

PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN BERAT (*OVERLOAD*) TERHADAP UMUR RENCANA JALAN PERKERASAN LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*)

(Studi Kasus : Jl. Parungkuda – Cibadak, Kab. Sukabumi, Jawa Barat)

Alvi Adrian Fahlevi¹⁾, Arif Mudianto²⁾, Puji Wiranto³⁾

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pakuan

Email : alviadrian223@gmail.com

ABSTRAK

Jalan merupakan faktor prasarana transportasi darat yang sangat penting bagi sarana transportasi oleh karena itu pelayanan jalan yang dilintasi oleh setiap kendaraan, baik itu kendaraan ringan maupun kendaraan berat (*overload*) harus diperhatikan berdasarkan kelas jalan yang sudah ditetapkan. *Overload* atau muatan kendaraan berlebih itu mengakibatkan kerusakan jalan yang lebih cepat dari umur rencana jalan yang sudah ditentukan pada awal rencana. Jalan Parungkuda – Cibadak merupakan jalan raya nasional dan gerbang barat Kabupaten Sukabumi, oleh karena itu kelancaran arus lalu lintas kendaraan yang melintas pada ruas jalan tersebut sangat diperlukan.

Diketahui ruas jalan Parungkuda – Cibadak pada tahun 2019 telah dilakukan *overlay* namun ditahun 2020 terjadi penurunan tingkat pelayanan jalan yang ditandai dengan rusaknya kondisi jalan di beberapa titik lokasi seperti banyaknya jalan yang bergelombang, amblas, retak-retak, dan berlubang, sehingga pergerakan masyarakat menuju pusat kegiatan ekonomi seperti pasar, pabrik, dan kantor menjadi kurang stabil serta rendahnya tingkat kecepatan kendaraan.

Data yang digunakan pada tugas akhir ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil survey di lapangan, sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari instansi terkait yaitu Direktorat Jenderal Bina Marga, PUPR Provinsi Jawa Barat, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Provinsi Jawa Barat. Lokasi studi kasus yaitu ruas jalan Parungkuda – Cibadak, lokasi ini diambil sebagai daerah pengamatan langsung untuk memperoleh data primer berupa data kondisi di lapangan, dokumentasi kondisi perkerasan jalan, dan data lalu lintas harian rata-rata (LHR). Data-data yang sudah diperoleh nantinya akan dihitung pengaruh beban kendaraan dengan muatan berlebih (*overload*) terhadap umur perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan Metode Perhitungan Bina Marga 1987.

Dari hasil analisis yang didapat, persentase pengaruh dari beban kendaraan dengan muatan berlebih (*overload*) terhadap umur rencana perkerasan ruas jalan Parungkuda – Cibadak mencapai 80% yang seharusnya 10 tahun pada awal perencanaan, menjadi lebih singkat 1,4 tahun apabila dilintasi oleh kendaraan dengan muatan berlebih (*overload*). Oleh karena itu pemilik angkutan harus tunduk pada regulasi yang mengatur tata cara muat dan kendaraan yang sesuai.

Kata Kunci : Kendaraan Berat, *Overload*, Perkerasan Lentur, Umur Rencana

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang memiliki pertumbuhan pembangunan yang sangat pesat, salah satu yang berperan penting dalam hal ini yaitu sarana transportasi jalan raya. Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peran penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan serta meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap yang digunakan oleh masyarakat Indonesia untuk melakukan mobilitas keseharian sehingga volume lalu lintas yang melewati ruas jalan tersebut dapat mempengaruhi kapasitas dan kemampuan dukungannya. Hal ini dikarenakan banyak

nya kendaraan-kendaraan berat yang melintas di jalan raya.

Dalam rangka meningkatkan penyediaan prasarana transportasi darat, maka jalan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam pembangunan serta pemeliharaan. Dalam proses pemeliharannya, kerusakan jalan sering terjadi dalam waktu yang relatif singkat (kerusakan dini) dari masa pelayanan yang disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain faktor alam dan faktor manusia. Faktor-faktor alam yang dapat mempengaruhi mutu perkerasan jalan yaitu diantaranya air, perubahan suhu, cuaca, dan temperatur udara. Sedangkan faktor manusia disebabkan oleh muatan kendaraan berat yang melintas di jalan raya melebihi kapasitas (*overload*).

Jalan Parungkuda – Cibadak merupakan jalan raya nasional yang membentang dari Parungkuda hingga Cibadak. Banyaknya kendaraan-kendaraan berat yang melebihi kapasitas melintas mengakibatkan kondisi pada jalan tersebut diketahui sering terjadi kerusakan seperti banyaknya jalan yang bergelombang, berlubang, amblas, serta retak-retak. Dampak dari kendaraan bermuatan berlebih selain mengurangi umur jalan, juga dapat mempengaruhi tingkat keselamatan berkendara, kemacetan, dan hal itu sangat mengganggu mobilitas masyarakat dalam berkendara dan dapat membuat kendaraan cepat rusak karena harus melewati jalan yang berlubang. Disamping dari muatan berlebih (*overload*), beberapa faktor lain yang cukup mempengaruhi terjadinya kerusakan jalan yang saling berkaitan adalah perencanaan, pengawasan, pelaksanaan, dan lingkungan. Oleh karena itu, jalan tersebut perlu dilakukan pemeliharaan sekaligus peningkatan jalan.

Umumnya sebagian besar pembuatan konstruksi jalan di Indonesia menggunakan jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*). Dalam konstruksi perkerasan lentur jalan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas kemudian meneruskannya ke lapisan di bawahnya. Untuk itu penelitian ini dilakukan guna mengetahui pengaruh kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*) terhadap umur rencana jalan pada konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*).

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penyusunan tugas akhir ini yaitu untuk mengetahui faktor penyebab kerusakan lapis perkerasan jalan akibat pengaruh beban kendaraan berlebih (*overloading*) pada ruas Jl. Parungkuda – Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengidentifikasi seberapa daya rusak (*damage factor*) kendaraan yang mengalami muatan berlebih (*overloading*)
2. Melakukan analisa pengaruh beban kendaraan berlebih (*overloading*) terhadap umur rencana jalan

menggunakan metode perhitungan Bina Marga 1987.

1.3. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup dan batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk tinjauan berfokus pada pengaruh beban kendaraan berlebih (*overload*) terhadap kerusakan jalan pada lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*).
2. Jenis konstruksi perkerasan yang ditinjau adalah konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*)
3. Lokasi penelitian ini dilakukan di Jl. Parungkuda – Cibadak, Kab. Sukabumi, Jawa Barat, pada STA KM 115+000 – KM 115+500 dan STA KM 118+900 – KM 119+900.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang memiliki peranan penting bagi kelancaran transportasi darat yang digunakan untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya (UU RI No 38 Tahun 2004). Hal ini membuat jalan menjadi salah satu bagian dari pertumbuhan perekonomian suatu daerah, karena meningkatnya pertumbuhan penduduk dan mobilitas penduduk maka harus ada infrastruktur jalan yang sesuai dengan kapasitas dan kebutuhannya.

Seiring dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang melintas di suatu lokasi dapat menyebabkan berbagai kendala, salah satunya adalah kerusakan pada bagian konstruksi jalan. Oleh karena itu tingkat konstruksi lapis perkerasan suatu jalan tidak hanya ditentukan oleh kekuatan dari lapis perkerasan serta tanah dasar melainkan juga karena beban kendaraan dengan muatan berlebih (*overload*). Sehingga desain perkerasan jalan yang baik merupakan suatu keharusan dan diharapkan dapat memberi rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

2.2. Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan menurut Bina Marga dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No. 038/T/BM/1997, disusun pada :

Tabel 1 Ketentuan Klasifikasi Jalan : Fungsi, Kelas Beban, Medan.

Fungsi Jalan	ARTERI			KOLEKTOR			LOKAL		
Kelas Jalan	IA	IIA		IIIA	IIIB		IIIC		
Muatan Sumbu Terberat (ton)	>10	10		8			Tidak Ditentukan		
Tipe Medan	D	B	G	D	B	G	D	B	G
Kemiringan Medan (%)	<3	3-25	>25	<3	3-25	>25	<3	3-25	>25

Keterangan : Datar (D), Perbukitan (B), dan Pegunungan (G)

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No.038/T/BM/1997*

Berdasarkan Undang-Undang No. 38 tahun 2004 mengenai jalan, maka jalan dapat di klasifikasikan menjadi 3, yaitu :

1. Klasifikasi jalan menurut peran dan fungsi,
2. Klasifikasi jalan menurut wewenang, dan
3. Klasifikasi jalan berdasarkan muatan sumbu.

Tabel 2 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (MTS) / (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	

Sumber : *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No.038/T/BM/1997*

2.3. Klasifikasi Kendaraan

Pengklasifikasian jenis-jenis kendaraan dilakukan bertujuan untuk mendapatkan analisa yang berkaitan dengan lalu lintas kendaraan, untuk perhitungan volume jalan mempunyai klasifikasi kendaraan yang berbeda dengan klasifikasi kendaraan untuk perhitungan beban lalu lintas. Adapun hal lain yang mempengaruhi pengklasifikasian kendaraan adalah jenis-jenis kendaraan yang ada di dalam suatu sistem jaringan jalan. Direktorat Jendral Bina Marga selaku pembina jalan telah menetapkan golongan kendaraan untuk kebutuhan analisa perhitungan beban lalu lintas.

Angkutan adalah sarana untuk memindahkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain. Tujuannya membantu orang atau kelompok orang menjangkau berbagai tempat yang dikehendaki, atau mengirimkan barang dari tempat asalnya ketempat tujuannya. Prosesnya dapat dilakukan menggunakan sarana angkutan berupa kendaraan atau tanpa kendaraan (diangkut oleh orang).

Angkutan Umum adalah angkutan penumpang yang dilakukan dengan sistem

sewa atau bayar. Termasuk dalam pengertian angkutan umum penumpang adalah angkutan kota (bus, minibus, dsb), kereta api, angkutan air dan angkutan udara (Warpani, 1990).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1993 tentang Angkutan Jalan dijelaskan angkutan adalah pemindahan orang dan atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan. Sedangkan kendaraan umum adalah setiap kendaraan bermotor yang disediakan untuk dipergunakan oleh umum dengan dipungut bayaran. Pengangkutan orang dengan kendaraan umum dilakukan dengan menggunakan mobil bus atau mobil penumpang dilayani dengan trayek tetap atau teratur dan tidak dalam trayek.

Angkutan Barang adalah perpindahan barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan di ruang lalu lintas jalan dan barang yang di angkut tidak dapat dipecah-pecah sehingga memungkinkan muatannya melebihi Muatan Sumbu Terberat (MST) yang dimensinya melebihi ukuran maksimum yang ditetapkan.

Dampak dari perkembangan sosial dan ekonomi sebagai akibat dari pembangunan telah membawa perubahan pada kondisi angkutan barang karena meningkatnya angka ekspor dan impor maka dituntut adanya angkutan barang dengan skala dan kapasitas yang lebih besar. Oleh sebab itu efisiensi dan kemampuan jalan raya harus di perhatikan karena jika tidak, hal itu akan mengakibatkan penekanan biaya angkutan, faktor-faktor kerusakan perton berat muatan jalan menjadi lebih tinggi, sehingga jalan menjadi lebih cepat rusak.

Menurut Peraturan Pemerintah (PP) No. 43/1993, kelas jalan dibuat berdasarkan fungsi dan kegunaannya. Setiap jalan yang dilintasi oleh sebuah kendaraan mempunyai batasan berat sumbu maksimum seperti yang tertera pada tabel di bawah ini :

Tabel 3 Kelas Jalan Berdasarkan Fungsi dan Kegunaannya

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
II		2500	18000	≤ 10	
IIIA	Arteri atau Kolektor	2500	18000	≤ 8	

IIIB	Kolektor	2500	12000	≤ 8	lebar kendaraan
IIIC	Lokal dan Lingkungan	2100	9000	≤ 8	

Sumber : Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah
Direktorat Bina Marga, 2020

Ketentuan tersebut menjadi dasar atas terwujudnya prasarana transportasi jalan yang aman. Oleh karena itu, pelanggaran terhadap ketentuan tersebut akan menimbulkan dampak inefisiensi berupa menurunnya kinerja pelayanan jalan. Penambahan beban yang melebihi beban sumbu standar pada sumbu kendaraan akan mengakibatkan penambahan daya rusak yang signifikan pada jalan. Kerusakan pada jalan lebih cepat karena konsentrasi beban pada setiap roda kendaraan sangat tinggi akibat gandar (*axle*) yang terbatas, karena pada perencanaan perkerasan jalan masih mengacu pada desain kendaraan untuk muatan normal.

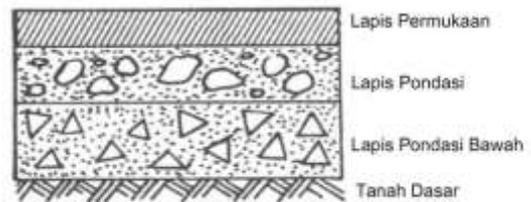
2.4. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Menurut Sukirman (1999), lapis perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) merupakan lapis perkerasan yang menggunakan bahan aspal sebagai bahan pengikat. Lapis perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar (*Subgrade*). Lapis permukaan (*Surface Source*) merupakan bagian perkerasan jalan paling atas, lapis tersebut memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Lapis perkerasan penahan beban roda
2. Lapis kedap air
3. Lapis aus, lapis yang langsung menerima gesekan akibat roda kendaraan
4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapis tanah dasar, sehingga dapat dipikul oleh lapis lain yang mempunyai daya dukung lebih jelek.

Perkerasan lentur terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu Lapis Pondasi Atas (*base course*), Lapis Pondasi Bawah (*subbase course*), Lapis Tanah Dasar (*subgrade*) dan semuanya diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Ketebalan ketiga lapisan ini yang menjadi kekuatan dari perkerasan lentur. Detail lapisan

perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 1 Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur

1. Lapisan Permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas yang berfungsi sebagai : lapis aus (*wearing course*), lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan kedap air, dan lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah.
2. Lapis Pondasi Atas adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan, yang berfungsi sebagai : bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan bawahnya, lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah, dan bantalan terhadap lapisan permukaan.
3. Lapis Pondasi Bawah adalah lapisan yang terletak diantara lapisan pondasi atas dan tanah dasar, yang berfungsi sebagai : bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke dasar tanah, efisiensi penggunaan material karena material pondasi bawah lebih murah, mengurangi tebal lapisan di atasnya, dan lapisan peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
4. Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang terletak di bawah lapisan pondasi bawah, yang kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

2.5. Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan (*Flexible Pavement*)

Menurut Standar Konstruksi Bangunan Indonesia - (SKBI), 1987 perencanaan desain suatu struktur perkerasan lentur dipengaruhi oleh 6 faktor, diantaranya :

1. Lalu Lintas Rencana
2. Daya Dukung Tanah Dasar
3. Faktor Regional
4. Indeks Permukaan
5. Koefisien Kekuatan Relatif
6. Indeks Tebal Perkerasan

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut Tabel 4 bawah ini.

Tabel 4 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
L < 5,50 m	1 Lajur
5,50 m ≤ 8,25 m	2 Lajur
8,25 m ≤ 11,25 m	3 Lajur
11,25 m ≤ 15,00 m	4 Lajur
15,00 m ≤ 18,75 m	5 Lajur
18,75 m ≤ 22,00 m	6 Lajur

Sumber : Metode Analisa Komponen SKBI – 2.3.26. 187 UDC : 625.73 (02)

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang melewati lajur rencana ditentukan pada Metode Analisa Komponen pada tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

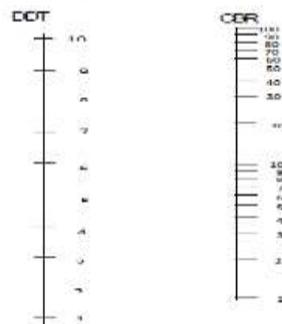
Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan Berat Total ≤ 5 T		Kendaraan Berat Berat Total ≥ 5 T	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1	1,00	1,00	1,00	1,000
2	0,60	0,50	0,70	0,500
3	0,40	0,40	0,50	0,475
4	-	0,30	-	0,450
5	-	0,25	-	0,425
6	-	0,20	-	0,400

Sumber : Metode Analisa Komponen SKBI – 2.3.26. 187 UDC : 625.73 (02)

*) berat total < 5 ton, misalnya mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

***) berat total > 5 ton, misalnya, bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Tanah dasar (*subgrade*) berupa tanah asli, galian ataupun timbunan. Cara yang digunakan untuk menentukan kekuatan tanah dasar umumnya menggunakan cara *California Bearing Ratio* (CBR). Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi seperti pada Gambar 2 di bawah ini :



Sumber : Metode Analisa Komponen SKBI – 2.3.26. 187 UDC : 625.73 (02)

Gambar 2 Korelasi DDT dan CBR

2.6. Indeks Tebal Perkerasan

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

$$ITP = \sum_{i=1}^n a_i D_i = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 + a_4 D_4 \dots (2.10)$$

Dimana :

a_1 = Koefisien kekuatan relatif lapisan permukaan

a_2 = Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi atas perkerasan beraspal

a_3 = Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi atas perkerasan berbutir

a_4 = Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi bawah

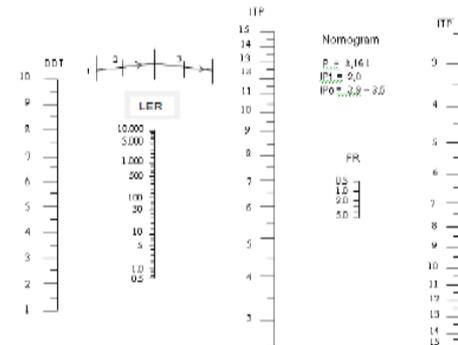
D_1 = Tebal lapis permukaan

D_2 = Tebal lapisan pondasi atas perkerasan beraspal

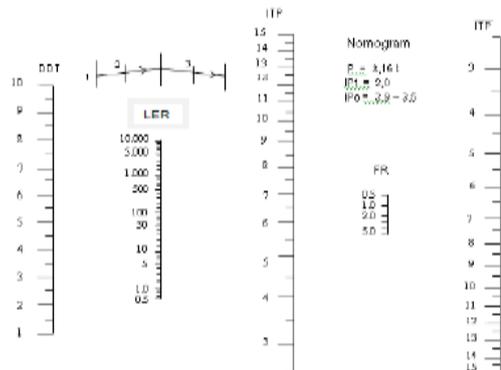
D_3 = Tebal lapisan pondasi atas perkerasan berbutir

D_4 = Tebal lapisan pondasi bawah

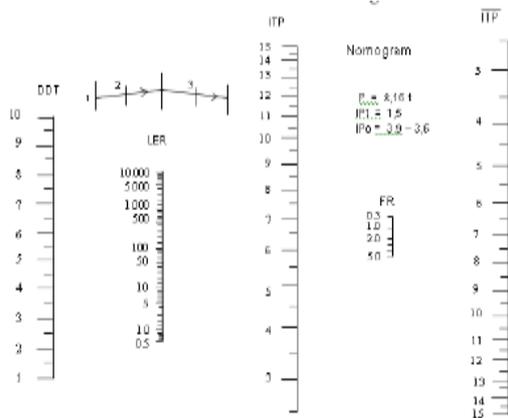
Nilai ITP dapat ditentukan dengan menempatkan nilai nilai Daya Dukung Tanah (DDT), Lalu Lintas Ekuivalen Rencana (LER), dan Faktor Regional (FR) pada nomogram. Persamaan ini dapat untuk menyelesaikan Nomogram seperti pada Gambar 3 sampai dengan 5.



Gambar 3 Nilai ITP dari Nomogram



Gambar 4 Nilai ITP dari Nomogram



Gambar 5 Nilai ITP dari Nomogram

2.7. Umur Rencana Perkerasan

Berdasarkan Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (1987), dijelaskan bahwa umur rencana adalah jumlah waktu dan tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapis permukaan yang baru. Berikut jenis umur rencana pada lapis perkerasan :

1. Lapisan Perkerasan Aspal Baru, 20 – 25 Tahun
2. Lapisan Perkerasan Kaku Baru, 20 – 40 Tahun
3. Lapisan Tambahan Aspal 10 – 15 Tahun, Batu Pasir 10 – 20 Tahun

2.8. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid. Bila tidak ada maka pada Tabel 6 digunakan sebagai nilai minimum.

Tabel 6 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

Fungsi Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata – Rata Indonesia
Arteri	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa	1	1	1	1

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Dalam suatu penelitian harus memiliki dasar-dasar pembahasan suatu objek yang akan diteliti, hal ini sangat berkaitan dengan data-data yang dikumpulkan untuk menunjang hasil dari penelitian tersebut. Penelitian yang dilakukan merupakan analisa dari pengaruh beban kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*) terhadap umur rencana jalan pada konstruksi perkerasan lentur (*flexible*

pavement). Metode pengumpulan data dalam menyelesaikan tugas akhir ini terbagi menjadi 2 yaitu data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber informasi dan instansi terkait, pustaka, dan literatur dan data primer yang diperoleh dari hasil survey langsung di lapangan. Dalam penelitian ini dihitung angka ekivalen untuk setiap jenis kendaraan pada keadaan beban normal dan beban berlebih (*overloading*) serta menghitung penurunan umur rencana jalan yang diakibatkan oleh beban berlebih menggunakan nilai *vehicle damage factor* (VDF) dengan metode Analisa Komponen atau Bina Marga 1987.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam hal ini teknik pengumpulan data merupakan data yang dibutuhkan untuk diolah agar penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder sebagai berikut :

3.3. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh dengan melakukan pengamatan dan peninjauan langsung di lapangan. Survei yang dilakukan meliputi survei pada kondisi jalan, yaitu :

1. Keadaan Fisik Jalan
2. Volume Lalu – Lintas

3.4. Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi pustaka, dan literatur yang terkait dalam penulisan Tugas Akhir ini. Data – data tersebut diantaranya yaitu :

1. Data CBR (*california bearing ratio*) Lapangan
2. Data Curah Hujan
3. Data Berat Kendaraan
4. Gambar Struktur Perkerasan Jalan

Data CBR dan Gambar Struktur Perkerasan Jalan diperoleh dari Kementerian PUPR Provinsi Jawa Barat. Data Kendaraan Berat diperoleh dari Dinas Perhubungan Kabupaten Sukabumi, sedangkan Data Curah Hujan diakses melalui CDO (*climate data online*).

3.5. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Jl. Parungkuda – Cibadak, Kab. Sukabumi, Jawa Barat, dengan status Jalan Nasional. Pemilihan ruas jalan tersebut sebagai lokasi studi kasus karena merupakan perbatasan Kota Bogor dengan Kabupaten Sukabumi yang sering dilintasi oleh kendaraan-

kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*) yang mengakibatkan kondisi jalan di beberapa titik sepanjang ruas jalan tersebut itu mengalami kerusakan seperti jalan bergelombang, berlubang, amblas, dan retak-retak. Dengan demikian kelancaran arus lalu lintas kendaraan yang melintasi ruas jalan tersebut terbilang cukup padat dilalui oleh berbagai jenis kendaraan baik kendaraan umum, kendaraan pribadi, maupun kendaraan pengangkut barang, hal ini dikarenakan banyak masyarakat yang menuju pusat kegiatan ekonomi seperti Pasar, Pabrik, dan Kantor.

3.6. Metode Analisis Data

Pada penelitian ini penulis menggunakan Metode Analisa Perhitungan Bina Marga 1987. Berdasarkan konfigurasi sumbu dan jumlah roda yang dimiliki di ujung-ujung sumbu, maka konfigurasi sumbu kendaraan dibedakan atas sumbu tunggal, sumbu ganda, dan sumbu tripel. Angka ekuivalen dalam analisis ini menggunakan berat sumbu tunggal sebesar 8,16 ton, yang menyebabkan kerusakan apabila kendaraan tersebut lewat pada lintasan yang dilaluinya.

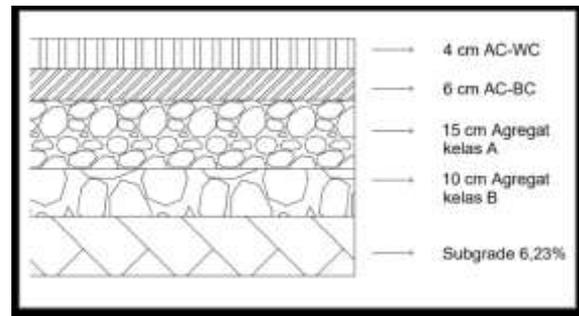
3.7. Muatan Sumbu Terberat

Muatan sumbu terberat dapat diartikan sebagai jumlah tekanan maksimum yang dihasilkan oleh roda-roda kendaraan pada sumbu yang menekan jalan.

Muatan sumbu terberat dipakai sebagai dasar pengendalian dan pengawasan muatan kendaraan di jalan raya yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundang-undangan. Di Indonesia sendiri kapasitas yang mampu disediakan oleh pembina jalan adalah $MST \leq 8$ ton, $MST \leq 10$ ton dan $MST 10 \geq$ ton.

3.8. Tebal Perencanaan Perkerasan

Untuk menghitung tebal lapis perkerasan digunakan data lalu lintas harian rata-rata yang didapat dari hasil survey langsung di lapangan namun di dalam penelitian ini saya menggunakan data lalu lintas harian rata-rata yang diperoleh melalui survey langsung di lapangan (*traffic counting*). dan data tebal perkerasan jalan lama dengan CBR 6,23% dari Direktorat Jenderal Bina Marga, PUPR Provinsi Jawa Barat. (Dapat di lihat pada lampiran A) .



Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021

Gambar 6 Susunan Lapis Perkerasan Jalan Rencana

3.9. Umur Rencana Jalan

Dalam perencanaan perkerasan, diperlukan pemilihan umur rencana periode perkerasan, Umur rencana merupakan waktu dimana perkerasan diharapkan mempunyai kemampuan pelayanan sebelum dilakukan pekerjaan rehabilitas atau kemampuan pelayanan berakhir, umur rancangan merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak perkerasan jalan mulai dibuka untuk lalu lintas, sampai saat diperlukan perbaikan kerusakan berat, atau dianggap perlu dilakukan lapisan perkerasan baru.

Parameter rancangan yang berpengaruh pada umur pelayanan total dari perkerasan adalah jumlah total beban lalu lintas, oleh sebab itu lebih cocok bila untuk menggambarkan umur rancangan perkerasan dinyatakan dalam istilah beban lalu lintas total (*total design traffic loading*). Dalam penelitian ini, perkerasan dirancang untuk 10 tahun dengan pertumbuhan lalu lintas 4,8 %.

3.10. Prosedur Perhitungan Umur Rencana Jalan Metode Bina Marga 1987

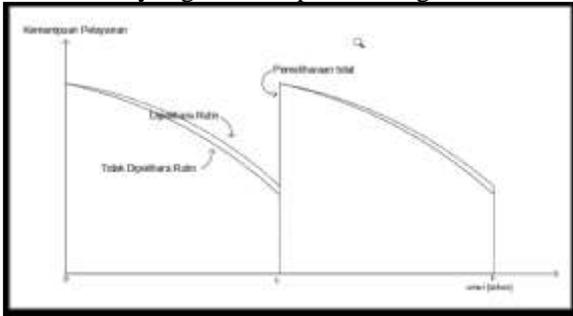
Berikut ini adalah prosedur desain khusus membahas mengenai umur rencana perkerasan lentur menggunakan Metode Bina Marga 1987:

1. Diketahui nilai indeks Tebal Perkerasan (ITP).
2. Menentukan Faktor Regional (FR).
3. Didapat nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP).
4. Menentukan Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)
5. Didapat nilai Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

3.11. Kemampuan Layanan (*Serviceability*)

Saat selesai pembangunan perkerasan jalan dan lalu lintas mulai dibuka dengan berjalannya waktu, kemampuan pelayanan berkurang. Laju

pengurangan kemampuan pelayanan, bergantung pada rutinitas pemeliharaan perkerasan. Pada tahun t_1 . Perkerasan dilakukan pemeliharaan, misalnya perataan permukaan (*resurfacing*). Karena itu kemampuan pelayanan berkurang kembali mendekati seperti semula. Ketika lalu lintas terus berjalan pada tahun t_2 , kemampuan pelayanan berkurang kembali, demikian seterusnya. Dalam kenyataannya, proses perancangan bergantung pada banyak faktor yang harus dipertimbangkan.



Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021
Gambar 7 Hubungan Kemampuan Pelayanan Umur Perencanaan

3.12. Teknik Analisis Data

Teknik Analisis Data dilakukan untuk memudahkan proses analisis data sesuai dengan maksud dan tujuan dari pembahasan penelitian ini.. Pada tahapan ini data sekunder dari hasil pengamatan mengenai berat muatan kendaraan berat angkutan barang dihitung berapa presentase kelebihan muatan kendaraan berat pada tiap golongan.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4.1. Analisis dan Data Perencanaan

Berdasarkan dari hasil survey yang dilakukan, dapat dilihat kondisi jalan pada ruas jalan Parungkuda – Cibadak, Kab. Sukabumi, terdapat ± 10 titik kerusakan pada permukaan jalan, sehingga hal tersebut mengakibatkan genangan pada saat dalam kondisi hujan, dengan demikian di sepanjang ruas jalan tinjauan dapat dikategorikan sebagai jalan rusak.

Oleh karena itu, pada bab ini akan dijelaskan mengenai pembahasan perhitungan dan analisis mengenai *Damage Factor*, Tebal Perkerasan, dan Umur Rencana. Berikut uraian analisisnya :

4.2. Analisis Payload dan Damage Factor Setiap Kendaraan

Dari hasil analisa perhitungan mengenai beban berlebih pada setiap jenis

kendaraan baik dalam kondisi muatan normal maupun muatan berlebih, maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 7 Faktor Kerusakan Per Ton Pada Setiap Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Damage Factor		Muatan Normal (%) (C=100xA:ΣA)	Muatan Berlebih (%) (D=100xB:ΣB)
	Normal (A)	Berlebih (B)		
Mobil Penumpang dan Pribadi	0,0004	0,0072	0,015	0,0604
Truk Besar	0,9815	4,9693	37,977	41,727
Truk Ringan	0,3105	0,9815	12,014	8,241
Bus Kecil	0,3105	0,9815	12,014	8,241
Bus Besar	0,9815	4,9693	37,977	41,727
Total	2,5844	11,9088	100%	100%

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Hasil dari analisa perhitungan kerusakan per ton muatan berlebih adalah Truk Besar dan Bus Besar, sebesar 41,727%.

4.3. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 1987

Data perencanaan sebagai berikut :

1. Pertumbuhan Lalu Lintas = 4,8% (Dapat dilihat pada tabel 2.19)
2. Umur Rencana Jalan = 10 Tahun
3. Nilai CBR = 6,23% (Lampiran C)
4. Jenis Perkerasan = Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)
5. Volume Lalu Lintas (Hasil Survey pada tanggal 25 November 2022)

Tabel 8 Volume Lalu Lintas

No	Jenis Kendaraan	LHR (Kend./Hari/2 Arah)
1	Kendaraan Ringan	2175
3	Truk dan Bus Kecil	105
4	Bus Besar	83
5	Truk Besar 2 As	217
6	Truk Besar 3 As	38
Jumlah		2618

Sumber : Hasil Survey, 2022

4.4. Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan

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

Dari tabel 2.7 didapat koefisien distribusi kendaraan (C) untuk 2 lajur dan 2 arah yaitu :

1. Kendaraan Ringan = 0,50
2. Kendaraan Berat = 0,50

Tabel 9 Perhitungan LEP Kendaraan Bermuatan Normal

Jenis Kendaraan	LHR Awal UR	C	E	Perhitungan	LEP
Kendaraan Ringan	2175	0,5	0,0004	$2175 \times 0,5 \times 0,0004$	0,435
Truk dan Bus Kecil	105	0,5	0,3105	$105 \times 0,5 \times 0,3105$	16,3013
Bus Besar	83	0,5	0,9815	$83 \times 0,5 \times 0,9815$	40,7323
Truk Besar 2 As	217	0,5	0,3105	$217 \times 0,5 \times 0,3105$	33,6893
Truk Besar 3 As	38	0,5	0,9815	$38 \times 0,5 \times 0,9815$	18,6485
Jumlah					109,8063

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Tabel 10 Perhitungan LEP Kendaraan Bermuatan Berlebih

Jenis Kendaraan	LHR Awal UR	C	E	Perhitungan	LEP
Kendaraan Ringan	2175	0,5	0,0072	$2175 \times 0,5 \times 0,0072$	7,83
Truk dan Bus Kecil	105	0,5	0,9815	$105 \times 0,5 \times 0,9815$	51,5288
Bus Besar	83	0,5	4,9693	$83 \times 0,5 \times 4,9693$	206,2260
Truk Besar 2 As	217	0,5	0,9815	$217 \times 0,5 \times 0,9815$	106,4928
Truk Besar 3 As	38	0,5	4,9693	$38 \times 0,5 \times 4,9693$	94,4167
Jumlah					466,4942

Sumber : Hasil Analisis, 2023

4.5. Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

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

atau

$$LEA = LEP (1+i)^{UR}$$

- Perhitungan Lintas Ekuivalen Akhir Kendaraan Bermuatan Normal
 $LEA = 109,8063 (1 + 0,04)^{10}$
 $LEA = 162,5401$
- Perhitungan Lintas Ekuivalen Akhir Kendaraan Bermuatan Berlebih
 $LEA = 466,4942 (1 + 0,04)^{10}$
 $LEA = 690,5253$

4.6. Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

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

- Perhitungan Lintas Ekuivalen Tengah Kendaraan Bermuatan Normal
 $LET = \frac{109,8063+162,5401}{2}$
 $= 136,1732$
- Perhitungan Lintas Ekuivalen Tengah Kendaraan Bermuatan Berlebih
 $LET = \frac{466,4942+690,5253}{2}$
 $= 578,5097$

4.7. Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$FP = \frac{UR}{10} \quad LER = LET \times FP$$

$$FP = \frac{10}{10} = 1$$

- Perhitungan Lintas Ekuivalen Rencana Kendaraan Bermuatan Normal
 $LER = 136,1732 \times \frac{10}{10}$
 $= 136,1732$
- Perhitungan Lintas Ekuivalen Rencana Kendaraan Bermuatan Berlebih
 $LER = 578,5097 \times \frac{10}{10}$
 $= 578,5097$

4.8. Menghitung Daya Dukung Tanah (DDT)

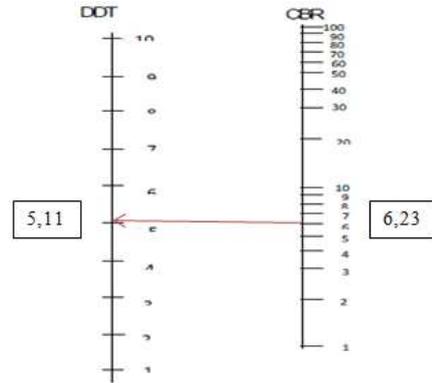
Dalam menentukan nilai Daya Dukung Tanah (DDT) untuk tebal lapis

perkerasan digunakan grafik korelasi antara CBR dan DDT yang dapat dilihat pada Gambar 8, dari hasil korelasi antara CBR dan DDT, maka didapat nilai CBR sebesar 6,23%, Kemudian diperoleh nilai DDT sebesar 5,11 dengan rumus sebagai berikut :

$$DDT = 4,3 \times \text{Log} (\text{CBR}) + 1,7$$

$$DDT = 4,3 \times \text{Log} (6,23) + 1,7$$

$$DDT = 5,11$$



Gambar 8 Korelasi DDT dan CBR

4.9. Menentukan Nilai Faktor Regional

Tabel 11 Persentase Kendaraan Berat ≥ 8 Ton

Jenis Kendaraan	LHR (Kendaraan/Hari)	Total %	Kendaraan Berat > 8 Ton (%)
Kendaraan Ringan (2 Ton)	2175	83,0787	-
Truk dan Bus Kecil (8 Ton)	105	4,0107	-
Bus Besar (14 Ton)	83	3,1704	3,1704
Truk Besar 2 As (24 Ton)	217	8,2888	8,2888
Truk Besar 3 As (45 Ton)	38	1,4515	1,4515
Jumlah	2618	100	12,9106

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan Tabel 11 Faktor Regional (FR) diperoleh :

- Dari data yang diketahui :
 - Data Curah Hujan 890,1 mm/thn = Iklim 1 < 900 mm/thn
 - Kelandaian Jalan 6 %, Kelandaian II (6 – 10%)
 - Faktor Regional (FR) = 1
- % Kendaraan Berat = $\frac{\text{Jumlah Kendaraan Berat} (\geq 8 \text{ Ton})}{\text{Jumlah Seluruh Kendaraan}} \times 100\%$
 $= \frac{83+217+38}{2618} \times 100\%$
 $= 12,91\% \leq 30\%$

4.10. Menentukan Indeks Permukaan Awal (IPo)

Direncanakan lapis permukaan Laston dengan kekasaran (*roughness*) ≤ 1000 mm/km, didapat IPo ≥ 4 .

4.11. Menentukan Indeks Permukaan Akhir (IPt)

1. Untuk kendaraan normal LER = 136,1732 didapat IPt = 2 (dapat dilihat pada Tabel 2.11)
2. Untuk kendaraan berlebih LER = 578,5097 didapat IPt = 2,5 (dapat dilihat pada Tabel 2.11)

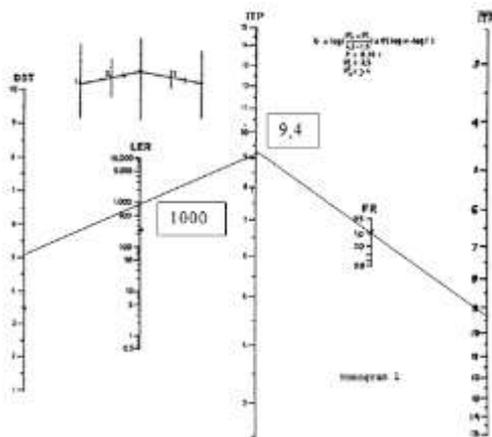
4.12. Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

1. Mencari ITP dapat ditentukan dari grafik nomogram dengan memperhatikan nilai :
 - AC - WC $a_1 = 0,40$
 - AC - BC $a_2 = 0,40$
 - AC - BC $a_3 = 0,40$
 - Agregat Batu Pecah (Kelas A) $a_4 = 0,14$
 - Agregat Batu Pecah (Kelas B) $a_5 = 0,13$

Menghitung nilai ITP_{ada} dengan rumus sebagai berikut :

$$ITP_{ada} = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

- AC - WC (4cm)	= 0,40	× 4 = 1,6
- AC - BC (6cm)	= 0,40	× 6 = 2,4
- AC - BC (5cm)	= 0,40	× 5 = 2
- Agregat Batu Pecah (Kelas A)	= 0,14	× 15 = 2,1
- Agregat Batu Pecah (Kelas B)	= 0,13	× 10 = 1,3
		= 9,4

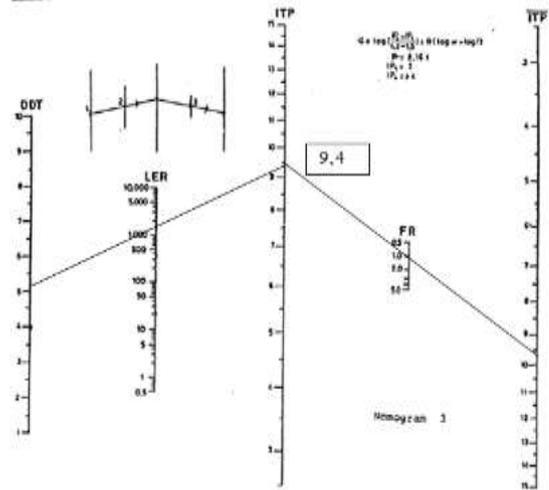


Gambar 9 ITP_{ada}

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka digunakan grafik nomogram 1, dan diperoleh nilai LER_{ada} = 1000

2. Nilai ITP untuk kendaraan bermuatan normal (tahun ke 10) dapat ditentukan dari grafik nomogram dengan memperhatikan nilai :
 - CBR = 6,23
 - DDT = 5,11

- IPt = 2
 - IPo = ≥4
 - FR = 1
 - LER = 136,1732
- ITP Normal = 9,4 Diperoleh dari Grafik Nomogram No. 1 untuk IPt = 2 dan IPo ≥ 4, dapat dilihat pada Gambar 10.

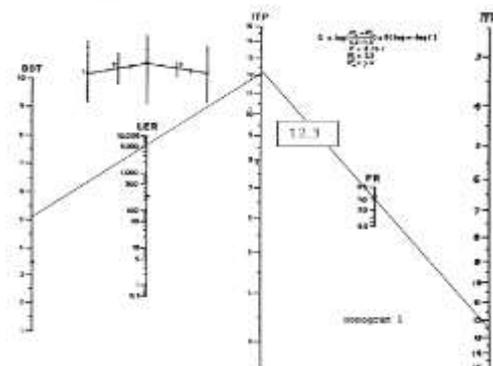


Gambar 10 ITP Kendaraan Muatan Normal

Berdasarkan nilai-nilai hasil perhitungan di atas maka digunakan grafik nomogram No. 1 untuk IPt = 2 dan IPo ≥ 4, dan diperoleh nilai ITP = 9,4 untuk kendaraan bermuatan normal tahun ke 10.

3. Nilai ITP untuk kendaraan bermuatan berlebih (tahun ke 10) dapat ditentukan dari grafik nomogram dengan memperhatikan nilai :
 - CBR = 6,23
 - DDT = 5,11
 - IPt = 2,5
 - IPo = ≥4
 - FR = 1
 - LER = 578,5097

ITP Berlebih = 12,3 Diperoleh dari Grafik Nomogram No. 1 untuk IPt = 2,5 dan IPo ≥ 4, dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 11 ITP Kendaraan Muatan Berlebih

Berdasarkan nilai-nilai hasil perhitungan di atas maka digunakan grafik nomogram No. 1 untuk $I_{Pt} = 2,5$ dan $I_{Po} \geq 4$, dan diperoleh nilai $I_{TP} = 12,3$ untuk kendaraan bermuatan berlebih tahun ke 10.

4.13. Perhitungan Umur Rencana Perkerasan Jalan

1. Menentukan umur rencana perkerasan jalan dengan Muatan Normal :

- Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) = 5,11
- Faktor Regional = 1
- Indeks Permukaan Akhir (I_{Pt}) = 2
- Indeks Permukaan Awal (I_{Po}) = 4
- $I_{TP} = 9,4$
- $LET_{perlu} = 136,1732$
- $LER_{ada} = 1250$

$$LER_{ada} \text{ (normal)} = LET_{perlu} \text{ (normal)}$$

$$\begin{aligned} \times \frac{UR}{10} \\ \frac{LER_{ada} \text{ (normal)}}{LET_{perlu} \text{ (normal)}} &= \frac{UR}{10} \\ \frac{1250}{136,1732} &= \frac{UR}{10} \\ 136,1732 UR &= 12500 \\ UR &= \frac{12500}{136,1732} \\ &= 9,179 \sim 9 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

Maka didapat umur rencana perkerasan jalan dengan muatan normal berdurasi yaitu 9 tahun umur rencana.

2. Menentukan umur rencana perkerasan jalan dengan Muatan Berlebih :

- Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) = 5,11
- Faktor Regional = 1
- Indeks Permukaan Akhir (I_{Pt}) = 2
- Indeks Permukaan Awal (I_{Po}) = 4
- $I_{TP} = 9,4$
- $LET_{perlu} = 578,5097$
- $LER_{ada} = 5000$

$$LER_{ada} \text{ (berlebih)} = LET_{perlu} \text{ (berlebih)}$$

$$\begin{aligned} \times \frac{UR}{10} \\ \frac{LER_{ada} \text{ (berlebih)}}{LET_{perlu} \text{ (berlebih)}} &= \frac{UR}{10} \\ \frac{5000}{578,5097} &= \frac{UR}{10} \\ 578,5097 UR &= 50000 \\ UR &= \frac{50000}{578,5097} \\ &= 0,864 \sim 1 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

Maka didapat umur rencana perkerasan jalan dengan muatan berlebih berdurasi yaitu 1 tahun umur rencana.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- Muatan berlebih pada kendaraan atau dapat dikatakan (*overloading*) ini akan

mengakibatkan dampak yang cukup serius seperti berkurangnya umur rencana perkerasan jalan sehingga jalan cepat rusak. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada perkerasan jalan yang berada di Jalan Parungkuda – Cibadak, Kab. Sukabumi, Jawa Barat ini yaitu Umur Rencana perkerasan jalan untuk Kendaraan Bermuatan Normal diperoleh 9 tahun Umur Rencana, sedangkan untuk Kendaraan Bermuatan Berlebih diperoleh 1 tahun Umur Rencana.

2. Dari hasil analisis didapat Damage Factor seluruh jenis kendaraan yaitu:

- Damage Factor* Muatan Normal
 - Mobil Penumpang dan Mobil Pribadi = 0,155%
 - Truk Berat = 37,977%
 - Truk Ringan = 12,014%
 - Bus Kecil = 12,014%
 - Bus Besar = 37,977%
- Damage Factor* Muatan Berlebih
 - Mobil Penumpang dan Mobil Pribadi = 0,0604%
 - Truk Berat = 41,727%
 - Truk Ringan = 8,241%
 - Bus Kecil = 8,241%
 - Bus Besar = 41,727%

Faktor kerusakan muatan per ton Muatan Berlebih adalah Truk Berat dan Bus Besar sebesar 41,727%

3. Jika pembatasan kendaraan muatan berlebih (*overloading*) tidak dilakukan maka umur layanan jalan akan berakhir pada tahun 2022, dimana masa layanan jalan berakhir 9 tahun lebih cepat dari umur rencana jalan yang berakhir pada tahun 2029.

4. Faktor lain dari pengaruh umur layanan jalan yaitu saluran drainase yang tidak terkontrol sehingga adanya genangan air di badan jalan pada saat hujan turun.

5. Jenis kendaraan yang melebihi ketentuan muatan yaitu, Truk Ringan, Truk Sedang, Truk Berat, Truk Semi Trailer, dan Truk Trailer (Gandengan).

5.2. Saran

- Pada ruas jalan tersebut sebaiknya diberikan rambu maksimal berat beban kendaraan untuk menjaga umur rencana jalan.
- Untuk menjaga keawetan lapis perkerasan pada jalan, maka perlunya pengawasan terhadap sistem drainase agar air hujan yang turun tidak menggenangi badan jalan, serta

- pelaksanaan rehabilitas atau perbaikan perkerasan jalan lebih dini.
3. Mendorong penggunaan teknologi otomotif yang maju dan sesuai dengan aturan Jumlah Berat di Izinkan (JBI) untuk mengatasi *overload* seperti penggunaan *multiple axle, air bag suspension*.
 4. Mendorong pemilik angkutan yang harus tunduk pada regulasi yang mengatur tata cara muat dan kendaraan yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, di download 2022, Data Curah Hujan, <https://climatecharts.net/>
2. Nurkholis, 2020 Jurnal Tugas Akhir “Dampak Beban Kendaraan Terhadap Umur Rencana Jalan Kabupaten Kampar Provinsi Riau (Studi Kasus : Jalan Lingkar Pasir Putih Km. 13 – 15)”, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Ipana Novela, Robby, Salonten 2022 Jurnal Tugas Akhir “Pengaruh Muatan Berlebih Kendaraan (Overload) Terhadap Konstruksi Perkerasan Jalan Raya Pada Ruas Jalan Mahir – Mahar Kota Palangka Raya”, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Warpani, Suwardjoko. 1990. Merencanakan Sistem Perangkutan. Bandung : Penerbit ITB.
5. Putra, Roli, Sapada 2020 Jurnal Tugas Akhir ‘Pengaruh Muatan Berlebih Terhadap Umur Perkerasan Jalan (Studi Kasus : Jembatan Timbang Bertais), Universitas Muhammadiyah, Mataram.
6. Soedarsono, DU, 1985, Konstruksi Jalan Raya, RPPU, Jakarta.
7. Sukirman, Silvia, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung.
8. Sukirman, Silvia, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.
9. Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987, ‘Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisiskomponen’, Nomor 378/KPTS/1987, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
10. Departemen Pekerjaan Umum, 1997, Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

RIWAYAT PENULIS

1. **Alvi Adrian Fahlevi, ST.** (Alumni 2023) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor. (E-mail : alviadrian223@gmail.com).
2. **Ir. Arif Mudianto, MT.** Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.
3. **Ir. Puji Wiranto, MT.** Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.