

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Lentur Jalan

Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang memiliki fungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan (Sukirman, 1992). Pemberian konstruksi lapisan perkerasan dimaksudkan agar tegangan yang terjadi sebagai akibat pembebanan pada perkerasan ke tanah dasar (*subgrade*) tidak melampaui kapasitas dukung tanah dasar (Muchtar, 2016).

Perencanaan perkerasan jalan raya Kediri – Nganjuk ini menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang umumnya menggunakan campuran aspal sebagai lapis permukaan sehingga lapis permukaan tersebut mempunyai fleksibilitas / kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan dalam berkendara dan juga dari segi biaya lebih murah dibanding perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) pada jalan terdapat 3 bagian lapisan yang berbeda, yaitu lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*sub base course*) dan lapisan tanah dasar (*sub grade*). Lapis permukaan aspal berada di atas lapis pondasi dan lapis pondasi bawah granuler yang dihamparkan di atas tanah dasar. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapis di bawahnya.

➤ Lapis permukaan (*Surface course*)

Lapis permukaan (*surface course*) ialah perkerasan yang terdapat pada permukaan tanah paling atas. Dan pada lapis ini memiliki beberapa fungsi lapis yaitu lapis aus (*wearing course*) dan lapis pengikat (*binder course*). Lapis aus perlu mempunyai keawetan, kedap air, kerataan dan kekesatan. Oleh sebab itu, lapis ini perlu disusun dari kombinasi dari aspal panas dan padat. Manfaat dari lapis permukaan ialah sebagai berikut:

1. Untuk bahan perkerasan yang dapat menahan beban roda.
2. Dapat membuat permukaan tidak licin, sehingga tersedia koefisien gerak (*skid resistance*) yang cukup untuk menjamin tersedianya keamanan lalu lintas.
3. Sebagai lapisan aus (*wearing course*), yaitu lapis yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti dengan yang baru.
4. Lapis yang kedap air, dapat mencegah masuknya air ke dalam lapisan perkerasan yang ada dibawahnya.

➤ **Lapis pondasi atas (*Base course*)**

Lapisan pondasi atas (*base course*) adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah. Fungsi dari lapisan ini sebagai berikut:

- Lapisan ini dapat menahan gaya lintang dari roda dan meneruskan beban ke lapisan yang ada di bawahnya.
- Sebagai lapisan pendukung permukaan yang dapat memikul beban horizontal dan vertikal.

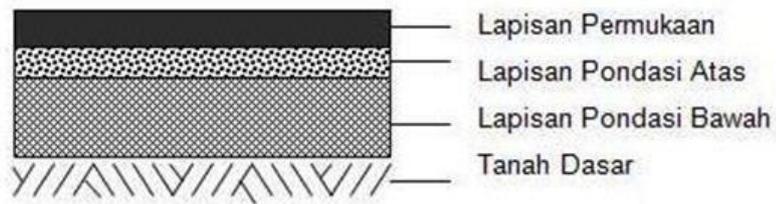
➤ **Lapis pondasi bawah (*Subbase course*)**

Lapis pondasi bawah (*subbase course*) ialah komponen perkerasan yang terletak pada lapis pondasi atas dan tanah dasar. Berikut untuk manfaat yang terdapat pada lapis pondasi bawah adalah:

- Dapat mencegah masuknya partikel halus ke dalam lapisan yang ada di bawahnya.
- Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari pengaruh cuaca terutama hujan.

➤ **Tanah dasar (*Sub grade*)**

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan diatasnya. Menurut Spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan, yang mempunyai persyaratan tertentu sesuai fungsinya, yaitu yang berkenaan dengan kepadatan dan daya dukungnya CBR.



Gambar 2. 1 Susunan Lapisan Perkerasan Jalan

2.2 Umur Rencana (UR)

Pada petunjuk perencanaan perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen, diterangkan pada umur rencana merupakan total waktu dan tahun dihitung mulai dari jalan dibuka sampai pada masa dibutuhkan perbaikan berat atau perlu ditambahkan lapis permukaan yang baru (*overlay*). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan non struktural yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air.

2.3 Parameter perencanaan tebal lapisan perkerasan

Dalam perencanaan tebal perkerasan perkerasan lentur (*flexible pavement*) membutuhkan beberapa parameter dalam perencanaannya, parameter yang digunakan dalam metoda Analisa komponen. Adapun parameter perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen adalah:

- Lalu lintas rencana

Jalur pada jalan ialah jalur lalu lintas pada suatu ruas jalan raya. Apabila jalan tidak mempunyai petunjuk batas jalur, maka besaran jalur ditetapkan dari lebar perkerasan menurut (Tabel 2.1)

Tabel 2. 1 Jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan

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

Sumber: (SKBI-2.3.26.1987)

Adapun koefisien distribusi kendaraan (c) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut (Tabel 2.2)

Tabel 2. 2 Jumlah lajur kendaraan berdasarkan berat kendaraan

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 Arah	1 arah	2 arah
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	1.00	1.00	1.00	1.00
2	0.60	0.50	0.70	0.50
3	0.40	0.40	0.50	0.475
4	-	0.30	-	0.45
5	-	0.2	-	0.425
6	-	0.20	-	0.4

Sumber: (SKBI-2.3.26.1987)

2.4 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan kendaraan. Beban masing-masing pada sumbu dipengaruhi oleh titik berat kendaraan. Distribusi beban terhadap sumbu depan dan belakang adalah 34% dan 66%. Angka ekuivalen memiliki masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus pada (Tabel 2.3).

Tabel 2. 3 Angka ekuivalen sumbu kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	Angka Ekuivalen
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0.002	-
2000	4409	0.0036	0.0003
3000	6614	0.0183	0.0016
4000	8818	0.0577	0.005
5000	11023	0.0141	0.0121
6000	13228	0.2923	0.0251
7000	15432	0.5415	0.0466

8000	17637	0.9238	0.0793
8160	18000	1	0.086
9000	19841	1.4798	0.1273
10000	22046	2.2555	0.194
11000	24251	3.3022	0.284
12000	26455	4.677	0.4022
13000	28660	6.4419	0.554
14000	308684	8.6647	0.7452
15000	33069	1.14184	0.982
16000	35276	1.47815	1.2712

Sumber: (SKBI-2.3.26.1987)

Angka ekivalen yang dipergunakan dalam sebuah perencanaan jalan adalah angka ekivalen berdasarkan pada berat kendaraan yang diharapkan selama umur rencan. Angka ekivalen kendaraan dapat dihitung sebagai berikut:

$$E \text{ truk kosong} = E \text{ sumbu depan} + E \text{ sumbu belakang}$$

$$E \text{ truk maks} = E \text{ sumbu depan} + E \text{ sumbu belakang}$$

2.5 Rumus Lalu Lintas Harian dan Lintas Ekivalen

- Lalu lintas Harian Rata - Rata (LHR) pada macam kendaraan ditetapkan pada awal umur rencana, yang diperoleh hasil untuk dua arah pada jalan tidak dengan median atau masing-masing arah pada jalan.
- Lintas ekivalen awal (LEP) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (2.1)$$

Catatan:

- C = Koefisien distribusi kendaraan
- E = Angka ekivalen
- J = Jenis kendaraan
- LHR = Lalu lintas harian rata – rata

- Lintas ekivalen akhir (LEA) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (2.2)$$

Catatan:

- LEP = Lintas ekivalen permulaan
- LHR = Lalu lintas harian rata – rata pada awal umur rencana
- UR = Umur rencana
- Cj = Koefisien distribusi kendaraan pada lajur rencanai
- I = perkembangan lalu lintas
- Ej = Angka ekivalen beban sumbu untuk satu jenis rencana

➤ Lintas ekivalen tengah (LET) dapat dihitung menggunakan rumus sebgai berikut:

$$LER = \frac{LEP+LEA}{2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Catatan:

- LEP = Lintas ekivalen permulaan
- LEA = Lintas ekivalen akhir

➤ Lintas ekivalen rencana (LER) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LER = LET \times FP \dots\dots\dots(2.4)$$

Catatan:

- LER = Lintas ekivalen rencana
- LET = Lintas ekivalen tengah
- FP = Faktor penyesuaian
- UR = Umur rencana

2.6 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Daya dukung tanah dasar dapat dilihat dari hasil grafik kolerasi CBR tanah dasar terhadap DDT, dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7 \dots\dots\dots(2.5)$$

Catatan :

- DDT = daya dukung tanah dasar
- CBR = nilai CBR tanah dasar

2.7 Penentuan Harga California Bearing Ratio (CBR)

Salah satu kekuatan konstruksi pada jalan ditentukan oleh kualitas daya dukung

tanah asli sebagai bahan dasar (*subgrade*). Cara mengetahui daya dukung tanah dasar jalan adalah dengan uji CBR (*California Bearing Ratio*). Nilai CBR digunakan sebagai dasar perencanaan perkerasan timbunan jalan selanjutnya, tergantung dari kelas jalan yang akan dikehendaki. Semakin tinggi nilai CBR, maka kondisi tanah dasar semakin baik. Jika tanah asli mempunyai daya dukung rendah, maka konstruksi jalan akan cepat mengalami kerusakan.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara menggunakan penentuan pengujian CBR dengan alat DCP (*Dinamic cone penetrometer*). Uji DCP (*Dynamic cone penetrometer*) merupakan suatu pengujian yang cepat untuk mendapatkan nilai kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi jalan.

2.8 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan berfungsi untuk menjelaskan nilai dari pada kerataan / kehalusan dengan kemampuan permukaan yang berhubungan pada tingkat pelayanan (*Level Of Service*) pada kendaraan yang melintas. Berikut untuk nilai IP dengan makna seperti di bawah ini:

- IP = 1,0 ialah artinya pada permukaan jalan tersebut dalam kondisi rusak berat.
- IP = 1,5 ialah artinya tingkat pelayanan rendah.
- IP = 2,0 ialah artinya tingkat pelayanan rendah untuk jalan yang masih baik.
- IP = 2,5 ialah artinya permukaan pada jalan tersebut cukup stabil dan baik.

Untuk menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, harus ditinjau oleh aspek pada (Tabel 2.4) di bawah ini:

Tabel 2. 4 Indeks Permukaan

LER = (Lintas Ekivalen Rencana)	Klafikasi Jalan		Klafikasi Jalan	
	Local	Kolektor	Arteri	Tol
<10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 - 2,0	-
10-100	1,5	1,5 - 2,0	2	-
100-1000	1,5 - 2,0	2	2,0 - 2,5	-
>1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

Sumber: (SKBI-2.3.26.1987)

2.9 Faktor Regional (FR)

Faktor regional / faktor lingkungan adalah faktor yang menunjukkan keadaan lingkungan setempat dimana tiap-tiap negara adalah berbeda-beda. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai FR adalah air tanah dan hujan, perubahan temperatur (iklim) dan kemiringan medan. (Lihat tabel 2.5)

Tabel 2. 5 Faktor Regional

Curah Hujan	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian (6-10%)		Kelandaian (>10 %)	
	% Kend. Berat		% Kend. Berat		%Kend. Berat	
	≤ 30 %	>30 %	≤ 30 %	>30 %	≤ 30 %	>30 %
Iklm I < 900 mm/thn	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-20	1,5	2,0-3,5
Iklm II > 900 mm/thn	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Sumber: (SKBI-2.3.26.1987)

2.10 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Merupakan masing- masing bahan dan kegunaanya sebagai lapis permukaan, lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang stabilitasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah). (Lihat tabel 2.6)

Tabel 2. 6 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS kg	Kt(kg /cm)	CBR %	
0,40			744			Laston
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			Asbuton
0,35			744			
0,31			590			
0,28			454			

0,30			340			Hot Rolled Asphalt
0,26			340			Aspal Macadam
0,25						Lapen (mekanis)
0,20						Lapen (manual)
	0,28		590			
	0,26		454			Laston Atas
	0,24		340			
	0,23					Lapen (mekanis)
	0,19					Lapen (manual)
	0,15		22			Stab. Tanah dengan semen
	0,13		18			
	0,15		22			Stab. Tanah dengan kapur
	0,13		18			
	0,14				100	Pondasi Macadam (basah)
	0,12				60	Pondasi Macadam (kering)
	0,14				100	Batu Pecah (Klas A)
	0,13				80	Batu Pecah (Klas B)
	0,12				60	Batu Pecah (Klas C)
		0,13			70	Sirtu/ Pitrun (Klas A)
		0,12			50	Sirtu/ Pitrun (Klas B)
		0,11			30	Sirtu/ Pitrun (Klas C)
		0,10			20	Tanah/lempung Kepasiran

Sumber: (SKBI-2.3.26.1987)

2.11 Batas – Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan Jalan

Adapun batas – batas minimum tebal lapisan perkerasan jalan sebagai berikut : (Lihat pada tabel 2.7 dan tabel 2.8)

➤ Lapis permukaan

Tabel 2. 7 Batas – Batas Tebal Minimum Pada Lapisan Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	0	Lapisan pelindung, Buras/Burtu/Burda
3,00 – 6,70	5	Lapen/ aspal macadam, HRA, asbuton, Laston.
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/ aspal macadam, HRA, asbuton, Laston
7,50 – 9,99	7.5	Asbuton, Laston
≥ 10,00	10	Laston

Sumber: (SKBI-2.3.26.1987)

➤ Lapis pondasi

Tabel 2. 8 Batas – Batas Tebal Minimum Pada Lapisan Pondasi

ITP	Tebal Minimum (Cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu Pecah, Stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur.
3,00 – 7,49	20 ^{*)}	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur.
7,50 – 9,99	10	LASTON ATAS.
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, Stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam.
10,00 -12,24	15	LASTON ATAS
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, Stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam.
≥ 12,15	25	LAPEN, LASTON ATAS Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam. LAPEN, LASTON ATAS

Sumber: (SKBI-2.3.26.1987)

➤ Lapis pondasi bawah

Untuk setiap nilai ITP, bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm. penentuan tebal perkerasan dapat diartikan pada ITP (Indeks Tebal Permukaan) menggunakan rumus:

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

ITP = Indeks tebal perkerasana

1,a2,a3= Koefisien lapisan

D1,D2,D3 = Tebal perkerasan (cm)

2.12 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek konstruksi. Tujuan pembuatan RAB sendiri adalah untuk

mengetahui harga bagian atau item pekerjaan sebagai pedoman untuk mengeluarkan biaya-biaya dalam masa pelaksanaan pembangunan. Selain itu juga bertujuan supaya bangunan yang akan didirikan dapat dilaksanakan dengan efektif dan efisien.

2.13 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis:

Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Rima Rafisa Ardiyana	Perencanaan tebal perkerasan lentur dan anggaran biaya jalan raya Pare - Kediri Kota Kediri	Hasil dari perencanaan jalan Raya Pare - Kediri Kota Kediri diperoleh tebal perkerasan pada jalan tersebut diperoleh 25cm batu pecah B untuk lapis pondasi bawah, 20 cm batu pecah kelas A untuk lapis pondasi dan 7cm Laston ACMS 744 untuk lapis permukaan dan memerlukan biaya perencanaan sebesar Rp. 21.253.066.282,48.
2	Riska Intan Ramadhani	Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2013 dan Metode Mekanik – Empirik Menggunakan Program KENVAPE Pada Ruas Jalan Jogja – Solo	Hasil dari perhitungan perencanaan jalan Jogja - Solo dengan metode Bina Marga 2013 menghasilkan untuk tebal lapis permukaan menggunakan AC - WC dengan tebal 4cm, AC – BC dengan tebal 15,5cm, lapis pondasi atas memakai CTB dengan tebal 15cm. Dan desain yang dikontrol memakai KENPAVE menghasilkan tebal minimum yang baik dalam menahan beban semasa umur rencana 20 tahun. Untuk tebal <i>surface</i> 20 cm, <i>base</i> 8 cm dan <i>subbase</i> 10 cm.
3	Andy Kristafi	Metode Bina Marga Pada Ruas 0+000 - 1+000 Kecamatan Pujon Kabupaten Malang	Dari perencanaan pada jalan Agen Polisi II Peril di peroleh tebal lapis pondasi bawah 15 cm menggunakan batu kali, dan lapis pondasi 20 cm menggunakan batu pecah, dan lapis permukaan 7,5cm menggunakan lapen
4	Novita Pradani	Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan entur Menggunakan Metode PD T-01-2002-B, Metode Manual Desain	1. Pada perolehan perhitungan dengan Metode Bina Marga Pd T-01-2002-B dan MDP mempengaruhi hasil pada LHR. Sementara itu dengan menggunakan metode Nottingham mempengaruhi hasil LHR dan temperature 2. Pada perencanaan tebal perkerasan menggunakan umur rencana 20 tahun dengan metode Bina Marga

		Perkerasan (MDP) dan Metode Nottingham Pada Ruas Jalan Gusti Ngurah Rai Palu	Pd T-01-2002-B menghasilkan nilai LHR sebanyak 16.072.047,021 CESA dan tebal lapis <i>surface</i> 22,86 cm, lapis pondasi atas 20 cm dan lapis pondasi bawah 15,545 cm, dan untuk metode MDP menghasilkan nilai LHR 231.301.030,144 CESA dan tebal perkerasan lapis <i>surface</i> menggunakan AC WC dan tebalnya 5 cm, AC-BC tebalnya 28cm
5	Leni Sriharyani	Analisa Perencanaan Lapis Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen '87 (SNI) (Studi Kasus Pada Paket Peningkatan Jalan Simpang Bujung Tenuk - Batas Kabupaten Lampung Tengah)	Dari perencanaan pada jalan Simpang Bujung Tenuk - Batas Kabupaten Lampung Tengah diperoleh tebal lapis permukaan Laston 5 cm dan lapis pondasi atas menggunakan batu pecah kelas A 20cm dan lapis pondasi bawah menggunakan sirtu / pitrum 10cm