

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (UU No. 38 Tahun 2004). Dengan jumlah penduduk yang semakin bertambah setiap tahunnya dan semakin bertambahnya jumlah kendaraan, maka kebutuhan sarana transportasi jalan raya sangat besar. Oleh karena itu diperlukan perencanaan konstruksi jalan yang optimal dan memenuhi syarat teknis menurut fungsi, volume maupun sifat lalu lintas sehingga pembangunan tersebut dapat berguna maksimal bagi perkembangan daerah sekitarnya.

Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan kualitas strukturalnya sesuai bertambahnya umur jalan, apalagi jika dilalui oleh kendaraan dengan muatan berat dan cenderung melebihi ketentuan. Jalan raya saat ini sering mengalami kerusakan dalam waktu yang relatif sangat pendek (kerusakan dini) baik jalan yang baru dibangun maupun jalan yang baru diperbaiki (*overlay*). Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, penyebab utama kerusakan jalan adalah kualitas pelaksanaan, drainase dan dari beban kendaraan yang melebihi ketentuan (*overload*).

Kondisi jalan Medan-Binjai KM. 12 Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera sudah mengalami kerusakan pada beberapa bagian badan jalan. Kerusakan pada badan jalan ini diakibatkan karena kendaraan yang melintas terutama jenis kendaraan yang memiliki box/bak mengangkut muatan secara berlebihan dari aturan yang sudah ditetapkan, kerusakan yang ditimbulkan kendaraan berupa retakan, distorsi, ataupun kecacatan permukaan jalan. Hal ini membuat kenyamanan berlalu lintas berkurang dan dapat menyebabkan kecelakaan, sedangkan jalan Medan-Binjai KM.12 ini merupakan jalan nasional yang menghubungkan antar kota. Oleh karena itu penulis ingin melakukan analisa tentang Pengaruh Beban Berlebih (*Overload*) Terhadap Pengurangan Umur Rencana Perkerasan Jalan dengan ruas jalan yang ditinjau adalah ruas jalan Medan – Binjai KM. 12 dan panjang jalan yang ditinjau sejauh 1 kilometer, dimulai

dari titik KM. 12 sampai dengan titik KM. 13. Diharapkan nantinya dalam penelitian ini dapat diketahui perbandingan umur jalan akibat beban berlebih.



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Studi
(Sumber: Google Maps)



Gambar 1. 2 Retakan Badan Jalan
(Sumber: Dokumentasi)

1.2 Rumusan Masalah

Jenis dan besarnya kendaraan yang beraneka ragam menyebabkan pengaruh daya rusak dari masing-masing kendaraan terhadap lapisan-lapisan perkerasan jalan raya tidaklah sama.

Semakin besar muatan/beban suatu kendaraan yang dipikul lapisan perkerasan jalan maka umur perkerasan jalan akan semakin cepat tercapai, hal ini disebabkan kendaraan-kendaraan yang melintas memiliki angka ekivalen yang makin besar dan kendaraan yang lewat pada suatu lajur jalan raya memiliki beban siklus atau suatu beban yang berulang-ulang yang mempengaruhi indeks permukaan akhir umur rencana (Ipt) dari perkerasan jalan raya.

Dalam perencanaan perkerasan jalan raya adanya, digunakan beban standar sehingga semua beban kendaraan dapat diekivalensikan terhadap beban standar dengan menggunakan “angka ekivalen beban sumbu (E)”. Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda 18.000 pon (8,16 ton) (Sukirman, 1999)

Dengan adanya masalah beban berlebih, maka dilihat seberapa besar pengaruh kelebihan muatan terhadap umur perkerasan jalan raya. Dengan adanya kasus beban berlebih ini perlu untuk diketahui besaran pengaruh dari kendaraan-kendaraan dengan kelebihan muatan terhadap pengurangan umur rencana perkerasan jalan raya.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini, yaitu:

1. Penelitian dilakukan sepanjang 1 KM (titik awal KM 12 sampai KM 13) diruas jalan Medan – Binjai KM. 12
2. Pengambilan data dilakukan pada Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Provinsi Sumatera Utara.
3. Umur rencana yang digunakan adalah 10 tahun.
4. Metode yang digunakan untuk menghitung sisa umur perkerasan yaitu Metode AASHTO 1993.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan untuk penelitian ini adalah:

1. Mengetahui faktor penyebab kerusakan jalan berdasarkan analisis.
2. Menentukan angka ekivalen kendaraan dengan menggunakan metode Bina Marga.
3. Menganalisa dampak beban kendaraan berlebih (*overload*) terhadap umur rencana perkerasan jalan dengan metode *American Association of State Highway and Transportation*

Officials (AASHTO), sehingga dampak kelebihan muatan terhadap umur rencana jalan dapat diketahui.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Menambah pengetahuan dan pemahaman dibidang Teknik Sipil, khususnya tentang pengaruh kelebihan beban terhadap umur rencana.
2. Referensi untuk bahan acuan dan pertimbangan pengambilan kebijakan dalam mendesign maupun pemeliharaan jalan raya.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang disajikan dalam tugas akhir ini, antara lain sebagai berikut:

1. BAB I. Pendahuluan

Pada bab ini berisikan latar belakang topik, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisikan uraian mengenai teori yang berhubungan dengan pengaruh kelebihan muatan kendaraan terhadap kekuatan umur rencana jalan raya.

3. BAB. III Metodologi Penelitian

Pada bab ini diuraikan langkah sistematis yang ditempuh untuk mencapai subjek penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisis data.

4. BAB. IV Analisa dan Pembahasan

Pada bab ini berisikan tentang pelaksanaan penelitian yang dilakukan yaitu perhitungan angka ekivalen dengan muatan standar/berlebih, serta perhitungan penurunan umur rencana jalan berdasarkan analisa nilai ESAL.

5. BAB. V Kesimpulan dan Saran

Bab penutup yang berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan serta saran-saran yang diberikan penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

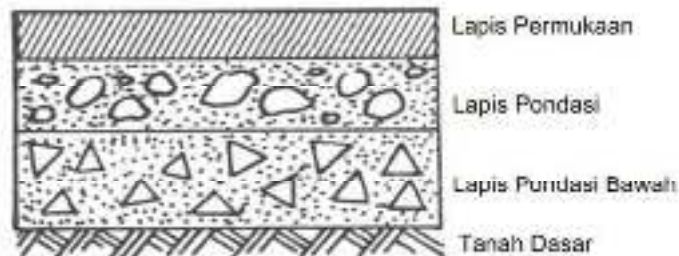
Perkerasan jalan merupakan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah atau batu kali ataupun bahan lainnya. Bahan ikat yang dipakai adalah aspal, semen, ataupun tanah liat.

Berdasarkan bahan ikat perkerasan jalan, jalan dikelompokkan atas :

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Adalah perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal, yang sifatnya lentur terutama pada saat panas. Aspal dan agregat ditebar di jalan pada suhu tinggi (sekitar 100°). Perkerasan lentur menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang dipadatkan melalui beberapa lapisan sebagai berikut,

- Lapisan permukaan
- Lapisan pondasi atas
- Lapisan pondasi bawah
- Lapisan tanah dasar

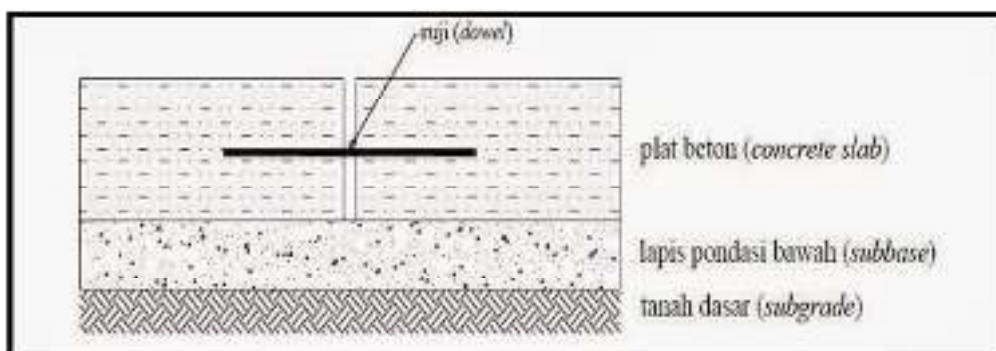


Gambar 2. 1 Lapisan Perkerasan Lentur
(Sumber: Google Picture Lapisan Perkerasan Lentur)

2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Adalah perkerasan yang menggunakan bahan ikat semen, yang sifatnya kaku. Perkerasan kaku berupa plat beton dengan atau tanpa tulangan di atas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Beban lalu lintas diteruskan ke atas plat beton. Perkerasan kaku bisa dikelompokkan atas,

- Perkerasan kaku semen yang terbuat dari beton semen baik yang bertulangan ataupun tanpa tulangan.
- Perkerasan kaku komposit yang terbuat dari komposit sehingga lebih kuat dari perkerasan semen, baik untuk digunakan pada landasan pesawat udara di bandara.



Gambar 2. 2 Lapisan Perkerasan Kaku

(Sumber: Google Picture Lapisan Perkerasan Kaku)

Perbedaan umum antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku dapat terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. 1 Perbedaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

		Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul <i>rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil.	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar.

Sumber: Konstruksi, Dunia. 2014. "Perkerasan Jalan", <https://bebas-unik.blogspot.com/2014/11/perkerasan-jalan.html?m=1>, diakses pada 15 April 2020 pukul 20.30.

Menurut Sukirman (2003), perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Menurut Tenriajeng (2002) dalam buku yang berjudul *Rekayasa Jalan Raya-2*, menyatakan bahwa perkerasan jalan adalah campuran antara agregat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai: batu pecah, batu belah, batu kali, hasil sampingan peleburan baja. Bahan ikat yang digunakan: aspal, semen, tanah liat.

Menurut Saodang (2005), struktur perkerasan merupakan gabungan dari komposisi bahan, yang masing-masing berbeda elastisitasnya.

2.2 Beban Berlebih

Beban berlebih (*overload*) adalah suatu kondisi beban gandar (as) kendaraan melampaui batas beban maksimum yang diijinkan. Beban berlebih (*overload*) adalah beban lalu lintas rencana (jumlah lintasan operasional rencana) tercapai sebelum umur rencana perkerasan, atau sering disebut dengan kerusakan dini (*Hikmat Iskandar, Jurnal Perencanaan Volume Lalu lintas Untuk Angkutan Jalan, 2008*). Kelebihan muatan atau dalam terminologi asing sering disebut dengan istilah “*overload*” berarti kendaraan dimuat barang (atau penumpang) melebihi daya angkut maksimumnya. Kendaraan yang dimuati secara berlebihan maka akan ada celah untuk mengkompromikan keselamatannya. Beberapa kalangan sering juga menyebutnya dengan istilah *over tonase*.

Jumlah berat yang diizinkan (JBI) adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui. Jumlah berat yang diizinkan semakin besar kalau jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. Atau dapat diformulasikan: $JBI=BK+G+L$, dimana BK adalah berat kosong kendaraan, G adalah berat orang (yang diizinkan), L adalah berat muatan (yang diizinkan). Muatan sumbu terberat (MST) adalah jumlah tekanan maksimum roda-roda kendaraan pada sumbu yang menekan jalan.



Gambar 2. 3 Contoh Muatan Berlebih
(Sumber: Google Picture Muatan Berlebih)

2.3 Klasifikasi Jalan

2.3.1 Klasifikasi Kelas Dan Fungsi Jalan

Berdasarkan peraturan pemerintah No.43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu lintas jalan pasal 10 disebutkan bahwa untuk keperluan pengaturan penggunaan dan pemenuhan kebutuhan angkutan, jalan dibagi dalam beberapa kelas yang didasarkan pada kebutuhan transportasi, pemilihan moda secara tepat dengan mempertimbangkan keunggulan karakteristik masing-masing moda, perkembangan teknologi kendaraan bermotor, muatan sumbu terberat kendaraan bermotor serta konstruksi jalan, seperti dalam Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Kelas Jalan berdasarkan fungsi dan penggunaannya

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Maksimum Dan Muatan Sumbu Terberat (MST)			
		Lebar (mm)	Panjang (mm)	MST (ton)	Tinggi (mm)
I	Arteri	2500	18000	>10	4200 dan tidak lebih dari 1,7 x lebar kendaraan
II		2500	18000	≤10	
IIIA	Arteri atau kolektor	2500	18000	≤8	
IIIB	Kolektor	2500	12000	≤8	
IIIC	Lokal dan Lingkungan	2100	9000	≤8	

Sumber: (PP No. 43/1993)

Dari tabel tersebut dapat diketahui kelas dan fungsi jalanya, dengan dimensi dan beban muatan yang sudah ditetapkan sesuai dengan klasifikasi jalannya. Ketentuan tersebut menjadi acuan terwujudnya sarana transportasi jalan yang layak dan aman, setiap jalan dibuat agar bisa memikul setiap muatan beban kendaraan yang melewatinya.

Dalam penggunaan jalan sehari-hari, sering terjadinya pelanggaran terhadap ketentuan-ketentuan yang sudah ditetapkan yang mengakibatkan kelayakan jalan tersebut menurun. Misalnya ketika kendaraan dengan MST > 10 ton melewati jalan arteri dengan MST ≤ 10 ton, maka beban dari kendaraan tersebut harus dikurangi untuk mencegah kerusakan jalan. Jika sendainya beban yang diangkut tidak disesuaikan dengan beban jalan maka perkerasan jalan

akan mengalami beban berlebih (*overload*) sehingga jalan akan menjadi cepat rusak dan tidak sesuai dengan umur jalan yang direncanakan.

Jalan yang sudah rusak, akan membuat kendaraan yang melwatinya mengalami kewanalan seperti tidak dapat melaju dengan kecepatan yang diharapkan karena permukaan jalan yang tidak rata. Jalan rusak yang permukaannya tidak rata cenderung membuat kendaraan yang melewatinya tidak stabil dan membahayakan sehingga dapat terjadi kecelakaan lalu lintas.

2.3.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Klasifikasi menurut medan jalan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Klasifikasi menurut medan jalan

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Perbukitan	B	3 -25
3	Gunung	G	> 25

Sumber: Ditjen Bina Marga, Tata Cara Perencanaan Geometrik antar Kota, No. 039/TBM/1997

2.4 Kerusakan Perkerasan

Secara garis besar kerusakan dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu kerusakan struktural, mencakup kegagalan perkerasan atau kerusakan dari satu atau lebih komponen perkerasan yang mengakibatkan perkerasan tidak dapat lagi menanggung beban lalu lintas; dan kerusakan fungsional yang mengakibatkan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan menjadi terganggu sehingga biaya operasi kendaraan semakin meningkat. (*Sulaksono, 2001*).

Menurut manual pemeliharaan jalan No: 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas:

1. Retak (*cracking*)
2. Distorsi (*distorsion*)
3. Cacat permukaan (*disintegration*)

4. Pengausan (*polished aggregate*)
 5. Kegemukan (*bleeding of flushing*)
 6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas
- a. Retak (*cracking*) dan penyebabnya.

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas :

1. Retak halus (*hair cracking*), lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebab adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air kedalam lapis permukaan. Untuk pemeliharaan dapat dipergunakan lapis latasir atau buras. Dalam tahap perbaikan sebaiknya dilengkapi dengan perbaikan sistem drainase. Retak rambut dapat berkembang menjadi retak kulit buaya.
2. Retak kulit buaya (*alligator crack*), lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling merangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik). Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut. Retak kulit buaya untuk sementara dapat dipelihara dengan mempergunakan lapis burda, burtu, ataupun latasir, jika celah ≤ 3 mm. Sebaiknya bagian perkerasan yang telah mengalami retak kulit buaya akibat air yang merembes masuk ke lapis pondasi dan tanah dasar diperbaiki dengan cara dibongkar dan membuang bagian-bagian yang basah, kemudian dilapis kembali dengan bahan yang sesuai. Perbaikan harus disertai dengan perbaikan drainase di sekitarnya. Kerusakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas harus diperbaiki dengan memberi lapis tambahan. Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan lubang-lubang akibat terlepasnya butir-butir.

3. Retak pinggir (*edge crack*), retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu. Retak ini disebabkan oleh tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadi penyusutan tanah, atau terjadinya settlement di bawah daerah tersebut. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan dapat pula menjadi sebab terjadinya retak pinggir itu. Di lokasi retak, air dapat meresap yang dapat semakin merusak lapis permukaan. Retak dapat diperbaiki dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir. Perbaikan drainase harus dilakukan, bahu diperlebar dan dipadatkan. Jika pinggir perkerasan mengalami penurunan, elevasi dapat diperbaiki dengan menggunakan hotmix. Retak ini lama kelamaan akan bertambah besar disertai dengan terjadinya lubang-lubang.
4. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*), retak memanjang, umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi drainase di bawah bahu jalan lebih buruk daripada di bawah perkerasan, terjadi settlement di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truk/kendaraan berat di bahu jalan. Perbaikan dapat dilakukan seperti perbaikan retak refleksi.
5. Retak sambungan jalan (*lane joint crack*), retak memanjang, yang terjadi pada sambungan 2 lajur lalu-lintas. Hal ini disebabkan tidak baiknya ikatan sambungan kedua lajur. Perbaikan dapat dilakukan dengan memasukan campuran aspal cair dan pasir ke dalam celah-celah yang terjadi. Jika tidak diperbaiki, retak dapat berkembang menjadi lebar karena terlepasnya butir-butir pada tepi retak dan meresapnya air ke dalam lapisan.
6. Retak sambungan pelebaran jalan (*widening cracks*), adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran. Hal ini disebabkan oleh perbedaan daya dukung dibawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama, dapat juga disebabkan oleh ikatan antara sambungan tidak baik. Perbaikan dilakukan dengan mengisi celah-celah yang timbul dengan campuran aspal cair dan p.asir. Jika tidak diperbaiki, air dapat meresap masuk ke dalam lapisan perkerasan melalui celah-celah, butir-butir dapat lepas dan retak bertambah besar.

7. Retak refleksi (*reflection cracks*), retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum pekerjaan *overlay* dilakukan. Retak refleksi dapat pula terjadi jika terjadi gerakan vertikal/horizontal di bawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansip. Untuk retak memanjang, melintang dan diagonal perbaikan dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir. Untuk retak berbentuk kotak, perbaikan dilakukan dengan membongkar dan melapis kembali dengan bahan yang sesuai.
8. Retak susut (*shrinkage cracks*), retak yang saling bersambungan membentuk kotak - kotak besar dengan sudut tajam. Retak disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir dan dilapisi dengan burtu.
9. Retak slip (*slippage cracks*), retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit, hal ini terjadi disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air atau benda non adhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya tack coat sebagai bahan pengikat di antara kedua lapisan. Retak selip pun dapat terjadi akibat terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan, atau kurang baiknya pemadatan lapis permukaan. Perbaikan dapat dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan menggantikannya dengan lapisan yang lebih baik.

b. Distorsi (*Distortion*).

Distorsi/perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Distorsi (*Distortion*) dapat dibedakan atas :

1. Alur (*Ruts*), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan, dan akhirnya dapat timbul retak-retak. Terjadinya alur

disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dari lapis permukaan yang sesuai.

2. Keriting (*Corrugation*), alur yang terjadi melintang jalan. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak mempergunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan permukaan penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang mempergunakan aspal cair). Kerusakan dapat diperbaiki dengan :

- Jika lapis permukaan yang keriting itu mempunyai lapis pondasi agregat, perbaikan yang tepat adalah dengan menggaruk kembali, dicampur dengan lapis pondasi, dipadatkan kembali dan diberi lapis permukaan baru.
- Jika lapis permukaan bahan pengikat mempunyai ketebalan > 5 cm, maka lapis tipis yang mengalami keriting tersebut diangkat dan diberi lapis permukaan yang baru.

3. Sungkur (*Shoving*), deformasi plastis yang terjadi setempat, ditempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam dan tikungan tajam. Kerusakan dapat terjadi dengan/tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting. Perbaikan dapat dilakukan dengan cara dibongkar dan dilapis kembali.

4. Amblas (*Grade Depressions*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami settlement. Perbaikan dapat dilakukan dengan :

- Untuk amblas yang ≤ 5 cm, bagian yang rendah diisi dengan bahan sesuai seperti lapen, lataston, laston.
- Untuk amblas yang ≥ 5 cm, bagian yang amblas dibongkar dan lapis kembali dengan lapis yang sesuai.

5. Jembul (*Upheaval*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif. Perbaikan dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan melapisinya kembali.
- c. Cacat Permukaan (*Sisintegration*) yang mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan.

Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

1. Lubang (*Potholes*), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang–lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahny kerusakan jalan. Lubang dapat terjadi akibat :

- a. Campuran material lapis permukaan jelek, seperti :

- Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas.
- Agregat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregat tidak baik.
- Temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan.

- b. Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.

- c. Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis perkerasan.

- d. Retak–retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap dan mengakibatkan terjadinya lubang–lubang kecil.

Lubang–lubang tersebut diperbaiki dengan cara dibongkar dan dilapis kembali. Perbaikan yang bersifat permanen disebut juga *deep patch* (tambalan dalam), yang dilakukan sebagai berikut :

- a. Bersihkan lubang dari air dan material–material yang lepas.

- b. Bongkar bagian lapis permukaan dan pondasi sedalam–dalamnya sehingga mencapai lapisan yang kokoh (potong dalam bentuk yang persegi panjang).

- c. Beri lapis tack coat sebagai lapis pengikat.

- d. Isikan campuran aspal dengan hati–hati sehingga tidak terjadi segregasi.

e. Padatkan lapis campuran dan bentuk permukaan sesuai dengan lingkungannya.

2. Pelepasan butir (*Ravelling*), dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Dapat diperbaiki dengan memberikan lapisan tambahan di atas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan dan dikeringkan.

3. Pengelupasan lapisan permukaan (*Stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan. Dapat diperbaiki dengan cara digaruk, diratakan dan dipadatkan. Setelah itu dilapisi dengan buras.

d. Pengausan (*Polished Aggregate*)

Permukaan jalan menjadi licin, sehingga membahayakan kendaraan. Pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical. Dapat diatasi dengan menutup lapisan dengan latasir, buras atau latasbun.

e. Kegemukan (*Bleeding or flushing*)

Permukaan menjadi licin. Pada temperatur tinggi, aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda. Kegemukan (*bleeding*) dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *prime coat* atau *tack coat*. Dapat diatasi dengan menaburkan agregat panas dan kemudian dipadatkan atau lapis aspal diangkat dan kemudian diberi lapisan penutup.

f. Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas (*Utility cut depression*)

Terjadi di sepanjang bekas penanaman utilitas. Hal ini terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat. Dapat diperbaiki dengan dibongkar kembali dan diganti dengan lapis yang sesuai.

2.5 Faktor-faktor Kerusakan Jalan

Faktor-faktor penyebab kerusakan jalan secara umum terdiri atas:

1. *Overtonase* (kelebihan beban tonase) kendaraan

Salah satu faktor yang sering mengakibatkan kerusakan dini pada jalan raya adalah *overtonase/overloading* kendaraan seperti truk, tronton, dan lain-lain. Beban sumbu suatu kendaraan yang melintasi jalan raya harus sesuai dengan ketentuan yang telah dipersyaratkan oleh pemerintah melalui Dinas Perhubungan, Oleh karena itu, diperlukan peran fungsi dari jembatan timbang, dan jenis kendaraan melewati jalan sesuai dengan kapasitas dan tipe yang kendaraan yang dipersyaratkan.

2. Drainase yang tidak berfungsi/tidak adanya drainase

Salah satu item penting pada proyek jalan adalah drainase atau saluran, suatu jalan yang tidak memiliki saluran/drainase atau yang drainasenya tersumbat, akan mengakibatkan air menjadi tergenang di badan jalan. Air pada asphalt hotmix akan mengakibatkan terjadi pelepasan butiran agregat asphalt hotmix atau mengurangi daya lekat aspal sehingga jalan akan mudah terjadi kerusakan.

3. Mutu *asphalt hotmix* yang tidak baik

Sebelum dilakukan pengaspalan, harus dilakukan *Job Mix Design* (JMD) dan memiliki *Job Mix Formula* (JMF) agar menghasilkan mutu *asphalt hotmix* yang sesuai dengan mutu yang dipersyaratkan.

4. Kesalahan perencanaan tebal perkerasan jalan

Kerusakan jalan raya juga dapat disebabkan oleh kesalahan dalam perencanaan tebal perkerasannya. Oleh karena itu diperlukan pengambilan data-data yang tepat sesuai dengan yang dibutuhkan untuk perencanaan perkerasan tebal perkerasan jalan.

5. Lapis pondasi agregat yang tidak padat

Umumnya konstruksi jalan raya memiliki lapisan Lapis Pondasi Agregat Klas A maupun Lapis Pondasi Agregat Klas B. Pelaksanaan lapis pondasi agregat yang tidak padat atau tidak sesuai yang dipersyaratkan akan menyebabkan aspal hotmix di atasnya menjadi bergelombang atau menjadi tidak stabil menahan terhadap beban lalu lintas di atasnya. Oleh karena itu diperlukan pemeriksaan kepadatan Lapis Pondasi Agregat sebelum dilakukan

pengaspalan menggunakan pengujian kepadatan lapangan dengan alat conus pasir (*Sand Cone Test*).

6. Kondisi konstruksi tanah dasar yang tidak stabil

Ada beberapa daerah di Indonesia yang memiliki kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Oleh karena itu diperlukan penyelidikan teknis terhadap tanah dasar, agar dapat dilakukan penanganan teknis yang sesuai keadaan kondisi tanah dasar tersebut.

7. Faktor bencana alam

Untuk faktor bencana alam memang sulit untuk dihindari, seperti kerusakan jalan akibat gempa bumi atau bencana banjir dan lainnya. Namun perlu diambil pelajaran yang terjadi dengan berupaya membuat konstruksi jalan yang lebih pada daerah yang rawan bencana alam.

8. Pelaksanaan pekerjaan pengaspalan yang tidak baik

Untuk menghindari kerusakan dini pada jalan, pelaksanaan pekerjaan pengaspalan harus diperhatikan, seperti jumlah *passing*, suhu aspal saat penghamparan, tebal aspal hotmix yang dihampar, dan yang lainnya.

9. Tidak dilakukan perawatan jalan secara berkala

Jalan yang telah mulai mengalami kerusakan apabila tidak ditangani dengan segera akan menyebabkan kerusakan semakin parah. Oleh karena itu diperlukan perawatan jalan secara berkala oleh instansi terkait agar tidak membahayakan masyarakat pengguna transportasi terutama pengguna sepeda motor.

2.6 Jumlah Jalur

Lalur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lalu lintas terbesar (lajur dengan volume tertinggi). Jumlah lajur ditentukan berdasarkan prakiraan volume lalu lintas harian yang dinyatakan dalam smp/hari dan menyatakan volume lalu lintas untuk kedua arah. Persentase kendaraan pada jalur rencana dapat juga diperoleh dengan melakukan survey volume lalu lintas. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan menurut Tabel 2.4 dan 2.5 di bawah ini:

Tabel 2. 4 Jumlah Lajur berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dep.PU (Pt T-01-2005-B)

Tabel 2. 5 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

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

Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dep.PU (Pt T-01-2002-B)

2.7 Koefisien Distribusi Kendaraan (D_D)

Koefisien distribusi kendaraan (D_D) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Koefisien Distribusi Kendaraan (D_D)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,4	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,4

Sumber : Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dep.PU (Pt T-01-2005-B)

Keterangan : *) Berat total < 5 ton, misalnya mobil penumpang, pick up, mobil hantaran.

***) Berat total \geq 5 ton, misalnya : bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

2.8 Beban Lalu Lintas

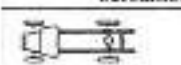







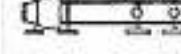

Lalu lintas didalam Undang-undang No. 22 tahun 2009 didefenisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di Ruang Lalu Lintas Jalan. Sedangkan yang dimaksud dengan Ruang Lalu Lintas Jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

Dengan mengetahui kemampuan jalan dapat menerima beban lalu lintas yang diterimanya maka akan dapat ditentukan tebal perkerasan jalan dan umur rencana perkerasan jalan sesuai dengan yang direncanakan. Beban lalu lintas merupakan beban dinamis yang terjadi secara berulang selama masa pelayanan jalan.

Berat kendaraan dibebankan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak diujung-ujung sumbu kendaraan. Setiap kendaraan memiliki dua sumbu yaitu sumbu depan (kendali) dan sumbu belakang (sumbu penahan beban). Masing-masing sumbu dilengkapi dengan satu roda atau dua roda. Berdasarkan konfigurasi sumbu dan jumlah roda yang dimiliki diujung-ujung sumbu, maka sumbu kendaraan dibedakan atas:

- Sumbu tunggal roda tunggal
- Sumbu tunggal roda ganda
- Sumbu ganda atau sumbu tandem roda tunggal
- Sumbu ganda atau sumbu tandem roda ganda
- Sumbu triple roda ganda

Dalam perencanaan jalan, perlu diketahui berbagai jenis kendaraan yang menjadi beban pada saat melintasi jalan. Maka sebagai usaha untuk mempermudah hal tersebut, dalam proses perencanaan digunakan kode angka dan simbol. Pada gambar dibawah ini dimuat konfigurasi sumbu dan kode untuk setiap jenis kendaraan.




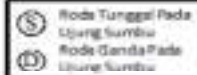

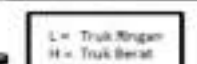
Kendaraan komersial bersumbu kaku		Kendaraan komersial gandengan/trailer	
 1.1	 1.2	 1.1-1	 1.1-11
 1.11	 1.22	 1.1-22	 1.2-1
 1.111		 1.2-11	

Gambar 2. 4 Konfigurasi sumbu dan kodenya
(Sumber: Google picture konfigurasi sumbu dan kode)

Dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh beban lalu lintas tidaklah sama antara yang satu dengan yang lain. Perbedaan ini mengharuskan suatu standar yang bisa mewakili untuk semua jenis kendaraan, sehingga semua beban yang diterima oleh srutuktur perkerasan jalan dapat disamakan ke dalam beban standar. Beban standar ini digunakan sebagai batasan maksimum yang diijinkan untuk suatu kendaraan. Beban yang sering digunakan sebagai batasan maksimum yang diijinkan untuk suatu kendaraan adalah beban gandar maksimum. Beban standar ini diambil sebesar 18.000 pounds (8,16 ton) pada sumbu standar tunggal. Diambilnya angka ini karena daya pengrusak yang ditimbulkan beban gandar terhadap struktur perkerasan adalah bernilai satu.

Pada tabel dibawah ini menunjukkan distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan.

Tabel 2. 7 Distribusi Beban Sumbu dan Beban Kendaraan

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (Ton)	Beban Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	
1.1 Mobil Perumpang	1,5	0,5	2	
1.2 Bus	3	6	9	
1.3L Truk	2,3	6	8,3	 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">  </div>
1.3H Truk	4,2	14	18,2	 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">  </div>

Sumber: Bina Marga (1983) dan Pemenhub No. 14 (2007)

2.9 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam, atau menit). Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata, dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata:

1. Lalu lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) merupakan jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{jumlah lalu lintas dalam 1 tahun}}{365} \quad (2.1)$$

LHRT dinyatakan dalam smp/hari/2 arah atau kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 lajur 2 arah, smp/hari/1 lajur atau kendaraan/hari/1 arah untuk jalan berlajur banyak dengan median.

2. Lalu lintas Harian Rata-Rata (LHR) merupakan jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor, roda empat atau lebih selama 24 jam untuk kedua arah. LHR setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah tanpa median. Untuk dapat menghitung LHR haruslah tersedia data jumlah kendaraan yang terus menerus selama 1 tahun penuh. Mengingat akan biaya yang diperlukan dan membandingkan dengan

ketelitian yang dicapai serta tak semua tempat mempunyai data volume lalu lintas selama 1 tahun, maka untuk kondisi tersebut dapat pula dipergunakan satuan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR). Sehingga LHR juga dapat dihitung melalui hasil pembagian jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$LHR = \frac{\text{jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan}}$$

2.10 Angka Ekuivalen Kendaraan (E)

Angka ekuivalen adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan tersebut lewat satu kali. Setiap jenis kendaraan akan mempunyai angka ekuivalen (*VDF = vehicle damage factor*) yang berbeda yang merupakan jumlah angka ekuivalen dari sumbu depan dan sumbu belakang. Beban masing-masing sumbu dipengaruhi oleh letak titik berat kendaraan dan bervariasi sesuai dengan muatan dari kendaraan tersebut.

Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan kendaraan dapat ditentukan berdasarkan beban sumbu setiap kendaraan dengan rumus :

- a. Angka ekuivalen sumbu tunggal

$$E = 1 \left(\frac{L}{8160} \right)^4 \quad (2.3)$$

- b. Angka ekuivalen sumbu ganda

$$E = 0,086 \left(\frac{L}{8160} \right)^4 \quad (2.4)$$

- c. Angka ekuivalen sumbu triple

$$E = 0,031 \left(\frac{L}{8160} \right)^4 \quad (2.5)$$

Keterangan:

E : Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan

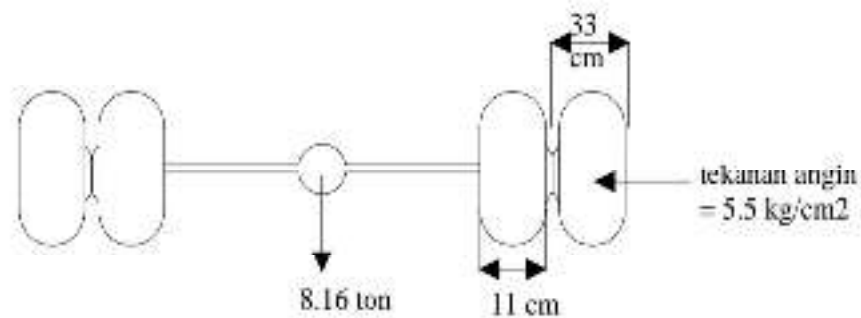
L : Beban sumbu kendaraan (kg)

k : 1 untuk sumbu tunggal

0,086 untuk sumbu tandem

0,031 untuk sumbu triple

Faktor daya rusak ($VDF = vehicle\ damage\ factor$) menggambarkan seberapa besar pengaruh suatu kendaraan terhadap perkerasan apabila melintas di atas lapisan perkerasan tersebut. Kerusakan akan terjadi lebih cepat dengan adanya beban berlebih karena faktor daya pengrusak sangat dipengaruhi jumlah beban pada masing-masing sumbu. Pada dasarnya konstruksi perkerasan jalan direncanakan dengan mengasumsikan jalan akan mengalami sejumlah repetisi ($CESA = Cumulatif\ Equivalent\ Single\ Axle\ Load$) beban kendaraan dalam satuan standar axle load (SAL) sebesar 18.000 lbs atau 8,16 ton untuk as tunggal roda ganda. CESA adalah *cumulatife equivalent standart axles*, yaitu total VDF kendaraan-kendaraan yang diperkirakan melintasi ruas jalan tersebut selama umur rencana, dalam satuan lintasan as kendaraan dengan beban standar 18 kips (8,16 ton). Dengan mengetahui hal ini maka kelebihan muatan pada kendaraan (*overloading*) sangat berpengaruh terhadap pengurangan umur rencana jalan.



Gambar 2. 5 Sumbu standar 18.000 pon/ 8,16 ton
(Sumber: Sukirman, 1999)

Tekanan roda 1 ban lebih kurang $0,55\text{ Mpa} = 5,5\text{ kg/cm}^2$.

Jari-jari bidang kontak 110 mm atau 11 cm.

Jarak antara masing-masing sumbu roda ganda = 33 cm

Tabel 2. 8 Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,002	0
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	0,0795
8160	18000	1,0000	0,086
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

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen, Dep. PU (1987)

2.11 Umur Rencana (UR)

Umur rencana jalan adalah waktu yang ditentukan dari jalan mulai dibuka (mulai digunakan) sampai jalan perlu dilakukan perbaikan (*overlay*). Dalam perencanaan jalan umumnya UR yang digunakan adalah 10 tahun. Umur Rencana (UR) yang akan digunakan dalam *traffic design* disesuaikan dengan jenis atau fungsi jalan. Untuk menghitung kumulatif lalu lintas selama umur rencana dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$W_{18} = \sum_{N_1}^{N_n} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 365 \quad (2.6)$$

Dimana :

W_{18} = Traffic design pada lajur lalu-lintas, *Equivalent Single Axle Load*.

LHR_j = Jumlah lalu-lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan j.

VDF_j = Damage factor untuk jenis kendaraan j.

D_D = Faktor distribusi arah.

D_L = Faktor distribusi lajur.

N_1 = Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka.

N_n = Lalu-lintas pada akhir umur rencana.

2.12 Sisa Umur (Remaining Life)

Sisa umur perkerasan jalan (*remaining life*) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar sisa umur rencana jalan yang diakibatkan oleh beban berlebih dengan membandingkan dengan umur rencana jalan dalam keadaan normal. *Remaining life* dihitung menggunakan metode AASHTO 1993 dengan persamaan:

$$RL = 100 \left[1 - \left(\frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \right] \quad (2.7)$$

Dimana:

RL = *Remaining life* (%)

N_p = Total *traffic* yang telah melewati perkerasan (ESAL)

$N_{1,5}$ = Total *traffic* pada kondisi perkerasan berakhir (*failure*) (ESAL)

2.13 Pertumbuhan Lalu Lintas (i %)

Yang dimaksud dengan pertumbuhan lalu lintas adalah penambahan atau perkembangan lalu lintas dari tahun ke tahun selama umur rencana. Pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung dengan 2 macam metode, yaitu metode eksponensial dan metode regresi linear. Untuk mengetahui pertumbuhan lalu lintas di tahun selanjutnya digunakan rumus :

$$LHR_n = LHR_1 \times (1 + i)^n$$

Pertumbuhan lalu lintas pertahun dihitung dengan mengubah persamaan (2.8) diatas menjadi persamaan berikut:

$$i = \sqrt[n]{\frac{LHR_1}{LHR_n}} \quad (2.9)$$

Dengan:

i = Faktor pertumbuhan

n = Tahun ke-n

LHR_0 = LHR tahun awal

LHR_n = LHR tahun ke-n

Dalam Keputusan Direktur Jenderal (KEPDIRJEN) Bina Marga (2012) menjelaskan bahwa faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formularitas korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka dapat menggunakan perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas sebagai berikut :

1. Jalan arteri dan perkotaan dengan pertumbuhan 5% untuk tahun 2011-2020 dan 4% untuk tahun 2021-2030,
2. Jalan rural dengan pertumbuhan 3,5% untuk tahun 2011-2020 dan 2,5% untuk tahun 2021-2030.

Sedangkan Sukirman (1999) menerangkan bahwa faktor pertumbuhan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang memakai jalan dari tahun ke tahun yang dipengaruhi oleh perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, dan naiknya kemampuan membeli kendaraan. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen/tahun (%/thn).

2.14 International Roughness Index (IRI)

IRI (International Roughness Index) adalah index yang menunjukkan besaran kekasaran permukaan jalan. Survey IRI ini dimaksud untuk mendapatkan data mengenai kondisi lapisan permukaan jalan. Survey ini dapat dilaksanakan secara visual atau dengan menggunakan alat NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*). Pengelompokan klasifikasi kondisi jalan berdasarkan nilai IRI disajikan dalam Tabel 2.9 berikut ini :

Tabel 2. 9 Hubungan Antara Nilai dengan Klasifikasi Kondis Jalan

Nilai IRI	Kondisi
< 4	Baik
4 – 8	Sedang
8 -12	Rusak Ringan
> 12	Rusak Berat

Sumber: Bina Marga

2.15 Kategori Kendaraan

Survey volume lalu-lintas yang dipakai acuan dewasa ini oleh Direktorat Jenderal Bina Marga mengkategorikan 11 kendaraan termasuk kendaraan tidak bermotor (*non motorised*). Sebelumnya, survai pencacahan lalu lintas dengan cara manual perhitungan lalu-lintas tersebut

mengkategorikan menjadi 8 kelas (Ditjen Bina Marga Pd-T-19-2004). Tabel 2.8 membedakan beberapa kategori kendaraan tersebut. Untuk perencanaan perkerasan jalan digunakan 11 klasifikasi kendaraan. Untuk perencanaan geometrik, digunakan hanya 5 kelas kendaraan (MKJI, 1997).

Tabel 2. 10 Kategori Jenis Kendaraan Berdasarkan 3 Referensi

IRMS, BM		BM 1992		MKJI 1997	
1	Sepeda motor, skuter, kendaraan roda tiga	1	Sepeda motor, skuter, sepeda kumbang dan roda tiga	1	Sepeda motor (MC), kendaraan bermotor roda 2 dan 3
2	Sedan, jeep, station wagon	2	Sedan, jeep, station wagon	2	Kendaraan Ringan (LV): Mobil penumpang, oplet, mikrobus, pickup, bis kecil, truk kecil
3	opelet, pikup opelet, suburban, kombi, dan mini bus	3	opelet, pikup opelet, suburban, kombi, dan mini bus		
4	Pikup, mikro truk, dan Mobil Hantaran	4	Pikup, Mikro Truk, dan Mobil Hantaran		
5a	Bus Kecil	5	Bus	3	Kendaraan Berat (LHV): Bis, Truk 2 as
5b	Bus Besar				
6	Truk 2 as	6	Truk 2 sumbu		
7a	Truk 3 as	7	Truk 3 sumbu atau lebih dan Gandengan	4	HGV: Truk 3 as, dan truk kombinasi (Truk Gandengan dan Truk Tempelan).
7b	Truk Gandengan				
7c	Truk Tempelan (Semi trailer)				
8	Kendaraan tidak bermotor: Sepeda, Beca, Dokar, Keretek, Andong.	8	Kendaraan tidak bermotor: Sepeda, Beca, Dokar, Keretek, Andong.	5	Kendaraan Tidak Bermotor (UM)

Sumber : Ditjen Bina Marga, 1992

2.16 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini dicantumkan juga beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang memiliki keterkaitan dan berhubungan dengan penelitian ini diantaranya adalah:

No.	Nama	Judul	Hasil
1.	Putri Angelia Safitra, Theo K Sendow, Sisca V Pandey (2019)	Analisa pengaruh beban berlebih terhadap umur rencana jalan (ruas jalan Manado – Bitung)	kualitas prasarana transportasi dalam suatu wilayah ditentukan oleh tingkat pelayanan jalan yang dilewati oleh setiap kendaraan, baik itu kendaraan dengan muatan normal maupun kendaraan dengan muatan berlebih (<i>overloading</i>) dari kelas jalan yang sudah ditetapkan. Ruas jalan Manado – Bitung merupakan salah satu akses ke daerah kawasan industri, dimana ruas jalan ini banyak dilalui oleh kendaraan berat dengan muatan normal maupun muatan berlebih yang melanggar batas ketentuan yang diijinkan. Hal ini menyebabkan terjadinya kerusakan pada badan jalan sebelum umur teknis perencanaan terpenuhi dalam waktu yang relatif singkat atau terjadinya kerusakan dini pada badan jalan. Dampak lain disebabkan oleh kendaraan bermuatan berlebih adalah kurangnya tingkat keselamatan berkendara, kemacetan, dan kerusakan suku cadang kendaraan yang lebih cepat.

2.	Bangun Dwindra Ramadhani (2019)	Pengaruh beban berlebih terhadap umur rencana jalan (Ruas Jalan Simpang Pematang Mesuji Lampung	Salah satu jalan kolektor di provinsi Lampung, yang merupakan pusat kegiatan perekonomian. Ruas jalan ini banyak dilintasi oleh kendaraan berat dengan muatan berlebih (<i>overload</i>) dari industri kelapa sawit dan dan perkebunan lain diwilayah Mesuji. Oleh sebab itu menimbulkan pembebanan yang secara langsung mempengaruhi umur rencana jalan. Dari data yang digunakan dalam menghitung <i>damage factor</i> dari setiap jenis kendaraan yang melintas. Maka dapat diketahui tebal perkerasan dari perhitungan muatan normal dan muatan berlebih (<i>overload</i>), dan juga dapat mengetahui umur rencana jalan. Dari hasil analisa didapat umur perkerasan ruas jalan Simpang Pematang – Mesuji provinsi Lampung yang seharusnya 7 tahun pada awal perencanaan, menjadi lebih singkat yaitu 2 tahun (30%) bila dilalui oleh kendaraan dengan muatan berlebih (<i>overload</i>). Dengan lebih singkatnya umur perkerasan jalan tersebut, maka diperlukan penambahan tebal perkerasan jalan (<i>overlay</i>) dengan tebal 7 cm.
3.	Leo Sentosa,	Analisa dampak	salah satu jalan negara, jalan Lintas

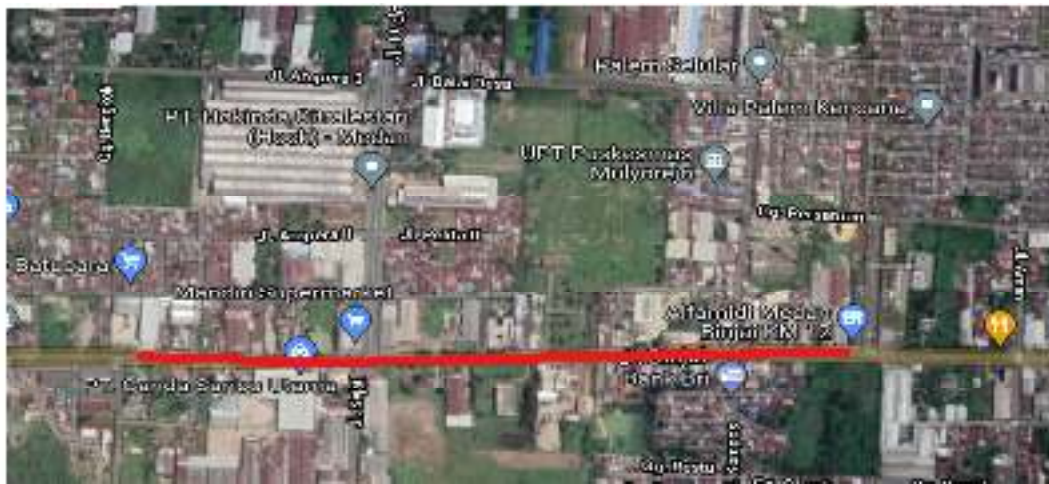
	Asri Awal Roza (2012)	beban <i>overloading</i> kendaraan pada struktur <i>rigid pavement</i> terhadap umur rencana perkerasan (ruas jalan Lago – Sorek km 77 – 78)	Timur Sumatera memiliki peranan penting dalam pengembangan perekonomian nasional. Terutama pada ruas Lago – Sorek, ada beberapa daerah industri seperti pabrik pulp dan kertas, serta minyak sawit mentah (CPO). Masalah yang berulang kali terjadi adalah kerusakan jalan dan pengurangan umur layan perkerasan jalan, hal ini sering disebabkan oleh kelebihan beban kendaraan. Evaluasi perkerasan kaki dilakukan pada ruas jalan Lago – Sorek di km 77-78. Untuk mengevaluasi struktur perkerasan kaku digunakan metode AASTHO 1993. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumbu beban kendaraan lebih dari 17,98% melebihi beban gandar maksimum. Jika dihitung dengan kondisi overload maka terjadi penurunan umur layan sebesar 8 tahun dari 20 tahun umur rencana. Jika dihitung menggunakan persamaan kehidupan sisa dari, AASTHO 1993 penurunan dalam kehidupan pelayanan usia 25,94%. Jika dihitung menggunakan persamaan <i>Remaining life</i> dari AASTHO 1993, terjadi pengurangan umur layan sebesar 25,94%.
--	--------------------------	--	--

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi untuk penelitian yang dilakukan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini berada di Ruas jalan Medan – Binjai KM. 12, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara dengan panjang jalan yang diteliti sejauh 1 kilometer dimulai dari titik KM 12 sampai dengan KM 13. Kondisi pada ruas jalan yang diteliti ini mengalami kerusakan jalan berupa retakan, distorsi alur (perubahan bentuk jalan akibat lapis perkerasan yang kurang padat), dan cacat permukaan (berlubang).



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Maps)

3.2 Topik Penelitian

Judul penelitian yang menjadi topik pembahasan adalah PENGARUH BEBAN BERLEBIH (*OVERLOAD*) TERHADAP PENGURANGAN UMUR RENCANA PERKERASAN JALAN PADA RUAS JALAN MEDAN – BINJAI KM. 12 (Studi Literatur). Pada penelitian ini akan dilihat besarnya pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap pengurangan umur rencana perkerasan jalan.

3.3 Pengumpulan Data

Adapun data yang penulis gunakan dalam penulisan tugas akhir ini, diantaranya:

1. Data primer, berupa data yang diperoleh secara langsung dari survey visual yang dilakukan pada lokasi penelitian untuk mendapatkan data inventarisasi jalan seperti kondisi jalan, jenis kendaraan-kendaraan bermuatan berat yang melewati ruas jalan, serta pengambilan dokumentasi.
2. Data sekunder, diperoleh melalui media perantara atau data yang didapat secara tidak langsung. Adapun data sekunder yang diperoleh dari Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Sumatera Utara (Satker P2JN) berupa data Lalu Lintas Harian (LHR) tahun 2021. Berikut data yang LHR untuk ruas jalan Medan-Binjai KM. 12:

Tabel 3. 1 LHR ruas jalan Medan-Binjai KM. 12

No.	Jenis Kendaraan	Golongan kendaraan	LHR Kendaraan
1	Sepeda Motor, Roda 3	1	225297

2	Sedan, Jeep, Taxi	2	61646
3	Angkutan Umum, Mikrolet	3	12075
4	Pick-Up, Mobil Box	4	17099
5	Bus Kecil	5a	2804
6	Bus Besar	5b	2275
7	Truk 2 as (blkg 2ban)	6a	9594
8	Truk 2 as (blkg 4ban)	6b	8971
9	Truk 3 as	7a	5465
10	Truk 4 as	7b	873
11	Truk ≥ 5 as (Trailer)	7c	655
12	Tdk Bermotor	8	314
Jumlah			347068

Sumber: Satker P2JN

3.4 Prosedur Perhitungan

Berikut adalah prosedur perhitungan untuk menganalisa pengaruh muatan berlebih (*overload*) dalam tugas akhir ini, antara lain:

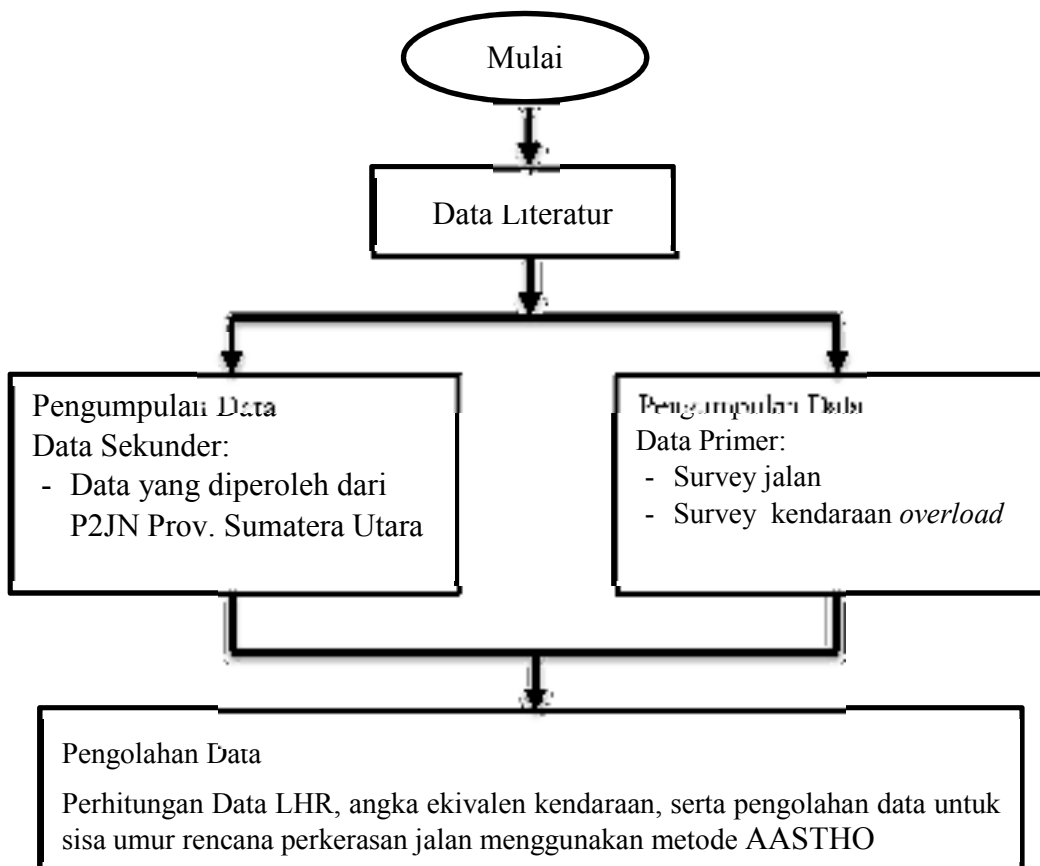
1. Pembagian beban tiap sumbu jenis kendaraan bermuatan berlebih/*overload*.
2. Perhitungan angka ekivalen tiap jenis kendaraan dengan muatan berlebih.
3. Perhitungan angka ekivalen kumulatif berdasarkan hasil angka ekivalen tiap jenis kendaraan muatan berlebih.
4. Perhitungan umur rencana jalan dari analisis nilai kumulatif ESAL.
5. Perhitungan perbandingan umur sisa perkerasan.

3.5 Analisis Dan Interpretasi

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis menggunakan program Microsoft Excel untuk menganalisis dan menggambar grafik dari hasil perhitungan. Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, sehingga mudah dibaca dan dipahami oleh pembaca. Setelah semua langkah penelitian selesai dilakukan, dan hasil-hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian, maka laporan penelitian (skripsi) dapat dibuat secara runtut dan sistematis.

3.6 Diagram Alur Penelitian

Dari prosedur yang telah dijelaskan diatas dapat dibuat diagram alur penelitian seperti Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian