

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu Tentang Pengaruh Beban *Overloading*

Penelitian yang dilakukan oleh Sari (2014) analisa beban kendaraan terhadap derajat kerusakan jalan dan umur sisa di Ruas Jalan Batas Provinsi Jambi – Peninggalan, Sumatera Selatan. Penelitian ini didasarkan pada banyaknya kendaraan yang melintas pada jalan tersebut tidak sesuai dengan beban maksimum yang telah ditetapkan. Hal ini akan menyebabkan terjadinya pembebanan berlebih pada perkerasan sehingga dapat mempengaruhi umur rencana pada jalan tersebut. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu dengan menghitung nilai ESAL angka ekuivalen pada masing-masing golongan kendaraan dan selanjutnya mencari sisa umur perkerasan. Dari hasil penelitian, dapat diketahui bahwa banyak kendaraan yang melakukan pelanggaran *overloading* yaitu sebanyak 50-60% tiap golongannya. Untuk perhitungan sisa umur perkerasan pada keadaan normal didapat sisa umur 99,995% yang mana sisa umur perkerasan tersebut masih pada kondisi kategori aman. Sedangkan perhitungan sisa umur pada keadaan kelebihan muatan (*overloading*) didapat sisa umur 49,393%.

Sentosa dan Roza (2012), dalam penelitian analisis dampak beban *overloading* kendaraan pada struktur *rigid pavement* terhadap umur rencana perkerasan di Ruas Jalan Simpang Lago – Sorek KM 77 sampai dengan 78. Penelitian ini dilatar belakangi karena 45% kerusakan jalan yang terjadi di riau disebabkan karena beban kendaraan berlebih. Banyak kendaraan yang melewati jalan tersebut 75% melebihi berat yang telah diizinkan yaitu seberat 8 ton. Analisis yang digunakan dalam perhitungan yaitu menggunakan metode *AASHTO 1993*. Berat pada kendaraan dibagi dengan berdasar pendistribusian beban sumbu kendaraan tiap golongan kendaraan. Sedangkan angka ekuivalen didapat dengan cara menyubstitusikan beban sumbu pada analisis ESAL. Dari perhitungan inilah akan didapat nilai kumulatif ESAL pada tahun pertama setelah jalan dibuka sampai pada akhir umur rencana. Selanjutnya besarnya umur sisa perkerasan didapat dengan membandingkan nilai ESAL pada saat tahun survei dan akhir umur rencana.

Sehingga hasil penelitian didapat bahwa kelebihan muatan rata-rata pada jembatan timbang Balai Raja Duri, Terminal Barang Dumai dan PT. RAPP berturut-turut adalah 17,98%, 63,53%, 77,33%. Berdasarkan desain umur rencana 20 tahun nilai kumulatif ESAL 64.533.642 SAL, maka terjadi penurunan umur layanan sebesar 8 tahun. Kemudian hasil dari perhitungan persamaan *Remmaning Life AASHTO* 1993 sisa umur rencana perkerasan hanya 54,75% dan terjadi pengurangan umur layanan perkerasan sebesar 25,94%.

Penelitian tentang *overloading* telah dilakukan oleh Simanjuntak dkk. (2014) tentang analisis pengaruh muatan lebih (*overloading*) terhadap kinerja jalan dan umur rencana perkerasan lentur di Ruas Jalan Raya Pringsurat, Ambarawa – Magelang. Penelitian ini didasarkan pada salah satu penyebab dari tundaan lalu lintas transportasi darat adalah adanya kendaraan yang bermuatan lebih (*overloading*). Yang mana pada Ruas Jalan Pringsurat – Magelang merupakan jalan yang menghubungkan transportasi darat yang ada di Jawa Tengah. Maka dari itu sarana maupun prasarana transportasi haruslah memadai terutama mengenai beban maksimum kendaraan yang diizinkan. Pada penelitian ini digunakan metode analisis hitungan berdasarkan Bina Marga 2002 yaitu terlebih dahulu dengan mencari angka pertumbuhan lalu lintas menggunakan metode regresi dan eksponensial, perhitungan derajat kejenuhan dan angka ekuivalen serta menghitung nilai ESA bedasar pada MST aktual yang berada di lapangan. Dari hasil analisis data didapat bahwa berdasarkan beban ideal dengan waktu prediksi 10 tahun dan $i = 4,78 \%$, diperoleh nilai ESA sumbu standar sebesar 49.436.988,7379 ESAL. Sedangkan dengan prediksi waktu dan nilai i yang sama pada beban lalu lintas aktual diperoleh nilai ESA sebesar 85.635.326,5941 ESAL. Sehingga didapat penurunan umur rencana akibat beban berlebih (*overloading*) mengakibatkan sisa umur 5,6 tahun dari umur rencana 10 tahun. Hal ini apabila dibiarkan maka akan terjadi kerusakan pada perkerasan dan mengakibatkan kerugian dari segi ekonomi.

Situmorang dkk. (2013) dalam penelitiannya analisis kinerja dan perkerasan lentur akibat pengaruh muatan lebih (*overloading*) di Ruas Jalan Semarang – Kendal. Penelitian ini dilatar belakangi karena terjadinya peningkatan volume lalu lintas pada Jalan Pantura yang mana termasuk di Ruas Jalan Semarang – Kendal, terutama peningkatan lalu lintas kendaraan truk yang kelebihan muatan

(*overloading*). Metode yang digunakan dalam menganalisis pengaruh muatan lebih pada penelitian ini digunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yaitu untuk analisa kinerja lalu lintas terhadap jalan dan Metode Bina Marga 2002 untuk analisa kebutuhan lapisan tambahan yang diakibatkan oleh *overloading*. Dari hasil analisis diperoleh nilai ESA sumbu standar pada prediksi waktu 10 tahun dan tingkat pertumbuhan $i = 8,73\%$ sebesar 86.158.584,17 ESAL. Sedangkan dengan prediksi waktu dan nilai pertumbuhan i yang sama pada beban lalu lintas aktual diperoleh nilai ESA sebesar 274.778.073,03 ESAL. Sehingga didapat penurunan umur rencana akibat beban berlebih (*overloading*) mengakibatkan sisa umur 4,2 tahun dari umur rencana 10 tahun.

Atiya dkk. (2014) melakukan penelitian tentang analisis pengaruh kinerja jembatan timbang terhadap kinerja perkerasan dan umur rencana jalan di Jembatan Timbang Salam, Magelang. Hal yang melatar belakangi dilakukannya penelitian ini adalah banyak kendaraan berat yang melintasi Jalan Keprekan – Batas Yogyakarta yang terkadang melebihi muatan. Pada jalan tersebut terdapat Jembatan Timbang Salam. Metode yang digunakan untuk menghitung rekapitulasi hasil penghitungan CESA pada sisa umur rencana yaitu dengan membagi menjadi beberapa kondisi yaitu yang pertama kondisi A (Kondisi aktual yang mana terjadi pada saat kendaraan berlebih hanya kena denda ataupun tilang dan tetap diperbolehkan untuk melanjutkan perjalanan. Kondisi B (Dimana toleransi beban berlebih maksimal adalah 125% dari JBI). Kondisi C (Toleransi beban berlebih maksimal adalah 115%) dan pada kondisi D (Toleransi beban berlebih maksimal 105%). Sehingga kesimpulan yang didapat yaitu untuk kondisi A merupakan kondisi aktual berkurangnya umur rencana perkerasan jalan dimana semula direncanakan 10 tahun menjadi 9,48 tahun pada analisis 1 dan untuk kondisi A pada analisis 2 yaitu 9,53 tahun.

Penelitian tentang pengaruh *overloading* dilakukan oleh Morisca (2014) evaluasi beban kendaraan terhadap derajat kerusakan dan umur jalan di PPT. Simpang Nibung dan PPT. Merapi Sumatera Selatan. Penelitian ini di latarbelakangi oleh terdapat banyak kendaraan yang melintasi ruas jalan batas Kota Muara Enim – sugih dan batas Provinsi Muara Enim – simpang Nibung terkadang tidak sesuai dengan kapasitas muatan kendaraan serta beban angkut yang melebihi

beban yang telah diijinkan sehingga akan menyebabkan pembebanan yang diterima oleh perkerasan jalan tersebut mengalami kelebihan. Hal inilah yang secara tidak langsung nantinya akan mempengaruhi umur rencana. Adapun metode yang digunakan dalam analisis sisa umur rencana yaitu dengan menggunakan rumus sisa perkerasan yang telah direncanakan selama 10 tahun kedepan. Berdasarkan analisis mengenai pengaruh besarnya *overloading* terhadap penurunan umur rencana yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa pada keadaan normal sisa umur perkerasan pada PPT. Simpang Nibung sebesar 68,21 % dan PPT. Merapi sebesar 44,92 %. Sedangkan analisis beban yang telah didistribusikan dengan data dilapangan mempunyai sisa perkerasan pada PPT. Merapi sebesar 44,75 % dan PPT. Simpang Nibung sebesar 68,10 %. Apabila dibandingkan antara beban kendaraan pada keadaan normal dan beban sebenarnya maka beban yang ada dilapangan memiliki pengaruh besar terhadap perkerasan. Hal ini akan menyebabkan kerusakan pada jalan tersebut.

Penelitian yang telah dilakukan Syafriana dkk. (2015) evaluasi umur layan jalan dengan memperhitungkan beban berlebih di Ruas Jalan Lintas Timur Provinsi Aceh, Jalan Bireuen Batas Kota Lhokseumawe. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan pedoman perencanaan tebal lapisan tambahan perkerasan lentur dengan metode lendutan. Berdasarkan dari analisis yang telah dilakukan diperoleh hasil penelitian menunjukkan nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) pada kondisi dengan beban *overloading* lebih besar 696% dibandingkan dengan nilai VDF pada kondisi beban normal. Sedangkan berdasarkan hasil analisis *Cummulate Equivalent Standard Axle* (CESA) bahwa pada ruas jalan tersebut terjadi penurunan umur sebesar 4,3 tahun dari umur rencana yaitu 10 tahun.

Pandey (2013) mengkaji kerusakan jalan daerah akibat beban *overloading* di Jalan di Provinsi Sulawesi Utara. Penelitian ini didasari oleh kondisi perkerasan jalan yang ada di Indonesia yang memprihatinkan, permasalahan kerusakan jalan daerah pada umumnya disebabkan karena beban dari kendaraan dengan jumlah yang berlebihan. Dimana kerusakan jalan dapat mempengaruhi pengguna jalan karena meningkatnya biaya penggunaan jalan *Road User Cost* (RUC). Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah bahwa kondisi jalan yang ada di Provinsi Sulawesi

Utara 37,91 % mengalami kondisi rusak berat dengan panjang 1.934,47 km. Kondisi kerusakan pada jalan di provinsi Sulawesi Utara ini disebabkan oleh adanya kendaraan yang mengangkut beban berlebih (*overloading*).

Penelitian yang dilakukan oleh Suriyatno dkk. (2015) analisis tebal lapis tambahan dan umur sisa perkerasan akibat beban berlebih kendaraan di Ruas Jalan Nasional Provinsi Sumatera Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan pedoman perencanaan tebal lapisan tambahan perkerasan lentur dengan metode lendutan. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu dari perhitungan kumulatif beban sumbu kendaraan didapatkan nilai CESA aktual di lapangan lebih besar 131,94% dari pada nilai CESA standar. Beban aktual yang ada di lapangan mengakibatkan ketebalan lapisan tambahan lebih besar 48,7% dari pada ketebalan lapisan yang diakibatkan oleh beban standar. Sehingga terjadi pengurangan umur rencana sebesar 56,8% atau dari umur rencana 5 tahun menjadi 2 tahun 2 bulan.

Wandi dkk. (2016) melakukan analisis kerusakan jalan akibat beban berlebih di Jalan Banda Aceh - Meulaboh KM 69 sampai KM 150. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisa komponen. Hasil dari penelitian ini bahwa nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) dengan beban berlebih nilainya 219% lebih besar dari pada nilai VDF pada kondisi beban normal. Sehingga berdasarkan analisa CESA akibat beban berlebih maka mengakibatkan terjadinya penurunan umur rencana sebesar 9 tahun sedangkan analisa yang dilakukan berdasarkan rumus persamaan efektif masa pelayanan perkerasan jalan mengakibatkan penurunan umur rencana sebesar 10,77 tahun dari umur rencana 20 tahun.

Saleh dkk. (2009) melakukan penelitian pengaruh muatan truk berlebih terhadap biaya pemeliharaan jalan. Hasil dari penelitian ini bahwa muatan truk sangat berpengaruh terhadap daya rusak jalan. Dimana kerusakan pada jalan berbanding lurus terhadap persentase kelebihan muatan (*overloading*) apabila dibandingkan dengan muatan yang sesuai jumlah beban ijin (JBI). Muatan truk berlebih mencapai 50% dapat mempengaruhi biaya pemeliharaan pada jalan hingga 2,5 kali terhadap rencana biaya pemeliharaan rutin pertahun dalam rentang waktu masa pelayanan. Kerusakan jalan yang diakibatkan oleh truk dengan muatan

berlebih 50% meningkatkan biaya transportasi barang sebesar Rp. 45/tonkm, sehingga berdampak pada biaya pemeliharaan yang tinggi.

Dari beberapa penelitian yang telah dijelaskan diatas bahwa beban berlebih (*overloading*) sangat berpengaruh terhadap berkurangnya umur rencana jalan dari umur yang telah direncanakan sebelumnya serta merupakan faktor penyebab dari kerusakan perkerasan. Perbedaan pada penelitian sebelumnya dengan penelitian ini yaitu penulis tidak hanya menganalisis mengenai pengaruh beban berlebih (*overloading*) di Ruas Jalan Raya Solo – Yogyakarta KM 9 - 15. Melainkan juga pengaruh terhadap ketebalan dari perkerasan dan kerusakan yang ditimbulkan akibat *overloading* tersebut serta dalam penelitian ini juga membahas mengenai kecepatan kendaraan yang mana juga merupakan faktor penyebab dari menurunnya umur rencana akibat pembebanan dari kendaraan yang melintas di jalan tersebut.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Tinjauan Umum

Transportasi merupakan kegiatan usaha penggerakan atau pemindahan orang atau barang dari suatu tempat, yang disebut dengan tempat asal ke tempat lainnya, yang dapat disebut dengan tempat tujuan untuk keperluan tertentu dengan menggunakan alat transportasi tertentu juga. Transportasi memiliki peranan yang sangat besar pada kehidupan masyarakat modern. Dipicu karena adanya upaya untuk mendekatkan jarak. Pembangunan prasarana transportasi sangat diperlukan dengan tujuan untuk mempermudah manusia dalam melakukan perjalanan. Peranan transportasi secara umum dapat dikelompokkan menjadi beberapa antara lain yaitu Transportasi terhadap peradaban manusia, perekonomian, sosial, politik dan lingkungan (Miro, 2012).

Dengan semakin tingginya transportasi maka semakin meningkat juga volume kendaraan terutama angkutan barang. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan yang baik agar berjalan optimal dan dapat melayani pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. Akan tetapi pada kenyataan banyak angkutan atau kendaraan yang tidak sesuai dengan beban yang diijinkan (*overloading*). Sehingga akan menyebabkan kerusakan jalan dan berkurangnya umur rencana jalan.

Kerusakan pada perkerasan adalah manifestasi yang disebabkan karena terlampauinya batas kemampuan lapisan-lapisan pada konstruksi perkerasan jalan. Menurut sumber penyebab kerusakannya, kerusakan pada perkerasan dapat dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu kerusakan wajar dan kerusakan teknis. Kerusakan wajar adalah kerusakan perkerasan jalan yang disebabkan terlampauinya tegangan kritis tertentu pada lapisan-lapisan perkerasan jalan oleh tegangan yang timbul karena beban yang berulang-ulang. Beban pada lalu lintas inilah yang akan menyebabkan lendutan dan regangan, baik terjadi pada lapisan perkerasan maupun pada tanah dasar. Besarnya lendutan dan regangan terjadi tergantung oleh besarnya beban dan sifat-sifat dari perkerasan. Sedangkan kerusakan teknis adalah kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan yang diakibatkan tegangan-tegangan yang penyebabnya bukan secara langsung dari beban lalu lintas. Penyebabnya antara lain yaitu temperatur, konsolidasi pada tanah dasar, pemampatan, kehilangan daya ikat, longsor dan sebagainya (Saodang, 2005).

Sukirman (1999) menyatakan bahwa berkurangnya umur rencana pada konstruksi perkerasan jalan dapat diakibatkan oleh:

- a. Lalu lintas, dapat berupa peningkatan dan repetisi beban.
- b. Air, yang berasal dari air hujan, dengan sistem drainase yang tidak baik maka air akan naik.
- c. Material konstruksi perkerasan, penggunaan material dan sistem pengolahan yang kurang baik akan mempengaruhi konstruksi perkerasan.
- d. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, hal ini kemungkinan diakibatkan oleh sistem pelaksanaan pemadatan yang kurang dan dapat juga diakibatkan oleh sifat tanah yang jelek.

2.2.2. Definisi dan Klasifikasi Jalan

Berdasarkan Undang-Undang RI No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, dijelaskan bahwa jalan merupakan suatu prasarana transportasi darat yang terdiri dari semua bagian jalan, meliputi bangunan pelengkap maupun perlengkapannya yang diperuntukkan untuk lalu lintas, yang terdapat di permukaan tanah, di bawah

permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Sedangkan menurut Undang-Undang RI No. 22 Tahun 2009 mengenai lalu lintas dan angkutan Jalan, jalan merupakan sumbu bagian jalan, meliputi bangunan pelengkap maupun perlengkapannya yang diperuntukkan untuk lalu lintas umum, yang berada di 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.

Menurut peraturan perundangan No. 34 Tahun 2006 Pasal 7 (tujuh) tentang Jalan, sistem jaringan jalan dibedakan menjadi dua diantaranya yaitu:

- a. Sistem jaringan jalan primer, merupakan jaringan jalan yang memiliki peran melayani pendistribusian barang maupun jasa untuk perkembangan semua daerah yang berada di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua distribusi barang yang meliputi pusat-pusat kegiatan.
- b. Sistem jaringan jalan sekunder, merupakan jaringan jalan yang memiliki peran melayani pendistribusian barang maupun jasa yang diperuntukkan bagi masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

Klasifikasi fungsional jalan di Indonesia berdasarkan peraturan perundangan No. 34 tahun 2006 Pasal 8 (delapan) tentang Jalan adalah sebagai berikut:

- a. Jalan arteri, merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, memiliki kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah akses jalan dibatasi secara berdaya guna.

- 1) Jalan arteri primer

Jalan arteri primer merupakan jalan yang menghubungkan antara pusat kegiatan nasional maupun antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Jalan arteri primer memiliki kapasitas jalan yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata. Pada jalan arteri primer lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal.

2) Jalan arteri sekunder

Jalan arteri sekunder merupakan jalan yang menghubungkan antara kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Jalan arteri sekunder memiliki kapasitas yang sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.

- b. Jalan kolektor, merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan yang sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah skses jalan dibatasi.

1) Jalan kolektor primer

Jalan kolektor primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antara pusat kegiatan wilayah atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Jalan kolektor primer memiliki kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.

2) Jalan kolektor sekunder

Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Pada jalan kolektor sekunder memiliki kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu dengan lalu lintas lambat.

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

1) Jalan lokal primer

Jalan lokal primer merupakan jalan yang menghubungkan antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat antar wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antar pusat kegiatan lokal atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan serta antar pusat kegiatan lingkungan.

2) Jalan lokal sekunder

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

- d. Jalan lingkungan, merupakan jalan yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.

Berdasarkan peraturan UU No. 22 tahun 2009 Pasal 19 (sembilan belas) tentang lalu lintas dan angkutan jalan, jalan dikelompokkan ke dalam beberapa kelas antara lain yaitu:

- Fungsi dan intensitas lalu lintas berguna untuk kepentingan pengaturan penggunaan jalan, kelancaraan lalu lintas dan angkutan jalan.
- Daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor.

Pengelompokan klasifikasi kelas dan daya dukung beban jalan di Indonesia sebagaimana yang telah dijelaskan pada ketentuan di atas dapat dilihat di Tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Klasifikasi Kelas dan Daya Dukung Beban Jalan di Indonesia Berdasarkan Peraturan Perundangan UU No. 22 Tahun 2002 (Presiden Republik Indonesia, 2002)

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan (mm)			Muatan Sumbu Terberat
		Panjang	Lebar	Tinggi	
I	Arteri dan Kolektor	< 18000	< 2500	< 4200	10
II	Arteri, Kolektor, Lokal dan Lingkungan	< 12000	< 2500	< 4200	8
III	Arteri, Kolektor, Lokal dan Lingkungan	< 9000	< 2100	< 4200	< 8
Khusus	Arteri, Kolektor, Lokal dan Lingkungan	< 18000	< 2500	< 4200	10

- Jalan kelas I, yaitu terdiri dari jalan arteri dan jalan kolektor yang dapat dilalui oleh Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar < 2.500 mm (tidak melebihi

dua ribu lima ratus milimeter), ukuran panjang < 18.000 mm (tidak melebihi delapan belas ribu milimeter) , ukuran paling tinggi < 4.200 mm (empat ribu dua ratus milimeter) dan untuk muatan sumbu terberat adalah 10 ton.

- b. Jalan kelas II, yaitu terdiri dari jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal dan jalan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar < 2.500 mm (tidak melebihi dua ribu lima ratus milimeter), ukuran panjang < 12.000 mm (tidak melebihi delapan belas ribu milimeter) , ukuran paling tinggi < 4.200 mm (empat ribu dua ratus milimeter) dan untuk muatan sumbu terberat adalah 8 ton.
- c. Jalan kelas III, yaitu terdiri dari jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal dan jalan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar < 2.100 mm (tidak melebihi dua ribu seratus milimeter), ukuran panjang < 9.000 mm (tidak melebihi sembilan ribu milimeter) , ukuran paling tinggi < 3.500 mm (tiga ribu lima ratus milimeter) dan untuk muatan sumbu terberat adalah 8 ton.
- d. Jalan kelas khusus, yaitu terdiri dari jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar < 2.500 mm (tidak melebihi dua ribu lima ratus milimeter), ukuran panjang < 18.000 mm (tidak melebihi delapan belas ribu milimeter) , ukuran paling tinggi < 4.500 mm (empat ribu lima ratus milimeter) dan untuk muatan sumbu terberat adalah 10 ton.

Dalam Pasal 9 (sembilan) peraturan pemerintahan No. 38 tahun 2004 tentang Jalan, juga dijelaskan pengelompokan jalan berdasarkan statusnya antara lain yaitu:

- a. Jalan nasional adalah jalan arteri dan jalan kolektor pada sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol.
- b. Jalan provinsi adalah jalan kolektor pada sistem jaringan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau antar ibukota kabupaten dan jalan strategis provinsi.
- c. Jalan kabupaten adalah jalan lokal pada sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat

kegiatan lokal serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten.

- d. Jalan kota adalah jalan umum pada sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, pusat pelayanan dengan persil, antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota.
- e. Jalan desa adalah jalan umum yang menghubungkan kawasan antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.2.3. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu bagian dari jalur lalu lintas, yang apabila diperhatikan secara struktural pada penampang melintang jalannya, merupakan penampang struktur yang paling utama dalam suatu jalan. Pada bagian ini lalu lintas akan terkonsentrasi secara langsung dan merupakan urat nadi dari konstruksi perkerasan jalan. Apabila perkerasan jalan dalam kondisi yang baik maka lalu lintas yang melewati perkerasan itu akan berjalan lancar pula, sedangkan apabila perkerasan dalam kondisi rusak maka lalu lintas yang melewati perkerasan itu juga akan terganggu. Apapun jenis perkerasan yang digunakan pada lalu lintas, maka harus dapat memfasilitasi pergerakan lalu lintas (Saodang, 2005).

Perkerasan jalan memiliki fungsi yaitu untuk menompang beban lalu lintas. Perkerasan jalan terdiri dari bahan pengikat dan agregat. Agregat berupa batu pecah, batu kali maupun batu belah. Sedangkan bahan pengikat perkerasan jalan berupa aspal, semen maupun campuran komposit. Jenis konstruksi perkerasan jalan berdasarkan bahan pengikatnya dibagi menjadi beberapa jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan komposit (*composite pavement*) (Sukirman, 1999).

- a. Kontruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur merupakan perkerasan yang menggunakan aspal untuk bahan pengikatnya. Lapisan-lapisan perkerasan tersebut bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Kontruksi ini terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang sebelumnya telah dipadatkan.

Lapisan-lapisan tersebut mempunyai fungsi untuk menerima beban pada lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan-lapisan yang berada di bawahnya (Sukirman, 1999).

Menurut Sukirman (1999) konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) terdiri dari susunan sebagai berikut:

1) Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan merupakan struktur perkerasan lentur yang terdiri atas campuran mineral agregat serta bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapisan pondasi. Fungsi dari lapisan ini adalah sebagai berikut:

- a) Lapisan ini merupakan lapisan penahan beban roda, yang mana lapisan permukaan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b) Merupakan lapisan rapat terhadap air, sehingga air hujan tidak meresap langsung menuju lapisan yang berada dibawahnya.
- c) Lapisan aus (*wearing course*), lapisan yang mengalami gesekan langsung akibat rem kendaraan sehingga akan mudah aus.
- d) Lapisan yang berfungsi menyebarkan beban pada lapisan yang berada dibawahnya.

2) Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapisan pondasi atas merupakan bagian dari konstruksi perkerasan lentur yang berada langsung di bawah lapisan permukaan. Lapisan pondasi atas memiliki fungsi antara lain:

- a) Bagian perkerasan yang mendukung kerja lapisan permukaan dan menahan gaya geser dari beban roda serta menyebarkannya ke lapisan yang berada di bawahnya.
- b) Untuk memperkuat struktur perkerasan lentur yang merupakan bantalan terhadap lapisan permukaan.
- c) Sebagai lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

3) Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

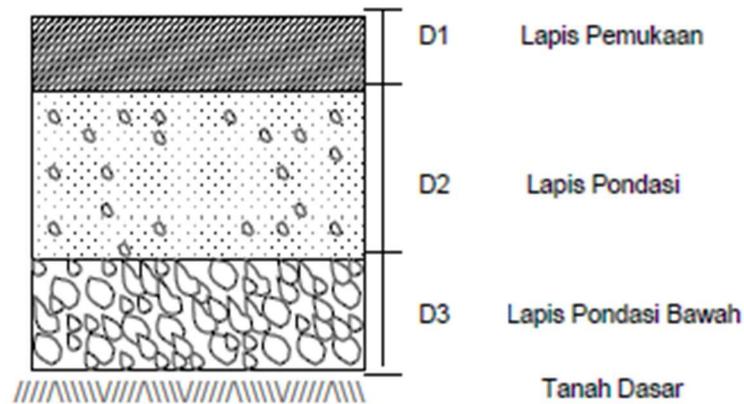
Lapisan pondasi bawah merupakan bagian dari konstruksi perkerasan lentur yang berada di antara tanah dasar dan lapisan pondasi. Pada umumnya lapisan ini terdiri dari material berbutir (*granular material*) yang sebelumnya telah dipadatkan. Lapisan pondasi bawah memiliki fungsi sebagai berikut:

- a) Merupakan bagian dari konstruksi perkerasan lentur untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b) Mengurangi tebal lapis pondasi atas yang menggunakan material berkualitas lebih tinggi sehingga dapat menekan biaya yang digunakan dan akan lebih efisien.
- c) Sebagai lapisan resapan air, sehingga air tidak berkumpul pada pondasi.
- d) Mencegah partikel-partikel tanah dasar yang mempunyai kualitas rendah masuk ke lapisan pondasi atas.
- e) Merupakan lapisan awal untuk suatu perkerasan jalan.

4) Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang memiliki tebal antara 50-100 cm. Lapisan tanah dasar berasal dari tanah asli, tanah galian maupun tanah timbunan yang sebelumnya telah dilakukan pemadatan. Keseluruhan kualitas dan daya tahan dari suatu konstruksi perkerasan tidak terlepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan yaitu tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang sebelumnya sudah dilakukan pemadatan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2002) susunan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2.1 Susunan Lapisan Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

b. Kontruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) terdiri dari pelat beton dengan bahan pengikatnya menggunakan semen *portland* yang relatif tipis yang mana didukung oleh lapisan pondasi bawah maupun langsung berada di atas tanah dasar. Pelat beton pada perkerasan kaku haruslah dibuat kuat untuk menahan beban lalu lintas yang berulang. Perkerasan kaku sangat dipengaruhi keruntuhan yang diakibatkan oleh kelelahan (*fatigue failure*) dan akan terjadi apabila pelat beton mendapatkan beban lalu lintas secara berulang-ulang (Hardiyatmo, 2013).

Adapun susunan lapisan kontuksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), oleh Saodang (2005) adalah sebagai berikut:

1) Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar pada kontruksi perkerasan kaku hanya dipengaruhi oleh tegangan akibat dari beban lalu lintas yang jumlahnya kecil, tetapi untuk keseragaman dan daya dukung tanah dasar sangatlah mempengaruhi umur pelayanan dan kekuatan perkerasan kaku. Agar mendapatkan keseragaman dan daya dukung tanah dasar makan pada saat pelaksanaan kontruksi harus memperhatikan beberapa faktor antara lain kadar air pada saat pemadatan, kepadatan tanah dan juga kadar air pada saat pelayanan jalan. Apabila dibandingkan dengan tanah dasar pada perkerasan lentur, fungsi tanah dasar pada perkerasan kaku tidak terlalu menentukan. Dalam artian perubahan besarnya daya dukung tidak berpengaruh terhadap ketebalan pelat beton.

2) Pelat Beton

Pelat beton perkerasan kaku terbuat dari beton semen yang memiliki mutu tinggi. Yang mana beton semen tersebut dicor di tempat di atas pondasi bawah. Pada pelat beton terdapat juga tulangan dan sambungan atau *joint*.

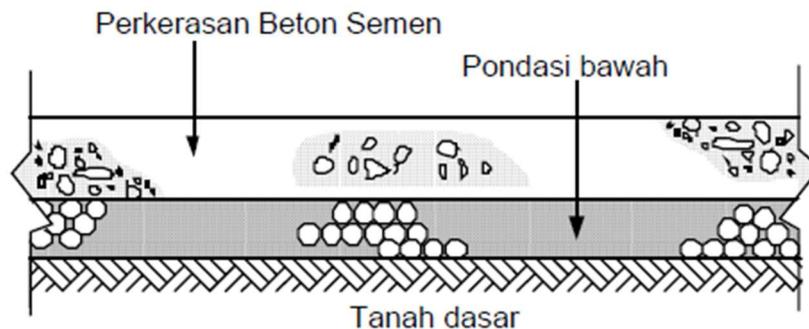
a) Tulangan

Tujuan utama penulangan pada pelat beton yaitu untuk mengendalikan lebar retakan agar kekuatan pelat beton sesuai dengan yang telah direncanakan. Untuk mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga meningkatkan kenyamanan bagi pengendara dan juga untuk mengurangi biaya pemeliharaan perkerasan.

b) Sambungan atau *Joint*

Sambungan pada pelat beton terdiri dari dua yaitu sambungan melintang dan sambungan memanjang. Fungsi dari sambungan melintang adalah untuk mengakomodasi gerakan kembang susut, sedangkan sambungan memanjang untuk mengakomodasi suatu gerakan melintang pada pelat beton. Sambungan memiliki fungsi lain yaitu untuk mengendalikan atau mengarahkan retak (*crack*) pelat beton akibat dari susutnya beton (*shrinkage*) agar bentuknya tetap teratur dan tidak bergeser. Terdapat dua jenis sambungan yaitu sambungan *wrapping* dan sambungan susut (*shrinkage*). Cara pemasangan sambungan *wrapping* yaitu dengan memasang tie bar dan bekisting memanjang. Sedangkan cara pemasangan pada sambungan susut dengan memasang dowel antara pelat pengecoran sebelumnya dan pengecoran berikutnya serta bekisting dipasang melintang.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2003) susunan lapisan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



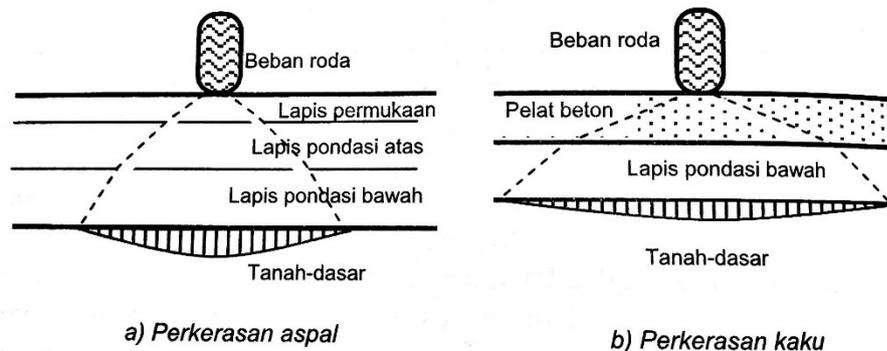
Gambar 2.2 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Menurut Hardiyatmo (2015) perbedaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dijelaskan pada Tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Perbedaan Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) dan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) (Hardiyatmo, 2015)

No.	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Komponen pada perkerasan terdiri atas lapisan permukaan (surface course), lapisan pondasi atas (base course), lapisan pondasi bawah (subgrade).	Komponen pada perkerasan terdiri atas pelat beton yang terletak pada tanah atau lapisan granular pondasi bawah (subbase).
2	Pada umumnya digunakan untuk semua kelas jalan dan tingkat volume lalu lintas.	Kebanyakan perkerasan ini digunakan untuk jalan yang mempunyai kelas tinggi.
3	Pengontrolan kualitas campuran perkerasan ini lebih rumit.	Pengontrolan campuran adukan beton lebih mudah.
4	Umur perencanaan lebih pendek, yaitu antara 10-20 tahun.	Umur perencanaan dapat mencapai 20-40 tahun.
5	Perkerasan ini kurang tahan dengan drainase yang buruk.	Lebih tahan dengan drainase yang buruk.
6	Pembiayaan pada pembangunan perkerasan lebih rendah.	Pembiayaan pada pembangunan awal lebih tinggi.
7	Biaya untuk pemeliharaan jalan lebih besar.	Biaya untuk pemeliharaan jalan kecil, tetapi apabila kerusakan pada jalan biaya pemeliharaannya lebih tinggi.
8	Kerjasama pada komponen setiap lapisan sangat menentukan kekuatan perkerasan jalan.	Kekuatan pada pelat beton menentukan kekuatan perkerasan jalan.
9	Seluruh lapisan yang berada di atas tanah dasar merupakan tebal perkerasan.	Tebal pelat beton merupakan tebal struktur perkerasan.
10.	Pada perkerasan ini tidak terdapat sambungan, karena tidak dibuat dalam panel-panel.	Terdapat sambungan dikarenakan pada perkerasan dibuat dalam bentuk panel-panel.

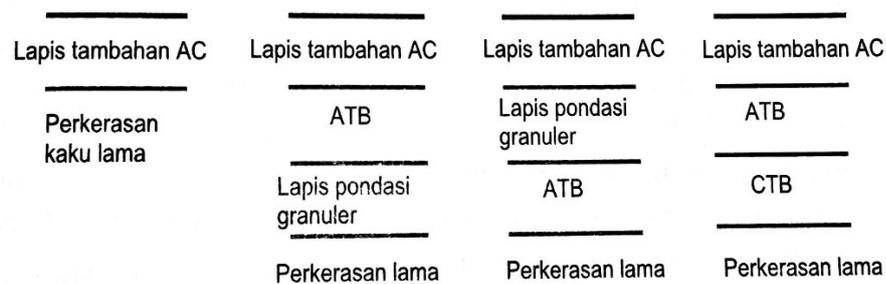
Perbedaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang sangat terlihat adalah cara kedua perkerasan tersebut dalam menyebarkan beban di atas tanah dasar (*subgrade*). Pada perkerasan lentur kekuatan terdapat dari ketebalan setiap lapisan perkerasan sedangkan perkerasan kaku terbuat dari pelat beton, oleh sebab itu memiliki kekakuan dan modulus elastisitas yang tinggi sehingga cenderung menyebarkan beban pada daerah yang lebih luas ke tanah dasar. Jadi bagian perkerasan kaku yang menunjang kekuatan konstruksi perkerasan adalah pelat betonnya sendiri, oleh Hardiyatmo (2013) perbedaan penyebaran beban roda pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dapat dilihat pada Gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Perbedaan Penyebaran Beban Roda pada Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) dan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

c. Kontruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*)

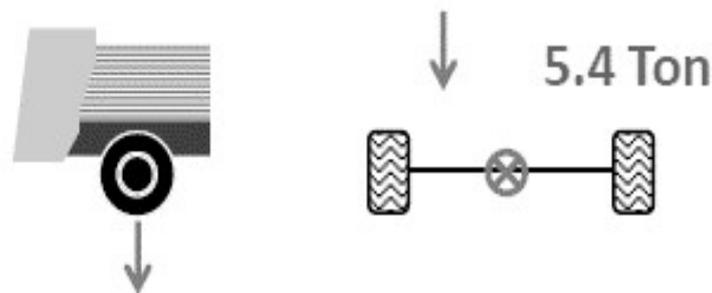
Kontruksi perkerasan komposit merupakan perkerasan gabungan antara perkerasan kaku atau perkerasan beton semen dengan perkerasan lentur atau perkerasan dengan menggunakan aspal. Perkerasan komposit terdiri dari lapisan beton aspal yang terdapat di atas lapisan pondasi yang dirawat. Lapisan pondasi yang dirawat terdiri atas lapisan pondasi dirawat dengan aspal maupun lapisan pondasi yang dirawat dengan beton. Kegunaan pondasi dirawat yaitu untuk memperbaiki kekuatan dan kekakuannya oleh Hardiyatmo (2013) susunan lapisan perkerasan komposit dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut ini.



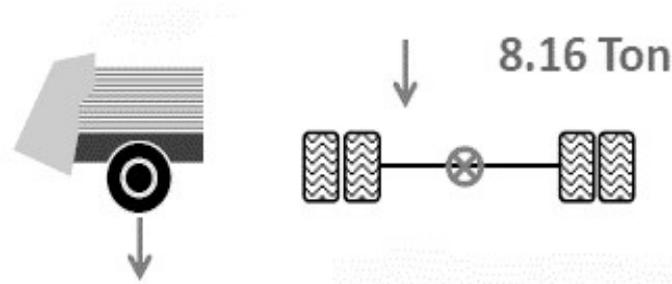
Gambar 2.4 Susunan Lapisan Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

2.2.4. Beban Sumbu dan Beban Berlebih (*Overloading*)

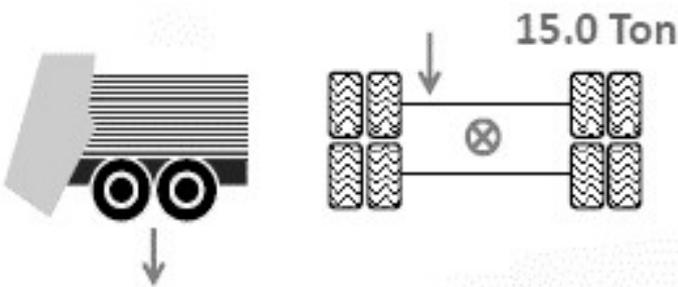
Menurut Sukirman (1999) beban sumbu kendaraan dipengaruhi oleh beban kendaraan dan konfigurasi sumbu. Dua buah kendaraan yang sama akan memiliki beban sumbu yang berbeda dikarenakan perbedaan muatan. Oleh sebab itu pada perencanaan perkerasan jalan perlu adanya variasi beban sumbu, sehingga dapat ditentukan nilai angka ekuivalen perencanaan yang baik. Besarnya beban yang diterima oleh perkerasan bergantung kepada berat total dari kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dengan perkerasan serta kecepatan dari kendaraan. Sehingga diperlukannya beban standar, beban standar adalah beban dari sumbu tunggal beroda ganda yang memiliki berat 18.000 pon (8,16 ton) dengan konfigurasi *Single Axle-Dual Wheels*. Sehingga berdasarkan nilai tersebut, diturunkan konfigurasi standar beban sumbu untuk beberapa konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 2.5, Gambar 2.6, Gambar 2.7, Gambar 2.8 sebagai berikut.



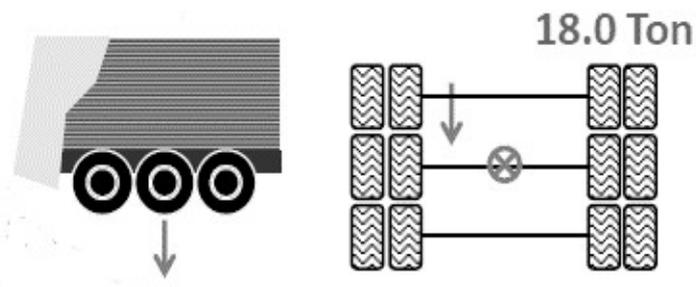
Gambar 2.5 Konfigurasi Sumbu *Single Axle, Single Wheel*



Gambar 2.6 Konfigurasi Sumbu *Single Axle, Dual Wheel*



Gambar 2.7 Konfigurasi Sumbu *Double Axle, Dual Wheel*



Gambar 2.8 Konfigurasi Sumbu *Triple Axle, Dual Wheel*

Beban total tiap kendaraan pada umumnya berbeda tergantung dengan berat sendiri kendaraan dan muatan yang diangkut pada kendaraan tersebut. Beban tersebut akan didistribusikan terlebih dahulu ke perkerasan jalan, kemudian baru roda kendaraan. Semakin berat muatan yang diangkut oleh kendaraan maka akan membutuhkan jumlah konfigurasi sumbu yang semakin banyak juga. Sehingga pembebanan pada setiap sumbu kendaraan ditentukan oleh muatan dan sumbu kendaraan. Terdapat beberapa konfigurasi sumbu pada kendaraan diantaranya yaitu sumbu tunggal roda tunggal, sumbu tunggal roda ganda, sumbu tandem roda ganda serta sumbu trindem roda ganda. Sedangkan untuk muatan sumbu terberat pada

setiap kelas jalan dibatasi agar pada saat perkerasan jalan tersebut menerima beban berlebih tidak cepat rusak (Saodang, 2005).

Menurut Pardosi (2010) menjelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi berat dari kendaraan adalah sebagai berikut:

a. Fungsi jalan

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi berat dari kendaraan yaitu fungsi jalan, kendaraan berat yang melalui jalan arteri pada umumnya memiliki muatan yang lebih berat jika dibandingkan dengan kendaraan yang melalui jalan pada medan datar.

b. Keadaan medan

Kendaraan berat yang melalui medan jalan yang mendatar cenderung memuat muatan lebih berat dibandingkan dengan jalan yang memiliki medan yang mendaki dikarenakan pada medan yang mendaki truk bermuatan berat tidak memungkinkan memuat beban yang lebih berat.

c. Aktivitas perekonomian

Beban dan jenis muatan yang diangkut oleh kendaraan berat yang melewati jalan tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis kegiatan atau aktivitas perekonomian pada daerah yang bersangkutan.

d. Perkembangan daerah

Perkembangan daerah sangat mempengaruhi, beban angkut oleh kendaraan dapat berkembang mengikuti perkembangan daerah dan jalan tersebut.

Beban berlebih (*overloading*) merupakan suatu keadaan pada saat jalan menerima beban kendaraan yang tidak sesuai dengan beban standart yang telah direncanakan. Suwardo dan Sugiharto (2004) menjelaskan bahwa penyebab dari kerusakan jalan yaitu disebabkan oleh beban dari lalu lintas berlebih (*overloading*) yang terjadi secara berulang, air hujan, suhu udara serta kualitas perkerasan yang jelek. Selain perancangan jalan harus direncanakan dengan tepat dan juga harus dipelihara dengan baik agar nantinya bisa melayani beban lalu lintas selama umur pelayanan jalan. Pemeliharaan jalan perlu dilakukan agar dapat mempertahankan

kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan serta untuk mempertahankan jalan sampai umur rencana yang telah ditentukan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta No. 04 Tahun 2010 pasal 6 (enam) dan 7 (tujuh) mengenai kelebihan muatan angkutan barang, penggolongan mobil barang ditetapkan sebagai berikut:

- a. Mobil barang yang mempunyai JBI (Jumlah Berat yang Diijinkan) 2 Ton (2000 kg) sampai dengan 8 Ton (8000 kg) termasuk kategori golongan I.
- b. Mobil barang yang mempunyai JBI 8 Ton sampai dengan 14 Ton (14000 kg) termasuk kategori golongan II.
- c. Mobil barang yang mempunyai JBI > 14 Ton (14000 kg) sampai dengan 21 Ton (21000 kg) termasuk kategori golongan III.
- d. Mobil barang yang mempunyai JBI > 21 Ton (21000 kg) termasuk kategori golongan IV.
- e. Setiap orang yang mengangkut muatan barang hanya diperbolehkan melebihi jumlah muatan sampai dengan 5% (lima persen) dari JBI yang telah ditentukan.
- f. Pengangkutan muatan barang dengan jumlah kelebihan beban lebih dari 5% sampai dengan 15% dari JBI yang telah ditentukan termasuk kategori pelanggaran tingkat I.
- g. Pengangkutan muatan barang dengan jumlah kelebihan beban lebih dari 15% sampai dengan 25% dari JBI yang telah ditentukan termasuk kategori pelanggaran tingkat II.
- h. Pengangkutan muatan barang dengan jumlah kelebihan beban lebih dari 25% dari JBI yang telah ditentukan termasuk kategori pelanggaran tingkat III.

Setiap kendaraan angkutan barang yang melakukan pelanggaran (kelebihan muatan) akan dikenakan sanksi administrasi berupa denda sesuai yang tercantum di Perda D.I. Yogyakarta No. 04 tahun 2010 mengenai kelebihan muatan angkutan barang pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Retribusi Setiap Golongan Kendaraan Berdasarkan Perda D.I Yogyakarta (Perda DIY, 2010)

No.	Golongan Kendaraan	Pelanggaran Tingkat I > 5-15% dari JBI (Rp)	Pelanggaran Tingkat II > 15-25% dari JBI (Rp)
1.	Gol I	10.000	30.000
2.	Gol II	20.000	40.000
3.	Gol III	30.000	50.000
4.	Gol IV	40.000	60.000

2.2.5. Umur Rencana

Berdasarkan pedoman perkerasan lentur Departemen Pekerjaan Umum (2002) umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung pada saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan perbaikan berat (bersifat struktural) atau dianggap perlu untuk diberi lapisan perkerasan yang baru (lapisan *overlay* pada perkerasan). Pada saat umur rencana pemeliharaan pada perkerasan jalan masih perlu dilakukan, misalnya pelapisan nonstruktural yang memiliki fungsi sebagai lapisan aus. Umur rencana yang dipakai untuk konstruksi perkerasan jalan baru yaitu 20 tahun dan umur rencana pada peningkatan jalan yaitu 10 tahun. Pada umur rencana perkerasan jalan yang lebih dari 20 tahun maka tidak ekonomis dikarenakan perkembangan volume lalu lintas yang terlalu besar sehingga menyebabkan biaya awal yang terlalu besar. Penentuan umur rencana berdasarkan kondisi perkerasan dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut.

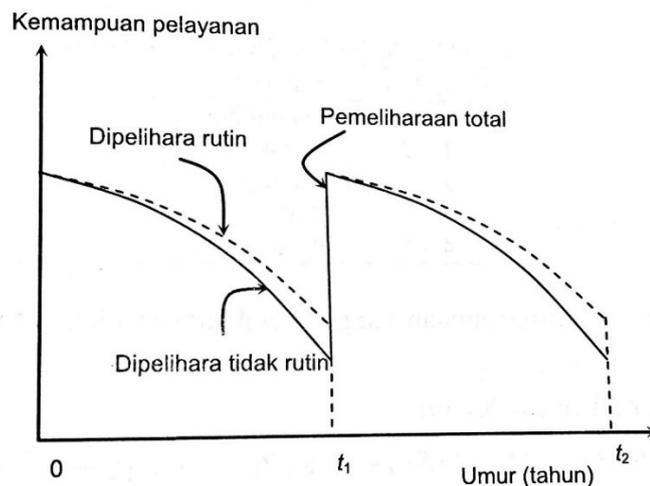
Tabel 2.4 Umur Rencana Kontruksi Perkerasan Jalan (Hardiyatmo, 2013)

Kondisi jalan Raya	Periode Analisi (tahun)
Perkotaan dengan Volume Tinggi	30 – 50
Pedesaan dengan Volume Tinggi	20 – 50
Volume Rendah dengan Jalan Diperkeras	15 – 25
Perkotaan dengan Volume Tinggi	30 – 50

2.2.6. Kemampuan Pelayanan

Pada saat pembangunan perkerasan jalan sudah selesai dan lalu lintas pada jalan tersebut telah mulai dibuka, dengan berjalannya waktu maka kemampuan pelayanan jalan berkurang. Kemampuan pelayanan berkurang bergantung kepada rutinitas pemeliharaan perkerasan jalan. Pada waktu tahun pertama (t_1) dilakukan

pemeliharaan perkerasan, yaitu dengan perataan permukaan (*resurfacing*), oleh karena itu kemampuan pelayanan jalan akan mendekati seperti semula. Apabila lalu lintas terus berjalan pada tahun kedua (t_2) maka kemampuan pelayanan perkerasan jalan akan berkurang kembali demikian seterusnya (Hardiyatmo, 2013). Hubungan kemampuan pelayanan dengan umur perkerasan dapat dilihat pada Gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.9 Hubungan Kemampuan Pelayanan dengan Umur Perkerasan.

2.2.7. Kecepatan

Kecepatan merupakan suatu tingkat pergerakan kendaraan atau lalu lintas yang dinyatakan dalam satuan kilometer per jam. Tingkat dari kepadatan lalu lintas mempunyai pengaruh terhadap kecepatan dan waktu tempuh perjalanan dari suatu tempat ke tempat tujuan. Dengan bertambahnya volume lalu lintas pada suatu jalan akan berpengaruh pada tingkat kenyamanan, keamanan dan kelancaran pada saat berlalu lintas. Maka dari itu perlu dilakukannya evaluasi mengenai kondisi lalu lintas agar menjaga tingkat kelancaran suatu jalan. Untuk mendapatkan data mengenai kecepatan kendaraan metode survei dan perhitungan yaitu dengan menggunakan kecepatan setempat. Dengan maksud untuk mengukur karakteristik kecepatan suatu jalan. Kecepatan dapat dihitung menggunakan cara manual yaitu dihitung berdasarkan waktu pada jarak yang telah ditentukan. Alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan yaitu *stop watch*, meteran serta penanda titik awal dan akhir (Wartadinata dan Situmorang, 2013).

Kecepatan merupakan suatu rasio antara jarak dan waktu perjalanan. Hubungan kedua rasio tersebut adalah:

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

v = kecepatan perjalanan (km/jam)

s = jarak perjalanan (km)

t = waktu perjalanan (jam)

Menurut Alamsyah (2008) dijelaskan bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan antara lain yaitu:

a. Pengemudi

Hal yang berhubungan dengan faktor pengemudi meliputi jarak perjalanan, jumlah penumpang, umur dan jenis kelamin serta tempat tinggal (luar atau didalam kota).

b. Kendaraan

Hal yang berhubungan dengan faktor kendaraan meliputi jenis kendaraan, umur dan muatan kendaraan.

c. Jalan Raya

Hal yang berhubungan dengan faktor jalan raya meliputi letak geografis, tipe kelengkungan jalan, jarak pandangan serta jarak antara persimpangan.

d. Lalu Lintas

Hal yang berhubungan dengan faktor lalu lintas meliputi volume kendaraan, kepadatan lalu lintas, tipe kendaraan serta lalu lintas yang berlawanan.

2.2.8. Parameter Perencanaan Perkerasan

Menurut Saodang (2005) pada umumnya suatu perkerasan jalan harus bersifat kuat terhadap beberapa tinjauan kekuatan, antara lain yaitu:

a. Perkerasan jalan harus kuat menahan beban lalu lintas yang melewatinya.

b. Lapisan permukaan perkerasan harus tahan dengan keausan yang terjadi akibat gesekan ban dari kendaraan serta air.

- c. Lapisan permukaan jalan harus tahan terhadap kondisi cuaca terutama yang disebabkan oleh temperatur.

Apabila perkerasan jalan tersebut tidak memenuhi tinjauan yang telah dijelaskan di atas, maka lambat laun perkerasan akan mengalami deformasi yang terjadi akibat dari beban lalu lintas dan akan menjadi awal dari kerusakan perkerasan jalan. Dengan demikian pada saat perencanaan perlu mempertimbangkan parameter perencanaan perkerasan sebagai berikut.

- a. Angka Ekuivalen Beban Kendaraan (E)

Angka ekuivalen merupakan suatu angka yang menyatakan perbandingan terhadap tingkat kerusakan pada perkerasan jalan yang diakibatkan oleh lintasan beban sumbu tunggal kendaraan oleh satu lintasan beban standar tunggal sebesar 8,16 ton, oleh Departemen Pekerjaan Umum (2002). Beban yang diakibatkan oleh beban lalu lintas kendaraan selanjutnya akan dikonversikan dalam konfigurasi beban sumbu seperti Tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Konfigurasi Beban Sumbu pada Kendaraan (Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Selain dengan melihat tabel diatas, angka ekivalen setiap masing-masing golongan beban sumbu pada kendaraan juga dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

1) Sumbu tunggal

$$\text{Ekivalen} = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots(2.2)$$

2) Sumbu ganda

$$\text{Ekivalen} = 0,086 \left(\frac{\text{Beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots(2.3)$$

3) Sumbu triple

$$\text{Ekivalen} = 0,086 \left(\frac{\text{Beban satu sumbu triple (kg)}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots(2.4)$$

b. Beban Lalu Lintas

Beban akibat lalu lintas dapat dihitung berdasarkan angka ekivalen terhadap muatan sumbu standar. Untuk menentukan akumulasi pada beban sumbu lalu lintas selama umur rencana, dapat ditentukan dengan rumus CESA (*Commulative Equavalent Standard Axle*) berikut:

$$\text{CESA} = \sum_{\text{Traktor-Trail}}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar

m = jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = jumlah hari dalam satu tahun

E = ekivalen beban sumbu standar

C = koefisien distribusi kendaraan

N = faktor hubungan umur rencana dengan perkembangan lalu lintas

c. Faktor Umur rencana dan Perkembangan Lalu Lintas

Faktor dari umur rencana dan perkembangan lalu lintas dapat ditentukan menggunakan Tabel 2.6 atau bisa menggunakan persamaan berikut ini.

$$N = \frac{1}{2} \left[1 + (1+r)^n + 2 (1+r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \right] \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

r = faktor pertumbuhan lalu lintas (%)

n = tahun ke- n

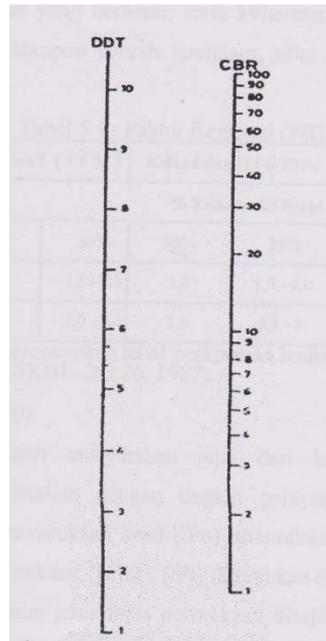
Tabel 2.6 Faktor Hubungan antara Umur Rencana dengan Perkembangan Lalu Lintas (N) (Departemen Pekerjaan Umum, 2005)

r (%) n (tahun)	2	4	5	6	8	10
1	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
2	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
3	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09	3,09
4	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16
5	5,26	5,26	5,26	5,26	5,26	5,26
6	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37
7	7,51	7,51	7,51	7,51	7,51	7,51
8	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67	8,67
9	9,85	9,85	9,85	9,85	9,85	9,85
10	11,06	11,06	11,06	11,06	11,06	11,06
11	12,29	12,29	12,29	12,29	12,29	12,29
12	13,55	13,55	13,55	13,55	13,55	13,55
13	14,83	14,83	14,83	14,83	14,83	14,83
14	16,13	16,13	16,13	16,13	16,13	16,13
15	17,47	17,47	17,47	17,47	17,47	17,47
20	24,54	24,54	24,54	24,54	24,54	24,54
25	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35	32,35
30	40,97	40,97	40,97	40,97	40,97	40,97

d. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR (*California Bearing Ratio*)

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditentukan dengan berdasarkan grafik korelasi antara DDT dan CBR pada Gambar 2.7 . CBR (*California Bearing Ratio*) yaitu nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dengan bahan standar berupa batu pecah yang mana memiliki nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. Nilai CBR yang dimaksud adalah CBR lapangan atau CBR laboratorium. Selain menggunakan grafik korelasi antara DDT dan CBR, nilai DDT juga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.10 sebagai berikut.

$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7 \dots\dots\dots(2.7)$$



Gambar 2.10 Grafik Korelasi Antara Daya Dukung Tanah (DDT) dan CBR

e. Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

Menurut yang dijelaskan oleh Pardosi (2010) pertumbuhan lalu lintas merupakan perkembangan atau pertumbuhan dari lalu lintas tahunan selama umur rencana jalan tersebut. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam bentuk persen per tahun (%/tahun). Besarnya pertumbuhan lalu lintas jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu sebagai berikut ini.

- 1) Perkembangan dari daerah yang bersangkutan.
- 2) Meningkatnya tingkat kesejahteraan masyarakat pada daerah tersebut.
- 3) Bertambahnya keinginan untuk mempunyai kendaraan pribadi.

Pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung menggunakan dua metode yaitu metode eksponensial dan metode regresi linier.

1) Metode Eksponensial

Perhitungan untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas menggunakan metode eksponensial dihitung berdasarkan pada LHR akhir umur rencana (LHRT), LHR awal umur rencana (LHR_0) serta umur rencana (n). Persamaan yang digunakan pada metode eksponensial adalah:

$$LHRT = LHR_0 (1+i)^n \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

LHRT = LHR akhir umur rencana

LHR₀ = LHR awal umur rencana

n = umur rencana (tahun)

i = angka pertumbuhan lalu lintas (%/tahun)

2) Metode Regresi Linier

Metode regresi linier merupakan metode penyelidikan data dan statistik yang dapat digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan lalu lintas. Analisis yang digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan lalu lintas yaitu dengan melihat data LHR (Lalu Lintas Harian) pada tahun-tahun sebelumnya. Selain itu persamaan yang digunakan pada metode ini yaitu sebagai berikut:

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum Y_i)(\sum X_i^2 Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum Y_i)^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum Y_i)^2} \dots\dots\dots(2.10)$$

f. Reliabilitas (Keandalan)

Reabilitas merupakan nilai peluang dari suatu kemungkinan pada tingkat pelayanan jalan yang dapat dipertahankan selama masa pelayanan. Tingkat nilai peluang pada dasarnya adalah tingkat resiko dari kesalahan desain. Misalnya untuk jalan arteri primer, dimana jalan tersebut memikul lalu lintas yang tinggi dan harus selalu mempunyai kondisi perkerasan yang baik. Maka dari itu tingkat resiko kesalahan desain harus minimum dan tingkat peluang harus tinggi (Saodang, 2005).

Sedangkan menurut Departemen Pekerjaan Umum (2002) konsep reliabilitas yaitu upaya yang dilakukan untuk menyertakan derajat kepastian (*degree of certainty*) pada proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan perkerasan selama umur rencana yang telah direncanakan. Faktor untuk perencanaan reliabilitas memperhitungkan kemungkinan dari variasi perkiraan jumlah beban lalu lintas (w_{18}) dan perkiraan kinerja (W_{18}) serta memberikan tingkat reliabilitas pada perkerasan selama umur rencana. Dengan

meningkatnya jumlah volume lalu lintas dan tingkat kesulitan untuk pengalihan lalu lintas. Hal ini dapat dikurangi dengan cara memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Tingkat reliabilitas yang lebih tinggi menunjukkan bahwa jalan tersebut melayani lalu lintas yang paling banyak, sedangkan untuk tingkat yang lebih rendah 50% menunjukkan bahwa jalan tersebut merupakan jalan lokal. Tingkat reliabilitas untuk beberapa klasifikasi jalan dapat dilihat pada Tabel 2.7 di bawah ini.

Tabel 2.7 Tingkat Reliabilitas Untuk Berbagai Klasifikasi Jalan (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Klasifikasi Jalan	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

Reliabilitas kinerja pada perencanaan dapat dikontrol dengan menggunakan faktor reliabilitas (F_R) yang selanjutnya dikalikan dengan perkiraan jumlah beban lalu lintas (W_{18}). Faktor reliabilitas merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*, S_0), dimana memperhitungkan kemungkinan dari variasi perkiraan dari jumlah beban lalu lintas dan perkiraan kinerja (W_{18}). Pada persamaan desain perkerasan lentur, tingkat reliabilitas (R) ditentukan dengan parameter penyimpangan standar deviasi normal (*standar normal deviate*, Z_R) dapat dilihat pada Tabel 2.8. Untuk penerapan konsep dari reliabilitas harus didasarkan dengan langkah-langkah berikut.

- 1) Mendefinisikan dan menentukan klasifikasi berdasarkan fungsional jalan, apakah jalan tersebut merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
- 2) Memilih tingkat reliabilitas dari tabel nilai penyimpangan standar deviasi normal (*standar normal deviate*, Z_R).
- 3) Memilih nilai deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*, S_0) yang sesuai dengan kondisi setempat. Dimana rentang nilai S_0 antara 0,40 sampai dengan 0,50.

Tabel 2.8 Nilai Penyimpangan Standar Deviasi Normal (*Standar Normal Deviate, Z_R*) Berdasarkan Reliabilitas (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Reliabilitas (%)	Standar Normal Deviasi
50	50
60	60
70	70
75	75
80	80
85	85
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
99,9	99,9
99,99	99,99

g. Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Lalu lintas pada lajur rencana (w_{18}) akan diberikan dalam kumulatif beban gandar standar. Persamaan yang digunakan untuk menghitung lalu lintas pada lajur rencana adalah sebagai berikut ini.

$$w_{18} = D_D \times D_L \times \hat{w}_{18} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

D_D = faktor distribusi arah

D_L = faktor distribusi lajur

\hat{w}_{18} = beban gandar standar kumulatif untuk dua arah

Pada umumnya nilai yang digunakan untuk D_D adalah 0,5. Terdapat pengecualian untuk beberapa kasus dimana kendaraan berat cenderung menuju

pada satu arah tertentu. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan bahwa nilai D_D bervariasi antara 0,3 sampai dengan 0,7 tergantung oleh arah mana yang lebih berat dan kosong. Faktor distribusi lajur (D_D) dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut ini.

Tabel 2.9 Faktor Distribusi Lajur (D_D) (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

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

Lalu lintas selama umur rencana merupakan lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur dalam pedoman ini. Besaran ini diperoleh dengan cara mengalikan beban gandar standar kumulatif untuk jalur rencana selama setahun (w_{18}) dengan kenaikan lalu lintas (*traffic growth*). Rumus yang digunakan untuk lalu lintas kumulatif adalah sebagai berikut ini.

$$W_t = w_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

W_t = jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

w_{18} = beban gandar standar kumulatif selama setahun.

n = umur pelayanan

g = perkembangan lalu lintas (%)

h. Koefisien Drainase

Koefisien drainase merupakan konsep yang digunakan untuk mengetahui kualitas sistem drainase yang ada pada perkerasan jalan. Kualitas drainase dikategorikan sesuai dengan waktu lamanya air menghilang dapat dilihat pada Tabel 2.10. Kualitas drainase perkerasan jalan diperhitungkan pada saat perencanaan dengan menggunakan koefisien relatif yang telah dimodifikasi. Faktor yang digunakan untuk memodifikasi koefisien relatif yaitu koefisien drainase (m)

dan disertakan pada persamaan Indeks Tebal Perkerasan (ITP) bersama dengan koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan (D). Nilai koefisien drainase (m) dapat dilihat pada Tabel 2.11 yang mana merupakan fungsi dari kualitas drainase dan persentase waktu struktur perkerasan selama setahun akan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh.

Tabel 2.10 Definisi Kualitas Drainase (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Kualitas drainase	Air hilang dalam
Baik Sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek Sekali	Air tidak akan mengalir

Tabel 2.11 Nilai Koefisien Drainase untuk Memodifikasi Koefisien Kekuatan Relatif Material *Untreated Base* dan *Subbase* pada Perkerasan Lentur (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1 %	1-5 %	5-25 %	>25 %
Baik Sekali	1,40 – 1,30	1,40 – 1,30	1,40 – 1,30	1,40 – 1,30
Baik	1,35 – 1,25	1,35 – 1,25	1,35 – 1,25	1,35 – 1,25
Sedang	1,25 – 1,15	1,25 – 1,15	1,25 – 1,15	1,25 – 1,15
Jelek	1,15 – 1,05	1,15 – 1,05	1,15 – 1,05	1,15 – 1,05
Jelek Sekali	1,05 – 0,95	1,05 – 0,95	1,05 – 0,95	1,05 – 0,95

i. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan merupakan nilai yang menyatakan kehalusan dan kekokohan pada permukaan perkerasan yang memiliki hubungan dengan tingkat pelayanan terhadap lalu lintas yang melewati jalan rencana. Berikut ini adalah beberapa nilai indeks permukaan beserta artinya.

IP = 2,5 : menyatakan bahwa permukaan perkerasan masih cukup baik dan stabil.

IP = 2,0 : menyatakan bahwa tingkat pelayanan perkerasan masih cukup mantap.

IP = 1,5 : menyatakan bahwa tingkat pelayanan teendah perkerasan yang masih mungkin dilakukan.

IP = 1,0 : menyatakan bahwa permukaan perkerasan dalam kondisi yang rusak berat dan amat mengganggu lalu lintas kendaraan yang melewatinya.

Untuk menentukan nilai indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, maka perlu mempertimbangkan beberapa faktor klasifikasi fungsi dari jalan yang mana dapat dilihat pada Tabel 2.12. Sedangkan dalam menentukan nilai indeks permukaan pada awal umur rencana (IP₀) harus diperhatikan jenis lapisan permukaan pada awal umur rencana sesuai dengan Tabel 2.13 berikut ini.

Tabel 2.12 Indeks Permukaan Akhir Umur Rencana Perkerasan (IPt) (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Klasifikasi Jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas Hambatan
1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Tabel 2.13 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP₀) (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Jenis Lapisan Permukaan	IP ₀	Ketidakrataan *) (IRI, m/km)
LASTON	> 4	> 4
	3,9 – 3,5	3,9 – 3,5
LASBUTAG	3,9 – 3,5	3,9 – 3,5
	3,4 – 3,0	3,4 – 3,0
LAPEN	3,4 – 3,0	3,4 – 3,0
	2,9 – 2,5	2,9 – 2,5

Keterangan : *) Alat yang digunakan untuk mengukur ketidakrataan adalah *roughometer* NAASRA, *Bump Integrator* dan sebagainya.

1. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Berdasarkan jenis dan fungsi dari material perkerasan, koefisien kekuatan relatif dapat dikelompokkan menjadi 5 kategori diantaranya yaitu beton aspal (*asphalt concrete*), lapisan pondasi granular (*granular base*), lapisan pondasi bawah granular (*granular subbase*), *cement-treated base* (CTB) dan *asphalt treated base* (ATB).

1) Lapisan Permukaan Beton Aspal (*Asphalt Concrete Surface Course*)

Koefisien kekuatan relatif untuk lapisan permukaan beton beraspal bergradasi rapat berdasarkan modulus elastisitas (EAC) pada suhu 68 °F dapat diperkirakan menggunakan Gambar 2.11.

2. Lapisan Pondasi Granular (*Granular Base Layer*)

Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi granular dapat diperkirakan dengan menggunakan Gambar 2.12 atau dapat juga dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$a_2 = 0,249 (\log_{10} E_{BS}) - 0,977 \dots \dots \dots (2.13)$$

3. Lapisan Pondasi Bawah Granular (*Granular Subbase Layers*)

Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi bawah granular dapat diperkirakan dengan menggunakan Gambar 2.13 atau dapat juga dihitung dengan persamaan berikut ini.

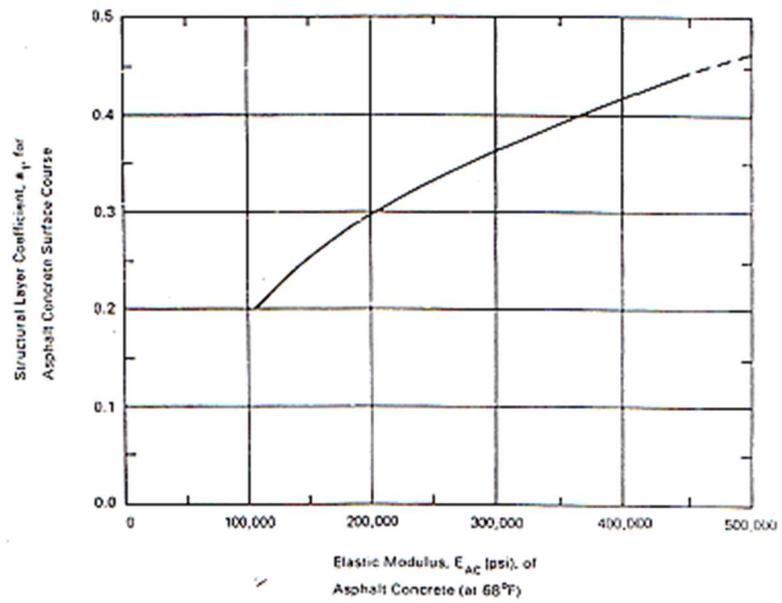
$$a_3 = 0,227 (\log_{10} E_{SB}) - 0,839 \dots \dots \dots (2.14)$$

4. Lapisan Pondasi Bersemen

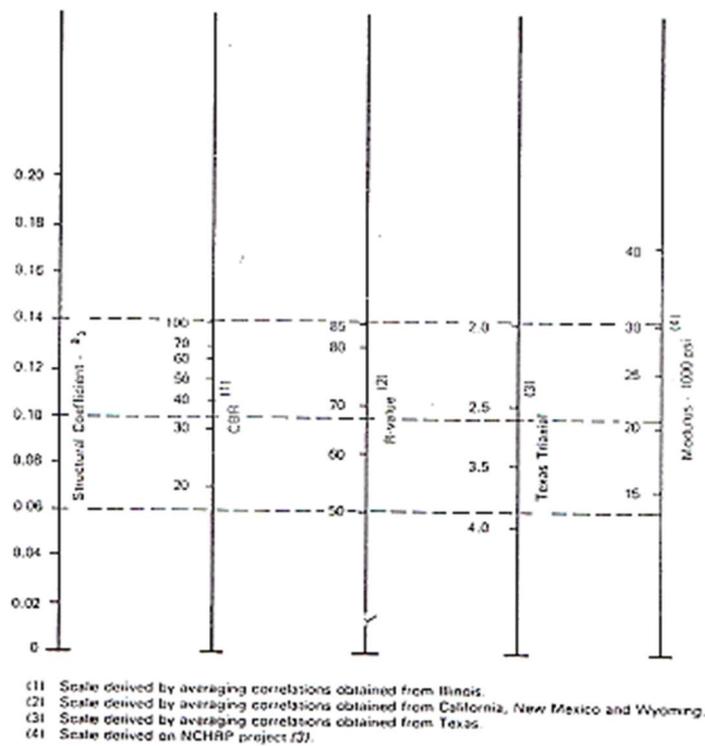
Nilai kekuatan relatif (a_2) pada lapisan pondasi bersemen dapat ditentukan dengan menggunakan grafik pada Gambar 2.14.

5. Lapisan Pondasi Beraspal

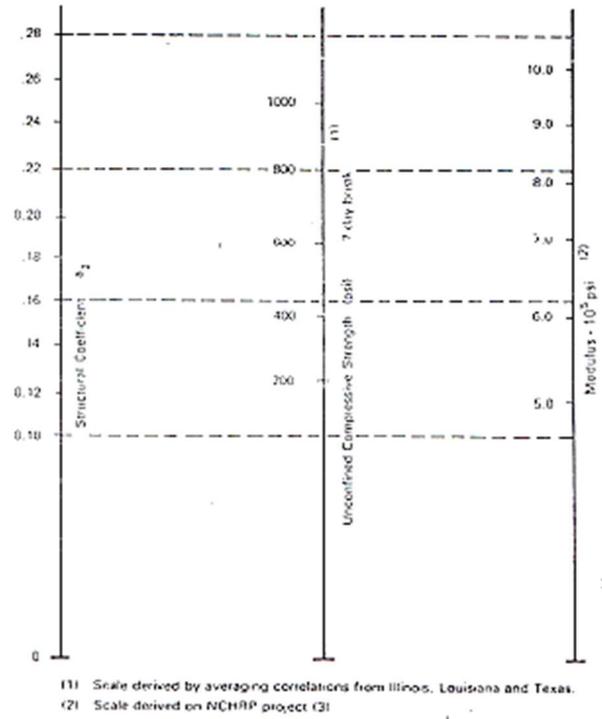
Nilai kekuatan relatif (a_2) pada lapisan pondasi beraspal dapat ditentukan dengan menggunakan grafik pada Gambar 2.15.



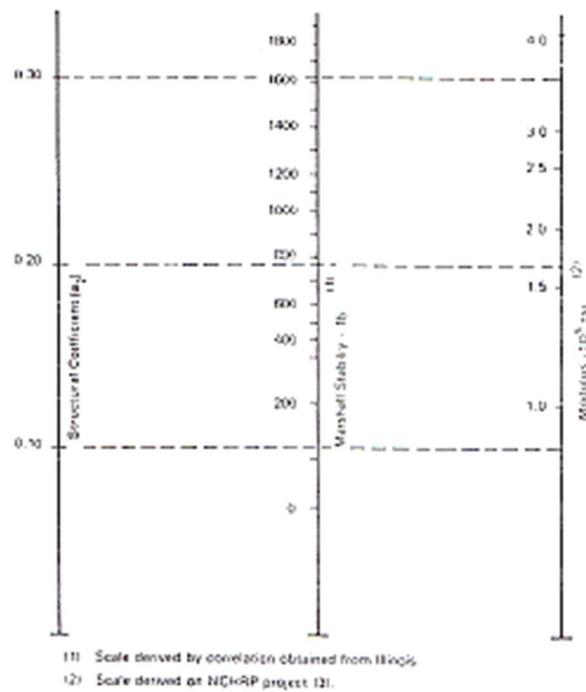
Gambar 2.11 Grafik untuk Memperkirakan Koefisien Relatif Lapisan Permukaan Beton Aspal Bergradasi Rapat (a_1)



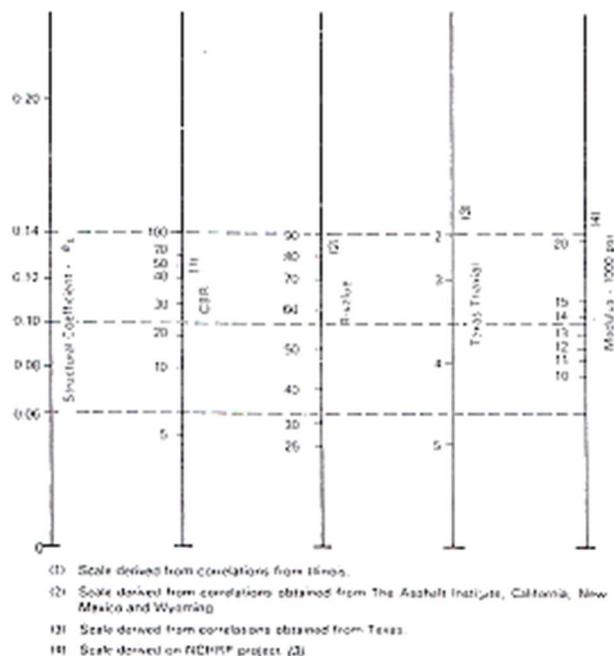
Gambar 2.12 Grafik untuk Menentukan Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan Pondasi Granular (a_2)



Gambar 2.13 Grafik untuk Menentukan Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan Pondasi Bawah Granular (a₂)



Gambar 2.14 Grafik untuk Menentukan Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan Pondasi Bersemen (a₂)



Gambar 2.15 Grafik untuk Menentukan Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan Pondasi Beraspal (a_2)

Untuk analisis perhitungan pelapisan tambahan, kekuatan pada struktur perkerasan lama dapat diukur dengan menggunakan alat FWD atau koefisien kekuatan relatif (a) dapat dinilai dengan menggunakan Tabel 2.14 berikut ini.

Tabel 2.14 Koefisien Kekuatan Relatif Perkerasan (a) (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Bahan	Kondisi Permukaan	Koefisien Kekuatan relatif (a)
Lapisan permukaan Beton Aspal	Terdapat sedikit atau sama sekali tidak terdapat retak kulit buaya atau hanya terdapat retak melintang dengan tingkat keparahan rendah	0.35 – 0.40
	<10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah atau <5% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.25 – 0.35
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang atau 5-10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi.	0.20 – 0.30

Tabel 2.14 Koefisien Kekuatan Relatif Perkerasan (a) (Departemen Pekerjaan Umum, 2002) (Lanjutan)

Bahan	Kondisi Permukaan	Koefisien Kekuatan relatif (a)
Lapis pondasi yang distabilisasi	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi.	0.14 – 0.20
	<10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan tinggi	0.08 – 0.15
	Terdapat sedikit atau sama sekali tidak terdapat retak kulit buaya atau hanya terdapat retak melintang dengan tingkat keparahan rendah	0.20 – 0.35
	<10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah atau <5% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.15 – 0.25
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang atau 5-10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi.	0.15 – 0.20
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi.	0.10 – 0.20
Lapis pondasi atau lapis pondasi bawah granular	<10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan tinggi	0.08 – 0.15
	Tidak ditemukan adanya pumping, degradation or contamination by fines	0.10– 0.14
	Terdapat pumping, degradation or contamination by fines	0.00 –0.10

j. Tebal Minimum Lapisan Perkerasan

Dalam perencanaan tebal lapisan perkerasan, terlebih dahulu perlu dipertimbangkan dari segi keekonomisan, pelaksanaan konstruksi dan batasan pada saat pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan perencanaan yang tidak efektif. Apabila dibandingkan dari segi keekonomisan maka biaya untuk lapisan pertama dan lapisan kedua harus lebih kecil dari pada perbandingan tersebut jika dikalikan dengan koefisien drainase. Sehingga perencanaan tebal perkerasan yang ekonomis adalah tebal perkerasan yang apabila menggunakan tebal lapisan pondasi minimum. Untuk menentukan nilai tebal minimum lapisan permukaan berbeton beraspal dan juga lapisan pondasi agregat dapat dilihat pada Tabel 2.15 berikut ini.

Tabel 2.15 Tebal Minimum Lapisan Permukaan Berbeton Aspal dan Lapisan Pondasi Agregat (Departemen Pekerjaan Umum, 2002)

Lalu-lintas (ESAL)	Beton Aspal		LAPEN		LASBUT AG		Lapisan 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	3,5	8,75	-	-	-	-	6	15
> 7.000.000	4,0	10,0	-	-	-	-	6	15

Keterangan: *) atau perawatan permukaan

Dari parameter - parameter diatas dapat diperoleh nilai ITP dan nilai koefisien kekuatan relative untuk setiap bahan perkerasan. Tebal pada masing-masing bahan perkerasan untuk setiap lapisan permukaan, lapisan pondasi dan lapisan pondasi bawah dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini.

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relatif bahan untuk setiap lapisan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapisan perkerasan