

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Menurut UU RI No. 22 Tahun 2009 pengertian jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya yang dimanfaatkan untuk lalu lintas baik yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah serta di bawah tanah maupun air, terkecuali jalan kereta api, lori serta kabel. Sedangkan menurut Silvia Sukirman (1994) jalan adalah jalur – jalur yang berada diatas permukaan bumi yang dengan sengaja dibuat manusia dengan berbagai macam bentuk, ukuran – ukuran dan juga konstruksinya supaya dapat dimanfaatkan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang – barang dari tempat yang satu menuju ke tempat yang lainnya dengan mudah dan cepat.

Berdasarkan UU RI No. 13 Tahun 1980 (dalam BSN – RSNI T – 14 – 2004) sistem jaringan jalan dibagi menjadi 2, diantaranya sebagai berikut :

1. Sistem jaringan jalan primer adalah sistem jaringan jalan dengan peran pelayanan distribusi barang dan jasa yang dimanfaatkan untuk pembangunan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat – pusat kegiatan.
2. Sistem jaringan jalan sekunder adalah sistem jaringan jalan yang berperan sebagai pelayanan distribusi barang dan jasa yang dimanfaatkan untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

2.2 Klasifikasi Jalan

Berdasarkan klasifikasinya jalan raya pada umumnya dapat digolongkan kedalam beberapa klasifikasi, diantaranya : klasifikasi menurut status jalan, klasifikasi berdasarkan kelas jalan, klasifikasi menurut fungsi jalan, dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan.

2.2.1 Klasifikasi Menurut Status Jalan (Menurut UU No. 38/Th. 2004)

Klasifikasi menurut status jalan terdiri atas 5 kategori, anatara lain :

1. Jalan Nasional, adalah sistem jaringan jalan primer yaitu jalan arteri primer dan jalan kolektor primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
2. Jalan Provinsi, adalah jalan lokal kolektor dalam sistem jaringan jalan primer berfungsi untuk menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
3. Jalan Kabupaten, adalah jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, serta menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, dan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder di wilayah kabupaten. Jalan kabupaten juga merupakan jalan lokal yang tidak termasuk jalan nasional maupun jalan provinsi.
4. Jalan Kota, adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, serta menghubungkan antarpusat pemukiman yang berada dalam kota.
5. Jalan Desa, adalah jalan umum yang menghubungkan kawasan antarpemukiman didalam desa, serta jalan lingkungan.

2.2.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan (Menurut UU LLAJ No. 22/Th. 2009)

1. Jalan Kelas I, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2.500 mm, dan ukuran panjang tidak lebih dari 18.000 mm, serta ukuran paling tinggi 4.200 mm, dengan muatan sumbu 10 ton.
2. Jalan Kelas II, merupakan jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2.500 mm, dan ukuran panjang tidak lebih dari 12.000 mm, serta ukuran paling tinggi 4.200 mm dengan muatan sumbu terberat 8 ton.
3. Jalan Kelas III, merupakan jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2.100 mm, dan ukuran panjang tidak lebih dari 9.000 mm, serta ukuran paling tinggi 3.500 mm dengan muatan sumbu terberat 8 ton.
4. Jalan Kelas Khusus, merupakan jalan arteri dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2.500 mm, dan ukuran panjang tidak lebih dari 18.000 mm, serta ukuran paling tinggi 4.200 mm dengan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

2.2.3 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan (Menurut UU No. 38/Th. 2004)

1. Jalan Arteri, merupakan jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan nasional atau antarpusat kegiatan nasional dengan pusat wilayah kegiatan. Jalan arteri memiliki fungsi utama untuk melayani angkutan umum dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata – rata tinggi, dan jumlah jalan masuk yang dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan Kolektor, merupakan jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan wilayah, atau antarpusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Jalan Kolektor memiliki fungsi utama untuk melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata – rata sedang, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
3. Jalan Lokal, merupakan jalan yang menghubungkan secara berdaya guna kegiatan nasional dengan kegiatan lingkungan, kegiatan wilayah dengan kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, dengan ciri – ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata – rata rendah, dan jumlah masuk tidak dibatasi.
4. Jalan Lingkungan, merupakan jalan yang menghubungkan antarkegiatan didalam kawasan pedesaan dan jalan lingkungan di pedesaan, dengan ciri – ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata – rata rendah.

2.2.4 Klasifikasi Menurut Tipe Lajur (Menurut MKJI 1997)

Klasifikasi menurut tipe lajurnya antara lain : dua lajur dua arah terbagi (2/2UD), empat lajur dua arah (tidak terbagi atau 4/2UD, dan terbagi atau 4/2D), enam lajur 2 arah terbagi (6/2D), serta jalan satu arah (1-3/1).

2.3 Perkerasan Jalan

(Hardiyanto,2009) *Pavement* atau perkerasan jalan adalah lapisan keras diantara tanah dan roda yang mampu menahan beban lalu lintas berulang dan melindungi tanah dasar. Sedangkan (Sukirman, 2003) Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis tanah dasar dan roda kendaraan, yang

berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Pada dasarnya tanah saja tidak cukup untuk menahan deformasi akibat beban roda beulang – ulang, untuk itu perlu adanya lapisan tambahan yang terletak diantara tanah dan roda atau lapisan paling atas dari beban jalan. Lapisan ini biasanya dibuat dari bahan khusus yang mempunyai kualitas yang lebih baik sehingga dapat menyebarkan beban roda agar dapat merata diatas permukaan tanah, tujuannya agar tegangan yang diakibatkan beban lalu lintas menjadi lebih kecil dari tegangan ijin tanah. Bahan ini disebut bahan lapis perkerasan.

Perkerasan lunak (*flexible pavement*) adalah perkerasan fleksibel dengan bahan terdiri dari bahan ikatan dan agregat, umumnya terdiri dari 3 lapis atau lebih. Berikut urutan lapisan pada perkerasan lunak (*flexible pavement*).

1. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar adalah lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai tempat peletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi jalan, tanah dasar bisa berupa tanah asli yang dipadatkan dan tidak jarang ada tanah dasar yang sudah baik keadaannya bisa juga berupa tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain guna memperbaiki kondisi tanah yang ada. Jika ditinjau dari muka tanah asli, maka tanah dasar dibedakan menjadi :

1. Tanah dasar, tanah galian,
2. Tanah dasar, tanah urugan,
3. Tanah dasar, tanah asli.

Sifat umum dari lapisan tanah dasar umumnya sebagai berikut :

- a. Perubahan bentuk tetap atau deformasi permanen dari berbagai macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
 - b. Sifat mengembang dan menyusutnya tanah akibat perubahan kadar air.
 - c. Daya dukung tanah yang tidak merata diakibatkan adanya perbedaan sifat – sifat tanah pada lokasi yang berdekatan serta akibat kesalahan pelaksanaan yang menyebabkan kepadatan tanah menjadi kurang baik.
- #### 2. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapisan perkerasan jalan ini terletak antara lapis tanah dasar dan lapis fondasi atas (*base*) dan berfungsi sebagai perkerasan yang meneruskan beban diatasnya

kemudian menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapisan tanah dasar. Lapisan pondasi bawah dibuat diatas tanah dasar dengan fungsi sebagai berikut :

1. Bagian konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan roda ke tanah dasar dengan persyaratan harus cukup kuat dan mempunyai CBR 20% serta plastisitas indeks (PI) \leq 10%.
 2. Menjaga efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan – lapisan selebihnya dikurangi ketebalannya guna menghemat biaya.
 3. Mencegah tanah dasar dan air tanah dasar agar tidak masuk kedalam lapis pondasi.
 4. Lapisan pertama yang berfungsi untuk perkerasan pertama, sehubungan dengan kondisi lapangan untuk segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dalam menahan roda – roda alat berat. Selain itu, lapisan ini juga untuk mencegah partikel halus tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.
3. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan perkerasan jalan yang terletak diantara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (*sub base course*), berfungsi sebagai lapisan perkerasan untuk mendukung lapis permukaan dan beban roda yang bekerja diatasnya serta menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapisan pondasi bawah kemudia ke lapisan tanah dasar. Selain itu fungsi lapisan pondasi atas adalah sebagai berikut :

1. Meneruskan limpahan gaya lalu lintas ke lapisan pondasi bawah.
2. Menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya.
3. Perletakan terhadap lapis permukaan.
4. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

Lapisan pondasi atas menggunakan material yang cukup kuat. Pada umunya lapisan pondasi atas harus menggunakan bahan yang cukup kuat dan awet supaya dapat menahan beban roda. Hendaknya dilakukan penelitian dan mempertimbangkan sebaik – baiknya guna memenuhi persyaratan teknik untuk menentukan bahan lapisan pondasi atas tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material dengan CBR $>$ 50% dan plastisitas indeks (PI) $<$ 4%. Bahan yang biasanya digunakan

sebagai lapisan pondasi atas seperti, batu pecah, krikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dan kapur.

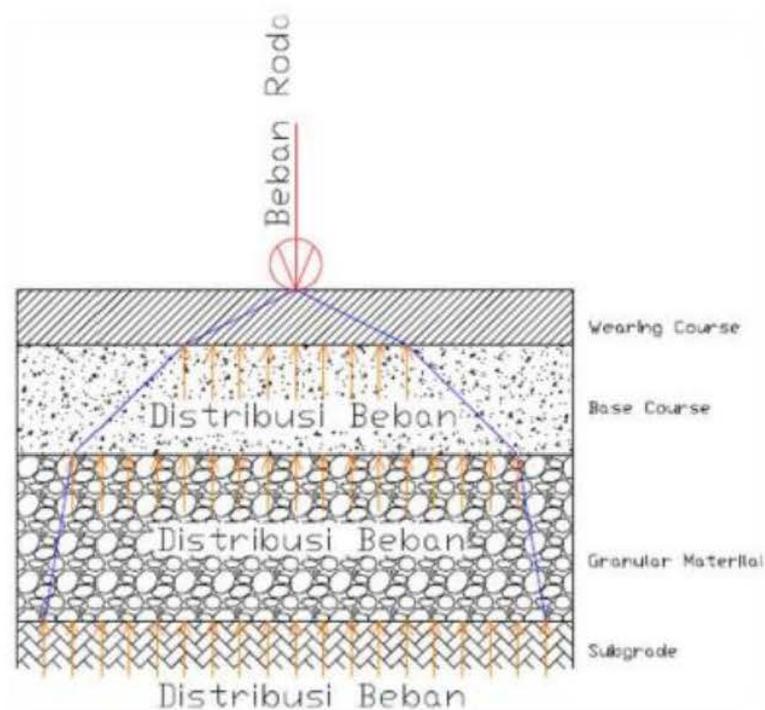
4. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas dan memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Mendukung dan menyebarkan beban lalu lintas baik beban vertikal maupun beban horizontal.
2. Lapisan kedap air, sehingga air hujan tidak meresap ke lapisan dibawahnya sehingga menyebabkan berkurangnya kekuatan lapisan – lapisan dibawahnya.
3. Menjaga permukaan tetap rata agar nyaman untuk dilalui.
4. Lapis aus (*wearing course*), menerima gesekan rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

Pada umumnya dibuat dengan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan lama. Pemilihan bahan lapisan permukaan dengan memperhatikan kegunaan, umur rencana, serta pentahapan konstruksi agar dicapai manfaat sebaik – baiknya dari biaya yang dikeluarkan.

Berikut susunan lapisan pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2. 1 Distribusi Beban Kendaraan Terhadap Lapisan Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Sumber : Bina Marga (2013)

2.4 Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas adalah beban kendaraan yang dilimpahkan perkerasan jalan melalui ban dan lapisan permukaan secara dinamis dan berulang – ulang selama masa pelayanan jalan.

Beban kendaraan disalurkan melalui roda kendaraan yang terjadi berulang – ulang selama masa pelayanan jalan sebagai akibat repitisi kendaraan yang melintasi jalan tersebut. struktur perkerasan jalan dan kekokohan struktur pelayanan jalan selama masa pelayanan dipengaruhi oleh beban kendaraan yang merupakan beban dinamis pada perkerasan jalan.

2.4.1. Pengertian Beban Berlebih

Beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar (as) kendaraan melampaui batas beban maksimum yang di izinkan (Hikmat Iskandar,2008). Sedangkan (Kamus Istilah Bidang Pekerjaan Umum, 2008) muatan berlebih adalah muatan sumbu kendaraan yang melebihi dari ketentuan seperti yang

tercantum pada PP No. 43 tahun 1993, jumlah berat yang diizinkan (JBI) adalah berat maksimum kendaraan bermotor beserta muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan. Dimana semakin banyak sumbu kendaraan semakin besar jumlah berat yang diizinkan.

Berikut jenis kendaraan berdasarkan jumlah berat yang diizinkan :

Jumlah sumbu	Jenis	JBI Kelas II	JBI Kelas III	Gambar
2	Truk Engkel	12 ton	12 ton	
2	Truk Besar	16 ton	14 ton	
3	Truk Tronton	22 ton	20 ton	
3	Truk Gandeng	36 ton	30 ton	
4	Truk 4 sumbu	30 ton	26 ton	
4	Truk tempel	34 ton	28 ton	
5	Truk tempel	40 ton	32 ton	
6	Truk tempel	43 ton	40 ton	

Gambar 2. 2 Jenis Kendaraan Berdasarkan Jumlah Berat yang Diizinkan

Sumber : Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2008)

2.4.2. Pengertian Muatan Sumbu

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang diteruskan melalui roda – roda kendaraan. Besarnya beban yang diteruskan tergantung pada konfigurasi sumbu, berat total kendaraan, kecepatan kendaraan, dan bidang kontak antara roda dengan perkerasan. Sebab itu, perlu adanya beban standar. Beban standar adalah beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18 kips (8,16 ton).

Muatan sumbu terberat adalah jumlah tekanan maksimum roda terhadap jalan yang selanjutnya didistribusikan ke pondasi jalan. Jika daya dukung jalan tidak mampu menahan muatan sumbu dapat mengakibatkan kerusakan jalan. Sebab itu, muatan sumbu terberat (MST) digunakan sebagai dasar pengendalian dan pengawasan muatan kendaraan di jalan berdasarkan peraturan perundang – undangan.

2.5 Lalu Lintas

Semua kendaraan yang melewati jalan raya disebut lalu lintas, ada banyak ragam lalu lintas baik dari segi ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sumpunya. Berdasarkan kelompoknya yang umum dibedakan yaitu motor, mobil, bus, truk ringan, truk sedang, truk berat, dan mobil gandeng (*trailer*). Berat total maksimum setiap kendaraan, konfigurasi sumbu dan distribusi beban sumbu diatur pada aturan lalu lintas pemerintahan Bina Marga.

2.6 Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan jalan sesuai tabel berikut ini :

Tabel 2. 1 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum Pd T-05-2005-B, 2005

Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam komulatif beban gandar standar (CESA) dengan memperhtungkan faktor distribusi arah (D_D) dan faktor distribusi lajur (D_L). Berdasarkan Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017, untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (D_D) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi – lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Sedangkan untuk koefisien distribusi kendaraan (D_L) untuk kendaraan ringan dan berat yang melalui jalur rencana ditentukan menurut tabel berikut ini :

Tabel 2. 2 Faktor Distribusi Lajur

Jumlah Lajur	Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana (% Terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber : Manual Desain Perkerasan, 2017)

2.6.1 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas diperoleh berdasarkan data – data pertumbuhan series atau dengan formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku, namun jika tidak tersedia data maka digunakan tabel berikut ini dapat digunakan (2015-2035).

Tabel 2. 3 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (*i*) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata - rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor Rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa	1,00	1,00	1,00	1,00

(Sumber : Manual Desain Perkerasan, 2017)

Menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana kerja dapat dihitung dengan faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif menggunakan persamaan 2.1 seperti berikut :

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01 i} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.1})$$

Keterangan :

R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i : tingkat pertumbuhan pertahun (%)

UR : umur rencana (tahun)

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik lokasi pengamatan dalam satu satuan waktu. Volume lalu lintas memiliki satuan yang umum digunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur adalah : Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR). Memprediksi LHR pada tahun yang lain dengan umur layanan yang digunakan dengan persamaan 2.2.

$$LHR_n = LHR_1 \times (1+i)^n \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.2})$$

Keterangan :

i : Tingkat Pertumbuhan

n : Tahun ke-n

LHR_1 : LHR tahun awal

LHR_n : LHR tahun ke-n

2.6.2 Faktor Daya Rusak Kendaraan (*Vehicle Damage Factor*)

Daya rusak jalan atau *Vehicle Damage Factor* (VDF), merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan jalan cukup signifikan, semakin berat kendaraan (khususnya kendaraan jenis truk pengangkut barang) dengan beban *overload*, maka nilai VDF akan semakin besar kemudian *Equivalent Single Axle Load* juga akan membesar.

Beban konstruksi perkerasan jalan memiliki ciri – ciri khusus, dimana memiliki perbedaan prinsip dari beban pada konstruksi lain diluar konstruksi jalan. Pemahaman atas ciri – ciri khusus konstruksi jalan sangatlah penting, khususnya yang berkaitan dengan kapasitas konstruksi perkerasan, desain konstruksi perkerasan, dan proses kerusakan konstruksi.

VDF atau perbandingan antara daya rusak oleh muatan sumbu suatu kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton. Nilai daya rusak masing – masing golongan beban sumbu untuk setiap kendaraan ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

1. Nilai Daya Rusak Sumbu Roda Tunggal

$$ESTRT = \left[\frac{\text{Beban Satu Sumbu tunggal (ton)}}{5,3} \right]^4 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.3})$$

2. Nilai Daya Rusak Sumbu Roda Ganda

$$ESTRG = \left[\frac{\text{Beban Satu Sumbu tunggal (ton)}}{8,16} \right]^4 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.4})$$

3. Nilai Daya Rusak Sumbu Dua Roda Ganda

$$ESDRG = 0,086 \left[\frac{\text{Beban Satu Sumbu tunggal (ton)}}{8,16} \right]^4 \dots\dots \text{(Persamaan 2.5)}$$

4. Nilai Daya Rusak Sumbu Triple Roda Ganda

$$ESTRG = 0,053 \left[\frac{\text{Beban Satu Sumbu tunggal (ton)}}{8,16} \right]^4 \dots\dots \text{(Persamaan 2.6)}$$

Keterangan :

ESTRT = Nilai Daya Rusak untuk kendaraan dengan sumbu tunggal roda tunggal

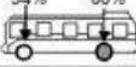
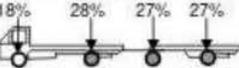
ESTRT = Nilai Daya Rusak untuk kendaraan dengan sumbu tunggal roda ganda

ESTRT = Nilai Daya Rusak untuk kendaraan dengan sumbu dual roda ganda

ESTRT = Nilai Daya Rusak untuk kendaraan dengan sumbu tripel roda ganda.

Penambahan beban sumbu pada single axle dual wheel menjadi 2 kali beban standar, akan mengakibatkan pertambahan daya rusak sebanyak 16 kali. Jika beban sumbu menjadi 3 kali, maka daya rusak menjadi 81 kali.

Konfigurasi beban sumbu pada berbagai jenis kendaraan beserta angka ekivalen kendaraan dalam keadaan kosong (min) dan dalam keadaan bermuatan (max) berdasarkan Manual No.01/MN/BM/83, seperti berikut ini :

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	 50% 50%
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	 34% 66%
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	 34% 66%
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	 34% 66%
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	 25% 75%
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	 18% 28% 27% 27%
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	 18% 41% 41%
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,1830	 18% 28% 27% 54% 27%

Gambar 2. 3 Konfigurasi Beban Sumbu pada Berbagai Jenis Kendaraan

(Sumber : Bina Marga 1983)

2.7 Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESA)

Beban sumbu 100 kN diizinkan untuk ruas jalan kelas 1, namun demikian nilai CESA selalu ditentukan berdasarkan beban sumbu standar 80kN. Sedangkan didalam Manual Desain Perkerasan (MDP) Nomor 02/M/BM/2013, beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulatif Equivalent Single Axle Load (CESA)* merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana. CESA didapat dengan persamaan sebagai berikut :

$$ESA = (\sum \text{jenis kendaraan LHRT} \times \text{VDF} \times D_L \times D_D \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.7)})$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.8)}$$

Keterangan :

ESA = Lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standart axle*) untuk 1 hari

LHRT = Lintasan harian rata – rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu

VDF = Faktor daya rusak beban (*Vehicle Damage Factor*)

D_L = Faktor Distribusi Lajur

D_D = Faktor Distribusi Arah

CESA = Beban sumbu standar ekivalen kumulatif

365 = Jumlah hari dalam satu tahun

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

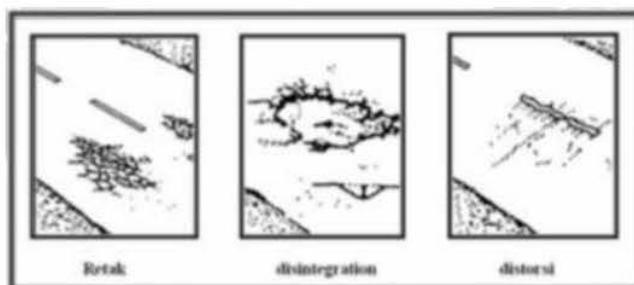
2.8 Jembatan Timbang

Dalam upaya pemerintah guna mengawas dan pengamanan sarana dan prasarana lalu lintas dan angkutan jalan, digunakan alat penimbangan untuk kendaraan bermotor sehingga dapat diketahui berat kendaraan beserta muatannya (PP Nomor 43 Tahun 1993). Jembatan timbang merupakan salah satu kebijakan untuk meminimalisir kerusakan jalan akibat muatan berlebih serta untuk menjaga keselamatan dalam berlalu lintas. Jembatan timbang yang dipasang secara tetap dilengkapi dengan fasilitas penunjang dan dioperasikan dan diawasi oleh petugas pelaksana penimbangan.

2.9 Jenis Kerusakan Konstruksi pada Perkerasan Jalan

Berdasarkan Manual Pemeliharaan Jalan No : 03/MN/B/1983 oleh Direktorat Jendral Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas :

1. Retak (*cracking*), merupakan retak yang sudah mencapai dasar slab beton.
2. Distorsi (*distortion*), diakibatkan oleh lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapisan pondasi sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat lalu lintas.
3. Cacat permukaan (*disintegration*), mengarah pada kerusakan akibat kimiawi dan mekanis dari lapis perkerasan.
4. Pengausan (*polished aggregate*), terjadi akibat agregat yang digunakan merupakan material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang digunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical.
5. Kegemukan (*bleeding or flushing*), pada daerah bertemperatur tinggi, aspal akan menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda. Kegemukan bisa disebabkan oleh pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian aspal terlalu banyak pada pekerjaan *coat* atau *tack coat*.

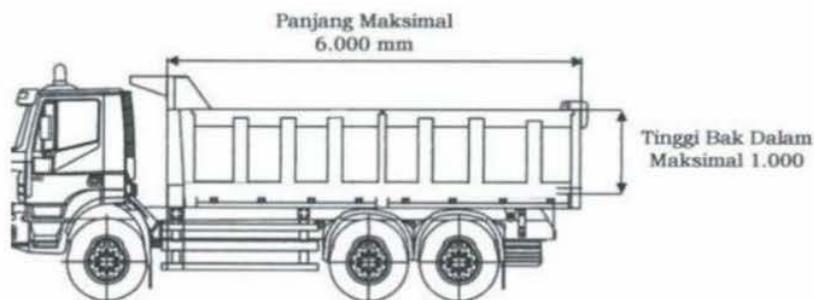


Gambar 2. 4 Contoh Kerusakan Jalan

Penurunan pada bekas penanaman utilitas terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat. Sehingga perlu dilakukan perbaikan, dapat diperbaiki dengan dibongkar kembali dan diganti dengan lapis yang sesuai.

2.10 Batasan Muatan dan Toleransi Muatan Lebih serta Modifikasi Kendaraan

Jumlah Berat Kombinasi yang Diizinkan (JBKI) adalah berat maksimum rangkaian kendaraan bermotor berikut dengan muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui. Sedangkan Jumlah Berat yang Diizinkan (JBI) adalah berat maksimum Kendaraan Bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui.

Konfigurasi 1.2 (JBI sampai dengan 8.500 kg)**Konfigurasi 1.2 (JBI sampai dengan 16.000 kg)****Konfigurasi Sumbu 1.22 (JBI sampai dengan 24.000 kg)**

Gambar 2. 5 Konfigurasi Sumbu oleh JBI
(Sumber : Surat Direktur Jenderal Perhubungan
Aj.502/12/16/DRJD/2020)

Ketentuan persyaratan kendaraan berdimensi dan jumlah berat yang diizinkan sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan dan Peraturan Pemerintah Nomor 30 Tahun 2021 tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 4 Kelas Jalan Berdasarkan Dimensi dan Muatan Sumbu Terberat (MST)

No	Kelas Jalan	MST (ton)	Dimensi Kendaraan (mm)		
			Lebar	Panjang	Tinggi
1	Jalan Kelas I	10	2.550	18.000	4.200
2	Jalan Kelas II	8	2.550	12.000	4.200
3	Jalan Kelas III	8	2.200	9.000	3.500
4	Jalan Kelas III	< 8	2.200	9.000	3.500

Tabel 2. 5 Persyaratan JBI Standar dan Dimensi Bak Maksimum Kendaraan Dump Truk

No	Konfigurasi Sumbu	JBI (kg)	Kelas Jalan Terendah	Berat Kendaraan Kosong Maks	Dimensi Bak Maksimum (mm)	
					Panjang	Tinggi
1	1.1	s.d 8.500	III	2.300	4.000	700
2	1.2	s.d 16.000	I atau II	3.000	5.000	850
3	1.22	s.d 24.000	I atau II	5.000	6.000	1.000

Tabel 2. 6 Persyaratan JBI Standar dan Berat Muatan Tangki Maksimum Kendaraan Tangki

No	Konfigurasi Sumbu	JBI (kg)	Kelas Jalan Terendah	Berat Kendaraan Kosong Maks	Dimensi Bak Maksimum (mm)
1	1.1	s.d 8.500	III	2.300	6.200
2	1.2	s.d 16.000	I atau II	3.000	13.000
3	1.1.2	s.d 22.000	I atau II	4.200	17.800
4	1.22	s.d 24.000	I atau II	5.000	19.000

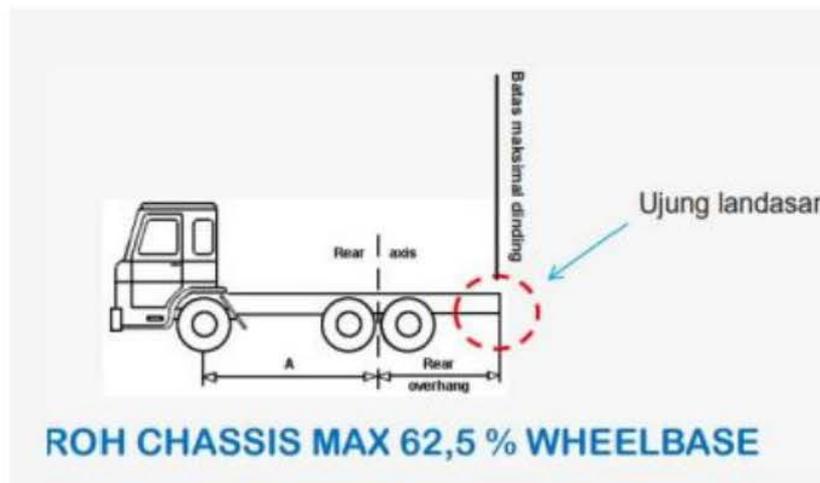
Tabel 2. 7 Persyaratan JBKI Standar dan Berat Muatan Maksimum Kendaraan Trailer

No	Konfigurasi Sumbu	JBI (kg)	Kelas Jalan Terendah	Berat Kendaraan Kosong Maks	Dimensi Bak Maksimum (mm)
1	1.1 + 2.2	s.d 31.500	I atau II	6.200	23.500
2	1.2 + 2	s.d 26.000	I atau II	5.000	21.500
3	1.2 + 22	s.d 42.000	I atau II	10.000	32.500
4	1.2 + 222	s.d 45.000	I atau II	12.000	33.000

Ketentuan lain mengenai dimensi dan berat muatan maksimum harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Panjang, lebar, dan tinggi ukuran kendaraan harus sesuai dengan spesifikasi teknis kendaraan bermotor dan daya angkut.
2. Lebar maksimum bak muatan terbuka/tertutup, tangki dan *flatbed* tidak melebihi 50 mm dari ban terluar pada sumbu kedua atau sumbu belakang kendaraan untuk kendaraan sumbu ganda.

3. Tinggi kendaraan diukur dari permukaan tanah paling tinggi 4.200 mm dan tidak lebih dari 1,7 kali lebar kendaraan.
4. Panjang bagian kendaraan yang menjulur kebelakang dari sumbu paling belakang maksimum 62,50% dari jarak sumbunya, sedangkan yang menjulur ke depan dari sumbu paling depan maksimum 47,50% dari jarak sumbunya.



Gambar 2. 6 Pemaparan Panjang Kendaraan

(Sumber : Direktorat Jenderal Perhubungan Darat,2021)

2.11 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan (IP) menyatakan nilai kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang melewati jalan. Berikut beberapa nilai IP beserta artinya :

- IP = 1,0 menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu arus lalu lintas kendaraan.
- IP = 1,5 tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)
- IP = 2,0 tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih aktif/kondisi baik
- IP = 2,5 menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan IP pada akhir rencana, perlu di pertimbangkan faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER) berdasarkan tabel berikut ini :

Tabel 2. 8 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER (Lintas Ekvivalen Rencana)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 - 2,0	-
10 - 100	1,5	1,5 - 2,0	2,0	-
100 - 1000	1,5 - 2,0	2	2,0 - 2,5	-
> 1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

(Sumber : Metode Analisis Komponen 1987)

Dalam menentukan IP pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor – faktor klasifikasi fungsional jalan seperti tabel berikut ini :

Tabel 2. 9 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	Ipo
LASTON	≥ 4
	3,9 - 3,5
LASBUTAG	3,9 - 3,5
	3,4 - 3,0
HRA	3,9 - 3,5
	3,4 - 3,0
BURDA	3,9 - 3,5
BURTU	3,4 - 3,0
LAPEN	3,4 - 3,0
	2,9 - 2,5
LATASBUM	2,9 - 2,5
BURAS	2,9 - 2,6
LATASER	2,9 - 2,7
JALAN TANAH	$\leq 2,4$
JALAN KRIKIL	$\leq 2,5$

(Sumber : Perencanaan Teknis Perkerasan Jalan)

2.12 Truck Factor (TF)

Truck Factor (TF) digunakan untuk mengetahui apakah jalan tersebut mengalami beban *overload* atau tidak. Jika hasil perhitungan didapat nilai *truck factor* lebih besar dari 1, maka jalan tersebut mengalami *overload*. Perhitungan TF dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TF = \frac{ESAL}{N}$$

Keterangan :

TF = *truck factor*

ESAL = *equivalent standard axle*

N = Jumlah kendaraan selama umur rencana

Perhitungan *truck factor* dilakukan dalam 2 kondisi, kondisi normal dan kondisi *overload* sehingga dapat diketahui besarnya nilai *overload* nilai ESAL yang telah dikalikan dengan nilai VDF *overload*.

2.13 Umur Sisa Perkerasan

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum umur rencana suatu jalan raya adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut dibuka hingga memerlukan perbaikan berat atau jika dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru. Pada umumnya umur perkerasan jalan ditetapkan berdasarkan jumlah kumulatif lintas kendaraan standar (CESA).

2.13.1 Sisa Umur Layanan (*Remaining Life*)

Sisa Umur Rencana atau *Remaining Life* adalah penurunan dari umur rencana karena faktor beban kendaraan yang melintas. Seharusnya masa layan jalan akan habis sesuai dengan umur rencana yang telah direncanakan, namun terdapat banyak kendaraan yang melintas terkadang membawa beban yang melebihi batasan sesuai perturan JBI. Untuk itu diperlukan perhitungan agar diketahui seberapa cepat masa layan jalan tersebut habis atau biasa disebut sisa umur rencana *remaining life*. Menghitung RL dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$RL = 100 \times \left(1 - \frac{NP}{N_{1,5}} \right) \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.9)}$$

Keterangan :

RL = *Remaining Life*

NP = Kumulatif W18 (CESA) per tahun

N_{1,5} = Kumulatif W18 (CESA) tahun terakhir umur rencana.

2.13.2 Reduksi Umur Rencana Jalan Akibat *Overload*

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam menghitung reduksi umur rencana, berikut adalah beberapa metode yang biasa digunakan dalam menghitung reduksi umur rencana akibat kendaraan dengan beban berlebih atau *overload*.

1. Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO sering digunakan secara umum diseluruh dunia serta digunakan sebagai standar perencanaan diberbagai negara. Metode AASHTO 1993 pada dasarnya digunakan pada metode empiris. Parameter yang dibutuhkan diantaranya, *Structural Number (SN)*, lalu lintas, *reliability*, faktor lingkungan, dan *serviceability*.

2. Metode Bina Marga

Pada penelitian kali ini, penulis memilih untuk menggunakan metode Bina Marga, khususnya Bina Marga 2013. Dengan Metode Bina Marga 2013 penulis akan menghitung sisa umur perkerasan jalan.

Sisa umur perkerasan jalan (RL) bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas jalan, dari evaluasi ini akan diperoleh berapa persen sisa umur perkerasan jalan pada ruas jalan tersebut. Ada beberapa parameter yang dapat digunakan untuk mengevaluasi reduksi umur rencana jalan akibat kendaraan *overload*, di antaranya sebagai berikut :

1. Daya Dukung Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar sangat mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Menentukan DDT didapat dari hasil grafik korelasi CBR tanah dasar terhadap DDT.

2. *California Bearing Ratio (CBR)*

Tebal bagian perkerasan ditentukan oleh nilai CBR. CBR adalah suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) kemudian dinyatakan dalam persentase. Menentukan nilai CBR dapat menggunakan cara analitis atau cara grafis.

3. Indeks Permukaan

Indeks permukaan adalah suatu angka yang dipergunakan untuk menyatakan kertaan atau kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

4. Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relative ditentukan secara korelasi sesuai nilai *Marshall Test* (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang stabilitas dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk lapis pondasi bawah).

5. Indeks Tebal Perkerasan

Indeks tebal perkerasan (ITP) adalah suatu indeks yang menentukan tebal perkerasan dan ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$\overline{ITP} = \sum_{i=1}^n a_i \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3 + a_4 \cdot D_4$$

Keterangan :

a_1 = Koefisien kekuatan relatif lapisan permukaan

a_2 = Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi atas perkerasan beraspal

a_3 = Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi atas perkerasan berbutir

a_4 = Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi bawah

D_1 = Tebal lapisan permukaan

D_2 = Tebal lapisan pondasi atas perkerasan beraspal

D_3 = Tebal lapisan pondasi atas perkerasan berbutir

D_4 = Tebal lapisan pondasi bawah

Nilai ITP ditentukan dengan menempatkan nilai – nilai daya dukung tanah (DDT), lalu lintas ekivalen harian (LHR), dan faktor regional (FR).

6. Analisis Volume Lalu Lintas

Untuk keperluan desain, volume lalu lintas dapat diperoleh dari :

1. Survey lalu lintas aktual, dengan durasi minimal 7 x 24 jam. Pelaksanaan survey mengacu pada Pedoman Survey Pencacacahan Lalu Lintas dengan cara Manual Pd T-19-2004-B atau menggunakan peralatan pendekatan yang sama.

2. Hasil – hasil survey lalu lintas sebelumnya yang dapat diperoleh dari P2JN
7. Jenis Kendaraan
Dalam melakukan survey lalu lintas menggunakan pembagian jenis kendaraan dan muatannya.
8. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
Berdasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid.
9. Perkiraan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)
Beban lalu lintas dapat diperoleh dari :
 1. Studi jembatan timbang untuk ruas jalan yang didesain
 2. Studi jembatan timbang yang pernah dilakukan sebelumnya dan dianggap cukup representative untuk ruas jalan yang didesain.
 3. Data WIM Regional yang dikeluarkan Direktorat Bina Teknik.
10. Beban Sumbu Standar
Pada beberapa ruas jalan beban sumbu 100 kN diijinkan, yaitu pada ruas jalan kelas I. namun nilai CESA selalu ditentukan berdasarkan beban sumbu standar 80 kN.
11. Beban Sumbu Standar Kumulatif
Beban sumbu standar kumulatif atau *Comulative Equivalent Single Axid* (CESA) adalah jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana.

2.14 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dibutuhkan untuk mengetahui bagaimana metode penelitian dan hasil – hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yang kemudian dibandingkan dengan penelitian yang akan dilakukan, selain itu penelitian terdahulu juga dapat berfungsi sebagai sumber referensi dan inspirasi yang dapat membantu penelitian yang akan dilakukan.

Berikut terdapat beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai pembandingan metode dan referensi dalam penelitian ini, dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan dapat diketahui juga beberapa ketentuan – ketentuan yang telah mengalami perubahan seiring berjalannya waktu.

Tabel 2. 10 Penelitian Terdahulu

No.	Nama (Tahun)	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
1	Waskito Yudo P (2018)	Analisis Kerusakan Dini Perkerasan Lentur Terhadap Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebih Kendaraan (<i>Overload</i>) : Studi Kasus Ruas Jalan Jogja - Solo	Ruas Jalan Jogja - Solo km. 48 - 45	Mengetahui perbandingan VDF hasil penelitian dengan VDF rencana. Mengkaji pengaruh <i>Overload</i> kendaraan terhadap pengurangan umur rencana jalan.	Merode analisis data mengacu pada <i>Guide for Design of Pavement</i> yang dikeluarkan oleh AASHTO 1993.	Kerusakan perkerasan jalan disebabkan kendaraan berlebih memiliki rasio VDF rencana dengan nilai VDF <i>overload</i> sebesar 117,8387% sampai 2008,0763%. Masa layan perkerasan jalan mengalami penurunan 26,30% dengan nilai <i>remaining life</i> rencana 84,62% dan nilai <i>remaining life overload</i> sebesar 58,35% atau lebih cepat 2 tahun.
2	Hengki Vernando Simanjuntak (2018)	Analisis Kerusakan Akibat Muatan Lebih Angkutan Barang Terhadap Perkerasan Jalan dan Umur Jalan (Studi Kasus Jembatan Timbang UPPKB Simpang Dua Pematang Siantar, Sumatera Utara)	Ruas Jalan Lintas Sumatera Utara, Kabupaten Pematang Siantar, Sumatera Utara dengan jarak 10 km.	Mengetahui pengaruh muatan lebih yang mengakibatkan penurunan umur rencana jalan. Mengetahui akibat dari pelanggaran kelebihan muatan.	Data hasil survei dengan analisis deksriptif kualitatif dan komulatif.	Muatan kendaraan yang melebihi sumbu terberat (MST) mempengaruhi kekuatan lapisan perkerasan sehingga mengurangi umur rencana teknis jalan dari 5 tahun menjadi 4,551 tahun. Kendaraan <i>Overload</i> juga menyebabkan kerusakan aspal seperti lubang, retak buaya dan distorsi.

Lanjutan **Tabel 2.10** Penelitian Terdahulu

No.	Nama (Tahun)	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
3	Pafras Leonardo Zalukhu (2020)	Analisa Dampak Beban Kendaraan dan Lalu Lintas Harian Rata - Rata Terhadap Kerusakan Jalan (Studi Kasus)	Ruas Jalan daerah Patumbak Kabupaten Deli Serdang	Untuk melihat dampak kerusakan jalan yang diakibatkan kendaraan <i>overload</i> dan mengetahui besarnya pengaruh beban muatan kendaraan berlebih terhadap perubahan umur perkerasan lentur.	Pelanggaran MST dan Derajat Kerusakan Analisa Jalan	Dari perbandingan dan data yang diamati, tonase kendaraan adalah faktor utama kerusakan jalan di Patumbak, yang disebabkan karena tidak sesuai kelas jalan dengan tonase kendaraan yang melewati jalan tersebut.
4	Hamam Nurkholis (2018)	Analisis Beban Berlebih Kendaraan Pada Perkerasan Lentur Terhadap Penurunan Umur Rencana Perkerasan Jalan	Ruas Jalan Raya Jogja - Purworejo Km 37 - Km 41.	Mengidentifikasi dan memperkirakan besarnya beban berlebih (<i>overload</i>) yang terjadi dan mengetahui sisa umur rencana atau tingkat penurunan umur perkerasan pada ruas Jalan raya Jogjya - Purwrejo Km 37 - Km 41.	Perbandingan nilai CESA rencana dan CESA <i>overload</i>	Umur perkerasan hanya mampu bertahan 8,17 tahun atau terjadi penurunan sebesar 1,83 tahun. Maka diperlukan pemeliharaan atau evaluasi lebih lanjut terhadap kondisi perkerasan.
5	Kgs. Saiful Anwar (2020)	Analisis Pengaruh Kendaraan <i>Over Dimension Over Load</i> (ODOL) Terhadap Perkerasan Jalan	Ruas Jalan Nasional di Wilayah Sumatera Selatan	Untuk mendapatkan pengaruh beban pada sumbu kendaraan, sehingga kerusakan yang berpengaruh pada perkerasan jalan akibat dari kendaraan dengan beban berlebihan dapat dihitung.	Menghitung VDF (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	Pengaruh kendaraan ODOL terhadap sisa umur rencana pada jalan nasional di wilayah Sumatera Selatan sebesar 5,78 tahun untuk beban <i>overload</i> dan 5,85 tahun untuk tindakan pada beban <i>overload</i> .