

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1 Penelitian Terdahulu Tentang Pengaruh Beban Overloading.**

Penelitian yang telah dilakukan oleh Pau dan Oktavia (2015) tentang analisa pengaruh beban lebih (*overload*) terhadap pengurangan umur rencana perkerasan jalan yang dilakukan pada ruas jalan Hasanudin hingga Yos Sudarso, Kabupaten. Penelitian menggunakan data sekunder dan data primer. Data primer yang digunakan adalah survey kendaraan dengan hasil analisa terlihat bahwa jumlah kendaraan yang melintas pada ruas Jalan Hasanudin – Yos Sudarso selama pengamatan adalah sebesar 117.526 kendaraan dengan LHR adalah 16.789 kendaraan per hari setiap 2 arah. Dari LHR tersebut, kendaraan jenis sepeda motor adalah 13.127 kendaraan / hari / 2 arah ( 78,189 %), Sedan dan Jeep 1.033 kendaraan per hari setiap 2 arah ( 6,152% ), Pick Up dan Minibus 1.433 kendaraan per hari setiap 2 arah ( 8,533% ), Bus 143 kendaraan per hari setiap 2 arah ( 0,854% ), Truck Engkel 2 Sumbu 369 kendaraan per hari setiap 2 arah ( 2,199% ), Truck besar 2 Sumbu 571 kendaraan per hari setiap 2 arah ( 3,402% ), Truck Tronton 3 Sumbu 50 kendaraan per hari setiap 2 arah (0,300% ) dan Truck Tempel 4 Sumbu 62 kendaraan per hari setiap 2 arah ( 0,372% ) . Sedangkan data sekunder yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan terdapat dua jenis kendaraan truck yang memiliki berat kendaraan melebihi Jumlah Berat Ijin ( JBI ) untuk jalan kelas III, yaitu Truck Tronton 3 Sumbu dengan berat 31 ton > 20 ton JBI dan Truck Tempel 4 Sumbu dengan berat 32 ton > 28 ton JBI. Sementara hasil analisa data untuk dua jenis kendaraan yang memberikan beban lebih ( *overload* ) dari Jumlah Berat Ijin kendaraan untuk Jalan Kelas III, adalah sebagai berikut : Angka Ekuivalen untuk Truck Tronton 3 sumbu adalah 6,4817 dan untuk Truck Tempel 4 Sumbu adalah 3,4312 .

Penelitian yang dilakukan oleh Safitri dkk. (2019) tentang pengaruh beban berlebih terhadap umur rencana jalan pada ruas jalan Manado – Bitung. Dampak

dari beban berlebih mengakibatkan penurunan umur rencana, berdasarkan metode AASHTO 1993 penurunan umur rencana yaitu sebesar 28,08% atau terjadi penurunan umur rencana sebesar 2,808 tahun. Sehingga persentase peningkatan VDF kumulatif akibat muatan berlebih (overload) adalah sebesar 59,483%. Adapun persentase kendaraan dengan muatan berlebih (overload) yang menyebabkan kerusakan diperoleh untuk pickup sebesar 54,35%, truk ringan sebesar 47,65%, truk sedang sebesar 70,121%, truk berat sebesar 33,56%, truk trailer 1.2-2 sebesar 34,54%, truk trailer 1.2-2.2 sebesar 24,45%, dan truk gandeng sebesar 40%. Angka ekivalen atau Vehicle Damage Factor (VDF) untuk muatan normal selama umur rencana 10 tahun yaitu 19.683.267,13 ESAL sedangkan angka ekivalen atau Vehicle Damage Factor (VDF) untuk muatan berlebih selama umur rencana 10 tahun yaitu 31.391.507,77 ESAL

Penelitian tentang pengaruh beban berlebih yang dilakukan oleh Simanjuntak dkk.(2015) pada ruas Jalan Bawen – pringsuraty Km 15 sampai Km 19 untuk mengetahui dampak kinerja jalan dan umur rencana terhadap beban berlebih. Penyajian data menggunakan data primer dan data sekunder. Data volume lalu lintas pada ruas jalan tersebut adalah 1462,60 smp/jam. Perhitungan analisa muatan berlebih dengan prediksi waktu sepuluh tahun dengan kondisi beban lalu lintas kendaraan sesuai dengan jumlah beban yang seharusnya diijinkan diperoleh nilai sumbu standart 49.436.988,7379 ESAL. Sedangkan jika beban lalu lintas kendaraan yang sebenarnya ada di jalan, maka nilai sumbu standart diperoleh sebesar 85.635.326.5942 ESAL. Umur rencana awal pada desain perkerasan adalah sepuluh tahun, namun didapatkan hasil dari pengamatan di lapangan yang sesungguhnya umur pelayanan jalan menjadi 5,6 tahun.

Penelitian oleh Pandey (2013) yang membahas tentang dampak beban berlebih (*overloading*) yaitu kerusakan jalan daerah Sulawesi Utara. Penelitian yang dilakukan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari penelitian sebelumnya. Pada penilitan ini, penulis focus pada kondisi jalan terutama permasalahan – permasalahan kerusakan pada jalan. Dapat dilihat data kondisi jalan pada Provinsi Sulawesi Utara pada tahun 2010 sebanyak 37,91% mengalami kerusakan berat dengan panjang jalan 1.934,47 km. yang Berdasarkan survei

yang dilakukan untuk mengetahui penyebab kerusakan jalan yaitu didapat nilai paling tinggi adalah akibat beban berlebih yaitu sebesar 25%. Kesimpulan yang didapat dari penelitian tersebut adalah kerusakan pada jalan diakibatkan oleh beban kendaraan yang melebihi muatan atau *overloading*.

Penelitian oleh Situmorang dan Wartadinata (2013) pada Ruas jalan Semarang – Kendal Km 2 – Km 25 mengenai pengaruh muatan beban berlebih. Penelitian tersebut memperkirakan kebutuhan pada lapis tambah atau *overlay* pada perkerasan ekisting karena beban berlebih yang diberikan pada ruas jalan tersebut. Pada penelitian tersebut diperoleh nilai kinerja lalu lintas jalan Semarang – Kendal secara perhitungan manual  $DS = 0,74$  untuk tahun 2019 dan nilai  $DS = 0,79$  untuk ruas Kendal – Semarang. Maka perlu dilakukan peningkatan jalan yaitu pelebaran jalan. Berdasarkan hasil survei untuk jalan yang diakibatkan karena beban berlebih memiliki struktur perkerasan ekisting dengan menahan beban berlebih selama empat tahun dengan umur rencana 10 tahun. Jika diasumsikan berat kendaraan pada lalu lintas mengikuti ketentuannya jumlah beban yang diijinkan menurut JBI (MST 10 ton) maka dengan umur rencana 10 tahun diperoleh akumulasi sumbu beban standar 86.158.584,17 ESAL. Jika melihat beban kendaraan lalu lintas ekisting, maka dengan umur rencana 10 tahun diperoleh nilai akumulasi sumbu beban standar sebesar 274.778.073,03 ESAL. Setelah dianalisis menggunakan perhitungan tebal perkerasan lentur untuk *overlay* dengan umur rencana 10 tahun menurut beban yang diijinkan JBI adalah 2,31 inchi atau sebesar 6 cm. Sedangkan untuk beban actual tebal perkerasannya yaitu sebesar 4,06 inchi atau sebesar 10 cm.

Penelitian yang dilakukan oleh Wandu dkk. (2016) mengenai kerusakan jalan yang diakibatkan beban berlebih dengan studi kasus pada ruas jalan Aceh – Meulaboh Km 69 – Km 150. Pada ruas jalan tersebut terjadi pelanggaran beban berlebih setiap harinya sebesar 45,57%. Berdasarkan umur rencana yaitu 20 tahun dengan berdasarkan analisis CESA yang menanggung beban standar dan jika menanggung beban berlebih hanya mampu sampai umur pelayanan 11 tahun. Hasil analisis CESA untuk angkutan truk dengan muatan beban berlebih, maka perlu dilakukan pemeliharaan berkala atau rekonstruksi perkerasan jalan pada

tahun 2021. Jika berdasarkan analisis persamaan efektif masa layanan pada ruas jalan Banda Aceh – Meulaboh memiliki umur pelayanan selama 9,32 tahun, dengan arti mengalami penurunan umur layanan selama 10,77 tahun dan umur perkerasan akan berakhir pada tahun ke 9. dengan menggunakan prediksi IRI dengan muatan truk dengan beban berlebih, perlu dilakukannya pemeliharaan berkala atau rekonstruksi perkerasan jalan pada tahun 2024.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hatmoko. dkk (2017) yang membahas tentang pengaruh beban berlebih terhadap perkerasan jalan. Berdasarkan data yang diperoleh tahun 2012 hingga 2015 kendaraan truk didapatkan mengalami kelebihan berat di setiap kategori yaitu antara 5% hingga 15%, antara 15% hingga 25% dan terdapat lebih besar dari 25% dari JBI yang diijinkan. Jumlah ekivalen sumbu standart yang lewat pada ruas Jalan raya Timur Kendal dengan nilai penurunan dan peningkatan pada kendaraan truk yang memiliki kelebihan muatan mengalami penurunan signifikan di tahun 2014 sebesar 82,53 juta ESAL. Sedangkan pada tahun 2015 mengalami peningkatan drastis mencapai 171,26 juta ESAL. Terjadi kerusakan juga dipengaruhi karena jumlah jembatan timbang yang berkurang hingga 50% di tahun 2015. Hal tersebut menyebabkan nilai CESAL yang meningkat secara signifikan. Karena jalan harus memikul beban lalu lintas yang lewat dari yang diperbolehkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo (2012) mengenai pengaruh beban berlebih dengan studi kasus di Ruas Jalan Pantura menggunakan metode desain. Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil yaitu beban berlebih dapat mempengaruhi pengurangan umur terhadap umur rencana perkerasan jalan. Pengaruh akibat beban berlebih, nilai kelelahan didapatkan nilai pengurangan umur rencana yang menggunakan beban 5%, 10%, 15%, 20% lebih dari beban gandar standar yaitu sebesar 19,10%, 33,64%, 45,48%, 54,79%. Pada keadaan deformasi terhadap beban berlebih didapatkan nilai pengurangan umur rencana beban 5%, 10%, 15%, 20% lebih dari beban gandar standar yaitu 14,31%, 26,24%, 36,12%, 44,51%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Santosa (2012) meneliti tentang dampak beban berlebih kendaraan terhadap umur rencana. Data yang digunakan

adalah hasil survei volume lalu lintas harian yang dilakukan selama tiga hari. Didapatkan hasil rata – rata kelebihan muatan kendaraan setiap timbangan dengan masing – masing nilai 17, 98% , 63, 53% dan 77,33%. Tebal perkerasan didesain dengan umur rencana awal 20 tahun dan didapatkan nilai kumulatif ESAL 64.533.642. Pengaruh beban berlebih pada jalan mengakibatkan penurunan umur rencana jalan menjadi 12 tahun sehingga mengalami penurunan layanan sebesar delapan tahun. Perhitungan dilakukan menggunakan *remaining life* dimana saat dilakukannya survei didapatkan nilai 80,69% sedangkan jika beban berlebih diperhitungkan maka sisa umur rencana hanya sampai 54,75% atau mengalami penurunan layanan sebesar 25,94%.

Penelitian yang dilakukan Pais dkk. (2013) menganalisis tentang dampak dari kelebihan beban lalu lintas terhadap kinerja jalan. Dampak kelebihan beban terhadap kinerja perkerasan dipelajari dengan menghitung efek semua kendaraan terhadap kinerja perkerasan. Efek dari berbagai jenis kendaraan dengan muatan yang berbeda dapat diwakili dengan mengubah semua kendaraan menjadi kendaraan yang representatif (lebih tepatnya, menjadi poros representatif), yang dalam desain perkerasan disebut sebagai poros standar yang menghasilkan ESAL. Konversi gandar kendaraan menjadi ESAL memungkinkan mempertimbangkan kendaraan sebagai jumlah beban gandar tunggal. Analisis pengaruh kendaraan yang kelebihan beban dilakukan dengan mempelajari efek lalu lintas di trotoar yang berbeda dan menghitung efeknya dalam situasi yang berbeda. Hasil untuk faktor truk semua kendaraan kelebihan beban dengan kekakuan tanah dasar 80 MPa, sedangkan hasil perkerasan dengan lapisan aspal 10 cm dan kekakuan tanah dasar 80 cm untuk perkerasan dengan ketebalan lapisan aspal 20 cm.

Penelitian yang dilakukan oleh Syafriana dkk. (2015) membahas tentang umur layanan jalan yang dipengaruhi oleh beban berlebih kendaraan pada Ruas Jalan Lintas Timur Provinsi Aceh. Diperoleh presentase total kendaraan yang melanggar sesuai aturan JBI per hari sebesar 31, 50%. Kendaraan tersebut didominasi oleh truk dua sumbu dan truk tiga sumbu. Berdasarkan perhitungan nilai CESA dengan umur rencana 10 tahun yang mampu menahan beban

8.936.958 SAL dengan perhitungan beban standar. Sedangkan jika diperhitungkan dengan beban berlebih, maka umur layan perkerasan jalan tersebut hanya mampu bertahan 5,7 tahun dengan artian mengalami penurunan umur layan sebanyak 4,3 tahun.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Definisi dan Klasifikasi Jalan**

Menurut UU RI no 38 tahun 2004 tentang Jalan pasal 1 bahwa definisi jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Fungsi jalan menurut Peraturan Pemerintah No 34 tahun 2006 dibedakan menjadi arteri, kolektor, lokal dan lingkungan. Pada pasal tujuh dan pasal delapan dijelaskan mengenai sistem jaringan jalan primer dan jalan sekunder

#### **a. Sistem jaringan primer**

Menghubungkan kegiatan pendistribusian barang maupun jasa diperuntukkan pengembangan semua wilayah di tingkat nasional. Guna mendukung layanan angkutan nasional yang terintegrasi, menerus, dan mempunyai hierarki sehingga dapat diwujudkan sistem transportasi nasional yang sinergis, terpadu, dan efisien. Kawasan yang dikategorikan sebagai fungsi primer adalah kawasan industri skala regional, terminal untuk barang, pelabuhan, bandara, pasar induk, pusat perdagangan.

#### **b. Sistem jaringan sekunder**

Kegiatan yang berperan untuk mendistribusikan barang maupun jasa yang diperuntukkan masyarakat perkotaan yang diatur secara rata dengan fungsi kawasan yang dihubungkan. Kawasan yang dikategorikan fungsi sekunder dibagi menjadi tiga, yaitu kawasan fungsi sekunder pertama yang meliputi pelayanan

dalam wilayah perkotaan yang bersangkutan; fungsi sekunder kedua meliputi pelayanan kawasan fungsi sekunder yang pertama; fungsi sekunder ketiga meliputi pelayanan kawasan fungsi sekunder yang kedua.

Dalam pengklasifikasi jalan berdasarkan kelas jalan tercantum pada Peraturan Pemerintah No 34 tahun 2006 sebagai berikut

a. Jalan arteri

Jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk atau akses dibatasi secara daya guna.

1) Arteri primer

Jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan nasional atau anata pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.

2) Arteri sekunder

Jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan fungsi sekunder pertama dengan kawasan fungsi sekunder kedua, atau kawasan fungsi sekunder pertama dengan kawasan fungsi sekunder kedua.

b. Jalan Kolektor

Jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

1) Kolektor primer

Jalan yang berfungsi menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan local, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan local.

2) Kolektor Sekunder

Jalan yang berfungsi menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

### c. Jalan Lokal

Jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri perjalan dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

#### 1) Lokal primer

Jalan yang berfungsi menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan lingkungan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan.

#### 2) Lokal Sekunder

Jalan yang berfungsi menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

### d. Jalan lingkungan

Jalan yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri perjalan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

#### 1) Lokal primer

Jalan yang berfungsi menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan.

#### 2) Lokal sekunder

Jalan yang berfungsi menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan.

Pembagian jalan ke dalam beberapa kelas berdasarkan kebutuhan transportasi, pemilihan moda secara tepat dngan mempertimbangkan keunggulan karakteristik masing-masing kendaraan, perkembangan terkonologi kendaraan, muatan sumbu terberat kendaraan kendaraan serta konstruksi jalan. Hal ini terdapat pada

Peraturan Pemerintah No 43 tahun 1993 dan juga menjelaskan pembagian tentang kelas jalan .

- a. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton;
- b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton;
- c. Jalan kelas III A, yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton;
- d. Jalan kelas III B, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton;
- e. Jalan kelas III C, yaitu jalan lokal yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

Pembagian kelas jalan sebagaimana yang diatur dalam peraturan terdapat di Tabel 2.1 tentang pembagian kelas jalan

Tabel 2. 1 Pembagian kelas jalan menurut Peraturan Pemerintah No 43 Tahun 1993

| no | Kelas jalan | Fungsi Jalan | dimensi kendaraan (maksimum) |              |                | MST( ton) |
|----|-------------|--------------|------------------------------|--------------|----------------|-----------|
|    |             |              | Lebar (mm)                   | Panjang (mm) | Tinggi, mm(PP) |           |

|   |       |                         |       |        | no.44-1993,<br>pasal 1115) |       |
|---|-------|-------------------------|-------|--------|----------------------------|-------|
| 1 | I     | Arteri                  | 2.500 | 18.000 |                            | > 10  |
| 2 | II    | Arteri                  | 2.500 | 18.000 | 4.200 mm                   | ≤ 10  |
| 3 | III A | Arteri Atau<br>Kolektor | 2.500 | 18.000 | dan ≤ 1,7 ×<br>lebar       | ≤ 8,0 |
| 4 | III B | Kolektor                | 2.500 | 12.000 | kendaraan                  | ≤ 8,1 |
| 5 | III C | Lokal                   | 2.100 | 9.000  |                            | ≤ 8,2 |

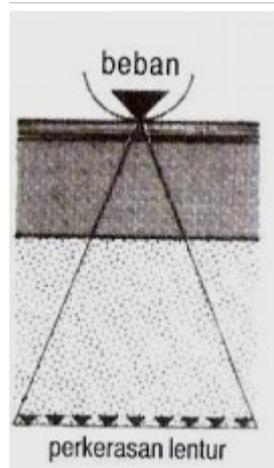
### 2.2.2. Perkerasan Jalan

Menurut Sukirman (1992) perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat lainnya yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas dan menyebarkan beban tersebut ke lapisan di bawahnya. Adapun agregat yang digunakan sebagai campuran yaitu batu pecah, batu kali, dan hasil lebur dari bahan baja. Sedangkan bahan pengikat yang digunakan pada campuran adalah aspal, semen dan tanah liat.

Menurut pembagiannya, jenis perkerasan dibagi menjadi tiga yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan perkerasan gabungan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku atau biasa disebut *composite pavement*.

#### a. Perkerasan lentur

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) atau perkerasan aspal adalah jenis perkerasan yang umum digunakan pada perkerasan dan aspal sebagai campuran lapis permukaan dan bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Penyerapan beban kendaraan pada perkerasan lentur akan disalurkan sampai ke dasar tanah. Konstruksi dari perkerasan lentur ini terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atasnya lapisan tanah dasar yang sudah dipadatkan. Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban kendaraan di atasnya dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Perkerasan lentur cocok dibangun pada keadaan tanah yang daya dukungnya kuat, dirancang untuk umur jangka pendek. Penyebaran beban pada perkerasan lentur disajikan dalam Gambar 2.1



Gambar 2. 1 penyaluran beban pada perkerasan lentur (Ali, 2004)

Adapun susunan lapisan perkerasan lentur adalah

1) Lapis permukaan

Terdiri dari campuran mineral agregat dan bahan –bahan pengikat lainnya. Berfungsi menerima beban secara langsung untuk disalurkan ke lapisan bawahnya

2) Lapis pondasi atas

Terdapat di bawah lapis permukaan yang berfungsi menahan gaya geser serat perkuatan struktur perkerasan lentur.

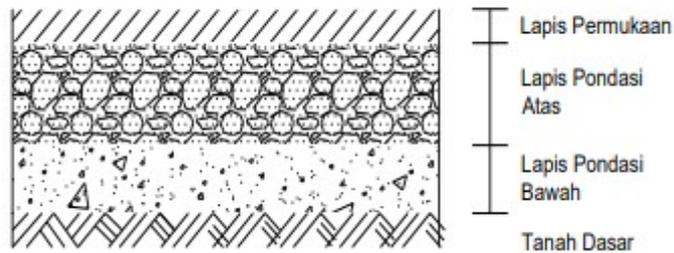
3) Lapis pondasi bawah

Terdiri dari material berbutir yang sudah dipadatkan . lapisan ini berfungsi menyebarkan beban kendaraan atau roda ke tanah dasar dan lapisan ini merupakan lapisan awal suatu perkerasan jalan.

4) Tanah dasar

Merupakan lapisan paling bawah yang menerima beban beban untuk terakhir. Tanah yang digunakan sudah dilakukan pemdatan sebelumnya.

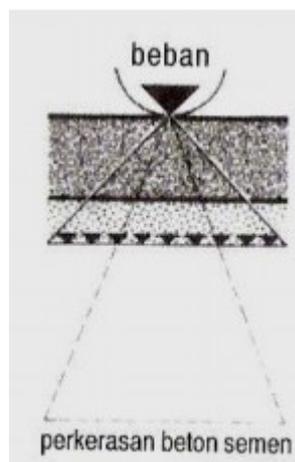
Susunan lapisan perkerasan jalan dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 susunan lapisan perkerasan lentur (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

#### b. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) merupakan perkerasan jalan yang bahan utama campurannya adalah beton . perkerasan kaku cocok untuk dibangun pada keadaan tanah yang daya dukungnya kurang baik karena mata air tanahnya dangkal. Jika mendapat tekanan, maka air tidak akan masuk atau naik karena perkerasan ini bersifat kapiler. Penyaluran beban pada perkerasan kaku yaitu langsung menyebarkan pada badan beton tersebut. Penyebaran beban pada perkerasan kaku dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Penyaluran beban pada perkerasan kaku (Ali, 2004)

Adapun susunan lapisan perkerasan kaku adalah

- 1) Tanah dasar



Gambar 2. 5 susunan lapisan perkerasan komposit (Sudarsoeno, 1979)

### 2.2.3 Kerusakan Jalan

Kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu :

a. Air

Air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya dukung tanah pada perkerasan jalan. Kandungan air yang terdapat pada jalan sudah mencapai nilai optimum, maka daya dukung tanah tersebut akan mengalami penurunan. Jika muka jalan tergenang oleh air, maka daya rekat antar agregat sangat sedikit dan menimbulkan kemampuan tanah tidak dapat mendukung atau menahan beban yang di atasnya. Terjadilah pelepasan butiran yang membuat permukaan jalan pecah dan amblas.

b. Bahan Organik

Campuran aspal terdiri dari mineral dan bitumen. Bitumen merupakan bahan berwarna coklat hingga hitam, menjadi keras hingga cair dan bersifat larut pada  $Cs_2$  atau  $CCL_4$  dengan sempurna. Sifatnya lunak, tidak larut dalam air, dan mengandung zat organik terdiri dari gugus aromatik dan bersifat kekal. Perkerasan jalan akan gagal jika tercampur bahan-bahan organik seperti daun, kayu, bunga, dan bahan organik lainnya. Hal tersebut mengakibatkan pelapukan jangka panjang bahkan bisa membuat jalan retak.

c. Pasokan cahaya matahari

Sinar cahaya matahari mempengaruhi juga kekuatan struktur pada lapisan perkerasan. Jika jalan tidak cukup terkena sinar cahaya matahari menyebabkan kemungkinan kerusakan semakin besar. Hal tersebut terjadi karena partikel tanah dan perkerasan jalan tidak bisa melekat dengan sempurna.

d. Sifat Tanah (Tekstur Struktur)

Tekstur tanah menentukan kuat atau tidaknya tanah tersebut untuk dibangun sebuah perkerasan jalan di atasnya. Tekstur tanah yang keras

merupakan tesktur yang mudah dan kuat untuk didirikan sebuah perkerasan jalan diatasnya, sebaliknya jika tesktur tanah tersebut lembek maka tanah tersebut kurang baik untuk didirikan sebuah perkerasan jalan diatasnya karena kekuatan tanah yang tidak bisa menahan beban diatasnya.

e. **Beban Angkutan**

Perkerasan jalan tidak bisa dilewati oleh semua jenis kendaraan dengan beban tertentu. Terlebih dengan beban kendaraan yang beroda enam keatas yang memiliki jumlah massa hingga 5 ton. Kelebihan tonase memiliki dampak serius bagi perkerasan jalan.

**2.2.4. AASTHO**

Perhitungan untuk ketebalan perkerasan jalan pada penelitian ini menggunakan metode AASTHO .

a. *Structural Number*

Nilai struktural merupakan fungsi dari ketebalan lapisan, koefisien lapisan (*layer coefficient*), dan koefisien drainase (*drainage coefficients*). Persamaan nya dapat dilihat pada persamaan 2.1 sebagai berikut

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3.....(2.1)$$

Keterangan :

- a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub> = koefisien relatif masing-masing lapisan
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> = tebal masing-masing lapisan perkerasan
- m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub> = koefisien drainase msing-masing lapisan

1) **Kekuatan Relatif**

Koefisien Kekuatan Relatif dikelompokkan berdasarkan jenis material dan fungsi material dibedakan menjadi lima yaitu beton aspal (*asphalt concrete*), lapis pondasi granular (*granular base*), lapis pondasi bawah granular (*granular subbase*), *cement-treated base* (CTB), dan *asphalt-treated base* (ATB).

a) **Lapis permukaan beton aspal (a<sub>1</sub>)**

Disajikan dalam grafik yang dipergunakan untuk memperkirakan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan beton aspal bergradasi rapat berdasarkan modulus elastisitas ( $E_{AC}$ ) pada suhu 68°F. Grafik dapat dilihat pada Gambar 2.6.

b) Lapis Pondasi Granular ( $a_2$ )

Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2 dan diperkirakan dengan menggunakan Gambar 2.7

$$a_2 = 0,249 (\log_{10}E_{BS}) - 0,977 \dots\dots\dots (2.2)$$

c) Lapis Pondasi Bawah Granular ( $a_3$ )

Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah granular dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3 dan dapat diperkirakan dengan menggunakan Gambar 2.8 .

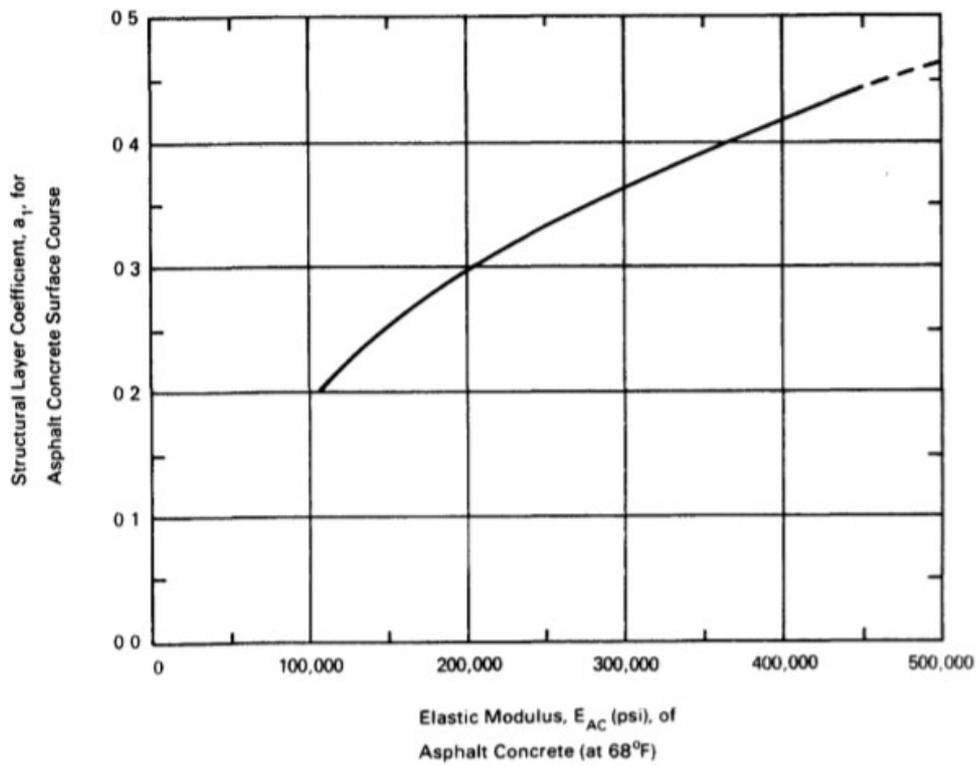
$$a_3 = 0,277 (\log_{10}E_{SB}) - 0,839 \dots\dots\dots (2.3)$$

d) Lapis Pondasi Bersemen ( $a_2$ )

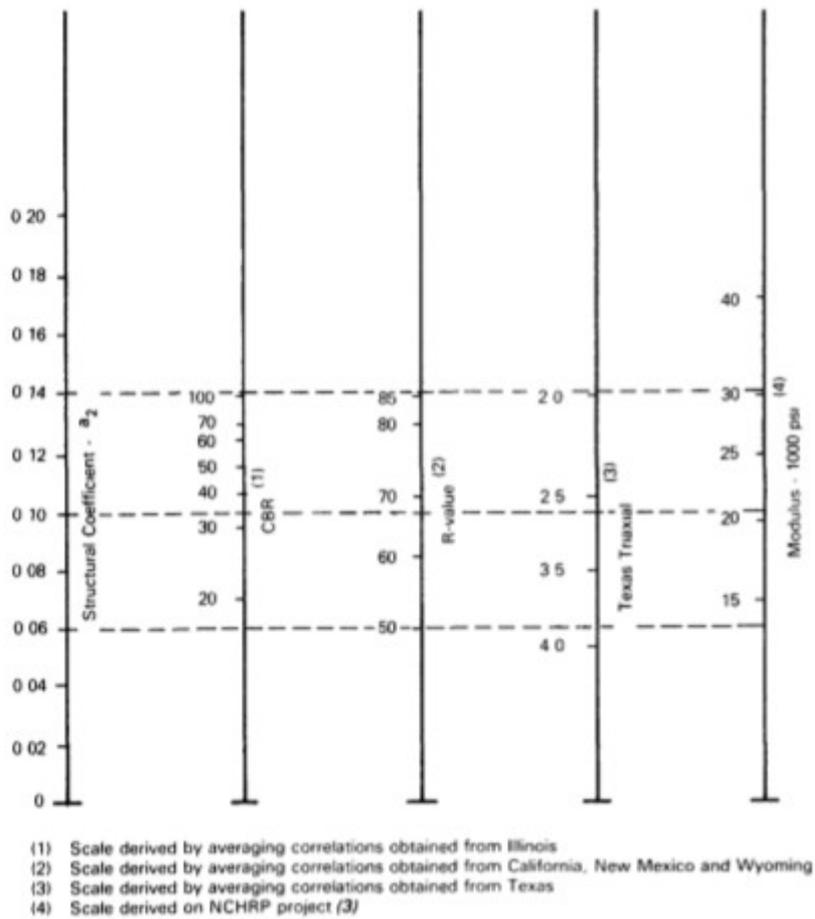
Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bersemen dapat diperkirakan dengan menggunakan Gambar 2.9

e) Lapis Pondasi Beraspal ( $a_2$ )

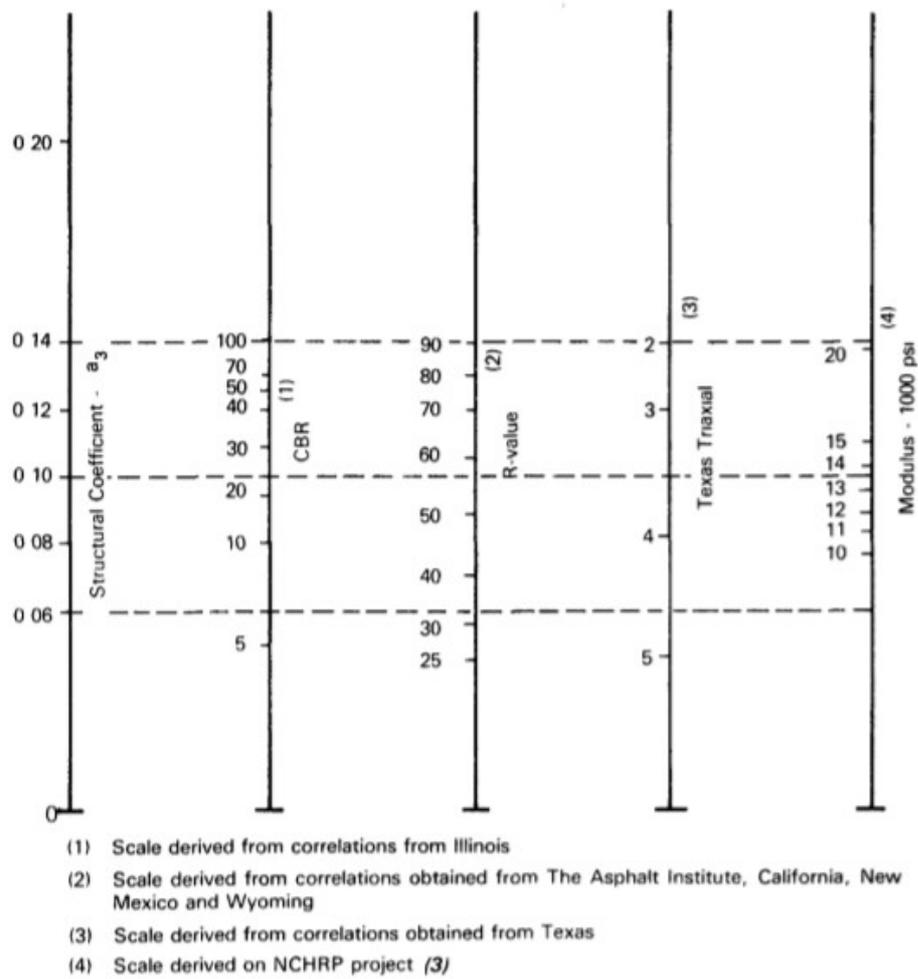
Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi beraspal dapat diperkirakan dengan menggunakan Gambar 2.10



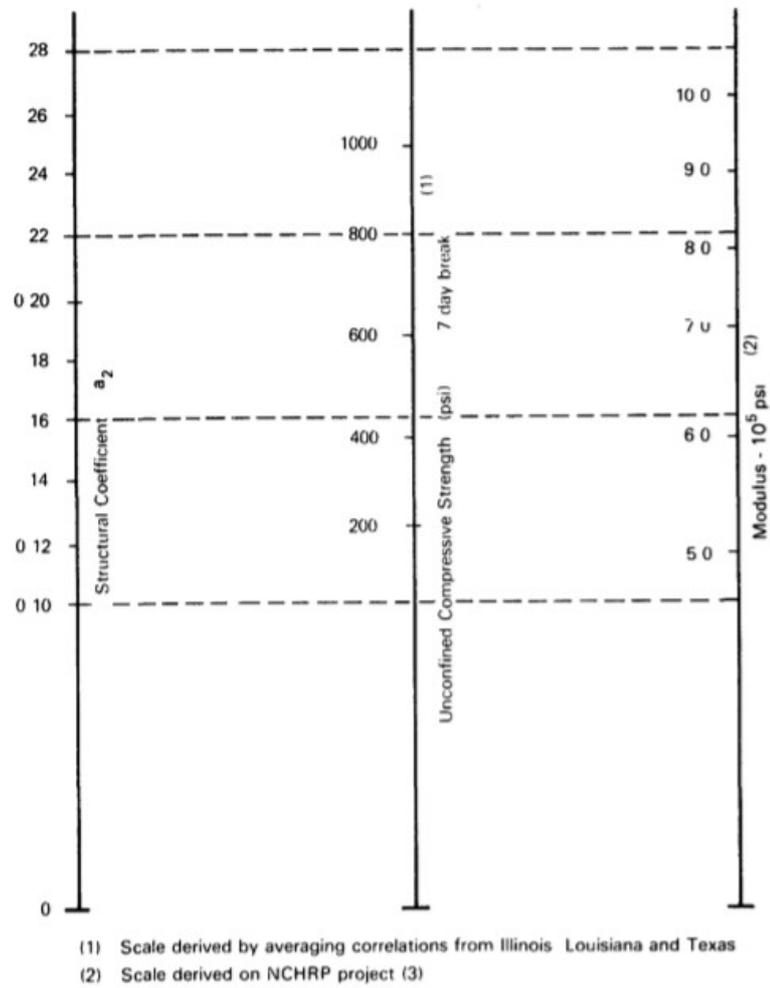
Gambar 2.6 Grafik untuk memperkirakan nilai koefisien kekuatan relatif lapis permukaan beton beraspal ( $a_1$ ) (AAHTO, 1993)



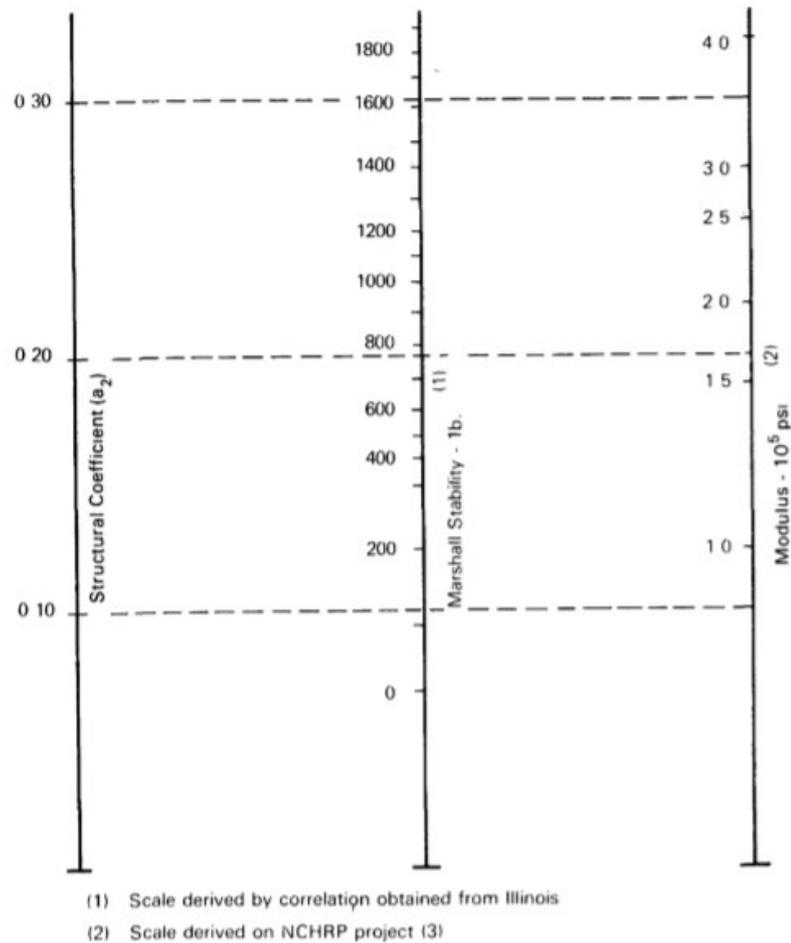
Gambar 2. 7 Grafik untuk memperkirakan nilai koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular ( $a_2$ ) (AAHTO, 1993)



Gambar 2.8 Grafik untuk memperkirakan nilai koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah granular ( $a_3$ ) (AASHTO, 1993)



Gambar 2. 9 Grafik untuk memperkirakan nilai koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bersemen ( $a_2$ ) (AASHTO, 1993)



Gambar 2.10 Grafik untuk memperkirakan nilai koefisien kekuatan relatif lapis pondasi beraspal ( $a_2$ ) (AASHTO, 1993)

## 2) Koefisien drainase

Koefisien drainase untuk mengakomodasi kualitas system drainase yang dimiliki perkerasan jalan. Definisi umum mengenai kualitas drainase dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Definisi kualitas drainase (AASHTO, 1993)

| Kualitas Drainase | Air Hilang dalam   |
|-------------------|--------------------|
| Baik sekali       | 2 jam              |
| Baik              | 1 hari             |
| Sedang            | 1 minggu           |
| Jelek             | 1 bulan            |
| Jelek sekali      | Air tidak mengalir |

Kualitas drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perencanaan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi. Faktor untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif ini adalah koefisien drainase (m) dan disertakan ke dalam persamaan Indeks Tebal Perkerasan (ITP) bersama-sama dengan koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan (D). Nilai koefisien drainase (m) yang merupakan fungsi dari kualitas drainase dan persen waktu selama setahun struktur perkerasan akan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh. Hal tersebut dijelaskan pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Koefisien drainase untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif material untreated base dan subbase pada perkerasan lentur (AASHTO, 1993)

| Kualitas drainase | Persen Waktu Struktur Perkerasan dipengaruhi oleh kadar yang mendekati jenuh |             |             |       |
|-------------------|--|-------------|-------------|-------|
|                   | < 1%   | 1 - 5%      | 5 - 25%     | >25 % |
| Baik Seklai       | 1,40 - 1,30  | 1,35 - 1,30 | 1,30 - 1,20 | 1,20  |
| Baik              | 1,35 - 1,25  | 1,25 - 1,15 | 1,15 - 1,00 | 1,00  |
| Sedang            | 1,25 - 1,15  | 1,15 - 1,05 | 1,00 - 0,80 | 0,80  |
| jelek             | 1,15 - 1,05  | 1,05 - 0,80 | 0,80 - 0,60 | 0,60  |
| Jelek Sekali      | 1,05 - 0,95  | 0,08 - 0,75 | 0,60 - 0,40 | 0,40  |

b. Lalu Lintas Pada Lajur Rencana (W18)

Lalu lintas pada lajur rencana diberikan pada kumulatif beban gandar standart. Pada persamaan 2.4 terdapat cara untuk menghitung nilai lalu lintas pada lajur rencana.

$$W_{18} = D_D \times D_L \times \hat{W}_{18} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

DD = faktor distribusi arah

DL = faktor distribusi lajur

$\hat{W}_{18}$  = beban gandar standart kumulatif untuk dua arah

Nilai DD digunakan pada umumnya adalah 0,5 dengan keterangan tiap arah 50 – 50. Namun dalam beberapa penelitian menunjukkan bahwa nilai DD yang digunakan bervariasi antara 0,3 hingga 0,7 tergantung dari distribusi arah . Untuk nilai faktor distribusi Lajur (DL) disajikan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor distribusi lajur (DL) (AASHTO, 1993)

| Jumlah lajur per arah | % beban gandar standar dalam lajur rencana |
|-----------------------|--|
| 1                     | 100  |
| 2                     | 80 – 100                                   |
| 3                     | 60 – 80                                    |
| 4                     | 50 - 75                                    |

Pada perencanaan tebal perkerasan lentur ini lalu lintas yang digunakan adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana . Nilai tersebut diperoleh dari hasil perkalian antara beban gandar standart kumulatif pada lajur rencana selama setahun ( $W_{18}$ ) dengan kenaikan lalu lintas . Perhitungan tersebut terdapat pada persamaan 2.5

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

- $W_t$  = Jumlah beban gandar tunggal standart kumulatif
- $W_{18}$  = Beban gandar kumulatif selama satu tahun
- $n$  = Umur pelayanan (tahun)
- $g$  = Perkembangan lalu lintas (%)

c. Reliabilitas (*reliability*)

Konsep reliabilitas (*realibility*) merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian (*degree of certainty*) ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana). Semakin tinggi nilai pelayanan lalu lintas, semakin tinggi pula tingkat reliabilitas. Tingkat reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Rekomendasi tingkat reliabilitas untuk berbagai klasifikasi jalan (AASHTO, 1993)

| Antar Kota | Rekomendai tingkat reliabilitas (%) |            |
|------------|-------------------------------------|------------|
|            | perkotaan                           | Antar kota |

|                |           |           |
|----------------|-----------|-----------|
| Bebas hambatan | 85 – 99,9 | 80 – 99,9 |
| Arteri         | 80 – 99   | 75 – 95   |
| Kolektor       | 80 – 95   | 75 – 95   |
| lokal          | 50 - 80   | 50 - 80   |

Tingkat reliabilitas yang diberikan, *reliability factor* (FR) atau faktor reliabilitas merupakan fungsi dari nilai diviasi standart keseluruhan ( $S_o$ ) yang digunakan untuk memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lau lintas dan perkiraan kinerja  $W_{18}$  yang diberikan. Pada umumnya nilai standar deviasi ( $S_o$ ) dibedakan menurut jenis perkerasan yang digunakan dan terdapat pada persamaan 2.6 dan 2.7 :

1) Perkerasan lentur

$$S_o = 0,35 \dots \dots \dots (2.6)$$

2) Perkerasan kaku

$$S_o = 0,25 \dots \dots \dots (2.7)$$

d. Faktor lingkungan

Persamaan yang digunakan untuk perencanaan AASHTO berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan pada perkerasan jalan selama lebih kurang dua tahun. Faktor lingkungan terdapat pengaruh dari kondisi *swell* dan *frost heave* yang dipertimbangkan, mana penurunan *seviceability* diperhitungkan selama masa analisis yang berpengaruh ada umur rencana perkerasan.

e. *Serviceability*

Nilai *serviceability* merupakan menentu tingkat pelayanan fungsional dari sistem sebuah perkerasan jalan. Tingkat pelayanan yang diberikan oleh sistem perkerasan jalan akan dirasakan oleh pengguna jalan. Parameter yang digunakan adalah nilai *present serviceability index* (PSI). Pada nilai *serviceability* terdapat beberapa tingkatan, yaitu:

- 1) Perkerasan yang baru dibuka, nilai *serviceability* sebesar 4,0 – 4,2 . Nilai ini dalam terminologi perkerasan yang diberikan sebagai *initial serviceability* ( $P_o$ ).
- 2) Perkerasan yang harus dilakukan perbaikan dalam sistem pelayanannya memiliki nilai *serviceability* 2,0 . Nilai ini dalam terminologi perkerasan yang diberikan sebagai nilai *terminal serviceability* ( $P_t$ ).
- 3) Perkerasan yang sudah dalam kondisi rusak berat dan tidak dapat dilewati memiliki nilai *serviceability* 1,5. Nilai ini diberikan dalam *terminology failure serviceability* ( $P_f$ ).

Nilai *design Serviceability Loss* ( $\Delta$  PSI) tidak lepas dari nilai indeks permukaan pada awal umur rencana ( $P_o$ ) dan nilai indeks permukaan pada akhir umur rencana ( $P_t$ ). Persamaan untuk mencari nilai *design Serviceability Loss* ( $\Delta$  PSI) terdapat pada persamaan 2.8

$$\Delta \text{ PSI} = P_o - P_t \dots \dots \dots (2.8)$$

f. Tebal Perkerasan

Langkah untuk menentukan tebal perkerasan dengan menggunakan metode AASTHO dapat menggunakan persamaan 2.9 atau menggunakan nomogram pada Gambar 2.11.

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 9,36 \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{P_o - P_t}{P_o - P_f} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_r - 8,07 \dots (2.9)$$

- Keterangan:
- $W_{18}$  = Kumulatif beban gandar standart selama umur perencanaan (CESA)
  - $Z_R$  = Deviasi normal standart
  - $S_0$  = Gabungan standart error untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja
  - $P_0$  = Indeks permukaan pada awal umur rencana

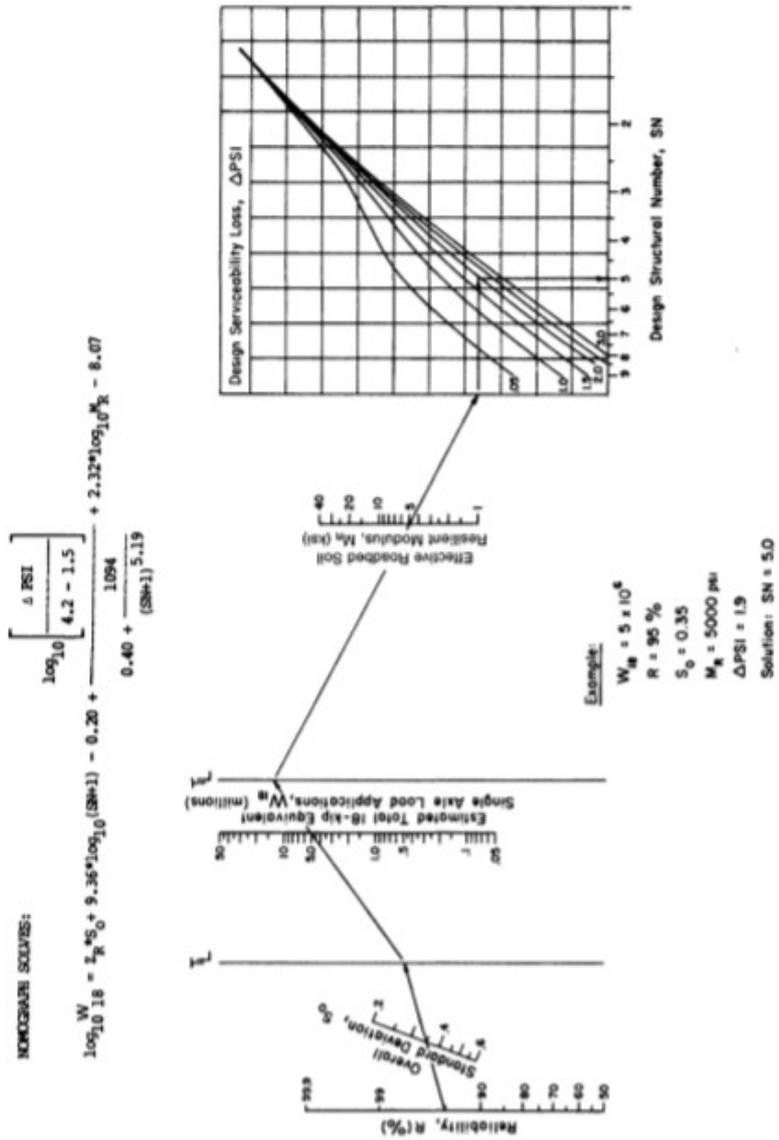
Pt = Indeks permukaan pada akhir umur rencana

Pf = Indeks permukaan rusak

Mr = Modulus resilien

Dimana nilai Mr dengan perhitungan pada persamaan 2.10

$$Mr = 1500 \times \text{CBR} \dots \dots \dots (2.10)$$



Gambar 2.11 Nomogram untuk perencanaan tebal perkerasan

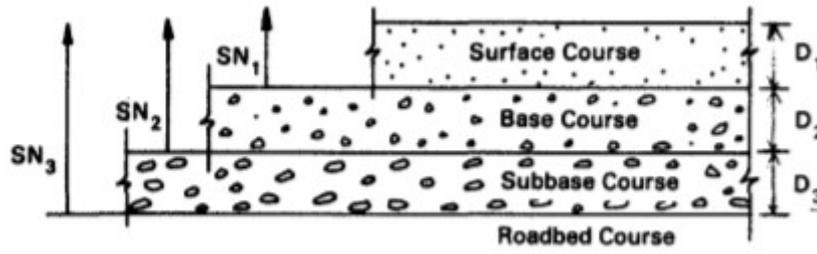
Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan pada jalan, perlu dipertimbangkan nilai efektifnya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis. Dari segi keefektifan biaya, jika perbandingan antara biaya untuk lapisan pertama dan lapisan kedua lebih kecil dari pada perbandingan tersebut dikalikan dengan koefisien drainase, maka perencanaan yang secara ekonomis optimum adalah apabila digunakan tebal lapis pondasi minimum. Pada Tabel 2.6 terdapat batas – batas untuk tebal minimum lapis perkerasan untuk perencanaan.

| lalu Lintas (ESAL)    | Beton Aspal |       | LAPEN |    | LASBUTAG |    | Lapis Pondasi Agregat |    |
|-----------------------|-------------|-------|-------|----|----------|----|-----------------------|----|
|                       | inci        | cm    | inci  | cm | inci     | cm | inci                  | cm |
| < 50.000 *)           | 1,0 *)      | 2,5   | 2     | 5  | 2        | 5  | 4                     | 10 |
| 50.001 - 150.000      | 2,0         | 5,0   | -     | -  | -        | -  | 4                     | 10 |
| 150.001 - 500.000     | 2,5         | 6,25  | -     | -  | -        | -  | 4                     | 10 |
| 500.001 - 2.000.000   | 3,0         | 7,5   | -     | -  | -        | -  | 6                     | 15 |
| 2.000.001 - 7.000.000 | -           | -     | -     | -  | -        | -  | 6                     | 15 |
| >7.000.000            | 4,0         | 10,00 | -     | -  | -        | -  | 6                     | 15 |

Tabel 2.6 Tebal minimum lapis permukaan berbteon aspal dan lapis pondas agregat

\*) atau perawatan permukaan

Ketentuan perencanaan menurut AASHTO pada susuan strukturnya harus didesain dengan tepat dengan prinsip dan ketentuan yang tertera pada Gambar 2.12. Setiap lapisan memiliki sistem kinerja masing-masing yang sudah pasti diperhitungkan dengan ketebalan yang sesuai, untuk memperoleh nilai ketebalan tersebut terdapat pada persamaan 2.11, persamaan 2.12, persamaan 2.13, persamaan 2.14, persamaan 2.15.



Gambar 2.12 Ketentuan untuk menentukan ketebalan pada lapisan menurut AASHTO 1993

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

(2.11)

$$SN_1^i = a_1 D_1^i \geq SN_1$$

(2.12)

$$D_2^i \geq \frac{SN_2 - SN_1^i}{a_2 m_2}$$

(2.13)

$$SN_1^i + SN_2^i \geq SN_2$$

(2.14)

$$D_3^i \geq \frac{SN_3 - (SN_1^i + SN_2^i)}{a_3 m_3}$$

(2.15)

Keterangan :

$a_i$  = Koefisien lapisan masing-masing

$D_i$  = Tebal masing-masing lapisan

$SN_i$  = Structural Number masing-masing lapisan

Pada nilai D dan SN mempunyai asterisk (\*) yang menunjukkan nilai aktual saat digunakan dan nilainya besar atau sama dengan nilai yang dibutuhkan.

### 2.2.5. Program Circlly 6.0

Program Circlly secara singkat dengan metode desain perkerasan lentur menggunakan circlly untuk menghitung tegangan elastis, regangan beban di perkerasan model. Dari hasil analisis tersebut, fungsi regangan menunjukkan sifat struktur perkerasan, mekanik tanah dasar yang bahan perkerasan. Regangan yang terjadi terdiri dari dua arah yaitu regangan horizontal yang terjadi kerusakan sehingga mengakibatkan lapis perkerasan menjadi *fatigue* dan regangan vertical yang terjadi menngumpulkan deformasi-deformasi pada analisis.

Hasil *output* pada program circlly adalah nilai CDF (*cumulative damage factor*). Konsep CDF kemudian diperlukan untuk memprediksi kerusakan total. Ini memperlakukan tingkat respons regangan perkerasan terhadap pemuatan kendaraan sebagai indikator langsung kerusakan perkerasan selama umur perkerasan penuh. Kerusakan kumulatif dari semua kendaraan berkontribusi terhadap kegagalan perkerasan sesuai dengan tekanan yang dikenakan oleh masing-masing kendaraan. Karakteristik nilai CDF yaitu umur rencana desain dengan syarat:

- a. CDF telah mencapai umur desainnya. (CDF = 1)
- b. CDF memiliki kapasitas umur berlebih dan mewakili proporsi umur perkerasan yang dikonsumsi oleh lalu lintas desain. (CDF < 1)
- c. CDF dianggap tidak dapat diterima dan harus dimodifikasi dalam uji coba selanjutnya. (CDF > 1)

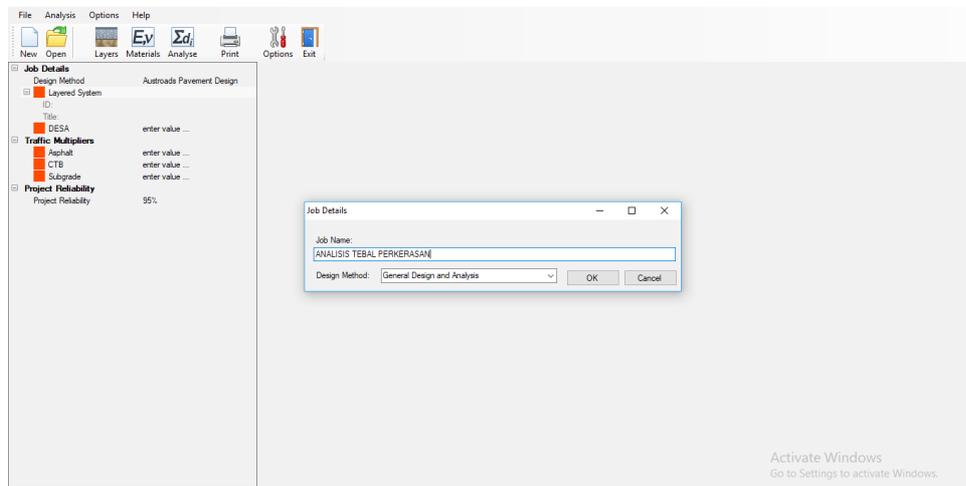
Langkah – langkah yang dilakukan unutm menggunakan program circlly 6.0 adalah sebagai berikut.

- 1) Membuka program dan pilih ikon  untuk memulai lembar kerja baru



Gambar 2.13 Tampilan utama program Circlay

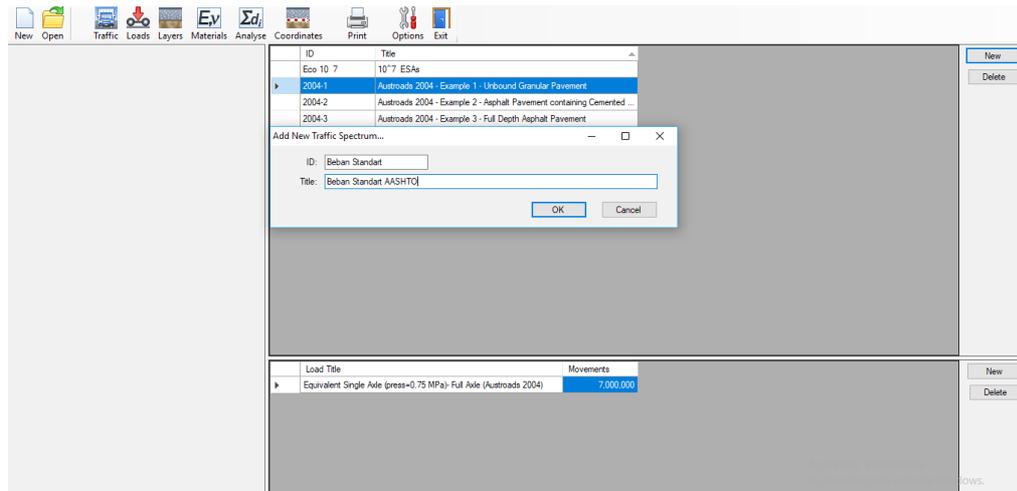
- 2) Setelah memilih *New*, maka akan muncul *box dialog* untuk mengisi nama proyek



Gambar 2.14 Tampilan kotak dialog untuk member nama proyek dan *Design Method*.

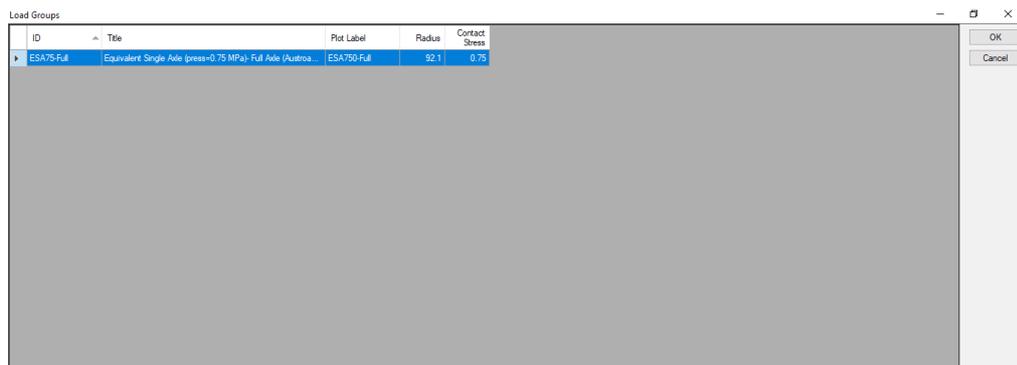
- 3) Setelah mengisi nama proyek, selanjutnya menentukan beban yang akan dianalisa pada menu *traffic load* dengan memilih ikon





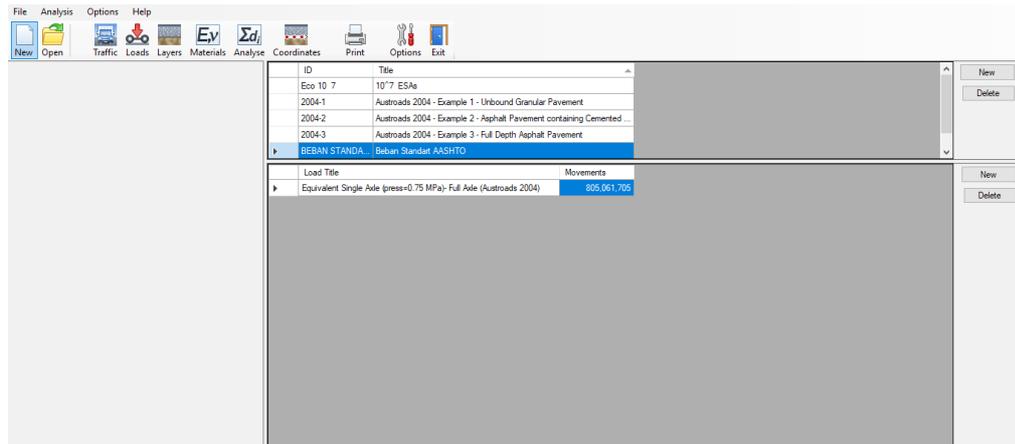
Gambar 2.15 Tampilan *traffic load* untuk menentukan beban perkerasan.

- 4) Untuk mengisi beban baru, pilih *New* pada bagian *Load Tittle* kemudian pilih *Ok*.



Gambar 2.16 Pengisian pada bagia *Load Group*

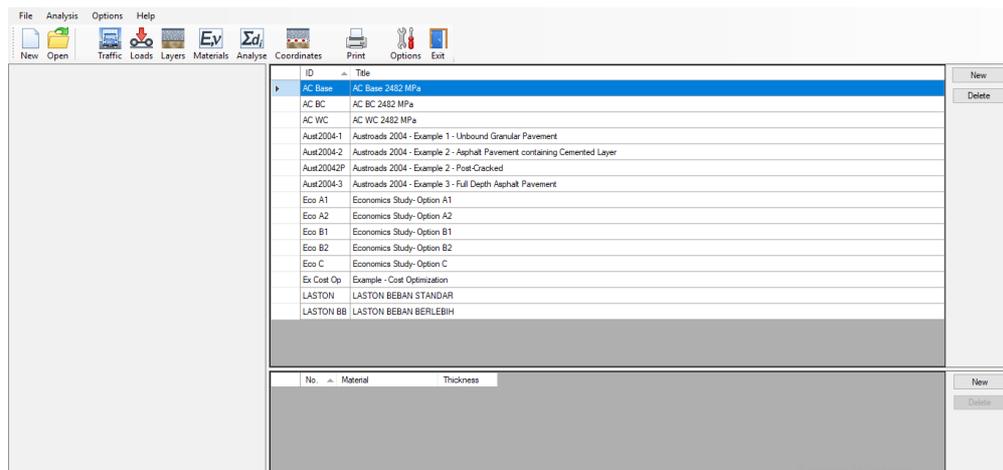
- 5) Selanjutnya pengisian jumlah ESA atau istilah juta pada bagian *movements*. Nilai ESA yng diinput didapatkan dari perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.



Gambar 2.17 Pengisian pada kolom *movements* dalam satuan ESA.

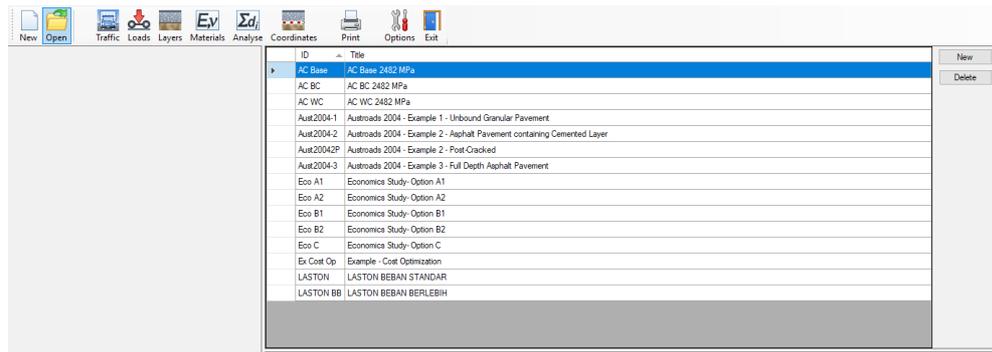
- 6) Selanjutnya mengisi susunan lapisan perkerasan yang akan dianalisis sesuai yang direncanakan dengan memilih ikon 

Layers



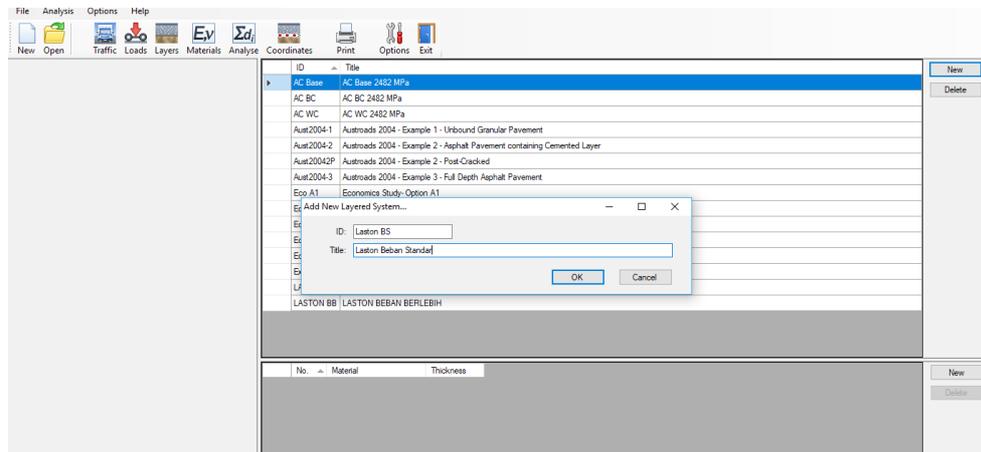
Gambar 2.18 Tampilan susuan lapisan perkerasan

- 7) Memilih untuk menentukan jenis lapisan untuk susuan perkerasan jalan. Jika ingin membuat lapisan yang baru, pilih *New*.



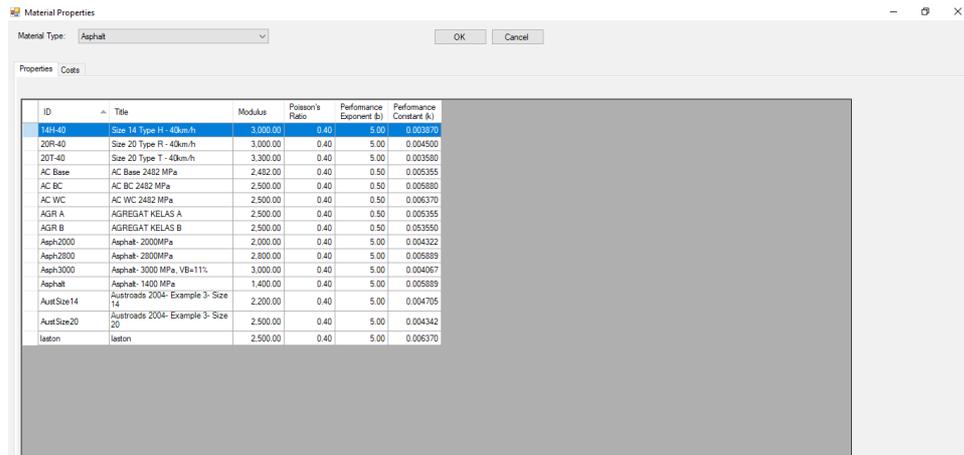
Gambar 2.19 Tampilan untuk menentukan lapisan

- 8) Setelah memilih *new*, maka akan muncul kotak dialog untuk mengisi nama lapisan baru.



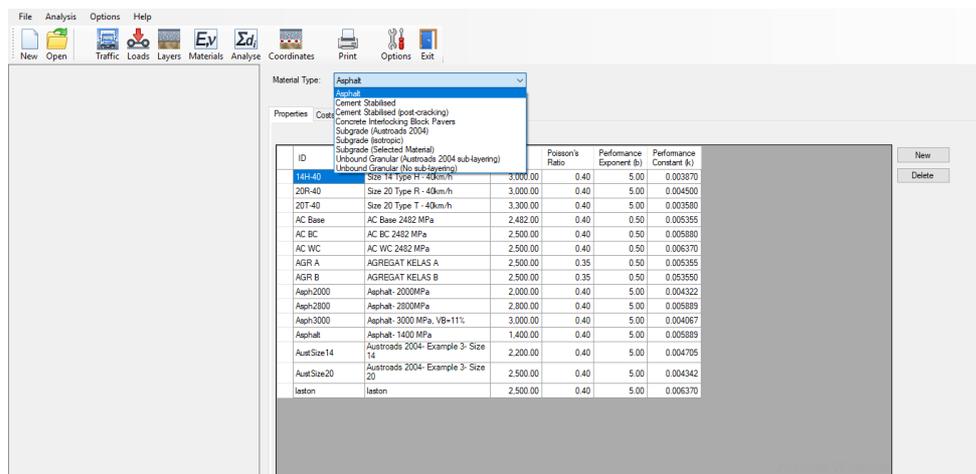
Gambar 2.20 Muncul kotak dialog selanjutnya diisi dengan nama lapisan yang baru.

- 9) Setelah pengisian *Title* dan *ID* pada kotak dialog, selanjutnya memilih jenis material yang akan digunakan dengan memilih tombol *New* maka akan muncul dialog *Material Properties*.



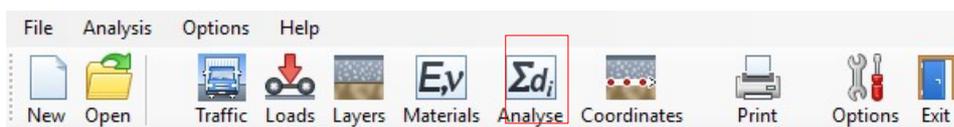
Gambar 2.21 Tampilan dialog *Material Properties*.

- 10) Pilih jenis material yang akan digunakan dengan memilih pada dialog *Material Type* dan selanjutnya tekan *Ok*.



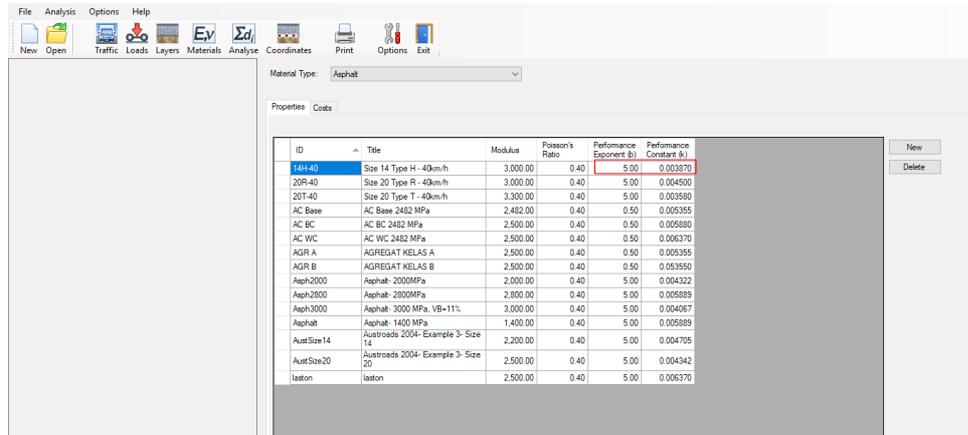
Gambar 2.22 Memilih jenis material pada pilihan menu *Material Type*

- 11) Untuk memasukkan jenis material baru sesuai dengan jenis material yang digunakan dengan cara memilih di sub menu *Material*.



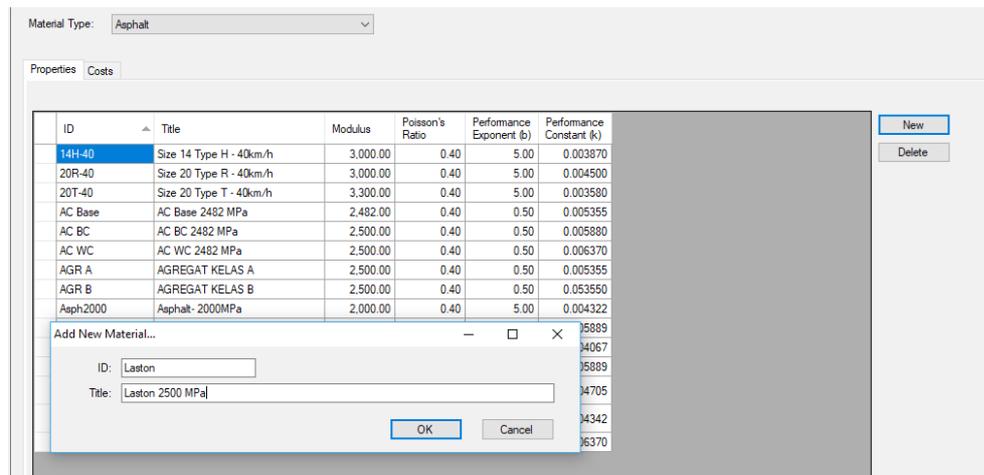
Gambar 2.23 Memilih sub menu *material*.

12) Selanjutnya klik *New* pada kotak dialog *Material* pada pojok kanan .



Gambar 2.24 Menambahkan jenis material dengan klik *New*

13) Setelah klik *New* maka akan muncul kotak dialog untuk mengisi *ID* dan *Title* sebagai jenis material baru yang akan ditambahkan.



Gambar 2.25 Mengisi pada kotak dialog *Add New Mterial*.

14) Langkah selanjutny adalah mengisi nilai *Modulus (E)*, *Poisson's Ratio (v)*, *Performance Exponent (b)* dan *Performance Constant (k)* dari perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.

Material Type: Asphalt

Properties Costs

| ID         | Title                               | Modulus  | Poisson's Ratio | Performance Exponent (b) | Performance Constant (k) |
|------------|-------------------------------------|----------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| 14H-40     | Size 14 Type H - 40km/h             | 3,000.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.003870                 |
| 20R-40     | Size 20 Type R - 40km/h             | 3,000.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.004500                 |
| 20T-40     | Size 20 Type T - 40km/h             | 3,300.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.003580                 |
| AC Base    | AC Base 2482 MPa                    | 2,482.00 | 0.40            | 0.50                     | 0.005355                 |
| AC BC      | AC BC 2482 MPa                      | 2,500.00 | 0.40            | 0.50                     | 0.005880                 |
| AC WC      | AC WC 2482 MPa                      | 2,500.00 | 0.40            | 0.50                     | 0.006370                 |
| AGR A      | AGREGAT KELAS A                     | 2,500.00 | 0.40            | 0.50                     | 0.005355                 |
| AGR B      | AGREGAT KELAS B                     | 2,500.00 | 0.40            | 0.50                     | 0.005350                 |
| Asph2000   | Asphalt- 2000MPa                    | 2,000.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.004322                 |
| Asph2800   | Asphalt- 2800MPa                    | 2,800.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.005889                 |
| Asph3000   | Asphalt- 3000 MPa, VB=11%           | 3,000.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.004067                 |
| Asphalt    | Asphalt- 1400 MPa                   | 1,400.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.005889                 |
| AustSize14 | Austrroads 2004- Example 3- Size 14 | 2,200.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.004705                 |
| AustSize20 | Austrroads 2004- Example 3- Size 20 | 2,500.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.004342                 |
| laston     | laston                              | 2,500.00 | 0.40            | 5.00                     | 0.006370                 |

New Delete

Gambar 2. 26 Menginput nilai – nilai untuk material baru.

- 15) Setelahnya semua data – data terisi dan tersusun, selanjutnya adalah mengisikan ketebalan di setiap lapisan yang akan dianalisis yang didapat dari hasil perhitungan.

| ID         | Title  |
|------------|--|
| AC Base    | AC Base 2482 MPa   |
| AC BC      | AC BC 2482 MPa   |
| AC WC      | AC WC 2482 MPa   |
| Aust2004-1 | Austrroads 2004 - Example 1 - Unbound Granular Pavement                  |
| Aust2004-2 | Austrroads 2004 - Example 2 - Asphalt Pavement containing Cemented Layer |
| Aust20042P | Austrroads 2004 - Example 2 - Post-Cracked                               |
| Aust2004-3 | Austrroads 2004 - Example 3 - Full Depth Asphalt Pavement                |
| Eco A1     | Economics Study- Option A1   |
| Eco A2     | Economics Study- Option A2   |
| Eco B1     | Economics Study- Option B1   |
| Eco B2     | Economics Study- Option B2   |
| Eco C      | Economics Study- Option C  |
| Ex Cost Op | Example - Cost Optimization  |
| LASTON     | LASTON BEBAN STANDAR   |
| LASTON BB  | LASTON BEBAN BERLEBIH  |

New Delete

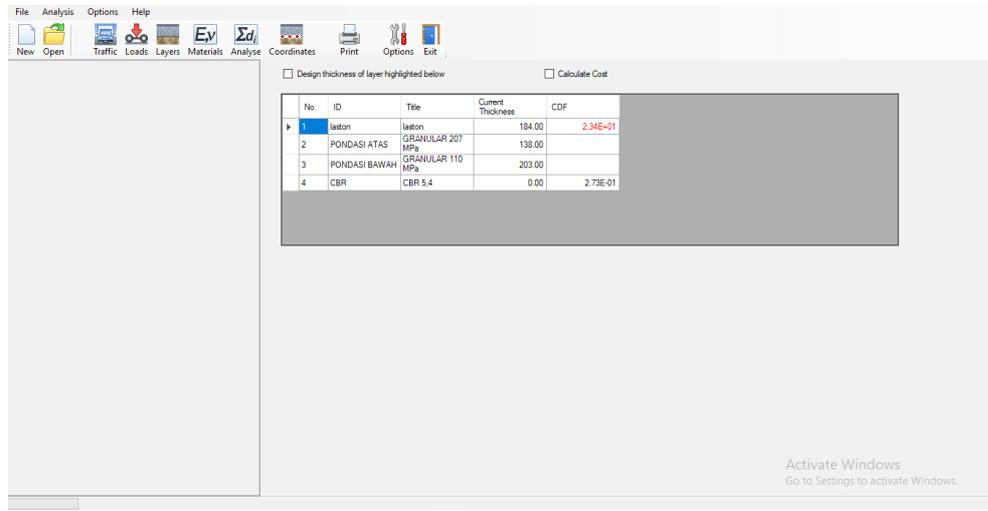
| No. | Material         | Thickness |
|-----|------------------|-----------|
| 1   | laston           | 184.00    |
| 2   | GRANULAR 207 MPa | 138.00    |
| 3   | GRANULAR 110 MPa | 203.00    |
| 4   | CBR 5.4          | 0.00      |

New Delete

Gambar 2.27 memasukkan tebal perkerasan setiap lapisan.

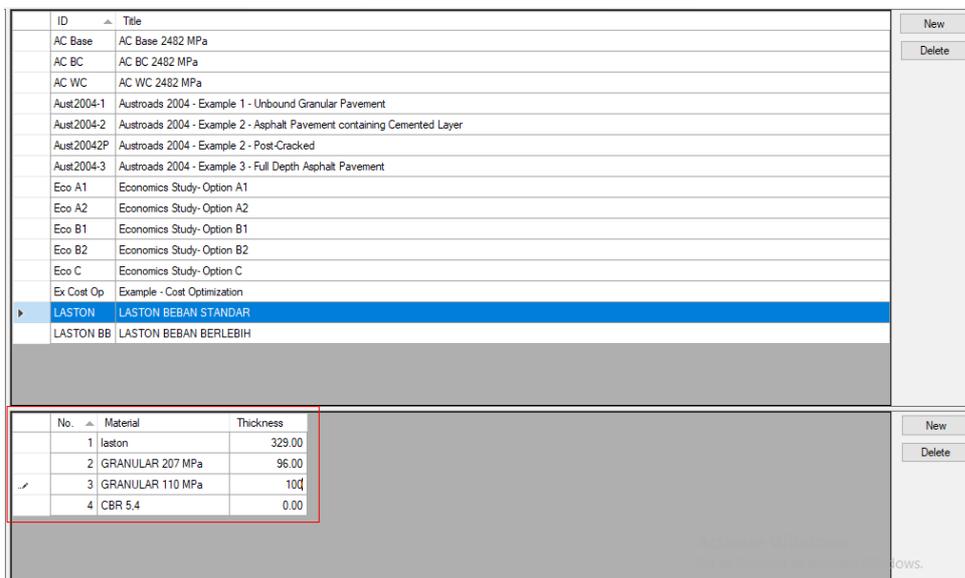
- 16) Setelah tebal lapisan sudah terisi dan data yang dibutuhkan sudah lengkap, selanjutnya adalah menganalisis lapisan tersebut dengan klik ikon  Setelah klik tombol *Analyze* maka program akan mengakumulasikan hasilnya. Jika nilai pada kolom CDF masih merah, maka menandakan belum memenuhi dan

diperlukan untuk penentuan tebal lapisan kembali atau mengganti jenis material.



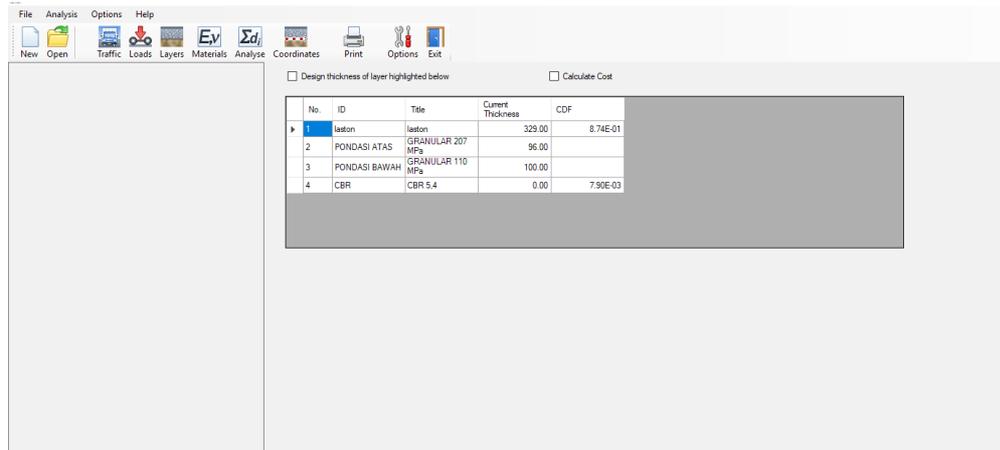
Gambar 2.28 Tampilan setelah di *Analyze* yang masih berwarna merah atau belum memenuhi

- 17) Perlu dilakukan penentuan ulang untuk tebal lapisan hingga nilai CDF memenuhi.



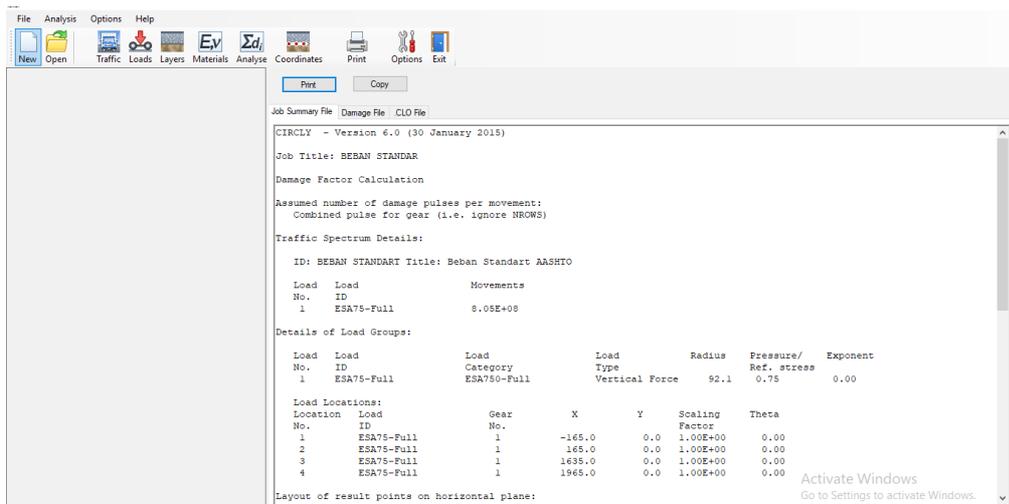
Gambar 2. 29 Menambakan tebal lapisan perkerasan.

- 18) Selanjutnya di *Analyze* untuk mengetahui sudah atau belum memenuhi nilai CDF pada tebal lapisan yang sudah diganti tersebut.

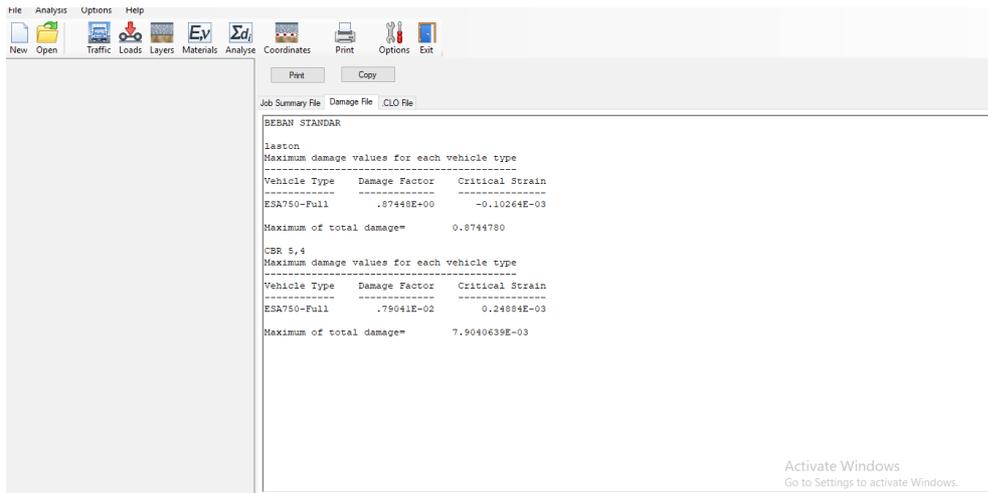


Gambar 2.30 Tampilan *Analyse* yang nilai CDF nya sudah memenuhi.

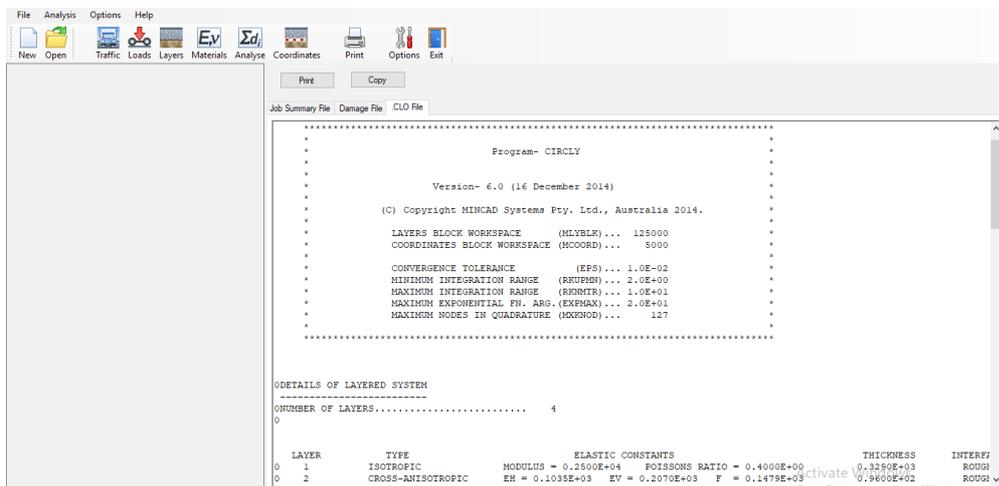
19) Setelah nilai telah memenuhi, selanjutnya hasil *running* dari program Circlly berupa *Job Summary File*, *Damage File*, *.CLO File*.



Gambar 2. 31 Tampilan hasil *running Job Summary File*.



Gambar 2.32 Tampilan hasil *running* *Damage File*.



Gambar 2.33 Tampilan hasil *running* *CLO File*.