



Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



Pengaruh Kendaraan Bermuatan Lebih (*Overloading*) Terhadap Umur Rencana Jalan

J.Umar^{a,*}, D.Despa^a, S.Waluyo^a

^aProgram Profesi Insinyur, Universitas Lampung, Jl. Prof Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

Diterima 30 Agustus 2021

Direvisi 18 November 2021

Diterbitkan 24 Desember 2021

Kata kunci:

Overloading

Umur rencana

Indeks Tebal Perkerasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh beban muatan kendaraan berlebih terhadap perubahan umur perkerasan lentur dengan melakukan simulasi pada suatu ruas jalan. Dalam menganalisa dampak atau pengaruh beban berlebih terhadap umur perkerasan jalan pada perkerasan lentur dilakukan perhitungan untuk mendapatkan tebal perkerasan lentur dari data-data sekunder jalan yang dikaji dengan umur rencana dan beban lalu lintas rencana (MST ijin) kemudian tebal perkerasan yang diperoleh dievaluasi kinerjanya dengan kondisi muatan kendaraan melebihi batas MST yang diijinkan dengan persentase kelebihan beban bervariasi sehingga didapatkan jumlah pengurangan umur layan jalan tersebut akibat beban berlebih sesuai dengan variasi persentase kelebihan bebannya. Hasilnya menunjukkan bahwa tipe kendaraan yang paling sensitif dalam menerima beban muatan berlebih adalah kendaraan Jenis Truk 3 As karena peningkatan total ekivalen kendaraannya paling besar diantara jenis kendaraan berat yang lain tetapi jika muatannya sama, maka truk 2 As memberikan efek kerusakan yang lebih besar. Peningkatan total ekivalen kendaraan akibat peningkatan muatan beban berlebih menyebabkan nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) struktur yang diperlukan agar jalan tetap bisa menjalankan fungsinya meningkat secara linear yaitu dalam fungsi $y = 0.3168x - 0.0568$, $R^2 = 0.9977$. Dan peningkatan total ekivalen kendaraan akibat peningkatan muatan beban berlebih menyebabkan umur rencana jalan mengalami penurunan signifikan, yaitu dalam fungsi polinomial $y = -0.0114x^3 + 0.3235x^2 - 3.7348x + 19.948$ dimana $R^2 = 0.9999$

1. Pendahuluan

Kerusakan jalan mengindikasikan kondisi struktural dan fungsional jalan yang sudah tidak mampu memberikan pelayanan yang optimal terhadap pengguna jalan, seperti ketidaknyamanan dan ketidakamanan pengguna jalan mengemudikan kendaraan di atas permukaan jalan yang bergelombang dan licin. Beban lalu lintas kendaraan yang dapat berupa peningkatan beban dan repetisi beban. Makin banyak repetisi beban yang terjadi semakin besar tingkat kerusakan jalan. Kerusakan akan terjadi jika daya dukung perkerasan jalan lebih kecil dari beban lalu lintas. Meskipun demikian perbaikan lebih lanjut dapat dilakukan dengan pengendalian system terpadu. Standarisasi beberapa komponen seperti roda, dan peningkatan frekuensi pengecekan terhadap beban kendaraan demi kepentingan keselamatan lalu lintas maupun untuk mencegah beban yang berlebih pada perkerasan jalan. (Udiana dkk, 2014)

Semakin meningkatnya pertumbuhan pergerakan angkutan barang serta lemahnya penerapan aturan batas penetapan beban menyebabkan kecenderungan masyarakat melakukan pelanggaran atas muatan kendaraan angkutan barang. Beban berlebih muatan (*overloading*) kendaraan akan berbahaya terhadap struktur perkerasan bilamana beban yang bertumpu as roda kendaraan melebihi batas ketentuan Muatan Sumbu Terberat (MST) yang ditetapkan untuk suatu kelas jalan.

Kondisi seperti ini akan memberikan tegangan berlebih (*over stress*) pada struktur perkerasan jalan, baik perkerasan lentur maupun perkerasan kaku sehingga dapat mempercepat keruntuhan struktur tersebut. Keruntuhan struktur yang lebih cepat dari semestinya ini yang menyebabkan berkurangnya umur perkerasan jalan baik perkerasan lentur tidak hanya akibat dari muatan berlebih saja tetapi juga disebabkan oleh pertumbuhan lalu lintas yang lebih cepat dari yang direncanakan.

Permasalahan utama yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana dampak dari beban berlebih terhadap umur perkerasan pada struktur perkerasan lentur.

Tujuan klasifikasi jalan berdasarkan muatan sumbu adalah 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 (Prabudi dkk, 2020). Klasifikasi jalan umum berdasarkan muatan sumbu, terdiri atas:

a. Jalan Kelas I

Jalan Kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari

*Penulis korespondensi.

E-mail: joelianumar12345@gmail.com (J Umar).

10 ton, yang saat ini masih belum digunakan di Indonesia, namun sudah mulai dikembangkan di berbagai negara maju seperti di Prancis telah mencapai muatan sumbu terberat sebesar 13 ton.

b. Jalan Kelas II

Jalan Kelas II yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton, jalan kelas ini merupakan jalan yang sesuai untuk angkutan peti kemas.

c. Jalan Kelas IIIA

Jalan Kelas III A, yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

d. Jalan Kelas IIIB

Jalan Kelas III B, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 12 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

e. Jalan Kelas IIIC

Jalan Kelas III C, yaitu jalan lokal dan jalan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,1 meter, ukuran panjang tidak melebihi 9 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

1.1 Jenis perkerasan

Pada saat tanah dibebani, beban akan menyebar ke dalam tanah dalam bentuk gaya-gaya. Gaya ini menyebar sedemikian rupa sehingga dapat menyebabkan lendutan dan akhirnya keruntuhan. Oleh sebab itu, diperlukan suatu lapisan tambahan di atas tanah dasar untuk menahan gaya tersebut (Untung, 1993)

Salah satu kegunaan perkerasan jalan adalah untuk memikul beban lalu lintas pada lapisan permukaan dan menyebarkan ke lapisan tanah dasar, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan yang dapat merusak struktur tanah dasar. Menurut Sukirman, (1992) perkerasan jalan berdasarkan material bahan pengikat dan pendistribusiannya dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu: perkerasan lentur, perkerasan rigid, dan perkerasan komposit.

a. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu suatu jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan mempunyai sifat lentur dimana setelah pembebanan berlangsung perkerasan akan seperti semula. Pada struktur perkerasan lentur, beban lalu lintas didistribusikan ke tanah dasar secara berjenjang dan berlapis (*Layer System*). Dengan sistem ini beban lalu lintas didistribusikan dari lapisan atas ke lapisan bawahnya.

b. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu suatu jenis perkerasan jalan menggunakan *portland cement* sebagai bahan pengikat dan mempunyai sifat kaku dimana setelah pembebanan berlangsung perkerasan tidak mengalami perubahan bentuk sehingga tegangan yang terjadi pada dasar perkerasan sudah kecil sekali.

Perkerasan ini merupakan perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

c. Perkerasan komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur. Perkerasan ini merupakan perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

1.2 Faktor-Faktor yang menentukan tebal perkerasan lentur

1) Kekuatan relative material

Ketebalan tiap lapisan perkerasan sangat ditentukan oleh material perkerasan yang dipilih. Setiap material memiliki Koefisien Kekuatan Relatif. Koefisien kekuatan relatif (a) masing masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, dan pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), Kuat Tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi atau pondasi bawah). Nilai kekuatan relatif untuk beberapa jenis bahan dapat dilihat tabel koefisien kekuatan relatif bahan (terlampir).

2) Fungsi dan tingkat pelayanan jalan

Dalam desain perkerasan lentur diperlukan beberapa parameter yang berhubungan dengan fungsi dan tingkat pelayanan jalan, beberapa hal tersebut diantaranya:

a) Fungsi jalan

Fungsi jalan dalam proses penentuan tebal perkerasan digunakan untuk menentukan nilai indeks permukaan jalan untuk setiap fungsi jalan.

Berdasarkan fungsinya jalan terbagi atas:

- Jalan arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- Jalan kolektor, adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- Jalan lokal, adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Sedangkan berdasarkan sistem jaringan jalan, jalan terdiri atas:

- jaringan jalan primer
- jaringan jalan sekunder.

Tabel berikut menjelaskan hubungan jaringan jalan dan fungsi jalan serta beberapa parameternya.

Tabel 1 Sistem Jaringan Jalan dan Parameter Perencanaannya

	Jaringan Jalan					
	Primer			Sekunder		
	arter i	kolekto r	loka l	arter i	kolekto r	loka l
Lebar Jalan	> 8 m	> 7 m	> 6 m	> 8 m	> 7 m	> 5 m
Indeks Permukaan (Ip)	≥ 2	≥ 2	≥ 1,5	≥ 1,5	≥ 1,5	≥ 1

Sumber: Sukirman, 1999

b) Kinerja perkerasan

Kinerja perkerasan meliputi 3 hal yaitu:

- Keamanan yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya sek yang

telah dipengaruhi oleh bentuk dan an, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dll.

- Wujud perkerasan (structural perkerasan), sehubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang dan lain sebagainya.
- Fungsi pelayanan (functional performance), sehubungan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pela kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi umumnya merupakan satu kesatuan yang dapat kan dengan "kenyamanan mengemudi (riding quality)"

Kinerja perkerasan lentur dapat dapat dinyatakan dalam:

- Indeks Permukaan / Serviceability Index
- Indeks kondisi jalan / Road Condition Index

Dalam penelitian ini parameter yang digunakan hanya indeks permukaan. Indeks permukaan (serviceability index) diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak retak, alur-alur, lubang-lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur jalan tersebut. Indeks Permukaan bervariasi dari angka 0-5, masing-masing angka menunjukkan fungsi pelayanan sebagai berikut:

Tabel.2 Tingkat Fungsi Pelayanan Jalan

Indeks Permukaan (IP)	Fungsi Pelayanan
4-5	Sangat baik
3-4	Baik
2-1	Cukup
1-0	Kurang
0-1	Sangat kurang

Sumber: Sukirman 1992

c) Umur rencana

Artinya adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk melayani lalu lintas kendaraan (akhir pelaksanaan) sampai diperlukan suatu perbaikan atau peningkatan yang bersifat struktural. Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan. Umur Rencana juga bisa diartikan sebagai jumlah repetisi beban lalu lintas (dalam satuan Equivalent Standard Load, ESAL) yang diperkirakan akan melintas dalam kurun waktu tertentu.

d) Lalu lintas yang merupakan beban dari perkerasan jalan

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut.

- Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari:
- Analisa lalu-lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai:
 - jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan
 - jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya
 - konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan
 - beban masing-masing sumbu kendaraan
 Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan hasil survey volume lalu lintas di dekat jalan tersebut dan analisa pola lalu lintas di sekitar lokasi jalan
 - Perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan sosial daerah tersebut.

Untuk dapat menghitung beban yang akan diterima dari perkerasan beberapa hal yang berkaitan dengan lalu lintas yang harus dicari adalah:

- Volume lalu lintas
Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu Bagian waktu. Untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan. Untuk kebutuhan perencanaan tebal lapisan perkerasan dibutuhkan data-data sebagai berikut :
 - o LHR rata-rata
 - o Komposisi arus lalu lintas terhadap berbagai kelompok jenis kendaraan

- Angka Ekuivalen Beban Sumbu
adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan beban sumbu standar yang akan menyebabkan kerusakan pada lapisan perkerasan apabila kendaraan itu lewat satu kali. Angka ekuivalen kendaraan tergantung pada ekuivalen sumbu depan ditambah ekuivalen sumbu belakang sehingga makin berat suatu kendaraan yang lewat semakin berat pula kerusakan yang diakibatkannya terhadap konstruksi jalan. Menurut Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga pada buku Angka ekuivalen kendaraan dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$STRT = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{5,4} \right)^4 \tag{2.1}$$

$$STRG = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{8,16} \right)^4 \tag{2.2}$$

$$SDRG = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13,76} \right)^4 \tag{2.3}$$

$$STrRG = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{18,45} \right)^4 \tag{2.4}$$

Dimana :

- STRT : sumbu tunggal roda tunggal
- STRG : Sumbu tunggal roda ganda
- SDRG : sumbu dual roda ganda
- STrRG : sumbu triple roda ganda

- Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan. Faktor pertumbuhan dinyatakan dalam persen.

- Lintas Ekuivalen
Kerusakan perkerasan jalan raya pada umumnya disebabkan oleh terkumpulnya air di bagian perkerasan jalan, dan karena repetisi dari lintasan kendaraan. Oleh karena itu perlulah ditentukan berapa jumlah repetisi beban yang akan memakai jalan tersebut. Repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu standar, dikenal dengan name lintas ekuivalen.

Lintas Ekuivalen dapat dibedakan atas:

- Lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut dibuka (Lintas ekuivalen awal umur rencana = LEP)
- Lintas ekuivalen pada akhir umur rencana adalah besarnya lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan secara struktural (Lintas Ekuivalen akhir umur rencana = LEA)
- Lintas ekuivalen selama umur rencana (AE18KSAL), jumlah lintas ekuivalen yang akan

melintasi jalan tersebut selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana

$$FP = UR/10 \tag{2.9}$$

Tabel 3 Hubungan Lebar Perkerasan dengan Jumlah Lajur

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

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 1987

Persentase kendaraan pada lajur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan koefisien distribusi kendaraan (C) yang diberikan oleh Bina Marga seperti terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

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

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 1987

* berat total < 5 ton, misalnya, sedan dan pick up

** berat total > 5 ton misalnya bus, truk,

1) Faktor pertumbuhan lalu lintas yang diperoleh dari hasil Analisa data lalu lintas perkembangan penduduk, pendapatan perkapita, rancangan induk daerah dan lain-lain.

2) Lintas Ekuivalen Permulaan diperoleh dari rumus:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \tag{2.5}$$

Catatan: j= jenis kendaraan

3) Ekuivalen Akhir (LEA) dengan rumus sebagai berikut

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \tag{2.6}$$

Catatan: i = perkembangan lalu lintas
j = jenis kendaraan

4) Lintas Ekuivalen Tengah (LET) dengan rumus sebagai berikut

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \tag{2.7}$$

5) Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LER = LET \times FP \tag{2.8}$$

6) Faktor penyesuaian (FP) tersebut diatas ditentukan dengan rumus:

e) Sifat dasar tanah

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang paling atas, diatas dimana diletakan lapisan dengan material yang lebih baik sifat tanah dasar mempengaruhi ketahanan lapisan diatasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Dalam penelitian ini Daya Dukung Tanah (DDT) ditentukan dengan mempergunakan nilai CBR yang telah diketahui atau telah ditentukan. Nilai DDT didapat dari Grafik korelasi DDT dan CBR (grafik terlampir) Bina Marga menganjurkan untuk mendasarkan DDT pengukuran nilai CBR. Bila diketahui sejumlah nilai CBR, maka digunakan nilai rata-rata CBR yang didapat dengan cara:

- Tentukan nilai CBR terendah;
- Tentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR;
- Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100%. Jumlah lainnya merupakan persentase dari 100%;
- Dibuat grafik hubungan antara nilai CBR dengan persentase jumlah tali;
- Nilai CBR rata-rata adalah yang didapat dari angka persentase 90%

1.3 Overloading

Ada beberapa definisi mengenai overloading yaitu:

1) Berat as kendaraan yang melampaui batas maksimum yang diizinkan (MST = muatan sumbu terberat) yang dalam hal ini, MST ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah yang berlaku:

Kolokium Puslitbang Jalan dan Jembatan TA. 2008

a. Pasal 11 PP No.43/1993: MST berdasarkan berat As Kendaraan:

- Jalan kelas I: $MST > 10$ (kecuali diatur lebih lanjut), berarti tidak ada pembatasan beban as kendaraan, kecuali untuk angkutan peti kemas yang diatur lebih lanjut oleh PP No.74-1990, pasal 9 yaitu:

No	Konfigurasi AS dan roda truk	MST (ton)
1	Sumbu Tunggal	Roda Tunggal 6
		Roda Ganda 10
2	Sumbu Ganda (tandem)	Roda Ganda 18
3	Sumnu Tiga (tripel)	Roda Ganda 20

- Jalan Kelas II: $MST \leq 10$ ton
- Jalan Kelas III (A, B, C): $MST \leq 8$ ton

2) Muatan Sumbu Terberat (MST)

Muatan sumbu terberat adalah jumlah tekanan maksimum roda terhadap jalan, penetapan muatan sumbu terberat ditujukan untuk mengoptimalkan antara biaya konstruksi dengan efisiensi angkutan.

Berdasarkan Undang-undang No. 22 / 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Pasal 19 ayat 2: Pengelompokkan Jalan menurut kelas terdiri atas:

a) Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor dengan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton;

- b) Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan dengan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton;
- c) Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dengan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton; dan
- d) Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri dengan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi ruas jalan Soekarno - Hatta, Bandar Lampung. Ruas jalan ini memiliki panjang ± 24 km. Pengumpulan data penelitian dimulai dari Tugu Radin Intan Rajabasa sampai dengan gapura perbatasan Bandar Lampung-Lampung Selatan

2.2 Pengumpulan Data

Dalam suatu penelitian tentunya harus memiliki dasar-dasar pembahasan dari suatu objek yang akan diteliti, hal ini sangat berkaitan dengan data-data yang akan dikumpulkan untuk menunjang hasil penelitian tersebut. Data-data yang diperlukan terbagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut :

1. Data primer.

Data primer penelitian ini adalah (Despa, 2021) :

a. Data Inventori Jalan

Data ini digunakan untuk memberikan informasi awal (Martinus, 2020) mengenai kondisi penampang melintang daerah studi yang meliputi panjang dan lebar jalan, jumlah ruas, median, jumlah lajur jalan dan kelengkapan jalan

Fungsi :

- Mengetahui dimensi jalan seperti panjang jalan dan lebar perkerasan.
- Mengetahui ada tidaknya median jalan.
- Mengetahui jenis perkerasan jalan.
- Menentukan titik STA.

2. Data sekunder (Nama, 2017).

Data yang diperlukan untuk menganalisa pengaruh beban berlebih (overload) terhadap umur perkerasan jalan aspal dan jalan beton adalah data-data sekunder berupa data geometrik jalan, Volume lalu lintas, fungsi dan karakteristik jalan serta, data-data teknis perencanaan struktur jalan seperti umur perkerasan, data kondisi wilayah tingkat pertumbuhan lalu lintas. Semua data-data diatas diambil berdasarkan asumsi dengan tetap mengacu pada pedoman perencanaan perkerasan baik pedoman perkerasan lentur.

Data volume baik LHRT maupun volume harian untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melewati jalan tersebut diambil berdasarkan data penelitian sebelumnya yang berjudul : Pengaruh Jumlah Kendaraan Terhadap Kerusakan Pada Perkerasan Lentur Di Jalan Bypass Soekarno Hatta Bandar Lampung

2.3 Metode Analisis

Dalam menganalisa dampak atau pengaruh beban berlebih terhadap umur perkerasan jalan pada perkerasan lentur dilakukan perhitungan untuk mendapatkan tebal perkerasan lentur dari data-data sekunder jalan yang dikaji dengan umur rencana dan beban lalu lintas rencana (MST ijin) kemudian tebal perkerasan yang diperoleh dievaluasi kinerjanya dengan kondisi muatan kendaraan melebihi batas MST yang diijinkan dengan persentase kelebihan beban bervariasi sehingga didapatkan jumlah pengurangan umur layanan jalan tersebut akibat beban berlebih sesuai dengan variasi persentase kelebihan bebannya.

2.4 Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Analisa Komponen

Langkah-langkah perencanaan tebal lapisan perkerasan dengan menggunakan

1. Menentukan nilai daya dukung tanah (DDT) dengan menggunakan nilai CBR yang telah ditentukan. Nilai DDT ini diperoleh dari hasil pembacaan nomogram hubungan DDT dengan CBR.
2. Menentukan umur rencana jalan yang hendak direncanakan, umumnya digunakan 20 tahun untuk konstruksi tidak bertahap. Umur rencana ini digunakan untuk menghitung jumlah beban rencana yang akan melewati jalan tersebut.
3. Menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas (i %)

Faktor pertumbuhan ini digunakan untuk menghitung atau memperkirakan jumlah lalu lintas kendaraan yang akan melewati jalan yang akan didesain pada akhir umur rencana. Sehingga dari perkiraan jumlah kendaraan tersebut bisa dihitung jumlah selama umur rencana untuk kemudian menentukan tebal perkerasan jalannya.
4. Menentukan Faktor Regional.

Faktor regional digunakan untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda antara jalan yang satu dengan jalan yang lain. Hal-hal yang digunakan sebagai acuan penentuan factor regional menurut bina marga adalah sebagai berikut:

 - Kondisi persimpangan yang ramai
 - Keadaan medan
 - Kondisi drainase yang ada
 - Pertimbangan teknis dari perencanaan

Berikut ini tabel Faktor regional untuk berbagai kondisi

Tabel 5. Faktor Regional

	KELANDAIA N I		KELANDAIA N II		KELANDAIA N III	
	% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat	
	≤ 30 %	> 30%	≤ 30 %	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim I > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber: Petunjuk Perkerasan Lentur jalan raya metode analisa komponen, Departemen pekerjaan umum 1987

5. Menentukan Lintas Ekuivalen (LER)

Lintas ekuivalen merupakan repitisi beban yang akan diterima oleh suatu jalan. Nilai LER ini yang kemudian digunakan untuk mencari tebal perkerasan dengan menggunakan nomogram perkerasan lentur.
6. Menentukan Nilai Indeks Permukaan awal (IPo)

IPo ini menyatakan nilai dari kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan lalu lintas pada awal umur rencana. Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut tabel 3.2 berikut:

Tabel 6 Indeks Permukaan Awal (IPo)

Jenis Lapisan Perkerasan	IPo	Roughness *(mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	>1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	>2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	>2000
BURDA	3,9 – 3,5	<2000
BURTU	3,4 – 3,0	<2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	>3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode analisa Komponen Dep. Pekerjaan Umum 1987

Berdasarkan tabel diatas penentuan IPo didasarkan pada jenis lapis permukaan yang akan digunakan dalam sebagai perkeasan jalan, Jika suatu jalan direncanakan dengan tingkat kerataan yang tinggi maka jenis lapis permukaan yang digunakan harus lapis permukaan dengan nilai kerataan permukaan yang tinggi pula, sehingga penentuan nilai IPo sangat menentukan jenis lapis permukaan yang akan digunakan.

7. Menentukan indeks Permukaan akhir (IPt)

Nilai IPt merupakan nilai yang menunjukkan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan pada akhir umur rencana yang nilainya ditentukan berdasarkan klasifikasi jalan

Tabel 7 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER – Lintas Ekuivalen 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	2,0	2,0 – 2,5	-
>1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber: Petunjuk Perkerasan Lentur jalan raya metode analisa komponen, Departemen pekerjaan umum 1987

Nilai IPt atau indeks permukaan akhir untuk berbagai klasifikasi jalan ditentukan berdasarkan jumlah lintas ekuivalen rencana dari jenis jalan tersebut, dimana semakin tinggi tingkat aktifitas atau lalu lintas jalan akan menjadikan IPt dari jalan tersebut menjadi tinggi pula. Nilai IPod an IPt ini yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan lentur dalam pembacaan nomogram untuk mendapatkan nilai ITP.

8. Penentuan tebal perkerasan

a. Indeks Tebal Perkerasan (ITP) Dinyatakan dalam rumus:

$$ITP = a_1D_1. a_2D_2.a_3D_3$$

Dimana $a_1 a_2 a_3$ = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

$D_1D_2D_3$ = tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

b. Batas minimal tebal perkerasan

Setiap lapisan diberikan batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan seperti pada tabel berikut ini

Tabel 8 Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
$<3,00$	5	Lapis Pelindung: Buras/Burtu/Burda
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
$\geq 10,00$	10	Laston

Sumber: Petunjuk Perkerasan Lentur jalan raya metode analisa komponen, Departemen pekerjaan umum 1987

Tabel 9 Batas-batas Minimum Tebal Lapis Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
$<3,00$	15	Batu Pecah, Stabilitasi tanah dengan semen stabilitasi tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20	Batu Pecah, Stabilitasi tanah dengan semen stabilitasi tanah dengan kapur
	10	Laston Atas
7,50 – 9,99	20	Batu Pecah, Stabilitasi tanah dengan semen stabilitasi tanah dengan kapur
	15	Pondasi Macadam Laston Atas
10,00 – 12,14	20	Batu Pecah, Stabilitasi tanah dengan semen stabilitasi tanah dengan kapur
		Pondasi Macadam, Lapen, Laston Atas
$>12,25$	25	Batu Pecah, Stabilitasi tanah dengan semen stabilitasi tanah dengan kapur
		Pondasi Macadam, Lapen, Laston Atas

Sumber: Petunjuk Perkerasan Lentur jalan raya metode analisa komponen, Departemen pekerjaan umum 1987

Untuk lapis pondasi bawah setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.

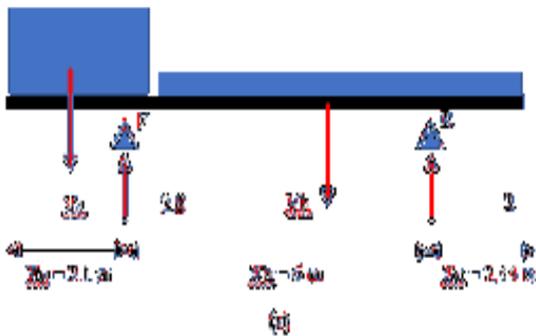
3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Distribusi Beban Pada Roda kendaraan Terhadap Besaran Beban Sumbu

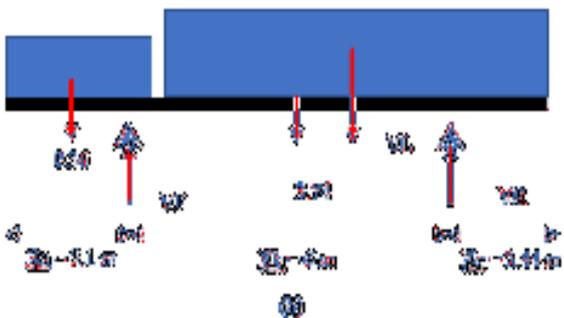
Setiap beban baik itu beban kendaraan maupun beban muatan akan didistribusikan ke tiap Sumbu kendaraan, dimana besarnya beban sumbu kendaraan tersebut tergantung pada berat kosong kendaraan, berat muatan kendaraan, dimensi dari kendaraan, serta konfigurasi sumbu kendaraan. Beban kendaraan dan beban muatan memiliki pengertian yang berbeda. Beban kendaraan atau berat kendaraan adalah berat kosong kendaraan dan tidak termasuk berat muatan yang diangkut kendaraan. Beban muatan adalah berat bersih muatan yang dapat diangkut. Jumlah dari beban kendaraan dan beban muatan disebut GVWR (*gross vehicle weight ratio*). Kedua jenis beban ini memiliki pengaruh yang berbeda terhadap besarnya beban sumbu.

Dalam simulasi distribusi beban total kendaraan akan dihitung berapa besarnya beban yang dipikul oleh setiap sumbu kendaraan akibat dari distribusi berat kendaraan (berat kosong) dan besarnya beban sumbu akibat dari distribusi berat muatan kendaraan sehingga bisa ditentukan pada muatan berapa ton untuk tiap jenis kendaraan overloading terjadi berdasarkan besarnya MST yang telah ditentukan berdasarkan kelas jalan. Berdasarkan UU Nomor 2 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 19 ayat 2 menyebutkan bahwa jalan kelas III, yaitu jalan jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.

- 1. Distribusi beban total kendaraan jenis Truk 2 as
 - distribusi beban kendaraan (muatan kosong)



- distribusi beban ketika kendaraan bermuatan



Gambar 1. (a) Distribusi Beban Kendaraan kendaraan (b) Distribusi beban muatan truk 2 As

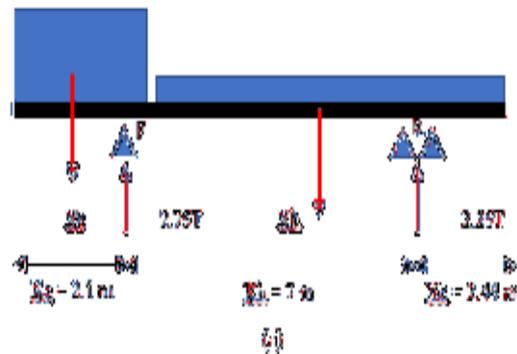
Dari ilustrasi gambar diatas dan dengan menggunakan prinsip mekanika teknik dapat dicari besarnya reaksi tiap sumbu akibat beban kendaraan dan beban muatan. Berikut adalah hasil simulasi distribusi beban total kendaraan ke beban tiap sumbu.

Tabel 10. Distribusi Beban Total Kendaraan ke Beban Sumbu dan penentuan muatan maksimum Truk 2 As untuk MST 8 Ton

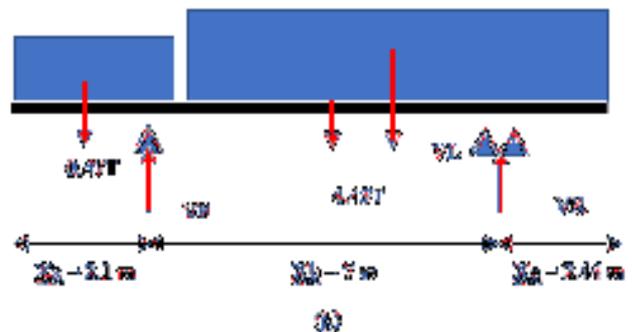
Berat Kendaraan (ton)	Berat Muatan (ton)	Jarak Gandar (m)	Tonjolan Belakang (m)	Tonjolan Depan (m)	Berat Sumbu	
					Depan (ton)	Belakang (ton)
4.8	4	6	2.44	2.1	3.48	4.62
4.8	8.8	6	2.44	2.1	4.90	8.00
4.8	12	6	2.44	2.1	5.85	10.25
4.8	16	6	2.44	2.1	7.04	13.06
4.8	20	6	2.44	2.1	8.23	15.87
4.8	24	6	2.44	2.1	9.41	18.69

Dari hasil simulasi diatas bisa diketahui bahwa untuk truk 2 As dengan dimensi dan berat kosong kendaraan yang tertera diatas memiliki batas muatan maksimum sebesar 9 ton karena jika muatan tersebut dinaikan maka akan memberikan MST melebihi dari MST ijin untuk kelas jalan III yaitu 8 ton.

- 2. Distribusi beban total kendaraan jenis Truk 3 as
 - distribusi beban kendaraan (muatan kosong)



- distribusi beban ketika kendaraan bermuatan



Gambar 2. (a) Distribusi Beban Kendaraan kendaraan (b) Distribusi bebanmuatan truk 3 As

Dari ilustrasi gambar diatas dan dengan menggunakan prinsip mekanika teknik dapat dicari besarnya reaksi tiap sumbu

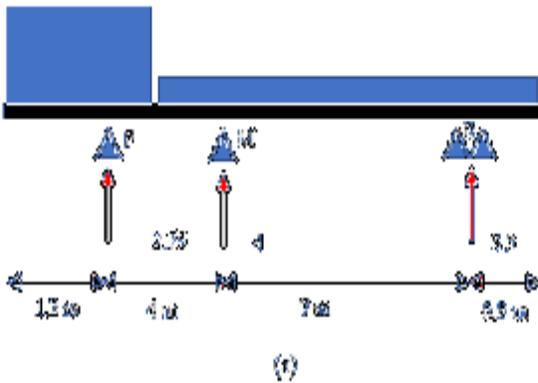
akibat beban kendaraan dan beban muatan. Berikut adalah hasil simulasi distribusi beban total kendaraan ke beban tiap sumbu.

Tabel 11. Distribusi Beban Total Kendaraan ke Beban Sumbu dan penentuan muatan maksimum Truk 3 As untuk MST 8 Ton

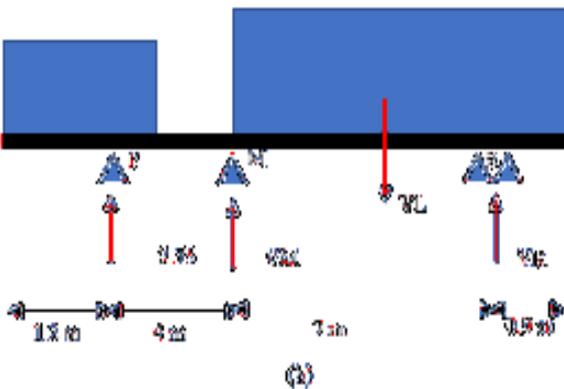
Berat Kendaraan (ton)	Berat Muatan (ton)	Jarak Gandar (m)	Tonjolan Belakang (m)	Tonjolan Depan (m)	Berat Sumbu	
					Depan (ton)	Belakang (ton)
5	7	7	2.44	2.1	5.04	6.54
5	12	7	2.44	2.1	6.66	9.91
5	16.1	7	2.44	2.1	8.00	12.67
5	20	7	2.44	2.1	9.27	15.30
5	24	7	2.44	2.1	10.57	18.00
5	28	7	2.44	2.1	11.88	20.70

Dari hasil simulasi diatas bisa diketahui bahwa untuk truk 3 As dengan dimensi dan berat kosong kendaraan yang tertera diatas memiliki batas muatan maksimum sebesar 16.1 ton karena jika muatan tersebut dinaikan maka akan memberikan MST melebihi dari MST ijin untuk kelas jalan III yaitu 8 ton

- Distribusi beban total kendaraan jenis triler 4 as (1.1.2)
 - Distribusi beban kendaraan (muatan kosong)



- Distribusi beban ketika kendaraan bermuatan



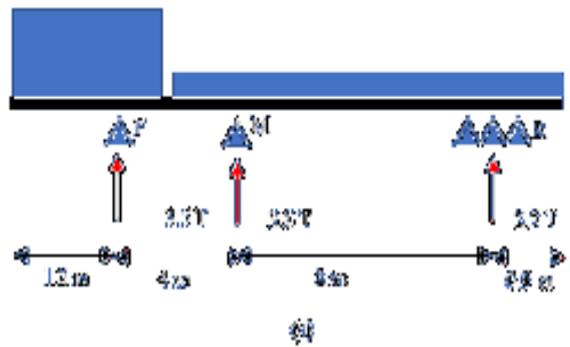
Gambar 3 (a) Distribusi Beban kendaraan, (b) Distribusi beban muatan kendaraan Trailer 4 as

Tabel 12. Distribusi Beban Total Kendaraan ke Beban Sumbu dan penentuan muatan maksimum Truk 4 As untuk MST 8 Ton

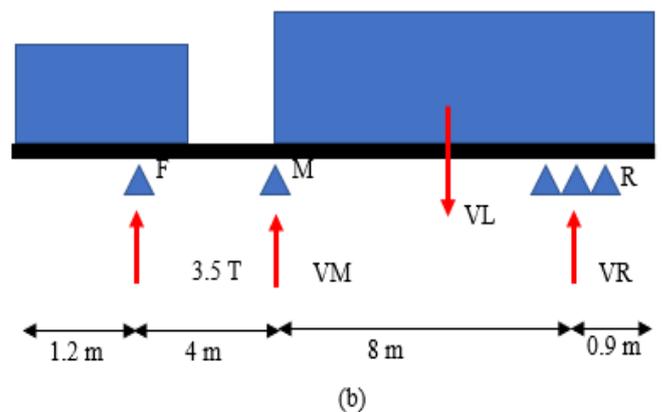
Berat Kendaraan (ton)	Berat Muatan (ton)	Jarak Gandar (m)	Tonjolan Belakang (m)	Tonjolan Depan (m)	Berat Sumbu		
					Depan (ton)	Tengah (ton)	Belakang (ton)
10	7	7	0.9	1.2	2.7	7.05	7.25
10	9.17	7	0.9	1.2	2.7	8.00	8.47
10	15	7	0.9	1.2	2.7	10.54	11.76
10	20	7	0.9	1.2	2.7	12.71	14.59
10	24	7	0.9	1.2	2.7	14.46	16.84

Dari hasil simulasi diatas bisa diketahui bahwa untuk trailer 4 As dengan dimensi dan berat kosong kendaraan yang tertera diatas memiliki batas muatan maksimum sebesar 9,17 ton karena jika muatan tersebut dinaikan maka akan memberikan MST melebihi dari MST ijin untuk kelas jalan III yaitu 8 ton.

- Trailer 5 as (1.2.2)
 - Distribusi beban kendaraan (muatan kosong)



- Distribusi beban ketika kendaraan bermuatan



Gambar 4 (a) Distribusi Beban kendaraan, (b) Distribusi beban muatan kendaraan Trailer 5 as

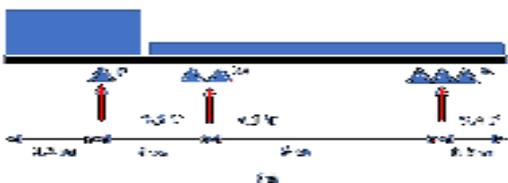
Tabel 13. Distribusi Beban Total Kendaraan ke Beban Sumbu dan penentuan muatan maksimum Truk 5 As untuk MST 8 Ton

Berat Kendaraan (ton)	Berat Muatan (ton)	Jarak Gandar (m)	Tonjolan Belakang (m)	Tonjolan Depan (m)	Berat Sumbu		
					Depan (ton)	Tengah (ton)	Belakang (ton)
10	8	8	0.9	2.1	3.5	7.35	7.65
10	9	8	0.9	2.1	3.5	7.79	8.21
10	13	8	0.9	2.1	3.5	9.57	10.43
10	20	8	0.9	2.1	3.5	12.68	14.33
10	30	8	0.9	2.1	3.5	17.11	19.89
10	35	8	0.9	2.1	3.5	19.33	22.67

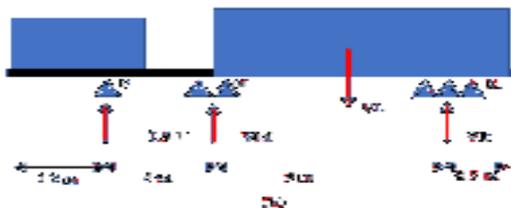
Dari hasil simulasi diatas bisa diketahui bahwa untuk trailer 5 As dengan dimensi dan berat kosong kendaraan yang tertera diatas memiliki batas muatan maksimum sebesar 9 ton karena jika muatan tersebut dinaikan maka akan memberikan MST melebihi dari MST ijin untuk kelas jalan III yaitu 8 ton.

5. Trailer 6 as (1.2.3)

- Distribusi beban kendaraan (muatan kosong)



- Distribusi beban ketika kendaraan bermuatan



Gambar 5 (a) Distribusi Beban kendaraan, (b) Distribusi beban muatan kendaraan Trailer 6 as

Tabel 13. Distribusi Beban Total Kendaraan ke Beban Sumbu dan penentuan muatan maksimum Truk 6 As untuk MST 8 Ton

Berat Kendaraan (ton)	Berat Muatan (ton)	Jarak Gandar (m)	Tonjolan Belakang (m)	Tonjolan Depan (m)	Berat Sumbu		
					Depan (ton)	Tengah (ton)	Belakang (ton)
10	20	9	0.9	2.1	3.5	13.10	14.40
10	24	9	0.9	2.1	3.5	14.90	16.60
10	26.45	9	0.9	2.1	3.5	16.00	17.95
10	30	9	0.9	2.1	3.5	17.60	19.90
10	35	9	0.9	2.1	3.5	19.85	22.65

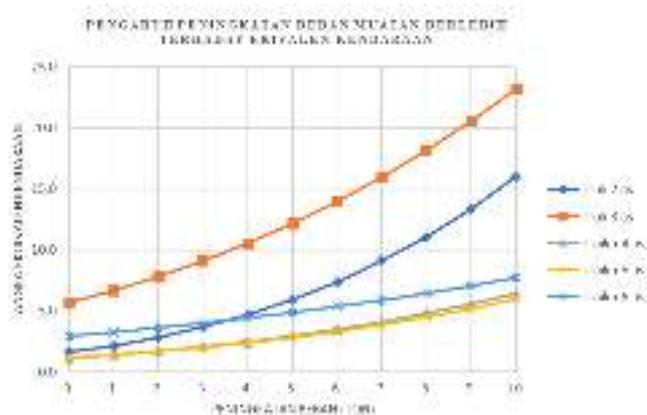
Dari hasil simulasi diatas bisa diketahui bahwa untuk trailer 6 As dengan dimensi dan berat kosong kendaraan yang tertera diatas memiliki batas muatan maksimum sebesar 26.45 ton karena jika muatan tersebut dinaikan maka akan memberikan MST melebihi dari MST ijin untuk kelas jalan III yaitu 8 ton.

3.2 Pengaruh Peningkatan Muatan Berlebih Terhadap Total Ekuivalen Kendaraan Berat

Dalam bab 3 telah dijelaskan bahwa kendaraan merupakan penjumlahan dari angka ekuivalen masing-masing angka ekuivalen sumbu kendaraan. Angka ekuivalen sumbu itu dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.1, 2.2 dan 2.3. Dari rumus 2.1, 2.2 dan 2.3. menunjukkan bahwa angka ekuivalen merupakan fungsi eksponensial derajat 4 dari beban sumbu sehingga jika beban sumbu kendaraan mengalami kenaikan maka angka ekuivalenya akan mengalami peningkatan yang cukup besar karena merupakan fungsi eksponensial. Berikut ini disajikan hasil simulasi pengaruh persentase kenaikan muatan berlebih terhadap persentase total ekuivalen kendaraan berat.

Tabel 14 . Total Ekuivalen Kendaraan Akibat Peningkatan Muatan Berlebih

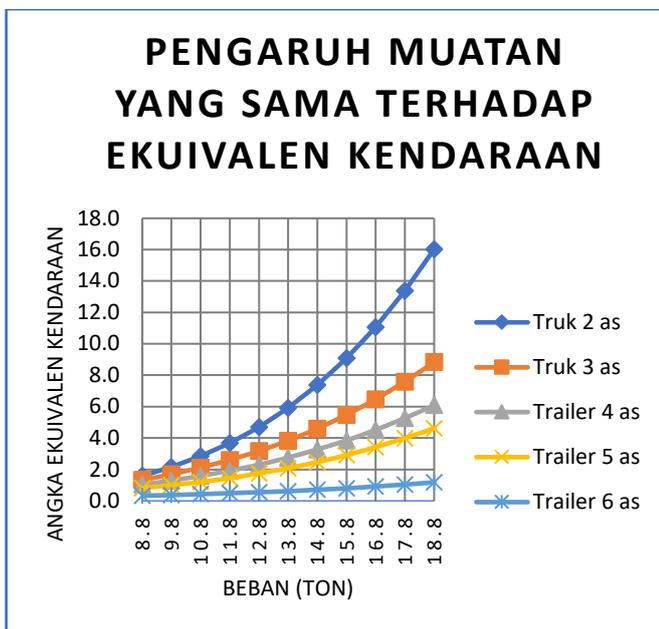
Kondisi Muatan Beban	Ekuivalen Kendaraan				
	Truk 2 as	Truk 3 as	Trailer 4 as	Trailer 5 as	Trailer 6 as
Maksimum	1.602	5.651	1.128	1.161	2.901
Overloading 1 ton	2.152	6.667	1.388	1.400	3.231
Overloading 2 ton	2.837	7.817	1.694	1.680	3.589
Overloading 3 ton	3.678	9.110	2.050	2.005	3.979
Overloading 4 ton	4.698	10.559	2.461	2.381	4.400
Overloading 5 ton	5.920	12.175	2.933	2.811	4.856
Overloading 6 ton	7.370	13.971	3.472	3.302	5.348
Overloading 7 ton	9.076	15.961	4.084	3.859	5.878
Overloading 8 ton	11.066	18.156	4.776	4.486	6.448
Overloading 9 ton	13.371	20.572	5.552	5.191	7.059
Overloading 10 ton	16.021	23.223	6.422	5.979	7.714



Gambar 6. Pengaruh Peningkatan Beban Muatan Berlebih Terhadap Peningkatan Angka Ekuivalen Kendaraan

Tabel 15. Pengaruh Muatan Yang Sama Terhadap Ekuivalen Kendaraan

Muatan Beban	Ekuivalen Kendaraan				
	Truk 2 as	Truk 3 as	Trailer 4 as	Trailer 5 as	Trailer 6 as
8.8	1.602	1.339	1.042	0.821	0.334
9.8	2.152	1.689	1.287	0.997	0.374
10.8	2.837	2.105	1.575	1.206	0.422
11.8	3.678	2.595	1.912	1.452	0.478
12.8	4.698	3.166	2.302	1.741	0.543
13.8	5.920	3.828	2.751	2.076	0.618
14.8	7.370	4.590	3.265	2.462	0.703
15.8	9.076	5.462	3.849	2.904	0.801
16.8	11.066	6.454	4.510	3.408	0.912
17.8	13.371	7.576	5.255	3.978	1.038
18.8	16.021	8.839	6.089	4.621	1.178



Gambar 7. Pengaruh Muatan Yang Sama Terhadap Ekuivalen Kendaraan

Berdasarkan hasil simulasi yang disajikan dalam tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa peningkatan persentase muatan berlebih berdampak pada peningkatan persentase kenaikan total ekivalen kendaraan yang sangat signifikan. Peningkatan terbesar terjadi pada kendaraan jenis truk 3 as karena konfigurasi sumbu kendaran jenis ini sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda tunggal dan sumbu belakang juga merupakan sumbu tunggal roda tunggal sehingga peningkatan total ekivalen kendaraan yang paling tinggi dari pada truk yang lain. Namun, jika kendaraan memuat beban yang sama, maka truk 2 as memiliki pengaruh peningkatan ekuivalen yang lebih besar dibanding jenis kendaraan lain sehingga truk 2 as memberikan peningkatan ITP yang lebih besar juga. Dengan demikian, truk 2 as memberikan daya rusak yang lebih besar dibandingkan jenis kendaraan yang mempunyai jumlah as yang lebih besar.

3.3 Analisis Total Ekivalen Kendaraan Berat pada Perhitungan Struktur Perkerasan

Pengaruh Peningkatan Total Ekivalen Akibat Beban Muatan Berlebih Terhadap Peningkatan Nilai ITP

Dari perhitungan pada bab 3 diperoleh ITP sebesar 11 dengan LER sebesar 1504.674 untuk parameter perencanaan jalan yang telah diasumsikan sebelumnya.

Pada bab ini akan ditunjukkan hasil simulasi pengaruh peningkatan total ekivalen kendaraan terhadap peningkatan ITP. Sebagai contoh kasus over load 10 ton menghasilkan total angka ekivalen sebesar 64.5536 atau mengalami kenaikan sebesar 72.46 % dari total ekivalen kendaraan pada kondisi normal yaitu sebesar 17.7794 (lihat tabel 4.8). Dengan asumsi yang sama untuk bahan lapisan perkerasan, tanah dasar dan factor regional, total angka ekivalen ini menyebabkan nilai ITP menjadi 14.15 Secara lengkap pengaruh peningkatan nilai total ekivalen terhadap peningkatan nilai ITP disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 16. Tabulasi Perhitungan Pengaruh Peningkatan Muatan Berlebih Terhadap Peningkatan Nilai ITP

Kondisi Muatan Beban	Total Ekuivalen Kendaraan	Lintas Ekuivalen Rencana	ITP	Peningkatan ITP
Maksimum	12.4432	1504.674	11	0
Overloading 1 ton	14.8385	1827.273	11.3	0.3
Overloading 2 ton	17.6169	2207.491	11.6	0.6
Overloading 3 ton	20.8217	2652.318	11.8	0.8
Overloading 4 ton	24.4985	3169.162	12.2	1.2
Overloading 5 ton	28.6958	3765.849	12.45	1.45
Overloading 6 ton	33.4645	4450.621	12.8	1.8
Overloading 7 ton	38.8579	5232.135	13.2	2.2
Overloading 8 ton	44.9321	6119.468	13.5	2.5
Overloading 9 ton	51.7455	7122.112	13.8	2.8
Overloading 10 ton	59.3592	8249.977	14.15	3.15



Gambar 8. Pengaruh Peningkatan Muatan berlebih terhadap Peningkatan Nilai ITP

Dari Gambar dan tabel diatas dapat dilihat bahwa peningkatan total ekivalen kendaraan sebagai akibat dari peningkatan muatan

berlebih menyebabkan nilai ITP dari struktur jalan meningkat. Peningkatan nilai ITP ini mengindikasikan bahwa struktur jalan tersebut harus dilakukan pelapisan ulang agar jalan tersebut tetap bisa memberikan pelayanannya pada kondisi lalu lintas muatan berlebih.

3.4 Pengaruh Peningkatan Beban Muatan Berlebih Terhadap Perkiraan Umur Perkerasan (ITP dibuat tetap sama)

Suatu struktur perkerasan jalan dengan nilai ITP dan ketebalan tertentu dirancang untuk mampu menahan sejumlah lintas ekuivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang direncanakan (LER), dimana nilai LER merupakan fungsi dari total ekuivalen kendaraan dan fungsi dari waktu, sehingga terjadinya peningkatan total ekuivalen menjadikan nilai dari LER yang telah ditetapkan sebagai besaran yang dipakai untuk menentukan tebal perkerasan akan tercapai dalam waktu yang lebih cepat dari waktu yang telah direncanakan. Berikut ini disajikan tabel dan Gambar hasil simulasi besarnya pengaruh peningkatan total ekuivalen terhadap umur perkerasan yang dihitung dengan rumus

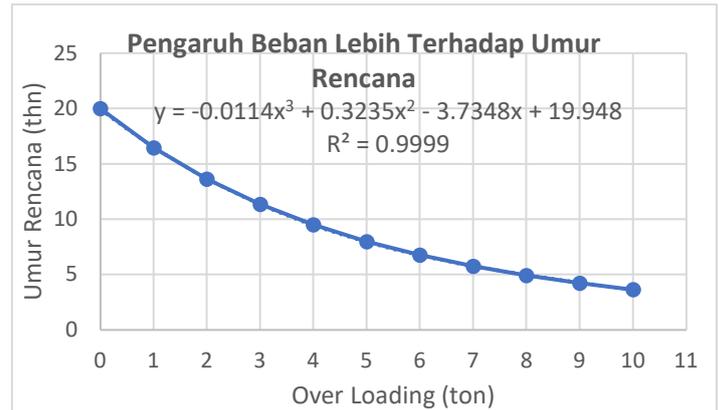
$$UR = \frac{LER.10}{LET_{ol}}$$

Tabel 17. Tabulasi Perhitungan Pengaruh Peningkatan Beban Muatan terhadap Perkiraan Umur Perkerasan Lentur

Kondisi Muatan Beban	Total Ekuivalen Kendaraan	Lintas Ekuivalen Rencana akibat Peningkatan Overload	Lintas Ekuivalen Tengah	Umur Rencana (tahun)
Maksimum	12.4432	1504.674	752.3371	20
Overloading 1 ton	14.8385	1827.273	913.6371	16.4691
Overloading 2 ton	17.6169	2207.491	1103.745	13.6324
Overloading 3 ton	20.8217	2652.318	1326.159	11.3461
Overloading 4 ton	24.4985	3169.162	1584.581	9.4957
Overloading 5 ton	28.6958	3765.849	1882.925	7.9912
Overloading 6 ton	33.4645	4450.621	2225.310	6.7616
Overloading 7 ton	38.8579	5232.135	2616.068	5.7517
Overloading 8 ton	44.9321	6119.468	3059.734	4.9177
Overloading 9 ton	51.7455	7122.112	3561.056	4.2254
Overloading 10 ton	59.3592	8249.977	4124.988	3.6477

Keterangan:

Umur rencana akibat peningkatan total ekuivalen dihitung dengan membandingkan LER pada kondisi lalu lintas normal dengan LER akibat peningkatan muatan berlebih



Gambar 9. Pengaruh Peningkatan Muatan Berlebih terhadap Perkiraan Umur Rencana Perkerasan Lentur

Dari hasil simulasi yang disajikan dalam tabel dan Gambar diatas dapat dilihat bahwa ketika pada suatu jalan dibebani dengan lalu lintas dengan muatan berlebih yang menyebabkan total ekuivalen kendaraan meningkat secara signifikan sementara nilai ITP dari struktur perkerasan jalan tersebut dibuat tetap sesuai kondisi perencanaan awal (beban normal) maka yang terjadi adalah jalan tersebut akan mengalami penurunan umur rencannya dari perkiraan umur rencana semula.

Saleh (2009) menyatakan bahwa pada umumnya setiap pembangunam jalan sudah direncanakan sesuai dengan kriteria perencanaan yang berlaku. Namun sejauh ini, overloading masing jarang dipertimbangkan dalam setiap perencanaan jalan padahal overloading dapat memperpendek umum pelayanan jalan. Tamin dan Saleh (2008) mengemukakan bahwa penurunan masa layan yang cukup signifikan dapat terjadi jika truk rata-rata mengangkat beban lebih sebesar 50% dari JBL. Truk dengan muatan lebih merusak konstruksi perkerasan jalan sehingga perkerasan jalan hanya mampu melayani beberapa tahun saja dan selebihnya harus dilakukan peningkatan

4. Kesimpulan

Tipe kendaraan yang paling sensitive dalam menerima beban muatan berlebih adalah kendaraan Jenis Truk 3 As karena peningkatan total ekivalen kendaraannya paling besar diantara jenis kendaraan berat yang lain tetapi jika muatannya sama, maka truk 2 As memberikan efek kerusakan yang lebih besar. Peningkatan total ekivalen kendaraan akibat peningkatan muatan beban berlebih menyebabkan nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP) struktur yang diperlukan agar jalan tetap bisa menjalankan fungsinya meningkat secara linear. Peningkatan total ekivalen kendaraan akibat peningkatan muatan beban berlebih menyebabkan umur rencana jalan mengalami penurunan signifikan, yaitu dalam fungsi polinomial. (Irwan, 2019)

Ucapan terima kasih

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, ridho, dan karunia-Nya sehingga artikel ini dapat diselesaikan. Artikel ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Profesi Insinyur (Ir) pada Program Studi Program Profesi Insinyur Universitas Lampung. Artikel ini diselesaikan dengan bantuan, bimbingan dan petunjuk dari semua pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung;

2. Bapak Prof. Ir. Suharno, M.S., M.Sc., Ph.D, IPU., ASEAN Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa, M.T., IPM., ASEAN Eng. Selaku Ketua Program Studi Program Profesi Insinyur Universitas Lampung dan Selaku Pembimbing Utama yang dengan bijaksana yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan kesempatan untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan aertikel ini;
4. Bapak Ir. Sri Waluyo, S.T.P.,M.Si.,Ph.D.,IPU. Selaku Pembimbing Kedua atas bimbingan, saran, dan arahan dalam proses penyelesaian artikel ini;
5. Bapak dan ibu dosen pengajar pada Program Studi Program Profesi Insinyur Universitas Lampung yang telah membekali penulis dengan ilmu, bimbingan, arahan, dan motivasinya;
6. Staf administrasi dan karyawan Program Studi Program Profesi Insinyur Universitas Lampung yang telah membantu dan melayani dalam kegiatan administrasi;
7. Istri tercinta Febriani, S.T. serta anak-anakku tersayang Aisyah Joefani Putri dan M. Ridho Jofansah Putra yang selalu memberikan motivasi dan kasih sayang selama ini;
8. Kakak dan adik tercinta serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang dan dukungan;
9. Seluruh teman-teman Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Lampung Khususnya Bidang Pembangunan Jalan dan Jembatan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan penulisan artikel ini;
10. Seluruh teman-teman Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan penulisan artikel ini;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu;

Penulis berharap semoga artikel ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan bagi khalayak secara umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Despa, D., Nama, G. F., Septiana, T., & Saputra, M. B. (2021). Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran Dan Monitoring Besaran Listrik Pada Gedung A Fakultas Teknik Unila. *Electrician*, 15(1), 33-38.
- Martinus and Suudi, Ahmad and Putra, Rahmat Dendi and Muhammad, Meizano Ardhi (2020) Pengembangan Wahana Ukur Kecepatan Arus Aliran Sungai. *Barometer*, 5 (1). Pp. 220-223. Issn 1979-889x
- Nama, G. F., Suhada, G. I., & Ahmad, Z. (2017). Smart System Monitoring of Gradient Soil Temperature at the Anak Krakatoa Volcano. *Asian Journal of Information Technology*, 16(2), 337-347.
- Irwan, I. (2019). *Analisa Pengaruh Beban Berlebih (Overload) Terhadap Rencana Perkerasan Jalan Menggunakan Nottingham Design Method Pada Ruas Jalan Dumai-Sepahat* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Prabudi, D., & Indrayani, I. (2020). IDENTIFIKASI JENIS DAN BERAT KENDARAAN TERHADAP TATA GUNA LAHAN SEBAGAI DASAR PERENCANAAN JALAN. *Pilar Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 5-11.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Udiana, I. M., Saudale, A. R., & Pah, J. J. (2014). Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan WJ Lalamentik Dan Ruas Jalan Gor Flobamora). *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 13-18.