 19	93	2	2	8	0	0	3	0	0	0	0	109
14	19 - 20	52	2	7	7	0	0	8	1	0	0	0	77
15	20 - 21	42	2	0	13	0	0	1	0	0	0	0	58
16	21 - 22	33	2	1	10	0	0	2	0	0	0	0	49
	Jumlah	1914	73	72	164	14	7	84	3	1	0	0	2332

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS TAHUN 2004

Hari : pertama

RUAS JALAN :
 ARAH : Pandeyan

Ke : Playen

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL	
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR		
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		
1	06 - 07	66	1	2	6	0	1	0	0	0	0	0	0	76
2	07 - 08	111	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
3	08 - 09	69	3	5	3	0	0	3	0	0	0	0	0	84
4	09 - 10	46	2	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	59
5	10 - 11	52	1	5	2	1	0	1	0	0	0	0	0	62
6	11 - 12	42	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	48
7	12 - 13	24	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	30
8	13 - 14	44	3	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	52
9	14 - 15	73	1	2	12	0	0	5	0	0	0	0	0	93
10	15 - 16	51	1	2	5	0	0	5	0	0	0	0	0	65
11	16 - 17	48	0	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	57
12	17 - 18	69	1	1	7	1	0	3	0	0	0	0	0	83
13	18 - 19	51	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	58
14	19 - 20	14	3	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	26
15	20 - 21	19	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	24
16	21 - 22	12	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	Jumlah	790	25	34	68	3	1	26	0	0	0	0	0	947

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS TAHUN 2004

Hari : kedua

RUAS JALAN :

ARAH : Pandeyan

Ke : Playen

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	68	2	2	6	1	0	2	0	0	0	0	82
2	07 - 08	115	3	1	0	1	0	4	0	0	0	0	124
3	08 - 09	61	3	3	5	0	0	3	0	0	0	0	75
4	09 - 10	45	4	4	9	0	0	0	0	0	0	0	63
5	10 - 11	49	1	5	2	0	0	1	0	0	0	0	59
6	11 - 12	41	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	48
7	12 - 13	24	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	28
8	13 - 14	43	1	3	2	0	0	2	0	0	0	0	51
9	14 - 15	70	1	2	7	0	0	5	0	0	0	0	86
10	15 - 16	49	1	1	7	0	0	5	0	0	0	0	64
11	16 - 17	47	0	3	3	0	0	1	0	0	0	0	54
12	17 - 18	68	2	1	8	0	0	4	0	0	0	0	84
13	18 - 19	52	0	0	5	0	0	3	0	0	0	0	61
14	19 - 20	16	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	21
15	20 - 21	19	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	24
16	21 - 22	13	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	19
	Jumlah	780	25	29	72	3	0	33	0	0	0	0	943

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS TAHUN 2004

Hari : Ketiga

RUAS JALAN :

ARAH : Pandeyan

Ke : Playen

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	63	2	2	7	0	0	0	0	0	0	0	74
2	07 - 08	106	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	113
3	08 - 09	58	2	4	6	0	0	0	0	0	0	0	70
4	09 - 10	45	4	0	12	0	0	3	0	0	0	0	64
5	10 - 11	47	2	5	2	1	0	1	0	0	0	0	59
6	11 - 12	37	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	42
7	12 - 13	24	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	28
8	13 - 14	41	2	0	2	1	0	1	0	0	0	0	47
9	14 - 15	65	2	2	9	0	0	0	0	0	0	0	79
10	15 - 16	49	1	2	7	0	0	1	0	0	0	0	61
11	16 - 17	47	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	52
12	17 - 18	65	3	2	13	1	0	2	0	0	0	0	86
13	18 - 19	52	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	60
14	19 - 20	16	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	24
15	20 - 21	13	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	20
16	21 - 22	10	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	19
	Jumlah	739	25	28	89	5	0	13	0	0	0	0	899

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS TAHUN 2004

RUAS JALAN :

ARAH

Playen

Ke : Pandean

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR												JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD.	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR		
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		
1	06 - 07	117	0	5	15	0	0	11	0	0	0	0	148	
2	07 - 08	113	2	4	8	0	0	4	0	0	0	0	131	
3	08 - 09	86	5	4	2	0	0	5	0	0	0	0	103	
4	09 - 10	47	1	4	0	0	0	2	0	0	0	0	55	
5	10 - 11	100	2	1	1	0	0	5	0	0	0	0	109	
6	11 - 12	88	3	1	3	0	0	4	0	0	0	0	100	
7	12 - 13	30	1	2	1	0	0	4	0	0	0	0	39	
8	13 - 14	38	0	3	2	0	0	2	0	0	0	0	45	
9	14 - 15	70	1	1	9	0	0	6	0	0	0	0	87	
10	15 - 16	64	4	2	10	0	0	4	0	0	0	0	85	
11	16 - 17	89	3	2	2	1	0	6	0	0	0	0	104	
12	17 - 18	78	5	1	3	0	0	4	0	0	0	0	92	
13	18 - 19	30	2	2	10	0	0	3	0	0	0	0	47	
14	19 - 20	25	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	33	
15	20 - 21	26	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	29	
16	21 - 22	15	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	17	
	Jumlah	1015	33	35	71	1	0	67	0	0	0	0	1223	

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS TAHUN 2004

Hari : kedua

RUAS JALAN :

ARAH

Playen

Ke : Pandean

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG,	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	116	0	5	11	0	0	9	0	0	0	0	141
2	07 - 08	115	2	5	6	0	0	3	0	0	0	0	132
3	08 - 09	90	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0	97
4	09 - 10	47	1	4	0	0	0	4	0	0	0	0	57
5	10 - 11	100	2	1	0	0	0	5	0	0	0	0	109
6	11 - 12	87	3	2	0	0	0	4	0	0	0	0	96
7	12 - 13	31	1	3	1	1	0	1	0	0	0	0	38
8	13 - 14	37	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	41
9	14 - 15	79	2	1	4	0	0	5	0	0	0	0	92
10	15 - 16	69	2	3	2	0	0	4	0	0	0	0	80
11	16 - 17	95	3	2	2	0	0	6	0	0	0	0	109
12	17 - 18	77	4	3	3	0	0	4	0	0	0	0	92
13	18 - 19	37	2	2	2	0	0	3	0	0	0	0	46
14	19 - 20	32	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	38
15	20 - 21	30	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	32
16	21 - 22	20	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22
	Jumlah	1060	27	40	38	1	0	55	0	0	0	0	1222

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS TAHUN 2004

Hari : Ketiga

RUAS JALAN :

ARAH Playen

Ke : Pandean

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL	
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG,	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR		
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		
1	06 - 07	108	7	4	16	0	0	5	0	0	0	0	0	141
2	07 - 08	105	5	7	7	2	0	3	0	0	0	0	0	130
3	08 - 09	87	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	95
4	09 - 10	46	1	2	1	1	0	4	0	0	0	0	0	55
5	10 - 11	101	2	1	4	0	0	4	0	0	0	0	0	112
6	11 - 12	87	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	92
7	12 - 13	31	3	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	39
8	13 - 14	34	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	40
9	14 - 15	74	2	1	4	0	0	2	0	0	0	0	0	84
10	15 - 16	69	2	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	78
11	16 - 17	64	3	2	2	1	0	3	0	0	0	0	0	75
12	17 - 18	74	3	2	5	0	0	2	0	0	0	0	0	87
13	18 - 19	32	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	39
14	19 - 20	31	0	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	38
15	20 - 21	26	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	32
16	21 - 22	19	2	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	25
	Jumlah	989	41	37	60	4	0	32	0	0	0	0	0	1164

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS TAHUN 2004

RUAS JALAN :

ARAH Total 2 arah

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR												
		SPD. MOTOR, SPD.	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	JUMLAH TOTAL	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		
1	06 - 07	183	1	7	21	0	1	11	0	0	0	0	0	224
2	07 - 08	224	4	6	8	0	0	4	0	0	0	0	0	246
3	08 - 09	155	9	10	5	0	0	9	0	0	0	0	0	186
4	09 - 10	93	3	4	12	0	0	2	0	0	0	0	0	114
5	10 - 11	152	3	6	3	1	0	6	0	0	0	0	0	172
6	11 - 12	130	6	2	4	0	0	4	0	0	0	0	0	147
7	12 - 13	54	3	3	2	0	0	5	0	0	0	0	0	68
8	13 - 14	82	3	3	4	0	0	4	0	0	0	0	0	97
9	14 - 15	143	2	3	20	0	0	12	0	0	0	0	0	180
10	15 - 16	115	5	4	15	0	0	10	0	0	0	0	0	149
11	16 - 17	137	3	7	5	1	0	7	0	0	0	0	0	161
12	17 - 18	147	6	2	11	1	0	7	0	0	0	0	0	175
13	18 - 19	81	2	2	13	0	0	7	0	0	0	0	0	105
14	19 - 20	38	3	5	9	0	0	4	0	0	0	0	0	59
15	20 - 21	45	1	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	53
16	21 - 22	27	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	32
	Jumlah	1804	59	69	139	4	1	94	0	0	0	0	0	2170

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS TAHUN 2004

Hari : kedua

RUAS JALAN :

ARAH

Total 2 arah

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG,	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	184	2	7	17	1	0	11	0	0	0	0	223
2	07 - 08	230	5	6	6	1	0	7	0	0	0	0	256
3	08 - 09	150	5	6	5	0	0	5	0	0	0	0	173
4	09 - 10	93	5	8	9	0	0	4	0	0	0	0	120
5	10 - 11	149	3	6	2	0	0	6	0	0	0	0	167
6	11 - 12	127	6	3	2	1	0	4	0	0	0	0	144
7	12 - 13	55	3	3	2	1	0	2	0	0	0	0	66
8	13 - 14	80	1	4	3	0	0	4	0	0	0	0	92
9	14 - 15	149	3	3	12	0	0	11	0	0	0	0	178
10	15 - 16	118	3	4	9	0	0	9	0	0	0	0	144
11	16 - 17	142	3	5	5	0	0	7	0	0	0	0	163
12	17 - 18	145	6	4	12	0	0	8	0	0	0	0	176
13	18 - 19	89	2	2	7	0	0	6	0	0	0	0	107
14	19 - 20	47	1	4	6	0	0	0	0	0	0	0	59
15	20 - 21	48	1	0	5	0	0	1	0	0	0	0	56
16	21 - 22	33	1	1	6	0	0	0	0	0	0	0	41
	Jumlah	1841	53	69	110	4	0	88	0	0	0	0	2165

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS TAHUN 2004

Hari : Ketiga

RUAS JALAN :

ARAH Total 2 arah

No.	Pukul	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL	
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG,	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KEND. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR		
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		
1	06 - 07	171	9	6	23	0	0	5	0	0	0	0	0	215
2	07 - 08	211	7	11	7	4	0	3	0	0	0	0	0	244
3	08 - 09	145	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	165
4	09 - 10	91	5	2	13	1	0	7	0	0	0	0	0	119
5	10 - 11	148	4	6	6	1	0	5	0	0	0	0	0	171
6	11 - 12	124	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	134
7	12 - 13	55	4	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	68
8	13 - 14	75	2	0	5	1	0	4	0	0	0	0	0	87
9	14 - 15	139	4	3	14	0	0	2	0	0	0	0	0	163
10	15 - 16	118	3	5	9	0	0	2	0	0	0	0	0	138
11	16 - 17	111	3	3	5	1	0	4	0	0	0	0	0	128
12	17 - 18	139	6	4	18	1	0	4	0	0	0	0	0	173
13	18 - 19	84	2	2	7	0	0	3	0	0	0	0	0	99
14	19 - 20	47	2	6	6	0	0	1	0	0	0	0	0	62
15	20 - 21	38	2	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	52
16	21 - 22	30	2	1	9	0	0	2	0	0	0	0	0	44
	Jumlah	1727	66	65	149	9	0	45	0	0	0	0	0	2062

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS

RUAS JALAN

JL PANDEAN - PLAYEN

ARAH

PLAYEN

NOMOR	RUAS JALAN	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL	
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KECD. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR		
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		
1	06 - 07	62	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	70
2	07 - 08	105	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109
3	08 - 09	65	3	5	3	0	0	3	0	0	0	0	0	79
4	09 - 10	43	2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	56
5	10 - 11	49	1	5	2	0	0	1	0	0	0	0	0	58
6	11 - 12	40	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	45
7	12 - 13	23	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	28
8	13 - 14	42	3	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	49
9	14 - 15	69	1	2	11	0	0	5	0	0	0	0	0	88
10	15 - 16	48	1	2	5	0	0	5	0	0	0	0	0	61
11	16 - 17	45	0	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	54
12	17 - 18	65	1	1	7	1	0	4	0	0	0	0	0	79
13	18 - 19	48	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	54
14	19 - 20	13	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	20
15	20 - 21	18	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	22
16	21 - 22	11	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	jumlah	746	22	27	64	1	0	25	0	0	0	0	0	885

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS

RUAS JALAN JL. PANDEAN - PLAYEN
 ARAH PANDEAN

NOMOR	RUAS JALAN	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL	
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KECD. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR		
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		
1	06 - 07	109	0	5	14	0	0	10	0	0	0	0	0	138
2	07 - 08	105	2	4	7	0	0	4	0	0	0	0	0	122
3	08 - 09	80	5	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	94
4	09 - 10	44	1	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	51
5	10 - 11	93	2	1	1	0	0	5	0	0	0	0	0	102
6	11 - 12	82	3	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	90
7	12 - 13	28	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	34
8	13 - 14	35	0	3	2	0	0	2	0	0	0	0	0	42
9	14 - 15	65	1	1	8	0	0	6	0	0	0	0	0	81
10	15 - 16	60	4	2	9	0	0	4	0	0	0	0	0	79
11	16 - 17	83	3	2	2	1	0	6	0	0	0	0	0	97
12	17 - 18	73	5	1	3	0	0	4	0	0	0	0	0	86
13	18 - 19	28	2	2	4	0	0	3	0	0	0	0	0	39
14	19 - 20	23	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	27
15	20 - 21	24	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	26
16	21 - 22	14	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	Jumlah	946	31	32	57	1	0	57	0	0	0	0	0	1124

HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU-LINTAS

RUAS JALAN
ARAH

JL PANDEAN - PLAYEN
TOTAL 2 ARAH

NOMOR	RUAS JALAN	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL	
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KECD. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK 2 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR		
		1	2	3	4	5a	5b	6a	7a	7b	7c	8		
1	06 - 07	171	0	7	20	0	0	10	0	0	0	0	0	208
2	07 - 08	210	4	6	7	0	0	4	0	0	0	0	0	231
3	08 - 09	145	8	9	3	0	0	8	0	0	0	0	0	173
4	09 - 10	87	3	4	11	0	0	2	0	0	0	0	0	107
5	10 - 11	142	3	6	3	0	0	6	0	0	0	0	0	160
6	11 - 12	122	6	2	1	0	0	4	0	0	0	0	0	135
7	12 - 13	51	3	3	2	0	0	3	0	0	0	0	0	62
8	13 - 14	77	3	3	4	0	0	4	0	0	0	0	0	91
9	14 - 15	134	2	3	19	0	0	11	0	0	0	0	0	169
10	15 - 16	108	5	4	14	0	0	9	0	0	0	0	0	140
11	16 - 17	128	3	7	5	1	0	7	0	0	0	0	0	151
12	17 - 18	138	6	2	10	1	0	8	0	0	0	0	0	165
13	18 - 19	76	2	2	7	0	0	6	0	0	0	0	0	93
14	19 - 20	36	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	47
15	20 - 21	42	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	48
16	21 - 22	25	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	29
	Jumlah	1692	53	59	121	2	0	82	0	0	0	0	0	2009

1750 : 50 57 105 2 3 96
1634 : 56 61 137 2 0 68

SATUAN MOBIL PENUMPANG (SMP)

RUAS JALAN JL PANDEAN - PLAYEN
ARAH

NOMOR	RUAS JALAN	KENDARAAN BERMOTOR											JUMLAH TOTAL	
		SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KECD. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK, MICRO BUS	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR		
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8		
1	06 - 07	86	0	18	50	0	0	30	0	0	0	0	0	183
2	07 - 08	105	4	15	18	0	0	12	0	0	0	0	0	154
3	08 - 09	73	8	23	8	0	0	24	0	0	0	0	0	135
4	09 - 10	44	3	10	28	0	0	6	0	0	0	0	0	90
5	10 - 11	71	3	15	8	0	0	18	0	0	0	0	0	115
6	11 - 12	61	6	5	3	0	0	12	0	0	0	0	0	87
7	12 - 13	26	3	8	5	0	0	9	0	0	0	0	0	50
8	13 - 14	39	3	8	10	0	0	12	0	0	0	0	0	71
9	14 - 15	67	2	8	48	0	0	33	0	0	0	0	0	157
10	15 - 16	54	5	10	35	0	0	27	0	0	0	0	0	131
11	16 - 17	64	3	18	13	3	0	21	0	0	0	0	0	121
12	17 - 18	69	6	5	25	3	0	24	0	0	0	0	0	132
13	18 - 19	38	2	5	18	0	0	18	0	0	0	0	0	81
14	19 - 20	18	3	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	41
15	20 - 21	21	1	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	35
16	21 - 22	13	1	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	21

LALU-LINTAS HARIAN RATA-RATA (LHR)

NOMOR	RUAS JALAN	KENDARAAN BERMOTOR											KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	JUMLAH TOTAL	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8			
1	Jl. Pandean Playen	1692	53	59	121	2	0	82	0	0	0	0	0	0	2.009

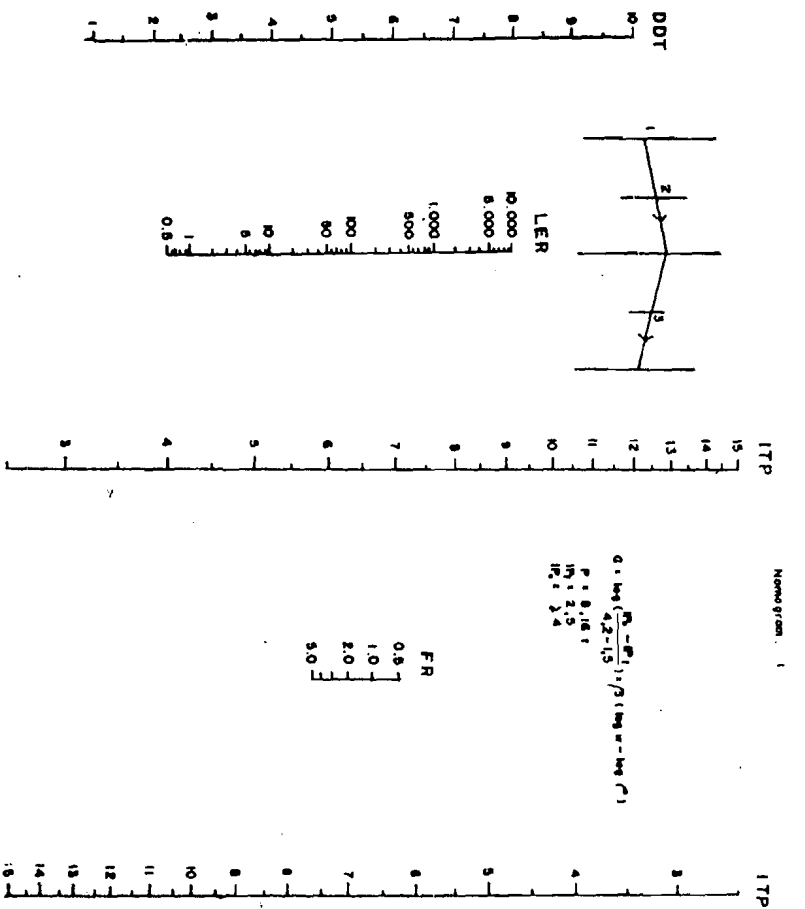
SATUAN MOBIL PENUMPANG (SMP)

NOMOR	RUAS JALAN	KENDARAAN BERMOTOR											KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	JUMLAH TOTAL	
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8			
1	Jl. Pandean Playen	846	53	148	303	5	0	246	0	0	0	0	0	0	1.600

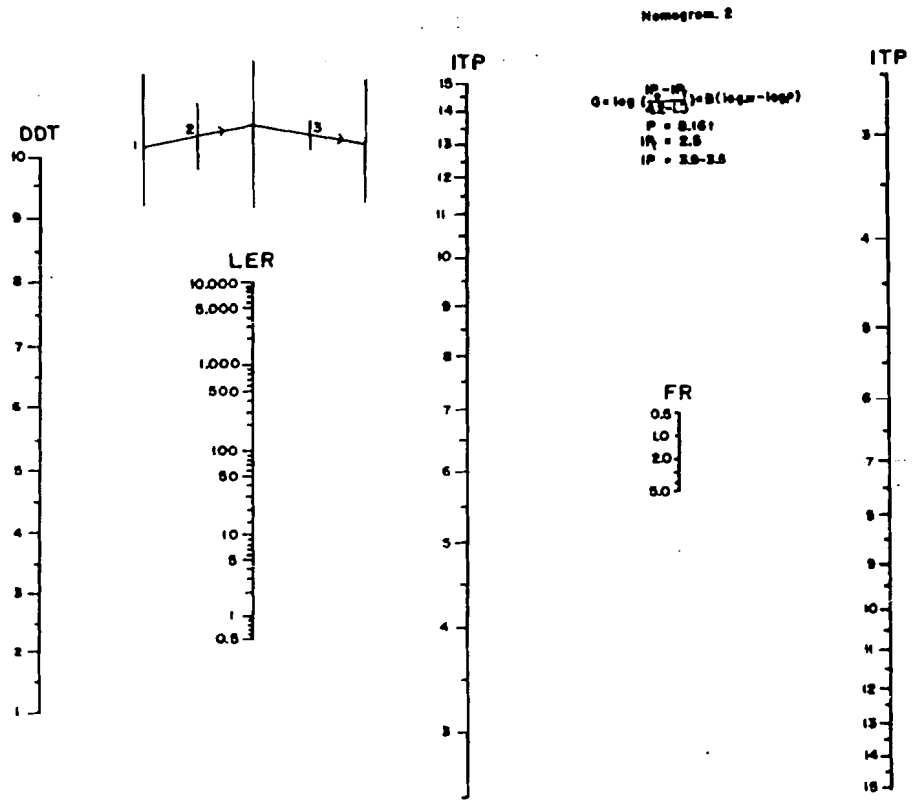
PEAK HOUR

NOMOR	RUAS JALAN	PEAK HOUR	KENDARAAN BERMOTOR											KENDARAAN TIDAK BERMOTOR
			1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	Jl. Pandean Payan	06-07	86	0	18	50	0	0	30	0	0	0	0	0
			SPD. MOTOR, SPD. KUMBANG, BEMO	SEDAN, JEEP, STATION	PICK UP, KECD. UMUM, COMBI	MICRO TRUCK	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUCK 2 GANDAR	TRUK 3 S	TRUK 3 D	TRUK > 3		

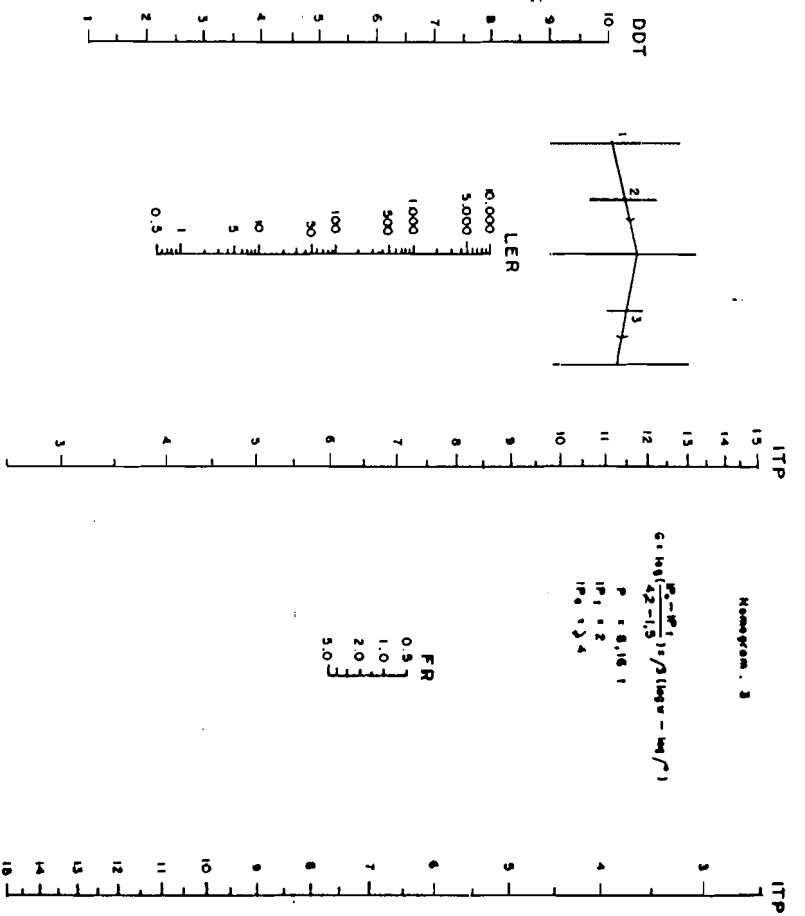
LAMPIRAN C
NOMOGRAM BINA MARGA



Nomogram untuk $IP_t = 2.5$ dan $IP_o = 4$. (25)
 Gambar 5.3

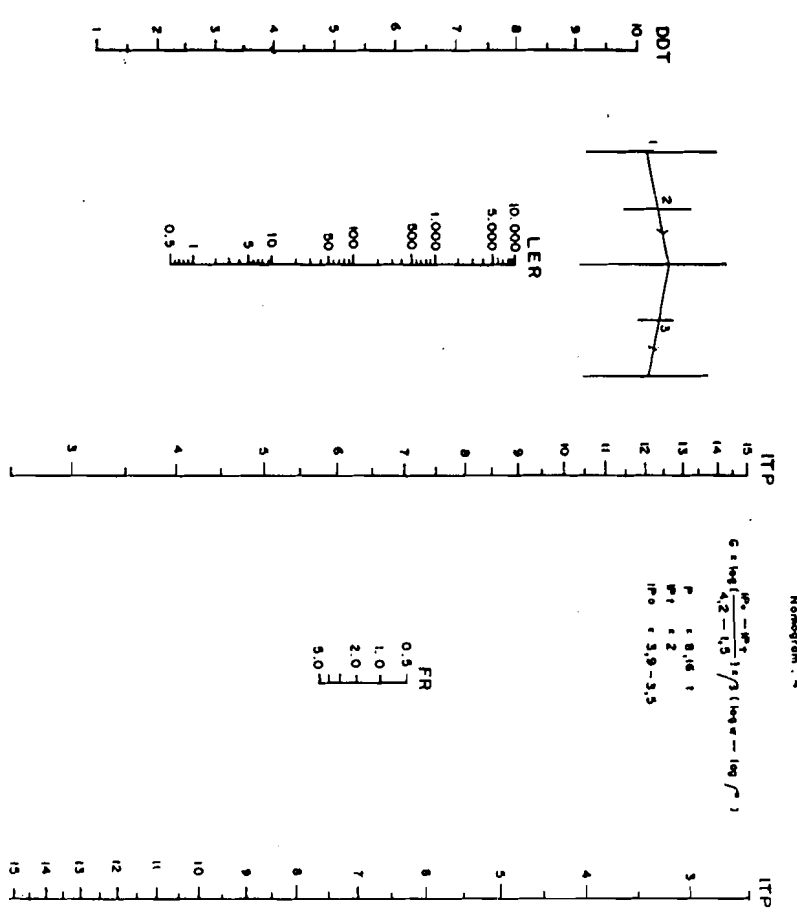


Nomogram untuk $IP_t = 2.5$ dan $IP_o = 3.9 - 3.5$ (25)
 Gambar 5.4

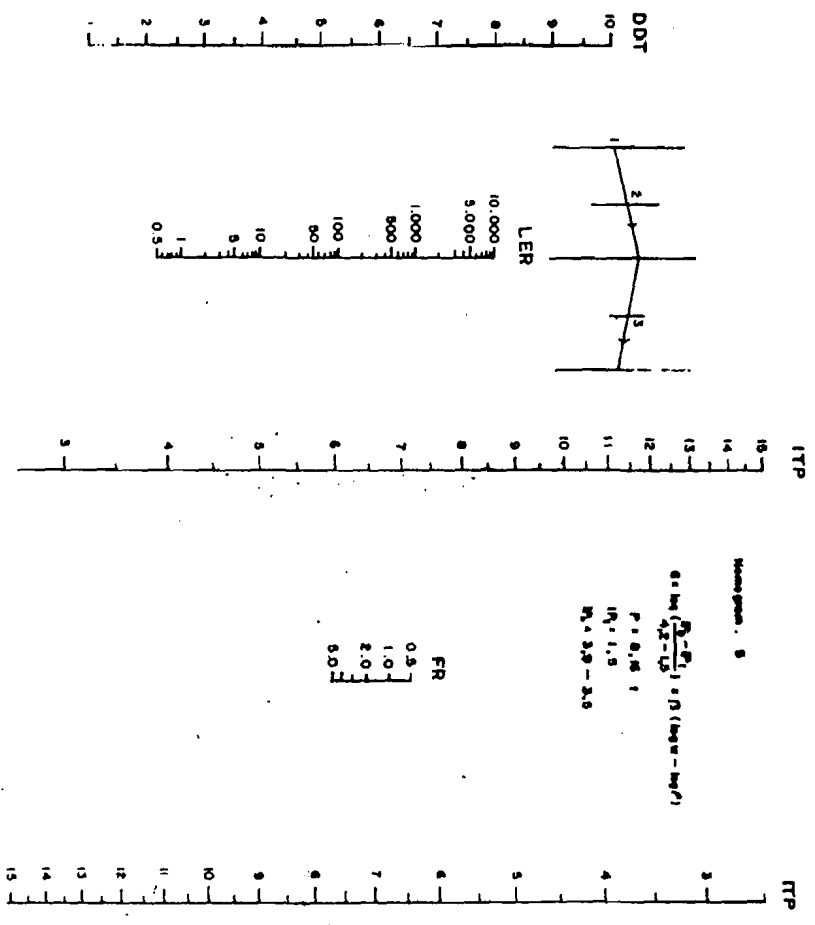


Nomogram untuk $IP_t = 2.0$ dan $IP_o = 4$ (25)
 Gambar 5.5

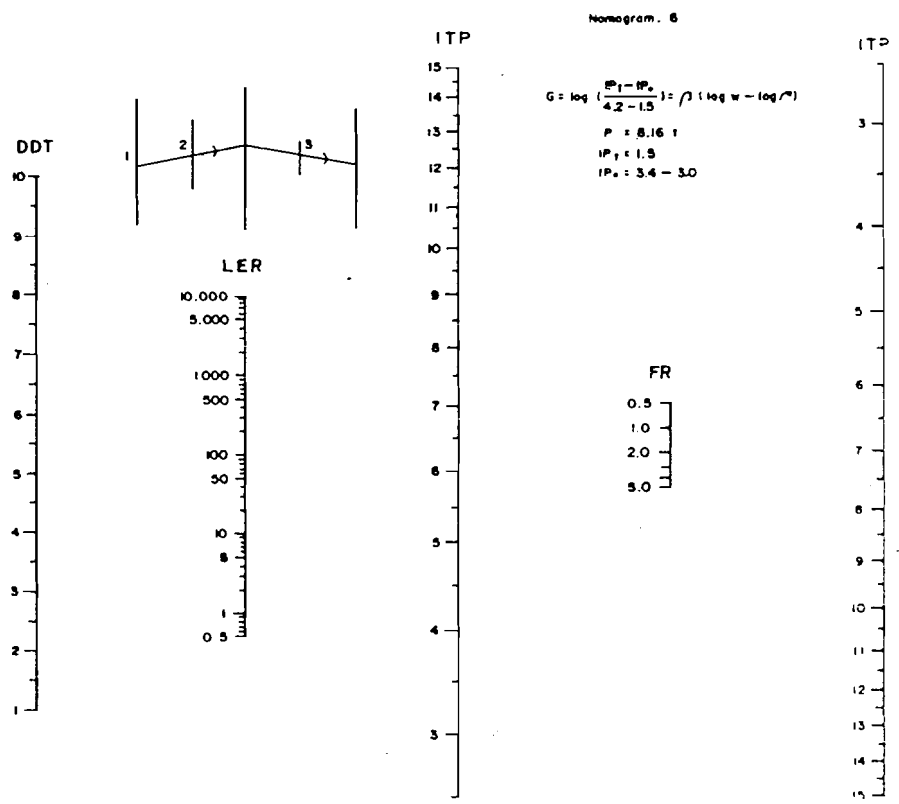
Nomogram . 4



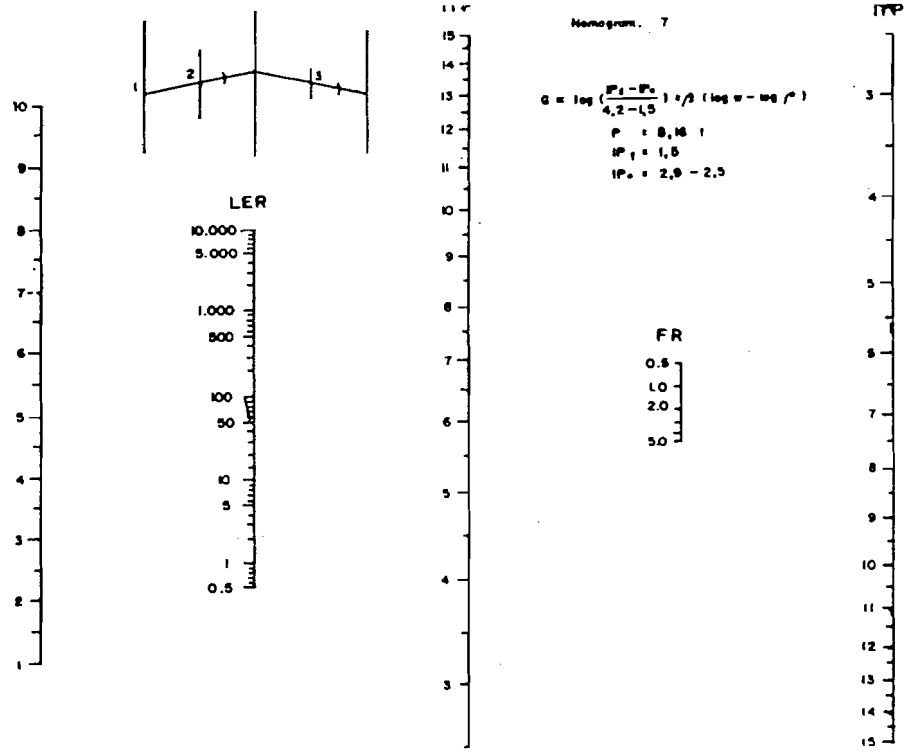
Nomogram untuk $IP_1 = 2.0$ dan $IP_0 = 3.9 - 3.5$ (25)
 Gambar 5.6



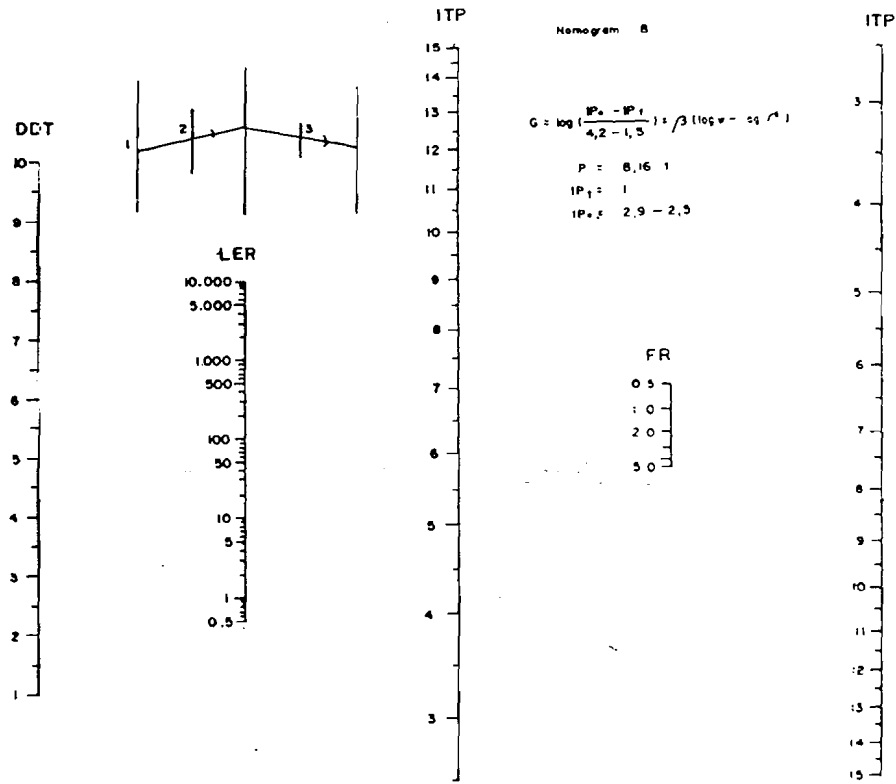
Nomogram untuk $IP_1 = 1.5$ dan $IP_0 = 3.9 - 3.5$ (25)
 Gambar 5.7



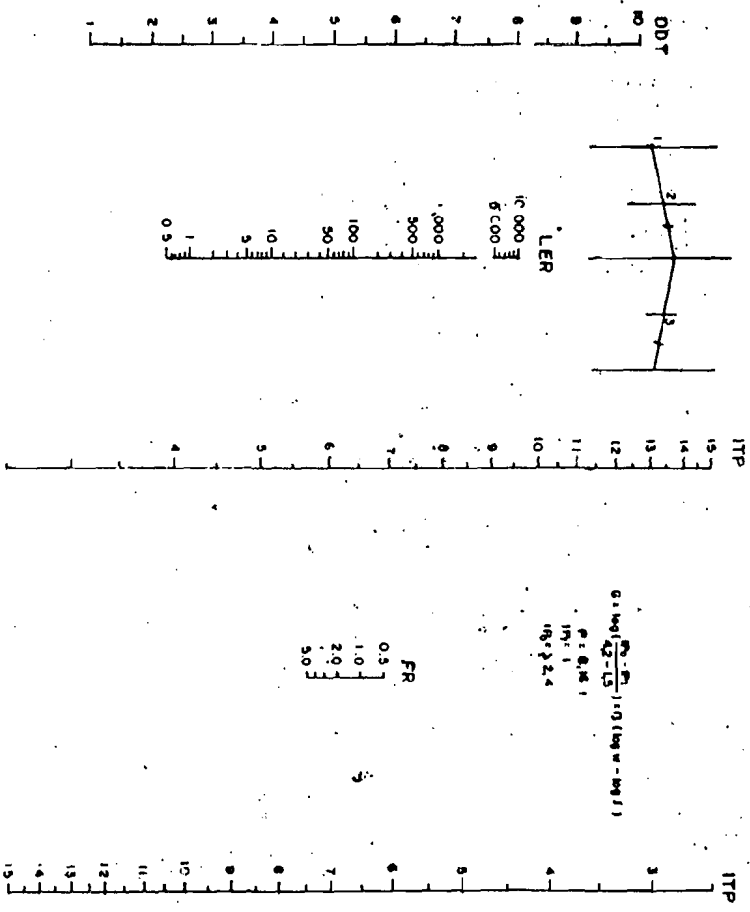
Nomogram untuk $IP_1 = 1.5$ dan $IP_2 = 3.4 - 3.0$ (25)
Gambar 5.8



Nomogram untuk $IP_1 = 1.5$ dan $IP_0 = 2.9 - 2.5$ (25)
 Gambar 5.9



Nomogram untuk $IP_t = 1.0$ dan $IP_o = 2.9 - 2.5$ (25)
 Gambar 5.10



Normogram untuk $IP_1 = 1.0$ dan $IP_0 = 2.4$ (25)
 Gambar 5.11



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
 TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE	: III (Mar 06 - Agst 06)
TAHUN	: 2005 - 2006
Sampai Akhir Agustus 2006	

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	David Didi Setiawan	98 511 139	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Studi Perbandingan Perencanaan Perkerasan Lentur Antara Metode Bina Marga Dan Aastho 2002 (Mekanistik Empirik)			

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Bachnas,Ir,H,MSc



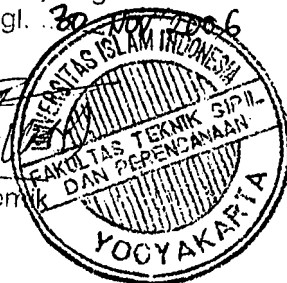
Jogjakarta , 8-Jul-06
 a.n. Dekan

(Handwritten signature)
 Ir.H.Faisol AM, MS

Catatan	:
Seminar	:
Sidang	:
Pendadaran	:

KP/TA diperpanjang
 sampai dengan tgl. 30 Juli 2006

Hartono
 Kabag Akademik





KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	David Didi Setiawan	98 511 139	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Studi Perbandingan Perencanaan Perkerasan Lentur Antara Metode Bina Marga Dan Aastho 2002 (Mekanistik Empirik)			

PERIODE KE	: III (Mar 06 - Agst 06)
TAHUN	: 2005 - 2006
Sampai Akhir Agustus 2006	

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : Subarkah,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Bachnas,Ir,H,MSc



Jogjakarta , 8-Jul-06
 a.n. Dekan

H. H. Faisol AM, MS

Catatan	:
Seminar	:
Sidang	:
Pendadaran	:

W/PTA diperpanjang
 sampai dengan tgl 30/10/2006





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE : 4 (Juni 2007 - Nop 2007)

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
DAVID DIDI SETIAWAN	98511139	TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

Studi Perbandingan Perencanaan Perkerasan Lentur Antara Metode Bina Marga Dan Aastho 2002

Dosen Pembimbing I : SUBARCAH, Ir. MT.
Dosen Pembimbing II: BACHNAS, Ir. M.Sc. H.



Jogjakarta,
an. Dekan

5/11/2007

Ir. H. Faisol AM, MS.

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendadaran :



UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
DAVID DIDI SETIAWAN	98511139	TEKNIK SIPIL

PERIODE KE : 4 (Juni 2007 - Nop 2007)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	█					
3	Pembuatan Proposal		█				
4	Seminar Proposal		█				
5	Konsultasi Penyusunan TA			█	█	█	
6	Sidang-Sidang					█	█
7	Pendadaran						█

Dosen Pembimbing I : SUBARCAH, Ir. MT.
 Dosen Pembimbing II: BACHNAS, Ir. M.Sc. H.

JUDUL TUGAS AKHIR

Studi Perbandingan Perencanaan Perkerasan Lentur Antara Metode Bina Marga Dan Aastho 2002



Jogjakarta, 5/11/2007
 an. Dekan


Faisol
 Ir. H. Faisol AM, MS.

Catatan:
 Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATAIAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	14/8-06	* Flow charts diseminasi di * Rindu yg diaer lakukan di * dalam di luar pustakaan.	
	17/10/07	* Perbaikan yg diberi tanda * ditinjau CBR dicantumkan - perbaikan yg diteritika.	
	10 Feb 2007	Hiting - Beraaga & MASHID dipertahakan / lengkap Bab I & II ditetaskan	
	6/3-2007	Keputusan konsultasi Pambimbing Saku (I).	
	18/07	Kontar log dari laka luter (tara karama Epura Muter).	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	14/05/07	Tugas diserahkan untuk sidang	
	04/07/07	Dapat dijilid	