

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

1.1.1. Penelitian Terdahulu Tentang Beban Berlebih (*Overload*)

Morisca (2014) dalam penelitiannya tentang evaluasi beban kendaraan terhadap derajat kerusakan dan umur sisa jalan pada ruas Jalan batas Kota Muara Enim-Sugih Waras dan batas Provinsi Muara Enim-Simpang Nibung, Sumatera Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar dampak beban *Overload* kendaraan yang ditimbulkan terhadap struktur perkerasan jalan lentur (*Flexible Pavement*). Data yang digunakan berasal dari data PU Bina Marga dan beban kendaraan *Overload* yang terdapat pada Pos Pemeriksaan Terpadu (PPT). Adapun metode yang digunakan berupa rumus empiris, yaitu menggunakan umur sisa perkerasan yang direncanakan selama 10 tahun kedepan dan seberapa besar derajat kerusakan yang terjadi pada jalan tersebut. Dari hasil pengaruh besarnya beban kendaraan terhadap penurunan umur rencana diketahui bahwa pada PPT. Simpang Nibung pada beban normal didapatkan sisa umur perkerasan sebesar 68,21%, pada PPT. Merapi didapatkan sisa umur perkerasan sebesar 44,92% dari umur rencana 10 tahun. Sedangkan hasil analisis beban yang telah didistribusikan dengan data yang ada di lapangan didapatkan sisa umur perkerasan pada PPT. Simpang Nibung sebesar 68,10%, sedangkan pada PPT. Merapi didapatkan sisa umur perkerasan sebesar 44,75%. Dari hasil perbandingan diketahui bahwa beban yang ada di lapangan lebih besar pengaruhnya dibandingkan dengan beban normal, hal ini dikarenakan kendaraan yang ada di lapangan banyak melakukan pelanggaran terhadap kelebihan muatan.

Hafeez & Kamal (2011) melakukan penelitian tentang deformasi permanen yang terjadi akibat beban berlebih pada ruas jalan di Negara Pakistan. Total beban yang ditopang oleh jalan sebesar 153 milyar Ton/km. Rata rata truk yang mengangkut muatan memiliki berat sebesar 10 Ton dan untuk truk kosong sebesar 7 Ton. Truk yang mengangkut muatan mendominasi perjalanan sebesar 73% dan untuk truk kosong sebesar 23% yang melakukan perjalanan pada ruas jalan di

Negara Pakistan. Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa material dengan gradasi kasar memiliki kinerja lebih baik untuk menahan beban kendaraan dibandingkan dengan gradasi berbutir halus.

Handayani dkk. (2016) melakukan penelitian tentang evaluasi struktur perkerasan jalan lintas angkutan barang (peti kemas) yang berlokasi di empat ruas Jalan yang menghubungkan kota Surakarta-Sukoharjo. Survei yang dilakukan berupa pengambilan data primer dan data sekunder. Data primer meliputi survei Inventaris Jalan, survei LHR, survei UR, survei *Origin-Destination* dan survei DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Sedangkan untuk data sekunder meliputi peta lokasi, data LHR jalan, data perkerasan akhir ruas jalan rute peti kemas, dan denah rute jaringan jalan yang dilewati oleh angkutan barang. Kemudian melakukan analisis data yang telah dikumpulkan dengan menggunakan metode Bina Marga dengan jenis perkerasan yang digunakan berupa perkerasan lentur (*Flexible Pavement*). Data yang digunakan dalam menghitung tebal perkerasan yaitu, menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*), menghitung nilai Daya Dukung Tanah (DDT), menentukan Umur Rencana (UR), pertumbuhan lalu lintas ($i\%$), menghitung lalu lintas harian rata-rata (LHR), menentukan Angka Ekuivalen (AE), menentukan Faktor Regional (FR), menghitung Indeks Permukaan (IP), menghitung nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP), dan menghitung angka ekuivalen sumbu beban roda (E). Dari hasil perhitungan didapatkan tebal perkerasan yang bervariasi untuk setiap ruas jalan yang disajikan didalam Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Perencanaan Tebal Perkerasan Untuk Setiap Ruas Jalan
(Handayani, 2016)

Nama Jalan	Kondisi Eksisting			Rekomendasi Struktur Jalan		
	Kelas	Lebar (m)	Struktur (Cm)	Kelas	Lebar (m)	Struktur (Cm)
Kapten Mulyadi	II	9	D1= 6 D2= 8 D3= 15	II	9	D1'= 10
Raya Grogol	II	9	D1= 10 D2= 20 D3= 15	II	9	D1'= 4
Solo-Sukoharjo	III	5,5	D1= 5 D2= 10	II	11	D1'= 10

Tabel 2.1 Lanjutan

			D3= 15			
Rajawali	III	5,6	D1= 5	II	11	D1'= 17,5
			D2= 10			
			D3= 15			

Keterangan:

- D1 = Lapis Permukaan
- D2 = Lapis Pondasi
- D3 = Lapis Pondasi Bawah
- D1' = *Overlay*

Penelitian yang dilakukan oleh Sari (2014) tentang analisis beban kendaraan terhadap derajat kerusakan jalan dan umur sisa pada ruas Jalan Bts Prov Jambi-Peninggalan, Sumatera Selatan. Hal yang melatar belakangi dilakukannya penelitian ini dikarenakan banyak kendaraan yang melintas pada ruas jalan tersebut tidak sesuai dengan beban angkut maksimum yang diizinkan meskipun di lokasi ini terdapat Pos Pemeriksaan Terpadu (PPT). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak beban berlebih (*Overload*) kendaraan terhadap derajat kerusakan pada struktur perkerasan jalan. Dalam menganalisis umur rencana perkerasan berdasarkan hasil kumulatif ESAL setiap beban kendaraan, dan menghitung derajat kerusakan yang ditimbulkan pada permukaan jalan. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa kendaraan yang melanggar Muatan Sumbu Terberat (MST) sangat sering terjadi. Untuk kendaraan Golongan 4 yang melakukan pelanggaran kelebihan muatan 25%-60% sebanyak 16 kend/tahun, untuk kendaraan Golongan 6b yang melakukan pelanggaran kelebihan muatan 25%-60% sebanyak 28 kend/tahun, untuk kendaraan Golongan 7a yang melakukan pelanggaran kelebihan muatan 25%-60% sebanyak 29 kend/tahun, untuk kendaraan Golongan 7c yang melakukan pelanggaran kelebihan muatan 25%-60% sebanyak 1 kend/tahun. Dan untuk hasil perhitungan umur sisa (*Remaining Life*) didapatkan hasil bahwa dalam keadaan normal dengan umur rencana 10 tahun didapatkan umur sisa 99,96% yang artinya jalan tersebut masih layak untuk 10 tahun kedepan, sedangkan dalam keadaan kendaraan yang melebihi muatan didapatkan umur sisa

48,39% yang artinya jalan telah terjadi kerusakan yang sangat besar pada umur 10 tahun kedepan.

Penelitian yang dilakukan oleh Pais dkk. (2013) tentang dampak beban berlebih (*Overload*) terhadap kinerja perkerasan. Dalam penelitian ini menggunakan lima ketebalan lapis perkerasan yang berbeda yaitu 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm dengan nilai modulus aspal sebesar 5000 MPa. Serta lima modulus tanah dasar diantaranya, 40 MPa, 60 MPa, 80 MPa, 100 MPa, dan 120 MPa. Pengujian dilakukan dengan keadaan yang berbeda, yaitu: kendaraan dengan beban maksimum gandar yang diizinkan, dan kendaraan dengan beban rata-rata setiap gandar. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa semakin tebal perkerasan jalan maka beban kendaraan yang akan dipikul oleh perkerasan semakin ringan. Sebaliknya, semakin tipis perkerasan jalan maka akan semakin berat jalan memikul beban kendaraan.

Sentosa dkk. (2012) dalam penelitiannya tentang analisis dampak beban berlebih (*Overloading*) kendaraan dengan jenis perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) terhadap umur rencana yang berlokasi di ruas Jalan Simpang Lago-Sorek Km 77 s/d 78. Penelitian dilakukan karena pada lokasi tersebut merupakan daerah industri yang sering dilalui oleh mobil angkutan bermuatan berat. Metode yang digunakan dalam mengevaluasi tebal perkerasan ini menggunakan metode *AASTHO* 1993. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kendaraan yang melebihi beban gandar maksimum sebesar 17,98%. Apabila dihitung pada saat kondisi *overloading* maka jalan tersebut mengalami penurunan umur layanan sebesar 8 tahun dari umur rencana awal selama 20 tahun.

Atiya dkk. (2014) melakukan penelitian tentang analisis pengaruh jembatan timbang terhadap kinerja dan umur rencana jalan yang berada di ruas Jalan Keprekan-Batas Yogyakarta. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pelanggaran yang sering dilakukan oleh angkutan barang yang membawa muatan melebihi batas (*Overload*) yang mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan. Dari hasil penelitian yang dilakukan, Jembatan Timbang Salam Termasuk kedalam kategori C yaitu kinerja dalam keadaan buruk yang berpengaruh pada perkerasan jalan. Akibat kinerja Jembatan Timbang yang buruk berpengaruh pada berkurangnya umur rencana perkerasan yang awalnya 10 tahun menjadi 9,48 tahun dalam kondisi

A (kondisi aktual dengan beban >125% tetap boleh lewat). Untuk analisis 1 menjadi 9,53 tahun untuk kondisi A pada analisis 2. Untuk kinerja perkerasan jalan dengan terjadinya penurunan Indeks Permukaan tiap tahun, dimana rata-rata untuk analisis 1 akibat beban standar sebesar 1,40% dan akibat kondisi A sebesar 1,48%. Sedangkan untuk analisis 2 untuk beban standar terjadi penurunan kinerja perkerasan sebesar 3,07% dan akibat kondisi A terjadi penurunan sebesar 3,33%.

Penelitian yang dilakukan oleh Pandey (2013) tentang kerusakan jalan di daerah akibat beban berlebih (*Overload*) di Provinsi Sulawesi Utara. Penyebab kerusakan jalan di suatu wilayah diakibatkan oleh angkutan barang yang membawa muatan melebihi sumbu terberat suatu kendaraan yang mengakibatkan peningkatan biaya pengguna jalan *Road User Cost* (RUC). Dari hasil penelitian diketahui bahwa, di Indonesia jalan Provinsi mengalami kerusakan sebesar 61,11% dengan kondisi tidak mantap, 53,01% di wilayah Kabupaten/Kota dalam kondisi tidak mantap, dan untuk Provinsi Sulawesi Utara mengalami kerusakan sebesar 37,91% dalam keadaan rusak berat dengan bentang 1.934,47 km pada tahun 2010.

Simanjuntak dkk. (2014) melakukan penelitian di ruas Jalan Pringsurat, Ambarawa-Magelang tentang analisa pengaruh beban berlebih (*Overload*) terhadap kinerja suatu jalan dan umur rencana lapis perkerasan. dari hasil pengamatan pada ruas jalan tersebut mengalami peningkatan volume kendaraan sebesar 1.462,6 smp/jam dengan DS sebesar 0,49 pada tahun 2014. Untuk nilai DS sesuai dengan tahun rencana perkerasan pada tahun 2024 terjadi peningkatan mencapai 0,78. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa perkerasan hanya mampu menahan beban berlebih selama 5,6 tahun sedangkan umur rencana yang telah ditentukan selama 10 tahun. Oleh karena itu, pada ruas jalan tersebut dilakukan lapis tambahan sebesar 2,9 cm untuk beban standar dan 5,6 cm untuk beban faktual di lapangan.

Ede (2014) melakukan penelitian tentang kerusakan jalan akibat kelebihan muatan angkutan barang di ruas jalan Nigeria. Dari data lalu lintas harian rata rata (LHR) didapatkan persentase kendaraan berat yang melakukan perjalanan sebesar 18,41%, hal tersebut menunjukkan pertumbuhan yang sangat besar dibandingkan dengan data pada tahun 1998 sebesar 13,5% untuk kendaraan berat. Dari hasil penelitian didapatkan nilai ESAL sebesar 117.138.497 pada tahun 2019, 192.273.427 pada tahun 2020, dan 192.734.270 pada tahun 2024. Dan faktor

kerusakan yang diakibatkan oleh kendaraan (VDF) rata rata sebesar 11,12 dan 9,39 untuk masing-masing ruas Jalan Ibadan-Lagos.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Tinjauan Umum

Transportasi merupakan hal yang paling utama dalam sistem kehidupan, sosial, dan pemerintahan. kondisi demografis suatu wilayah juga mempengaruhi kinerja transportasi dalam melayani masyarakat. Sebagai contoh, penduduk di wilayah perkotaan memiliki kecenderungan untuk menggunakan sarana transportasi lebih tinggi dibandingkan dengan penduduk yang berada di wilayah pedesaan. Hal ini disebabkan oleh jumlah penduduk yang lebih tinggi akibat dari tingginya angka kelahiran dan urbanisasi dari berbagai daerah. (Aminah, 2018).

Dengan adanya persoalan tersebut, mengakibatkan peningkatan volume kendaraan bermotor yang melebihi kapasitas jalan yang menyebabkan kerusakan pada permukaan jalan. Hal yang paling utama penyebab terjadinya kerusakan pada permukaan jalan yaitu angkutan barang yang membawa beban berlebih (*Overload*).

Beban berlebih (*Overload*) memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap pencapaian umur rencana jalan. Kelebihan muatan mengakibatkan jalan mengalami kerusakan sebelum waktu yang telah ditentukan dan mengakibatkan kerugian secara ekonomi. Pada dasarnya, jenis perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) maupun perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) sudah dilakukan perhitungan untuk mampu menahan beban yang melintas. Namun masih banyak kendaraan yang mengangkut muatan yang melebihi batas maksimum beban sumbu terberat. Sehingga akumulasi beban sumbu yang telah direncanakan hingga umur rencana yang telah ditentukan tidak tercapai di akhir umur layanan jalan (Hatmoko, 2017).

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan No: 03/MN/B/1983 yang diterbitkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga mengklasifikasikan kerusakan jalan menjadi 6 jenis, yaitu:

a. Retak (*Cracking*)

keretakan yang terjadi pada permukaan jalan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

1) Retak halus (*Hair Cracking*)

Merupakan retak yang memiliki celah sangat kecil sebesar 3 mm, ada beberapa faktor penyebab terjadinya retak halus yaitu, bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar yang tidak stabil, dan proses pengerjaan yang tidak sesuai dengan prosedur.

2) Retak pinggir (*Edge Crack*)

Retak yang memiliki bentuk memanjang, memiliki cabang atau tidak memiliki cabang yang mengarah ke bahu jalan. Penyebab dari retak pinggir ini yaitu terdapat bangunan pelengkap jalan yang mengalami kerusakan, seperti drainase yang tersumbat, terjadinya penyusutan tanah, dan akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan.

3) Retak kulit buaya (*Alligator Crack*)

Yaitu retak yang memiliki celah $>3\text{mm}$, retak kulit buaya membentuk serangkaian kotak kotak kecil seperti kulit buaya. Penyebab dari kerusakan ini merupakan akibat dari bahan perkerasan yang kurang baik, lapisan bawah yang kurang stabil, agregat pada pondasi dalam keadaan jenuh air, dan juga repetisi beban yang melebihi batas yang dapat dipikul oleh permukaan jalan.

4) Retak sambungan bahu dan perkerasan (*Edge Joint Crack*)

Yaitu retak memanjang yang biasanya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak biasanya disebabkan oleh kondisi drainase dibawah bahu jalan mengalami kerusakan, *settlement* yang terjadi di bahu jalan, terjadi penyusutan material pada bahu dan perkerasan jalan, dan juga akibat dari truk/kendaraan berat yang melintas di bahu jalan.

5) Retak sambungan pelebaran jalan (*Widening Cracks*)

Yaitu retak memanjang yang berada diantara sambungan perkerasan lama dan perkerasan baru yang dilakukan pelebaran. Retak sambungan pelebaran jalan terjadi akibat perbedayaan daya dukung bagian bawah pelebaran dengan bagian jalan lama, dan juga disebabkan oleh ikatan antar sambungan yang tidak baik.

6) Retak susut (*Shrinkage Cracks*)

Yaitu retakan yang saling bersambungan, membentuk pola kotak-kotak besar, dan memiliki sudut yang tajam. Retakan ini disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan permukaan yang berpenutup aspal dengan penetrasi rendah, atau terjadinya perubahan volume lapisan pondasi dan tanah dasar.

7) Retak sambungan jalan (*Lane Joint Crack*)

Retak memanjang yang terjadi pada sambungan dua lajur lalu lintas. Penyebab dari kerusakan ini yaitu akibat dari kurang baiknya ikatan sambungan antar kedua lajur. Kerusakan ini dapat terus melebar apabila butir-butir agregat terlepas dan air meresap kedalam lapisan.

8) Retak slip (*Slippage Cracks*)

Retakan yang memiliki bentuk seperti bulan sabit. Retakan ini terjadi dikarenakan oleh kurang baiknya ikatan antar lapis permukaan dan lapis dibawahnya. Penyebab buruknya ikatan disebabkan oleh adanya debu, air, minyak, dan benda non adhesif lainnya, atau tidak melakukan pemberian *Tack Coat* yang berfungsi sebagai pengikat antar kedua lapisan. Retak slip juga dapat terjadi akibat terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan.

9) Retak refleksi (*Reflection Cracks*)

Yaitu retak yang terjadi pada lapis tambahan (*Overlay*) yang membentuk pola retakan. retak refleksi terjadi akibat retakan pada perkerasan lama tidak dilakukan perbaikan sebelum melakukan *Overlay*. Retak refleksi juga dapat terjadi akibat gerakan vertikal maupun horizontal dibawah lapis tambahan akibat dari perubahan kadar air pada jenis tanah ekspansif.

b. Distorsi (*Distortion*)

Distorsi atau yang biasa disebut sebagai perubahan bentuk yang terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pengerjaan pemadatan yang kurang baik pada lapis pondasi, sehingga terjadi penurunan permukaan jalan akibat dari beban lalu lintas. Distorsi dapat dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu:

1) Keriting (*Corrugation*)

Penyebab terjadinya keriting pada permukaan jalan dikarenakan rendahnya stabilitas campuran akibat terlalu tingginya kadar aspal, penggunaan agregat halus yang terlalu banyak, serta akibat terlalu cepatnya ruas jalan dibuka sebelum perkerasan dalam keadaan mantap.

2) Amblas (*Grade Depressions*)

Amblas dapat dideteksi dengan adanya air yang menggenangi permukaan jalan. Kedalaman kerusakan ini biasanya lebih dari 2 cm. Kerusakan ini disebabkan oleh beban kendaraan yang melebihi muatan sumbu terberat (*Overload*), sehingga struktur bawah perkerasan tidak mampu menahan beban lalu lintas di atasnya.

3) Alur (*Ruts*)

Yaitu kerusakan yang terjadi pada lintasan roda yang sejajar dengan as jalan. Alur mengakibatkan terjadinya genangan air hujan pada permukaan jalan yang mengakibatkan kelayakan suatu jalan berkurang dan akhirnya menimbulkan retakan. Alur dikarenakan oleh lapis pondasi yang kurang padat, dengan demikian terjadi penambahan pemadatan oleh repetisi beban lalu lintas di lintasan roda.

4) Jembul (*Upheaval*)

Jembul terjadi akibat dari pengembangan tanah dasar pada jenis tanah ekspansif, kerusakan ini disertai dengan terjadinya retakan lapisan perkerasan akibat dari perubahan cuaca. Sehingga tanah menjembul keatas.

5) Sungkur (*Shoving*)

Yaitu deformasi yang terletak dipermukaan jalan yang kendaraan sering berhenti. Beban lalu lintas akan mendorong berlawanan dengan perkerasan sehingga akan membentuk ombak pada permukaan jalan. Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh stabilitas tanah yang rendah, daya dukung lapis permukaan yang kurang baik, serta pemadatan yang tidak maksimal pada saat pelaksanaan.

c. Cacat permukaan (*Disintegration*)

Cacat permukaan merupakan kerusakan yang terjadi secara mekanis dan kimiawi pada lapisan perkerasan. Ada beberapa kerusakan yang termasuk dalam cacat permukaan, antara lain:

1) Pelepasan butir (*Ravelling*)

Kerusakan ini disebabkan lapisan perkerasan yang mengalami kehilangan aspal atau tar pengikat yang berpisah dengan agregat. Hal ini disebabkan oleh pelapukan material pengikat agregat, pemadatan yang kurang sempurna, banyak terdapat kotoran yang menempel pada agregat, dan penggunaan kualitas aspal yang kurang baik.

2) Pengelupasan lapisan permukaan (*Stripping*)

Pengelupasan lapisan permukaan disebabkan oleh berkurangnya ikatan antar lapis permukaan dengan lapis dibawahnya, atau lapis permukaan yang memiliki ketebalan yang sangat tipis.

3) Lubang (*Pothole*)

Yaitu kerusakan yang membentuk mangkuk dan memiliki ukuran yang bervariasi. Lubang biasanya terletak didekat retakan, dan juga pada daerah yang memiliki sistem drainase yang kurang baik. Penyebab terjadinya lubang yaitu kadar aspal yang rendah, pelapukan pada aspal, shu pada saat pencampuran aspal tidak memenuhi syarat, dan sistem drainase yang tidak baik.

d. Pengausan (*Polished Aggregate*)

Pengausan menyebabkan permukaan jalan menjadi licin, sehingga dapat membahayakan pengguna jalan. Pengausan terjadi akibat dari pemilihan jenis agregat yang memiliki mutu yang rendah sehingga tidak tahan aus terhadap roda kendaraan. Agregat tersebut memiliki bentuk bulat dan licin, dan tidak membentuk kubikal.

e. Kegemukan (*Bleeding*)

Kegemukan mengakibatkan permukaan jalan menjadi licin yang dapat membahayakan pengguna jalan. Pada kondisi temperatur tinggi, aspal akan menjadi lunak dan menimbulkan jejak roda kendaraan. Kegemukan (*Bleeding*) disebabkan oleh pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal. Hal

ini dapat diatasi dengan menambahkan agregat panas pada saat pengerjaan *Tack Coat* atau *Prime Coat* dan dilanjutkan dengan pemadatan.

f. Penurunan pada bekas penanaman utilitas

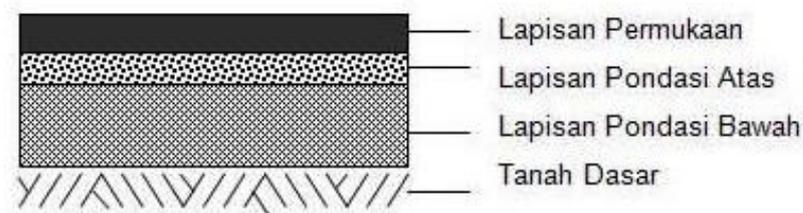
Penurunan pada bekas penanaman utilitas terjadi di bahu jalan bekas penanaman pohon. Hal ini disebabkan oleh pekerjaan pemadatan yang tidak maksimal. Sehingga mengakibatkan tanah dasar tidak stabil apabila terdapat beban kendaraan di atasnya yang mengakibatkan kerusakan pada struktur jalan.

2.2.2. Struktur Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu lapisan yang berfungsi untuk menerima beban lalu lintas yang berada dipermukaan jalan dan menyebarkannya ke tanah dasar. Oleh karena itu, ada saat jalan itu beroperasi diharapkan tidak terjadi kerusakan yang dapat menurunkan kualitas pelayanan lalu lintas. Agar mendapatkan perkerasan yang memiliki daya dukung yang baik maka desain perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis. Menurut Hardwiyono (2013) terdapat 3 jenis/tipe perkerasan jalan, diantaranya:

a. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan jalan lentur (*Flexible Pavement*) dengan menggunakan bahan pengikat berupa aspal yang biasa disebut campuran aspal panas atau *Hot Mix*. Lapisan perkerasan aspal terdiri atas lapisan tanah dasar (*Subgrade*), lapis pondasi bawah (*Subbase Course*), Lapis pondasi atas (*Base Course*), dan lapis permukaan (*Surface*). Susunan perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Susunan Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) (Hardwiyono, 2013)

1) Lapisan tanah dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar adalah lapisan yang berfungsi sebagai perletakan lapis perkerasan dan untuk mendukung konstruksi lapis perkerasan yang ada di atasnya. Lapisan tanah dasar dapat menggunakan

tanah asli yang dilakukan pemadatan jika tanah tersebut memiliki daya dukung yang baik. Namun jika tanah asli tidak memiliki daya dukung yang baik maka ditambah dengan tanah urugan yang diambil dari tempat lain yang kemudian dipadatkan kembali.

2) Lapis pondasi bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah merupakan lapisan berkerasan yang berada di antara tanah dasar dan lapis pondasi atas. Lapisan ini berupa agregat kasar (*Granular Material*) yang dipadatkan. Adapun fungsi dari lapis pondasi bawah yaitu sebagai berikut:

- a) Menyebarkan beban lalu lintas dari lapis pondasi atas menuju tanah dasar.
- b) Berfungsi untuk mencegah partikel-partikel halus yang berasal dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
- c) Sebagai pelindung lapisan tanah dasar akibat pengaruh cuaca pada saat hujan.
- d) Berfungsi untuk menahan beban lalu lintas yang berat apabila daya dukung tanah dasar lemah.

3) Lapis pondasi atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas merupakan lapisan yang terletak dibawah lapis permukaan dan diatas lapis pondasi bawah. Lapis pondasi atas memiliki fungsi sebagai:

- a) Bagian dari struktur perkerasan yang dapat menahan gaya lintang akibat beban yang ditimbulkan oleh roda kendaraan dan menyebarkannya ke lapis pondasi bawah.
- b) Berfungsi sebagai bantalan lapis permukaan (*Surface*) sehingga struktur perkerasan lentur menjadi lebih kuat.
- c) Lapisan yang berfungsi sebagai peresapan untuk struktur dibawahnya.

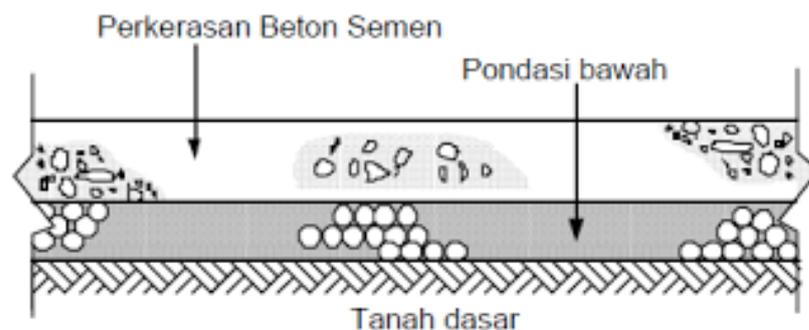
4) Lapis permukaan (*Surface*)

Lapis permukaan merupakan lapisan paling atas yang bersentuhan langsung dengan beban lalu lintas kendaraan. Material pembentuk lapisan ini berupa campuran aspal panas (*Hot Mix*) dengan agregat. Lapis permukaan memiliki fungsi sebagai berikut:

- a) Memperkuat struktur perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) dalam menahan beban lalu lintas.
 - b) Lapisan yang berfungsi untuk menahan gaya geser yang ditimbulkan oleh roda kendaraan yang kemudian disebarkan ke lapisan yang ada dibawahnya.
 - c) Berfungsi untuk mencegah air hujan agar tidak meresap ke lapisan yang berada dibawahnya yang dapat merusak struktur perkerasan.
- b. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan yang menggunakan penutup beton dengan struktur yang terdiri dari plat beton semen sebagai lapis pondasi, lapis pondasi bawah (jika digunakan), dan tanah dasar. Dalam perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), pelat beton bisa juga disebut sebagai lapis pondasi, dikarenakan adanya lapisan aspal yang berfungsi sebagai lapis permukaan. Perkerasan kaku mempunyai modulus elastis yang tinggi sehingga dapat mendistribusikan beban ke bidang yang sangat luas pada tanah dasar. Hal ini berbanding terbalik dengan perkerasan lentur yang tidak dapat menyebarkan beban ke seluruh lapis permukaan aspal sehingga perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) tidak memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*).

Menurut SKBI-2.3.23 (1987) tentang petunjuk perencanaan perkerasan jalan beton semen, struktur perkerasan kaku terbagi menjadi tiga bagian yaitu, tanah dasar (*Subgrade*) lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*), dan lapis permukaan (*Surface*). Struktur perkerasan kaku dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Struktur Perkerasan Kaku (SKBI-2.3.23, 1987)

- 1) Tanah dasar (*Subgrade*)

Kekuatan tanah dasar (*Subgrade*) dapat diketahui dari hasil pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) jika tanah dasar memiliki nilai CBR kurang dari 2% maka harus menggunakan pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean Mix Concret*) dengan ketebalan 15 cm yang dianggap memiliki nilai CBR tanah dasar efektif sebesar 5%.

2) Lapis pondasi bawah (*Subbase Course*)

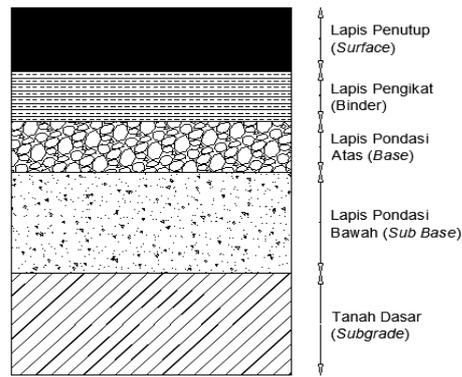
Bahan yang digunakan untuk lapis pondasi dapat berupa agregat berbutir, beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*), atau beton kurus (*Lean Mix Concrete*). Pada saat pengerjaan lapis pondasi bawah harus diperlebar sebesar 60 cm diluar tepi lapis perkerasan atas yang bertujuan untuk mereduksi apabila tanah dasar berjenis ekspansif. Lapis pondasi bawah minimal harus memiliki ketebalan sebesar 10 cm. Jika dalam perencanaan perkerasan beton tanpa menggunakan ruji (bersambung), maka pondasi bawah harus menggunakan Campuran Beton Kurus (CBK).

3) Perkerasan beton semen (*Surface*)

Sebelum dilakukan penghamparan lapis permukaan maka dilakukan pengujian *Slump*, kuat tekan, dan kuat lentur beton. Kuat lentur beton harus memenuhi syarat sebesar 5-5,5 MPa (30-50 kg/cm²). Untuk menambah kekuatan beton dapat menambahkan serat baja (*Steel Fibre*) yang dapat meningkatkan kuat lenturnya dan dapat mengendalikan retak yang terjadi pada pelat baja. Mutu beton yang digunakan harus sesuai dengan kriteria lalu lintas yang akan dilalui oleh jalan tersebut.

c. Perkerasan komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit merupakan hasil gabungan dari perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yang kemudian di atasnya ditambah dengan perkerasan lentur (*Flexible Pavement*). Pada kerkerasan komposit memiliki tingkat kenyamanan yang lebih tinggi untuk dilalui lalu lintas dibandingkan dengan perkerasan kaku yang digunakan sebagai lapis permukaan tanpa berpenutup aspal serta memiliki umur perkerasan yang lebih lama. Menurut Hardiyatmo (2013) lapis perkerasan komposit memiliki beberapa jenis susunan lapisan yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 Struktur Perkerasan Komposit (Hardiyatmo, 2013)

2.2.3. Beban Berlebih (*Overloading*)

Beban berlebih merupakan suatu kondisi dimana angkutan barang yang membawa beban melebihi standar yang telah ditetapkan (*Overload*) untuk setiap golongan kendaraan, sehingga perkerasan jalan akan mengalami kerusakan lebih cepat dari umur rencana yang telah ditentukan. Umur rencana jalan merupakan jumlah tahun perkerasan yang dapat melayani lalu lintas mulai dari perkerasan jalan dibuka sampai jalan tersebut membutuhkan perbaikan atau dilakukan lapis tambahan (*Overlay*). Pada setiap jenis kendaraan memiliki pengaruh daya rusak yang berbeda terhadap perkerasan jalan. Semakin besar beban yang melebihi batas maksimum maka semakin cepat perkerasan mengalami kerusakan (Sukirman, 1999).

Dalam Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 1993 Pasal 11 yang mengatur tentang kelas jalan dan jenis kendaraan yang diizinkan untuk melewati jalan tersebut dibagi menjadi:

- a. Jalan kelas I, merupakan jalan arteri yang boleh dilewati untuk jenis kendaraan bermotor termasuk angkutan barang yang memiliki lebar tidak lebih dari 2500 mm, panjang kurang dari 18000 mm, dan Muatan Sumbu Terberat (MST) yang diperbolehkan tidak lebih dari 10 Ton.
- b. Jalan kelas II, merupakan jalan arteri yang boleh dilewati untuk jenis kendaraan bermotor termasuk angkutan barang yang memiliki lebar tidak lebih dari 2500 mm, panjang kurang dari 18000 mm, dan Muatan Sumbu Terberat (MST) yang diperbolehkan tidak lebih dari 10 Ton.
- c. Jalan kelas III A, merupakan jalan arteri atau jalan kolektor yang boleh dilewati untuk jenis kendaraan bermotor termasuk angkutan barang yang memiliki lebar

tidak lebih dari 2500 mm, panjang kurang dari 18000 mm, dan Muatan Sumbu Terberat (MST) yang diperbolehkan tidak lebih dari 8 Ton.

- d. Jalan kelas III B, , merupakan jalan kolektor yang boleh dilewati untuk jenis kendaraan bermotor termasuk angkutan barang yang memiliki lebar tidak lebih dari 2500 mm, panjang kurang dari 12000 mm, dan Muatan Sumbu Terberat (MST) yang diperbolehkan tidak lebih dari 8 Ton.
- e. Jalan kelas III C, , merupakan jalan lokal yang boleh dilewati untuk jenis kendaraan bermotor termasuk angkutan barang yang memiliki lebar tidak lebih dari 2100 mm, panjang kurang dari 9000 mm, dan Muatan Sumbu Terberat (MST) yang diperbolehkan tidak lebih dari 8 Ton.

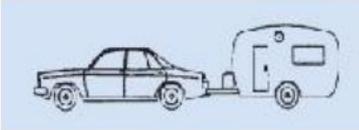
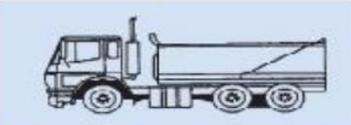
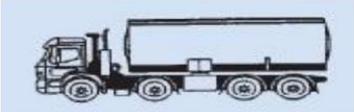
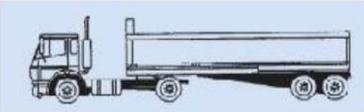
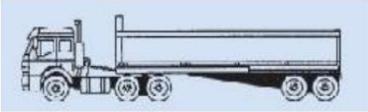
2.2.4. Metode *Austroads*

Metode *Austroads* diperkenalkan pertama kali pada tahun 1987 di Negara Australia. Metode ini berfungsi untuk merencanakan tebal perkerasan dan *Overlay* lapis perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) dan lapis perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Adapun parameter yang dibutuhkan dalam perancangan tebal perkerasan dengan menggunakan metode *Austroads* yaitu:

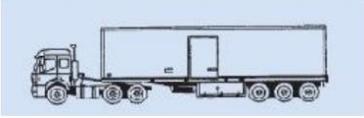
- a. *Design Traffic*

Dalam merencanakan lebar perkerasan harus sesuai dengan kelas jalan dan jenis kendaraan yang melintasi jalan tersebut agar dapat memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan. Umur perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh berat suatu kendaraan, pada metode *Austroads* kendaraan dibagi menjadi beberapa kelas, mulai dari kelas 1 yaitu mobil penumpang sampai dengan kelas 12 yang merupakan truk gandeng. Adapun golongan jenis kendaraan menurut metode *Austroads* dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Kelas Kendaraan Berdasarkan Metode *Austrroads*
(*Austrroads*, 2004)

<i>Class Of Vehicles</i>	<i>Class Name</i>	<i>Image Of Vehicle</i>
<i>Class 1</i>	<i>Short Vehicle</i>	
<i>Class 2</i>	<i>Short Vehicle Towing</i>	
<i>Class 3</i>	<i>Two Axle Truck</i>	
<i>Class 4</i>	<i>Three Axle Truck</i>	
<i>Class 5</i>	<i>Four Axle Truck</i>	
<i>Class 6</i>	<i>Three Axle Articulated Vehicle</i>	
<i>Class 7</i>	<i>Four Axle Articulated Vehicle</i>	
<i>Class 8</i>	<i>Five Axle Articulated Vehicle</i>	

Tabel 2.2 Lanjutan

	<i>Six Axle</i>	
<i>Class 9</i>	<i>Articulated Vehicle</i>	
<i>Class 10</i>	<i>B Double</i>	
<i>Class 11</i>	<i>Double Road Train</i>	
<i>Class 12</i>	<i>Triple Road Train</i>	

Adapun komponen-komponen yang dibutuhkan dalam mendesain lalu lintas dengan menggunakan metode *Austroroads* diantaranya:

1) Perhitungan nilai ESA (*Equivalent Standart Axles*)

Jumlah ESA merupakan parameter yang dibutuhkan untuk mendesain lalu lintas yang ada di lapangan. Berdasarkan metode *Austroroads*, perencanaan konstruksi perkerasan jalan dibuat berdasarkan perkiraan beban lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut sampai dengan umur rencana yang telah ditentukan.

Pada setiap golongan kendaraan yang memiliki beban sumbu yang berbeda beda, diekivalenkan dengan sumbu standar menggunakan angka ekivalen sumbu melalui jumlah repetisi beban lalu lintas yang akan melewati jalan tersebut dalam kurun waktu yang telah ditentukan.

Untuk menentukan nilai ESA pada setiap golongan kendaraan dihitung dengan cara menjumlahkan nilai ESA sumbu depan dan belakang sesuai dengan konfigurasi beban yang telah ditentukan. Berdasarkan (*Austroroads*, 2003) sumbu beban standar dibagi menjadi enam tipe persamaan, diantaranya:

$$ESA_{SAST} = \left(\frac{\text{Beban Aktual Sumbu (P)}}{5,4} \right)^4 \dots\dots\dots(2.1)$$

$$ESA_{SAdT} = \left(\frac{\text{Beban Aktual Sumbu (P)}}{8,2} \right)^4 \dots\dots\dots(2.2)$$

$$ESA_{TAST} = \left(\frac{\text{Beban Aktual Sumbu (P)}}{9,2} \right)^4 \dots\dots\dots(2.3)$$

$$ESA_{TADT} = \left(\frac{\text{Beban Aktual Sumbu (P)}}{13,7} \right)^4 \dots\dots\dots(2.4)$$

$$ESA_{TRDT} = \left(\frac{\text{Beban Aktual Sumbu (P)}}{18,5} \right)^4 \dots\dots\dots(2.5)$$

$$ESA_{QADT} = \left(\frac{\text{Beban Aktual Sumbu (P)}}{22,5} \right)^4 \dots\dots\dots(2.6)$$

2) Periode desain

Periode desain memiliki fungsi untuk mengetahui rencana umur perkerasan jalan. hal tersebut berguna untuk memprediksi seberapa lama perkerasan ini dapat berfungsi dengan baik sampai waktu yang telah ditentukan. Dalam metode *Austroads*, periode desain yang dianjurkan untuk perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) selama 20-40 tahun, dan untuk perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) selama 30-40 tahun.

3) Pertumbuhan lalu lintas

Data yang diperlukan untuk mengetahui pertumbuhan lalu lintas pada desain jalan berupa jumlah lalu lintas total selama periode desain yang telah ditentukan dengan umur rencana perkerasan. Besarnya pertumbuhan lalu lintas dalam metode *Austroads* dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$GF = \frac{(1+0,01i)^P - 1}{0,01i} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$i = \frac{y_t - y_{t_i}}{y_{t_i}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan,

GF = Angka pertumbuhan lalu lintas

i = Persentase pertumbuhan lalu lintas (%)

P = Periode desain (Tahun)

y_t = Jumlah LHR pada tahun t (Kendaraan)

y_{t_i} = jumlah LHR pada tahun t_i (Kendaraan)

4) Perhitungan nilai *Design Equivalent Standard Axles* (DESA)

Data yang diperlukan untuk perhitungan nilai *Design Equivalent Standard Axles* (DESA) dalam perencanaan lapis perkerasan berupa volume lalu

lintas, koreksi beban sumbu standar (ESA), dan pertumbuhan lalu lintas (CGF) selama umur rencana. Perhitungan nilai ESA dapat dilihat pada rumus berikut ini:

$$DESAs = \sum Vi \times ESAi \times 365 \times CGF \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan,

DESAs = Nilai ESA sesuai umur Rencana (ESA)

Vi = lalu lintas harian rata rata setiap kendaraan (kendaraan/hari)

ESAi = Koreksi beban sumbu kendaraan pada setiap jenis kendaraan

CGF = Faktor pertumbuhan lalu lintas (%)

a. Merancang perkerasan lentur dengan prosedur mekanis desain grafis

Dalam metode *Austroads* ketebalan suatu lapis perkerasan dapat dicari dengan cara mencocokkan grafis desain yang sesuai berdasarkan parameter parameter yang telah diketahui. Berikut ini parameter-parameter yang dibutuhkan dalam mendesain ketebalan lapis perkerasan dengan menggunakan metode *Austroads*:

1) Karakteristik material

Untuk jenis perkerasan aspal yang memiliki Modulus sebesar 3000 MPa dipakai untuk keseluruhan kategori Grafis yang terdapat dalam perkerasan jalan.

2) Distriusi beban lalu lintas

Dalam desain grafis, distribusi beban lalu lintas dianggap sudah digunakan.

3) Periode desain

Dalam metode *Austroads*, beban lalu lintas dinyatakan dalam ESA (*Equivalent Standar Axle*).

4) Ringkasan parameter input

Desan Grafis sudah Dikembangkan dengan menggunakan desain Mekanis. Sebelum menggunakan desain grafis, perencana harus memastikan keamanan desain yang telah direncanakan. Terdapat lima jenis grafik desai yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Daftar Jenis Perkerasan Yang Termasuk Dalam Contoh

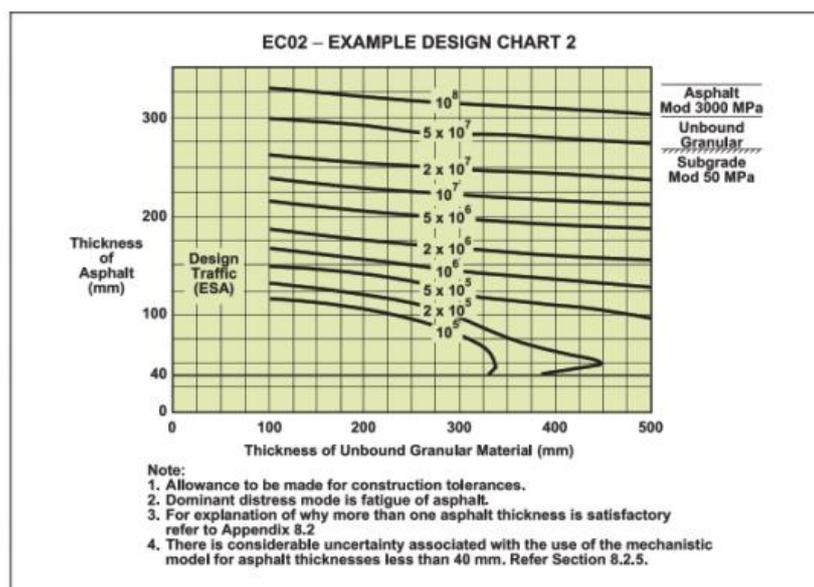
Grafik Desain (*Austrroads, 2004*)

Kategori	Struktur Lapis Perkerasan	Ketebalan (mm)	Asphalt Modulus (MPa)	Chart Number
Kategori 1	Asphalt-3000 MPa	Variasi	30	EC01
	<i>Granular</i>	Variasi	50	EC02
	<i>Subgrade</i>		70	EC03
Kategori	Struktur Lapis Perkerasan	Ketebalan (mm)	Asphalt Modulus (MPa)	Chart Number
Kategori 2	<i>Asphalt-Range Of Moduli</i>	Variasi	1000	EC04
	<i>Subgrade</i>		3000	EC05
			5000	EC06
<i>Cemented Material Phases</i>				
Kategori	Struktur Lapis Perkerasan	Ketebalan (mm)	Pre-Cracking Chart Number	Pre & Post Cracking Chart Number
Kategori 3	<i>Asphalt-3000 MPa Modulus</i>	Variasi	EC07	EC08
	<i>Cemented Material-2000 MPa</i>	Variasi	EC09	EC10
	<i>Subgrade</i>		EC11	EC12
<i>Cemented Material Phases</i>				
Kategori	Struktur Lapis Perkerasan	Ketebalan (mm)	Pre-Cracking Chart Number	Pre & Post Cracking Chart Number
Kategori 4	<i>Asphalt-3000 MPa Modulus</i>	Variasi	EC13	EC14
	<i>Cemented Material-5000 MPa</i>	Variasi	EC15	EC16
	<i>Subgrade</i>		EC17	EC18
<i>Cemented Material Phases</i>				
Kategori	Struktur Lapis Perkerasan	Ketebalan (mm)	Pre-Cracking Chart Number	Pre & Post Cracking Chart Number

Tabel 2.3 Lanjutan

Kategori 5	<i>Asphalt-3000 MPa Modulus</i>	Variasi	EC19	EC20
	<i>Granular</i>	100	EC21	EC22
	<i>Cemented Material-5000 MPa</i>	Variasi	EC23	EC24
	<i>Subgrade</i>			

Berikut ini salah satu contoh Grafik Desain *Chart* EC02 yang dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.

Gambar 2.4 Grafik Desain *Chart* EC02 (*Austrroads*, 2004)

2.3. Program *Circlly 6.0*

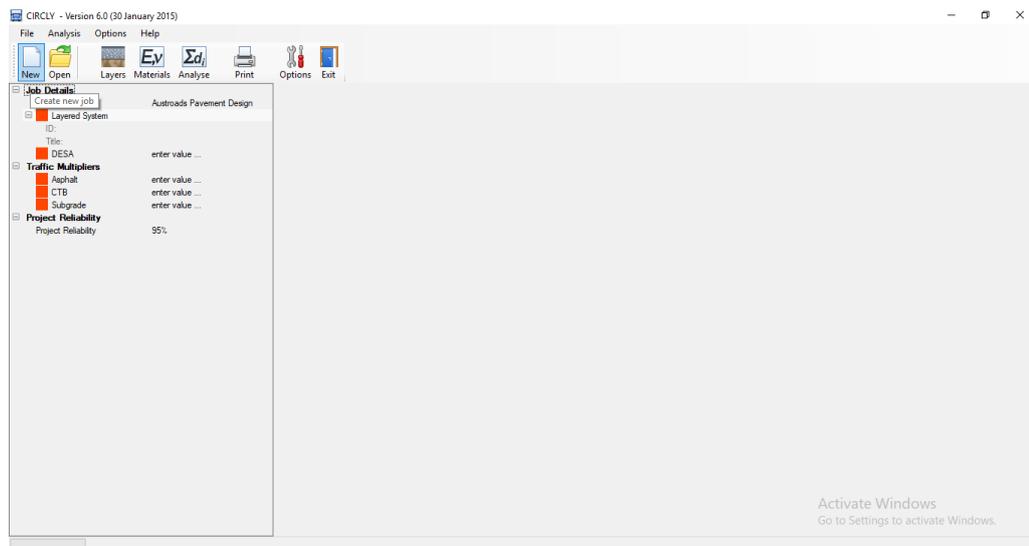
2.3.1. Pengertian Program *Circlly 6.0*

Program *Circlly 6.0* merupakan Program berbasis *Windows* yang memiliki kemampuan untuk mendesain, menganalisis tebal perkerasan serta dapat menghitung kerusakan kumulatif yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Pada tahun 1987 Program ini dibuat di Australia dan terus diperbaharui hingga generasi yang ke 6. *Circlly 6.0* telah digunakan di seluruh dunia lebih dari dua dekade terakhir dalam mendesain tebal perkerasan jalan. Jenis perkerasan yang dapat di desain pada program ini berupa perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) dan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Program *Circlly 6.0* mengacu pada Metode *Austrroads* dalam menganalisis tebal perkerasan jalan.

2.3.2. Langkah-Langkah Mendesain Tebal Perkerasan Dengan Program *Circly 6.0*

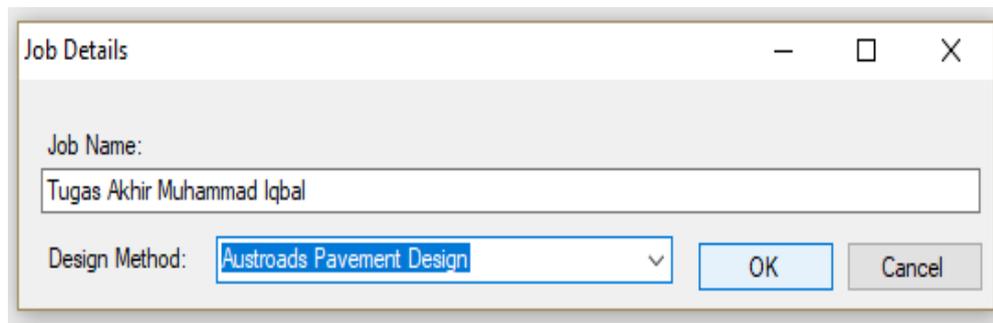
Dalam menganalisis regangan yang terjadi pada perkerasan jalan menggunakan Program *Circly 6.0* memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Buka aplikasi *Circly 6.0*, lalu muncul jendela *New* yang berfungsi untuk membuat *Project* baru dalam menganalisis tebal perkerasan jalan menggunakan Program *Circly 6.0* yang dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut ini.



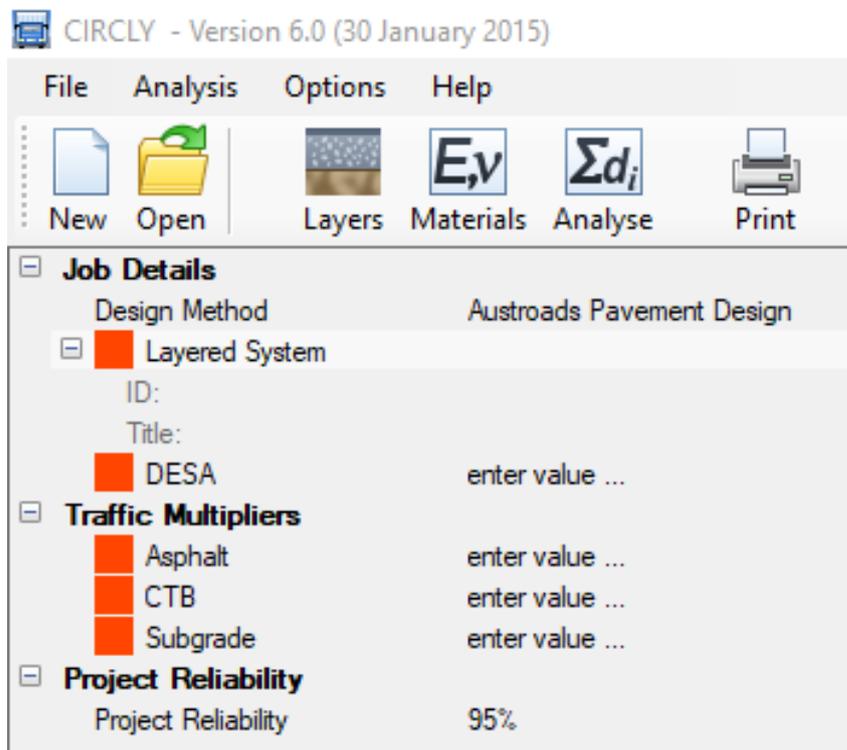
Gambar 2.5 Tampilan Awal Program *Circly 6.0*

- b. Kemudian Muncul kotak dialog *Job Details*, di bagian *Job Name* Masukkan nama *Project* yang akan dibuat. Pada *Design Method* gunakan *Austroads Pavement Design*. Kemudian Klik *Ok* seperti Gambar 2.6 berikut ini.



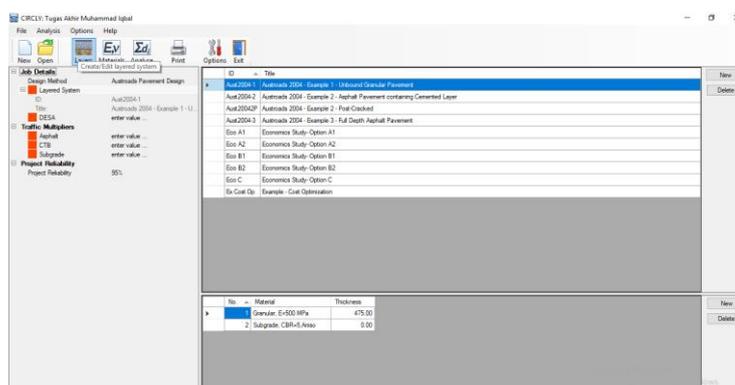
Gambar 2.6 Kotak Dialog *Job Details*

- c. Pada Job Details *Input* nilai DESA, *Traffic Multipliers* (*Asphalt*, *CTB*, *Subgrade*), serta nilai *Project Reliabilty* berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan Metode *Austrroads* yang dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut ini.



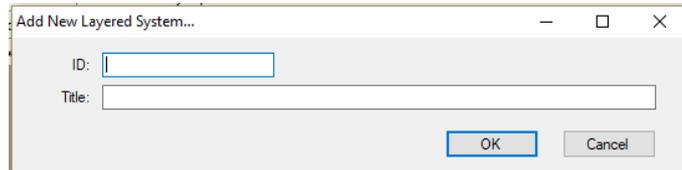
Gambar 2.7 *Input* Data Lalu Lintas Dari Hasil Perhitungan Manual

- d. Klik menu *Layers* untuk menentukan material lapis perkerasan yang akan di digunakan mulai dari tanah dasar (*Subgrade*), lapis pondasi bawah (*Subbase Course*), lapis pondasi atas (*Base Course*), dan lapis permukaan (*Surface*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut ini.



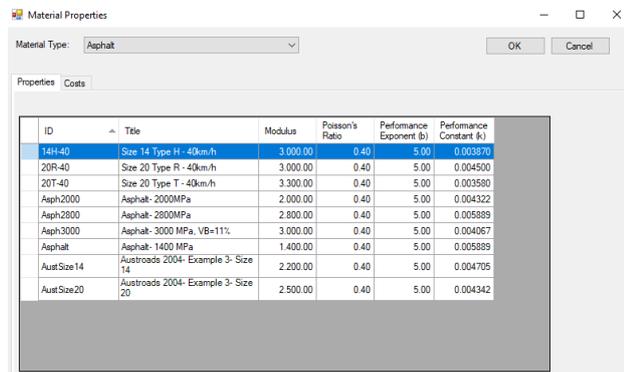
Gambar 2.8 Menu *Layers* Untuk Menentukan Material Lapis Pakerasan

- e. Untuk menambah lapis perkerasan yang baru, klik *New* pada kanan atas maka akan muncul kotak dialog *Add New Layerd System*. Kemudian isi *ID* serta *Title* untuk memberi nama material yang akan digunakan yang dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut ini.



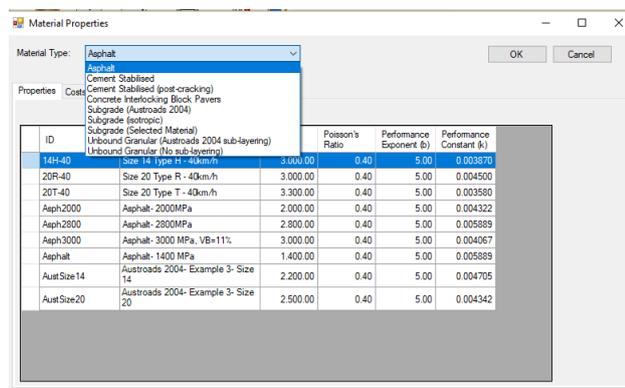
Gambar 2.9 Kotak Dialog Untuk Penamaan Material Lapis Perkerasan

- f. Untuk menentukan jenis material yang akan digunakan, klik *New* pada kiri bawah sehingga akan muncul kotak dialog *Material Properties* seperti gambar 2.10 berikut ini.



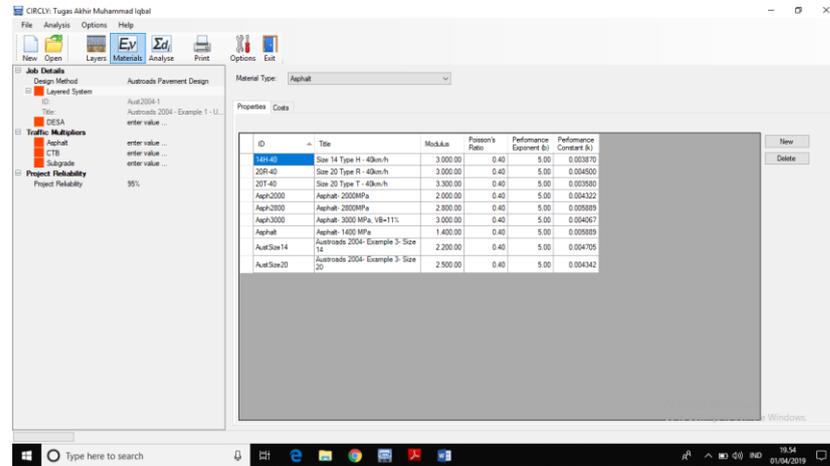
Gambar 2.10 Kotak Dialog *Material Properties*

- g. Kemudian pilih material yang akan digunakan sesuai dengan perencanaan, lalu klik *Ok* dan untuk mengganti material klik menu *Material Type* kemudian ganti dengan material yang akan digunakan seperti Gambar 2.11 berikut ini.



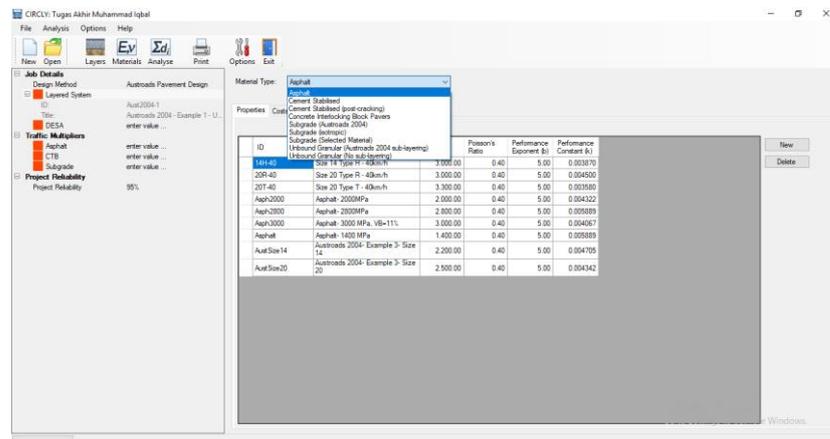
Gambar 2.11 Kotak Dialog Material Type Untuk Mengganti Jenis Material Yang Digunakan

- h. Jika material yang ingin digunakan tidak tersedia pada Program, maka dapat menambahkannya pada menu *Materials* yang dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut ini.



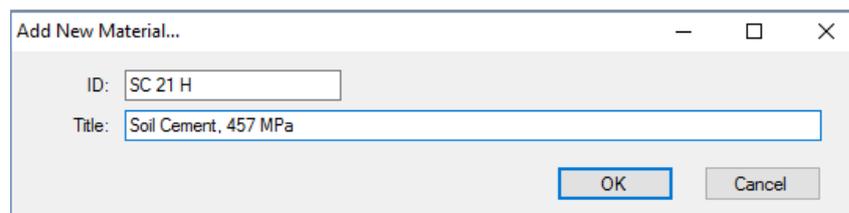
Gambar 2.12 Tampilan Menu *Material*

- i. Klik menu *Materials Type* lalu pilih jenis material yang ingin ditambahkan, yang dapat dilihat pada Gambar 2.13 berikut ini.



Gambar 2.13 Menambah Jenis Material Baru

- j. Kemudian klik *New* pada kanan atas untuk memberi nama material yang tidak terdapat dalam program lalu klik *Ok* seperti pada Gambar 2.14 berikut ini.



Gambar 2.14 Kotak Dialog Untuk Pemberian Nama Material Baru

- k. *Input* nilai *Modulus*, *Poisson Ratio*, *Performance Exponent*, serta *Performance Constant* untuk jenis material yang baru seperti pada Gambar 2.15 berikut ini.

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
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
SC 21 H	Soil cement 457	0.00	0.00	0.00	0.000000

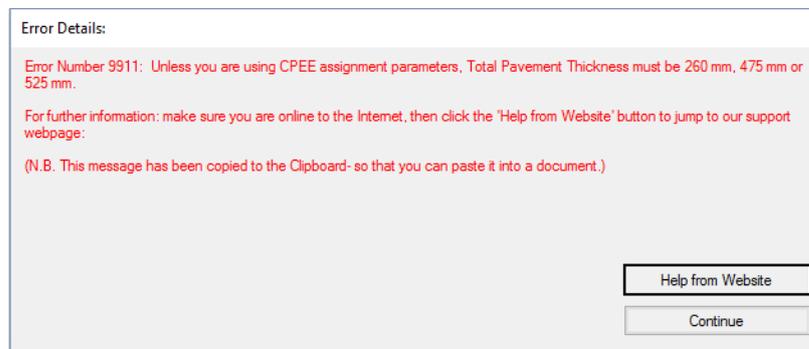
Gambar 2.15 Meng-*Input* Nilai Properti Material Baru

- l. Setelah material yang di desain sudah sesuai dengan perencanaan, kemudian masukkan ketebalan setiap lapis perkerasan sesuai dengan perhitungan manual yang dapat dilihat pada gambar 2.16 berikut ini.

No.	Material	Thickness
1	Granular, E=500 MPa	475.00
2	Subgrade, CBR=5, Aniso	550.00
3	Asphalt- 2000MPa	350.00

Gambar 2.16 Memasukkan Ketebalan Setiap Lapis Perkerasan

- m. klik menu *Analyse* untuk mengetahui apakah desain perkerasan yang telah di *Input* pada Program *Circlly 6.0* sudah aman atau belum. Jika terjadi *Error* berarti asumsi tebal perkerasan yang telah dimasukkan belum aman, sehingga harus merubah ketebalan pada lapis perkerasan. kesalahan dalam mendesain tebal perkerasan dapat dilihat pada gambar 2.17 berikut ini.



Gambar 2.17 Kotak Dialog *Error* Apabila Tebal Perkerasan Yang Dimasukkan Belum Aman.

- n. Tebal lapis perkerasan yang belum aman ditandai dengan nilai CDF berwarna merah seperti pada Gambar 2.18 berikut ini.

No.	ID	Title	Current Thickness	CDF
1	Asph2000	Asphalt- 2000MPa	60.00	9.09E-01
2	Gran_500	Granular, E=500 MPa	100.00	
3	SC 21 H	Soil Cement, 457 Mpa	100.00	1.13E+04
4	Sub_CBR634	Subgrade, CBR=6,34,Aniso	0.00	8.46E-01

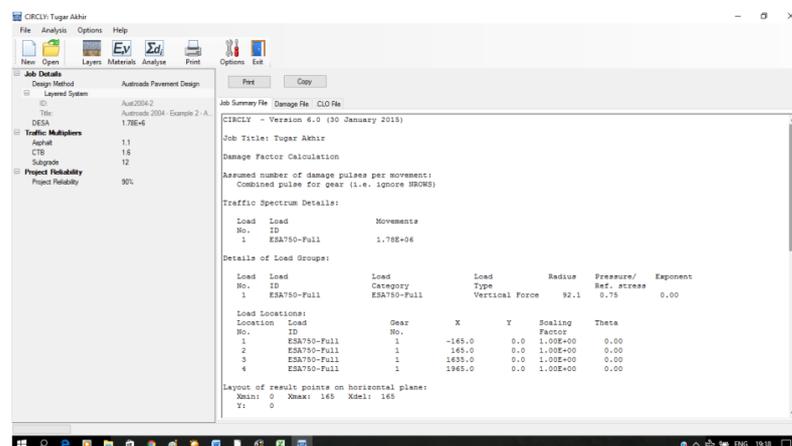
Gambar 2.18 Tebal Lapis Perkerasan Belum Aman

- o. Kemudian ganti ketebalan lapis perkerasan yang belum memenuhi kriteria sehingga dilakukan perhitungan manual kembali dengan menggunakan metode *Austroads* hingga lapis perkerasan dalam keadaan aman yang dapat dilihat pada Gambar 2.19 berikut ini.

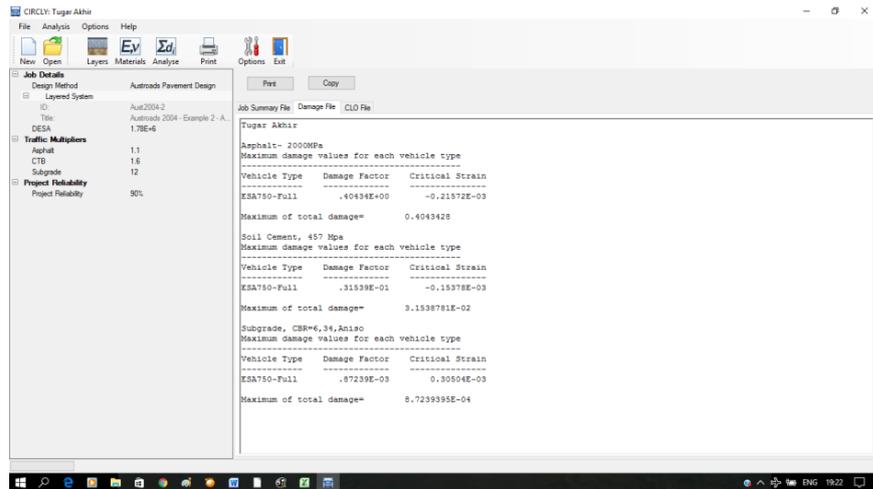
No.	ID	Title	Current Thickness	CDF
1	Asph2000	Asphalt- 2000MPa	100.00	4.04E-01
2	Gran_500	Granular, E=500 MPa	175.00	
3	SC 21 H	Soil Cement, 457 Mpa	250.00	3.15E-02
4	Sub_CBR634	Subgrade, CBR=6,34,Aniso	0.00	8.72E-04

Gambar 2.19 Desain Lapis Perkerasan Dalam Keadaan Aman

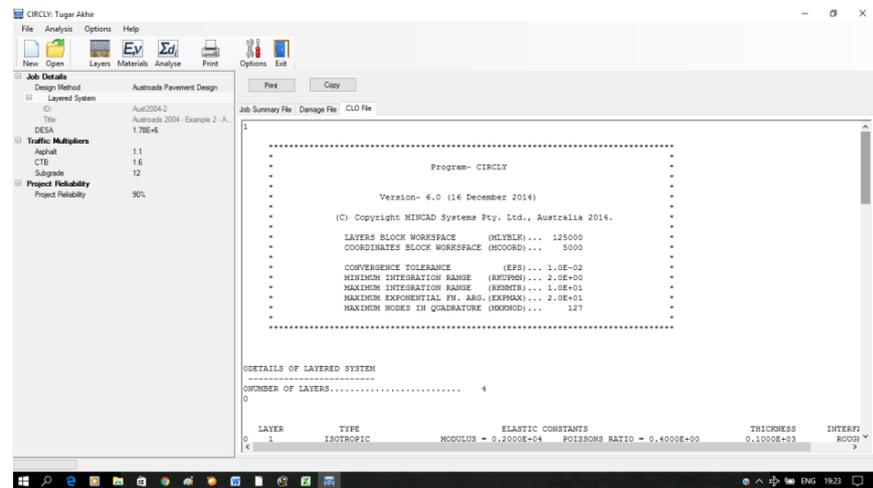
- p. Terdapat tiga jenis hasil *Running* pada *Program Circlv 6.0* diantaranya *Job Summary File*, *Damage File*, dan *CLO File*. Untuk mengetahui hasil analisis regangan dapat diketahui pada *Damage File* yang dapat dilihat pada Gambar 2.20, Gambar 2.21, dan Gambar 2.22 berikut ini.



Gambar 2.20 Hasil *Running Job Summary File*



Gambar 2.21 Hasil Running Damage File



Gambar 2.22 Hasil Running CLO File