

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Penelitian Terdahulu

(Zohri et al., 2019). Penelitian yang berjudul “(Analisis Tebal Perkerasan Kaku Pada Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo Berdasarkan Metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan 2017) Dan AASHTO (1993))” Pada perencanaan tebal perkerasan kaku dibutuhkan data pendukung yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan kaku. Data tersebut perlu dilengkapi terlebih dahulu sebelum dilakukan perancangan tebal perkerasan kaku. Secara umum, metode yang digunakan dalam penentuan tebal perkerasan kaku menggunakan Metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan 2017) dan AASHTO. Dari hasil perhitungan dan pembahasan yang dilakukan mengenai perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) pada Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo section 3 mendapatkan hasil perhitungan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan) didapatkan tebal perkerasan kaku adalah 36 cm, dilengkapi dengan Dowel dengan diameter 1,77 inches, panjang 18 inches, dan jarak 12 inches, dan dengan menggunakan metode AASHTO diperoleh nilai tebal plat beton 37 cm, dengan Dowel berdiameter 1,82 inches, panjang 18 inches, dan jarak 12 inches. Data yang paling berpengaruh dalam penentuan tebal perkerasan kaku yakni Lalu lintas harian rata-rata dan pertumbuhan pertahunnya.

(Abdul & Hamid, 2020). Penelitian yang berjudul “(“Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Untuk Ruas Jalan Brebes – Jatibarang Brebes,” 2020)” menjelaskan bahwa Ruas Jalan Brebes-Jatibarang yang merupakan ruas jalan dengan volume lalu lintas yang cukup padat. Kerusakan-kerusakan yang terjadi tentu akan berpengaruh pada keamanan dan kenyamanan pengguna jalan. Dari hasil perhitungan diperoleh hasil perencanaan perkerasan kaku menggunakan jenis perkerasan beton semen bersambung dengan tulang (BBDT). Tebal perkerasan 21 cm menggunakan mutu beton K-300. Tulangan memanjang Ø8 mm jarak 200 mm. Tulangan melintang Ø8 mm jarak 200 mm. Dowel (ruji) menggunakan besi Ø32 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm. Batang pengikat menggunakan besi Ø16 mm, panjang 762 mm, jarak antar bentang 1000 mm. Perencanaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) menggunakan jenis perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (BBDT). Beton yang digunakan untuk struktur atas adalah K-300 dengan ketebalan 21 cm. Tulangan yang digunakan masing-masing sebagai berikut : Tulangan memanjang yaitu Ø8 mm, jarak 200 mm; Tulangan melintang yaitu Ø8 mm, jarak 200 mm; *Dowel* (ruji) yaitu Ø 32mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm; *Tie bar* yaitu Ø16 mm, panjang 762 mm, jarak antar batang 1000 mm.

(Ardiansyah & Sudiby, 2020). Penelitian yang berjudul “(Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Lajur Pengganti pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta- Cikampek II *Elevated*)” menjelaskan bahwa Tebal plat beton pada perencanaan tebal perkerasan kaku lajur pengganti proyek pembangunan jalan tol Jakarta-Cikampek II *elevated* dengan menggunakan metode MDPJ 2017 sebesar 305 mm dan metode AASHTO 1993 sebesar 320 mm dengan lapis pondasi (lean concrete) 100 mm dan lapis drainase (aggregate A) 150 mm. Perencanaan tebal plat beton dengan menggunakan metode MDPJ 2017 dan AASHTO 1993 memiliki perbedaan dengan kondisi perencanaan *existing* jalur pengganti jalan tol Jakarta Cikampek II *elevated* yang disebabkan tebal plat beton pada kondisi eksisting sudah dilakukan perhitungan dan analisis perencanaan perkerasan komposit (perkerasan kaku dan perkerasan lentur) dan adanya perbedaan parameter dalam perhitungan. Tebal plat beton sebelum dilakukan perhitungan dengan perkerasan komposit adalah sebesar 330 mm dan tebal plat beton sesudah dilakukan perhitungan dengan perkerasan komposit sebesar 300 mm.

(Rachmadhani Hermawan, 2020). Penelitian yang berjudul “(Desain Perkerasan Kaku Pada Jalan Kandangan–Sememi, Surabaya Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017)” Pada Ruas Jalan Kandangan – Sememi memiliki status jalan Provinsi, dimana jalan

tersebut berada di Kecamatan Benowo Kota Surabaya yang menyatukan antar Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik. Dipilih lokasi tersebut sebagai objek penelitian karena seringnya dilalui kendaraan berat dan jalan *existing* mengalami kerusakan yang cukup parah hal itu pula menyebabkan seringnya kecelakaan pada lokasi ini. Dari hasil analisis dan perhitungan perencanaan tebal perkerasan kaku pada ruas Jln.Kandangan – Sememi dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 menghasilkan tebal perkerasan setebal 285 mm (28,5cm), ruji (*dowel*) Ø 32 mm, panjang 450 mm, dan panjang 300 mm, batang pengikat (*tie bars*) D16 mm, panjang 700 mm dan jarak 750 mm.

(Kurniawan & Sastra, 2021). Penelitian berjudul “Perancangan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Dan Pd T-14-2003 (Studi Kasus : Jalan Sudirman Km 36,4 – Km 39,4 Desa Bantan Timur – Muntai Barat) Kondisi eksisting Jalan Jenderal Sudirman Desa Bantan Timur – Muntai Barat merupakan perkerasan kaku dengan lebar 4 meter, dengan bahu jalan dan drainase masih berupa tanah. Jalan Jenderal Sudirman, Desa Bantan Timur – Muntai Barat yang saat ini rusak. Oleh karena itu, perlu direncanakan ketebalan lapisan perkerasan kaku pada ruas jalan tersebut guna meningkatkan pelayanan jalan bagi masyarakat. Rencana ini menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 dan metode Binamarga 2003. Setelah dilakukan perhitungan tebal perkerasan kaku yang diperoleh dari metode Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 dan metode Pd T-14-2003 maka didapat nilai tebal perkerasan kaku untuk Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 adalah 200 mm dan T-14-2003 Pd adalah 190 mm. Dan hasil total rencana anggaran biaya perkerasan uang menggunakan Pedoman Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 adalah sebesar Rp. 22.947.720.000 dan yang menggunakan Pd T-14-2003 total anggaran yang didapat adalah Rp. 24.547.200.000. Dari perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan menggunakan metode Pd T-14-2003 dan Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 untuk studi kasus Jalan Jenderal Sudirman Desa Bantan Timur – Muntai Barat dengan panjang jalan rencana 3000 m dari KM 36,4 – KM 39,4. ini dengan umur rencana 40 tahun. Direncanakan menggunakan Beton Bersambung Dengan Tulangan (BBDT) dengan mutu beton K-350, berikut beberapa kesimpulan yang dapat diambil : Didapat tebal perkerasankaku (*rigid pavement*) MDPJ Revisi September 2017 sebesar 200 mm dan Pd T-14-2003 sebesar 190 mm. Untuk Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 menggunakan tulangan ruji (*dowel*) dengan berdiameter 25 mm, panjang 450 mm, jarak antar ruji 300 mm, dan untuk ukuran *tie bar* dengan berdiameter 12 mm, panjang 600 mm dan jarak antar *tie bar* 750 mm. Untuk metode Pd T-14-2003 menggunakan tulangan ruji (*dowel*) dengan berdiameter 25 mm, panjang 450 mm, jarak antar ruji 300 mm, dan untuk ukuran *tie bar* dengan berdiameter 12 mm, panjang 600 mm dan jarak antar *tie bar* 750 mm.

2.2 Definisi Jalan

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 disebutkan bahwa jalan adalah suatu prasarana transportasi yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada di atas permukaan.

Jalan raya merupakan jalur yang dibuat di atas permukaan tanah oleh manusia dengan desain, ukuran, dan jenis konstruksi tertentu, sehingga dapat digunakan untuk mengakomodasi lalu lintas manusia, hewan, dan barang secara efektif dan efisien dari satu lokasi ke lokasi lainnya. (Clarkson & Oglesby, 1999)

2.3 Klasifikasi Jalan

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, jalan dikelompokkan ke dalam beberapa jenis berdasarkan fungsinya (Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, 2004):

1. Jalan arteri

Jalan arteri adalah jalan umum yang dapat digunakan oleh kendaraan angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh dengan kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien. Jalan arteri dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

a. Jalan arteri primer

Berfungsi sebagai jalur utama untuk menghubungkan antar pusat kegiatan nasional atau wilayah dengan akses terbatas. Jalan ini dirancang untuk melayani lalu lintas jarak jauh dengan kecepatan tinggi dan kapasitas besar.

b. Jalan arteri sekunder

Berfungsi sebagai penghubung antar pusat kegiatan di dalam suatu wilayah, seperti dalam kota atau antar kawasan. Jalan ini melayani lalu lintas lokal dengan kapasitas yang lebih rendah dibandingkan jalan arteri primer, namun tetap dirancang untuk memfasilitasi pergerakan kendaraan bermotor secara efektif.

2. Jalan kolektor

a. Jalan kolektor primer

Berfungsi menghubungkan jaringan jalan arteri primer dengan jalan lokal. Jalan ini melayani lalu lintas dengan volume sedang, mengakomodasi kendaraan yang bergerak dari daerah permukiman atau kawasan produksi menuju jalan arteri primer atau sebaliknya.

b. Jalan kolektor sekunder

Berfungsi menghubungkan pusat kegiatan lokal dalam suatu wilayah, seperti antar permukiman, fasilitas umum, atau kawasan perdagangan kecil. Jalan ini melayani lalu lintas dengan volume lebih rendah dibandingkan jalan kolektor primer, serta mengakomodasi perjalanan jarak pendek di tingkat lokal.

3. Jalan lokal

a. Jalan lokal primer

Berfungsi melayani pergerakan kendaraan dalam suatu kawasan atau lingkungan tertentu dengan tujuan untuk menghubungkan lokasi-lokasi aktivitas lokal dengan jaringan jalan yang lebih besar, seperti jalan kolektor primer atau arteri primer.

b. Jalan lokal sekunder

Berfungsi melayani pergerakan lalu lintas di tingkat lingkungan atau kawasan kecil. Fungsinya adalah menghubungkan lokasi-lokasi aktivitas di dalam kawasan tersebut dengan jalan lokal primer atau jaringan jalan lainnya.

4. Jalan lingkungan

a. Jalan lingkungan primer

Jenis jalan yang melayani pergerakan lalu lintas di dalam suatu lingkungan permukiman atau kawasan kecil, dengan fungsi utama menghubungkan antar area atau blok dalam lingkungan tersebut dan memberikan akses ke fasilitas umum. Jalan ini biasanya memiliki volume lalu lintas yang lebih rendah dan dirancang untuk kecepatan kendaraan yang rendah.

b. Jalan lingkungan sekunder

Jenis jalan yang melayani pergerakan lalu lintas dalam skala yang lebih kecil, biasanya di dalam area permukiman atau kawasan tertentu. Jalan ini berfungsi

untuk menghubungkan jalan lingkungan primer dengan akses ke properti atau fasilitas di sekitar lingkungan tersebut.

Jalan berdasarkan statusnya dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Jalan Nasional
2. Jalan Provinsi
3. Jalan Kabupaten
4. Jalan Kota
5. Jalan Desa

2.4 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur

Tujuan utama pembangunan struktur jalan adalah untuk mengurangi tegangan atau tekanan yang dihasilkan oleh beban roda sehingga nilainya tetap berada dalam batas yang dapat diterima oleh tanah pendukung struktur. Perkerasan lentur disebut demikian karena memungkinkan terjadinya deformasi vertikal akibat beban yang diterimanya terdiri dari (Sukirman, 1999):

Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan yang dirancang untuk mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar secara bertahap. Lapisan-lapisan ini memiliki fungsi spesifik untuk memastikan kinerja jalan yang optimal dan melindungi tanah dasar dari kerusakan akibat beban dan pengaruh lingkungan. Berikut adalah struktur umum perkerasan lentur:

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)
 - a. Lapisan teratas yang langsung berhubungan dengan beban kendaraan.
 - b. Terbuat dari campuran aspal atau material lain yang tahan aus dan cuaca.
 - c. Fungsi utama: memberikan kenyamanan berkendara, melindungi lapisan bawah, dan tahan terhadap deformasi serta gesekan.
2. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)
 - a. Lapisan di bawah permukaan, biasanya terbuat dari material granular atau campuran beraspal.
 - b. Fungsi utama: menyebarkan beban dari lapisan permukaan ke lapisan di bawahnya dan memberikan kekakuan tambahan.
3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)
 - a. Lapisan di bawah pondasi atas, terbuat dari material granular atau tanah yang distabilisasi.
 - b. Fungsi utama: memberikan dukungan tambahan, memperbaiki drainase, dan melindungi lapisan tanah dasar.
4. Tanah Dasar (*Subgrade*)
 - a. Lapisan paling bawah yang mendukung seluruh struktur perkerasan.
 - b. Tanah dasar harus memiliki daya dukung yang cukup untuk menahan beban yang diteruskan dari lapisan di atasnya.
 - c. Jika daya dukung tanah rendah, stabilisasi atau perbaikan tanah diperlukan.

Struktur ini dirancang secara berlapis agar beban kendaraan dapat didistribusikan secara merata ke tanah dasar, mencegah kerusakan, dan memperpanjang umur layanan jalan.

2.5 Kapasitas Jalan

Kapasitas ruas jalan adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati ruas jalan dalam periode waktu tertentu. Kapasitas jalan diukur dalam satuan kendaraan per jam. Kapasitas jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:

1. Lebar jalan
2. Pembagian arah lalu lintas
3. Hambatan samping
4. Ukuran kota
5. Tipe jalan
6. Bahu jalan/kereb

Kapasitas jalan dapat dihitung dengan persamaan

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots\dots\dots(2. 1)$$

Dalam persamaan tersebut, C adalah kapasitas, C_o adalah kapasitas dasar, dan FC_w adalah faktor penyesuaian lebar jalan

2.6 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (D_s) adalah perbandingan antara volume lalu lintas (V) dengan kapasitas jalan (C). Derajat kejenuhan menunjukkan seberapa jenuh kemampuan jalan dalam menampung arus kendaraan. Secara teoritis, nilai derajat kejenuhan berkisar antara 0–1. Semakin mendekati 1, maka kondisi jalan semakin mendekati jenuh.

Untuk menghitung derajat kejenuhan, digunakan rumus:

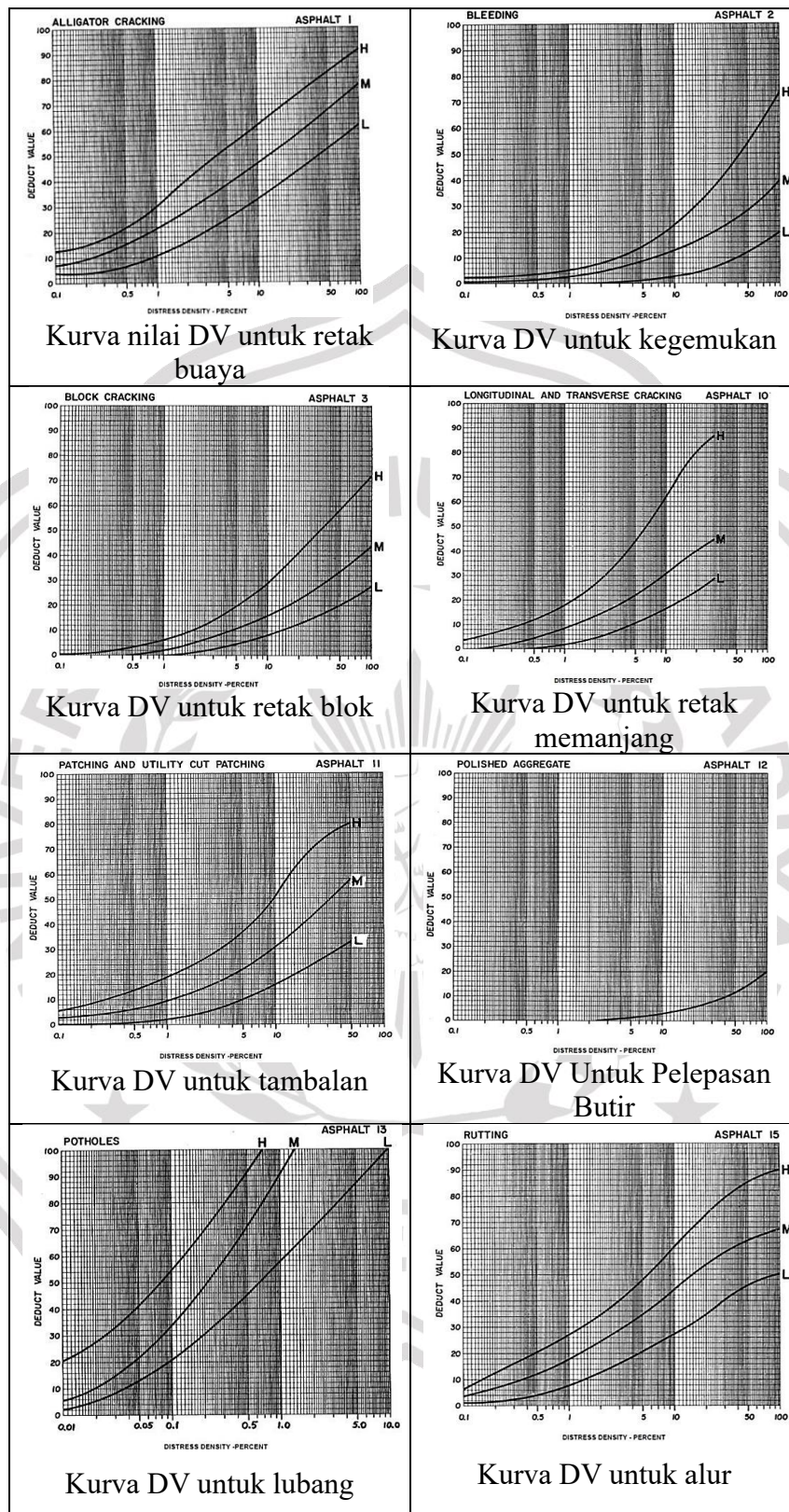
$$D_j = Q / C \dots\dots\dots(2. 2)$$

Dalam kaidah PKJI 2023, data yang dibutuhkan untuk menghitung derajat kejenuhan adalah volume jam puncak dalam smp/jam dan nilai kapasitas daya tampung jalan.

2.7 Penilaian Kerusakan Jalan Dengan Metode *Pavement Condition Index (Pci)*

2.7.1 Menentukan Nilai *Deduct Value*

Deduct value adalah nilai yang menunjukkan pengurangan kondisi perkerasan untuk setiap jenis kerusakan. Nilai ini diperoleh dari grafik yang menggambarkan hubungan antara kerapatan (*density*) kerusakan dan tingkat keparahan (*severity level*). Grafik ini digunakan sebagai acuan dalam menentukan nilai *deduct value* untuk berbagai jenis kerusakan.



Gambar 2. 1 Kurva DV

(Sumber : Bina Marga 2017)

2.7.2 Kerapatan (Density)

Menghitung kadar kerusakan (*Density*)

$$Density (100\%) \frac{Ad}{As} \times 100 \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

Ad = luas total dari satu jenis kerusakan perkerasan (ft² atau m²)

Ld = panjang total jenis kerusakan perkerasan (ft atau m)

As = luas total unit segmen (ft² atau m²)

2.7.3 Nilai Izin Maksimum Jumlah *Deduct Value* (M)

Nilai maksimum yang diizinkan untuk jumlah deduct value dihitung berdasarkan jumlah deduct value pada suatu segmen yang memiliki lebih dari satu jenis kerusakan. Jika jumlah data *deduct value* (DV) melebihi nilai maksimum (mi), maka jumlah tersebut akan direduksi hingga mencapai nilai mi. Namun, jika data yang tersedia kurang dari nilai mi, maka seluruh data DV pada segmen tersebut dapat digunakan sesuai dengan rumus yang berlaku.

$$M = 1 \frac{9}{98} \times (100 - HDVi) \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

m = jumlah pengurang ijin, termasuk pecahan untuk unit segmen

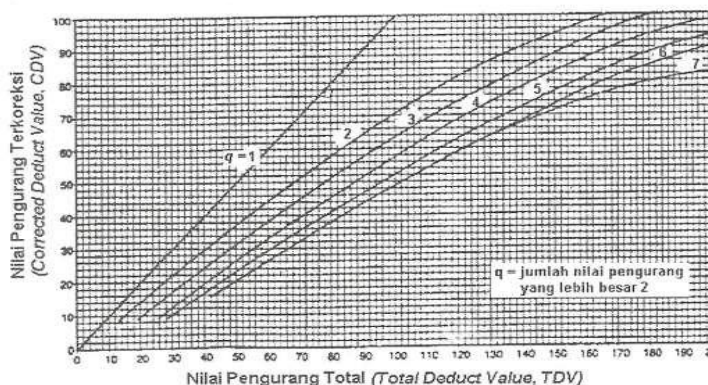
HDVi = nilai pengurang individual tertinggi untuk segmen

2.7.4 Nilai Pengurangan Total (Total Deduct Value, TDV)

Nilai Pengurangan Total (Total *Deduct Value*/TDV) merupakan akumulasi dari semua nilai pengurang (DV) pada setiap segmen unit. Nilai ini mencakup total deduct value untuk setiap jenis kerusakan dan tingkat keparahan yang terjadi dalam satu unit segmen.

2.7.5 Nilai Pengurangan Terkoreksi (Corrected Deduct Value, CDV)

Nilai Pengurangan Terkoreksi (*Corrected Deduct Value*/CDV) adalah nilai pengurangan untuk setiap jenis kerusakan yang dihitung berdasarkan kurva yang menunjukkan hubungan antara Nilai Pengurangan Total (TDV) dan Nilai Pengurangan (DV).



Gambar 2. 2 Kurva nilai pengurangan terkoreksi (CDV)

(Sumber: Shahin, 1994)

2.7.6 Nilai PCI (Pavement Condition Index)

Setelah nilai CDV diketahui maka nilai PCI setiap segmen dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$PCIs = 100 - CDV \dots \dots \dots (2.5)$$

Tabel 2. 1 Nilai PCI dan Nilai Kondisi

Rentang Nilai PCI	Kondisi	Deskripsi
85 - 100	Sangat Baik	Tidak ada kerusakan atau hanya kerusakan kecil.
70 - 84	Baik	Kerusakan ringan yang tidak memengaruhi kinerja jalan.
55 - 69	Sedang	Kerusakan mulai terlihat, perbaikan kecil diperlukan.
40 - 54	Buruk	Kerusakan signifikan, perlu perbaikan atau rehabilitasi.
25 - 39	Sangat Buruk	Kerusakan parah, jalan hampir tidak layak digunakan.
0 - 24	Gagal	Jalan rusak berat, tidak layak digunakan, membutuhkan rekonstruksi.

(Sumber : Shahin, 1994)

2.8 Tebal Rigid Pavment

2.8.1 Kondisi Tanah

Nilai CBR (*California Bearing Ratio*) rata-rata tanah dasar pada lokasi penelitian, berdasarkan kondisi tanah yang ada, dapat dilihat pada tabel di bawah ini, dengan nilai sebesar 2,71%. Berdasarkan data dari Dinas Bina Marga Kabupaten Gresik, kondisi subgrade di wilayah tersebut menunjukkan nilai CBR yang tergolong rendah. Hasil penyelidikan tanah yang dilakukan mengindikasikan bahwa nilai CBR tanah subgrade di lokasi penelitian berada di bawah 3,0%.

Tabel 2. 2 Nilai CBR

Titik	Nilai CBR (%)
(a)	(b)
1	2.6
2	2.63
3	2.91
nilai CBR rata-rata = (b)/3	2.71

(Sumber : Bina Marga Kabupaten Gresik)

BR segmen yang mewakili dihitung dengan menggunakan persamaan rumus 2.6 di bawah ini:

$$\text{CBR segmen} = \text{CBR rata-rata} - (\text{CBR max} - \text{CBR min})/R \dots \dots \dots (2. 6)$$

Dimana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen. Besar nilai R dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 2. 3 Nilai R

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1.4
3	1.91
4	2.24
5	2.48
6	2.67
7	2.83
8	2.96
9	3.08
>10	3.18

(Sumber : Buku Perkerasan Jalan Pd T – 14 -2003)

2.8.2 Data Lalu Lintas

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan selama satu minggu, diperoleh data arus lalu lintas kendaraan pada ruas Jalan Mayjend Sungkono – Jalan Kedanyang untuk tahun 2024. Data hasil survei tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2. 4 Volume Lalu Lintas

No	Waktu	Kendaraan Ringan	Kendaraan Berat	Sepedah Motor	Sepeda/Pejalan Kaki	Total Kendaraan Bermotor
1	06:00-07:00	114	297	1995	0	2406
2	07:00-08:00	133	298	2001	0	2432
3	08:00-09:00	141	295	2010	0	2446
4	11:00-12:00	94	180	1038	2	1312
5	12:00-13:00	104	161	995	0	1260
6	13:00-14:00	101	211	1083	0	1395
7	15:00-16:00	104	285	2240	0	2629
8	16:00-17:00	163	242	2300	1	2705
9	17:00-18:00	161	234	2311	2	2706
19291						

(Sumber : Data Penulis)

Didapat volume tertinggi pada hari minggu yaitu 19310 kendaraan bermotor dan jam puncak pada pukul 16:00-17:00 dengan volume sebesar 2773 kendaraan.

2.8.3 Umur Rencana

Perencanaan umur rencana selama 20 tahun dilakukan untuk memastikan bahwa struktur perkerasan jalan yang dirancang dapat melayani beban lalu lintas secara optimal selama periode tersebut. Dalam perencanaan ini, berbagai faktor dipertimbangkan, termasuk data lalu lintas harian rata-rata (LHR), tingkat pertumbuhan lalu lintas tahunan, distribusi jenis kendaraan, serta faktor ekivalen beban sumbu (ESAL). Perhitungan total repetisi beban sumbu selama umur rencana menjadi dasar dalam menentukan ketebalan dan spesifikasi material perkerasan, sehingga jalan dapat bertahan tanpa kerusakan signifikan dan memenuhi standar keselamatan serta kenyamanan pengguna. Desain ini juga memperhitungkan pengaruh lingkungan dan pemeliharaan berkala untuk menjaga kinerja jalan selama 20 tahun.

2.8.4 Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu lintas akan meningkat seiring dengan perjalanan waktu rencana atau mencapai tahap di mana kapasitas jalan telah tercapai dengan faktor pertumbuhan lalu lintas yang dapat diprediksi berdasarkan rumus yang dinyatakan di bawah ini.

Pertumbuhan lalu lintas:

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan pengertian :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %

UR : Umur rencana (tahun)

Mencari i terlebih dahulu dengan rumus sebagai berikut :

$$i = \frac{(Qt)^{\frac{1}{t}}}{(Q0)} - 1 \dots\dots\dots(2.8)$$

i = Laju pertumbuhan lalu lintas

Qt = Jumlah Kendaraan Akhir Tahun.

Q0 = Jumlah Kendaraan Awal Tahun.

t = Tahun Rencana.

Tabel 2. 5 faktor pertumbuhan lalu lintas

Umur Rencana	Laju Pertumbuhan (i) / Tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	30	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	72,1	98,3

(Sumber : Buku Perkerasan Jalan Pd T – 14 -2003)

2.8.5 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan faktor keamanan beban (FKB) rencana, beban sumbu dikalikan dengan nilai FKB yang sesuai. Faktor keamanan beban ini digunakan untuk memperhitungkan berbagai tingkat keandalan perencanaan, seperti yang tercantum pada Tabel 2.1. Ruas Jalan Mayjend Sungkono - Jalan Kedayang termasuk dalam kategori jalan bebas hambatan utama (*major freeway*) dengan jumlah lajur yang banyak. Aliran lalu lintas pada ruas jalan ini tidak terhambat dan memiliki volume kendaraan niaga yang tinggi. Berdasarkan informasi pada Tabel 2.1, karena ruas jalan tersebut memiliki volume kendaraan niaga yang tinggi, maka nilai faktor keamanan beban yang diterapkan adalah sebesar 1,2.

2.8.6 Perhitungan Tebal Perkerasan Beton

Rencana perkerasan jalan untuk ruas Jalan Mayjend Sungkono - Jalan Kedanyang adalah menggunakan perkerasan beton semen dengan konfigurasi dua lajur dua arah, yang dilengkapi dengan perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT). Semua data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan selanjutnya dihitung berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Untuk menentukan tebal perkerasan jalan yang dibutuhkan pada umur rencana, diperlukan perhitungan Faktor Keamanan Beban (FKB), sambungan, serta ketebalan pelat yang sesuai dengan kriteria perencanaan.

Data Parameter Perencanaan Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari hasil survei pada ruas jalan Mayjend Sungkono yang tercantum dalam tabel 4.2, rencana perkerasan kaku (rigid pavement) dirumuskan dengan beberapa parameter. Tingkat pertumbuhan lalu lintas tahunan direncanakan sebesar 4% dengan umur rencana jalan selama 20 tahun. Material beton memiliki kuat tarik lentur sebesar 3,55 MPa dengan kekuatan tekan karakteristik (F'_c) sebesar 35 MPa. Baja tulangan yang digunakan adalah BJTP U-24 dengan tegangan leleh 240 MPa, direncanakan untuk balok beton bertulang tepi (BBDT). Koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi direncanakan sebesar 1,8, dengan desain yang tidak menyertakan bahu jalan. Sambungan transversal direncanakan menggunakan dowel bar untuk mengontrol pergerakan horizontal antar pelat beton, sedangkan sambungan memanjang akan menggunakan *tie bar* untuk menjaga stabilitas antar pelat dan mencegah pergeseran. Desain ini dirancang untuk mendukung fungsi jalan dengan optimal selama masa layanan yang ditentukan.

2.8.7 Langkah-Langkah Perhitungan Tebal Plat

Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan beton semen mengacu pada Buku Perkerasan Jalan (Pd T 14 -2003) yang disajikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 6 Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan beton semen

Langkah	Uraian Kegiatan
1.	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan.
2.	Tentukan apakah menggunakan bahu beton atau bukan.
3.	Tentukan jenis tebal pondasi bawah berdasar nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana sesuai gambar 2.
4.	Tentukan CBR efektif berdasar nilai CBR rencana dan pondasi sesuai dengan Gambar 3.
5.	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari.
6.	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas
7.	Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasar pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia atau dapat menggunakan gambar 24 sampai dengan gambar 31.
8.	Tentukan tahanan ekuivalen dengan faktor erosi untuk STRT dari tabel 8 atau tabel 9
9.	Tentukan faktor rasio tegangan dengan membagi tegangan ekuivalen oleh

Lanjutan Tabel 2.5

10.	kuat tarik-lentur. Untuk menentukan beban rencana per roda jika beban rencana per roda > 65 KN, anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertingi pada gambar 19 sampai gambar 21.
11.	Dengan faktor rasio tegangan dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik dari gambar 19, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
12.	Hitung presentasi dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13.	Dengan menggunakan faktor erosi, tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi, dari gambar 20 atau 21.
14.	Hitung presentasi dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15.	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang terbaca pada gambar 19 dan gambar 20 atau gambar 21 yang masing-masing menapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16.	Hitung jumlah total total fatik dengan menjumlahkan presentasi fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban pada roda STRT tersebut
17.	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
18.	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.

(Sumber: Perkerasan Jalan Pd T 14 -2003)

2.9 Penulangan Rigid Pavment

Tulangan memanjang yang dibutuhkan pada perkerasan beton semen bertulang menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut :

$$A_s = \frac{\mu L M g h}{2 f_s} \dots\dots\dots (2. 9)$$

Keterangan :

Koefisien gesek antara pelat beton dg pondasi bawah = (μ)
 Panjang plat = (L)
 Berat isi beton = (M)
 Gravitasi = (g)
 Tebal plat = (h)

Tabel 2. 7 Nilai koefisien gesekan

No	Lapisan Pemecah Ikatan	Koofisien Gesekan (M)
1	Lapis resap ikat aspal di atas permukaan pondasi bawah	1
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon (A chlorinated rubber curing compound)	2

(Sumber: Perkerasan Jalan Pd T 14 -2003)

Persamaan rumus dapat digunakan untuk kedua tulangan.