

TUGAS AKHIR
ANALISIS TEBAL LAPIS PERKERASAN
DENGAN METODA AASHTO 1986 DAN
METODA ROAD NOTE 29, 31 PADA
JALAN LINGKAR SELATAN
YOGYAKARTA



Disusun oleh :

Euis Rahayu Zakiah

No. Mhs. : 86310089

NIRM : 86.5014330076

Sri Daryati

No. Mhs. : 86310077

NIRM : 86.5014330066

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

1994

KATA HANTAR

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT tugas akhir dapat penyusun selesaikan dengan baik, meskipun masih banyak terdapat kekurangan sehingga hasil yang di dapatkan belum memuaskan.

Tugas akhir ini berbentuk studi literatur mengenai "Analisis Tebal Lapis Perkerasan Dengan Metoda AASHTO 1986 dan metoda Road Note 29, 31 Pada Jalan Lingkar Selatan Yogyakarta".

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Susastrawan, MS. selaku dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistyono, MSc. selaku ketua jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Wardhani Sartono, MSc. selaku dosen pembimbing I tugas akhir.
4. Bapak Ir. H. Bachnas, Msc. selaku dosen pembimbing II tugas akhir.
5. Departemen Pekerjaan Umum Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah membantu sehingga tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
6. Kepada ayahanda dan ibunda, serta kakak yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik moril maupun spirituil.

7. Rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat disebut kan satu-persatu.

Penyusun hanya dapat berdo'a semoga Allah SWT dapat membalas semua kebaikan yang telah penyusun terima, amin.

Penyusun juga menyadari pada tugas akhir ini meskipun penyusun telah berusaha keras tetapi masih jauh dari sempurna. Untuk itu penyusun mohon maaf dan mohon kritik serta saran demi sempurnanya tugas akhir ini.

Akhir kata penyusun mengharapkan agar tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penyusun dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 2 September 1994

EUIS RAHAYU Z. 86310089

SRI DARYATI 86310077

DAFTAR ISI

| | Hal |
|---|-----|
| Kata hantar | i |
| Daftar Isi | iii |
| Daftar Tabel | vi |
| Daftar Gambar | vii |
| Daftar Lampiran | x |
| Intisari | xi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Tujuan Penelitian | 3 |
| C. Ruang Lingkup | 4 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| A. Tinjauan Umum | 6 |
| B. Indek Permukaan | 7 |
| C. Umur Rencana | 9 |
| D. Tampang Melintang | 11 |
| E. Lapisan-Lapisan Kontruksi Perkerasan . | 13 |
| 1. Lapisan permukaan | 14 |
| 2. Lapisan pondasi atas | 15 |
| 3. Lapisan pondasi bawah | 17 |
| 4. Tanah dasar | 18 |

BAB III LANDASAN TEORI

| | |
|--|----|
| A. Metoda Road Note 29 | 20 |
| 1. Cara menilai lapis tanah dasar ... | 20 |
| 2. Cara menentukan lapis pondasi bawah | 21 |
| 3. Cara menentukan lapis pondasi atas. | 22 |
| 4. Cara menentukan lapis permukaan ... | 23 |
| B. Metoda Road Note 31 | 28 |
| C. Metoda AASHTO 1986 | 31 |
| 1. Batasan waktu | 31 |
| 2. Beban lalulintas | 32 |
| 3. Reliabilitas | 34 |
| 4. Kondisi lingkungan | 35 |
| 5. Kriteria kinerja jalan | 37 |
| 6. Nilai modulus resilient | 37 |
| 7. Faktor drainasi | 38 |
| 8. Structural number | 39 |
| 9. Memilih jenis lapisan | 42 |
| 10. Menentukan ketebalan lapisan | 42 |

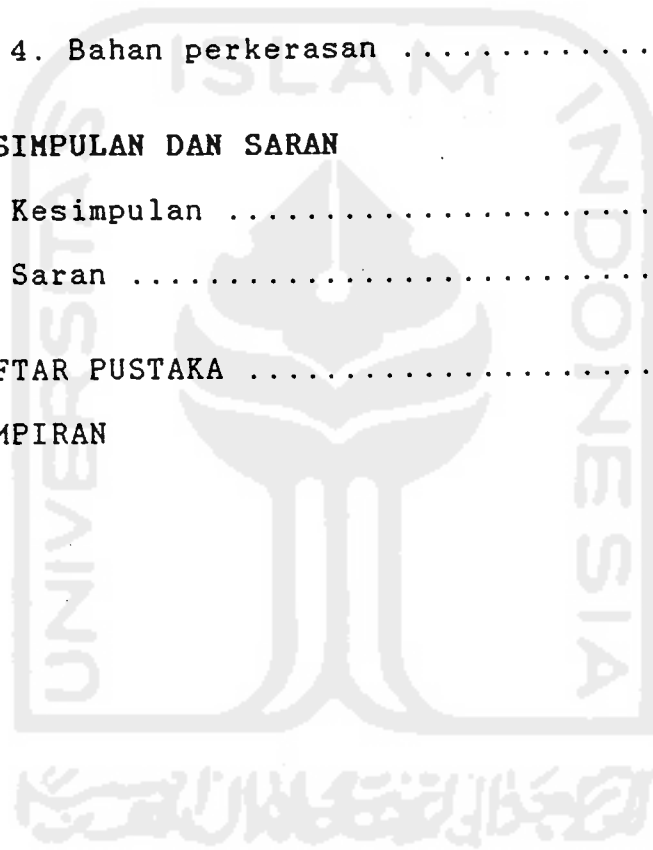
BAB IV CARA ANALISIS

| | |
|------------------------------|----|
| A. Metodologi Analisis | 44 |
| B. Pengumpulan Data | 44 |
| C. Analisa Data | 45 |

BAB V HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

| | |
|-------------------------------------|----|
| A. Analisis | 46 |
| 1. Analisa metoda AASHTO 1986 | 46 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 2. Metoda Road Note 29 | 57 |
| 3. Metoda Road Note 31 | 60 |
| B. Pembahasan | 64 |
| 1. Lalulintas | 65 |
| 2. Tanah dasar | 66 |
| 3. Kondisi lingkungan | 67 |
| 4. Bahan perkerasan | 68 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | |
| A. Kesimpulan | 69 |
| B. Saran | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA | 72 |
| LAMPIRAN | |



DAFTAR TABEL

| | Hal |
|--|-----|
| Tabel 1.1. Nilai rasio antara volume dan kapasitas pada jalan-jalan di Yogyakarta | 3 |
| Tabel 2.2. Indek permukaan akhir umur rencana | 9 |
| Tabel 3.1. Bahan-bahan yang diijinkan untuk permukaan | 21 |
| Tabel 3.2. Faktor ekivalen beban sumbu | 29 |
| Tabel 3.3. Tingkat realibilitas | 34 |
| Tabel 3.4. Data perencanaan Jalan Tol Jakarta - Merak | 38 |
| Tabel 3.5. Pembagian kualitas drainase | 39 |
| Tabel 3.6. Daftar koefisien drainase | 39 |
| Tabel 3.7. Cara penentuan SN | 42 |
| Tabel 5.1. Data lalu lintas | 46 |
| Tabel 5.2. Nilai simpangan normal baku berdasarkan keandalan | 48 |
| Tabel 5.3. Jumlah kendaraan ekivalen | 49 |
| Tabel 5.4. Kumulatif 18-kip ESAL terhadap waktu | 50 |
| Tabel 5.5. PSI_{SW} terhadap waktu | 53 |
| Tabel 5.6. Perhitungan umur aktual | 53 |
| Tabel 5.7. Hasil hitungan tebal lapis perkerasan metode AASHTO 1986, Road Note 29 dan 31 | 64 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Penurunan indek permukaan akibat beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan berupa pengembangan tanah dasar | 8 |
| Gambar 2.2. Grafik untuk mendapatkan ketebalan lapis pondasi bawah | 10 |
| Gambar 2.3. Hubungan umur rencana dan jumlah kumulatif kendaraan menurut niaga pada setiap arah berdasar jumlah lalu lintas perhari yang dipengaruhi juga oleh prosentase pertumbuhan kendaraan per tahun | 11 |
| Gambar 2.4. Lapis perkerasan berbentuk kotak | 12 |
| Gambar 2.5. Lapis perkerasan selebar jalan | 13 |
| Gambar 2.6. Lapisan konstruksi perkerasan | 14 |
| Gambar 3.1. Grafik untuk mendapatkan ketebalan lapis pondasi bawah | 23 |
| Gambar 3.2. Grafik hubungan antara ketebalan lapis pondasi atas yang menggunakan bahan ikat aspal dengan jumlah komulatif beban standar selama umur rencana | 24 |
| Gambar 3.3. Grafik hubungan antara tebal lapis pondas atas yang menggunakan konstruksi makadam bergradasi rapat jumlah kumulatif beban standar selama umur rencana | 25 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.4. Grafik hubungan antar ketebalan lapis pondasi atas yang menggunakan konstruksi berupa beton ringan dengan jumlah beban tanah disementasi dan bahan butiran yang diikat dengan semen standar kumulatif selama umur rencana | 26 |
| Gambar 3.5. Grafik hubungan antara ketebalan lapis pondasi atas yang menggunakan konstruksi makadam basah dan kering jumlah kumulatif beban standar selama umur rencana | 28 |
| Gambar 3.6. Untuk mendapatkan tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas, lapis permukaan | 30 |
| Gambar 3.7. Hubungan antara AE18KSAL dan jumlah tahun | 33 |
| Gambar 3.8. Hubungan antara IPswell dan jumlah tahun dari saat jalan dibuka | 36 |
| Gambar 3.9. Penentuan SN | 40 |
| Gambar 3.10. Ketebalan masing-masing lapisan | 43 |
| Gambar 5.1. Potensi pengembangan vertikal | 52 |
| Gambar 5.2. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metode AASHTO 1986 | 56 |
| Gambar 5.3. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metode Road Note 29 | 60 |



| | |
|--|----|
| Gambar 5.4. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metode Road Note 31 | 63 |
| Gambar 5.5. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metode Road Note 29 | 63 |
| Gambar 5.6. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metode AASHTO 1986 | 64 |



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Peta lokasi pisometris
- Lampiran 2 Peta lokasi tampak atas
- Lampiran 3 Potongan melintang jalan lingkaran selatan
- Lampiran 4 Pemeriksaan kadar aspal
- Lampiran 5 Penentuan nilai CBR untuk base kelas A
- Lampiran 6 Penentuan nilai CBR untuk base kelas B
- Lampiran 7 Test laboratorium untuk AC
- Lampiran 8 Test laboratorium untuk ATB
- Lampiran 9 Faktor ekuivalen beban sumbu tunggal, $P_t=2,5$
- Lampiran 10 Faktor ekuivalen beban sumbu ganda, $P_t=2,5$
- Lampiran 11 Gb. Prakiraan koefisien relatif lap. atas (a_1)
- Lampiran 12 Koefisien relatif lap. pondasi atas (a_2)
- Lampiran 13 Koefisien relatif lap. pondasi bawah (a_3)

INTISARI

Pada dasarnya semua metoda perhitungan tebal lapis keras adalah sama, tetapi karna masing-masing metoda menggunakan parameter dan berasal dari negara yang berbeda maka hasil hitungan juga berbeda.

Perbedaan parameter seperti: lalulintas, tanah dasar, kondisi lingkungan dan bahan perkerasan sebagai data analisis lebih lengkap pada metoda AASHTO 1986 daripada Road Note 29 dan 31. Karena pada metoda AASHTO 1986 banyak mengalami perkembangan, sehingga lebih teliti sedang Road-Note 29 dan 31 data yang dibutuhkan tidak selengkap pada dan bisa dicari dengan cara grafis jadi hasil hitungan dengan metoda Road Note relatif kurang teliti.

Dari hasil hitungan ketiga metoda adalah metoda AASHTO 1986 dengan tebal lapis permukaan 85 mm, lapis pondasi atas 195 mm, lapis pondasi bawah 195 mm. Metoda Road-Note 29 dengan tebal lapis permukaan 70 mm, lapis pondasi atas 99mm, lapis pondasi bawah 195mm. Metoda Road Note 31 dengan tebal lapis permukaan 50 mm, lapis pondasi atas 150 mm, lapis pondasi bawah 195 mm. Sehingga dari hasil ketiga metoda tersebut metoda Road Note 29 yang paling ekonomis, tetapi yang paling teliti atau aman dengan metoda AASHTO 1986 karena menggunakan parameter lebih lengkap.

I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Perkembangan sektor transportasi telah mengalami kemajuan khususnya dalam kehidupan sosial dan ekonomi. Dari segi ekonomi yang kita rasakan adanya peningkatan taraf hidup atau adanya peningkatan kemakmuran dalam masyarakat kita. Hal ini dikarenakan hubungan antara satu tempat dengan tempat lain sedemikian mudah terjangkau. Semua itu membutuhkan sarana dan fasilitas penunjang seperti transportasi yang berupa jalan dan angkutan.

Salah satu alternatif pemecahan untuk dapat mengatasi kepadatan lalu lintas di kota Yogyakarta ini, maka dibangunlah jalan Arteri Lingkar Selatan yang menghubungkan pintu masuk ke Yogyakarta dari arah barat (jalan Wates) dengan pintu masuk dari arah timur (jalan Janti). Adapun tujuan pemerintah membangun jalan Arteri Lingkar Selatan ini antara lain adalah :

- a) Memperlancar prasarana hubungan darat terutama dalam bidang sosial ekonomi dan membuka isolasi daerah Yogyakarta bagian selatan.
- b) Menghemat waktu dan jarak tempuh arus lalu lintas dari arah timur atau arah barat menuju ke selatan atau sebaliknya.
- c) Mengurangi volume lalu lintas pada jalan dalam kota Yogyakarta.



- d) Menunjang pengembangan daerah pariwisata.
- e) Menambah pengembangan jaringan jalan.
- f) Mengupayakan pengawasan terhadap pelanggaran muatan.
- g) Mengupayakan pola jalan dan lalu lintas yang mantap serta pola pengawasan yang kurang terarah.
- h) Menambah panjang jalan untuk mengimbangi peningkatan jumlah kendaraan dan perkembangan arus lalu lintas.

Dalam perkembangannya, seiring dengan peningkatan aktifitas-aktifitas ekonomi yang diikuti dengan bertambahnya jumlah kendaraan yang lewat pada jalan Lingkar Selatan tersebut maka kemungkinan yang terjadi untuk beberapa tahun lagi perencanaan semula tidak sesuai lagi dengan beban yang lewat di atasnya untuk itu perlu diadakan perbaikan.

Pada kenyataannya, analisis dalam merancang jaringan jalan secara baik belumlah mendapatkan hasil yang memuaskan. Selain faktor-faktor pengukuran di lapangan yang dimungkinkan terdapat kesalahan, juga formulasi dalam menganalisis tingkat pelayanan yang dipakai dari negara asalnya memiliki beberapa faktor yang berbeda dengan kondisi lingkungan di Indonesia (climatic condition).

Walaupun demikian, Kebijakan yang diambil didalam menyelesaikan problematika di atas tentu melalui pertimbangan-pertimbangan yang mendasar. Sehingga kesalahan rencana dapat ditekan sekecil mungkin untuk mendapatkan jaringan jalan sesuai dengan fungsi utamanya

sebagai sarana : a). lalulintas, b). parkir, c). pejalan kaki dan d). daerah bebas jalan.

Keempat fungsi utama jalan ini selanjutnya diketengahkan sebagai hal yang mendasar untuk diupayakan sehingga keadaan seimbang antara volume dengan kapasitas tercapai.

Diharapkan dengan adanya jalan arteri Lingkar Selatan ini dipersiapkan untuk melayani arus lalulintas lebih besar lagi. Pada tabel 1.1. menunjukkan bahwa ruas jalan telah melampaui perbandingan antara volume dan kapasitas yang diberikan, yaitu sama dengan 1 ($V/C \geq 1$).

Tabel 1.1. Nilai rasio antara Volume dan Kapasitas pada jalan-jalan di Yogyakarta.

| Ruas Jalan | Tahun | | | | | |
|------------------|-------|------|------|------|------|------|
| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
| Yogya - Bantul | 1,40 | 1,60 | 1,02 | 1,02 | 0,81 | 0,86 |
| Yogya - Wates | 0,85 | 1,04 | 1,04 | 1,00 | 0,74 | 0,77 |
| Yogya - Godean | 1,21 | 1,41 | 1,41 | 0,90 | 0,93 | 0,97 |
| Yogya - Solo | 0,98 | 1,21 | 1,21 | 1,26 | 1,33 | 1,37 |
| Urip Sumoharjo | 1,10 | 1,15 | 1,17 | 1,24 | 1,26 | 1,30 |
| Kusuma Negara | 1,07 | 1,12 | 1,27 | 1,26 | 1,26 | 1,35 |
| Cik Di Tiro | 1,19 | 1,22 | 1,27 | 1,37 | 1,54 | 1,44 |
| HOS Cokroaminoto | 0,54 | 0,58 | 0,55 | 0,69 | 0,57 | 0,85 |

Sumber : DLLAJR dan UGM tahun 1991.

Sehubungan dengan tugas akhir kami, maka kami ingin menganalisis tebal perkerasan jalan Lingkar Selatan seperti yang tersebut di atas dengan dua metoda yaitu metoda Road Note 29 dan 31 serta metoda AASHTO 1986.

B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tebal perkerasan masing-masing lapis keras secara teoritik lapis permukaan, lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah dengan menggunakan metoda Road Note 29 dan 31 serta metoda AASHTO 1986.
2. Membandingkan hasil perhitungan cara Road Note 29 dan 31 serta metode AASHTO 1986.
3. Menentukan tebal penambahan lapis keras (*overlay*) pada jalan lama bila diperlukan.
4. Untuk mengetahui tingkat keselamatan dan kenyamanan dari para pemakai jalan dengan menganalisis apakah jalan tersebut telah benar-benar dapat menjalankan fungsinya.
5. Untuk mengetahui tingkat pelayanan dari jalan tersebut bagi para pemakai jalan dan juga pada penduduk yang tinggal disekitar jalan tersebut.

Sehingga dengan demikian diharapkan pada hari-hari mendatang akan didapat metode perencanaan yang paling baik dan paling ekonomis yang dapat dipakai dengan hasil yang maksimal.

C. RUANG LINGKUP

Yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah metoda perencanaan tebal lapis perkerasan jalan Arteri Lingkar Selatan dengan menggunakan metoda AASHTO 1986, Road Note 29 dan 31.

Filosofi yang menyeluruh dari perencanaan tebal perkerasan lentur ini didasarkan pada metoda AASHTO 1986,

Road Note 29 dan 31 yang analisi struktural lapis perkerasan sebagian didasarkan pada konsep-konsep yang relatif baru.



II TINJAUAN PUSTAKA

A. TINJAUAN UMUM

Perencanaan perkerasan suatu jalan pada prinsipnya dapat dikatakan baik apabila konstruksi tersebut memberikan beberapa sifat antara lain : (1) kuat, (2) nyaman dan, (3) bernilai ekonomis.

Untuk sifat yang pertama, konstruksi perkerasan harus mampu mendukung beban lalu lintas serta ketahanannya terhadap kondisi lingkungannya. Apabila suatu perkerasan jalan tidak memberikan kekuatan yang cukup, maka kemungkinan besar jalan tersebut akan mengalami penurunan dan penggeseran, baik pada bahan susunnya maupun pada tanah dasarnya. Keadaan ini mengakibatkan permukaan jalan lambat laun akan bergelombang serta retak-retak, hingga akhirnya rusak sama sekali. Sifat kedua berhubungan dengan perwujudan bentuk permukaan yang relatif kokoh dan patah. Sebagai lapisan yang mengalami gesekan langsung dengan roda (lapisan aus). Lapis aus ini sekaligus berfungsi dalam menghindari terjadinya skid resistance atau kekesatan pada roda kendaraan. Untuk sifat yang ketiga berhubungan dengan biaya pekerjaan awal dan biaya perawatan. Untuk menghindari pembiayaan awal yang besar biasanya perkerasan dilakukan secara bertahap untuk umur rencana tertentu. Selain itu ketepatan rencana yang baik akan memberi keringanan pada biaya perawatan selanjutnya.

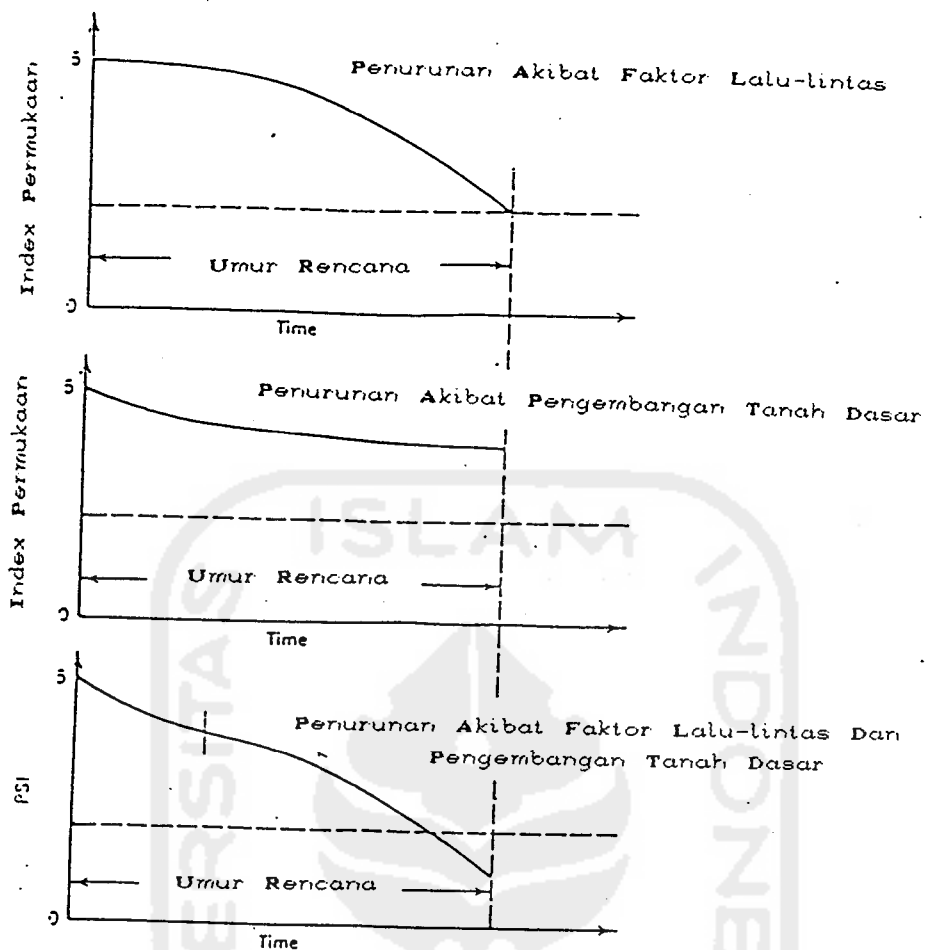


B. INDEK PERMUKAAN

Keretakan atau kehalusan dan kekuatan suatu permukaan yang menyatakan tingkat pelayanan bagi lalu lintas ditentukan oleh indeks permukaan (IP). Indeks permukaan ini perlu diketahui sebelum memulai suatu perencanaan, untuk mengetahui jenis dan kualitas dari permukaan jalan. Besar indeks permukaan berbeda - beda untuk setiap permukaan jalan, tergantung kelas jalan. Semakin tinggi kelas suatu jalan semakin tinggi angka dari indeks permukaan jalan tersebut yang berarti pula semakin tinggi tingkat pelayanan jalan tersebut.

Konsep AASHO Road Test mengenai indeks permukaan perkerasan (serviceability Index), diawali dengan pengamatan atas terjadinya retak-retak (cracks), alur (rutting) amblas dan kerusakan lainnya akibat beban lalu lintas yang berulang pada periode tertentu.

Jalan yang baru digunakan untuk melayani lalu lintas, biasanya memberikan tingkat pelayanan yang sangat tinggi, akan tetapi pengaruh beban lalu lintas yang terjadi menyebabkan kondisi permukaan perkerasan jalan lambat laun menjadi berkurang tingkat pelayanannya. Selain itu pengaruh lingkungan yang berupa pengembangan tanah dasar akan mempercepat menurunnya tingkat pelayanan yang diberikan (gambar 2.1.)



Gambar 2.1. Penurunan indek permukaan akibat beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan berupa pengembangan tanah dasar.

Sumber : AASHTO 1986.halaman I.10.

AASHTO 1986 memberikan skala indek permukaan perkerasan berkisar antara 0 sampai 5. Untuk nilai indek permukaan yang masih dapat diterima pada akhir umur rencana adalah : 2 (cukup) dan 2,5 (baik). Kedua nilai ini selanjutnya digunakan sebagai standar perancangan pada struktur jalan yang berdasarkan tingkat pendapatan perkapita. Seperti terlihat pada tabel 2.1. berikut:

Tabel 2.1. Penentuan Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana berdasar pada pendapatan perkapita.

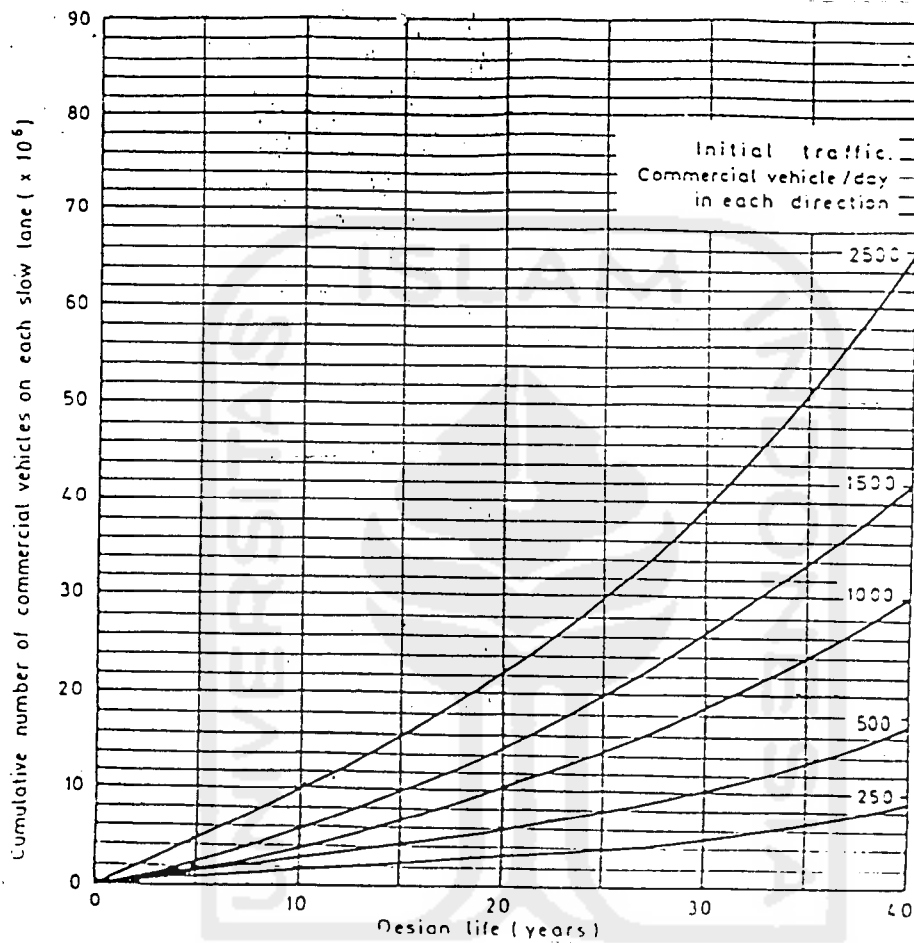
| Nilai IP akhir umur rencana | Prosentase masyarakat yang berpendapatan dibawah standar |
|-----------------------------|--|
| 3.0 | 12 |
| 2.5 | 55 |
| 2.0 | 85 |

Sumber: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO (1986).

C. UMUR RENCANA

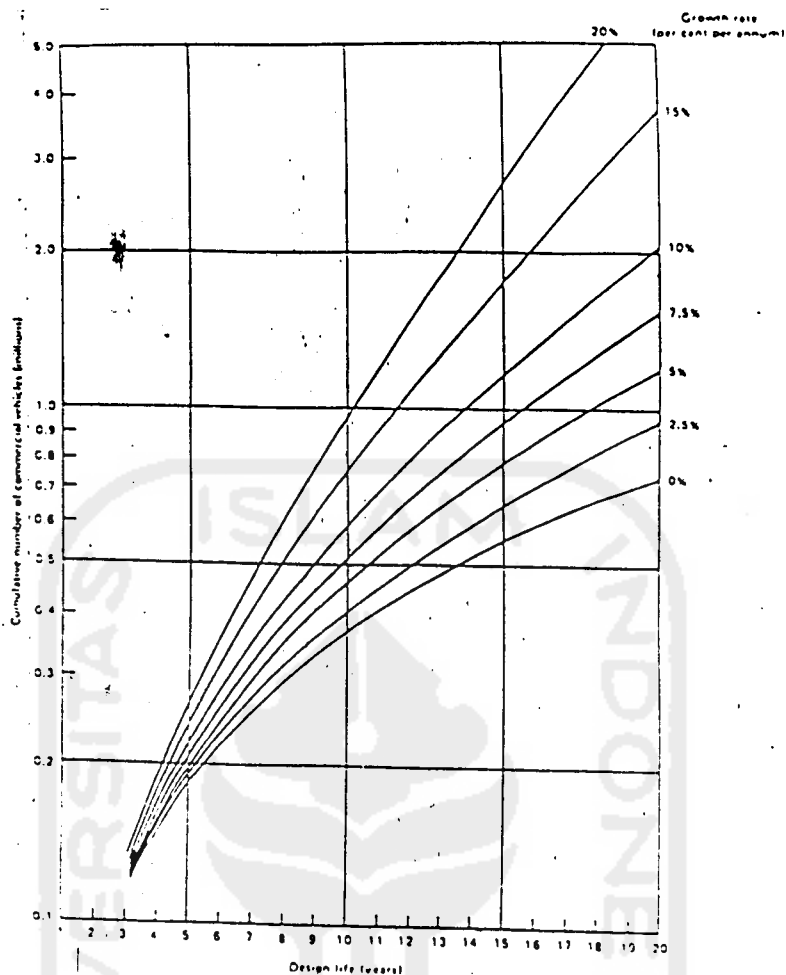
Umur rencana perkerasan adalah jumlah waktu dalam tahun terhitung sejak jalan tersebut dioperasikan hingga diperlukan perbaikan atau overlay. Dalam merencanakan umur rencana perkerasan yang harus dilakukan pertama-tama ditentukan dulu berapa lama umur rencana yang direncanakan. Dalam memutuskan umur rencana selalu dipengaruhi tipe jalan, bentuk perkerasan dan penggunaannya setelah akhir umur rencana. Pada umumnya untuk konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) umur rencana dibatasi hingga 20 tahun untuk jalan baru dan 10 tahun untuk jalan yang telah di overlay. Untuk umur rencana yang melebihi 20 tahun dinilai sudah tidak ekonomis lagi.

Menurut Road note 29 dan 31 umur rencana juga dipengaruhi oleh jumlah beban standar kumulatif, seperti yang terlihat pada gambar 2.2 dan gambar 2.3. Disitu ditunjukkan hubungan kumulatif beban standar dan lamanya umur rencana yang dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan jumlah kendaraan pertahun.



Gambar 2.2. Grafik untuk mendapatkan ketebalan lapis pondasi atas.

Sumber : Road Note 29, fig 6. halaman 22.



Gambar 2.3. Hubungan antara umur rencana dan jumlah kumulatif kendaraan niaga pada setiap arah berdasar jumlah lalu lintas perhari yang dipengaruhi juga oleh prosentasi pertumbuhan kendaraan pertahun

Sumber: Road Note 29 , fig 7 . halaman 23.

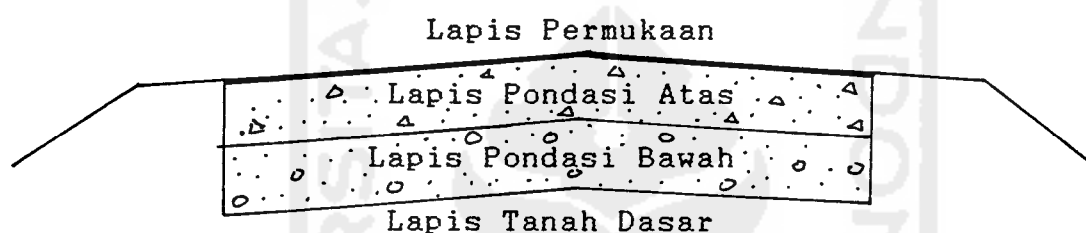
D. TAMPANG MELINTANG JALAN

Lereng melintang perkerasan jalan mempengaruhi cepat atau lambatnya aliran air meninggalkan lapisan perkerasan jalan. Pada umumnya bentuk konstruksi lapisan perkerasan dibagi menjadi dua macam yaitu :

1. Konstruksi berbentuk kotak (*boxed construction*)

Lapisan perkerasan diletakan di dalam lapisan tanah dasar. Kerugian dari jenis ini adalah air yang jatuh di atas lapisan permukaan dan masuk melalui lubang-lubang pada perkerasan, lambat keluar karena tertahan oleh tanah

dasar. Tipe konstruksi bentuk kotak dapat dilihat pada gambar 2.4. berikut ini :

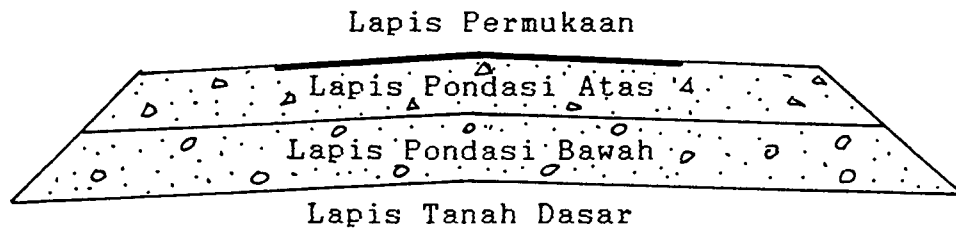


Gambar.2.4. Lapisan perkerasan berbentuk kotak

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman (1992), halaman 123.

2. Konstruksi penuh sebadan jalan (*full width construction*)

Lapisan perkerasan diletakan di atas tanah dasar pada seluruh badan jalan. Keuntungannya, air yang jatuh di atas lapisan perkerasan segera dialirkan keluar lapisan perkerasan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.5. berikut ini :

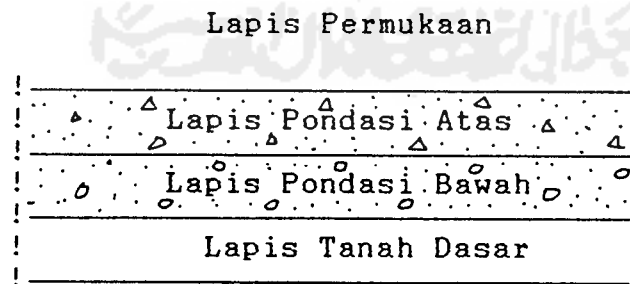


Gambar.2.5. Lapisan perkerasan selebar badan jalan.

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman (1992), halaman 124.

E.LAPISAN-LAPISAN KONSTRUKSI PERKERASAN

Konstruksi lapis keras lentur (flexible pavement) terdiri atas beberapa lapisan yang berfungsi meneruskan beban-beban lalu lintas serta menyebarkan beban-beban tersebut secara merata ke lapisan yang berada dibawahnya. Adapun lapisan tersebut seperti gambar 2.6 berikut :



Gambar 2.6. Lapisan konstruksi perkerasan
Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman (1992), halaman 8.

Pada umumnya lapis keras dibagi menjadi 3 lapis yang diletakkan diatas tanah dasar :

1. Lapis permukaan (*surface course*)
2. Lapis pondasi atas (*base course*)
3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*)

Untuk mencapai tingkat efisiensi pembiayaan konstruksi perkerasan, maka masing-masing lapisan dibatasi oleh mutu bahan dan ketebalannya (Witczak, 1975 ; 18 dan 196).

Ketiga bagian di atas mendukung beban di atasnya. Beban tersebut menimbulkan gaya-gaya penting sebagai berikut :

- a. Gaya vertikal yaitu gaya yang terjadi muatan kendaraan yang lewat.
- b. Gaya horizontal yaitu gaya yang terjadi akibat gaya rem dan gaya gesek.
- c. Getaran-getaran akibat pukulan roda.

Karena sifat gaya makin ke bawah semakin menyebar, maka pengaruhnya makin kebawah semakin berkurang, sehingga muatan yang diterima oleh tiap-tiap konstruksi berbeda-beda.

1. Lapisan permukaan (*surface course*).

Lapisan ini terletak paling atas dan menerima semua gaya yang terjadi akibat muatan-muatan diatasnya maka persyaratan-persyaratan yang harus di penuh oleh lapisan ini lebih berat di bandingkan lapisan lapisan sebelumnya.

Adapun syarat-syarat yang harus di penuhi adalah sebagai berikut :

1. bahan bahan pokok harus berkualitas baik.
2. Susunan butir harus rapat.
3. Kandungan bahan pengikat dan kandungan filler harus tepat.
4. homogenetas harus baik.

2. Lapis pondasi atas (base course).

Lapisan ini terletak diantara lapisan permukaan dan lapisan pondasi bawah, Pada konstruksi perkerasan yang tidak menggunakan lapisan pondasi bawah lapisan ini langsung dipasang di atas tanah dasar. Karena langsung di bawah lapisan permukaan maka pengaruh muatan lalulintas sangat besar. Oleh karena itu persyaratan yang harus dipenuhi sangat berat yaitu :

- a. Kualitas bahan harus baik dipandang dari segi :
 1. Kekuatan atau kekerasan.
 2. Bentuk butir.
- b. Gradasi butiran-butiran harus merupakan susunan yang rapat.
- c. Kandungan filler harus cukup, tetapi tidak melampaui batas maximum maupun minimum.
- d. Homogenetas harus sempurna.

Untuk lebih jelasnya syarat-syarat diatas dijelaskan sebagai berikut :

a. Kualitas bahan harus baik.

1. Batu asal harus cukup kuat dan keras.
2. Bentuk butir harus merupakan bentuk persegi mendekati bentuk kubus, agar tiap butir kedudukannya stabil karena sifat saling mengunci dan tidak mudah pecah. Oleh karena itu base yang baik ialah batu pecah atau sirtu pecah dari mesin pemecah batu (*stone crusher*).

b. Gradasi atau susunan butir.

Susunan butir harus serapat mungkin, artinya batuan harus terdiri dari bermacam ukuran, sehingga rongga-rongga antara butir-butir yang besar terisi penuh oleh butir-butir yang lebih kecil dan rongga-rongga antara butir-butir kecil diisi oleh butir yang lebih kecil lagi dan seterusnya, sehingga rongga menjadi sekecil-kecilnya. Sedangkan untuk persyaratan susunan butiran untuk base batu pecah harus telah lolos menurut analisa saringan yang telah ditentukan.

c. Kandungan filler harus cukup, tidak melampaui batas maximum dan minimum.

Ini dimaksudkan agar letak butir-butir lebih kokoh dan stabil. Bila kandungan filler lebih dari maximum, maka jalan akan mudah bergelombang, sebaliknya jika kandungan filler kurang dari minimum maka aspalan jalan akan mudah retak-retak karena butir batu dalam base letaknya tidak stabil.

d. Homogenetas harus sempurna.

Maksudnya butir-butir yang besar , sedang, halus sampai yang lembut harus tercampur dengan rata menjadi satu. Hasil yang baik jika semua dilaksanakan dengan mesin, untuk kelas jalan yang sedang dan murah dapat juga dilaksanakan dengan tenaga manusia.

Fungsi utama dari lapisan pondasi atas ini yaitu :

1. bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban kelapisan di bawahnya.
2. Lapisan peresapan untuk lapisan di bawahnya.
3. Bantalan terhadap lapisan permukaan.
3. Lapis pondasi bawah (*subbase*).

Lapis pondasi ini terkletak diantara tanah dasar dan lapisan pondasi atas (*Base course*). Fungsi utama lapis pondasi bawah ini adalah :

- a. Bagian perkerasan yang menyebarkan beban roda dan menahan gaya vertikal akibat muatan kendaraan dan gaya getaran-getaran akibat pukulan roda.
- b. Sebagai lapis peresapan.
- c. Menghemat penggunaan material, karena material pondasi bawah relatif lebih murah bila dibandingkan dengan lapis keras di atasnya.
- d. Mengurangi tebal lapis keras di atasnya.
- e. Lapisan yang berguna untuk mencegah partikel-partikel halus yang berasal dari tanah dasar naik ke pondasi atas. untuk itu lapisan pondasi bawah harus memenuhi syarat :

$$\frac{D_{15} \text{ subbase}}{D_{15} \text{ subgrade}} \geq 5 \quad ; \quad \frac{D_{15} \text{ subbase}}{D_{85} \text{ subgrade}} < 5$$

Dimana:

D_{15} = diameter butir pada keadaan banyaknya persen yang lolos = 15 %.

D_{85} = diameter butir pada keadaan banyaknya persen yang lolos = 85 %.

(Sumber: Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman (1992), halaman 14.)

Tanah dasar sebagai perletakkan dari ketiga lapisan diatas adalah bagian yang penting dari konstruksi karena subgrade inilah yang mendukung seluruh konstruksi perkerasan jalan beserta beban yang lewat di atasnya. Tanah dasar inilah yang menentukan mahal atau murahnya biaya pembangunan jalan tersebut, karena kekuatan tanah dasar menentukan tebal lapis keras, selain itu juga kekuatan dan keawetan lapis perkerasan ini juga sangat di pengaruh oleh sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini yang berarti menentukan besarnya biaya pembangunan suatu jalan. Untuk mendapatkan perletakan perkerasan yang kuat harus dilakukan penelitian yang teliti di laboratorium. Selain hal tersebut diatas yang perlu diperhatikan adalah masalah perbaikan tanah dasar.

Perbaikan tanah dasar dapat ditempuh dengan 4 cara :

a. Secara dinamis (yang paling murah).

ialah memadatkan tanah dengan roller biasa atau dengan roller khusus, sebaiknya dengan roller yang dilengkapi dengan alat vibrator (Vibratory roller)

b. Memperbaiki gradasi

Ialah dengan menambahkan fraksi yang masih kurang, kemudian diaduk dan dipadatkan. Biasanya yang kurang yaitu fraksi-fraksi yang berbutir kasar dan untuk ini dapat digunakan koral campur pasir atau pasir saja.

c. Dengan sistim stabilisasi kimia.

Ialah dengan menambahkan semen PC, kapur atau bahan kimia lainnya, kemudian diaduk dan dipadatkan sepanjang tanah dasar tersebut tidak jelek saekali.

d. Bila tanah dalam kondisi yang jelek sekali maka tidak ada jalan lainnya kecuali membongkar tanah aslinya dibongkar dan diganti dengan tanah yang lain atau pasir yang berkualitas cukup baik (CBR lebih dari 6 %).

Bila keempat cara ini dipandang tidak mungkin atau terlalu mahal untuk dilaksanakan, maka cara terakhir ialah memindahkan trace jalan ke tempat lain yang mempunyai tanah dasar yang baik. Hal-hal lain yang berkaitan dengan tanah dasar adalah sebagai berikut :

- a. Perubahan bentuk tetap dari berbagai macam tanah akibat beban lalu lintas sehubungan dengan sifat visco-elastic.
- b. Sifat mengembang dari macam tanah akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata sukar ditentukan.
- d. Proses pelendutan dan pengembangan selama dan setelah pembebanan.

III LANDASAN TEORI

Dalam menganalisis lapis keras pada jalan Lingkar Selatan Yogyakarta ini digunakan metoda Road Note 29 dan 31 serta metoda AASHTO 1986.

A.METODA ROAD NOTE 29

Untuk menganalisis dengan cara ini diacu pada *Design of pavement to carry specilizeed of known axle loading*. Dalam penentuan masing-masing lapis keras selalu dipengaruhi oleh beban lalu lintas kumulatif yang melintas di atasnya yang kemudian dapat dilihat pada gambar yang diinginkan.

Cara menilai kekuatan tanah dasar

Tanah dasar merupakan faktor yang penting dalam menentukan tebal lapis keras. Kekuatan subgrade dinilai dengan nilai CBR-nya (California Bearing Ratio). Pada tabel 3.1. ditunjukkan korelasi antara CBR dengan berbagai tipe tanah dan kedalaman muka air tanah dibawah tanah dasar.



Tabel 3.1. Korelasi antar CBR dengan beberapa type tanah

| Tipe tanah | Indek Plastisitas (%) | CBR (%) | |
|---|-----------------------|---|--------------------|
| | | Kedalam m.a.t dibawah lapisan tanah dasar | |
| | | lebih dari 600 mm | kurang dari 600 mm |
| lempung | 70 | 2 | 1 |
| | 60 | 2 | 1,5 |
| | 50 | 2,5 | 2 |
| | 40 | 3 | 2 |
| lempung bergambut | 30 | 5 | 3 |
| lempung berpasir | 20 | 6 | 4 |
| | 10 | 7 | 5 |
| gambut | - | 2 | 1 |
| pasir (bergradasi jelek) non plastis | | 20 | 10 |
| pasir (bergradasi baik) non plastis | | 40 | 15 |
| krikil berpasir dengan gradasi baik non plastis | | 60 | 20 |

Sumber : Road Note 29, tabel 3, halaman 7

2. Cara menentukan tebal lapis pondasi bawah

Ketebalan lapis pondasi bawah ditentukan oleh banyaknya beban standar kumulatif yang lewat dengan nilai CBR tanah dasar. Hal ini terlihat pada gambar 3.1. . Untuk lapis pondasi bawah yang memuat beban lalu lintas kurang dari 0,5 juta beban standar kumulatif maka CBR minimum yang harus dicapai adalah 20%, sedangkan untuk lapis pondasi bawah yang memuat beban standar lebih dari 0,5 juta beban standar kumulatif CBR minimum yang harus dicapai adalah 30%. Bila CBR tanah dasar melebihi CBR.

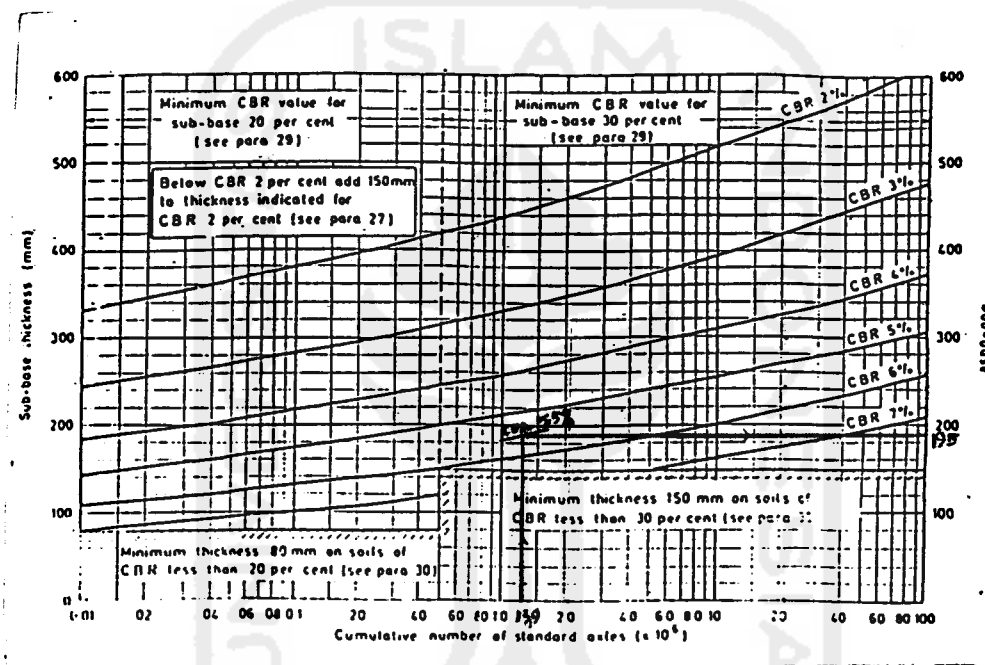
lapis pondasi bawah maka lapis pondasi bawah tidak diperlukan, tapi jika lapis pondasi bawah akan tetap digunakan maka tebal minimum subbase adalah 80 mm, sedangkan untuk lapis pondasi bawah yang memuat beban standar lebih dari 0,5 juta tebal minimum lapis pondasi bawah adalah 150 mm.

3. Cara menentukan tebal lapis pondasi atas

Lapis pondasi atas sama dengan lapis pondasi bawah. Untuk penentuan tebal lapis pondasi atas juga dipengaruhi oleh beban standar kumulatif yang lewat di atasnya dan material yang digunakan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3.2 s/d 3.5 yang menunjukkan ketebalan lapis pondasi atas untuk setiap bahan yang digunakan dengan beban standar kumulatif yang melintas di atasnya.

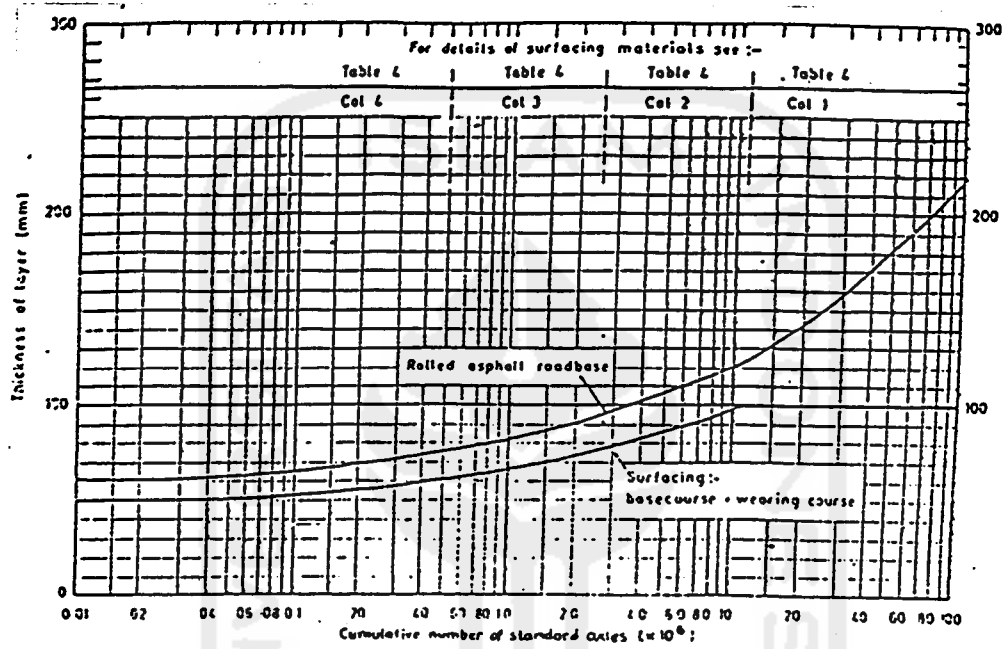
4. Cara menentukan tebal lapis permukaan

Ketebalan permukaan atau surface yang diijinkan dalam jumlah beban standar dapat dilihat pada grafik 3.2 s/d 3.5 yang juga tergantung pada bahan yang digunakan pada lapis pondasi atas. Bahan yang digunakan untuk lapisan permukaan ini bervariasi tergantung dengan jumlah lalu lintas kumulatif yang lewat di atasnya.



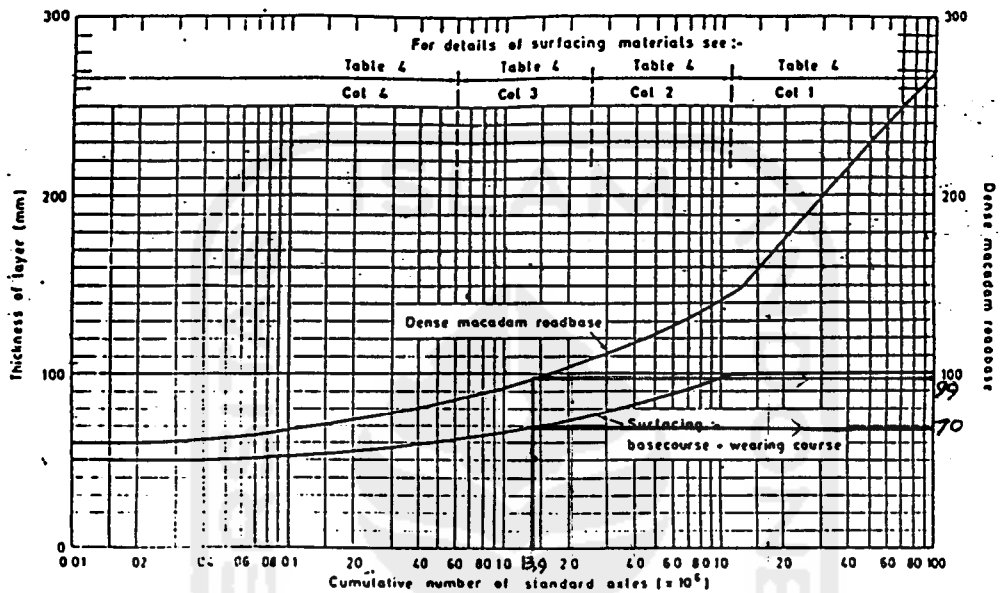
Gambar 3.1. Grafik untuk mendapatkan ketebalan lapis pondasi bawah

Sumber : Road Note 29, Fig.6, halaman 25.



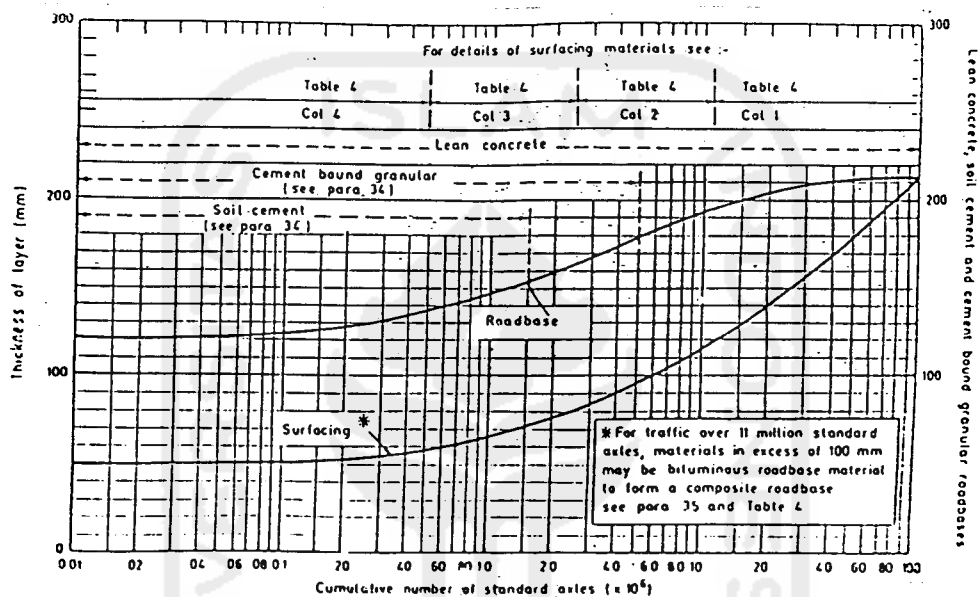
Gambar 3.2. Grafik hubungan antara ketebalan lapis pondasi atas yang menggunakan bahan ikat aspal dengan jumlah kumulatif beban standar selama umur rencana.

Sumber : Road Note 29, Fig 7 , halaman 26.



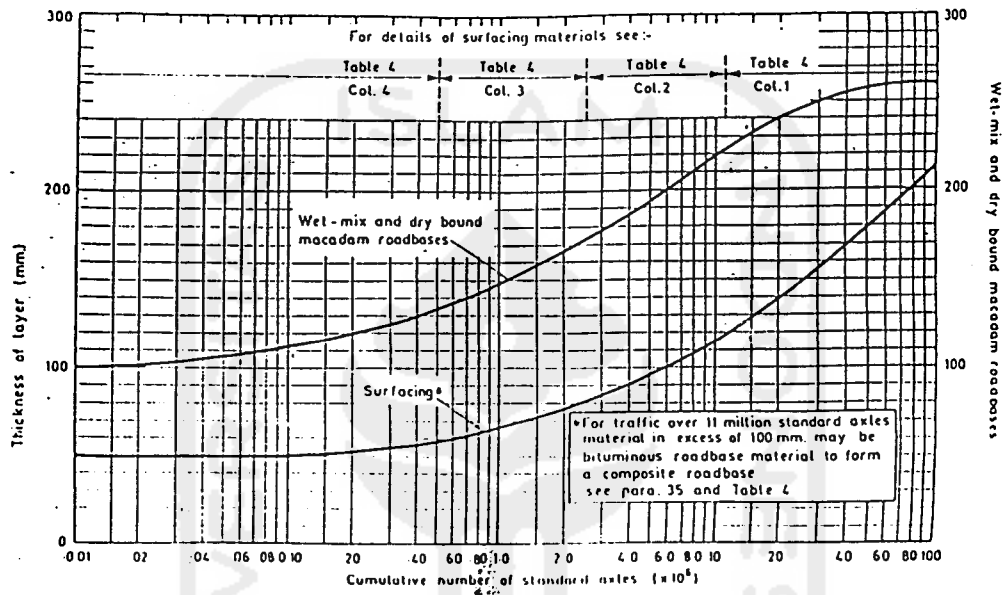
Gambar 3.3. Grafik hubungan antara tebal lapis pondasi atas yang menggunakan konstruksi makadan bergradasi rapat dengan jumlah beban standar kumulatif selama umur rencana.

Sumber : Road Note 29, Fig 8 , halaman 27.



Gambar 3.4. Grafik hubungan antara ketebalan lapis pondasi atas yang menggunakan konstruksi berupa beton ringan, tanah yang disementasi dan bahan butiran yang diikat dengan semen dengan jumlah beban standar kumulatif selama umur rencana.

Sumber : Road Note 29, Fig 9, halaman 28.



Gambar 3.5. Hubungan antara ketebalan lapis pondasi atas yang menggunakan konstruksi makadam basah dan kering dengan jumlah beban standar kumulatif selama umur rencana.

Sumber : Road Note 29, Fig 10, halaman 29.



B. METODA ROAD NOTE 31

Untuk menganalisis lapis keras dengan metoda ini mengacu pada *Determining the flexible pavement*. Untuk penentuan lapis keras beserta syarat-syaratnya sama dengan Road Note 29, baik itu untuk lapis pondasi bawah, pondasi atas, permukaan. Untuk tebalnya ditentukan berdasarkan beban standar kumulatif yang lewat. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3-6. Jika beban standar yang lewat lebih dari 2,5 juta maka tebal lapisan pondasi minimum adalah 150 mm (6 in) dengan 50 mm untuk lapis permukaan.

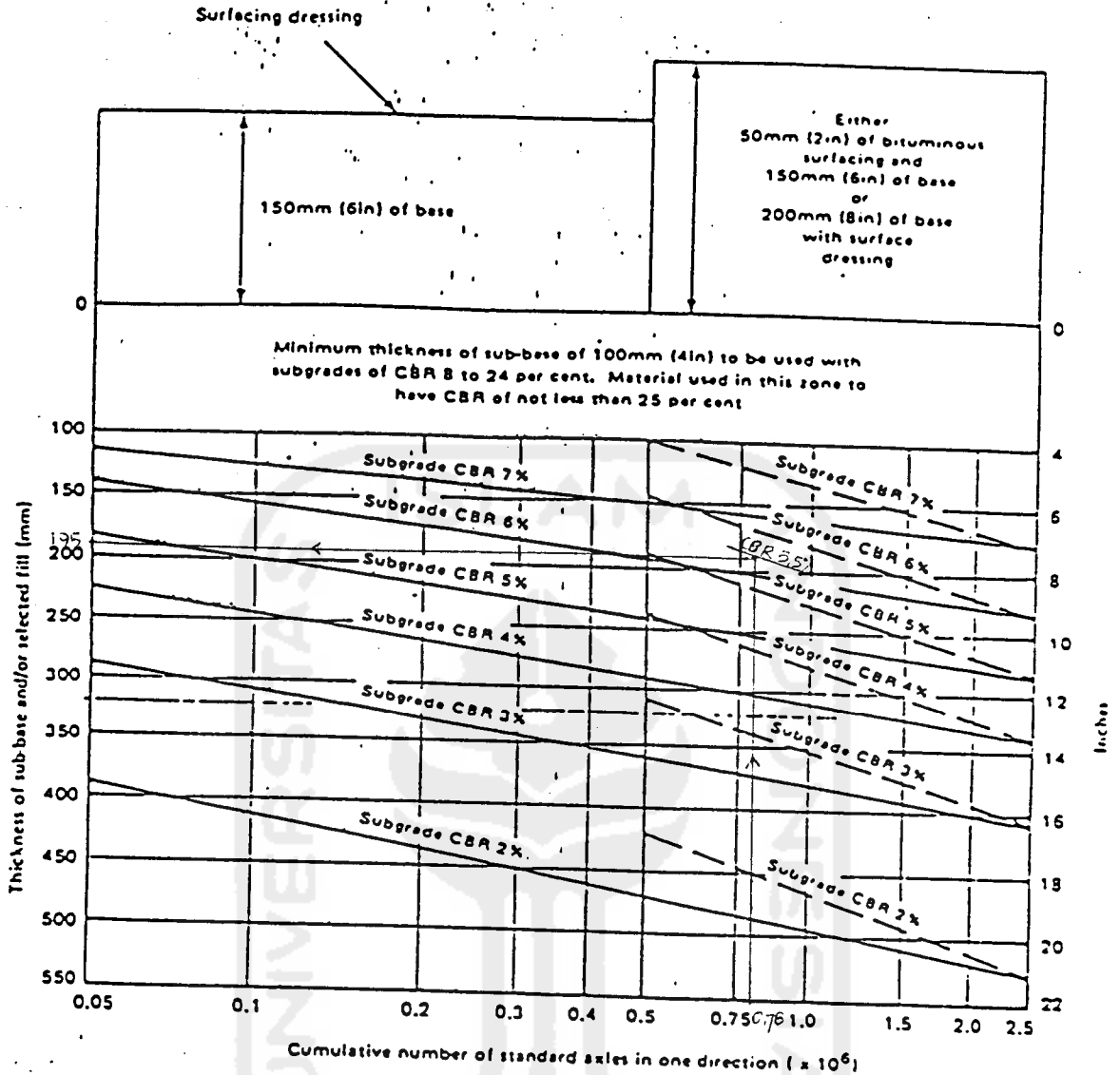
Pada umumnya untuk jalan-jalan yang menerima beban kendaraan komersial tidak lebih dari 300 per hari untuk dua arah pada awal konstruksi solusi yang paling hemat adalah memilih *double surface dressing* dengan base setebal 150 mm (6 in) dan penambahan 50 mm (2 in) lapisan aspal pada lapis permukaan beberapa tahun kemudian.

Dalam penghitungan jumlah beban standar kumulatif pada metoda Road Note 31 ini dipengaruhi oleh ekuivalen faktor yang gunanya untuk mengkonversikan angka dari kategori beban yang berbeda ke angka ekuivalen pada beban standar 8200 kg (18000 lb). Berbagai angka konversi untuk beban yang berbeda terdapat pada tabel.3.2.berikut ini :

Tabel.3.2. Faktor ekuivalen beban sumbu

| Beban Sumbu | | Faktor ekuivalen Road Note 31 | Faktor ekuivalen Road Note 29 |
|-------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|
| kg | lb | | |
| 910 | 2000 | 0,0002 | 0,0002 |
| 1810 | 4000 | 0,0025 | 0,0025 |
| 2720 | 6000 | 0,01 | 0,01 |
| 3630 | 8000 | 0,04 | 0,03 |
| 4540 | 10000 | 0,08 | 0,09 |
| 5440 | 12000 | 0,20 | 0,19 |
| 6350 | 14000 | 0,3 | 0,35 |
| 7260 | 16000 | 0,6 | 0,61 |
| 8160 | 18000 | 1,0 | 1,0 |
| 9070 | 20000 | 1,6 | 1,5 |
| 9980 | 22000 | 2,4 | 2,3 |
| 0890 | 24000 | 3,6 | 3,2 |
| 1790 | 26000 | 5,2 | 4,4 |
| 2700 | 28000 | 7,2 | 5,8 |
| 3610 | 30000 | 9,9 | 7,6 |
| 4520 | 32000 | 13,3 | 9,7 |
| 5430 | 34000 | 17,6 | 12,1 |
| 6320 | 36000 | 22,4 | 15,0 |
| 7230 | 38000 | 22,9 | 18,6 |
| 8140 | 40000 | 37,3 | 22,8 |
| 9070 | 42000 | 47 | |
| 9980 | 44000 | 58 | |
| 0880 | 46000 | 72 | |
| 1790 | 48000 | 87 | |

Sumber : Road Note 31, halaman 8.



If it is desired to provide at the time of construction a pavement capable of carrying more than 0.5 million standard axles, the designer may choose either a 150mm (6in) base with a 50mm (2in) bituminous surfacing or a 200mm (8in) base with a double surface dressing. For both of these alternatives, the recommended sub-base thickness is indicated by the broken line.

Alternatively, a base 150mm (6in) thick with a double surface dressing may be laid initially and the thickness increased when 0.5 million standard axles have been carried. The extra thickness may consist of 50mm (2in) of bituminous surfacing or at least 75mm (3in) of crushed stone with a double surface dressing. The largest aggregate size in the crushed stone must not exceed 19mm (¾in) and the old surface must be prepared by scarifying to a depth of 50mm (2in). For this stage construction procedure, the recommended thickness of sub-base is indicated by the solid line.

Gambar 3.6. Untuk mendapatkan tebal lapis pondasi bawah. pondasi atas, lapis permukaan.

Sumber : Road Note 31, halaman 9.

C. METODA AASHTO 1986

Metoda AASHTO 1986 merupakan revisi dari AASHTO 1972 dan 1981. AASHTO 1986 sudah mengalami perkembangan dengan melakukan penelitian yang lebih mendetail. Parameter yang digunakan pada metoda AASHTO 1986 juga mengalami banyak perubahan. Adapun langkah-langkah perencanaan tebal lapis keras pada AASHTO 1986 seperti berikut :

1. Batasan waktu
2. Beban lalu lintas dan tingkat pertumbuhan lalu lintas
3. Reliabilitas dan simpangan baku keseluruhan
4. Kondisi lingkungan
5. Kriteria kinerja jalan
6. Nilai modulus resilient tanah dasar
7. Faktor drainasi
8. Structural number (SN)
9. Memilih jenis lapisan perkerasan
- 10 Menentukan tebal masing-masing lapisan

1. Batasan waktu.

Batasan waktu meliputi pemilihan lamanya umur rencana dan umur kinerja jalan (performance periode). Umur kinerja jalan adalah masa pelayanan jalan dimana pada akhir masa pelayanan dibutuhkan rehabilitasi atau overlay. Umur rencana dapat sama atau lebih besar dari umur kinerja jalan.

2. Beban lalu lintas dan tingkat pertumbuhan lalu lintas.

Beban lalu lintas merupakan beban yang langsung mengenai permukaan lapis keras. Kerusakan suatu jalan sebagian besar disebabkan oleh beban lalu lintas yang bekerja pada jalan tersebut. Dengan diketahuinya beban lalu lintas dan tingkat pertumbuhan lalu lintas maka dapat ditentukan lintas ekuivalen kumulatif selama umur rencana dan selama umur kinerja jalan tersebut.

AASHTO 1986 mempergunakan rumus :

$$AE_{18KSAL} = 365 \times A_1 \times C_1 \times (1 + a)^{n'} \times \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right]$$

dengan :

AE_{18KSAL} = lintas ekuivalen kumulatif pada lajur rencana

A_1 = jumlah kendaraan untuk satu jenis kendaraan, dinyatakan dalam kendaraan/ hari/2 arah pada tahun perhitungan volume lalu lintas.

E_1 = angka ekuivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan.

C_1 = koefisien distribusi kendaraan pada lajur rencana.

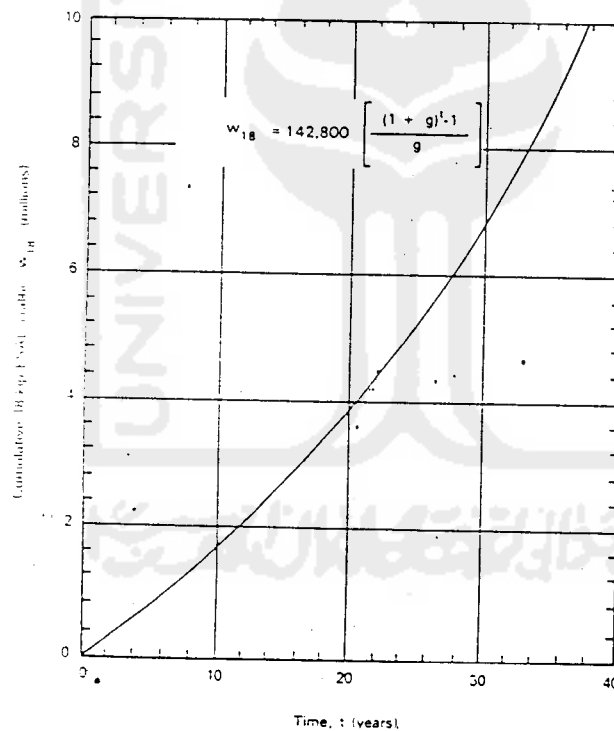
a = faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan dari perhitungan volume lalu lintas dilakukan sampai saat jalan tersebut dibuka.

n' = jumlah tahun dari saat diadakan perhitungan volume lalu lintas sampai jalan tersebut dibuka.

i = faktor pertumbuhan lalu lintas dari jalan tersebut dibuka sampai pada tahun pengamatan.

n = jumlah tahun pengamatan.

Besarnya AE18KSAL itu sebaiknya digambarkan dalam bentuk grafik yang merupakan hubungan antara AE18KSAL dan waktu. Hal ini berguna dalam perhitungan pengurangan masa pelayanan (performance periode) akibat kondisi lingkungan yang dilakukan dengan cara "trial and eror" (gambar 3.7.).



Gambar 3.7. Hubungan antara AE18KSAL dan jumlah tahun.

Sumber : Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO (1986).

3. Reliabilitas adalah nilai probabilitas dari kemungkinan tingkat pelayanan dapat dipertahankan selama masa pelayanan dipandang dari si pemakai jalan. Reliabilitas adalah nilai jaminan bahwa perkiraan beban lalu lintas yang akan memakai jalan tersebut dapat dipenuhi. Reliabilitas dinyatakan dalam tingkat reliabilitas.

Tingkat reliabilitas (level of reliability), R.

AASHTO 1986 Memberikan nilai R (tabel 3.3) berikut :

Tabel 3.3. Tingkat reliabilitas.

| Fungsi jalan | tingkat keandalan (R), % | |
|--------------|--------------------------|---------|
| | Urban | Rural |
| jalan tol | 85-99,9 | 80-99,9 |
| arteri | 80-99 | 75-95 |
| kolektor | 80-95 | 75-95 |
| lokal | 50-80 | 50-80 |

Sumber : Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO (1986).

Sebagai contoh jika tingkat reliabilitas adalah 0,90 untuk konstruksi perkerasan dimana selama umur rencana akan mengalami satu kali overlay (1 kali pembangunan baru + 1 kali overlay), maka reliabilitas untuk masing-masing tahap adalah $(0,90)^2 = 95\%$. Jika selama umur rencana akan mengalami 2 kali overlay (1 kali pembangunan baru + 2 kali overlay), maka reliabilitas untuk masing-masing tahap menjadi $(0,90)^{1/3} = 96,5\%$. Simpangan baku keseluruhan akibat dari perkiraan beban

lalulintas dan kondisi perkerasan yang dianjurkan oleh AASHTO 1986 adalah antara 0,35 - 0,45.

4. Kondisi lingkungan.

Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi masa pelayanan jalan tersebut. Faktor perubahan kadar air pada tanah berbutir halus memungkinkan tanah tersebut akan mengalami pengembangan (swelling) yang mengakibatkan kondisi daya dukung tanah dasar menurun. Besarnya pengembangan (swell) dapat diperkirakan dari nilai indeks plastis tanah tersebut. Pengaruh perubahan musim, perbedaan temperatur, kerusakan-kerusakan akibat lelahnya bahan, sifat material yang dipergunakan dapat pula mempengaruhi umur pelayanan jalan. Berarti terdapat pengurangan nilai indeks permukaan akibat kondisi lingkungan saja. Khusus untuk tanah dasar, hal ini dapat dikorelasikan dengan hasil penyelidikan tanah berupa boring, pemeriksaan laboratorium terhadap sifat-sifat tanah dari contoh tanah yang diperoleh pada waktu pemboran disepanjang jalan tersebut.

Besarnya penurunan indeks permukaan akibat pengembangan (swell) merupakan fungsi dari tingkat pengembangan (swell rate constant), kemungkinan pengembangan (swell probability), dan besarnya potensi merembes keatas (potential vertical rise).

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

dimana :

IP_{swell} = perubahan indeks permukaan akibat pengembangan tanah dasar.

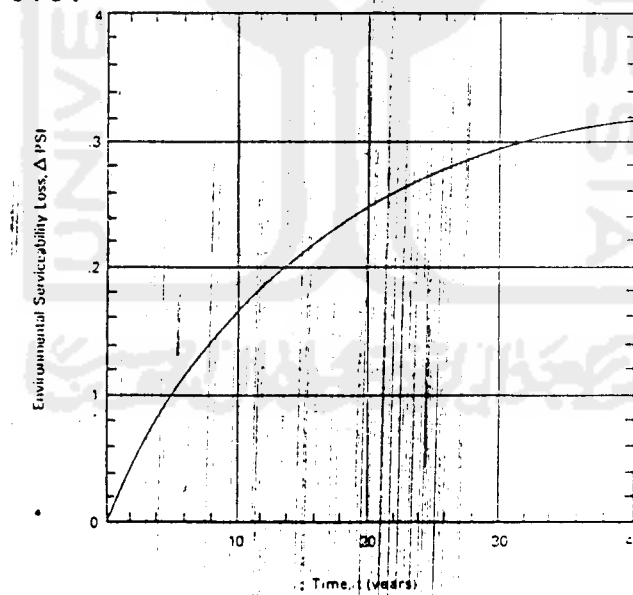
V_r = besarnya potensi merembes ke atas, dinyatakan dalam inch.

P_s = probabilitas pengembangan, dinyatakan dalam persen.

θ = tingkat pengembangan tetap.

t = jumlah tahun yang ditinjau, dihitung dari saat jalan tersebut dibuka untuk umum.

Besarnya penurunan akibat pengembangan digambarkan dalam bentuk grafik yang merupakan hubungan antara waktu (jumlah tahun) dan besarnya penurunan, seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Hubungan antara IP_{swell} dan jumlah tahun dari dari saat jalan tersebut dibuka.

Sumber : Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO (1986).

5. Kriteria kinerja jalan.

Kinerja jalan yang diharapkan dinyatakan dalam indeks permukaan pada awal umur rencana dan pada akhir umur rencana.

Contoh : IP Swell

untuk : $V_r = 1,3''$; $P_s = 80\%$; $\theta = 0,075$

6. Nilai modulus resilien tanah dasar, M_r , yang dapat diperoleh dari pemeriksaan AASHTO T274 atau korelasi dengan nilai CBR .

$M_r = 1500 \text{ CBR}$, dinyatakan dalam psi.

Pemeriksaan M_r sebaiknya dilakukan selama 1 tahun penuh sehingga dapat diperoleh besarnya M_r sepanjang musim dalam setahun. Besarnya kerusakan relatif dari setiap kondisi tanah dasar dapat dihitung dengan mempergunakan rumus sbb :

$$u = 1,18 \times 10^6 \times M_r^{-2.32}$$

dimana :

u = kerusakan relatif

M_r = modulus resilient, dinyatakan dalam psi

Modulus resilient efektif untuk tanah dasar yang dipergunakan dalam perencanaan tebal perkerasan adalah harga korelasi yang diperoleh dari kerusakan relatif rata-rata dalam setahun (tabel 3.4.)

Tabel 3.4. Data Perencanaan Jalan Tol Jakarta-Merak, tahap ke II.

| Bulan | Mr (psi) | Kerusakan relatif, J |
|------------|----------|------------------------|
| Jan. | 5,000 | 0,307 |
| Feb. | 5,000 | 0.307 |
| Mar. | 5,000 | 0.307 |
| Apr. | 5,000 | 0.307 |
| May | 6,500 | 0.167 |
| June | 6,500 | 0.167 |
| July | 6,500 | 0.167 |
| Aug. | 6,500 | 0.167 |
| Sept. | 6,500 | 0.167 |
| Oct. | 6,500 | 0.167 |
| Nov. | 5,000 | 0.307 |
| Des. | 5,000 | 0.307 |
| $\sum u =$ | | 2.844 |



$$U \text{ rata }^2 = \frac{\sum u}{n} = \frac{2.844}{12} = 0.237$$

$$\text{Mr efektif untuk perencanaan} = 5700 \text{ psi}$$

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman (1992).

7. Faktor drainasi.

Sistim drainasi dari jalan sangat mempengaruhi kinerja jalan tersebut. Tingkat kecepatan pengeringan air yang jatuh/terdapat pada konstruksi jalan raya bersama-sama dengan beban lalu lintas dan kondisi permukaan jalan sangat mempengaruhi umur pelayanan jalan.

AASHTO 1986 membagi kualitas drainasi ini menjadi lima tingkat seperti pada tabel 3.5.

Tabel 3.5. Pembagian kualitas drainasi

| Kualitas drainasi | Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan air |
|-------------------|--|
| Baik sekali | 2 jam |
| Baik | 1 hari |
| Cukup | 1 minggu |
| Buruk | 1 bulan |
| Buruk sekali | Air tak mungkin dikeringkan |

Sumber : Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO (1986).

Berdasarkan kualitas dari drainasi pada lokasi jalan tersebut maka dapatlah ditentukan koefisien drainase dari lapisan perkerasan lentur. AASHTO 1986 memberikan daftar koefisien drainasi seperti pada tabel 3.6.

Tabel 3.6. Daftar koefisien drainasi.

| Kualitas Drainase | Persen waktu perkerasan dalam keadaan lembab-jenuh | | | |
|-------------------|--|-----------|-----------|------|
| | < 1 | 1-5 | 5-25 | > 25 |
| Baik sekali | 1,40-1,35 | 1,35-1,30 | 1,30-1,20 | 1,20 |
| Baik | 1,35-1,25 | 1,25-1,15 | 1,15-1,00 | 1,00 |
| Cukup | 1,25-1,15 | 1,15-1,05 | 1,00-0,80 | 0,80 |
| Buruk | 1,15-1,05 | 1,05-0,80 | 0,80-0,60 | 0,60 |
| Buruk sekali | 1,05-0,95 | 0,95-0,75 | 0,75-0,40 | 0,40 |

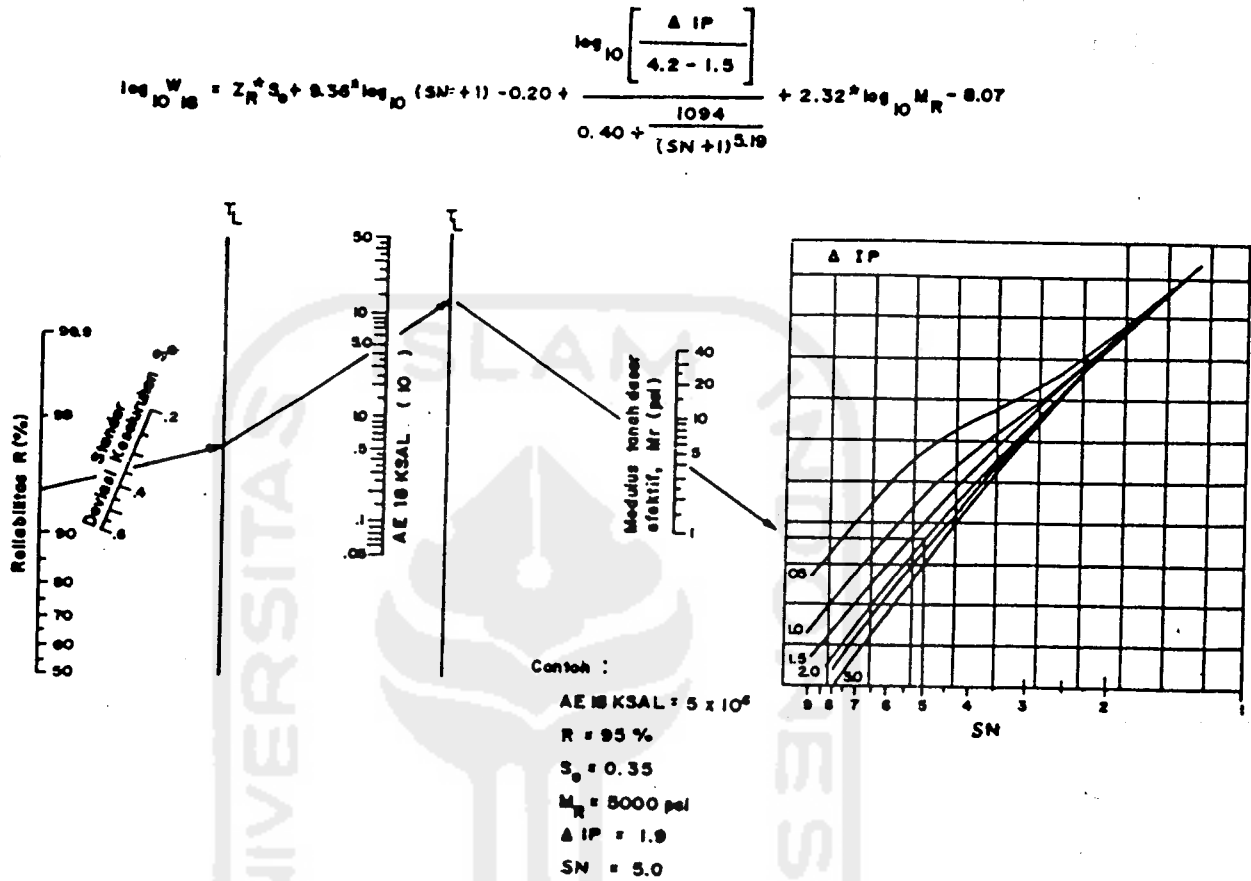
Sumber : Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO (1986).

8. Structural number (SN)

Menentukan SN tahap pertama dengan mempergunakan



nomogram seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. : Penentuan SN

Sumber : Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO (1986). halaman II - 35.

Untuk SN dengan asumsi tidak terdapat penurunan IP akibat swelling berarti SN untuk umur kinerja jalan maksimum. Karena terdapat penurunan IP akibat swelling, umur kinerja jalan (performance periode) berkurang sehingga tidak lagi sama dengan umur kinerja jalan maksimum. Lapisan tambahan harus dilaksanakan sebelum

umur kinerja jalan yang direncanakan (= umur kinerja jalan maksimum) untuk tahap pertama selesai. Sedangkan untuk memperkirakan umur kinerja jalan akibat beban lalu lintas dan pengembangan adalah dengan cara trial and error, yaitu sebagai berikut :

1. Memperkirakan umur kinerja jalan (performance periode) akibat beban lalu lintas dan pengembangan, a tahun, (besarnya lebih kecil dari umur kinerja jalan maksimum).
2. Menentukan besarnya penurunan IP (= Δ IP swell) selama a tahun dengan mempergunakan rumus :
$$IP\ swell = 0,00335 \cdot V_r \cdot P_s \cdot (1 - e^{at})$$
3. Menentukan besarnya penurunan IP (= Δ IP) akibat beban lalu lintas dan pengembangan (swell) selama umur kinerja jalan.
$$IP = IP_o - IP_t - IP_{swell}$$
4. Menentukan AE18KSAL dengan mempergunakan nomogram pada gambar 3.9. yang terdahulu. Untuk IP memasukan hasil perhitungan langkah nomor 3 diatas.
5. Menentukan berapa lama besarnya AE18KSAL yang diperoleh pada langkah 4 juga dengan persamaan:

$$AE18KSAL = 365 \times A_1 \times E_1 \times C_1 \times (1+a)^n \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

Angka yang diperoleh pada langkah 5 ini harus \pm sama dengan langkah 1. Perhitungan dapat dilakukan dengan mempergunakan tabel 3.7 dibawah ini.

Tabel 3.7. Cara penentuan SN.

SN awal =

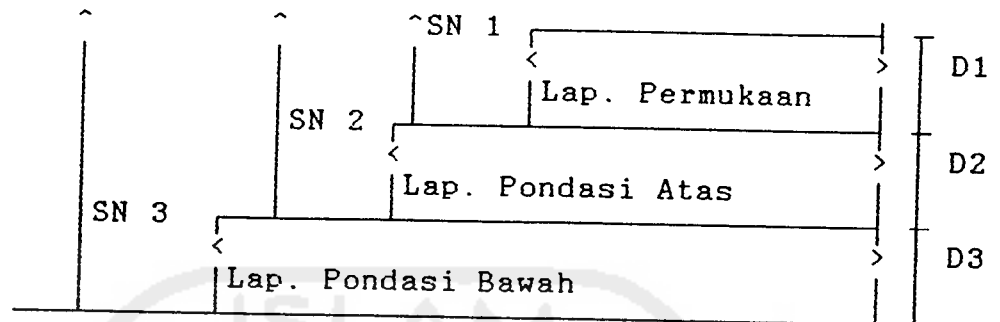
Umur kinerja jalan maksimum = tahun

IP perencanaan = $IP_o - IP_t = c$

| Iterasi No | Perkiraan umur kinerja jalan (tahun) | IPswell | IP akibat beban lalu - lintas | AEISKSGAL | Perkiraan umur kinerja jalan (tahun) |
|------------|--------------------------------------|---------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | a | b | c-b | dengan gambar 3.9 | dengan gambar 3.7 |

Sumber : Guide for Design of pavement Structures, AASHTO (1986).

9. Memilih jenis lapisan perkerasan yang akan dipergunakan. Menentukan besarnya koefisien relatif dan modulus resilient dari lapis permukaan, lapis pondasi atas, dan lapis pondasi bawah yang akan dipergunakan.
- 10 Menentukan tebal masing-masing lapisan dengan mempergunakan rumus sebagai berikut :



Tanah Dasar
 Gambar 3.10. Ketebalan masing-masing lapisan.
 Sumber : Guide for Design Pavement of Structures, AASHTO (1986).

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1 = a_1 D_1 \geq SN_1$$

$$D_2 \geq (SN_2 - SN_1) / a_2 \quad m_2$$

$$SN_2 + SN_2 \geq SN_1$$

$$D_3 \geq \{ SN_3 - (SN_1 + SN_2) \} / a_3 \quad m_3$$

IV CARA ANALISIS

A. METODELOGI ANALISIS

Penelitian yang dilakukan ini merupakan sebuah penelitian tentang tebal lapis keras pada jalan arteri Lingkar Selatan yang menggunakan metoda Road Note 29 dan 31 serta AASHTO 1986. Dalam mengambil metoda AASHTO 1986 ini, dengan mempertimbangkan adanya parameter-parameter terbaru diharapkan lebih teliti dalam menganalisa di lapangan.

B. PENGUMPULAN DATA

Untuk memperoleh data ini diadakan penelitian baik itu di Lapangan maupun di laboratorium. Dalam analisis ini sebenarnya ada dua macam data yang digunakan yaitu data primer dan data skunder. Data primer yaitu data yang diperoleh dari penelitian yang diperoleh oleh peneliti di lapangan. Sedangkan data sekunder yaitu data yang diperoleh langsung dari Dinas Pekerjaan Umum Daerah Istimewa Yogyakarta dan instansi yang terkait.

Karena ke- terbatasan waktu maka peneliti hanya menggunakan data dari Dinas Pekerjaan umum dan instansi yang terkait.

Data yang digunakan dalam analisis perhitungan lapis keras jalan lingkar selatan ini adalah :

1. Data dari jalan termasuk di dalamnya adalah kelas jalan, kecepatan rencana, lebar jalan jumlah arah dan jalur jalan dan geometrik dari jalan tersebut.
2. Data lalu lintas yang melalui jalan tersebut yang dikenal dengan lalu lintas harian rata-rata(LHR).
3. Umur rencana dari jalan tersebut.
4. Data tanah dasar, yaitu CBR dari tanah dasar jalan tersebut.
5. Data lingkungan yang dikenal dengan faktor regional.
6. Jenis dan koefisien distribusi dari kendaraan yang melalui jalan tersebut.
7. Koefisien relatif dari bahan material yang digunakan pada jalan tersebut untuk tiap-tiap lapis.
8. Indek permukaan dari jalan tersebut, baik indik permukaan pada awal umur rencana maupun indik permukaan pada akhir umur rencana.

C. ANALISA DATA

Setelah semua data di atas telah terkumpul maka selanjutnya dilakukan proses analisis perhitungan tebal lapis perkerasan yang meliputi subgrade, subbase, base dan surface course dengan menggunakan metoda AASHTO 1986 dan metoda Road Note 29 dan 31.

V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. ANALISIS

a. Data lalulintas

Data lalulintas yang diperoleh dari Dirjen Bina Marga seperti tabel 5.1. dibawah ini :

Tabel 5.1. Data lalulintas tahun 1988 dan tahun 1992.

| Jenis kendaraan | Jml kend.Th. 1988 | Th. 1992 |
|------------------|-------------------|----------|
| Kendaraan ringan | 770 | 935,9 |
| Bus 8 ton | 228 | 277,13 |
| Truk 13 ton | 175 | 212,7 |
| Truk 20 ton | 55 | 66,85 |
| Truk 30 ton | 39 | 47,4 |
| Jumlah | 1267 | 1539,98 |

Sumber : Disain final jalan arteri Lingkar Selatan Yogyakarta.

b. Untuk data lainnya dalam perhitungan terdapat pada lampiran.

1. Analisa metoda AASHTO 1986

Perhitungan diambil dari data ruas jalan Imogiri - Kota Gede bagian dari jalan arteri Lingkar Selatan. Data dari hasil survei bagian perencanaan Dirjen Bina Marga Yogyakarta. Konstruksi dengan umur rencana 10 tahun, sedangkan diasumsikan rencana periode analisis konstruksi tersebut dengan dua tahap. Perkiraan tahap pertama 8 tahun, dihitung umur aktual tahap pertama dengan memperhitungkan pengaruh pengembangan tanah dasar ΔPSI_{sw} yang mengurangi PSI menjadi PSI_{TR} , pada kondisi SN

untuk 8 tahun. Setelah diperoleh umur aktual maka selisih antara periode analisis dan umur aktual adalah umur tahap kedua.

Data-data :

- Periode analisis : 10 tahun
- Angka pertumbuhan lalu lintas (g) : 5 % pertahun
- Data lalu lintas awal :
 - Kendaraan ringan = 770 kend./hari/2 jurusan
 - Bus 8 ton = 228 kend./hari/2 jurusan
 - Truk 13 ton = 175 kend./hari/2 jurusan
 - Truk 20 ton = 55 kend./hari/2 jurusan
 - Truk 30 ton = 39 kend./hari/2 jurusan
- Jumlah lajur : 2 (per arah)
- Tingkat pelayanan akhir : 2,5
- Fungsi jalan : Urban
- Klasifikasi jalan : Arteri
- Tanah Dasar : CBR = 5,5% (CBR rencana)
: Indeks Plastisitas=20,24

Data-data yang diasumsikan :

- Tingkat pelayanan awal (P_o) : 4,2 (lapis permukaan beton aspal)
- Keandalan (R) :
- * Jalan arteri, urban diambil 90 % (Tabel 3.3.)
- * Untuk 2 tahap (perkerasan awal dan 1 kali overlay), maka $0,9^{1/2} = 95 \%$
- * Z_r (simpangan normal baku) untuk $R = 95 \%$ adalah -1,645 (Tabel 5.2.)

Tabel 5.2. Nilai simpangan normal baku berdasarkan keandalan

| Reliabilitas, R (%) | Simpangan Normal Baku, Zr |
|------------------------|------------------------------|
| 50 | -0.000 |
| 60 | -0.253 |
| 70 | -0.524 |
| 75 | -0.674 |
| 80 | -0.841 |
| 85 | -1.037 |
| 90 | -1.282 |
| 91 | -1.340 |
| 92 | -1.405 |
| 93 | -1.476 |
| 94 | -1.555 |
| 95 | -1.645 |
| 96 | -1.751 |
| 97 | -1.881 |
| 98 | -2.054 |
| 99 | -2.327 |
| 99,9 | -3.090 |
| 99,99 | -3.750 |

Sumber : AASHTO (1986), Tabel 4.1., halaman I-62

- Koefisien drainasi (m)

* Diambil 0,8 untuk keadaan drainasi cukup dan waktu perkerasan dalam keadaan lembab sampai jenuh > 25% (Tabel 3.6.)

- Standar deviasi keseluruhan (So) :

* Untuk perencanaan antara 0,4 - 0,5 , diambil 0,45, menurut AASHTO 1986 Bagian I Bab 4 Subbab 4.3. Halaman I - 62.

- Tanah dasar :

$$* Mr = 1500 \times CBR = 1500 \times 5,5 = 8250 \text{ psi}$$

Menurut persamaan 1.5.1. AASHTO 1986, halaman I-14

a). Analisis lalulintas :

Dengan asumsi $SN_{awal} = 3,3$ dan $Pt = 2,5$ dihitung jumlah kendaraan ekuivalen untuk tahun pertama seperti ditunjukkan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3. Jumlah kendaraan ekuivalen.

| Jenis kendaraan | Jml Kend. Thn I (A) | Faktor ekivalen (B) | Jml Kend. Thn. I (C) |
|--|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Kend. Ringan (2,24+2,24)kip =(1+1)t | 281050 | 0,0010 | 345 |
| Bus 8 ton (6,7+11,2)kip = (3+5)t | 83220 | 0,1605 | 16158 |
| Truk 13 ton (11,2+17,9)kip =(5+8)t | 63875 | 1,1200 | 7726 |
| Truk 20ton (13,4+31,4)kip =(6+2.7)t | 20075 | 1,0520 | 23614 |
| Truk 30 ton (13,4+31,4+(2.11,2)) kip = (6+2.7+2.5)t | 14235 | 1,3320 | 23191 |

W Total = 140514

Keterangan :

(A) Lalu lintas awal x 365 (1 tahun = 365 hari)

(B) Faktor ekuivalensi beban sumbu tunggal dan ganda untuk perkerasan lentur dan $Pt = 2.5$ (lampiran A dan B)

(C) A x B

Faktor distribusi arah (D_D) = 50 %, faktor distribusi lajur (D_L) = 100% (2 lajur, seperti pada lampiran C).

Sehingga pengulangan kumulatif 18-kip ESAL per arah pada lajur rencana tahun pertama :

$$\begin{aligned}
 W_{18} &= D_D \times D_L \times W_{18} \\
 &= 0,5 \times 1,0 \times 140514 \\
 &= 70257 \text{ 18-kip ESAL} \\
 &= 0,70 \times 10^5 \text{ 18-kip ESAL}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan pengulangan beban dalam perencanaan fungsi waktu, dibuat gambar prakiraan kumulatif pengulangan 18-kip ESAL dalam periode analisis, (gambar 3.7.) yang diperoleh dari persamaan :

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

$$W_{18t} = 0,7 \times 10^5 \left[\frac{(1+0,05)^t - 1}{0,05} \right]$$

Dengan :

W_{18t} = Kumulatif pengulangan 18-kip ESAL perarah pada lajur rencana fungsi waktu.

W_{18} = Kumulatif pengulangan 18-kip ESAL perarah pada lajur rencana pada tahun pertama.

t = Waktu (tahun)

g = Angka pertumbuhan lalulintas = 5 %
Tabel 5.4. Kumulatif 18-kip ESAL terhadap waktu.

| x | y |
|----|-------------|
| 0 | 0,0000 |
| 1 | 70257,0000 |
| 2 | 143500,0000 |
| 3 | 220875,0000 |
| 4 | 301708,7499 |
| 5 | 386794,1874 |
| 6 | 476133,8968 |
| 7 | 569940,5916 |
| 8 | 668437,6212 |
| 9 | 771859,5023 |
| 10 | 880452,4774 |



Keterangan :

x adalah waktu (tahun)

y adalah kumulatif 18-kip beban ekuivalen sumbu tunggal per arah pada lajur rencana.

b). Prakiraan Periode Perencanaan

Diprakirakan periode perencanaan konstruksi tahap pertama dari perkerasan awal = 8 tahun, dihitung SN maksimum selama periode perencanaan. Untuk menghitung SN dengan persamaan sebagai berikut, dengan diketahui :

$$R = 95 \% , Z_r = -1,645$$

$$S_o = 0,45$$

$$W (8 \text{ tahun}) \text{ dari Gambar 3.7.} = 0,75 \times 10^6 \text{ 18-kip ESAL.}$$

$$M_r = 8250 \text{ psi}$$

$$PSI = P_o - P_t = 4,2 - 2,5 = 1,7$$

Dari persamaan diatas diperoleh SN maks = 3,376

c). Pengaruh Pengembangan Tanah Dasar

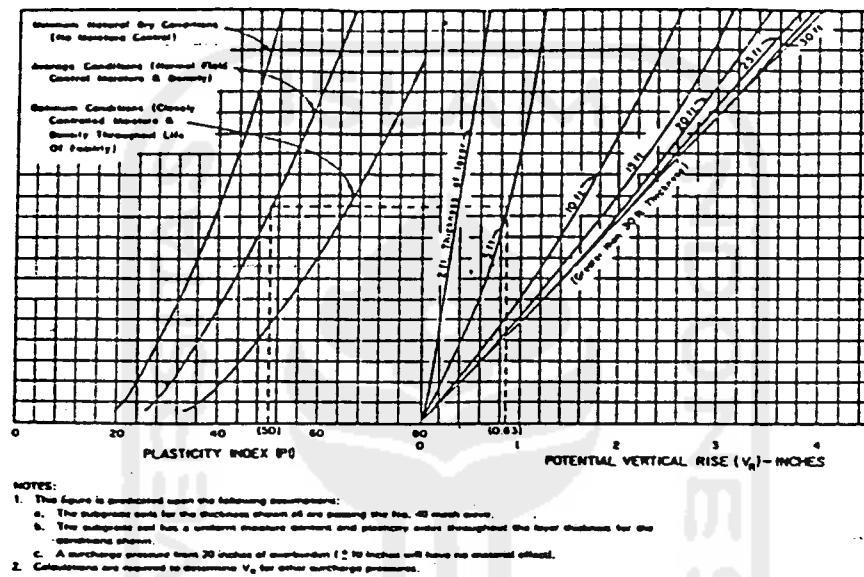
Dihitung pengaruh pengembangan tanah dasar yang menyebabkan berkurangnya tingkat pelayanan.

Diketahui :

$$\text{Ketebalan badan jalan} = 49 \text{ cm}$$

$$\text{Indek Plastisitas} = 20,24$$

Dari gambar 5.1. diperoleh potensi pengembangan vertikal (V_R) = 0.74 inches.



Gambar 5.1. Potensi pengembangan vertikal

Sumber AASHTO 1986, gb G.3. hal G-4.

Swell Rate Constant (θ) = 0,07 untuk $PI > 20$, menurut AASHTO hal H-4.

Dari persamaan :

$$\Delta PSI_{SW} = 0,00335 V_R P_S (1 - e^{-\theta t})$$

dibuat gambar ΔPSI_{SW} fungsi waktu, dengan $P_S = 80\%$.
(Timbunan tanah dasar 80%, diasumsikan mempunyai swelling yang sama)

Hasil perhitungan ΔPSI_{SW} ditabelkan :

Tabel 5.5. ΔPSI_{sw} Terhadap Waktu

| x | y | x | y |
|-----|--------|-----|--------|
| 0 | 0,0000 | 5,5 | 0,0634 |
| 0,5 | 0,0068 | 6 | 0,0680 |
| 1 | 0,0134 | 6,5 | 0,0725 |
| 1,5 | 0,0198 | 7 | 0,0768 |
| 2 | 0,0259 | 7,5 | 0,0810 |
| 2,5 | 0,0318 | 8 | 0,0850 |
| 3 | 0,0376 | 8,5 | 0,0889 |
| 3,5 | 0,0431 | 9 | 0,0927 |
| 4 | 0,0484 | 9,5 | 0,0963 |
| 4,5 | 0,0536 | 10 | 0,0998 |
| 5 | 0,0586 | | |

Keterangan :

x adalah waktu (tahun)

y adalah ΔPSI_{sw}

d). Perhitungan Umur Aktual

Dicari umur yang aktual karena pengaruh swelling untuk menentukan kapan overlay akan dilakukan, diketahui :

$$SN_{awal} = 3,376$$

$$\text{Maksimum periode perencanaan} = 10 \text{ tahun}$$

$$PSI = 1,7$$

Tabel 5.6. Perhitungan Umur Aktual

| iterasi | taksiran tahun perenc. aktual | PSI_{sw} | PSI_{TR} | kumulatif pengulangan beban yang diijinkan | tahun perenc. yang sesuai |
|---------|-------------------------------|------------|------------|--|---------------------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| 1 | 6 | 0,0680 | 1,6320 | 687793,205 | 8,03 |
| 2 | 7 | 0,0768 | 1,6232 | 683741,109 | 8,02 |
| 3 | 7,5 | 0,0810 | 1,6190 | 681807,872 | 8,01 |

Keterangan :

(2) Taksiran tahun perencanaan aktual.

(3) Taksiran nilai ΔPSI_{sw} berdasarkan tahun pada (2) memakai gambar 3.8.

(4) $PSI - (3)$

(5) Kumulatif pemulangan beban yang diijinkan dari persamaan

$$\log_{10} W_{18} = Z_r \times S_o + 9,36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{1094} + 2,32 \times \log_{10} M_r - 8,07$$

$$0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}$$

dengan data seperti penentuan SN_{maks} kecuali PSI diganti dengan (4).

(6) Memakai gambar 3.8. dengan (5) dicari tahun perencanaan yang sesuai.

Dari iterasi diperoleh tahun aktual = 8,0 tahun dengan $W = 6,68 \times 10^5$ 18-kip ESAL. Sehingga tahap kedua = 2,0 tahun, dengan $W = 1,44 \times 10^5$ 18-kip ESAL.

e). Perencanaan Ketebalan Lapisan Perkerasan Awal

Untuk konstruksi tahap pertama dengan umur 8,0 tahun, dipakai pendekatan analisis lapisan untuk menentukan ketebalan lapisan.

Perkerasan terdiri dari tiga lapis dengan jenis perkeran yang dipakai sebagai berikut :

Lapisan permukaan beton aspal :

$$E = 400000 \text{ psi } a_1 = 0.42$$

Lapisan pondasi atas batu pecah kelas A :

$$E = 30000 \text{ psi } a_2 = 0.14$$

Lapisan pondasi bawah agregat kelas B :

$$E = 11000 \text{ psi } a_3 = 0.08$$

Perhitungan Ketebalan masing-masing lapisan :

Lapis permukaan :

$$R = 95\%, \quad S_o = 0.45, \quad W (8 \text{ thn}) = 6,68 \cdot 10^5 \text{ 18-kip ESAL}$$

$$\text{Pondasi atas } 30000 \text{ psi}, \quad \text{PSI}_{\text{TR}} = 1,619$$

$$\text{Dari persamaan diperoleh } \text{SN}_1 = 1,35$$

Ketebalan Beton Aspal :

$$\begin{aligned} D^*_1 &= \text{SN}_1 / a_1 \\ &= 1,35 / 0,42 \\ &= 3,214 \text{ in} = 8,16 \text{ cm} \rightarrow 85 \text{ mm} = 3,35 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SN}^*_1 &= a_1 D^*_1 \\ &= 0,42 \times 3,35 \\ &= 1,407 > \text{SN}_1 = 1,35 \end{aligned}$$

Lapis Pondasi Atas :

Dengan data yang sama kecuali E pondasi bawah = 11000 psi diperoleh $\rightarrow \text{SN}_2 = 2.25$

Ketebalan Batu Pecah kelas A (CBR 95%):

$$\begin{aligned} D^*_2 &= (\text{SN}_2 - \text{SN}^*_1) / (a_2 m_2) \\ &= (2,25 - 1,407) / (0,14 \times 0.8) \\ &= 7,53 \text{ in} = 19,1 \text{ cm} \rightarrow 195 \text{ mm} = 7,68 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SN^*_2 &= a_2 D^*_1 \times m_2 \\
 &= 0,14 \times 7,68 \times 0,8 \\
 &= 0,860
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SN^*_1 + SN^*_2 &> SN_2 \\
 1,407 + 0,860 &= 2,267 > 2,25
 \end{aligned}$$

Lapis pondasi bawah :

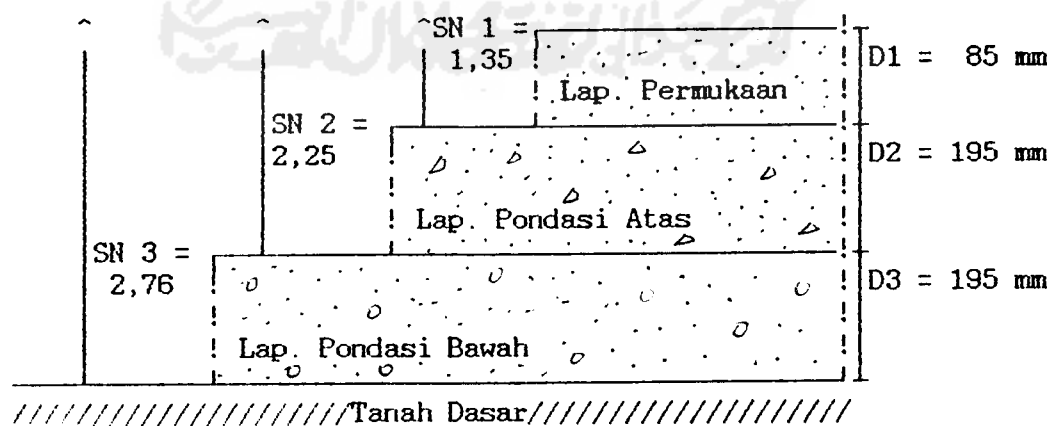
Ketebalan agregat kelas B (CBR 100%) :

$$\begin{aligned}
 D^*_3 &= (SN_3 - (SN^*_2 + SN^*_1)) / (a_3 \times m_3) \\
 &= (3,376 - (0,860 + 1,407)) / (0,08 \times 0,8) \\
 &= 7,5 \text{ in} = 19,05 \text{ cm} \rightarrow 195 \text{ mm} = 7,68 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SN \text{ Total} &= 0,42 \times 3,35 + 0,14 \times 7,68 \times 0,8 + 0,08 \times \\
 &\quad 7,68 \times 0,88 \\
 &= 2,76
 \end{aligned}$$

Sehingga didapat :

| | | |
|---------------------------|---|--------|
| Tebal lapis permukaan | = | 85 mm |
| Tebal lapis pondasi atas | = | 195 mm |
| Tebal lapis pondasi bawah | = | 195 mm |
| | | 475 mm |



Gambar 5.2. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metoda AASHTO 1986

2. Metoda Road Note 29

Berdasarkan LHR awal umur rencana pada tahun 1992 sesuai pada tabel 5.1.

| | | |
|--|---|-----------|
| - Kendaraan ringan 2 ton (1 t + 1 T) | | |
| = (2,24 + 2,24)kip | = | 770 |
| - Bus 8 ton (3 T + 5 T) | | |
| = (6,7 + 11,2)kip | = | 228 |
| - Truk 13 ton (5 T + 8 T) | | |
| = (11,2 + 17,9)kip | = | 175 |
| - Truk 20 ton (6 T + 2.7 T) | | |
| = (13,4 + 31,4)kip | = | 55 |
| - Truk 30 ton (6 T + 2.7 T + 2.5 T) | | |
| = (13,4 + 31,4 + 2.11,2)kip | = | 39 |
| | | + 1267 |

Untuk mendapatkan beban standart kumulatif selama umur rencana, Kendaraan diatas dikelompokan berdasarkan beban sumbu masing-masing kendaraan. Dibawah ini akan dijelaskan pengelompokan dan jumlah beban sumbu yang melewati jalan lingkar selatan selama umur rencana.

Beban 1 T : ada 2 buah yang berasal dari kendaraan

$$\text{ringan 2 T (1 T + 1 T) = (2,24 + 2,24)kip.}$$

Beban 3 T : ada satu buah yang berasal dari bus 8 T

$$(3 T + 5 T) = (6,7 + 11,2)kip.$$

Beban 5 T : ada 4 buah yang berasal dari 8 T

$$(3 T + 5 T) = (6,7 + 11,2)kip, \text{ truk 13 T}$$

$$(5 T + 8 T) = (11,2 + 17,9)kip, \text{ dan truk 30T}$$

$$(6 T + 2.7 T + 2.5 T) = (13,4. + 31,4 +$$

$$22,4)kip$$

Beban 6 T : ada 2 buah yang berasal 1 dari truk 30 T
 $(6 T + 2.7 T + 2.5 T) = (13,4 + 31,4 + 22,4)$ kip dan 1 dari truk 20 T $(6 T + 2.7 T)$
 $= (13,4 + 31,4)$ kip.

Beban 7 T : ada 4 buah yang berasal 2 dari truk 30 T
 $(6 T + 2.7 T + 2.5 T) = (13,4 + 31,4 + 22,4)$
 kip dan 2 dari truk 20 T $(6 T + 2.7 T) =$
 $(13,4 + 31,4)$ kip.

Beban 8 T : ada 1 buah yang berasal dari kendaraan 13 T
 $(5 T + 8 T) = (11,2 + 17,9)$ kip.

Setelah dikelompokkan seperti di atas, untuk mendapatkan beban standart kumulatif dalam satu hari jumlah masing sumbu tersebut dikalikan dengan faktor ekuivalen seperti rumus dibawah ini :

$$\text{Cumulatif standart axle load} = A \cdot \Sigma B \cdot E$$

Dimana :

A = jumlah sumbu.

ΣB = jumlah jenis sumbu yang lewat dalam satu hari

E = Ekuivalent faktor.

maka dalam perhitungan didapat :

| | | |
|-----------|--|------------|
| - 1000 kg | : 2 . 770 . 0,0023 | = 3,542 |
| - 3000 kg | : 1 . 228 . 0,0308 | = 7,0224 |
| - 5000 kg | : (1.(175) + 1.(228 + 2 (39,4)).0,1387 | = 66,7147 |
| - 6000 kg | : 1. (55) + 1.(39) . 0,2385 | = 22,419 |
| - 7000 kg | : 2. (55) + 2.(39) . 0,3857 | = 72,5118 |
| - 8000 kg | : 1. 175.0,6711 | = 117,4425 |
| | | <hr/> |
| | | = 289,6522 |

Jadi jumlah kumulatif beban standart dalam satu hari pada awal umur rencana adalah 289,6522. Untuk mendapatkan beban standart selama umur rencana sebenarnya bisa digunakan gambar 2.2 dan 2.3. Tetapi untuk lebih telitinya digunakan cara analitis seperti hitungan dibawah ini :

| | | | |
|----------|----------------------------|-------|---------------|
| 289,6522 | (1 + 0,05) ¹ | x 365 | = 111009,2057 |
| 289,6522 | (1 + 0,05) ² | x 365 | = 226559,6659 |
| 289,6522 | (1 + 0,05) ³ | x 365 | = 122387,6492 |
| 289,6522 | (1 + 0,05) ⁴ | x 365 | = 128507,0317 |
| 289,6522 | (1 + 0,05) ⁵ | x 365 | = 134932,3833 |
| 289,6522 | (1 + 0,05) ⁶ | x 365 | = 141679,0024 |
| 289,6522 | (1 + 0,05) ⁷ | x 365 | = 148762,9526 |
| 289,6522 | (1 + 0,05) ⁸ | x 365 | = 156201,1002 |
| 289,6522 | (1 + 0,05) ⁹ | x 365 | = 164011,1552 |
| 289,6522 | (1 + 0,05) ¹⁰ | x 365 | = 172211,7129 |
| | | | <hr/> |
| | | | = 1396261,859 |

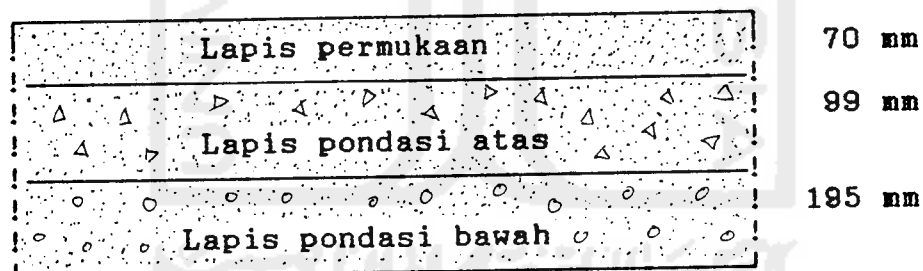
Jadi beban standar kumulatif selama 10 tahun adalah 1396261,859

Berdasarkan :

- Beban standar kumulatif = 1396261,859
- CBR tanah dasar = 5,5 %
- Bahan yang digunakan untuk lapis pondasi atas adalah batu pecah.

Tebal lapis keras dapat kita cari dengan menggunakan gambar 2.1. dan 2.2. maka didapat :

| | | |
|-----------------------------|-----|----|
| Tebal lapis pondasi bawah = | 195 | mm |
| Tebal lapis pondasi atas = | 99 | mm |
| Tebal lapis permukaan = | 70 | mm |
| tebal total = | 364 | mm |



Gambar 5.3. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metoda road note 29

3. Metoda Road Note 31

Berdasarkan LHR pada awal umur rencana yaitu tahun 1988, seperti yang terdapat pada tabel 5.1 untuk semua jenis kendaraan berjumlah 1267 buah, karena pada jalan lingkar selatan terdiri dari 4 jalur 2 arah maka untuk satu arah berjumlah 633,5 buah kendaraan, yang terdiri dari :

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| - Kendaraan ringan (1 T + 1 T) | = 385 |
| - Bus 8 ton (3 T + 5 T) | = 114 |
| - Truk 13 ton (5 T + 8 T) | = 87,5 |
| - Truk 20 ton (8 T + 2.7 T) | = 27,5 |
| - Truk 30 ton (6 T + 2.7 T + 2.5 T) | = 19,5 |
| | <hr/> |
| | = 633,5 + |

Berdasarkan faktor pertumbuhan selama umur rencana 5% dan umur rencana 10 tahun, dari gambar 2.3. didapat :

| | | |
|--------------------|-------------------------|-----------|
| - Kendaraan ringan | = $(385/100.0,5).10^6$ | = 1925000 |
| - Bus 8 ton | = $(114/100.0,5).10^6$ | = 570000 |
| - truk 13 ton | = $(87,5/100.0,5).10^6$ | = 437500 |
| - Truk 20 ton | = $(27,5/100.0,5).10^6$ | = 137500 |
| - Truk 30 ton | = $(19,5/100.0,5).10^6$ | = 87500 |
| | <hr/> | |
| | | = 3167500 |

Jadi pada akhir umur rencana terdapat 3167500 kendaraan untuk semua jenis diatas yang akan lewat pada jalan lingkar selatan selama umur rencana.

Untuk mencari jumlah kumulatif beban standar yang melalui jalan lingkar selatan selama umur rencana kendaraan tersebut harus dikelompokkan berdasarkan beban sumbu kendaraan seperti yang terdapat pada Road Note 29 seperti yang tercantum di bawah ini :

Beban 1 T : ada 2 buah yang berasal dari kendaraan ringan

$$2 T (1 + 1) T = (2,24 + 2,24) \text{ kip}$$

Beban 3 T : ada satu buah yang berasal dari bus 8 T (3 +

$$5) T = (6,7 + 11,2) \text{ kip}$$

Beban 5 T : ada 4 buah yang berasal dari 8 T (3 + 5) T =
 (6,7 + 11,2) kip truk 13 T (5 + 8) T = (11,2
 + 17,9) kip dan truk 30 T (6 + 2.7 + 2.5) T
 = (13,4 + 31,4 + 22,4) kip

Beban 6 T : ada 2 buah yang berasal 1 dari truk 30 T
 (6 + 2.7 + 2.5) T = (13,4 + 31,4 + 22,4) kip
 dan 1 dari truk 20 T (6 + 2.7) T = (13,4 +
 31,4) kip

Beban 7 T : ada 4 buah yang berasal 2 dari truk 30 T (6
 + 2.7 + 2.5) T = (13,4 + 31,4 + 22,4) kip dan
 2 dari truk 20 T (6 + 2.7) T = (13,4 + 31,4)
 kip

Beban 8 T : ada 1 buah yang berasal dari kendaraan 13 T
 (5 + 8) T = (11,2 + 17,9) kip

Beban standar kumulatif = C . Σ D . E

dengan :

C = jumlah sumbu

Σ D = Jumlah sumbu yang lewat selama umur rencana

E = Ekuivalent faktor.

| | | |
|-------------|--|--------------------|
| 1000 kg: 2. | 1925000.0,0023 | = 8855 |
| 3000 kg: 1. | 570000.0,0308 | = 17556 |
| 5000 kg: 1. | ((97500 + 437500) + 2.(570000)).0,1387 | = 232322,5 |
| 6000 kg: 1. | (137500 + 97500). 0,2385 | = 56047,5 |
| 7000 kg: 2. | (137500 + 97500). 0,3857 | = 181270 |
| 8000 kg: 1. | 437500.0,6711 | = 293606,25 |
| | | <u>= 789666,25</u> |

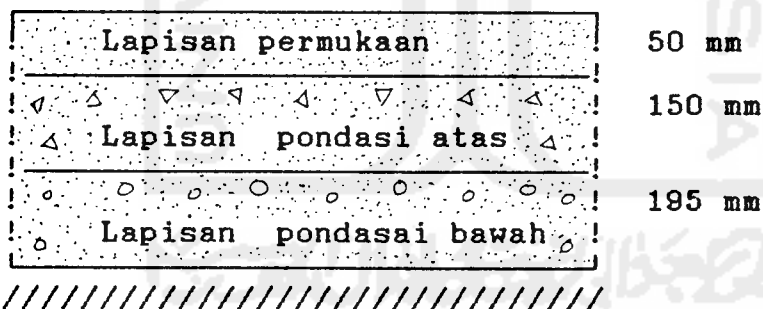
Jadi beban standar kumulatif yang melewati jalan lingkaran selatan selama umur rencana berjumlah 789666,25 dibulatkan menjadi 7896667 beban standar.

Berdasarkan :

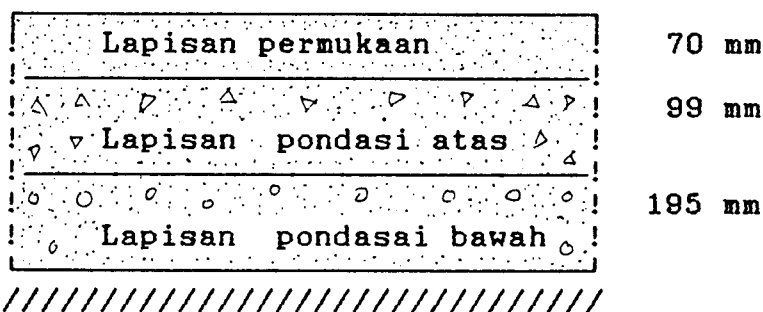
- Beban standar kumulatif = 789667
- CBR tanah dasar = 5,5 %

Lapis keras dapat kita cari dengan menggunakan gambar 3.6. maka didapat :

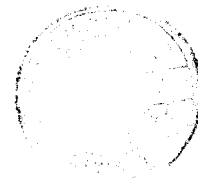
| | | |
|---------------------------------|----|----------|
| Tebal lapis pondasi bawah = 195 | mm | |
| Tebal lapis pondasi atas = 150 | mm | |
| Tebal lapis permukaan = 50 | mm | |
| | | + |
| | | = 395 mm |

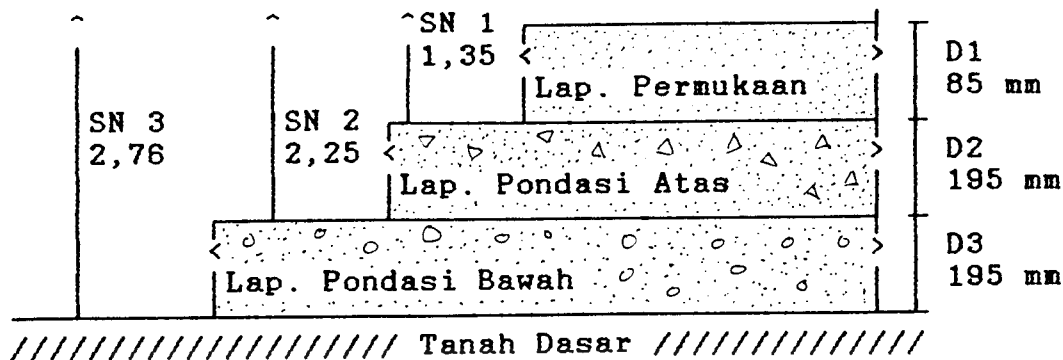


Gambar 5.4. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan Road Note 31.



Gambar 5.5. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan Road Note 29





Gambar 5.6. Tebal lapis keras berdasarkan hitungan metoda AASHTO 1986.

Tabel 5.7. Hitungan Tebal Lapis Keras metoda AASHTO 1986,
Road Note 29 dan 31

| Metoda | Tebal | | | |
|--------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------|
| | Lapis permukaan | Lapis Pondasi atas | Lapis pondasi bawah | total |
| AASHTO 1986 | 85 mm | 195 mm | 195 mm | 475 mm |
| Road Note 29 | 70 mm | 99 mm | 195 mm | 364 mm |
| Road Note 31 | 50 mm | 150 mm | 185 mm | 395 mm |

B. PEMBAHASAN

Dalam analisis perhitungan di atas terdapat perbedaan hasil yang relatif besar antara metoda Road Note 29, Road Note 31 dan metoda AASHTO 1986. Hal ini bukan dikarenakan data yang digunakan kurang akurat tetapi memang ada beberapa perbedaan dalam ketiga metoda tersebut dalam menentukan tebal lapis keras.

Cara perhitungan yang diberikan oleh Road Note 29 dan 31 dari Inggris sedangkan metoda AASHTO 1986 dari Amerika.

Ketiganya berasal dari negara yang mempunyai kondisi hampir sama tetapi tetap mempunyai perbedaan, hal ini dikarenakan Road Note 31 digunakan bagi negara yang beriklim tropis. Selain asal sumber yang berbeda ketiga metoda ter-sebut mempunyai perbedaan dalam menentukan parameter lapis keras seperti lalulintas, tanah dasar, kondisi lingkungan dan bahan perkerasan yang digunakan, lebih lanjut akan dibahas dibawah ini.

1. Lalu lintas

Sebagian besar kerusakan yang terjadi pada suatu jalan disebabkan oleh lalu lintas, karena lalu lintas merupakan beban langsung yang mengenai lapis perkerasan, khususnya lapis permukaan. Faktor utama penyebab kerusakan pada suatu jalan yaitu prilaku dan berat kendaraan. Dalam perhitungan menurut metoda Road Note 29 dan 31 serta metoda AASHTO 1986 lalu lintas merupakan faktor utama dan berpengaruh besar dalam menentukan tebal lapis keras suatu jalan.

Karena lalu lintas merupakan faktor utama yang menentukan tebal lapis keras, maka survei di lapangan harus dilaksanakan dengan teliti dan benar, baik dalam menghitung jumlah kendaraan dan jenis kendaraan. Kesalahan dalam menghitung dan menentukan jenis kendaraan di lapangan pada waktu survei akan berpengaruh pada hitungan tebal lapis keras sehingga hasil perhitungan yang dicapai tidak tepat. Jika lalu lintas yang terjadi lebih besar dari lalu lintas yang direncanakan maka akan mengurangi

umur rencana atau sebaliknya akan menyebabkan pemborosan.

Menurut metoda AASHTO 1986 dengan diketahuinya beban lalu lintas dan tingkat pertumbuhan lalu lintas dapat ditentukan lintas ekivalen kumulatif selama umur rencana dan selama umur kinerja jalan. Menurut Road Note 29, lalu lintas dihitung berdasarkan jumlah semua beban standar yang lewat setiap hari selama umur rencana pada setiap arah. Sedang pada Road Note 31 hampir sama dengan perhitungan pada Road Note 29 tetapi beban standar dihitung satu arah saja.

Jika dibandingkan cara perhitungan pada metoda Road Note 29,31 dengan metoda AASHTO 1986 bisa dikatakan perhitungan pada metoda AASHTO 1986 relatif lebih teliti. Hal ini dikarenakan pada metoda AASHTO 1986 sudah mengalami banyak perkembangan dalam penelitian di lapangan sehingga menghasilkan parameter-parameter lebih sempurna. akan tetapi dari ketiga metoda tersebut dapat ditarik kesimpulan yang sama, bahwa semakin tinggi lalu lintas yang lewat semakin tebal perkerasan yang harus disediakan oleh suatu jalan.

2. Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan suatu jalan sebagian besar ditentukan oleh tanah dasar. Ketidak mampuan tanah dasar mendukung muatan lalu lintas di atasnya menyebabkan permukaan jalan akan turun dan pada keadaan yang lebih lanjut jalan akan rusak, sehingga jalan tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Untuk itu perlu

perhitungan yang tepat dalam menentukan kekuatan tanah dasar agar jalan dapat memberikan pelayanan yang aman dan nyaman bagi lalu lintas di atasnya.

Menurut AASHTO 1986 nilai modulus resilien tanah dasar, M_r , didapat dari hasil pemeriksaan AASHTO T 274 atau korelasi dengan nilai CBR. Hal ini dapat dilihat pada tabel 3.4.

Sedangkan menurut Road Note 29 dan 31 kekuatan tanah dasar dinyatakan dengan nilai CBR nya. Seperti yang terlihat pada gambar 3.1. Nilai CBR tanah dasar berpengaruh terhadap tebal subbase.

Menurut ketiga metoda ini dapat diambil kesimpulan yang sama, bahwa semakin besar CBR tanah dasar semakin tipis tebal lapis keras yang dibutuhkan oleh suatu jalan. Dengan kata lain nilai CBR tanah dasar berbanding terbalik dengan tebal lapis keras yang dibutuhkan.

3. Kondisi Lingkungan

Perbedaan kondisi lingkungan menurut AASHTO 1986 dapat dinyatakan dalam koefisien drainase, kehilangan tingkat pelayanan, dan simpangan baku keseluruhan. Sistem drainase dari jalan sangat mempengaruhi kinerja jalan tersebut. Tingkat kecepatan pengeringan air yang jatuh atau terdapat pada konstruksi jalan raya bersama-sama dengan beban lalu lintas dan kondisi permukaan jalan sangat mempengaruhi umur pelayanan jalan. Untuk mengetahui koefisien drainase dari lapisan perkerasan berdasarkan kualitas dari drainase pada lokasi jalan tersebut seperti terlihat pada tabel 3.6. Kehilangan tingkat pelayanan

selama masa pelayanan dipandang dari sipemakai jalan dinyatakan dalam tingkat reliabilitas seperti terlihat pada tabel 3.3. Simpangan baku keseluruhan akibat dari perkiraan beban lalu lintas dan kondisi perkerasan yang dianjurkan oleh AASHTO 1986 adalah antara 0,35 - 0,45.

Sedangkan pada metoda Road Note 29 dan 31 kondisi lingkungan bukan menjadi faktor penentuan lapis keras seperti pada AASHTO 1986.

4. Bahan Perkerasan

Selain dipengaruhi hal-hal diatas perkerasan juga dipengaruhi oleh kekuatan bahan-bahan yang digunakan, disebut koefisien kekuatan relatif (a). Koefisien kekuatan dari masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah ditentukan dengan melihat lampiran 12, 13, 14.

Hasil hitungan ketiga metoda tersebut seperti tabel 5.8. berikut :

Tabel 5.8. Hitungan Tebal Lapis Keras metoda AASHTO 1986,
Road Note 29 dan 31

| Metoda | Tebal | | | |
|--------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------|
| | Lapis permukaan | Lapis Pondasi atas | Lapis pondasi bawah | total |
| AASHTO 1986 | 85 mm | 195 mm | 195 mm | 475 mm |
| Road Note 29 | 70 mm | 99 mm | 195 mm | 364 mm |
| Road Note 31 | 50 mm | 150 mm | 195 mm | 395 mm |

Yang paling tipis dan ekonomis hasil dari metoda Road Note 29 tetapi hasil yang relatif teliti dari metoda AASHTO 1986.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari analisis diatas dapat ditarik bebarapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari hasil hitungan ketiga metoda diatas ada selisih dengan tebal lapis keras yang ada seperti berikut :

| Tebal lapis yang ada | | AASHTO 86 | | Road Note 29 | | Road Note 31 | |
|----------------------|--------|-------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | | Tebal lapis | % selisih | Tebal lapis | % selisih | Tebal lapis | % selisih |
| Permukaan | 90 mm | 85 mm | -5 | 70 mm | -22 | 50 mm | -44 |
| Pondasi atas | 200 mm | 195 mm | -2,5 | 99 mm | -50,5 | 150 mm | -25 |
| Pondasi bawah | 200 mm | 195 mm | -2,5 | 195 mm | -2,5 | 195 mm | -2,5 |
| Total | 490 mm | 475 mm | -10 | 364 mm | -75 | 395 mm | -71 |

- 2) Hasil hitungan diatas, metoda Road Note 29 ternyata hasil hitungannya relatif lebih tipis berarti lebih efisien dan ekonomis.
- 3) Untuk metoda Road Note 29 dibutuhkan data yang lebih sedikit yaitu beban standar kumulatif, bahan yang dipakai serta nilai CBR bisa langsung dilihat dari gambar dan grafik dengan demikian hasilnya relatif kurang teliti.
- 4) Adanya perbedaan hasil yang didapat dari ketiga metoda diatas dikarenakan adanya beberapa perbedaan pada parameter masing-masing metoda seperti : lalulintas, tanah dasar, kondisi lingkungan dan bahan perkerasan.

- 5) Ternyata parameter yang ada pada metoda AASHTO 1986 ini perlu adanya data dari Dinas Pekerjaan Umum yang lebih lengkap sehingga menghasilkan hitungan yang lebih sempurna atau lebih akurat.

B. SARAN

Dari analisis di atas juga didapat beberapa pengalaman, sehubungan dengan itu ada beberapa saran yang ingin disampaikan yang didasarkan dari beberapa pengalaman, saran-saran tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Hendaknya Direktorat Jendral Bina Marga Propinsi DIY segera mengadakan survey untuk jalan Lingkar Selatan agar diperoleh data yang aktual dan dapat mengontrol jalan tersebut agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan, misalnya air tanah untuk tiap titik tinjauan sepanjang jalan tersebut berbeda sehingga tebal lapisannyapun berbeda sehingga perlu diperhatikan.
- 2) Bagi aparat Instansi dalam hal ini khususnya aparat Direktorat Jendral Bina Marga, hendaknya memberikan kemudahan bagi mahasiswa yang mencari data untuk penelitian, karena ini akan menguntungkan kedua belah pihak, mahasiswa dapat tambahan ilmu dan Direktorat Jendral Bina Marga mendapatkan kontrol terhadap jalan-jalan yang sudah ada.
- 3) Dilihat dari cara penentuan tebal lapis keras dari yang digunakan metoda AASHTO 1986 dengan parameter lebih

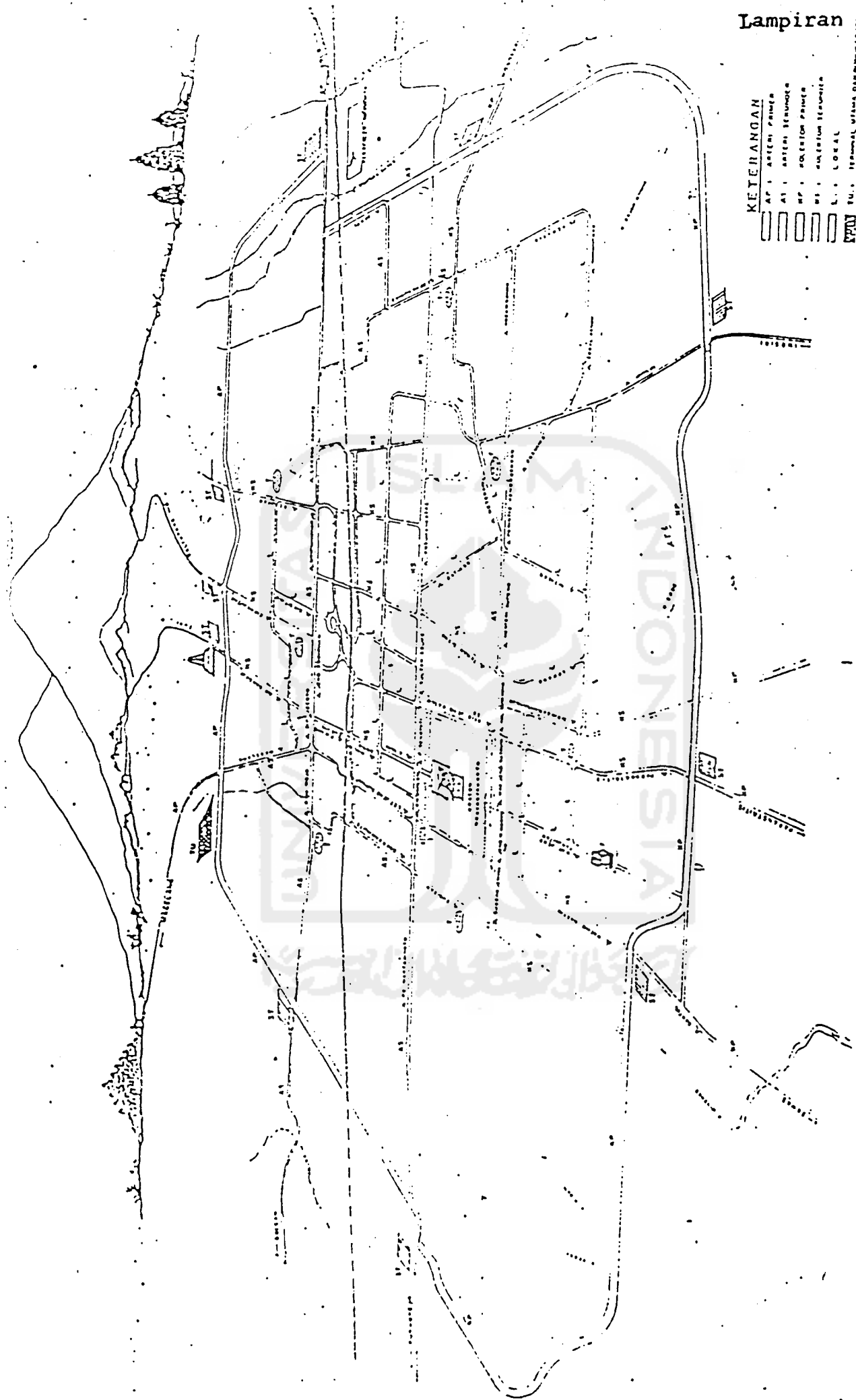
lengkap sehingga menghasilkan ketebalan yang lebih ekonomis, aman dan efisien, untuk itu Dirjen Bina Marga melakukan percobaan untuk penerapan dengan metoda ini.

- 4) Sehubungan dengan laporan tugas akhir ini, penulis berharap hasil dari asumsi data-data yang tidak ada dilapangan bisa menjadi pelajaran yang baru sehingga nantinya akan bisa menghasilkan hitungan yang lebih sempurna pada yang diinginkan.



DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO, AASHTO Guide for Design of Pavemen Structures, 1986.
2. Anonim, 1991, Jalan Raya III & IV, catatan kuliah di jurusan teknik sipil fakultas teknik UII Yogyakarta.
3. Clarkson. H. Oglesby, R. Gary Hicks, Highways Engineering, 4nd Ed John Willey & Sons, Inc, 1982.
4. Dalimin BRE, 1982, Highway Engineering, Lestari Jakarta.
5. David Croney, The Design and Performance of Road Pavements
6. E.J.Yoder, M.W. Witczak, 1975, Principle of Pavement Design.
7. Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, No 13/1970 Direktorat Jenderal Bina Marga, DPU.
8. Road Note 29, Aguide to The Struktural Design of Pavements for New Road, Road Resech Laboratory Departement of the Enviromental of England.
9. Road Note 31, Aguide to Struktural Designof Bitumen-Surfaced Raods in Trofical and Subtrofical Countries, Transport and Road Resrech Laboratory, Departement of the Enviromental, Departement of Transport.
10. Silvia Sukirman 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.



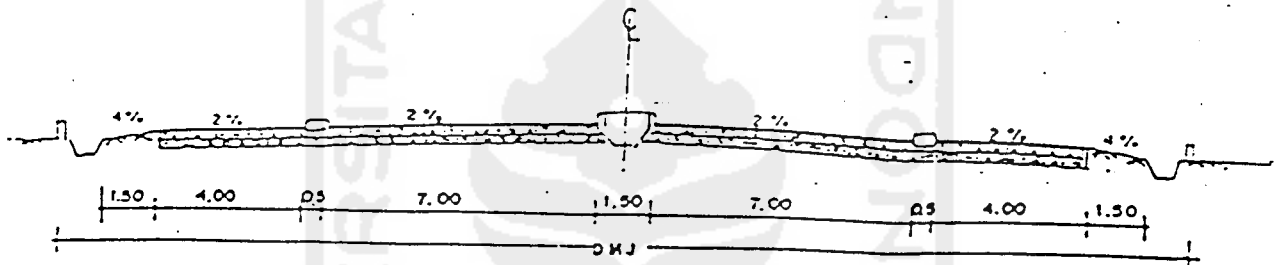
KETERANGAN

| | |
|--|---------------------|
| | AP : Arah Perantara |
| | AL : Arah Lokal |
| | AP : Arah Perantara |
| | AL : Arah Lokal |
| | LOKAL |
| | Perantara |
| | Perantara |
| | Perantara |

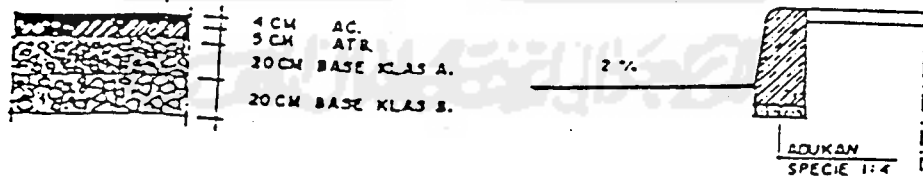
KETERANGAN

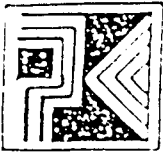
| | |
|--|-----------|
| | Perantara |
| | Perantara |
| | Perantara |
| | Perantara |
| | Perantara |
| | Perantara |
| | Perantara |
| | Perantara |

TYPICAL CROSS SECTION JALAN ARTERI YOGYAKARTA



DETAIL KERB





LABORATORIUM JALAN RAYA
Perwita Karya

JUNIP DIPONEGORO 54 YOGYAKARTA 55232
TELEP: 5267 - 8624; TELEX: 25248 PERWIKA IA

PEMERIKSAAN KADAR ASPAL

Jenis pekerjaan : AC Paket : REPERI SELATAN Tanggal : 20-9-91
Kadar aspal optimum : 7.0 Kontraktor : PT. perwita karya Waktu : _____
(menurut percobaan)
Aspal penotrasl : 80 - 100 No. Truk : _____

| | | | |
|----|--|---------------|------|
| A. | Berat mangkuk dan contoh aspal | <u>553.7</u> | gram |
| B. | Berat mangkuk dan contoh sesudah ekstraksi | <u>516.3</u> | gram |
| C. | Berat mangkuk | <u>53.7</u> | gram |
| D. | Berat contoh sebelum ekstraksi (A-C) | <u>500</u> | gram |
| E. | Berat contoh sesudah ekstraksi (B-C) | <u>462.6</u> | gram |
| F. | Berat filter dan bahan-bahan lainnya | <u>6.1</u> | gram |
| G. | Berat filter (sebelum dipakai) | <u>3.9</u> | gram |
| H. | Berat bahan lainnya (F-G) | <u>2.2</u> | gram |
| I. | Berat mangkuk penguapan dan abu | - | gram |
| J. | Berat mangkuk penguapan | - | gram |
| K. | Berat abu dalam mangkuk penguapan (I-J) | - | gram |
| L. | Berat total agregat (E+H) | <u>464.8</u> | gram |
| M. | Berat aspal dalam campuran (D-L) | <u>35.2</u> | gram |
| N. | % Aspal dalam campuran (100M/D) | <u>7.04 %</u> | % |

Hasil ekstraksi agregat teruci (Wash gradation)

| No. Saringan | 1 1/2" | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | # 4 | # 8 | # 30 | # 50 | # 75 | # 100 | # 200 | TOTAL |
|----------------|----------------|----|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Berat tertahan | | | 0 | 60.9 | 78.1 | 68.3 | 75.5 | 77.6 | | 106.4 | | 14.4 | |
| Kumulatif | Berat tertahan | | 0 | 60.9 | 139.0 | 207.8 | 247.3 | 321.9 | - | 431.3 | - | 445.7 | |
| | % tertahan | | 0 | 13.1 | 29.9 | 44.7 | 53.2 | 69.9 | - | 92.8 | - | 95.9 | |
| | % lolos | | 100 | 86.9 | 70.1 | 55.3 | 46.8 | 30.1 | - | 7.2 | - | 4.1 | |
| JOB MIX | | | 100 | 86.3 | 69.3 | 54.4 | 47.9 | 30.6 | - | 7.9 | - | 4.6 | |

Dikerjakan :

H. H. H. H.
Kontraktor

Diperiksa :

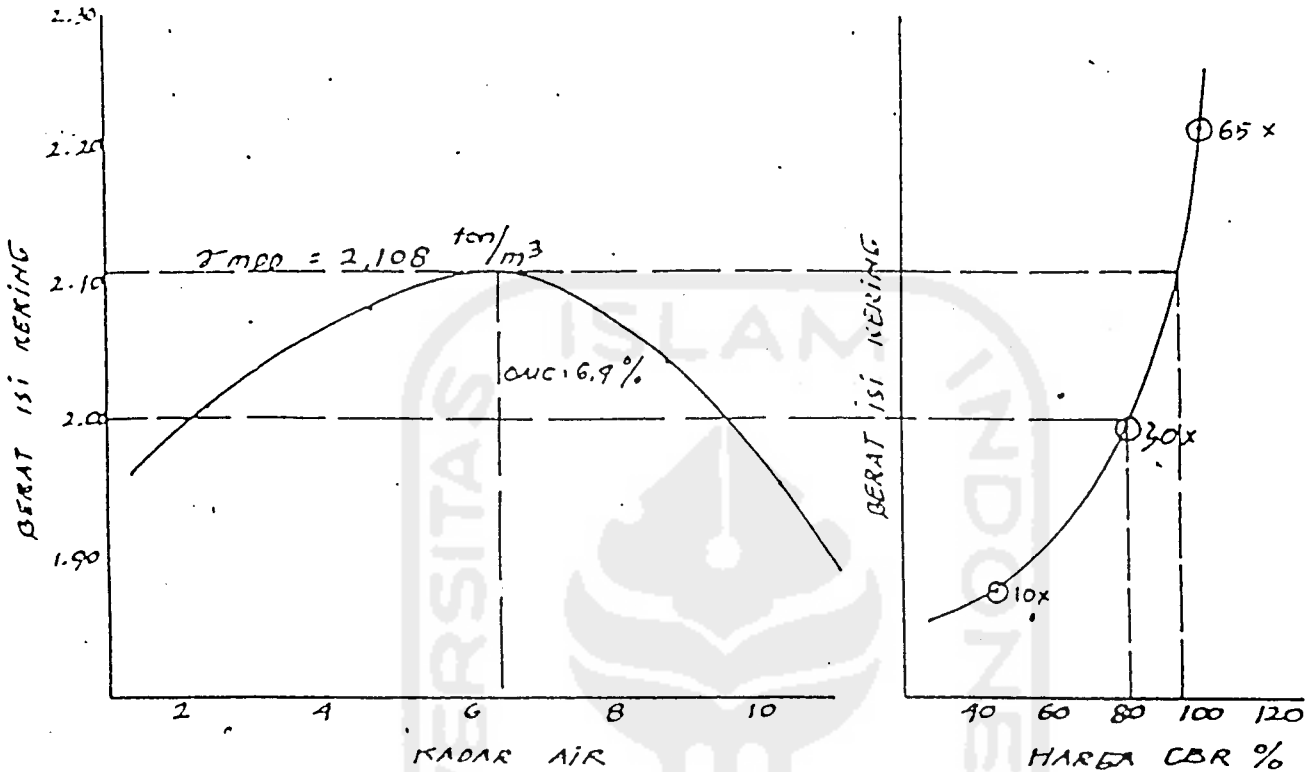
H. H. H. H.
Pengawas Lab.

mengetahui/menyetujui :

H. H. H. H.
Quality Control

Lampiran No. 5
 PENENTUAN NILAI KEPADATAN M_n GBR.

11/ BASE CLASS A



| URAIAN | HASIL TEST | SPEKIFIKASI |
|------------------------|-------------------------------|-------------|
| CARA PEMADATAN | MODIFIED . D | - |
| γ_{MOD} MAXIMUM | 2,108 ton/m^3 | - |
| KADAR AIR OPTIMUM | 6,9 % | - |
| CBR 100 % | 97 % | 80 min |
| CBR 95 % | 82 % | - |

DIKERJAKAN

Tommaso
 FX. RABIMAN
 KONTRAKTOR

DI PERIKSA

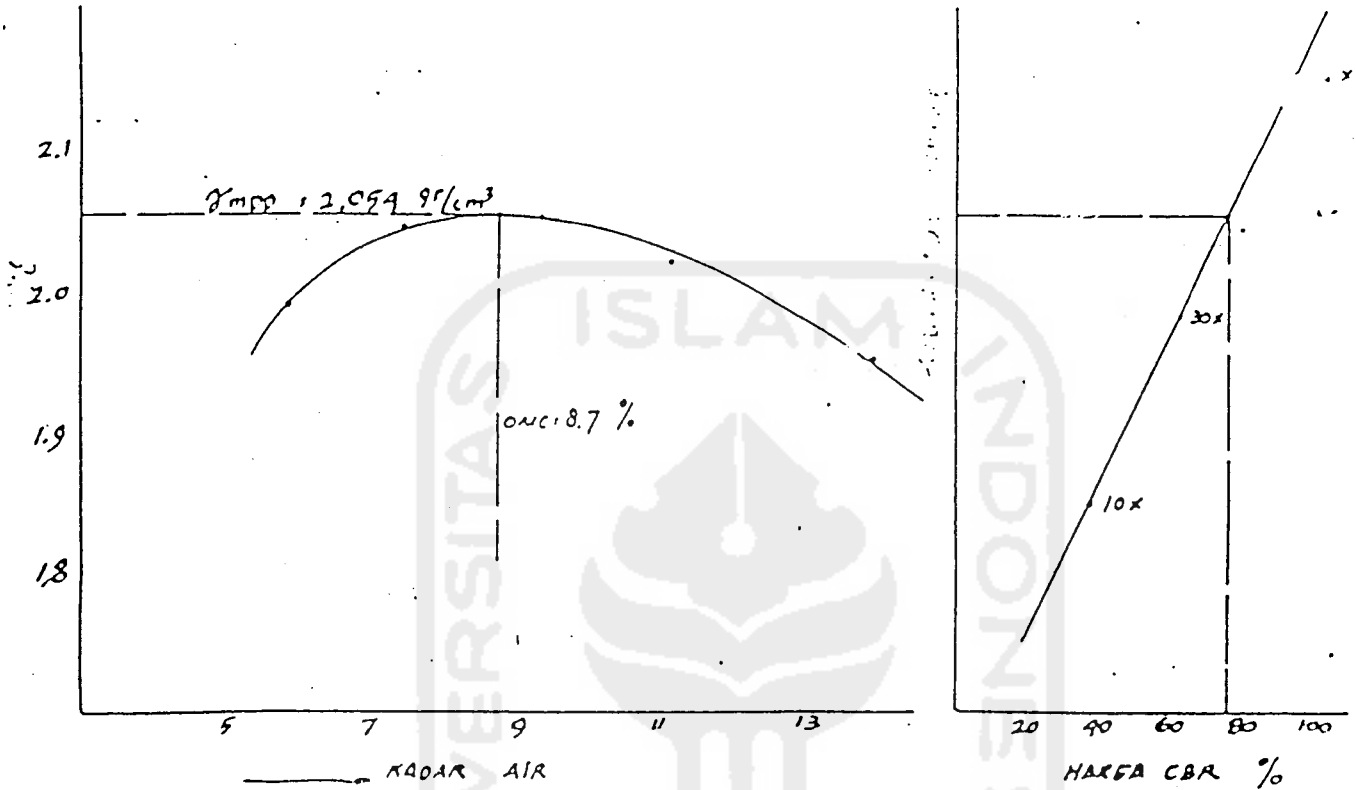
[Signature]
 W. M. Doyo
 LAB. TEHNIKI

DISETUJUI

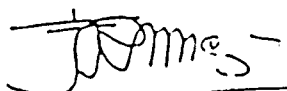
[Signature]
 IR. Neni. S.
 QUALITY CONTROL

PEMENTUAN NILAI KEPADATAN DAN CBR

AGGREGATE BASE CLASS. B.




| CARA PEMADATAN | MODIFIED . D |
|---------------------------|-----------------------|
| γ_{MAXIMUM} | 2.059 g/cm^3 |
| KADAR AIR OPTIMUM | 8.7 % |
| CBR 100 % | 77 % |

DI KERJAKAN

PK. NANTAN
 KONTRAKTOR

DIPERIKSA

W. N. D. D. D.
 LAB. TEKNISI

DI SETUJUI

IR. NEMIS.
 QUALITY CONTROL

MIX DESIGN : AC
PURPOSE :

CONTRACT PACKAGE NO.
SECTION
CONTRACTOR : PT. PERSIWA KARYA
CONTRACT NO.
MIX TO BE LAID AT : RT 2221 CLATMAN.

PROPERTIES OF HIGH-DURABILITY ASPHALT MIXES
BY THE MARSHALL METHOD

| AGGREGATE | | γ (OV. DRY) | γ (APP) |
|-------------------|--|-------------|---------|
| a. HOT DIM I + II | | 2.646 | 2.723 |
| b. HOT DIM III | | 2.647 | 2.730 |
| c. HOT DIM IV | | 2.634 | 2.816 |
| d. Filter | | 2.651 | 2.798 |

PENETRATION GRADE OF BITUMEN : 80 - 100
SPECIFIC GRAVITY OF BITUMEN (T) : 1.031
TEST BY : DATE : 20 / 9 / 91

| SPEC NO | MIXTURE PORTIONS (% by vol of combined aggregate) | | | | EFFECTIVE SG OF TOTAL AGG | MARSHAL CALCOM BINDER MIX | WEIGHT GRAMS | | | VOLUME OF SPECIMEN | BULK SP CH. COMB MIX | AIR VOLS | STABILITY - kg | | MARSHAL QUOTIENT (M ₁₀₀₀) | AGG SURFACE AREA (m ² /m ³) | ABSORBED BITUMEN (% BY VOL OR 100/100) | PITUMEN FUMI MILLI LITERS | |
|---------|---|---|----|---|---------------------------|---------------------------|--------------|----------|--------|--------------------|----------------------|------------|----------------|------|---------------------------------------|--|--|---------------------------|--------|
| | a | b | c | d | | | IN AIR | IN WATER | S.S.D | | | | L | M | | | | | MEAS |
| 1. | 40 | 9 | 48 | 3 | 2.704 | 2.427 | 1201.7 | 692.6 | 1210.0 | 514.4 | 2.327 | 100.0 - 11 | 1134 | 1128 | 1131 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 14.615 |
| 2. | | | | | | | 1198.6 | 691.6 | 1207.1 | 515.5 | 2.325 | 100.0 - 11 | 398 | 1128 | 1131 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 14.615 |
| 1. | 40 | 9 | 48 | 3 | 2.704 | 2.427 | 1200.6 | 692.5 | 1208.2 | 515.7 | 2.328 | 100.0 - 11 | 397 | 1094 | 1110 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 14.615 |
| 2. | | | | | | | 1201.4 | 691.8 | 1209.3 | 516.5 | 2.326 | 100.0 - 11 | 386 | 1094 | 1110 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 14.615 |

NOTES:
1. B = (a + b + c + d) / a + b + c + d (2 ov) d (2 ov) d
2. C = a + b + c + d / (APP) a + (APP) b + (APP) c + (APP) d + %
R > 0.8 then the formula for D shall not be used and D shall be retained, instead using MASH TO T 209 - 74.

PREPARED BY: *JRMous*
CONTRACTOR: FX. RAEBMAN

CHECKED BY: *[Signature]*
LAB SUPERVISOR

APPROVED BY

QUALITY CONTROL

Faktor Ekivalensi Beban Sumbu Tunggal

Untuk Perkerasan Lentur & $P_t = 2.5$

| Axle Load (kips) | Pavement Structural Number (SN) | | | | | |
|------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2 | .0004 | .0004 | .0003 | .0002 | .0002 | .0002 |
| 4 | .003 | .004 | .004 | .003 | .002 | .002 |
| 6 | .011 | .017 | .017 | .013 | .010 | .009 |
| 8 | .032 | .047 | .051 | .041 | .034 | .031 |
| 10 | .078 | .102 | .118 | .102 | .088 | .080 |
| 12 | .168 | .198 | .229 | .213 | .189 | .176 |
| 14 | .328 | .358 | .399 | .388 | .360 | .342 |
| 16 | .591 | .613 | .646 | .645 | .623 | .606 |
| 18 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 20 | 1.61 | 1.57 | 1.49 | 1.47 | 1.51 | 1.55 |
| 22 | 2.48 | 2.38 | 2.17 | 2.09 | 2.18 | 2.30 |
| 24 | 3.69 | 3.49 | 3.09 | 2.89 | 3.03 | 3.27 |
| 26 | 5.33 | 4.99 | 4.31 | 3.91 | 4.09 | 4.48 |
| 28 | 7.49 | 6.98 | 5.90 | 5.21 | 5.39 | 5.98 |
| 30 | 10.3 | 9.5 | 7.9 | 6.8 | 7.0 | 7.8 |
| 32 | 13.9 | 12.8 | 10.5 | 8.8 | 8.9 | 10.0 |
| 34 | 18.4 | 16.9 | 13.7 | 11.3 | 11.2 | 12.5 |
| 36 | 24.0 | 22.0 | 17.7 | 14.4 | 13.9 | 15.5 |
| 38 | 30.9 | 28.3 | 22.6 | 18.1 | 17.2 | 19.0 |
| 40 | 39.3 | 35.9 | 28.5 | 22.5 | 21.1 | 23.0 |
| 42 | 49.3 | 45.0 | 35.6 | 27.8 | 25.6 | 27.7 |
| 44 | 61.3 | 55.9 | 44.0 | 34.0 | 31.0 | 33.1 |
| 46 | 75.5 | 68.8 | 54.0 | 41.4 | 37.2 | 39.3 |
| 48 | 92.2 | 83.9 | 65.7 | 50.1 | 44.5 | 46.5 |
| 50 | 112 | 102 | 79 | 60 | 53 | 55 |

Sumber: AASHTO 1985, tabel D.4., hal. D-5

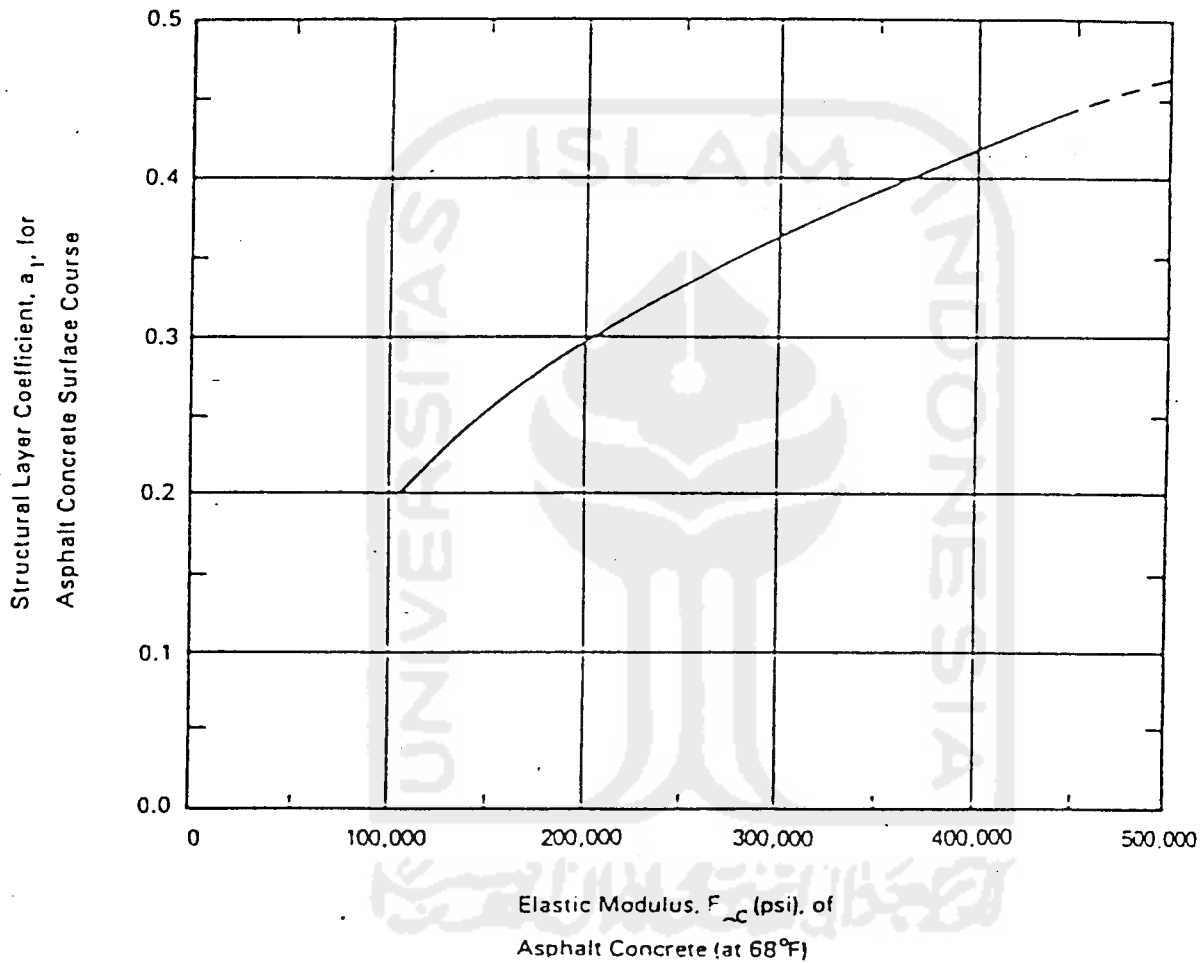
Faktor Ekuivalensi Beban Sumbu Ganda

Untuk Perkerasan Lentur & $P_t = 2.5$

| Axle Load (kips) | Pavement Structural Number (SN) | | | | | |
|------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2 | .0001 | .0001 | .0001 | .0000 | .0000 | .0000 |
| 4 | .0005 | .0005 | .0004 | .0003 | .0003 | .0002 |
| 6 | .002 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001 |
| 8 | .004 | .006 | .005 | .004 | .003 | .003 |
| 10 | .008 | .013 | .011 | .009 | .007 | .006 |
| 12 | .015 | .024 | .023 | .018 | .014 | .013 |
| 14 | .026 | .041 | .042 | .033 | .027 | .024 |
| 16 | .044 | .065 | .070 | .057 | .047 | .043 |
| 18 | .070 | .097 | .109 | .092 | .077 | .070 |
| 20 | .107 | .141 | .162 | .141 | .121 | .110 |
| 22 | .160 | .198 | .229 | .207 | .180 | .166 |
| 24 | .231 | .273 | .315 | .292 | .260 | .242 |
| 26 | .327 | .370 | .420 | .401 | .364 | .342 |
| 28 | .451 | .493 | .548 | .534 | .495 | .470 |
| 30 | .611 | .648 | .703 | .695 | .658 | .633 |
| 32 | .813 | .843 | .889 | .887 | .857 | .834 |
| 34 | 1.06 | 1.08 | 1.11 | 1.11 | 1.09 | 1.08 |
| 36 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 | 1.38 |
| 38 | 1.75 | 1.73 | 1.69 | 1.68 | 1.70 | 1.73 |
| 40 | 2.21 | 2.16 | 2.06 | 2.03 | 2.08 | 2.14 |
| 42 | 2.76 | 2.67 | 2.49 | 2.43 | 2.51 | 2.61 |
| 44 | 3.41 | 3.27 | 2.99 | 2.88 | 3.00 | 3.16 |
| 46 | 4.18 | 3.98 | 3.58 | 3.40 | 3.55 | 3.79 |
| 48 | 5.08 | 4.80 | 4.25 | 3.98 | 4.17 | 4.49 |
| 50 | 6.12 | 5.76 | 5.03 | 4.64 | 4.86 | 5.28 |
| 52 | 7.33 | 6.87 | 5.93 | 5.38 | 5.63 | 6.17 |
| 54 | 8.72 | 8.14 | 6.95 | 6.22 | 6.47 | 7.15 |
| 56 | 10.3 | 9.6 | 8.1 | 7.2 | 7.4 | 8.2 |
| 58 | 12.1 | 11.3 | 9.4 | 8.2 | 8.4 | 9.4 |
| 60 | 14.2 | 13.1 | 10.9 | 9.4 | 9.6 | 10.7 |
| 62 | 16.5 | 15.3 | 12.6 | 10.7 | 10.8 | 12.1 |
| 64 | 19.1 | 17.6 | 14.5 | 12.2 | 12.2 | 13.7 |
| 66 | 22.1 | 20.3 | 16.6 | 13.8 | 13.7 | 15.4 |
| 68 | 25.3 | 23.3 | 18.9 | 15.6 | 15.4 | 17.2 |
| 70 | 29.0 | 26.6 | 21.5 | 17.6 | 17.2 | 19.2 |
| 72 | 33.0 | 30.3 | 24.4 | 19.6 | 19.2 | 21.3 |
| 74 | 37.5 | 34.4 | 27.6 | 22.2 | 21.3 | 23.6 |
| 76 | 42.5 | 38.9 | 31.1 | 24.8 | 23.7 | 26.1 |
| 78 | 48.0 | 43.9 | 35.0 | 27.8 | 26.2 | 28.8 |
| 80 | 54.0 | 49.4 | 39.2 | 30.9 | 29.0 | 31.7 |
| 82 | 60.6 | 55.4 | 43.9 | 34.4 | 32.0 | 34.8 |
| 84 | 67.8 | 61.9 | 49.0 | 38.2 | 35.3 | 38.1 |
| 86 | 75.7 | 69.1 | 54.5 | 42.3 | 38.8 | 41.7 |
| 88 | 84.3 | 76.9 | 60.6 | 46.8 | 42.6 | 45.6 |
| 90 | 93.7 | 85.4 | 67.1 | 51.7 | 46.8 | 49.7 |

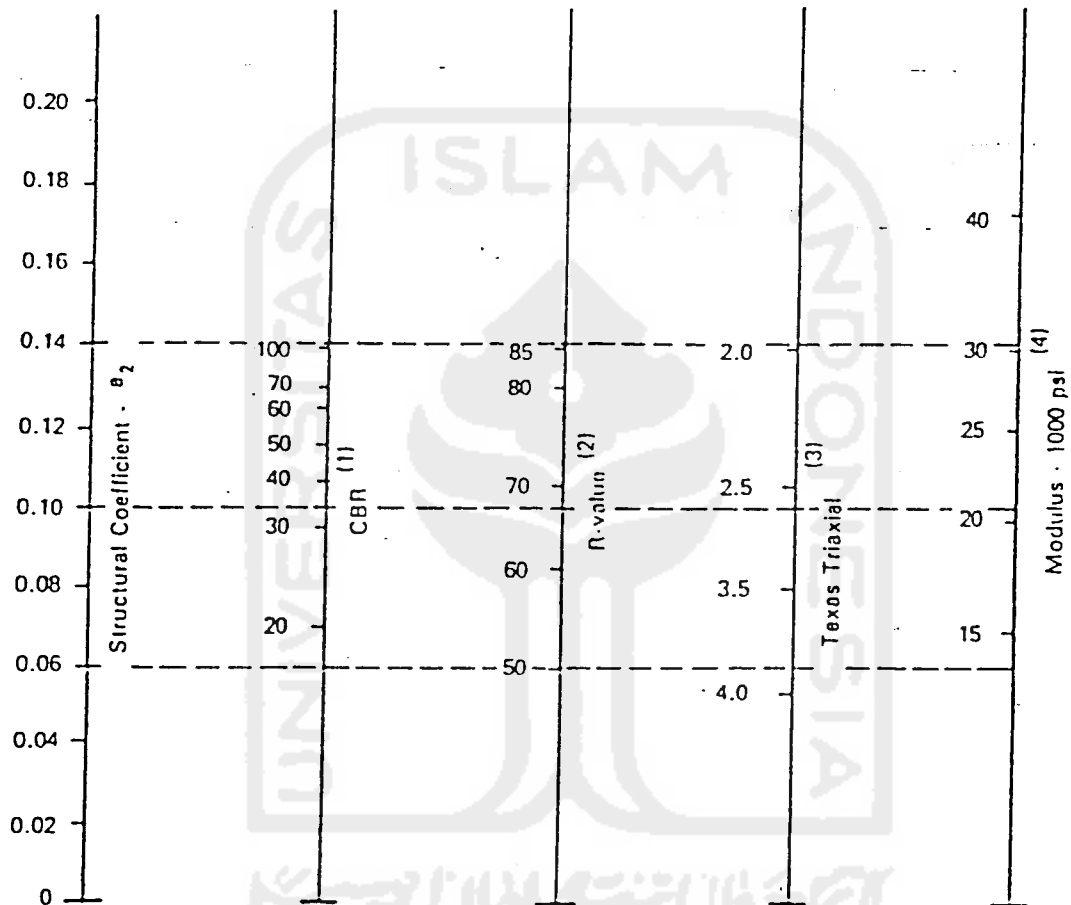
Sumber: AASHTO 1986, tabel D.5., hal. D-7

Gambar Prakiraan Koefisien Relatif Lapisan Atas
 Beton Aspal (a_1) Berdasarkan Modulus Elastis



Sumber: AASHTO 1985, gb. 2.5., hal. 11-19

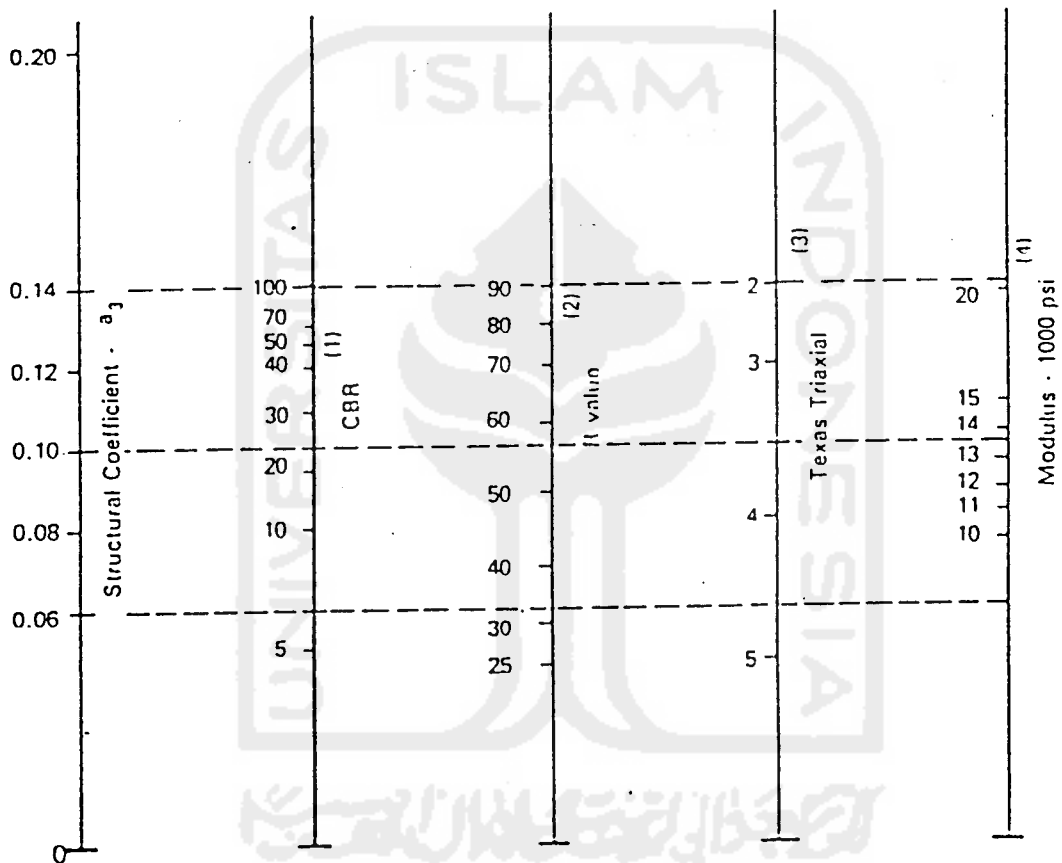
Koefisien Relatif Lapis Pondasi Atas Batu Pecah (a_2)
Berdasarkan Parameter Kekuatan



- (1) Scale derived by averaging correlations obtained from Illinois.
- (2) Scale derived by averaging correlations obtained from California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived by averaging correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

Sumber: AASHTO 1986, gb. 2.6., hal. 11-20

Koefisien Relatif Lapis Pondasi Bawah Sirtu (a_3)
 Berdasarkan Parameter Kekuatan



- (1) Scale derived from correlations from Illinois.
- (2) Scale derived from correlations obtained from The Asphalt Institute, California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived from correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

Sumber: AASHTO 1986, gb.2.7., hal.11-23