

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang evaluasi tebal perkerasan

Khairi Fadhlán dan Zulkarnain A. Muis (2013) pernah mencoba melakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga Pt T-01-2002-B dengan menggunakan Program *Kenpave*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tebal perkerasan yang direncanakan menggunakan Metode Bina Marga Pt T-01-2002-B dengan menghitung regangan pada struktur perkerasan, dan menghitung jumlah repetisi beban berdasarkan analisa kerusakan perkerasan *fatigue* dan *rutting*. Berikut ini hasil perhitungan tebal perkerasan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hasil Tebal perkerasan Metode Bina Marga struktur empat lapis

Perencanaan perkerasan	Lapisan permukaan	Lapisan pondasi atas	Lapisan pondasi bawah
Perencanaan 1	9	19	38
Perencanaan 2	8	18	26
Perencanaan 3	7	15	24
Perencanaan 4	7	13	21
Perencanaan 5	7	11	19
Perencanaan 6	16	42	52
Perencanaan 7	14	34	41
Perencanaan 8	13	29	36
Perencanaan 9	12	26	32
Perencanaan 10	11	25	31
Perencanaan 11	21	44	76
Perencanaan 12	18	43	54
Perencanaan 13	16	39	50
Perencanaan 14	15	36	43
Perencanaan 15	14	33	41

Tabel 2.2 Tebal perkerasan Metode Bina Marga struktur dua lapis

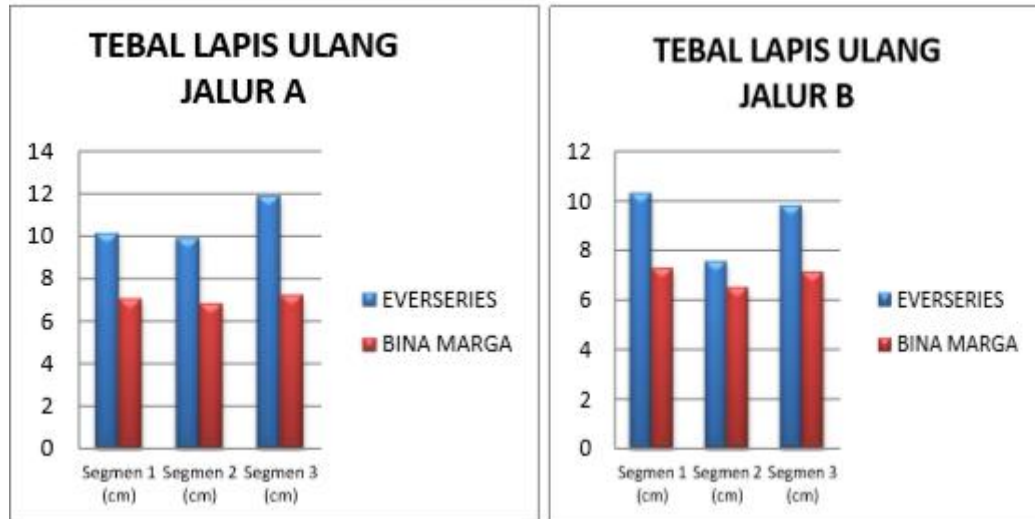
Perencanaan Perkerasan	Lapisan Permukaan
Perencanaan 1	27
Perencanaan 2	21
Perencanaan 3	19
Perencanaan 4	17
Perencanaan 5	15
Perencanaan 6	44
Perencanaan 7	36
Perencanaan 8	32
Perencanaan 9	29
Perencanaan 10	27
Perencanaan 11	57
Perencanaan 12	47
Perencanaan 13	43
Perencanaan 14	39
Perencanaan 15	36

Hasil tebal perkerasan yang sudah diperoleh kemudian dimasukkan ke program *Kenpave* dan dievaluasi menggunakan program *Kenpave*. Evaluasi dilakukan dengan cara menghitung regangan yang terjadi pada perkerasan.

Perbedaan penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan judul “Evaluasi tebal perkerasan lentur jalan dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *Austroads* menggunakan program *Kenpave* adalah metode yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan pedoman Bina Marga Pt T-01-2002-B kemudian dianalisis menggunakan program *Kenpave*.

Grandy Hellyantoro, dkk (2013) pernah melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Tebal perkerasan lapis tambah dengan menggunakan program *Everseries* dan Metode Bina Marga “ studi kasus : Jalan Tol JAGORAWI ruas jalan TMII – Cibubur. Dalam penelitian ini program *Everseries* 5.0 ialah teknologi komputer yang dapat melakukan analisis dengan volume data yang besar. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Grandy Hellyantoro, dkk program *Everseries* 5.0 digunakan untuk membandingkan hasil tebal lapis ulang yang didapatkan dengan

metode Bina Marga pd. T-05-2005-B pada ruas jalan Tol TMII – Cibubur dengan periode analisis 5 tahun. Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Grandy Hellyantoro, dkk (2013) adalah dari hasil tebal perkerasan yang diperoleh dari kedua metode tersebut, bisa terbentuk sebuah pola perbandingan yang menunjukkan adanya kesamaan bentuk pola yang ditampilkan keduanya pola tersebut akan dijelaskan pada gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.1 Hasil perhitungan tebal lapis ulang menggunakan program *Everseries* dan Metode Bina Marga pada jalur A dan Jalur B

Dari Gambar 2.1 bisa dilihat bahwa tebal lapis ulang menggunakan program *Everseries* memiliki nilai yang lebih besar daripada menggunakan metode Bina Marga Pd.T-05-2005-B. Dikarenakan program *Everseries* ini koreksi tebal perkerasan dilakukan lebih komperhensif dengan meliputi koreksi terhadap faktor musim, faktor temperatur, jenis material, dan faktor beban. Sedangkan untuk metode Bina Marga Pd.T-05-2005-B hanya dilakukan terhadap faktor musim, temperatur, dan faktor beban alat.

Perbedaan penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan judul “Evaluasi tebal perkerasan lentur jalan dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *Austroads* menggunakan program *Kenpave* Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil perhitungan perancangan tebal perkerasan jalan dengan Metode Analisa komponen Bina Marga 1987.

2. Mengetahui hasil perhitungan perancangan tebal perkerasan jalan dengan Metode *AUSTROADS*.
3. Mengetahui hasil perbandingan dari Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *AUSTROADS*.
4. Memahami langkah program *Kenpave* dalam mengevaluasi tebal perkerasan jalan.
5. Mengetahui analisis perhitungan kerusakan perkerasan jalan pada Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *AUSTROADS*.

Dalam penelitian ini setelah mendapatkan hasil perhitungan yang diperoleh menggunakan Metode Bina Marga 1983 dan Metode *AUSTROADS* kemudian hasil dari kedua metode tersebut kemudian dimasukkan kedalam program *Kenpave*.

Seno Saputro dan Eri Susanto Hariyadi, (2015) pernah melakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Fungsional dan Struktural perkerasan lentur pada jalan Nasional Bandung – Purwakarta dengan Metode *AUSTROADS* 2011”. Dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian tentang evaluasi fungsional dan struktural pada perkerasan lentur dengan menggunakan metode *AUSTROADS* 2011, khususnya untuk menentukan jenis penanganan guna mencapai umur desain yang akan ditentukan dan menentukan tebal lapis tambah. Dalam penelitian ini mencakup kegiatan sebagai berikut :

1. Melakukan kajian evaluasi fungsional berdasarkan nilai IRI.
2. Melakukan kajian evaluasi struktural berdasarkan data lendutan FWD.
3. Untuk mencari jenis penanganan yang dibutuhkan berdasarkan Metode *AUSTROADS* 2011.

Penelitian ini dilakukan dengan empat tahap yaitu meliputi persiapan, pengumpulan data, analisis, kesimpulan dan saran. Data yang dibutuhkan dalam melakukan analisis yaitu meliputi data *roughness*, data lendutan jalan, data lalu lintas, dan data kondisi struktur perkerasan. Hasil penelitian yang diteliti oleh Seno saputro dan Eri susanto hariyadi, (2015) adalah

1. Program penanganan menunjukkan bahwa ruas jalan Nasional Bandung-Purwakarta telah membutuhkan *Overlay*. Supaya bisa mencapai umur desain rencana perlu diadakan beberapa penanganan (*treatment*). *Treatment* yang bisa

dilakukan ialah mencakup perbaikan drainase, *patching*, dan *heavy patching* sebelum dilakukannya *overlay* secara keseluruhan pada kedua segmen.

2. Analisis kondisi fungsional berdasarkan nilai IRI versi *AUSTROADS* 2011 bahwa ruas jalan Nasional Bandung-Purwakarta untuk segmen I 63,3% dalam kondisi baik sedangkan 36,5% dalam kondisi rusak. Untuk segmen II 84,4% dalam kondisi baik sedangkan 15,6 % dalam kondisi rusak.

Perbedaan penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan judul “Evaluasi tebal perkerasan lentur jalan dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *Austrroads* menggunakan program *Kenpave* Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil perhitungan perancangan tebal perkerasan jalan dengan Metode Analisa komponen Bina Marga 1987.
2. Mengetahui hasil perhitungan perancangan tebal perkerasan jalan dengan Metode *AUSTROADS*.
3. Mengetahui hasil perbandingan dari Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *AUSTROADS*.
4. Memahami langkah program *Kenpave* dalam mengevaluasi tebal perkerasan jalan.
5. Mengetahui analisis perhitungan kerusakan perkerasan jalan pada Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *AUSTROADS*.

Dalam penelitian ini setelah mendapatkan hasil perhitungan yang diperoleh menggunakan Metode Bina Marga 1983 dan Metode *AUSTROADS* kemudian hasil dari kedua metode tersebut kemudian dimasukkan kedalam program *Kenpave*.

Pardiarini dan Hariyadi, (2014) pernah melakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 Dan *Austrroads* 2011 (Studi Kasus : Jalintim, Tempino – Batas SUMSEL)”. Dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan menggunakan dua metode yaitu metode AASHTO 1993 dan *AUSTROADS* 2011, guna melakukan evaluasi struktural perkerasan jalan. Dari hasil penelitian menyatakan bahwa berdasarkan kedua metode tebal *overlay* yang dibutuhkan dalam Metode AASHTO 1993

menghasilkan lebih besar dengan nilai *overlay* 4 sampai 16 cm dibandingkan menggunakan metode AUSTRROADS dengan nilai *overlay* sebesar 5 cm.

Perbedaan penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan judul “Evaluasi tebal perkerasan lentur jalan dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *Austrroads* menggunakan program *Kenpave* yaitu dalam penelitian ini perencanaan tebal lapis tambah menggunakan dua metode yaitu metode AASHTO 1993 dan AUSTRROADS 2011.

Aji dkk., (2015) dalam penelitiannya berjudul “Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2013 studi kasus Jalan Nasional Losari – Cirebon”. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis perkerasan lentur dengan metode Bina Marga 2013 dan membandingkan dengan Metode AASHTO 1993 guna membandingkan tebal lapis tambah perkerasan lentur. Dalam hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tebal lapis tambah (*overlay*) perhitungan Bina Marga 2013 lebih tipis dibandingkan perhitungan AASHTO 1993 untuk asumsi pemodelan yang sama dan berdasarkan analisa yang dilakukan diperoleh bahwa kebutuhan tebal lapis tambah (*overlay*) pada setiap segmen cukup variatif yaitu berkisar antara 6 – 11 cm. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kapasitas struktural yang ada pada masing masing segmen.

Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan judul “Evaluasi tebal perkerasan lentur jalan dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *Austrroads* menggunakan program *Kenpave* Putra dkk., (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “Evaluasi kondisi Fungsional dan Struktural Menggunakan Metode Bina Marga dan AASHTO 1993 Sebagai Dasar dalam Penangan Perkersaan Lentur Studi kasus : Ruas Medan – Lubuk Pakam”. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi fungsional dan struktural pada perkerasan lentur di jalan lintas timur Sumatera ruas Medan – Lubuk Pakam, guna memberi rekomendasi penanganan berdasarkan evaluasi tersebut. Menggunakan metode Bina Marga dan AASHTO 1993. Dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penilaian fungsional menghasilkan kondisi perkerasan pada ruas jalan Medan – Lubuk Pakam masih dalam kategori sedang dan rusak ringan, sehingga

hanya memerlukan pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala sedangkan nilai tebal lapis tambah (*overlay*) bervariasi antara 11 cm – 20 cm.

Perbedaan penelitian yang dilakukan oleh penulis dengan judul “Evaluasi tebal perkerasan lentur jalan dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *Austroads* menggunakan program *Kenpave* adalah pada penelitian ini menggunakan dua metode yaitu Bina Marga dan AASHTO 1993 kemudian dibandingkan guna perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) dan menunjukkan selisih biaya penanganan skema *overlay* langsung dan skema *overlay* bertahap selama lima tahun sebesar RP. 569.543.317,00 yang berarti bahwa akan lebih efisien bila dilakukan penanganan dengan skema *overlay* langsung.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Tipe-tipe perkerasan jalan

Kondisi tanah di alam ini jarang sekali yang mampu bisa menahan deformasi akibat beban lalu-lintas yang berulang-ulang, oleh karena itu tanah saja tidak akan cukup kuat menahan beban yang berarti terhadap beban roda yang berulang-ulang. Untuk itu perlu membutuhkan struktur yang kuat untuk mencegah tidak terjadinya deformasi besar yang diakibatkan oleh beban kendaraan lalu-lintas, seperti lapis tambahan yang terletak diantara tanah dan roda atau lapis paling atas dari badan jalan. Struktur yang dimaksud adalah perkerasan (*Pavement*). Untuk pekerjaan perkerasan (*Pavement*) pada umumnya diinginkan perkerasan yang murah baik dalam berkaitan dengan bahan maupun biaya pelaksanaan. Untuk konstruksi perkerasan jalan dikelompokkan menjadi perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*Rigid pavement*). Perkerasan digunakan untuk melindungi tanah dasar (*Subgrade*) dan lapisan-lapisan pembentuk perkerasan supaya tidak mengalami regangan dan tegangan yang diakibatkan oleh beban lalu lintas yang berlebih (Suprpto 2004).

Menurut Hardiyatmo (2015), tipe-tipe perkerasan yang dipilih terkait dengan alokasi biaya yang tersedia maupun tentang volume lalu lintas yang dilayani dan biaya pemeliharaan serta kecepatan pembangunan agar lalu lintas tidak terganggu karena proyek. Tipe-tipe perkerasan dibagi menjadi beberapa macam :

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Umumnya terdiri dari lapis pondasi aspal yang

berada diatas lapis pondasi dan lapis pondasi bawah granuler yang dihamparkan diatas tanah dasar. Secara umum perkerasan lentur terdiri dari 3 lapisan utama yaitu: lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*).

2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yan menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya. Umumnya banyak digunakan di jalan jalan utama yang melayani lalu lintas tinggi atau berat dan kendaraan dengan kecepatan tinggi. Perkerasan kaku tidak hanya digunakan dijalan raya saja tetapi bisa digunakan di bandara. Berbeda dengan perkerasan lentur yang hanya mempunyai 3 lapisan utama yaitu lapis permukaan, lapis pondasi, lapis pondasi bawah. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) terdiri dari lapis pondasi bawah, tanah dasar, dan plat beton semen portland dengan atau tanpa tulangan.
3. Perkerasan komposit (*composit pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. Perkerasan ini bisa diartikan posisi perkerasan kaku yang berada diatas perkerasan perkersan lentur maupun bisa sebaliknya perkerasan lentur yang berada diatas perkerasan kaku.

Berikut ini perbedaan secara umum perkerasan lentur dengan perkerasan kaku yang akan di tunjukkan dalam Tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Perbedaan perkerasan lentur dengan perkerasan kaku.

NO	Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
1	Mempunyai perancangan yang sederhana tetapi dapat digunakan untuk semua tingkat volume lalu lintas dan semua jenis jalan sesuai dengan klarifikasi fungsi jalan raya	Mempunyai design yang sederhana akan tetapi mempunyai perhitungan yang lebih teliti dan biasanya digunakan oleh pada jalan dengan volume lalu lintas yang tinggi
2	Untuk kendali kualitas <i>job mix</i> sedikit rumit dikarenakan harus diteliti di laboratorium sebelum / sesudah dihampar di lapangan.	Rancangan <i>job mix</i> lebih mudah untuk dikendalikan kualitasnya, modulus antara pondasi dan lapis permukaan sangat berbeda.

Tabel 2.3 (Lanjutan)

3	Rongga udara dapat mengalami tegangan yang timbul akibat perubahan volume campuran aspal oleh karena itu tidak diperlukannya sambungan	Rongga udara tidak akan mengalami tegangan yang timbul akibat perubahan volume beton. sehingga perlu di lakukan adanya sambungan.
4	Umur rencana relatif pendek hanya sekitar 5-10 tahun. Jika terjadi kerusakan, tidak akan merambat kebagian konstruksi yang lain kecuali perkerasan yang terendam air.	Umur rencana relatif lebih panjang bisa mencapai 15-40 tahun. Jika terjadi kerusakan maka kerusakan itu akan cepat dan bila tidak ditangani segera bisa melebar atau semakin luas.
5	Indeks pelayanan yang terbaik hanya saat konstruksi, selebihnya seiring berjalannya waktu dan beban frekuensi lalu lintas maka indeks pelayanannya akan semakin berkurang.	Indeks pelayanannya akan tetap baik bahkan hampir selama umur rencananya terutama jika sambungan melintang dikerjakan dan dipelihara dengan baik.
6	Pelaksanaan rumit karena kendali kualitas harus diperhatikan dari parameter, contohny parameter suhu	Pelaksanaan relatif sederhana terkecuali pelaksanaan sambungan
7	Biaya konstruksi rendah	Biaya konstruksi tinggi
8	Diperlukannya biaya pemeliharaan lebih tingi dua kali lipat ketimbang pemeliharaan perkerasan kaku	Penting dilakukannya pemeliharaan dibagian sambungan - sambungan secara rutin guna tidak gampang rusak
9	Kekuatan konstruksi perkerasan lentur ditentukan oleh tebal setiap lapisan dan kekuatan dari tanah asli yang telah dipadatkan.	Kekuatan konstruksi perkerasan kaku ditentukan oleh kekuatan lapisan beton itu sendiri (tidak berpengaruh dengan tanah asli).

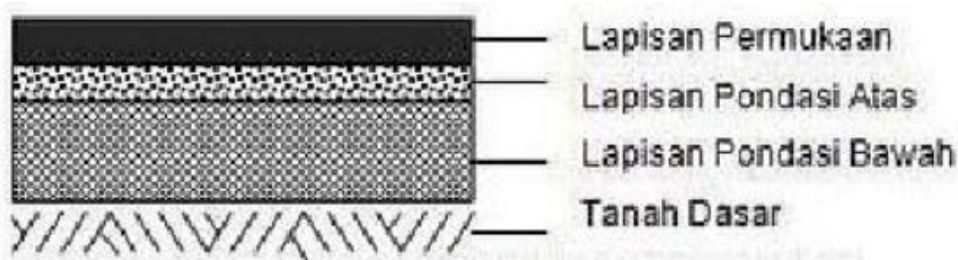
Tabel 2.3 (Lanjutan)

10	Pengaturan kualitas campuran perkerasan lentur lebih rumit.	Pencampuran adukan beton lebih terkontrol.
11	Yang dimaksud dengan konstruksi tebal perkerasan lentur ialah seluruh lapisan yang berada diatas lapisan tanah dasar yang dipadatkan termasuk pondasi.	Yang dimaksud dengan tebal konstruksi perkerasan kaku adalah lapisan beton tidak termasuk pondasi.

Sumber: Lestari, 2013)

2.2.1. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

Menurut Hardiyatmo (2015) perkerasan lentur atau *flexible pavement* umumnya terdiri dari tiga lapisan utama yaitu: lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), tanah dasar.



Gambar 2.2 Lapis permukaan lentur

1. Lapis permukaan (*surface course*)

Lapis permukaan (*surface course*) adalah merupakan lapisan paling atas dan fungsi lapis permukaan meliputi :

a. Struktural:

Ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, beban yang ditimbulkan oleh beban horizontal maupun beban vertikal sehingga harus mempunyai persyaratan yang kuat, kokoh, dan stabil.

b. Non, struktural:

- 1) Mempunyai ruang yang cukup rata sehingga kendaraan yang melewati jalan tersebut mempunyai rasa aman dan nyaman.

- 2) Mempunyai permukaan yang tidak licin, sehingga tersedianya koefisien gaya gesek jika suatu kendaraan akan mengerem tidak akan tergelincir.
- 3) Sebagai lapisan aus, maksudnya ketika suatu saat lapisan terjadi keausan akibat beban kendaraan yang melintas maka lapisan tersebut bisa diganti dengan yang baru dengan tidak mengeluarkan uang yang banyak ketimbang mengganti semua struktur jalan yang ada.
- 4) Lapis kedap air sehingga air yang menggenang tidak akan bisa masuk ke dalam lapisan perkerasan dibawahnya. Hal tersebut sangat memungkinkan akan merusak lapisan struktur yang ada dibawahnya.

Menurut (Lestari, 2013) fungsi lapis permukaan antara lain:

- 1) Sebagai bahan perkerasan jalan yang berguna untuk menahan beban roda suatu kendaraan.
- 2) Sebagai lapisan aus (*wearing course*).
- 3) Sebagai lapisan kedap air untuk terhindarnya kerusakan dibawah lapisan permukaan yang diakibatkan oleh cuaca.

Lapisan permukaan ialah campuran dari agregat yang terdiri dari agregat yang bergradasi rapat dan aspal atau juga bisa disebut dengan campuran aspal kedua campuran ini dicampur dengan keadaan panas atau sering kita sebut dengan *hot mix*. Kedua campuran ini dihamparkan dan diratakan dengan kondisi yang masih panas. Lapis permukaan ini harus mempunyai sifat yang kedap air dan lapis permukaan harus rata dan kasar atau tidak licin.

2. Lapis pondasi atas (*base course*)

Lapis pondasi atas ialah bagian dari perkerasan yang letaknya diantara tepat dibawah lapis permukaan dan diatas lapis pondasi bawah. Lapis pondasi atas merupakan pondasi yang mendukung beban berat sehingga merupakan perkerasan yang penting. Persyaratan material lapis pondasi lebih spesifik atau lebih ketat ketimbang persyaratan lapis pondasi bawah atau tanah dasar. Material yang digunakan untuk lapis pondasi dalam perkerasan lentur ialah kerikil pecah atau tak dipecah, batu pecah bergradasi, makadam, batu kapur, koral, terak (*slag*). Selain itu lapis pondasi atas mempunyai fungsi sebagai berikut :

- 1) Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda yang akan menyebarkan beban lapis dibawahnya.
- 2) Sebagai bantalan dari lapis permukaan.
- 3) Sebagai lapisan perserapan untuk lapis pondasi bawah.

3. Lapis pondasi bawah (*Subbase course*)

Lapis pondasi bawah (*subbase course*) ialah bagian perkerasan yang terletak dibawah lapis permukaan atas dan diatasnya tanah dasar. Material yang digunakan untuk lapis pondasi bawah biasanya diracang lebih rendah kualitasnya dibandingkan dengan lapis pondasi atas. Lapis pondasi bawah (*subbase course*) dirawat atau dicampur dengan aspal, semen, abu terbang (*flyash*), kapur yang digunakan untuk menambah kekuatan lapis pondasi bawah. Menurut SNI-1732-1989-F dan Pt T-01-2002-B, macam – macam bahan dngan $CBR \geq 20\%$ dan indeks plastisitas ($PI \leq 10$), yaitu material yang lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi bawah. Fungsi lapis pondasi bawah (*subbase course*) ialah :

- 1) Sebagai lapis peresapan, supaya air tidak mengenang di lapis pondasi.
- 2) Sebagai koefisensi material karena bahan material untuk lapis pondasi bawah relatif lebih murah.
- 3) Sebagai lapisan untuk menghambat partikel partikel halus yang berada ditanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
- 4) Mengurangi tebal lapis pondasi atas karena lapis pondasi atas yang harganya lebih mahal.

4. Tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) ialah permukaan tanah asli, tanah dasar tidak hanya dari tanah asli bisa juga tanah dari hasil galian maupun tanah timbunan yang dipadatkan. Tanah dasar digunakan untuk peletakan bagian bagian perkerasan lainnya. Secara urutan tanah dasar adalah struktur paling bawah sendiri yang kemudian diikuti oleh lapis permukaan bawah, lapis permukaan atas, lapis permukaan.

2.2.2. Perancangan lalu lintas

Untuk merancang perkerasan diperlukan hitungan perancangan volume lalu lintas pada periode waktu tertentu yang biasa dinamakan dengan lalu lintas rancangan. Dalam perancangan lalu lintas ada beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan adalah konfigurasi dan jumlah pengulangan beban atau jumlah beban gandar total, besarnya beban gandar. Dalam perancangan perkerasan jalan baru, pada saat jalan pertama kali dibuka estimasi volume lalu-lintas sangatlah penting. Maka dari itu dibutuhkannya survey lalu lintas. Dalam survey lalu lintas dilakukan pencatatan kendaraan yang melintas dan juga harus memperhatikan kategori kendaraan yang lewat. Adapun estimasi yang diperlukan untuk menentukan lalu lintas rancangan :

1. Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan menurut tipe kendaraan.
2. Besarnya beban roda menurut tipe kendaraan.
3. Volume dan komposisi lalu lintas tahun pertama.
4. Jumlah aplikasi beban roda dalam lajur lalu lintas.
5. Distribusi arah lalu lintas dan lajur rencana.

Sedangkan data dan parameter lalu lintas yang dibutuhkan untuk perancangan tebal perkerasan meliputi :

1. Umur perancangan.
2. Faktor distribusi arah.
3. Faktor distribusi lajur.
4. Jenis kendaraan.
5. Pertumbuhan lalu lintas tahunan.
6. Volume lalu lintas harian rata-rata.
7. *Equivalent single axle load* (ESAL) selama umur rancangan.

2.2.3. Klasifikasi jalan dan klasifikasi kendaraan

Menurut undang-undang Republik Indonesia nomer 13 tahun 1980 tentang jalan dan peraturan pemerintah Republik Indonesia nomer 26 tahun 1985 tentang jalan, sistem jaringan jalan di Indonesia di bedakan menjadi 2 yaitu sistem jaringan jalan sekunder dan sistem jaringan jalan primer.

1. Sistem jaringan jalan sekunder adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota.
2. Sistem jaringan jalan primer ialah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota.

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima suatu beban lalu lintas dan dinyatakan dalam satuan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Klasifikasi kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat di Tabel 2.4. (Pasal 11, PP. No.43/1993)

Berikut ini klasifikasi kelas jalan, fungsi jalan dan muatan sumbu terberat akan ditunjukkan pada Tabel 2.4 berikut ini :

Tabel 2.4 Klasifikasi kelas jalan, fungsi jalan dan muatan sumbu terberat

Fungsi	Kelas	Muatan sumbu terberat MST (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	8
Lokal	III C	8

Sumber : (Tata cara perancangan geometri antar kota bina marga 1997)

Berdasarkan tabel diatas fungsi jalan dapat dibedakan menjadi :

- a. Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b. Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

- c. Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Dengan demikian sistem jaringan jalan arteri primer dan jalan arteri sekunder terdiri dari:

- A). Jalan arteri primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu yang terletak berdampingan, atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan arteri primer adalah
- 1) Kecepatan rencana > 60 km/jam.
 - 2) Lebar badan jalan > 8.0 m.
 - 3) Kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
 - 4) Jalan masuk dibatasi secara efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan dapat tercapai.

Jalan arteri sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Persyaratan jalan arteri sekunder yaitu :

- 1) Kecepatan rencana > 30 km/jam.
 - 2) Lebar badan jalan > 8 m.
 - 3) Kapasitas jalan sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata rata.
 - 4) Tidak boleh diganggu oleh lalu lintas lambat.
- B) Jalan kolektor primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga. Persyaratan yang harus dipenuhi untuk jalan kolektor primer adalah:
- 1) Kecepatan rencana > 40 km/jam.
 - 2) Lebar badan jalan 7m.
 - 3) Jalan kolektor primer tidak terputus walaupun memasuki daerah kota.
 - 4) Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu lintas rata-rata.
- Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan

sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Persyaratan jalan kolektor sekunder yaitu:

- 1) Lebar badan jalan lebih dari 7m.
- 2) Kecepatan rencana lebih dari 20 km/jam.
- 3) Indeks permukaan tidak kurang dari 1.5.

C) Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan perumahan atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang dibawahnya, kota jenjang ketiga dengan perumahan, atau kota dibawah jenjang ketiga sampai perumahan. Persyaratan jalan lokal primer yaitu:

- 1) Kecepatan rencana lebih dari 20 km/jam.
- 2) Jalan lokal primer tidak terputus walaupun memasuki desa.
- 3) Lebar badan jalan lebih dari 6m.

Jalan lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan.

- 1) Indeks permukaan tidak kurang dari 1.0.
- 2) Kecepatan rencana lebih dari 10 km/jam.
- 3) Lebar badan jalan lebih dari 5m.

Berdasarkan keputusan presiden republik Indonesia Nomor: 36 tahun 2003, tanggal 10 juni 2003 kendaraan bermotor dibedakan menjadi beberapa golongan yaitu:

1. Golongan I : sepeda motor roda 2 dan roda 3, Sedan, Jip, mobil pickup, truck kecil (3/4), dan bus sedang.
2. Golongan I umum : Bus kecil dan bus sedang.
3. Golongan II A : Truk besar dan bus besar dengan 2 gandar
4. Golongan II A umum : Bus besar dengan 2 gandar
5. Golongan II B : Truk besar dan bus besar dengan 3 gandar atau lebih.

(Keterangan Gandar = Sumbu As roda)

2.2.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja struktur perkerasan

Dalam kinerja struktur perkerasan ada beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja struktur perkerasan yaitu faktor pengaruh cuaca, pengaruh kelembaban, pengaruh drainase, pengaruh temperatur (Hardiyatmo 2015).

1. Pengaruh cuaca

Dalam pekerjaan pemeliharaan perkerasan, pemilihan kondisi cuaca yang tepat sangat diperlukan. Seperti pada kondisi hangat dan panas sangat cocok dilakukan pekerjaan tambalan perkerasan. Pada musim dingin dan panas sangat cocok dilakukan pekerjaan pengisian retakan. Dan juga pada musim panas atau hangat sangat bagus untuk pekerjaan *seal coats* dan perawatan permukaan perkerasan. Penambalan atau pekerjaan lapis tambahan (*overlay*) sebaiknya dikerjakan pada musim panas dikarenakan bila campuran aspal yang panas ditempatkan pada perkerasan yang dingin maka campuran aspal akan cepat dingin sehingga hasil pepadatan yang sempurna akan sulit tercapai.

2. Pengaruh kelembaban

Kelembaban yang dikarenakan adanya air bisa merusak struktur aspal. air yang masuk melalui rongga rongga aspal atau melalui retakan dan bagian samping jalan sehingga akan membasahi tanah dasar akan mengurai kekuatan setruktur atau lapisan aspal. air yang merusak struktur aspal bisa berasal dari curah hujan dan juga berasal dari muka air tanah yang tinggi. Kelembaban air yang berlebihan dan juga ditambah volume lalu lintas dan beban kendaraan yang tinggi maka akan cepat merusak struktur lapisan aspal. perubahan kelembaban air dalam perkerasan, umumnya diakibatkan oleh suatu atau lebih dari hal-hal berikut ini:

- a. Rembesan dari permukaan tanah yang lebih tinggi ke jalan.
- b. Transfer kelembaban sebagai akibat perbedaan kadar air atau suhu dalam bentuk cair maupun uap.
- c. Fluktuasi muka air tanah.
- d. Permeabilitas relatif dari lapisan-lapisan perkerasan terhadap tanah dasar.
- e. Infiltrasi air yang berasal dari permukaan perkerasan jalan dan bahu jalan.

3. Pengaruh drainase

Dalam merancang suatu pekerjaan jalan, pekerjaan drainase sangatlah penting dikejakan. Tugas dari drainase adalah mengalirkan air supaya tidak menggenang di badan jalan, karena air yang menggenang di badan jalan sangatlah dapat merusak struktur lapisan jalan. Dalam perancangan perkerasan usaha penanganan masalah air yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

- a. Membangun perkerasan yang cukup kuat untuk menghindari pengaruh buruk dari beban lalu lintas dan air
- b. Mencegah masuknya air ke dalam perkerasan.
- c. Adanya drainase jalan yang baik akan membantu mengalirkan air supaya tidak menggenang di badan jalan.

4. Pengaruh temperatur

Kondisi temperatur sangatlah berpengaruh pada kinerja suatu perkerasan. Temperatur yang tinggi akan membuat sifat aspal menjadi lunak atau lembek, sedangkan pada temperatur yang rendah maka sifat aspal akan menjadi kaku dan getas. Distribusi temperatur harian atau tahunan mempunyai pengaruh penting pada kinerja atau umur perkerasan lentur. Ketika pada malam hari temperatur yang rendah dengan beban lalu lintas yang berat dapat mereduksi umur perkerasan aspal. Pada perkerasan beton, gradien temperatur akibat perbedaan suhu dibagian atas dan bawah perkerasan menyebabkan perkerasan beton melengkung, selain itu temperatur juga mempengaruhi sifat serta kinerja lapisan beton, yaitu berpengaruh pada kecepatan kenaikan kekuatan material ini. Jika dalam pembangunannya perkerasan beton dilakukan pada temperatur tinggi atau udara yang panas, maka pengeringan yang terlalu cepat akan mengganggu karakteristik kekuatan ultimit dan kelelahan material. Pada perkerasan beton pengeringan yang terlalu cepat akan berakibat pelat beton retak-retak.

2.2.5. Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 SKBI.2.3.26.1987 UDC:625.73 merupakan metode yang bersumber dari metode *AASHTO*'72 dan telah dimodifikasi dengan kondisi alam, sifat tanah dasar, lingkungan dan jenis lapis perkerasan jalan yang pada umumnya dipergunakan di Indonesia. Metode analisa komponen ini juga merupakan penyempurna dari buku pedoman penentuan tebal

perkerasan lentur jalan raya No. 01/PD/B1983. Sehingga rumus dasar metode analisa komponen diambil dari rumus dasar metode *AASHTO*'72 revisi 1981.

Dalam Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 ada beberapa parameter yang harus diperhatikan sebagai berikut :

1. Lalu lintas rencana

a. Jumlah jalur dan koefisien distribusi kendaraan

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu-lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika suatu jalan raya tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari Tabel 2.5 berikut ini:

Tabel 2.5 Jumlah jalur berdasarkan lebar perkerasan.

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (N)
$L < 5,50 \text{ m}$	1 lajur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 lajur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 lajur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 lajur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 lajur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 lajur

Sumber : Direktorat jenderal Binamarga 1987.

Tabel 2.6 Koefisien distribusi kendaraan.

Jumlah Lajur	Kendaraan ringan *		Kendaraan berat **	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 lajur	1	1,00	1	1,000
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450

Tabel 2.6 (Lanjutan)

5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Direktorat jenderal binamarga 1987

Catatan:

(*) berat total < 5 Ton, misalnya mobil pick up, mobil penumpang, mobil hantaran

(**) berat total > 5 Ton, misalnya truk, traktor, trailer, semi trailer, bus.

b. Angka Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan.

Tiap masing-masing golongan beban sumbu angka Ekuivalen (E) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

A. Sumbu Tunggal

$$E = \left[\frac{\text{beban satu sumbu tunggal (Ton)}}{8,16} \right]^4 \quad \dots\dots(2.1)$$

B. Sumbu Ganda

$$E = 0,086 \times \left[\frac{\text{beban satu sumbu ganda (Ton)}}{8,16} \right]^4 \quad \dots\dots(2.2)$$

C. Sumbu Tripel

$$E = 0,053 \times \left[\frac{\text{beban satu sumbu ganda (Ton)}}{8,16} \right]^4 \quad \dots\dots(2.3)$$

Tabel 2.7 Angka Ekuivalen (E) Beban sumbu kendaraan

Beban sumbu		Angka Ekuivalen	
KG	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273

Tabel 2.7 (Lanjutan)

10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga 1987

c. Lalu lintas harian rata-rata dan rumus lintas Ekivalen

lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median. Lalu lintas harian rata-rata dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{LHR awal UR} = \text{LHR}_0 \times (1 + i)^{\text{UR}} \quad \text{..... (2.4)}$$

Keterangan

i = Nilai pertumbuhan lalu lintas.

UR = Lamanya pelaksanaan perkerasan Jalan.

LHR_0 = Lalu lintas harian rata-rata sebelum perkerasan dikerjakan.

Untuk menghitung nilai LHR akhir dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{LHR akhir UR} = \text{LHR awal UR} \times (1 + i)^{\text{UR}} \quad \text{..... (2.5)}$$

Keterangan

i = nilai pertumbuhan lalu lintas.

UR = lamanya pelaksanaan perkerasan jalan.

Lintas ekivalen permulaan (LEP) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{LEP} = \text{LHR awal UR} \times C \times E \quad \text{..... (2.6)}$$

Keterangan

E = Angka ekivalen kendaraan.

C = Koefisien kendaraan.

Lintas ekivalen akhir (LEA) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEA = LHR \text{ Akhir UR} \times C \times E \quad \dots\dots (2.7)$$

Keterangan

E = angka ekivalen kendaraan.

C = Koefisien kendaraan.

Lintas ekivalen tengah (LET) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LET = \frac{\sum LEP + \sum LEA}{2} \quad \dots\dots (2.8)$$

Lintas ekivalen rencana (LER) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LER = LET \times FP \quad \dots\dots (2.9)$$

Keterangan

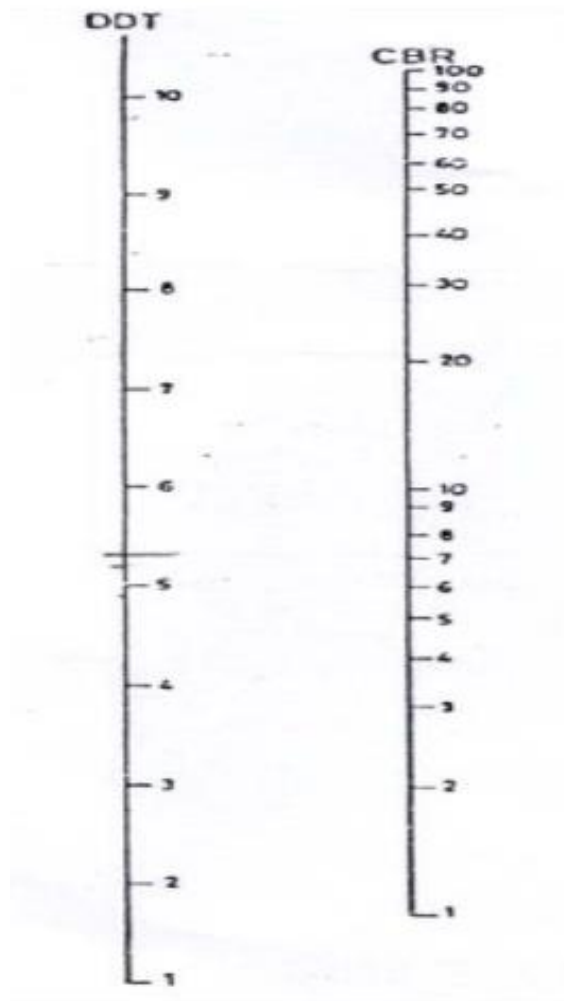
FP = Faktor Penyesuaian

$$FP = \frac{U}{1} \quad \dots\dots (2.10)$$

2. Nilai CBR dan Daya Dukung Tanah (DDT)

Daya dukung tanah bisa diperoleh berdasarkan grafik pada (Gambar 2.3). Untuk nilai CBR yang dipakai adalah data nilai CBR di lapangan dan juga data di laboratorium. Jika memakai CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar menggunakan tabung (*undisturb*) lalu direndam dan dilihat harga CBRnya, atau juga bisa dilihat di lapangan langsung saat musim hujan. CBR lapangan biasanya dipakai untuk pekerjaan perancangan lapis tambahan (*overlay*). Sedangkan untuk CBR laboratorium biasanya dipakai untuk perencanaan pembangunan jalan baru. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut :

- a. Tentukan harga CBR terendah.
- b. Tentukan berapa banyak harga dari masing-masing nilai CBR yang sama dan lebih besar dari masing masing nilai CBR.
- c. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100%. Jumlah lainnya merupakan presentase 100%.
- d. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan presentase jumlah yang tadi.
- e. Nilai CBR yang mewakili adalah yang didapat dari angka presentase 90%.



Gambar 2.3 kolerasi DDT dan CBR

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga 1987.

Catatan: hubungan nilai CBR dengan garis mendatar kesebelah kiri diperoleh nilai DDT.

3. Umur rencana



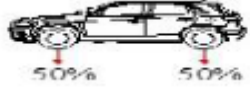
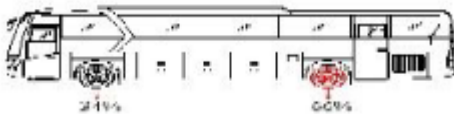
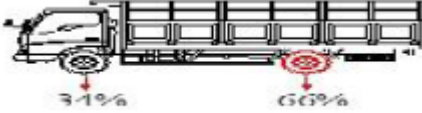



Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu-lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan *overlay* lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan non struktural yang memiliki fungsi sebagai lapis aus. Untuk umur rencana perkerasan lentur jalan baru biasanya diambil 20 tahun dan untuk peningkatanya 10 tahun. Jika umur rencana lebih dari 20 tahun tidak lagi

ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai (tambahan lapis perkerasan biaya awal yang cukup tinggi).

4. Konfigurasi beban sumbu kendaraan

Distribusi konfigurasi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan dapat dilihat dari Tabel 2.8 berikut ini :

Tabel 2.8 Distribusi konfigurasi beban sumbu kendaraan

Konfigurasi sumbu dan tipe	Berat kosong (Ton)	Berat Muatan Maksimum (ton)	Berat total Maksimum (ton)	UE 18 KSAL		 Roda tunggal pada ujung sumbu  Roda Ganda pada ujung sumbu
				kosong	Maksimum	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 bus	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2 L truk	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2 H truk	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 truk	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 truk	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	

Tabel 2.8 (Lanjutan)

1,2-2	Trailer	6,2	20	26,2	0,0192	6,1779	
1,2-2	Trailer	10	32	42	0,0327	10,1830	

Sumber: (Suryawan dalam Hardiyatmo, 2015)

5. Faktor Regional (FR)

Faktor regional merupakan keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, bentuk alinyemen serta presentase kendaraan dengan berat 13 ton, perlengkapan drainase, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata pertahun. Mengingat persyaratan penggunaan disesuaikan dengan peraturan pelaksanaan pembangunan jalan raya edisi terakhir. Maka pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat dianggap sama. Dengan demikian dalam menentukan tebal perkerasan ini, faktor regional hanya dapat dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan) dapat dilihat dalam Tabel 2.9 berikut ini:

Tabel 2.9 Faktor Regional (FR)

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

Tabel 2.9 (Lanjutan)

Iklm II	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5
≥ 900						
mm/tahun						

Sumber : (SKBI – 2.3.26.1987 UDC : 625.73 (02))

6. Indeks permukaan

Indeks permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Berikut ini nilai IP beserta artinya sebagai berikut ini :

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

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

IP = 2,0 : Menyatakan tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih bagus.

IP = 2,5 : Menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Ada beberapa pertimbangan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER) dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana yang akan disajikan dalam Tabel 2.10 berikut ini:

Tabel 2.10 Indeks permukaan pada akhir umur rencana (IPt)

LER = Lintas ekivalen rencana	Klasifikasi jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 - 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 - 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5-2,0	2,0	2,0 - 2,5	-
>1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

Sumber : (SKBI – 2.3.26.1987 UDC : 625.73 (02))

*) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal.

Catatan : pada proyek-proyek penunjang jalan murah atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

Untuk menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPO) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan seperti kehalusan, kerataan, dan kekokohan pada awal umur rencana, penentuan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) dapat ditentukan pada Tabel 2.11 berikut ini:

Tabel 2.11 Indeks permukaan awal umur rencana (IPo)

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

7. Nilai Pertumbuhan lalu lintas dan faktor-faktor pertumbuhan lalu lintas

Menurut Silvia Sukirman (1999) Nilai pertumbuhan lalu lintas yaitu meningkatnya jumlah kendaraan dari tahun ke tahun yang menggunakan jalan tersebut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas yaitu bertambahnya kesejahteraan masyarakat, bertambah maju perkembangan daerah tersebut, dan masyarakat mudah untuk membeli kendaraan baru. Faktor pertumbuhan lalu lintas dalam bentuk persen/tahun.

8. Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai *Marshall test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah). Jika *marshall test* tidak tersedia, maka kekuatan (stabilitas) bahan beraspal bisa diukur dengan cara lain seperti *Hveem test*, *smith Triaxial*, dan *Hubbard field*. Berikut ini tabel koefisien kekuatan relatif yang akan ditampilkan di Tabel 2.12 :

Tabel 2.12 Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif			Kekuatan bahan			Jenis bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm ²)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	

Tabel 2.12 (Lanjutan)

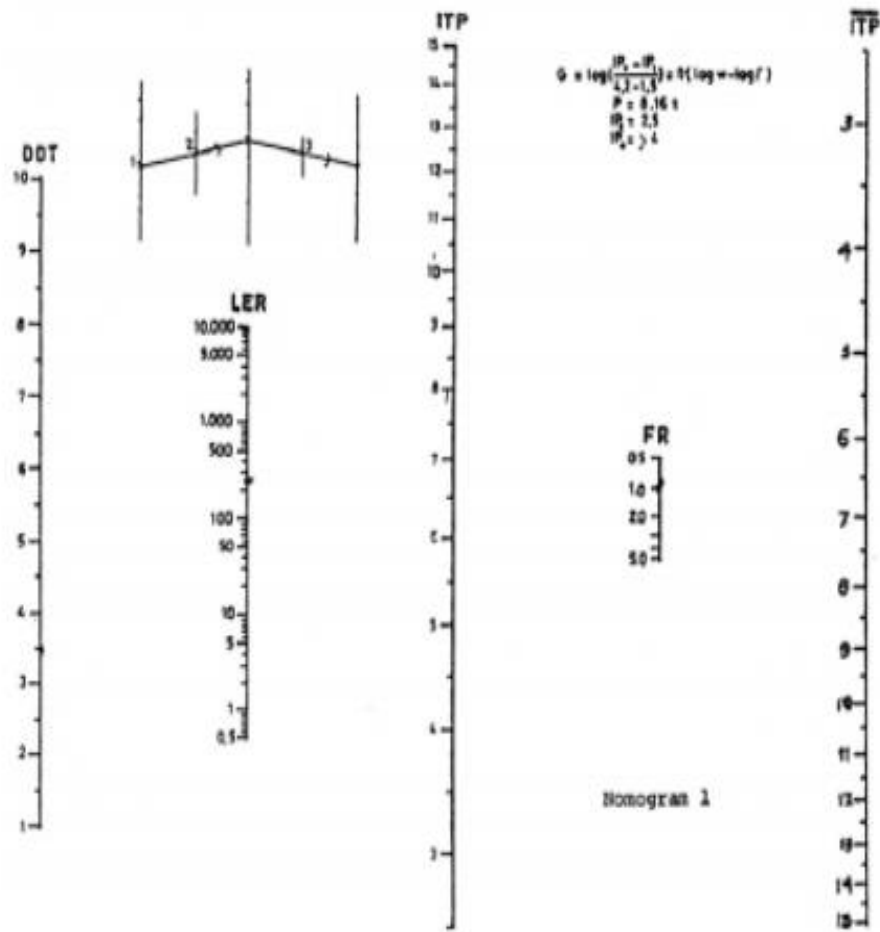
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Makadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stabilisasi
-	0,13	-	-	18	-	tanah dengan semen
-	0,15	-	-	22	-	Stabilisasi
						Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelasA)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelasB)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelasC)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/Pitrun(kelasA)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/Pitrun(kelasB)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/Pitrun(kelasC)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/Lempung
						Kepasiran

Sumber : SKBI – 2.3.26.1987

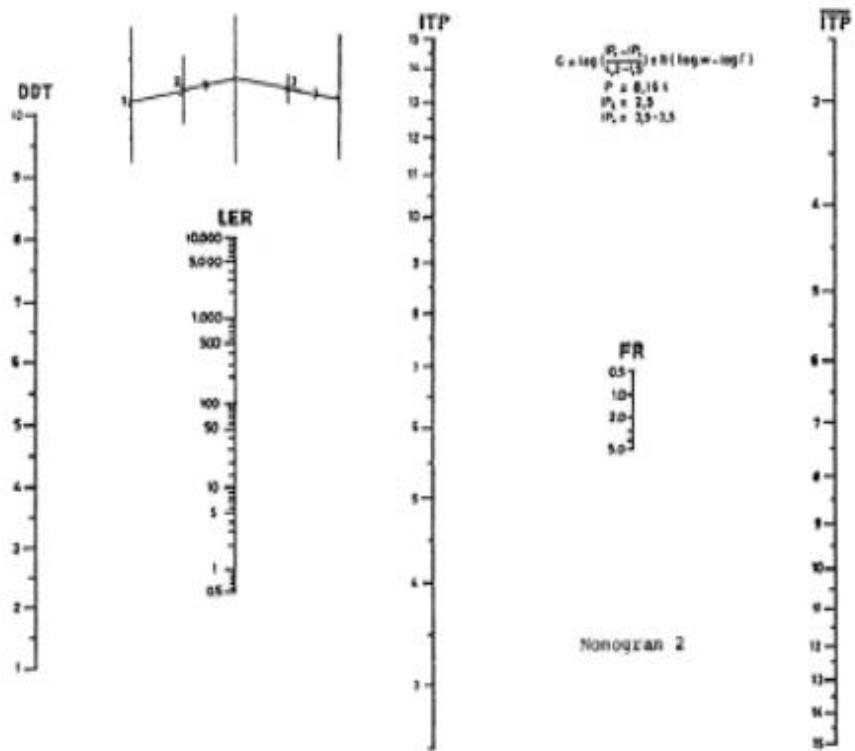
Catatan : kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke 7,
 kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21.

9. Indeks tebal perkerasan

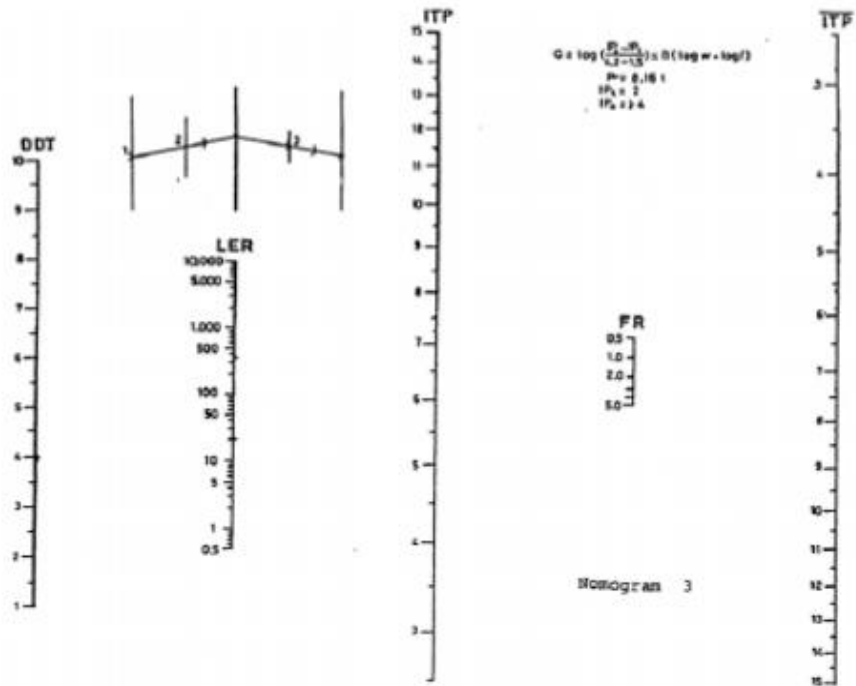
Setelah mendapatkan nilai-nilai DDT, LER rencana, FR maka nilai-nilai itu dapat diplotkan pada nomogram dan dihubungkan dengan garis lurus yang mana di ujung garis lurus tersebut akan menunjukkan nilai ITP. Berikut ini gambar nomogram yang akan di sajikan pada Gambar 2.4 sampai Gambar 2.12:



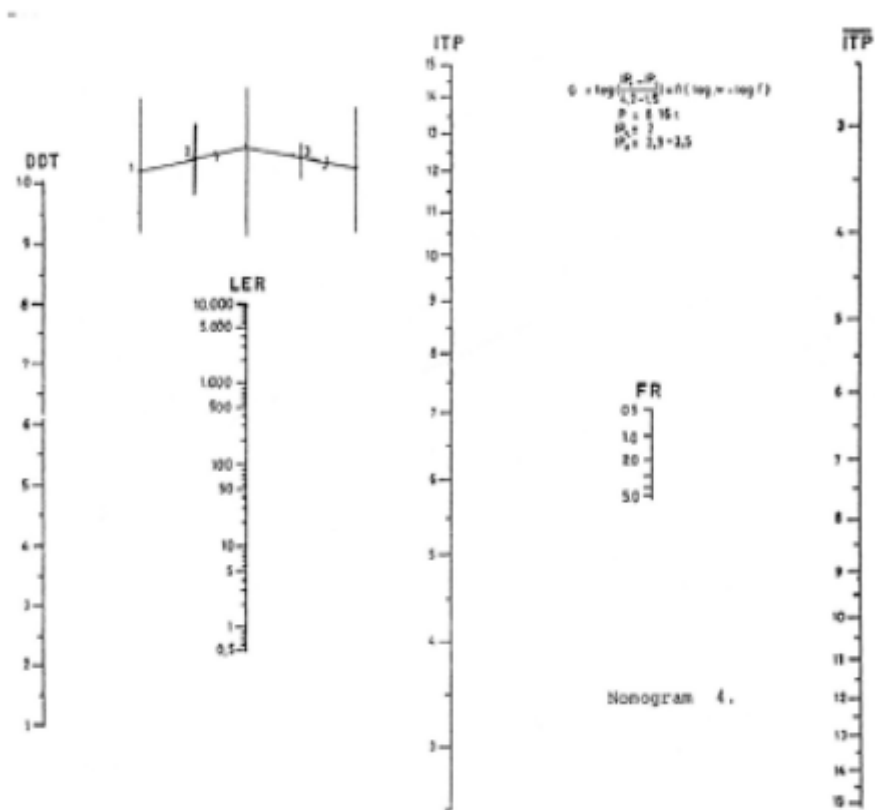
Gambar 2.4 Nomogram 1 untuk $I_{pt} = 2,5$ dan $I_{Po} \geq 4$



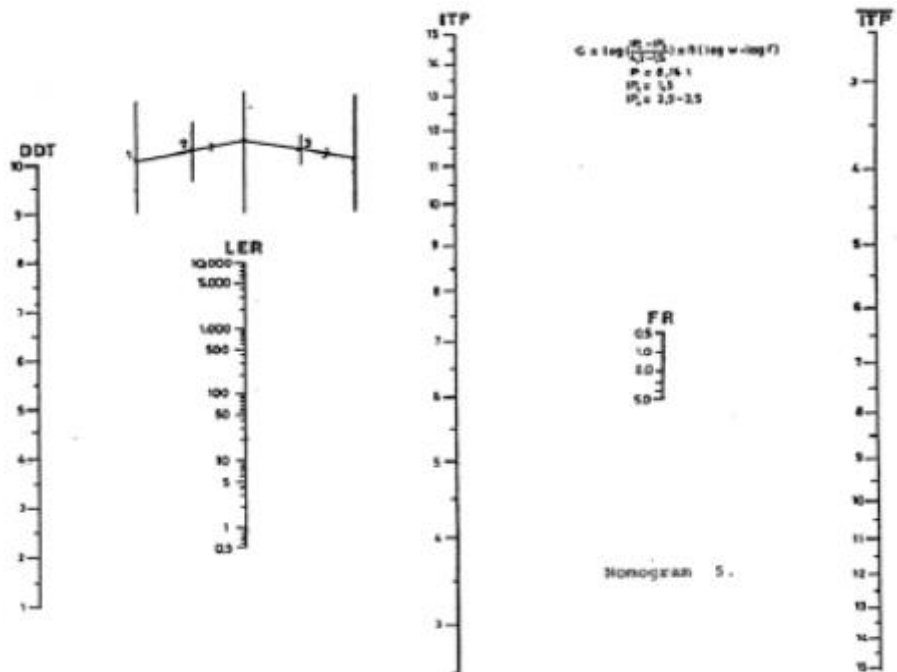
Gambar 2.5 Nomogram 2 untuk $I_{pt} = 2,5$ dan $I_{po} = 3,9 - 3,5$



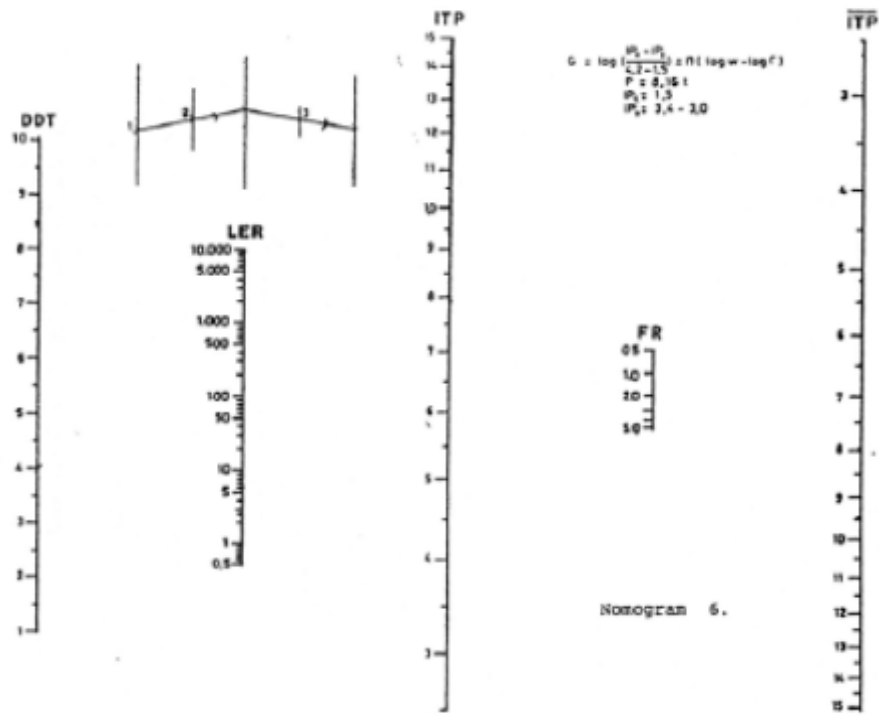
Gambar 2.6 Nomogram 3 untuk $I_{pt} = 2$ dan $I_{po} \geq 4$



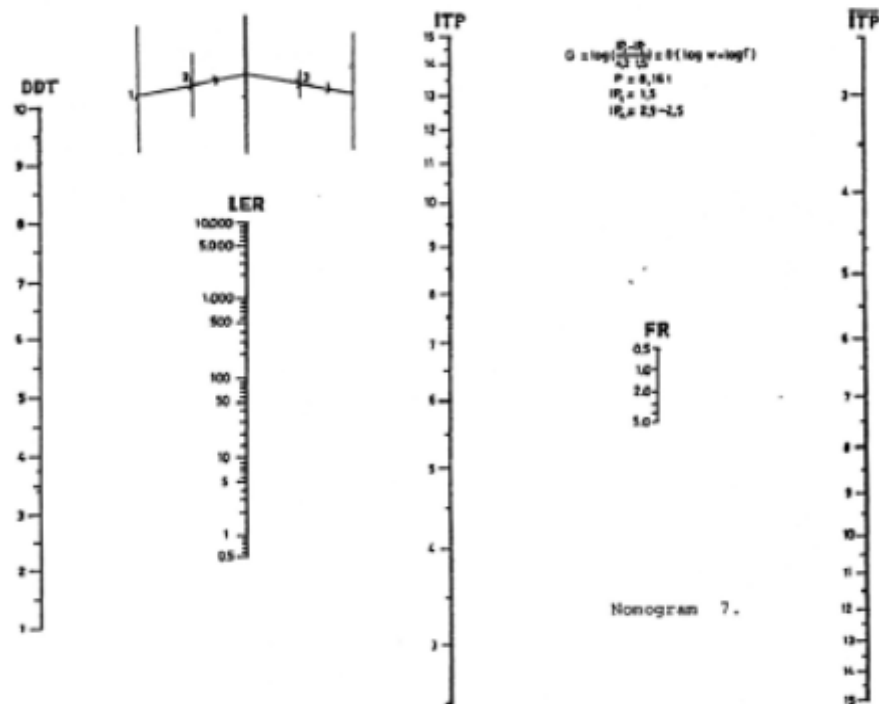
Gambar 2.7 Nomogram untuk $IP_t = 2$ dan $IP_o = 3,9 - 3,5$



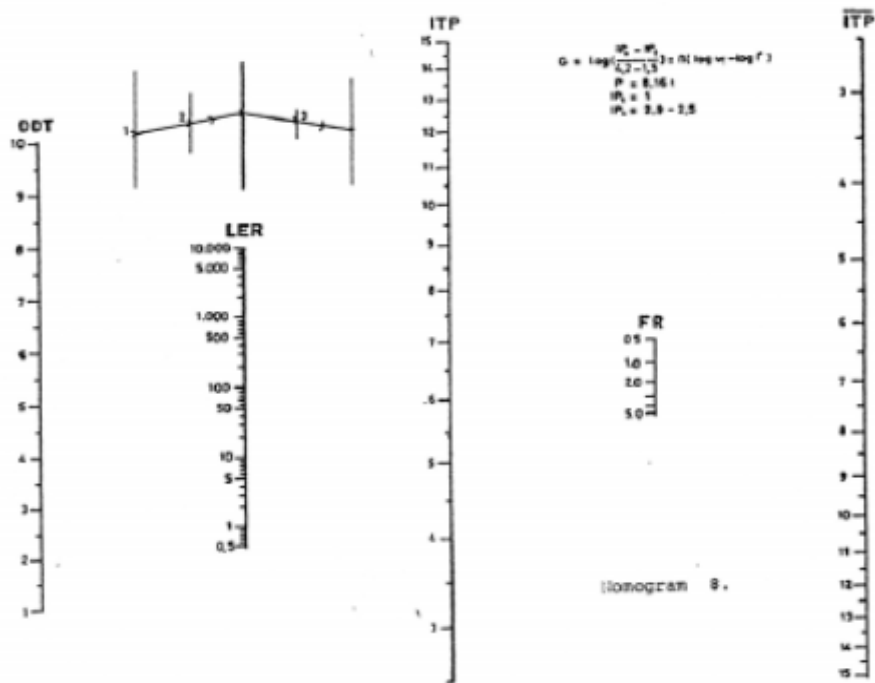
Gambar 2.8 Nomogram untuk $IP_t = 1,5$ dan $IP_o = 3,9 - 3,5$



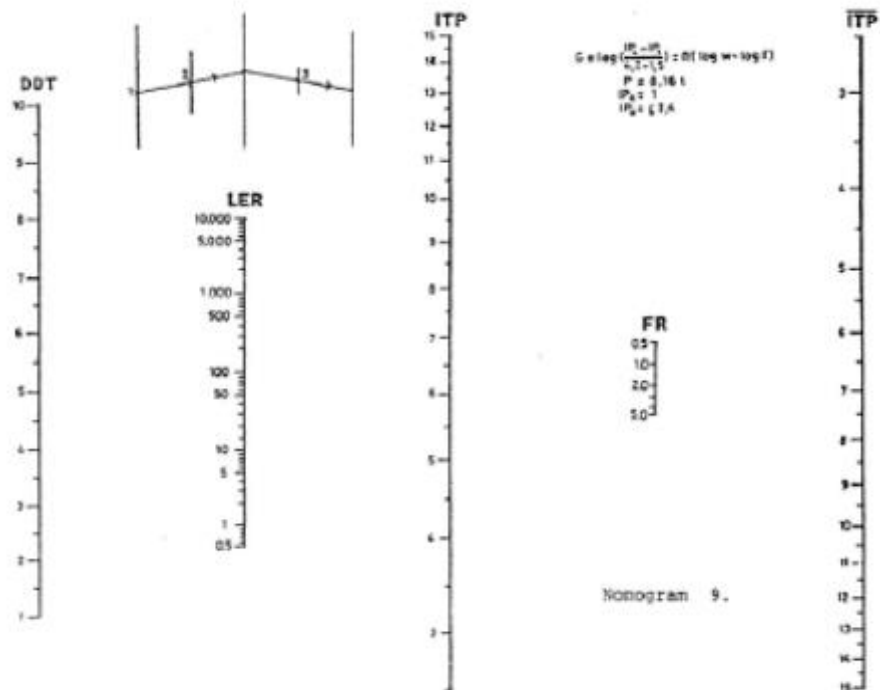
Gambar 2.9 Nomogram untuk $I_{pt} = 1,5$ dan $I_{Po} = 3,4 - 3,0$



Gambar 2.10 Nomogram untuk $I_{pt} = 1,5$ dan $I_{Po} = 2,9 - 2,5$



Gambar 2.11 Nomogram untuk Ipt = 1 dan IPo= 2,9 – 2,5



Gambar 2.12 Nomogram untuk Ipt = 1 dan IPo ≤ 2,4

Sumber : (SKBI – 2.23.26.1987 UDC : 625. 73 (02))

10. Menghitung tebal perkerasan

Rumus menghitung tebal perkerasan :

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \quad \dots\dots(2.11)$$

Keterangan

D1, D2, D3 = Tebal masing - masing lapis perkerasan (cm).

a1, a2, a3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan.

Nilai nilai a1,a2,a3 didapatkan dari Tabel 2.11 sementara untuk nilai ITP diperoleh dari nomogram korelasi LER, DDT, dan FR pada Gambar 2.4 sampai Gambar 2.12.

11. Batas-batas minimum Tebal Lapis Perkerasan.

Untuk menentukan Tebal lapis permukaan (D1) bisa menggunakan Tabel 2.12 yang merupakan hubungan antara nilai ITP, dan bahan yang digunakan pada lapisan permukaan.

Tabel 2.13 Batas-batas Minimum Tebal lapis permukaan

ITP	Tebal minimum D1 (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung : Buras, Burtu, Burda
3,00 – 6,70	5	Lapen / Aspal macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen / Aspal macadam HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10	10	Laston

Sumber : (SKBI – 2.3.26.1987 UDC : 625.73 (02))

Untuk menentukan tebal lapis pondasi (D2) bisa menggunakan Tabel 2.13 yang merupakan hubungan antara ITP dan bahan yang digunakan pada lapis pondasi.

Tabel 2.14 Batas-batas Minimum Tebal lapis pondasi

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

Sumber : (SKBI – 2.3.26.1987 UDC : 625.73 (02))

Catatan : jika pondasi bawah digunakan material berbutir kasar, batas 20 m tersebut bisa diturunkan menjadi 15 cm.






2.2.6. Metode *AUSTROADS*

Metode *AUSTROADS* adalah metode yang berasal dari Australia. Metode ini awal pertama kali diperkenalkan pada tahun 1987. Metode *AUSTROADS* merupakan metode mekanistik yang dikembangkan berdasarkan teori matematis dari regangan pada setiap lapis perkerasan akibat beban yang berulang dari lalu lintas. Ada beberapa parameter yang digunakan untuk perancangan tebal perkerasan Metode *AUSTROADS* adalah sebagai berikut :








1. *Design Traffic*

Dalam merancang perkerasan jalan, jalan harus lebar dan mempunyai geometri yang sama sehingga kendaraan yang melewati daerah tersebut akan nyaman sesuai dengan perencanaan kecepatan yang sudah direncanakan sebelumnya. Lalu lintas kendaraan mempunyai beberapa jenis kendaraan dari sepeda motor, mobil, truck, bis, hingga kendaraan berat lainnya. Dalam membuat perkerasan jalan juga harus mempertimbangkan kendaraan yang paling berat yang melewati jalan tersebut. Ada penggolongan jenis kendaraan menurut metode *AUSTROADS* sebagai berikut ini :

Tabel 2.15 penggolongan jenis kendaraan menurut metode *AUSTROADS*

<i>Class Name</i>	<i>Class of Vehicles</i>	<i>Image of the vehicle</i>
<i>Triple road train</i>	<i>Class 12</i>	
<i>Double road train</i>	<i>Class 11</i>	
<i>B double</i>	<i>Class 10</i>	
<i>six axle articulated vehicle</i>	<i>Class 9</i>	
<i>Five axle articulated vehicle</i>	<i>Class 8</i>	

Tabel 2.15 (Lanjutan)

<i>Four axle articulated vehicle</i>	<i>Class 7</i>	
<i>Three Axle Articulated Vehicle</i>	<i>Class 6</i>	
<i>Four Axle Truck</i>	<i>Class 5</i>	
<i>Three Axle Truck</i>	<i>Class 4</i>	
<i>Two Axle Truck</i>	<i>Class 3</i>	
<i>Short Vehicle Towing</i>	<i>Class 2</i>	
<i>Short Vehicle</i>	<i>Class 1</i>	

Sumber : (AUSTROADS, 2004)

Ada beberapa komponen yang diperlukan dalam mendesain lalu lintas dengan Metode AUSTROADS sebagai berikut ini :

a. Pertumbuhan Lalu lintas

Untuk menghitung nilai pertumbuhan lalu lintas geometrik jalan sepanjang desain membutuhkan jumlah lalu lintas total selama periode desain yang diperoleh dari dengan mengalikan total traffic selama tahun pertama dengan faktor pertumbuhan yang sudah ditentukan oleh Metode *AUSTROADS* tersebut.

Berikut ini akan dijelaskan pada Tabel 2.16 nilai faktor pertumbuhan kumulatif yang dianjurkan oleh Metode *AUSTROADS* sebagai berikut :

Tabel 2.16 Faktor pertumbuhan kumulatif (GF)

<i>Design Periods</i>	<i>Growth Rate (%)</i>					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5.2	5.4	5.6	5.9	6.1
10	10	10.9	12	13.2	14.5	15.9
15	15	17.3	20	23.3	27.2	31.8
20	20	24.3	29.8	36.8	45.8	57.3
25	25	32	41.6	54.9	73.1	98.3
30	30	40.6	56.1	79.1	113.3	164.5
35	35	50	73.3	111.4	172.3	271
40	40	60.4	95	154.8	259.1	442.6

Sumber: (AUSTROADS, 2004)

b. Jumlah ESA (*Equivalent Standart Axles*)

Jumlah ESA (*Equivalent Standart Axles*) adalah parameter desain yang dibutuhkan dalam mendesain lalu lintas. Sebelum menentukan nilai ESA adalah menentukan nilai harian rata-rata tahunan ESA (N_e).

Untuk menentukan nilai (N_e) bisa menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N_e = AADT \times F \times C \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

F = Faktor hubungan nilai ESA perjumlah kendaraan komersial sesuai dengan kelas jalan dan daerah setempat. Nilai F diperoleh pada tabel 2.17

AADT = *Annual Average Daily Traffic*.

C = Persen kendaraan komersial.

Berikut adalah Tabel 2.17 tentang tabel nilai faktor F :

Tabel 2.17 Nilai faktor F

Kelas Fungsi jalan	Daerah					
	Queensland	Tasmania	New South Wales	Western Australia	Northern Territory	Vic tor ia
1	1.5	1.1	1.8	1.5	1.9	1.9
2	1.1	1.4	2.1	2.2	-	1.2
3	1.2	1.6	1.9	1.6	2.5	1.2
6	1.1	0.9	1.9	1.5	-	1.0
7	0.9	0.7	2.7	1.2	-	0.9

Sumber : (National AustStab Guidelines, 1996)

Berikut adalah rumus untuk mencari nilai ESA adalah :

$$ESA = NE \times 365 \times GF \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

Nilai GF diperoleh pada Tabel 2.16.

c. Periode Desain

Periode desain berfungsi untuk mengetahui rencana awal umur suatu pekerjaan jalan. Dengan adanya periode desain bisa memprediksi umur suatu jalan jika suatu saat terjadi kerusakan yang berlebih pada saat waktu umur rencana yang ditentukan maka kita sudah bisa mempersiapkan semua sejak awal. Ada Periode desain yang dianjurkan oleh Metode *AUSTROADS* adalah sebagai berikut : untuk perkerasan kaku dianjurkan dengan umur rencana 30 – 40 tahun, sedangkan untuk perkerasan lentur mempunyai umur rencana 20 - 40 tahun.

d. Definisi kelas jalan

Kelas jalan terbagi beberapa definisi sesuai fungsi dari jalan tersebut, definisi fungsi kelas jalan akan dijelaskan pada Tabel 2.18 berikut ini :

Tabel 2.18 Definisi kelas jalan

Kelas jalan	Definisi jalan
1	Kelas jalan satu adalah jalan utama yang menghubungkan wilayah utama yang ada di Australia, dan juga termasuk menghubungkan antara kota – kota besar
2	Kelas jalan dua adalah jalan yang memiliki fungsi utama menghubungkan antara kota besar dengan negara yang bersebelahan dan kota besarnya, antara kota besar dengan kota utama, dan antar kota utama.
3	Kelas jalan tiga adalah jalan yang memiliki fungsi utama menghubungkan antara daerah atau pusat – pusat kota penting dengan jalan kelas satu dan kelas dua atau dengan kota utama, antar pusat – pusat kota penting.
4	Kelas jalan empat adalah jalan yang menyediakan akses ke perbatasan kota.
5	Kelas jalan lima adalah jalan yang hanya bisa digunakan untuk satu kegiatan atau fungsi dan tidak difungsikan untuk kelas jalan satu, dua, tiga maupun empat.
6	Kelas jalan enam adalah jalan yang mempunyai fungsi utamanya untuk menghubungkan pada lalu lintas yang padat.
7	Kelas jalan tujuh adalah jalan yang memiliki fungsi utama sebagai jalan pelengkap untuk kelas jalan enam dalam pergerakan lalu lintas atau mendistribusikan ke sistem jalan setempat.
8	Kelas jalan delapan adalah jalan yang fungsi utamanya untuk memberikan akses ke perbatasan suatu daerah
9	Kelas jalan sembilan adalah jalan yang hanya berfungsi untuk satu kegiatan dan tidak difungsikan untuk kelas jalan 6,7 atau 8.

Sumber : *Definition of road classes (Austroads 1987)*

e. Temperatur Perkerasan Rata-Rata Tahunan (TPRRT)

Berikut ini tabel suhu temperatur perkerasan rata-rata tahunan propinsi Jawa timur yang akan dijelaskan pada Tabel 2.19.

Tabel 2.19 Temperatur Perkerasan Rata – Rata Tahunan Povinsi Jawa Timur

No	Kota	Temperatur rata – rata (°C)
1	Cindogo	26,5
2	Tretes pasuruan	28,3
3	Punten, Sidomulyo Batu	29,3
4	KP.Tlekung, Kec Batu Malang	29,4
5	Nganjuk	31,0
6	Lanuma ABD.Rahman Saleh	31,2
7	Sumber Asin, pos suber Manjing	31,2
8	Malang	31,7
9	Bendungan Selorejo	31,9
10	UNBRA JL.Majen Haryono	33,4
11	Karang Kates,Proy.Serbaguna	34,2
12	Jember	35,1
13	PG. Gedawung	35,3
14	KP. Genteng	35,4
15	Jatiroto Jl. Merak I	35,6
16	Tuban	35,7
17	Kedungrejo	35,7
18	Tugurejo	35,8
19	Banyuwangi	36,0
20	Selogiri,Kec Giri ketapang	36,0
21	Meteo Banyuwangi	36,1
22	Mojokerto	36,1
23	Madiun	36,3
24	Surabaya	36,8
25	Pasuruan	36,8
26	Kalianget	37,0
27	PG.Wonolangun	37,0

Tabel 2.19 (Lanjutan)

28	Bawean	37,1
29	Meteo	37,4
30	Surabaya Maritim, JL TJG Sadani	37,4
31	PG.Waringin Anom	37,4
32	Pacitan	37,6
33	Pamekasan	37,6
34	Lanud Juanda TNI AURI	37,8
35	Pasinan	39,6
36	Situbondo	39,9
37	Wirolegi	44,2

Sumber: Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-05-2005-B

f. Temperatur perkerasan rerata tahunan *Western Australia*

Berikut ini Temperatur perkerasan rerata tahunan di Australia tepatnya di *Western Australia* yang akan ditunjukkan pada Tabel 2.20.

Tabel 2.20 Temperatur perkerasan rerata tahunan *Western Australia*

Kota	Temperatur rata – rata (°C)
Alibany	23,8
Broome	39,8
Bunbury	26,8
Carnarvon	33,9
Dampier	39,4
Esperance	25,9
Fremantle	28,1
Geraldton	31,0
Kalgoorlie	30,0
Manjimup	23,9
Meekhatarra	36,3
Mt Magnet	35,4
Norseman	28,0
Northam	29,8

Tabel 2.20 (Lanjutan)

Perth	29,5
York	29,2

Sumber: AUSTROADS, 2004

2. Perancangan desain perkerasan lentur baru dengan prosedur mekanis desain grafis.

Untuk membuat perkerasan lentur baru, pada prosedur ini, ketebalan perkerasan jalan bisa diketahui dengan mencocokkan grafis desain yang sesuai. Ada beberapa parameter input yang digunakan untuk prosedur desain grafis adalah :

a. Distribusi beban lalu lintas.

Anggapan distribusi beban lalu lintas sudah digunakan dalam pengembangan contoh desain grafis.

b. Periode desain

Pada desain grafis, pembebanan lalu lintas dinyatakan dalam ESA.

c. Karakteristik material

Untuk lapisan aspal dengan nilai 3000 MPa digunakan untuk keseluruhan grafis yang ada dalam perencanaan perkerasan jalan.

d. Ringkasan parameter input

Grafis sudah dikembangkan menggunakan prosedur mekanis. Seorang desainer sebelum menggunakan grafis mereka harus bisa menjamin bahwa menggunakan itu karena sudah memperkirakan rencana desain yang akan digunakan. Untuk grafik desain dapat ditampilkan pada Tabel 2.21 berikut ini :

Tabel 2.21 Daftar jenis perkerasan yang termasuk dalam contoh grafik desain

Kategori 1

	Thickness (mm)	Subgrade modulus (MPa)	Chart number
Asphalt – 3000 MPa modulus	varying	30	EC01
Granular	varying	50	EC02
Subgrade		70	EC03

Tabel 2.21 (Lanjutan)

Kategori 2

	Thickness (mm)	Asphalt modulus (MPa)	Chart number
Asphalt – range of moduli	varying	1000	EC04
Subgrade		3000	EC05
		5000	EC06

Kategori 3

Cemented material phases				
	Thickness (mm)	Subgrade modulus (MPa)	Pre-cracking Chart No.	Pre & Post cracking Chart No.
Asphalt – 3000 MPa modulus	varying	30	EC07	EC08*
Cemented material – 2000 MPa modulus		50	EC09	EC10*
Subgrade		70	EC11	EC12*

Kategori 4

Cemented material phases				
	Thickness (mm)	Subgrade modulus (MPa)	Pre-cracking Chart No.	Pre & Post cracking Chart No.
Asphalt – 3000 MPa modulus	varying	30	EC13	EC14*
Cemented material – 5000 MPa modulus		50	EC15	EC16*
Subgrade		70	EC17	EC18*

Kategori 5

Cemented material phases				
	Thickness (mm)	Subgrade modulus (MPa)	Pre-cracking Chart No.	Pre & Post cracking Chart No.
Asphalt – 3000 MPa modulus	varying	30	EC19	EC20*
Granular		100	50	EC21
Cemented material – 5000 MPa modulus	varying	70	EC23	EC24*
Subgrade				

Sumber : (AUSTROADS, 2004)

2.2.7. Program Kenpave

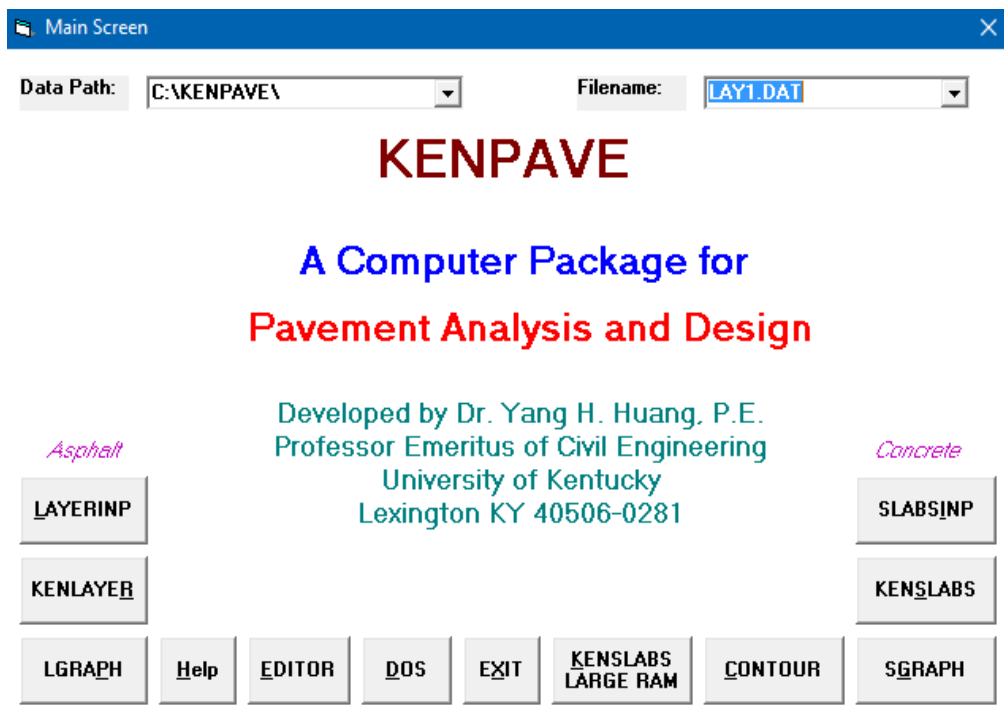
Program *Kenpave* dapat menganalisis perkerasan kaku dan perkerasan lentur dengan mudah ketimbang menggunakan program lain. Ada beberapa data-data yang diperlukan untuk menjalankan program *Kenpave* yaitu sifat karakteristik perkerasan dan material seperti modulus, beban roda, koordinat dimana tegangan dan regangan yang diperlukan, poisson ratio setiap lintasan, dan tekanan ban. Program *kenpave* ini bisa dijalankan dengan Microsoft Windows. *Kenpave*

mengkombinasikan KENSLAP untuk rigid pavement dan program KENLAYER untuk flexible pavement (Muniandy,2013).

Program *kenpave* yang dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P.E professor emiritus dari Civil Engineering University of Kentucky ini ada empat program yang terdapat pada program *Kenpave* yang terpisah dan ditambah dengan beberapa program analisis untuk menunjukkan grafis menurut jenis perkerasannya yaitu pada program analisis perkerasan lentur terdapat program LAYERINP dan KENLAYER, sedangkan untuk program analisis perkerasan kaku terdapat program SLABSINP dan KENSLABS (Simanjuntak,2014).

1. Menu menu yang terdapat pada *program kenpave*.

Untuk menganalisis dan mendesain perkerasan *program kenpave* memiliki menu-menu yang akan dijelaskan sebagai berikut ini :



Gambar 2.13 Tampilan awal *program kenpave*

a. Data path

Data path merupakan tempat penyimpanan data, nama umum yang sering digunakan pada direktori adalah *default* C:\KENPAVE\ sebagai nama yang terdaftar pada proses instalasi. Jika ingin membuat direktori baru guna menyimpan data file yang dibuat, bisa mengetikkan nama direktori (mis C:\ABC\)) di kotak jalur data. Kemudian setelah SLABSINP atau LAYERINP

di klik, direktori baru secara otomatis akan dibuat dan muncul sebagai item pertama dalam kotak path. Jika ingin membuat file data yang sudah ada selain direktori C:\KENPAVE\, dapat mengetikkan nama direktori. LAYI.DAT akan ditampilkan dalam menu *filename* yang berada di sebelah kanan.

b. Help

Di menu layar terdapat menu *help* yang berfungsi untuk memberi bantuan dan menjelaskan parameter input dan penggunaan yang tepat dari program. Jika ingin membacanya ada beberapa menu memiliki bantuan yang harus di klik.

c. Filename

Menu *filename* akan ditampilkan sebuah *file* baru yang diciptakan oleh SLABSINP atau LAYERINP, kita tidak perlu lagi mengetik nama di kotak *filename* karena, *file* yang mau dibuat secara otomatis akan muncul pada menu *filename*. Semua *file* data haruslah memiliki ekstensi DAT. Nama file yang ditampilkan dalam kotak juga akan digunakan dalam file lain yang dihasilkan selama pelaksanaan KENLAYER atau KENSLABS.

d. EDITOR

Editor digunakan untuk mengedit, memeriksa, dan mencetak data file. Penggunaan LAYERINP atau SLABINP bagi pemula dengan pengaturan file data penggunaannya sangat dianjurkan. Jika analisis yang diinginkan telah tercapai maka klik exit untuk menutup *Kenpave*.

e. LAYERINP dan SLABSINP

Sebelum KENLAYER atau KENSLABS dijalankan, LAYERINP atau SLABSINP dapat digunakan untuk membuat file data.

f. KENLAYER dan KENSLABS

KENLAYER dan KENSLABS adalah program utama untuk menganalisis perkerasan dan dapat dijalankan ketika semua file data telah terisi. Program ini akan membaca dari file data yang sudah diisi sebelumnya.

g. LGRAPH dan SGRAPH

LGRAPH dan SGRAPH digunakan untuk menampilkan grafik rencana dan penampang perkerasan dengan informasi tentang output dan input.

h. *Countour*

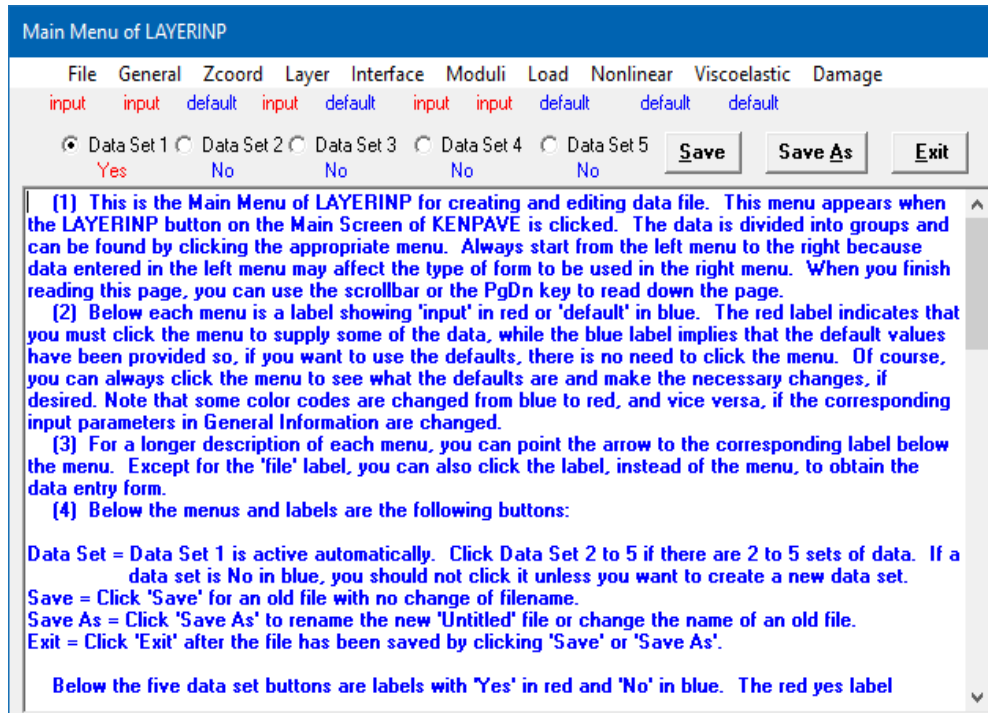
Menu ini sangat berguna untuk plot kontur tekanan atau momen dalam arah Y maupun arah X. Plot *countour* untuk perkerasan kaku.

2. **Program KENLAYER**

Pada jenis perkerasan lentur dapat menggunakan program KENLAYER dan untuk perkerasan kaku menggunakan program KENSLABS. Program KENLAYER juga digunakan untuk menentukan rasio kerusakan menggunakan tekanan (*distress models*). *Distress models* adalah retak dan deformasi. *Distress models* digunakan untuk memprediksi umur perkerasan baru dengan mengasumsi konfigurasi perkerasan. Konfigurasi perkerasan yang diasumsikan harus diubah ketika reliabilitas atau kemampuan untuk *distress* tertentu lebih kecil dari tingkat minimum yang dibutuhkan.

Dasar program KENLAYER ini adalah teori sistem lapis banyak. Teori sistem lapis banyak adalah metode mekanistik dalam perencanaan perkerasan lentur. KENLAYER bisa digunakan pada perilaku setiap lapisan yang berbeda seperti lapis linear dan lapis non linear (viskoelastis). Program KENLAYER bisa mengenali empat jenis sumbu roda yaitu sumbu tandem, sumbu triple, sumbu roda tunggal dan sumbu roda ganda.

Program KENLAYER dimulai dengan input data melalui menu LAYERINP pada *software kenpave*. LAYERINP mempunyai 11 menu dan setiap menu harus diisi dengan data yang ada. Berikut ini akan dijelaskan tentang menu-menu yang ada di LAYERINP.



Gambar 2.14 Tampilan layar pada LAYERINP

a. File

Menu file berfungsi untuk memulai file baru dan membuka file yang sudah ada.

b. General

Di dalam menu general ada beberapa menu yang harus diinput yaitu :

- 1) *Title* : menginput atau memasukan judul dari analisa.
- 2) MATL : Memilih tipe material.
 - (1). Jika lapisan merupakan linear elastis
 - (2). Jika lapisan merupakan non linear elastis.
 - (3). Jika lapisan merupakan viskoelastis.
 - (4). Jika lapisan merupakan campuran dari campuran lapisan linear elastis, campuran non linear elastis, campuran viskoelastis.
- 3) NDAMA : Memilih analisa kerusakan
 - (0) jika tidak ada kerusakan analisis.
 - (1) terdapat kerusakan analisis dan ada hasil printout.

- (2) terdapat kerusakan analisis dan ada hasil printout yang lebih detail.
- 4) DEL : Nilai akurasi hasil analisa. Standart akurasi 0,001.
- 5) NEL : Jumlah lapis/ layer. Maksimal 19 lapisan.
- 6) NZ : letak koordinat arah Z yang akan dianalisa jika NDMA= 1 atau 2, maka NZ=0 karena program akan menganalisa di koordinat yang mengalami analisa kerusakan.
- 7) NSTD : (1) untuk vertikal *displacement*,
(5) untuk vertikal displacement dan nilai tegangan
(9) untuk vertikal displacement, nilai tegangan Dan nilai regangan.
- 8) NBOND : (1) jika antara semua lapis saling terikat
(2) jika tiap antara lapisan tidak terikat atau gaya geser diabaikan.
- 9) NUNIT : Satuan yang digunakan.
(0) Satuan English
(1) satuan SI

General Information of LAYERINP for Set No. 1

TITLE	percobaan 1	
Type of material (1=linear, 2=nonlinear, 3=viscoelastic, 4=combined)	(MATL)	1
Damage analysis (0=no, 1=yes with summary only, 2=yes with detatiled printout)	(NDAMA)	0
Number of periods per year	(NPY)	1
Number of load groups	(NLG)	1
Tolerance for numerical integration	(DEL)	0.001
Number of layers	(NL)	3
Number of Z coordinates for analysis	(NZ)	0
Maximum cycles of numerical integration	(ICL)	80
Type of responses (1=displacements only, 5=plus stresses, 9=plus strains)	(NSTD)	9
All layer interfaces bonded (1=yes, 0=if some are frictionless)	(NBOND)	1
Number of layers for bottom tension	(NLBT)	1
Number of layers for top compression	(NLTC)	1
System of units (0=English, 1=SI)	(NUNIT)	0

[1] This form appears when the 'General' on the Main Menu of LAYERINP is clicked. You can override any of the default values by typing in a new value. You can use the Tab key to move the cursor from one textbox to the next or just click on the textbox before typing. The use of click has the advantage that you don't have to delete the default before typing in the data you want. If you want to read the remaining text, you can use the scrollbar. You can also use the PgDn key after clicking this textbox to make it active.

[2] TITLE (title of run): Any title or comment can be typed on one line. The title should not be longer than 68 characters including spaces. If you make a mistake in typing, use the Del key to erase any typographical errors. When the total length reaches 68, no additional characters can be added. No comma should be used in TITLE. Use colon or semicolon instead.

[3] MATL (types of material): 1 when all layers are linear elastic, 2 when some layers are nonlinear

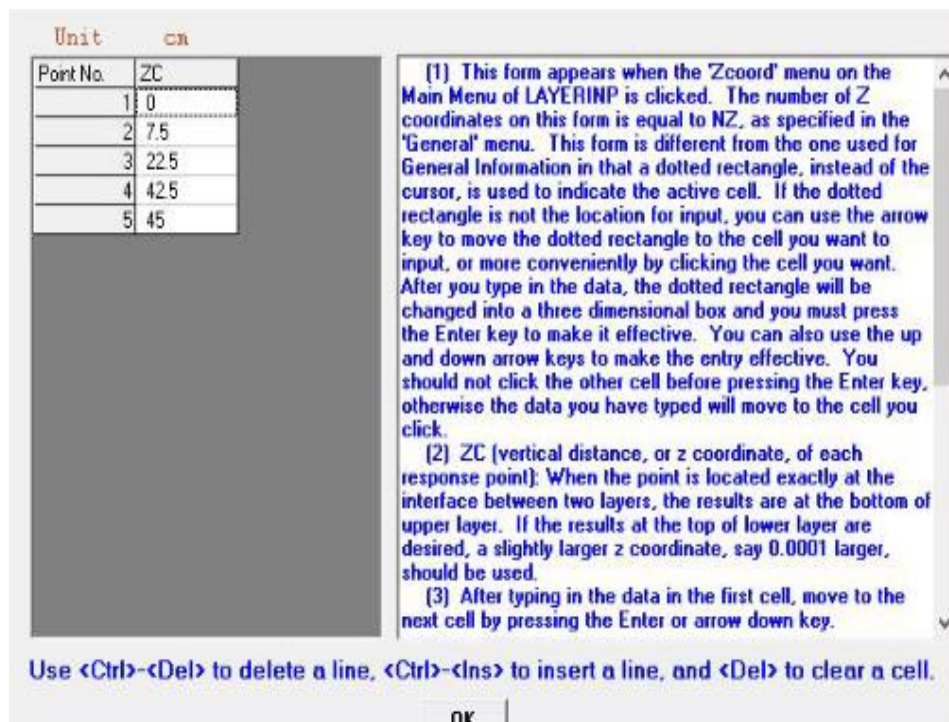
Gambar 2.15 Tampilan layar *General*

Tabel 2.22 Satuan SI dan satuan English

Satuan	Satuan SI	Satuan English
Tekanan	Kpa	Psi
Modulus	Kpa	Psi
Panjang	Cm	Inch

c. *Zcoord*

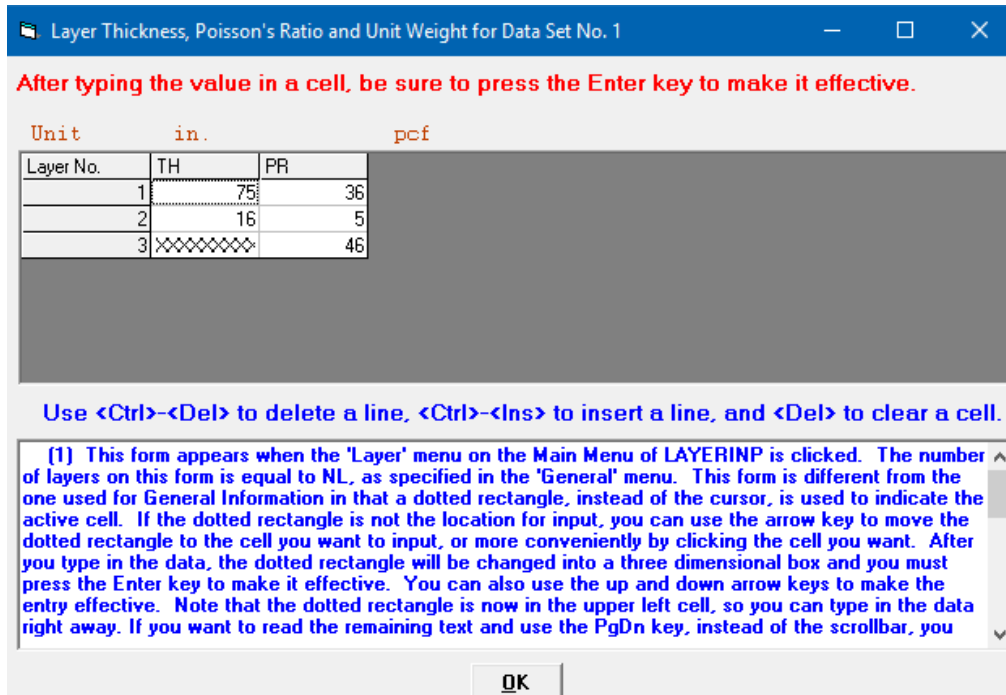
Zcoord yaitu menu yang digunakan untuk menganalisa lapis perkerasan pada koordinat z dan jumlah poin yang ada di dalam menu *zcoord* sama dengan jumlah NZ pada menu general. ZC yaitu jarak vertikal atau jarak dalam arah Z yang akan dianalisa oleh program.



Gambar 2.16 Tampilan layar *zcoord*

d. Layer

Menu layer digunakan untuk menginput jumlah lapisan perkerasan. PR adalah *poisson ratio* di tiap layer. TH ialah tebal tiap lapis/layer.



Gambar 2.17 Tampilan layar layer

Tabel 2.23 Nilai *Poisson's rattoo*

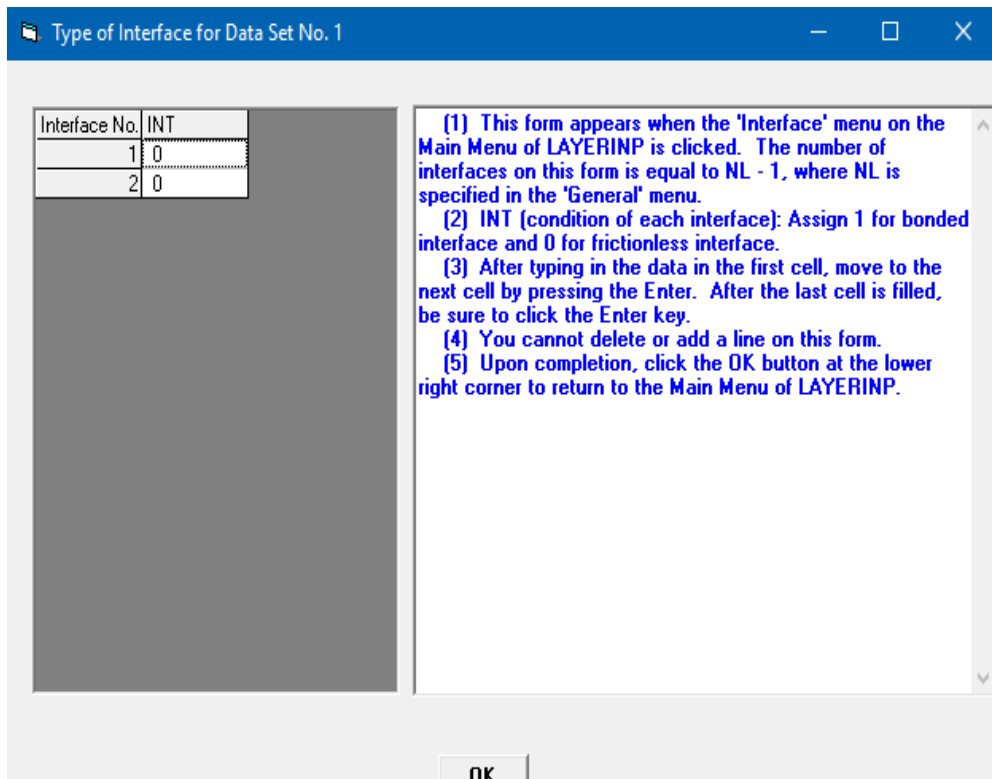
Material	<i>Poisson's rattoo</i>
Portland cement concrete	0,15 – 0,20
Hot mix asphalt	0,30 – 0,40
Untreated granular materials	0,30 – 0,40
Cement treated granular materials	0,10 – 0,20
Cement treated fine grained soils	0,15 – 0,35
Lime stabilized materials	0,10 – 0,25
Lime flyash mixture	0,10 – 0,15
Loose sand or silty sand	0,20 – 0,40
Dense sand	0,30 – 0,45
Fine Grained Soils	0,30 – 0,50
Saturated soft clays	0,40 – 0,50

Sumber : Huang H. Yang, 2004

e. *Interface*

Menu *interface* berkaitan dengan NBIND yang berada pada menu general. Jika NBIND = 1 maka menu *Interface* akan muncul default / tidak bisa dibuka

sedangkan jika $NBIND = 2$ maka menu Interface akan muncul seperti gambar berikut ini :



Gambar 2.18 Tampilan layar *Interface*

f. *Moduli*

Jumlah periode di menu moduli sama dengan NPY dalam menu *general*. Maksimal periode dalam menu ini adalah 12. (E) adalah modulus elastisitas disetiap layer. Di bawah tombol periode adalah label yang menunjukkan 'input' berwarna merah. Menunjukkan bahwa tidak ada default dan anda harus memasukkan modulus elastisitas untuk setiap lapisan. Setelah data masuk, masukan huruf akan berubah menjadi selesai.

Layer Modulus of each period for Data Set No. 1

Period1 input	Period2 input	Period3 input	Period4 input	Period5 input	Period6 input
Period7 input	Period8 input	Period9 input	Period10 input		

(1) This form appears when the 'Moduli' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of periods on this form is equal to NPY, as specified in the 'General' menu. The 12 buttons on the form indicates that a maximum of 12 periods may be used. However, only the periods being actually specified are marked with the period number on the button.

(2) Below the period button is a label showing 'input' in red, indicating that there are no defaults and you must enter the elastic modulus for each layer. After the data are entered, the letter 'input' will be changed to 'done'.

(3) Now you can click the Period1 button to enter the data. After the data for all periods are entered, as indicated by 'done' under each period button, click OK to return to the Main Menu of LAYERINP.

OK

Gambar 2.19 Tampilan layar *moduli*

Tabel 2.24 Modulus E

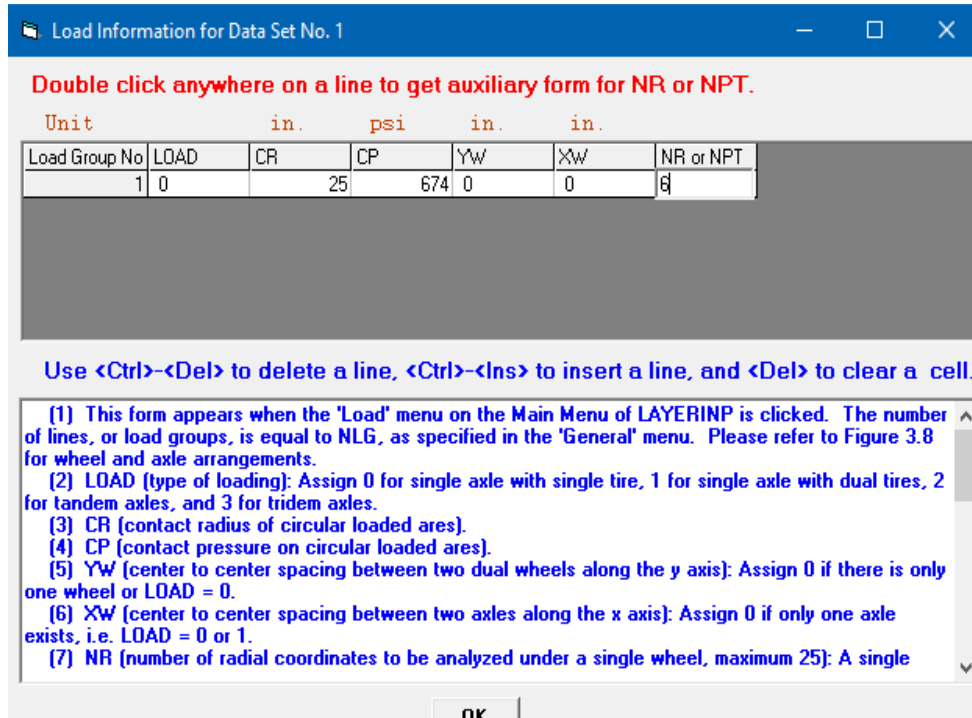
Material	Modulus E (MPa)
HRS WC	800 Mpa
HRS BC	900 Mpa
AC WC	1100 Mpa
AC BC (lapis atas)	1200 Mpa
AC Base atau AC BC (sebagai base)	1600 Mpa
Bahan bersemen (CTB)	500 Mpa retak (<i>post cracking</i>)
Tanah dasar (d disesuaikan musim)	10 × CBR (Mpa)

Sumber : Manual perkerasan jalan (revisi Juni 2017) nomor 04/SE/Dd/2017

g. Load

Jumlah unit yang ada dalam menu Load ini sama dengan jumlah NPY dalam menu general. Untuk kolom load (0) untuk sumbu tunggal roda tunggal, sedangkan (1) untuk roda ganda sumbu tunggal, sedangkan (2) untuk sumbu tandem, (3) untuk sumbu triple. Kolom CP adalah nilai beban. Kolom CR adalah

radius kontak pembebanan, kolom XW dn YW adalah jarak antar roda arah x dan y. Jika kolom load = 0, maka kolom XW dan YW = 0. NPT ialah jumlah titik koordinat x dan y yang dianalisis berdasarkan pada beberapa roda. NR ialah jumlah koordinat radial yang dianalisis berdasarkan pada satu roda.



Gambar 2.20 Tampilan layar *Load*

3. Data masukan (input *software kenpave*)

Data input yang diperlukan dalam *software kenpave* ialah data struktur perkerasan yang berkaitan dengan perencanaan tebal perkerasan metode mekanistik teori sistem lapis banyak. Data yang digunakan ialah seperti data poisson ratio, modulus elastistitas, kondisi beban, dan tebal lapis perkerasan.

4. Data keluaran (output *software kenpave*)

Data output yang dikeluarkan oleh *software kenpave* ialah program akan mengeluarkan hasil tentang regangan, tegangan, dan lendutan. Ada sembilan keluaran dari *software kenpave* ini yaitu *minor principal stress*, *minor principal strain*, *major principal stress*, *vertical deflection*, *horizontal principal strain*, *vertical stress*, *intermediate principal stress*, *major principal stress*, *major principal strain*.

2.2.8. Analisa Kerusakan Perkerasan

Dalam Analisa kerusakan perkerasan yang dibahas adalah tentang kerusakan jalan karena retak rutting (retak yang beralur) dan retak fatik (retak yang diakibatkan oleh beban yang berulang-ulang). Retak rutting bisa dilihat berdasarkan nilai regangan tekan dibagian atas lapis tanah dasar atau dibawah lapis pondasi sedangkan retak fatik bisa dilihat berdasarkan nilai tarik horizontal pada dibawah lapis permukaan aspal akibat beban pada permukaan perkerasan. Dari nilai kerusakan retak rutting dan kerusakan retak fatik didapatkan jumlah repetisi beban (Nf) berdasarkan nilai regangan tarik horizontal dibawah lapis permukaan atau di atas lapis pondasi atas. Salah satunya dengan persamaan Metode *The Asphalt Institute* (Simanjuntak,2014).

Retak Alur (*Rutting*) dan retak lelah (*Fatik*) akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Retak alur (*Rutting*)

Retak alur (*Rutting*) pada permukaan merupakan akumulasi dari semua deformasi plastis yang terjadi baik dari lapis pondasi, lapis tanah dasar, dan lapis beraspal. Nilai *Rutting* maksimum itu sendiri harus dibatasi karena bisa membahayakan pengendara yang melawati area kerusakan *rutting* tersebut dengan kecepatan yang tinggi.

Deformasi permanen bisa diketahui setiap lapisannya dari struktur. Untuk membuat retak alur lebih sulit diprediksi dibandingkan dengan retak lelah. Ukuran-ukuran kegagalan yang ada dimaksudkan untuk alur bahwa dapat ditunjukkan kebanyakan pada suatu struktur perkerasan yang lemah. Dapat dinyatakan dengan istilah regangan vertikal (ϵ_c) yang berada diatas dari lapis tanah dasar.

a. Metode retak alur *The Asphalt institute*

Retak alur (*rutting*) terjadi karena akibat deformasi permanen baik pada lapisan beraspal lapis pondasi maupun tanah dasar yang diakibatkan oleh beban roda kendaraan lalu lintas yang berulang (Al Khatteb, dkk., 2011).

Persamaan untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan tekan dibawah lapis pondasi bawah sebagai berikut :

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} \times (\epsilon_c)^{-4,477} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

ϵ_c = Regangan tekan vertikal pada bagian atas lapisan tanah dasar.

Nd = Nilai repetisi beban retak alur.

2. Retak lelah (*Fatik*)

Kerusakan retak lelah (*fatik*) meliputi perkembangan dari retak dibawah beban berulang dan kegagalan ini ditemukan pada saat permukaan perkerasan tertutup oleh retakan dengan presentase yang tinggi. Pembebanan yang berulang ulang secara terus menerus dapat mengakibatkan material menjadi rusak dan menyebabkan *cracking*. Untuk material perkerasan, beban berulang bersumber dari lintasan beban (as) kendaraan yang terjadi secara terus menerus dan juga dengan intensitas yang berbeda dan juga dari jenis kendaraannya itu. Retak lelah (*fatigue cracking*) merupakan hubungan dari serangkaian retakan yang menimbulkan potongan – potongan kecil tidak beraturan yang terjadi karena pembebanan yang berulang ulang secara terus menerus (Adlinge dan Gupta, 2013).

a. Metode retak lelah *The Asphalt Institute*.

Persamaan retak lelah (*fatik*) diperkerasan lentur untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan tarik dibawah lapis permukaan adalah sebagai berikut :

$$N_f = 0,0796 \times (\epsilon_t)^{-3,291} \times (E)^{-0,85} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

E = Modulus elastis lapis permukaan.

ϵ_t = Nilai regangan tarik horizontal dibawah lapis permukaan.

Nf = Nilai repetisi beban retak lelah.

3. CESA (*Comulative Equivalent Single Axle Load*)

Beban sumbu standar komulatif (CESA) adalah jumlah komulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana yang akan dilihat pada pada rumus berikut ini :

$$CESA = \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \dots\dots\dots (2.16)$$

$$N = \frac{1}{2} [1 + (1+r)^n + 2(1+r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r}] \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan	:
m	= Jumlah masing – masing kendaraan
365	= Jumlah hari dalam setahun
E	= Ekvivalen beban sumbu
C	= Koefisien distribusi kendaraan
CESA	= Komulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana
N	= Faktor hubungan umur rencana dengan perkembangan lalu lintas
n	= Umur rencana
r	= pertumbuhan lalu lintas