

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hasil Penelitian/Perancangan Terdahulu

Penelitian berjudul “Analisis Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode Bina Marga T-05-2005 B Dan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017” memiliki tujuan untuk mengetahui perbedaan tebal lapis tambah (*overlay*) menggunakan metode Bina Marga T-05-2005 B dan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017. Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan metode Bina Marga 2005 diperoleh nilai CESA sebesar 1.744.095,98 ESAL dan d_{wakil} sebesar 1,540 serta menghasilkan tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar 10 cm dimana AC-WC sebesar 4 cm dan AC-BC sebesar 6 cm. Berdasarkan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 diperoleh nilai $CESA_4$ sebesar 1.046.413,025 ESAL, $CESA_5$ sebesar 1.314.532,170 ESAL dan d_{wakil} sebesar 1,780 serta menghasilkan tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar 12 cm dimana AC-WC sebesar 4 cm dan AC-BC sebesar 8 cm. Perbedaan ini dikarenakan adanya perbedaan parameter dan prosedur perhitungan dari kedua metode tersebut. Dengan memperhatikan faktor koreksi terhadap MAPT, maka tebal lapis tambah menurut Bina Marga 2005 yaitu setebal 10 cm dengan AC-WC 4 cm dan AC-BC 6 cm yang dipilih sebagai lapis tambah desain ruas jalan Silangit – Sp.3 Muara – Muara – Bakkara (Bts. Humbahas) Kab. Tapanuli Utara. (Yuspita, 2021)

Penelitian berjudul “Evaluasi Perkerasan Jalan Serta Perencanaan Lapis Tambah (*Overlay*) Menggunakan Metode Bina Marga 1987 Dan Metode Bina Marga 2017” memiliki tujuan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi serta cara penanganan jalan yang sesuai dan mendapatkan tebal lapis tambahan (*overlay*) menggunakan metode bina marga 1987 dan metode bina marga 2017. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif, data yang didapatkan dari instansi terkait juga hasil pengamatan peneliti di lapangan. Penanganan jalan raya Kalianget termasuk urutan prioritas > 7 yang berarti cukup dimasukkan dalam pemeliharaan rutin. Hasil tebal lapis tambahan (*overlay*) metode bina marga 2017 yaitu setebal 5 cm sedangkan hasil *overlay* metode bina marga 1987 sebesar 4 cm. perbedaan hasil tebal lapis tambahan dari kedua metode tersebut disebabkan adanya perbedaan proses perancangan, kriteria, dan prosedur penyelesaiannya. (Kusmiandani, 2022)

Penelitian berjudul “Analisa Perbandingan Desain Lapis Tambah (*Overlay*) Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993” memiliki tujuan membandingkan desain tebal *overlay* dengan menggunakan metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993 yang dititik beratkan pada perbandingan konsep, parameter, prosedur dan hasil desain dengan menggunakan data lendutan *Falling Weight Deflectometer (FWD)* yang diperoleh dari survei tahunan Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Sulawesi Utara. Hasil penelitian diperoleh untuk metode Bina Marga 2017 menghasilkan tebal *overlay* sebesar 6 cm dengan *design traffic* sebesar 4.601.105, sedangkan metode AASHTO 1993 menghasilkan tebal *overlay* sebesar 8,5 cm dengan *design traffic* sebesar 3.810.352,823. Perbedaan ini disebabkan karena konsep desain pada metode Bina Marga 2017 adalah metode mekanistik empiris, sedangkan metode AASHTO 1993 menggunakan metode empiris. Prosedur desain pada Bina Marga 2017 yaitu dengan menggunakan grafik berdasarkan nilai CESA dan nilai lendutan wakil, sedangkan untuk AASHTO 1993 menggunakan nilai MR tanah dasar, nilai E_p , nilai SN_{eff} dan SN_f (Manoppo et al., 2021).

Penelitian berjudul “Analisis Perencanaan *Overlay* Pada Ruas Jalan Craken – Ngulungkulon Nambak – Ngulungklon Dengan Bahan ACL Pada STA 0,00-13.345 Kecamatan Munjungan Kabupaten Trenggalek” memiliki tujuan untuk menganalisis kinerja jalan dan menghitung tebal perkerasan menggunakan metode bina marga 2017 dengan material ACL STA 0,00 – 13.345. Perencanaan geometrik ruas jalan Nambak – Ngulungkulon Craken – Ngulungkulon diperoleh nilai permukaan jalan dengan metode Bina Marga 2017 13 cm. Pekerjaan *overlay* pada usia perencanaan dilakukan pada tahun ke-15 dengan tambahan ketebalan lapisan dengan metode bina marga 2017 3 cm. Dan tingkat pertumbuhan lalu lintas meningkat sebesar 28,65% selama 10 tahun (Arganata et al., 2019)

Penelitian berjudul “Perencanaan Lapis Tambahan (*Overelay*) Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Pada Jalan BTS. Kota Ponorogo-Biting KM.SBY 208+000 – KM.SBY 211+500 Provinsi Jawa Timur” memiliki tujuan untuk mengetahui jenis kerusakan jalan yang terjadi pada Jalan BTS. Kota Ponorogo-Biting dan menghitung lapis tambahan (*overlay*) dalam umur rencana 10 tahun kedepan. Metode yang digunakan adalah metode Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017. Data yang digunakan dalam perencanaan lapis tambahan (*overlay*) berupa data LHR, *Benkelman Beam Test*, dan *test pit* yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur, serta pengamatan secara langsung di lapangan untuk mengetahui kerusakan jalan yang terjadi. Berdasarkan data yang diperoleh, Jalan BTS. Kota Ponorogo-Biting mengalami beberapa kerusakan yaitu retak kulit buaya, berlubang, bergelombang, dan pengausan agregat. Hasil perencanaan tebal lapis tambahan (*overlay*) dalam umur rencana 10 tahun kedepan sebesar 160 mm dengan AC WC sebesar 40 mm dan AC BC sebesar 120 mm dengan bahan perkerasan modifikasi SBS (Rahmah & Widayanti, 2022).

2.2. Jalan

2.2.1 Definisi Jalan

Jalan adalah salah satu prasarana transportasi yang sangat penting. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Undang-Undang Republik Indonesia No.38, 2004).

Jalan raya adalah jalur yang berada di atas tanah di permukaan bumi yang diciptakan oleh manusia dengan bentuk, ukuran, serta jenis konstruksinya sehingga mampu digunakan dalam menyalurkan lalu lintas manusia, hewan, serta barang dari suatu tempat ke tempat yang lainnya dengan efektif dan efisien. (Clarkson & Oglesby, 1999)

2.2.2 Klasifikasi Jalan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan, jalan menurut fungsinya dibagi menjadi beberapa jenis yaitu (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

Jalan arteri primer adalah jalan yang menghubungkan antar pusat kegiatan nasional atau antar pusat kegiatan nasional dengan kegiatan wilayah.

b. Jalan arteri sekunder

Jalan arteri sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

2. Jalan kolektor

Jalan kolektor adalah jalan umum yang dapat digunakan oleh kendaraan angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang dengan kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan kolektor dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

a. Jalan kolektor primer

Jalan kolektor primer adalah jalan yang menghubungkan antar pusat kegiatan wilayah atau antar pusat kegiatan wilayah dengan lokal.

b. Jalan kolektor sekunder

Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

3. Jalan Lokal

Jalan lokal adalah jalan yang dapat digunakan oleh kendaraan angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat dengan kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan lokal dibedakan menjadi dua yaitu:

a. Jalan lokal primer

Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan antara pusat kegiatan nasional dengan kegiatan lingkungan, antara pusat kegiatan wilayah dengan kegiatan lingkungan, antar pusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antar pusat kegiatan lingkungan.

b. Jalan lokal sekunder

Jalan lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

4. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan adalah jalan yang dapat digunakan oleh kendaraan angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat dengan kecepatan rendah. Jalan lingkungan dibagi menjadi dua yaitu:

a. Jalan lingkungan primer

Jalan lingkungan primer adalah jalan yang menghubungkan antar pusat kegiatan di daerah perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan.

b. Jalan lingkungan sekunder

Jalan lingkungan sekunder adalah jalan yang menghubungkan antar persil dalam kawasan perkotaan.

Jalan berdasarkan statusnya dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Jalan nasional

Jalan nasional terdiri dari:

a. Jalan arteri primer

b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi

c. Jalan tol

d. Jalan strategis nasional.

2. Jalan provinsi

Jalan provinsi terdiri dari:

- a. Jalan kolektor primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten atau kota
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibu kota kabupaten atau kota
- c. Jalan strategis provinsi
- d. Jalan di Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta.

3. Jalan kabupaten

Jalan kabupaten terdiri dari:

- a. Jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi.
- b. Jalan lokal primer yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat desa, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kecamatan dengan desa, dan antar desa.
- c. Jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota
- d. Jalan strategis kabupaten.

4. Jalan kota

Jalan kota adalah jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota.

5. Jalan desa

Jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten di dalam kawasan perdesaan, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa.

2.3. Struktur Lapisan Perkerasan Lentur

Tujuan utama pembuatan struktur jalan adalah untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban roda sehingga mencapai tingkat nilai yang dapat diterima oleh tanah yang menyongkong struktur tersebut. Konstruksi perkerasan lentur disebut 'lentur' karena konstruksi ini memungkinkan terjadinya deformasi vertikal akibat beban lalu lintas. Berikut adalah struktur perkerasan lentur yang terdiri dari (Sukirman, 1999):

1. Lapisan Tanah Dasar (*sub grade*)

Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasarnya. Tanah dasar yang baik adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume.

2. Lapisan Pondasi Bawah (*sub base course*)

Lapisan pondasi bawah terletak antara lapis pondasi atas dan lapisan tanah dasar. Lapis pondasi bawah memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat.
- b. Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah relatif murah dibanding lapisan di atasnya.
- c. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- d. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

3. Lapisan Pondasi Atas (*base course*)

Lapis pondasi atas terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah. Material yang digunakan untuk lapisan pondasi atas adalah material yang cukup kuat. Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilisasi tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas. Lapis pondasi atas memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan bawahnya.
- b. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.
4. Lapisan Permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas. Lapisan permukaan memiliki fungsi sebagai berikut:

- a. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilisasi tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
- c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung terkena gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang kurang.

2.4. Penilaian Jalan Dengan Metode *Pavement Condition Index* (PCI)

Pavement condition index (PCI) merupakan sebuah metode untuk penilaian kondisi kerusakan perkerasan yang dinyatakan dalam Indeks Kondisi Perkerasan yang ditinjau dari kondisi permukaan perkerasan dari fungsi daya guna yang mengacu pada kondisi dan keruskan pada permukaan perkerasan jalan yang terjadi. (Hardiyatmo, 2007)

Pada metode PCI kerusakan yang terjadi dibagi dalam 3 tingkat yaitu L (*Low severity level*), M (*Medium severity level*), dan H (*High severity level*) dan memiliki rentang nilai antara 0 sampai 100 dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), buruk (*poor*), sangat buruk (*very poor*), dan gagal (*failed*). Perhitungan PCI berdasarkan pada hasil survei kondisi jalan secara visual yang teridentifikasi dari tipe kerusakan, tingkat kerusakan, dan kuantitasnya. Pembagian tingkat kerusakan jalan oleh Shahin (1994) ditunjukkan dalam tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Tingkat Kerusakan Jalan

No.	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan		
		L	M	H
1 2 3	Retak buaya Retak memanjang Retak melintang	Salah satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Retak tak terisi lebar 10mm 2. Retak terisi sembarang lebar	Salah satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Retak tak terisi lebar 10-76 mm 2. Retak tak terisi lebar maks 76 mm dan dikelilngi retak acak ringan 3. Sembarang retak dikeliling retak agak acak	Salah satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Sembarang retak terisi atau tidak terisi dikelilingi retak acak kerusakan sedang hingga tinggi 2. Retak tak terisi > 76 mm 3. Retak sembarang lebar dengan beberapa inch di sekitar retakan pecah

Lanjutan Tabel 2.1 Tingkat Kerusakan Jalan

No.	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan		
		L	M	H
4	Retak selip	Retak dengan lebar < 10 mm	Salah satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Retak rata-rata 10-38 mm 2. Area disekitar retakan pecah kedalam pecahan-pecahan terikat	Salah satu dari kondisi berikut terjadi: 1. Retak rata-rata 10-38 mm 2. Area disekitar retakan pecah kedalam pecahan-pecahan terikat
5	Retak blok	Retak dengan tingkat kerusakan rendah	Retak dengan tingkat kerusakan sedang	Retak dengan tingkat kerusakan tinggi
6	Retak tidak beraturan			
7	Alur	Kedalaman: 6-13 mm	Kedalaman: 13-25,5 mm	Kedalaman >25,5 mm
8	Keriting			
9	Amblas	Kedalaman: 13-25 mm	Kedalaman: 25-51 mm	Kedalaman > 51 mm
10	Sungkur	Sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Gangguan besar pada kenyamanan kendaraan
11	Lubang	1. h = 12,7 - 25,4 mm l = 102 - 203 mm 2. h = 12,7 - 25,4 mm l = 203 - 457 mm 3. h = 25,4 - 50,8 mm l = 203 - 457 mm	1. h = 12,7 - 25,4 mm l = 457 - 62 mm 2. h = 25,4 - 50,8 mm l = 203 - 457 mm 3. h = > 50,8 mm l = 102 - 203 mm 4. h = > 50,8 mm l = 203 - 457 mm	1. h = 25,4 - 50,8 mm l = 203 - 457 mm 2. h = > 50,8 mm l = 457 - 762 mm
12	Pelepasan butir	Agregat mulai lepas, permukaan berlubang di beberapa tempat dan tidak dapat ditembus mata uang logam	Agregat pengikat banyak lepas, permukaan kasar, dapat ditembus mata uang logam	Agregat banyak lepas, permukaan sangat kasar dan banyak lubang berdiameter < 10 mm. Lubang lebih besar dari 10 mm dimasukkan kategori <i>pothole</i>
13	Pengausan	Tidak ada definisi keausan, namun derajat aus harus diperhatikan dan signifikan sebelum dimasukkan kedalam jenis kerusakan saat survey dan penilaian kondisi jalan.		
14	Kegemukan	Terjadi pada derajat rendah dan aspal tidak sampai melekat pada roda kendaraan	Menyebabkan aspal melekat pada roda kendaraan	Menyebabkan aspal banyak melekat pada roda kendaraan

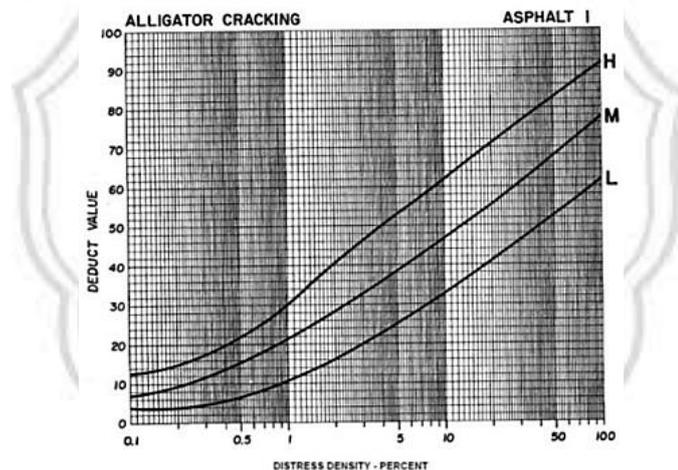
Lanjutan Tabel 2.1 Tingkat Kerusakan Jalan

No.	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan		
		L	M	H
15	Tambalan	Tambalan baik, kenyamanan sedikit terganggu	Tambalan sedikit rusak dan kenyamanan sedikit terganggu	Tambalan sangat rusak dan kenyamanan kendaraan sangat terganggu
16	Retak tepi	Retak sedikit sampai sedang dengan tanpa pecahan atau butiran lepas	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas	Banyak pecahan atau butiran lepas sepanjang tepi perkerasan
17	Benjol dan turun	Sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Gangguan besar pada kenyamanan kendaraan

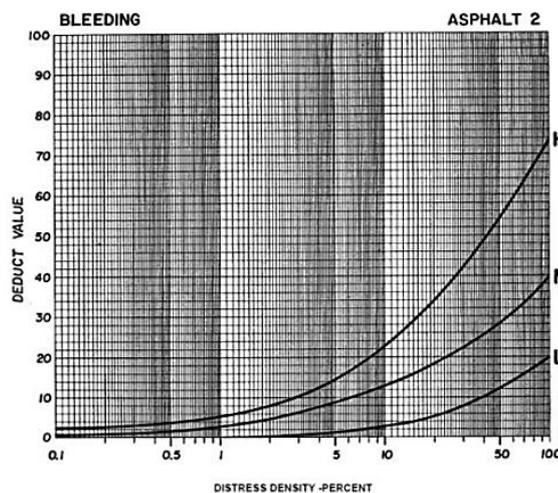
Sumber: (Hardiyatmo, 2005)

2.4.1 Menentukan nilai *Deduct Value*

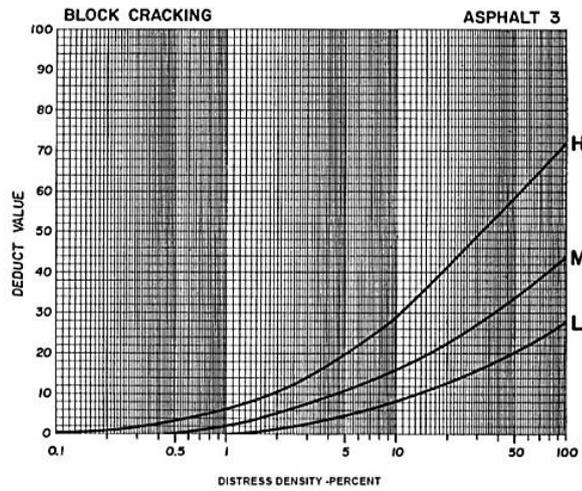
Deduct value adalah nilai pengurangan untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari grafik kurva hubungan kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan. Berikut grafik yang digunakan dalam menentukan *deduct value*.



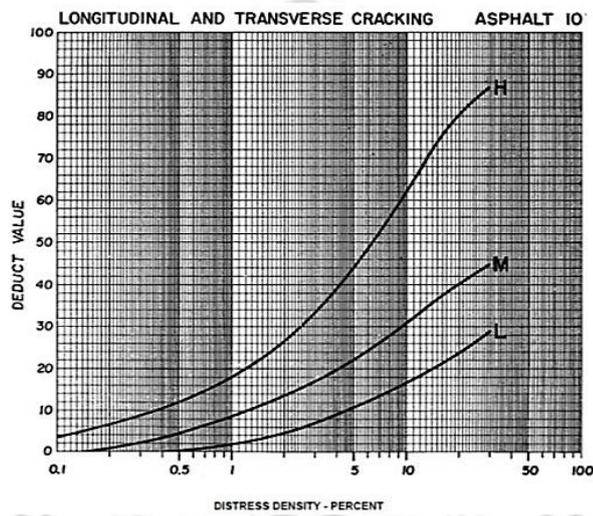
Gambar 2.1 Kurva nilai DV untuk retak buaya



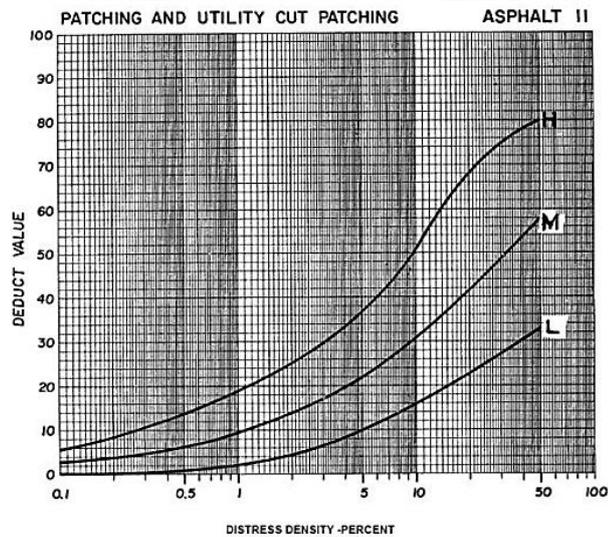
Gambar 2.2 Kurva DV untuk kegemukan



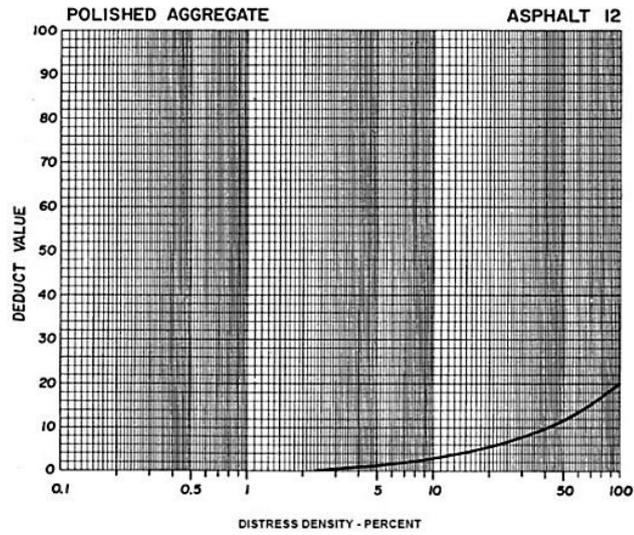
Gambar 2.3 Kurva DV untuk retak blok



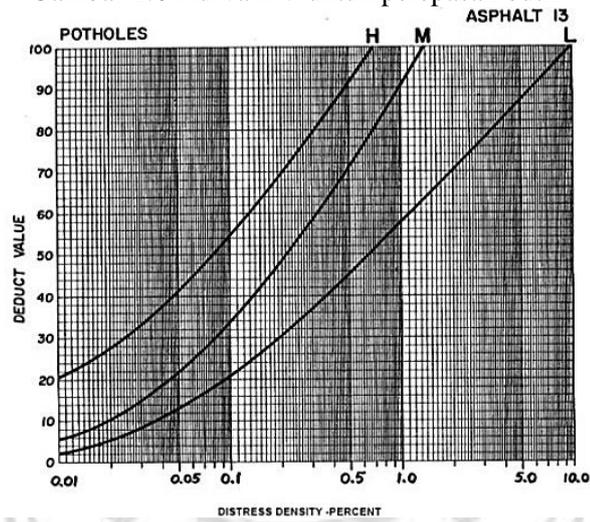
Gambar 2.4 Kurva DV untuk retak memanjang



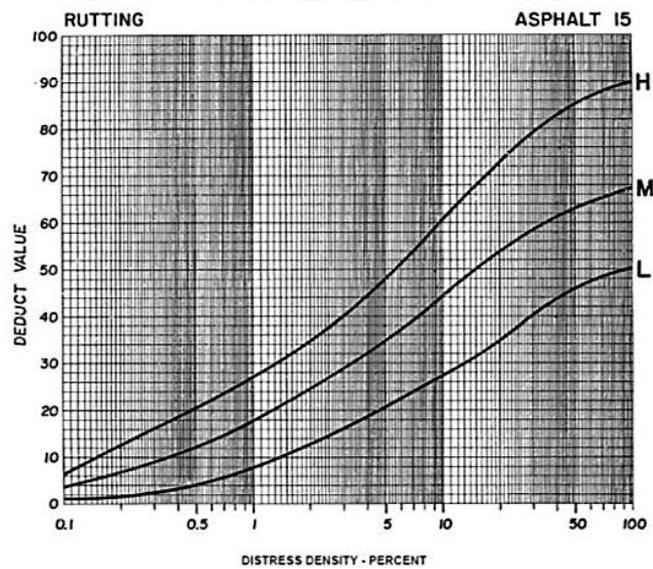
Gambar 2.5 Kurva DV untuk tambalan



Gambar 2.6 Kurva DV untuk pelepasan butir



Gambar 2.7 Kurva DV untuk lubang



Gambar 2.8 Kurva DV untuk alur

2.4.2 Kerapatan (Density)

Kerapatan merupakan persentase luas atau panjang total dari satu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur yang dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\text{Density (100\%)} = \frac{A_d}{A_s} \times 100 \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Density (100\%)} = \frac{L_d}{A_s} \times 100 \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

- A_d = luas total dari satu jenis kerusakan perkerasan (ft² atau m²)
- L_d = panjang total jenis kerusakan perkerasan (ft atau m)
- A_s = luas total unit segmen (ft² atau m²)

2.4.3 Nilai izin maksimum jumlah deduct value (m)

Nilai izin maksimum jumlah *deduct value* adalah perhitungan terhadap jumlah data *deduct value* dalam suatu segmen yang lebih dari 1 jenis, jumlah data DV akan direduksi sampai sejumlah m_i. jika data yang tersedia kurang dari nilai m_i, maka seluruh data DV pada segmen tersebut dapat digunakan rumus berikut.

$$m = 1 + \frac{9}{98} \times (100 - HDV_i) \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

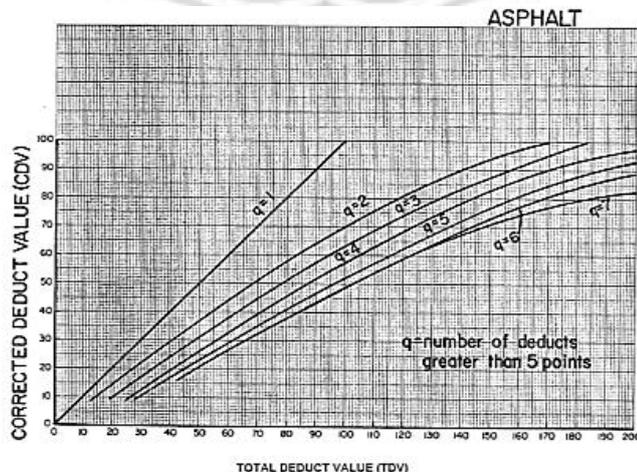
- m = jumlah pengurang ijin, termasuk pecahan untuk unit segmen
- HDV_i = nilai pengurang individual tertinggi untuk segmen

2.4.4 Nilai pengurangan total (Total Deduct Value, TDV)

Nilai pengurangan total (TDV) adalah jumlah total dari nilai-nilai pengurang (DV) pada masing-masing unit segmen, atau nilai total dari nilai *deduct value* pada setiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang terdapat pada satu unit segmen.

2.4.5 Nilai pengurangan terkoreksi (Corrected Deduct Value, CDV)

Nilai pengurangan terkoreksi atau CDV adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurangan (TDV) dan nilai pengurangan (DV).



Gambar 2.9 Kurva nilai pengurangan terkoreksi (CDV)
Sumber: (Shahin, 1994)

2.4.6 Nilai PCI (*Pavement Condition Index*)

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

$$PCI_s = 100 - CDV \dots\dots\dots(2.4)$$

Untuk nilai PCI secara keseluruhan dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$PCI_f = \sum \frac{PCI_s}{N} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

PCI_f = nilai PCI rata-rata dari seluruh area penelitian

PCI_s = nilai PCI untuk setiap unit segmen

N = jumlah unit segmen

Tabel 2.2 Nilai PCI dan Nilai Kondisi

Nilai PCI	Kondisi	Jenis Penanganan
0 – 10	Gagal (<i>failed</i>)	Rekonstruksi
11 – 25	Sangat buruk (<i>very poor</i>)	Rekonstruksi
26 – 40	Buruk (<i>poor</i>)	Berkala
41 – 55	Sedang (<i>fair</i>)	Rutin
56 - 70	Baik (<i>good</i>)	Rutin
71 – 85	Sangat baik (<i>very good</i>)	Rutin
86 - 100	Sempurna (<i>excellent</i>)	Rutin

Sumber: (Shahin, 1994)

2.5. Lapis Tambahan (*Overlay*)

Overlay adalah lapis perkerasan tambahan yang dipasang di atas konstruksi perkerasan jalan yang ada dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan struktur agar dapat melayani lalu lintas yang direncanakan selama umur rencana (Manguande et al., 2020). Penambahan lapis tambahan merupakan upaya yang bertujuan untuk mencegah kerusakan yang serius pada jalan (Kristafi Arifianto et al., 2018).

2.6. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Untuk Perencanaan Lapis Tambah

2.6.1 Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru. Dalam menentukan umur rencana dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Umur Rencana Jenis Penanganan

Kriteria beban lalu lintas (Juta ESA4)	< 0,5	0,5 - < 30	≥ 30
Umur rencana perkerasan lentur	Seluruh penanganan: 10 tahun	Minimum 10 tahun	<ul style="list-style-type: none"> • Rekontruksi - 20 tahun • <i>Overlay</i> struktural – 10 tahun • <i>Overlay</i> non struktural – 10 tahun • Penanganan sementara – sesuai kebutuhan

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

2.6.2 Analisa Lalu Lintas

1. Volume lalu lintas

Volume lalu lintas untuk penentuan LHR (lalu lintas harian rata-rata) didasarkan pada survei yang diperoleh dari:

- Survei lalu lintas dengan durasi minimal 7 x 24 jam yang mengacu pada Pedoman Survei Hitungan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B) atau menggunakan peralatan dengan pendekatan serupa.
- Hasil-hasil survei lalu lintas sebelumnya.
- Nilai perkiraan dari butir untuk jalan yang dilalui dengan lalu lintas rendah.

Pada analisis lalu lintas, penentuan volume lalu lintas pada jam puncak dan lalu lintas harian rata – rata tahunan (LHRT) menurut pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Penentuan nilai LHRT didasarkan pada data survei volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor k.

2. Data lalu lintas

Akurasi data lalu lintas penting untuk menghasilkan desain perkerasan yang efektif. Data harus meliputi semua jenis kendaraan komersial. Apabila diketahui atau diduga terdapat kesalahan data, harus dilakukan penghitungan lalu lintas khusus sebelum perencanaan akhir dilakukan.

3. Jenis Kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan dinyatakan dalam Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B). Beban gandar kendaraan penumpang dan kendaraan ringan sampai sedang cukup kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktural pada perkerasan. Hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis.

Tabel 2.4 Jenis Kendaraan Berdasarkan Golongan

Golongan	Jenis Kendaraan
1	Sepeda motor
2,3,4	Sedan, angkot, <i>pickup</i> , <i>station wagon</i>
5A	Bus kecil
5B	Bus Besar
6A	Truk 2 sumbu – ringan
6B	Truk 2 sumbu – sedang – berat
7A	Truk 3 sumbu – ringan – sedang – berat
7B	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

4. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku.

Tabel 2.5 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

Jenis Jalan	Jawa	Sumatra	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rular	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) dengan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

LHR tahunan bukaan jalan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$LHR_{tahun\ bukaan\ jalan} = LHR_{tahun\ survei} \times (1+i)^n \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

$LHR_{tahun\ bukaan\ jalan}$ = Lalu lintas harian pada tahun bukaan jalan

$LHR_{tahun\ survei}$ = Lalu lintas harian pada tahun bukaan survei

i = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

n = Selisih tahun bukaan jalan dengan tahun survei

5. Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. (Bina Marga, 2017)

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Faktor distribusi jalan ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.6 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

6. Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Pada desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

Desain yang akurat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi atau survei beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA. Oleh sebab itu, survei beban gandar harus dilakukan apabila dimungkinkan. Ketentuan yang berkaitan dengan pengumpulan data beban lalu lintas dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2.7 Pengumpulan Data Beban Gandar

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar
Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

Data beban gandar dapat diperoleh dari:

- a. Jembatan timbang, timbangan statis atau WIM (survei langsung).
- b. Survei beban gandar pada jembatan timbang atau WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representatif.
- c. Data WIM Regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga.



Tabel 2.8 Nilai VDF Masing – Masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	Sumatra				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua			
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9	2,9	4	3	4	2,5	3
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	0,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-
7A2	10,5	20	4,3	5,6	10,2	19	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7	9,6	11	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	8	11,9	6,5	8,8
7C2A	19,8	39	6,1	8,1	17,7	33	7,6	10,2	8,2	14,7	4	5,2	20,2	42	6,6	8,5	-	-	-	-
7C2B	20,7	42,8	6,1	8	13,4	24,4	6,5	8,5	-	-	-	-	17	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-
7C3	24,5	51,7	6,4	8	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

7. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL)* merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut:

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

- ESA_{TH-1} = Kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama.
- LHR_{JK} = lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari).
- VDF_{JK} = Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga
- DD = Faktor distribusi arah
- DL = Faktor distribusi lajur
- CESAL = Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana
- R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

2.6.3 Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

Penanganan *overlay* seringkali dimaksudkan juga untuk memperbaiki fungsi jalan misalnya penanganan bentuk permukaan, kenyamanan dan perbaikan lain pada permukaan jalan yang sifatnya non-struktural.

1. Prosedur *Overlay*

Terdapat tiga prosedur tebal *overlay* berdasarkan beban lalu lintas yaitu:

- a. Lalu Lintas lebih kecil atau sama dengan 100.000 ESA4
- b. Lalu Lintas lebih besar dari 100.000 ESA4
- c. Lalu Lintas lebih besar 10x10⁶ ESA4 atau 20x10⁶ ESA5

2. Tebal *Overlay* Non-Struktural

Lapisan *overlay* harus lebih besar atau sama dengan tebal minimum. Permukaan yang tidak rata memerlukan lapis aspal yang lebih tebal untuk mencapai kerataan yang diinginkan. Pada dasarnya, permukaan yang sangat kasar dikoreksi dengan pelaksanaan dalam dua lapisan, dan tidak mengandalkan satu lapisan untuk mencapai IRI yang diharapkan. Pengupasan (*milling*) perlu dipertimbangkan untuk memperbaiki ketidakerataan permukaan. Apabila *overlay* didesain hanya untuk memperbaiki kerataan saja (non-struktural), maka menggunakan tebal *overlay* dari tabel di bawah ini:

Tabel 2.9 Tebal *Overlay* Untuk Menurunkan IRI (Non-Struktural)

IRI rata-rata perkerasan eksisting	Tebal <i>overlay</i> minimum non-struktural untuk mencapai IRI = 3 setelah <i>overlay</i> (mm)
4	40
5	45
6	50
7	55
8	60

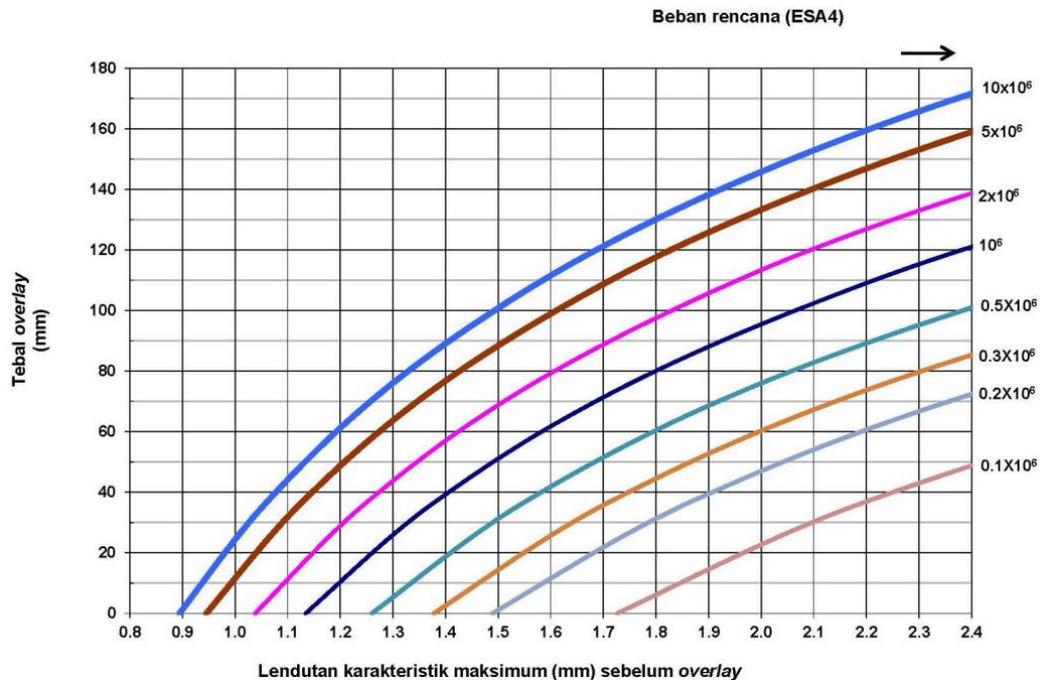
Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

3. Tebal *Overlay* Berdasarkan Lendutan Maksimum

Bagan desain gambar 2.10 digunakan untuk menentukan kebutuhan *overlay* untuk mengantisipasi deformasi permanen. Untuk lalu lintas dengan beban > 100.000 ESA4, desain tebal menggunakan gambar 2.10 tersebut harus digunakan bersamaan dengan gambar 2.12 dan

gambar 2.13 untuk mengantisipasi retak lelah. Dalam penggunaannya dibutuhkan justifikasi teknis, jika tidak ada indikasi potensi kegagalan tanah dasar, solusi berdasarkan lengkung lendutan sudah cukup memadai.

Menentukan tebal *overlay* berdasarkan lendutan balik maksimum (yang diukur dengan alat *Benkelman Beam*). Hitung dan masukkan nilai lendutan karakteristik dan beban lalu lintas desain (ESA4) pada gambar 2.11, serta dapatkan tebal *overlay* pada sumbu vertikal.



Gambar 2.10 *Overlay* Berdasarkan Lendutan Balik *Benkelman Beam* Untuk WMAPT 41°C
Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

4. Tebal *Overlay* Berdasarkan Lengkung Lendutan

Lengkung lendutan digunakan untuk perkerasan yang memiliki beban lalu lintas desain lebih besar dari 100.000 ESA4. Apabila hasil pengujian lendutan menunjukkan bahwa hanya diperlukan lapis HRS yang tipis, maka pengecekan persyaratan lengkungan lendutan tidak diperlukan karena ketahanan terhadap fatigue lapis HRS-WC cukup tinggi.

Langkah-langkah penentuan *overlay* berdasarkan lengkung lendutan adalah sebagai berikut:

- Gunakan alat FWD, atau apabila menggunakan alat BB (*Benkelman Beam*), lakukan pengukuran mengikuti prosedur yang disetujui untuk mengukur lengkung lendutan.
- Tentukan nilai rata-rata lengkung lendutan sebelum *overlay* sebagai nilai lengkung lendutan yang mewakili atau nilai karakteristik.
- Jika menggunakan data BB, koreksi nilai lengkung lendutan yang diperoleh dengan faktor penyesuaian lengkung lendutan BB ke FWD dengan mengalikan nilai lengkung lendutan yang diperoleh dari langkah-2 di atas dengan faktor penyesuaian (Tabel 2.11 Faktor koreksi lengkung lendutan BB ke FWD). (Catatan: koreksi temperatur tidak diperlukan).
- Mentukan ketebalan lapisan yang dibutuhkan sesuai ketentuan prosedur desain *overlay*.

Lengkung lendutan dinyatakan pada titik belok lengkungan atau CF (*curvature function*) berdasarkan bentuk lengkung lendutan sebagai berikut:

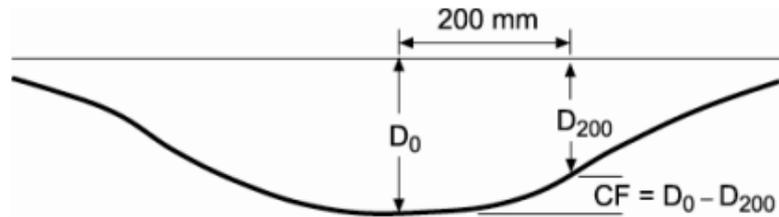
$$CF = D_0 - D_{200} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

D_0 = Lendutan maksimum pada suatu Titik uji (mm)

D_{200} = Lendutan yang terjadi pada Titik yang berjarak 200 mm dari titik uji tersebut (mm).

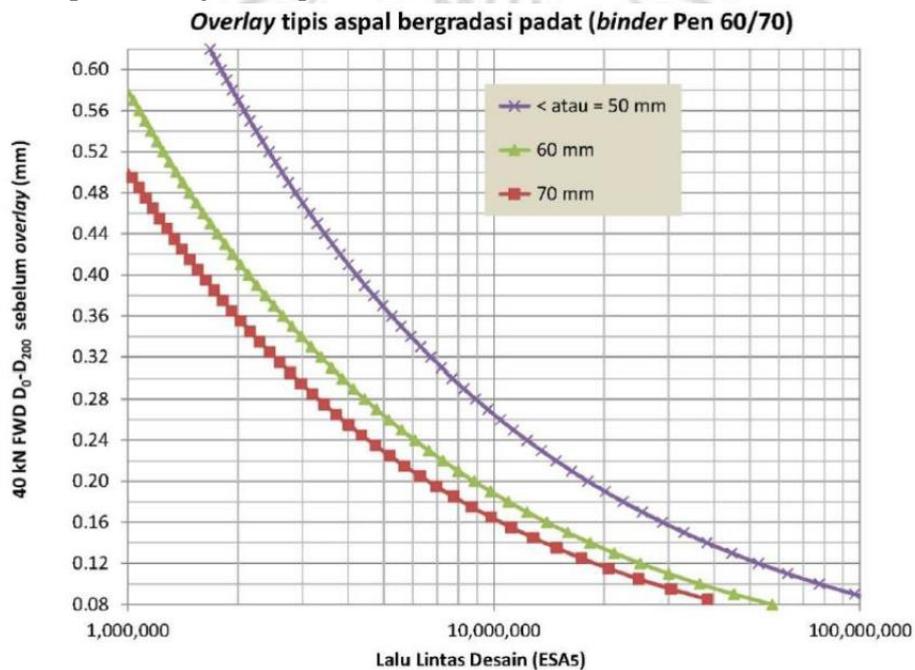
Berikut merupakan gambar dari dimensi fungsi lengkung lendutan (*curvature function* atau titik belok)



Gambar 2.11 Fungsi Lengkung Lendutan
Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

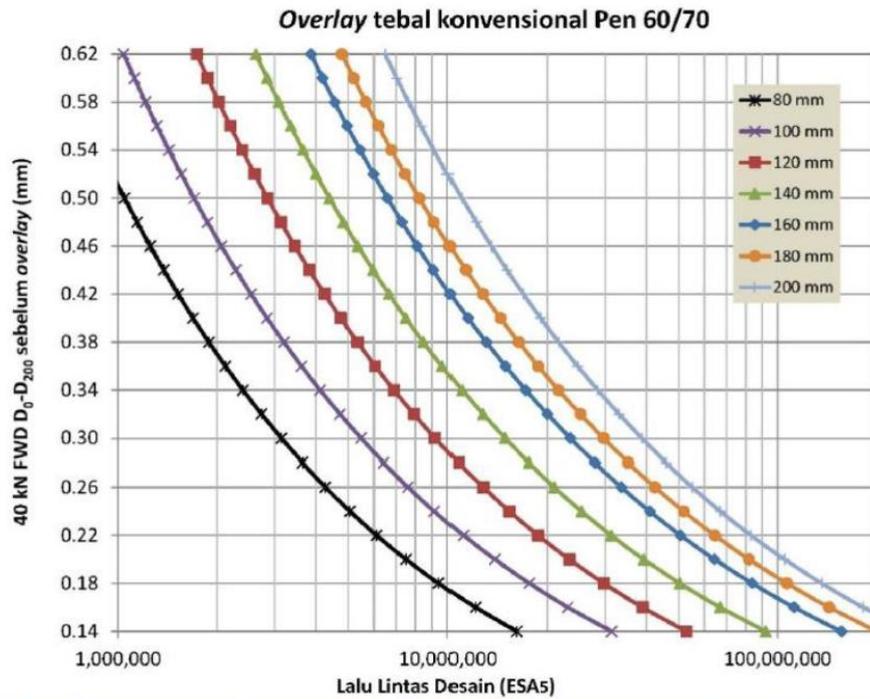
5. Grafik desain lengkung lendutan pada WMAPT 41°C

Tebal *overlay* berdasarkan lengkung lendutan dapat ditentukan sebagai *overlay* tipis atau *overlay* tebal seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.



Gambar 2.12 Tebal *Overlay* Tipis Aspal Konvensional Untuk Mencegah Retak Akibat Lelah pada WMAPT > 35°C

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)



Gambar 2.13 Tebal *Overlay* Tebal Aspal Konvensional Untuk Mencegah Retak Akibat Lelah pada WMAPT > 35° C

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

e. Penyesuaian Nilai Pengukuran Lentutan Terhadap Musim

Besar lentutan permukaan perkerasan aspal dipengaruhi oleh jenis tanah dan kelembaban tanah dasar. Selain dari ketinggian muka air tanah, kelembaban tanah dasar dipengaruhi oleh iklim. Atas pertimbangan tersebut maka pengukuran sebaiknya dilakukan pada waktu perkerasan dalam keadaan terlemah yaitu pada musim penghujan. Apabila suvei lentutan dilaksanakan pada musim kemarau maka nilai lentutan harus dikoreksi. Faktor koreksi terhadap musim adalah angka perbandingan antara lentutan maksimum pada musim penghujan dan lentutan pada musim kemarau:

$$\text{Faktor koreksi musim kemarau} = 1,2 \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\text{Faktor koreksi musim penghujan} = 1,0^* \dots\dots\dots(2.11)$$

*Berlaku untuk pengujian lentutan pada musim penghujan atau jika muka air tanah lebih dalam dari 3 m di bawah level tanah dasar.

6. Penyesuaian Nilai Pengukuran Lentutan Terhadap Temperatur Pengujian

Selama *overlay* di atas perkerasan berbutir, hasil pengukuran lentutan perlu dikoreksi. Hal ini dikarenakan temperatur perkerasan mempengaruhi kekakuan dan kinerja perkerasan beraspal dalam merespon beban. Apabila temperatur perkerasan pada saat pengukuran dan pada kondisi pelayanan berbeda secara signifikan, lengkung lentutan yang diukur tidak mewakili respon perkerasan terhadap pembebanan lalu lintas. Untuk itu, diperlukan faktor koreksi temperatur.

Suhu rata-rata perkerasan tahunan dapat diperkirakan dari suhu udara rata-rata (*Weighted Mean Annual Pavement Temperature* = WMAPT). Secara umum, rata-rata suhu perkerasan

tahunan di Indonesia adalah 42°C di daerah pesisir dan 38°C di daerah pegunungan. Temperatur perkerasan rata-rata 41°C digunakan sebagai acuan dalam manual ini.

Faktor koreksi temperatur untuk pengukuran lendutan dihitung menurut langkah-langkah berikut:

- a. Menentukan faktor koreksi temperatur, f_T , dengan Rumus:

$$F_T = \frac{MAPT}{\text{Temperatur perkerasan saat pengukuran lendutan}} \dots\dots\dots(2.12)$$

- b. Menentukan faktor koreksi temperatur menggunakan Tabel 2.9 dan Tabel 2.10 untuk pengujian lendutan menggunakan *benkelman beam*. Jika ketebalan permukaan aspal kurang dari 25 mm, tidak diperlukan faktor koreksi temperatur.

Tabel 2.10 Faktor Koreksi Temperatur Lendutan (D_0) Untuk *Benkelman Beam*

WAMPT Temp lapangan	Tebal Aspal Eksisting (mm)						
	25	50	100	150	200	250	300
0,50	0,94	0,90	0,84	0,78	0,74	0,7	0,58
0,60	0,95	0,92	0,86	0,81	0,77	0,70	0,62
0,70	0,96	0,94	0,89	0,85	0,81	0,75	0,69
0,80	0,97	0,96	0,92	0,90	0,87	0,82	0,78
0,90	0,99	0,98	0,96	0,95	0,93	0,90	0,88
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,01	1,03	1,03	1,05	1,06	1,08
1,20	1,02	1,02	1,05	1,07	1,10	1,14	1,16
1,30	1,03	1,04	1,06	1,10	1,14	1,20	1,24
1,40	1,03	1,05	1,08	1,12	1,18	1,26	1,31
1,50	1,04	1,06	1,09	1,14	1,21	1,31	1,37
1,60	1,04	1,07	1,11	1,16	1,25	1,37	1,42
1,70	1,04	1,08	1,12	1,20	1,30	1,38	1,50
1,80	1,04	1,09	1,13	1,22	1,35	1,37	1,55

Sumber: (Manual Desain Perkeranan Jalan, 2017)

Tabel 2.11 Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}) Untuk *Benkelman Beam*

WAMPT Temp. lapangan	Tebal Aspal Eksisting (mm)							
	25	50	75	100	150	200	250	300
0,50	0,93	0,81	0,72	0,64	0,54	0,51	0,48	0,43
0,60	0,95	0,85	0,77	0,72	0,64	0,58	0,53	0,48
0,70	0,96	0,89	0,83	0,79	0,73	0,66	0,61	0,57
0,80	0,98	0,92	0,88	0,85	0,81	0,76	0,72	0,69
0,90	0,99	0,96	0,93	0,92	0,89	0,86	0,84	0,83
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,06	1,09	1,11
1,20	1,02	1,04	1,07	1,08	1,11	1,16	1,20	1,24
1,30	1,03	1,07	1,11	1,13	1,18	1,24	1,31	1,36
1,40	1,04	1,09	1,14	1,18	1,24	1,32	1,41	1,46
1,50	1,05	1,11	1,17	1,22	1,29	1,39	1,49	1,56
1,60	1,06	1,13	1,20	1,26	1,35	1,44	1,57	1,64
1,70	1,07	1,14	1,23	1,29	1,39	1,50	1,64	1,71
1,80	1,07	1,16	1,25	1,32	1,44	1,55	1,70	1,78

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

7. Penyesuaian Nilai Lendutan dan Lengkung Lendutan

Lendutan dan lengkung lendutan yang diuji dengan menggunakan *Benkelman Beam* dan FWD dapat memberikan nilai yang berbeda dan memerlukan penyesuaian atau standarisasi pengukuran bagan desain *overlay*, yang mencakup kriteria kelelahan untuk perkerasan aspal, didasarkan pada lengkung lendutan FWD. Faktor yang dihasilkan harus dikalikan dengan faktor normalisasi untuk mengubahnya menjadi nilai yang setara dengan FWD. Faktor-faktor ini tergantung pada komposisi penutup lantai dan kekuatan lantai. Koefisien yang paling tepat diturunkan dari pengukuran medan paralel. Namun, untuk kenyamanan, asumsi awal untuk faktor penyesuaian ditunjukkan pada Tabel 2.11.

Tabel 2.12 Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan ($D_0 - D_{200}$) BB ke FWD

Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor	Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor
0	1,00	160	0,69
20	0,95	180	0,67
40	0,91	200	0,65
60	0,86	220	0,63
80	0,82	240	0,61
100	0,79	260	0,60
120	0,75	280	0,59
140	0,72	300	0,59

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

8. Lengkung Lendutan Karakteristik

Jika beban lalu lintas lebih besar dari 1×10^5 ESA5, Lengkung Lendutan Karakteristik harus digunakan untuk desain *overlay* dalam mencapai tujuan yang diinginkan. Hasil ini ditentukan setelah mengoreksi setiap pengukuran.

9. Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan perkerasan bervariasi tergantung pada lalu lintas dan umur rencana, serta jenis penanganannya. Faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan:

- Biaya selama masa pelayanan (*discounted lifecycle cost*) terendah dan praktis diterapkan. Oleh karena itu, biaya setiap opsi harus dihitung dan solusi dengan biaya terendah yang dipilih.
- Umur rencana *overlay* perkerasan lentur adalah 10 tahun.
- Jika tebal *overlay* yang diperlukan lebih dari 100 mm (untuk jalan dengan lalu lintas hingga dengan 4×10^6 ESA5) atau lebih besar 150 mm – 210 mm (untuk jalan dengan lalu lintas lebih dari 4×10^6 ESA5), dan pada kasus perkerasan eksisting dalam kondisi parah (*heavy patching* dibutuhkan lebih besar dari 30% area perkerasan), pertimbangkan opsi rekonstruksi penuh daripada *overlay*.
- Bahan pengikat yang dimodifikasi memberikan manfaat yang signifikan tetapi membutuhkan sumber daya kontraktor dan keterampilan yang sering kali tidak tersedia. Aspal modifikasi hanya dapat digunakan jika sumber daya dan keahlian yang diperlukan tersedia. Aspal modifikasi dapat memperluas jangkauan volume beban lalu lintas untuk penggunaan *overlay* aspal tipis dan lapis aus dengan lalu lintas berat.

- e. Perkerasan kaku dapat menjadi solusi yang tepat untuk jalan yang rusak berat dengan beban lalu lintas 20 tahun $> 30 \times 10^6$ ESA4, namun diperlukan perbandingan desain dan analisis biaya.
- f. Daur ulang (*recycling*) membutuhkan peralatan dan kontraktor dengan keahlian khusus.

Tabel 2.13 Pemilihan Struktur Perkerasan

Overlay Perkerasan Eksisting					
Struktur Perkerasan	Kumulatif ESA5 20* tahun (juta)**				
	<0,1	0,1-4	4 - 10	>10 - 30	>30
AC-WC / BC modifikasi SBS					
AC-WC / BC modifikasi yang disetujui					
AC-WC / BC normal					

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

	: Opsi alternatif
	: Opsi utama

