

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian sejenis yang pernah dilakukan mengenai kerusakan perkerasan jalan oleh peneliti – peneliti sebelumnya, dari kepustakaan diketahui beberapa penulis yang telah melakukan penelitian yaitu :

No	Nama Peneliti Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Model/Metode	Hasil Penelitian
1	Fery Hendi Jaya.2016	Analisis rancangan perbandingan metode (Bina Marga dan Aashto 1993 konstruksi perkerasan jalan beton dengan lapis tambahan pada kondisi existing (studi kasus ruas jalan marga punduh Kabupaten Pesawaran	Metode Bina Marga dan AASHTO 1993	Analisis yang diperoleh dalam penelitian ini dengan hasil pelapisan tambah langsung (<i>bonded concrete</i>) dengan menggunakan Metode Bina Marga 2002 diperoleh sebesar 7 cm, sedangkan metode AASHTO 1993 diperoleh sebesar 5 cm. pelapisan tambah langsung (<i>bondedconcrete</i>) untuk kondisi perkerasan yang mengalami rusak secara struktur denganmenggunakan Metode Bina Marga 2002 diperoleh sebesar 12cm, sedangkan metode AASHTO 1993 diperoleh sebesar 8 cm. Metode Bina Marga 2002 untuk desain overlay pada

				<p>pelapisan tambah langsung (<i>bonded concrete</i>) lebih besar jika dibandingkan dengan menggunakan Metode AASHTO 1993. Sedangkan tebal lapis tambah yang diperoleh dengan menggunakan Metode Bina Marga 2002 untuk desain overlay pada pelapisan tambah dengan pemisah (<i>unbonded concrete</i>) lebih kecil jika dibandingkan dengan menggunakan Metode AASHTO 1993</p>
2	Danu wahyudi, Priyo pratomo, Hadi ali. 2016	Analisis perencanaan tebal lapis tambah (overlay) cara lendutan balik dengan metode Pd T-05-2005-B dan pedoman interim No.002/P/BM/2011	Metode perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan cara lendutan juga mengalami banyak modifikasi antara lain pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur Pd T-05-2005-B dan pedoman interim perkerasan jalan lentur No.002/P/BM/2011	Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa hasil desain dengan menggunakan metode Pd T 05-2005-B lebih tipis dibandingkan dengan Pedoman Interim No.002/P/BM/2011. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain cara perhitungan lalu lintas, faktor koreksi temperatur, dan jenis material yang digunakan. Dengan indikator nilai <i>international roughness</i>

				<p><i>index</i>(IRI) yang di prediksi dengan persamaan empiris dan umur rencana 20 tahun, diperoleh biaya siklus hidup paling rendah terdapat pada hasil desain metode Pd T-05-2005-B. Hasil analisa juga menunjukkan bahwa biaya di akhir umur rencana (<i>Future Worth</i>) metode Pd T-05-2005-B lebih murah jika dibandingkan dengan dengan pedoman interim No.002/P/BM/2011</p>
3	Edo Riskiawan, Ary Setiawan, Slamet Jauhari Legowo. 2017	Perencanaan tebal lapis tambah (overlay) metode Pd T-05-2005-B dan metode SDPJL pada ruas jalan Klaten-Prambanan	Metode Pd-T-05-2005-B dan metode SDPJL	Tebal lapis tambah yang dihasilkan dari penelitian yakni metode Pd-T-05-2005-B adalah sebesar 16 cm dengan rincian sebagai berikut; 4 cm AC-WC, 12 cm AC-BC, sedangkan metode SDPJL sebesar 13 cm dengan rincian sebagai berikut; 4 cm AC-WC dan 9 cm AC-BC
4	Elianora, Ermiyati, Rian Trikomara Iriana, 2017	Varian tebal lapis tambah (overlay) berdasarkan factor keseragaman (FK) pada jalan kelakap tujuh dumai-Riau	Perencanaan overlay secara non destruktif berdasarkan lendutan balik, dilakukan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013	Hasil analisis menunjukkan nilai ekivalen beban sumbu standar selama umur rencana 10 tahun sebesar 6.546.500,63 ESA. Dengan melakukan pembagian segmen untuk mendapatkan variasi faktor

				<p>keseragaman (FK) dan tebal lapis tambah (overlay) yang berbeda maka diperoleh hasil pada segmen 1 Sta 00+000 s/d Sta 00+550 FK 24% overlay 4,1 cm, segmen 2 Sta 00+550 s/d Sta 01+200 FK 19% overlay 7,2 cm, segmen 3 Sta 01+200 s/d Sta 01+750 FK 19% overlay 8 cm dan segmen 4 Sta 01+750 s/d Sta 02+300 FK 11% overlay 9 cm</p>
5	Theresia Dwiriani Romauli, Joice E.Waani, Theo K Sendow, 2016	Analisis perhitungan tebal lapis tambahan (overlay) pada perkerasan lentur dengan menggunakan manual desain perkerasan jalan 2013(studi kasus : ruas jalan kairagi-mapangaet)	Bina Marga 2005, Bina Marga 2011, Bina Marga 2013	<p>Hasil analisa lendutan menyatakan bahwa menurut Bina Marga 2005 menghasilkan nilai dwakil = 1,25 dan nilai CF = 0,21 mm, menurut Bina Marga 2011 menghasilkan nilai dwakil = 1,29 mm dan nilai CF = 0,21 mm, dan menurut Bina Marga 2013 menghasilkan nilai dwakil = 1,45 mm dan nilai CF = 0,24 mm. Hasil survey lalu lintas di bulan Juli 2016 menyatakan bahwa LHR pada lajur rencana, untuk maksud perhitungan CESA, adalah sebesar 10.273 kendaraan per hari dengan proporsi LV</p>

				<p>= 93,8% dan HV = 6,2% tanpa memperhitungkan MC. Untuk perhitungan CESA, digunakan umur rencana 10 tahun dan pertumbuhan lalu lintas $i = 3,5\%$. Perhitungan CESA menurut Bina Marga 2005 adalah sebesar 5.206.601 ESAL, menurut Bina Marga 2011 adalah sebesar 3.384.337 ESAL, dan menurut Bina Marga 2013 CESA4 adalah sebesar 5.425.870 ESAL dan CESA5 adalah sebesar 9.766.566 ESAL. Perbedaan perhitungan nilai CESA adalah karena penentuan angka ekivalen dan nilai VDF yang berbeda untuk tiap-tiap metode. Hasil perhitungan tebal lapis tambah menurut Bina Marga 2005 menghasilkan tebal lapis tambah setebal 12,0 cm, Bina Marga 2011 setebal 17,5 cm, dan Bina Marga 2013 setebal 12,5 cm. Dengan memperhatikan faktor koreksi terhadap MAPT, maka tebal lapis tambah menurut Bina Marga 2013 yaitu setebal 12,5</p>
--	--	--	--	---

				cm adalah yang dipilih sebagai lapis tambah pada ruas jalan Kairagi - Mapanget
6	Iskandar, Gunawan Wibisono, Elianora, 2016	Perencanaan tebal lapis tambah (overlay) dengan perbandingan metode Pd T-05-2005-B dan manual perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2013	Metode Pd T-05-2005-B, metoda Bina Marga 2013	hasil Tebal lapis tambah (<i>Overlay</i>) dengan umur rencana 10 tahun Metode Pd T-05-2005-B didapat Dwakil = 1,18 dengan tebal lapis tambah sebesar 13 cm, Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2013 didapat Dwakil = 1,36 tebal lapis tambah sebesar 8,6 cm Hasil analisa Metode Pd T-05-2005-B menghasilkan nilai tebal lapis tambah yang lebih besar dibandingkan dengan metoda Bina Marga 2013
7	Muhammad Shalahudin, 2014	Analisa overlay dengan lendutan balik maksimum pada jalan Dr. Muchtar Luthfi	Metode analisa lendutan balik	Pada sta. 0+000 s/d 6+000, lendutan balik rata-rata $d=1,570$ standard deviasi $S = 0,2298$, dan faktor keseragaman $F_k = 14,64 \%$ serta lendutan balik yang mewakili $D = 1,864$, maka didapatkan tebal overlay $\sim 5,5$ cm. Sta. 0+000 s/d 1+500, lendutan balik rata-rata $d=1,253$ standard

				<p>deviasi $S = 0,301$, dan faktor keseragaman $F_k = 24,016 \%$ adalah baik serta lendutan balik yang mewakili $D = 1,638$, maka didapatkan tebal overlay $\sim 3,0$ cm. Sta. 1+500 s/d 6+000, lendutan balik rata-rata $d=1,663$ standard deviasi $S = 0,0758$, dan lendutan balik yang mewakili $D = 1,760$, maka didapatkan tebal overlay $\sim 5,5$ cm. Dengan dua seksion, sta. 0+000 s/d 1+500 dan 1+500 s/d 6+000 lebih ekonomis dibandingkan dengan hanya satu seksion pada lokasi yang sama</p>
8	Fani Hidayat Fikri, 2013	Analisis perhitungan tebal lapis tambahan (overlay) pada perkerasan lentur dengan metode analisa komponen dan metode software desain perkerasan jalan lentur (SDPJL)	Metode analisa komponen dan metode software desain perkerasan jalan lentur (SDPJL)	Dari analisis perhitungan tebal lapis tambahan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen diperoleh tebal AC-WC 4 cm dan AC-BC 2,35 cm, sedangkan perhitungan tebal lapis tambahan dengan menggunakan Metode

				<p><i>Software</i> Desain Perkerasan Jalan Lentur (SDPJL) diperoleh tebal AC-WC 4 cm dan AC-BC 13 cm. Perbedaan hasil perhitungan disebabkan karena perbedaan parameter data yang digunakan</p>
9	Danu wahyudi,2016	<p>Analisis perencanaan tebal lapis tambah (overlay) cara lendutan balik dengan metode Pd T-05-2005-B dan pedoman interim No.002/P/BM/2011</p>	<p>Metode Pd T-05-2005-B dan pedoman interim No.002/P/BM/2011</p>	<p>Dari perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil desain pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur Pd T-05-2005-B relatif sama dengan hasil desain pedoman interim perkerasan jalan lentur No.002/P/BM/2011. Pada STA 0+000-1+600 diperoleh ketebalan sebesar 15 cm dan 16 cm, STA 2+600-5+000 sebesar 16 cm dan 17 cm, STA 5+400-10+000 sebesar 13 cm dan 14 cm. Dengan indikator nilai IRI dan umur rencana 20 tahun, diperoleh biaya siklus hidup Masing-masing metode sebesar Rp 46.306.013.475,- dan Rp 47.025.695.035,- (tingkat perbedaan sebesar 1,5%). Hasil analisa biaya konstruksi akhir</p>

				<p>umur rencana (<i>Future Worth</i>) pada penelitian ini menunjukkan bahwa pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur Pd T-05-2005-B menghasilkan biaya konstruksi akhir umur rencana lebih murah dibandingkan dengan pedoman interim perkerasan jalan lentur No.002/P/BM/2011. Masing-masing sebesar Rp 67.839.672.106 dan Rp 69.885.429.854.</p>
10	Hanie Teki Tjendani I, Wateno Oetomo, Budi Witjaksana, Eddy Hariyadi	Analisis Penentuan Prioritas Penanganan Jalan Kabupaten Barito Selatan Dengan Metode Ahp	Metode AHP	<p>Hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode AHP merujuk kepada kesimpulan tesis ini menunjukkan bahwa kriteria yang menjadi prioritas penanganan jalan di Kabupaten Barito Selatan adalah faktor kondisi jalan (26,23%), kemudian disusul dengan faktor ekonomi (22,13%), faktor 17 lalu lintas (21,29%), faktor aspek tata ruang (15,56%), dan terakhir faktor kebijakan (14,79%).</p>

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Pengujian Kendaraan Bermotor

Adalah serangkaian kegiatan menilai dan atau memeriksa bagian –bagian kendaraan bermotor wajib uji (mobil penumpang, mobil barang, kereta gandengan, kereta tempelan, dan kendaraan khusus dalam rangka pemenuhan terhadap persyaratan teknis dan laik jalan yang dilakukan secara berkala(Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2009 tentang Kendaraan dan Pengemudi).

Persyaratan teknis laik jalan adalah persyaratan minimum kondisi suatu kendaraan yang harus dipenuhi agar terjaminnya keselamatan dan mencegah terjadinya kecelakaan, pencemaran udara dan kebisingan lingkungan pada waktu kendaraan beroperasi di jalan. Persyaratan laik jalan kendaraan bermotor antara lain (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 133 Tahun 2015 Tentang Pengujian Berkala Kendaraan Bermotor) sebagai berikut:

- a. Emisi gas buang termasuk ketebalan asap gas buang
- b. Tingkat kebisingan suara klakson dan/ atau knalpot
- c. Kemampuan rem utama
- d. Kemampuan rem parkir
- e. Kincup roda depan
- f. Kemampuan pancar dan arah sinar lampu utama
- g. Akurasi alat penunjuk kecepatan
- h. Kedalaman alur ban

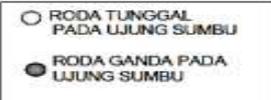
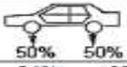
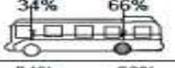
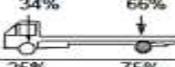
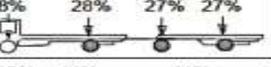
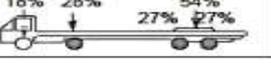
2.2.2. Jenis Kendaraan Bermotor Wajib Uji

Adapun jenis kendaraan yang wajib melaksanakan pengujian berkala adalah (UU No.22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan) sebagai berikut:

- a. Mobil Penumpang Umum
- b. Mobil Bus
- c. Mobil Barang :
- d. Kereta Gandengan
- e. Kereta Tempelan
- f. Kendaraan khusus

2.2.3. Beban Lalu Lintas

Dimensi, berat kendaraan, dan beban yang dimuat akan menimbulkan gaya tekan pada sumbu kendaraan. Gaya tekan sumbu selanjutnya disalurkan ke permukaan perkerasan dan akan memberikan kontribusi pada kerusakan jalan (Idris M, dkk,2009) beban yang terjadi akibat lalu lintas dapat dikonversikan kedalam konfigurasi beban sumbu seperti gambar berikut:

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	 ○ RODA TUNGGAL PADA UJUNG SUMBU ● RODA GANDA PADA UJUNG SUMBU
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Gambar.2.1. Konfigurasi beban sumbu kendaraan
 Sumber :*Manual perkerasan jalan No.01/MN/BM/83*

2.2.4. Pengertian Jalan

Jalan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2018) adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, lori dan jalan kabel.

2.2.5. Kelas Jalan

Kelas jalan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2018) terdiri atas:

- a. Jalan kelas I meliputi jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) millimeter, ukuran tinggi tidak melebihi 4.200 (empat ribu dua ratus) millimeter, dan MST 10 (sepuluh) ton.
- b. Jalan kelas II meliputi jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) millimeter, ukuran tinggi tidak melebihi 4.200 (empat ribu dua ratus) millimeter, dan MST 8 (delapan) ton.
- c. Jalan kelas III meliputi jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) millimeter, ukuran tinggi tidak melebihi 3.500 (tiga ribu lima ratus) millimeter, dan MST 8 (delapan) ton.

2.2.6. Persyaratan Teknis Kelas Jalan

Persyaratan teknik kelas jalan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/PRT/M/2018) terdiri atas:

1. Persyaratan teknis untuk jalan kelas I adalah:
 - a. Kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam untuk jalan arteri primer, 40 km/jam untuk jalan kolektor primer, 30

km/jam untuk jalan arteri sekunder dan 20 km/jam untuk jalan kolektor sekunder.

- b. Kelandaian paling besar 10%
 - c. Paling sedikit 2 lajur untuk dua arah
 - d. Lebar jalur lalu lintas paling sedikit 7 meter
 - e. Radius tikungan paling kecil 110 meter
 - f. Volume lalu lintas harian rata-rata tahunan kendaraan dengan MST 10 ton paling kecil 6%
 - g. Mampu dilalui kendaraan peti kemas paling besar 45 kaki atau setara dengan 13,72 meter dan
 - h. Mampu dilalui kendaraan bermotor dengan MST 10 ton
2. Persyaratan teknis untuk jalan kelas II adalah:
- a. Kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam untuk jalan arteri primer, 40 km/jam untuk jalan kolektor primer, 20 km/jam untuk jalan local primer dan 15 km/jam untuk jalan lingkungan primer, 30 km/jam untuk jalan arteri sekunder, 20 km/jam untuk jalan kolektor sekunder dan 10 km/jam untuk jalan local sekunder.
 - b. Kelandaian paling besar 10%
 - c. Paling sedikit 2 lajur untuk dua arah
 - d. Lebar jalur lalu lintas paling sedikit 7 meter
 - e. Volume lalu lintas harian rata-rata tahunan kendaraan dengan MST 10 ton paling kecil 3%

- f. Mampu dilalui kendaraan peti kemas paling besar 20 kaki atau setara dengan 6,09 meter dan
 - g. Mampu dilalui kendaraan bermotor dengan MST 8 ton
3. Persyaratan teknis untuk jalan kelas III adalah:
- a. Kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam untuk jalan arteri primer, 40 km/jam untuk jalan kolektor primer, 20 km/jam untuk jalan local primer dan 15 km/jam untuk jalan lingkungan primer, 30 km/jam untuk jalan arteri sekunder, 20 km/jam untuk jalan kolektor sekunder dan 10 km/jam untuk jalan lingkungan sekunder.
 - b. Kelandaian paling besar 12%
 - c. Paling sedikit 2 lajur untuk dua arah
 - d. Lebar jalur lalu lintas paling sedikit 5,5 meter
 - e. Mampu dilalui kendaraan bermotor dengan MST 8 ton

2.2.7. Bagian Jalan

Bagian – bagian jalan (UU 38 Tahun 2004 tentang Jalan) antara lain:

- a. Ruang manfaat jalan (RUMAJA) terdiri dari badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya.
- b. Ruang milik jalan (RUMIJA) terdiri dari ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu diluar manfaat jalan, ruang milik jalan merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, kedalaman dan tinggi tertentu

- c. Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu diluar ruang milik jalan yang penggunaannya ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan, ruang pengawasan jalan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi, pengamanan fungsi jalan dan pengamanan konstruksi jalan.

2.2.8. Jenis konstruksi perkerasan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti, agar perkerasan jalan sesuai dengan kualitas yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, dan proses produksinya dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (silvia sukirman,2003).

Konstruksi perkerasan terdiri dari :

- a. Konstruksi perkerasan lentur (Flexible Pavement)
- b. Konstruksi perkerasan kaku (Rigid Pavement)
- c. Konstruksi perkerasan komposit

2.2.9. Perkerasan Lentur(flexible pavement)

Adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut mempunyai fleksibilitas/kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan dalam melintas di atasnya. Perlu dilakukan kajian yang lebih

intensif dalam penerapannya dan harus juga memperhitungkan secara ekonomis, sesuai dengan kondisi setempat, tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya, sehingga konstruksi jalan yang direncanakan itu adalah yang optimalen Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) menurut PEDOMAN PERENCANAAN TEBAL PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR Pt. T-01-2002-B terdiri atas:

1. Tanah Dasar (sub grade)

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat- sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

2. Lapis Pondasi Bawah (sub base course)

Lapis Pondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

Bermacam-macam tipe tanah setempat ($CBR > 20\%$, $PI < 10\%$) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan, agar dapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

3. Lapis Pondasi (base course)

Lapis Pondasi adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

Fungsi lapis pondasi antara lain:

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda,
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

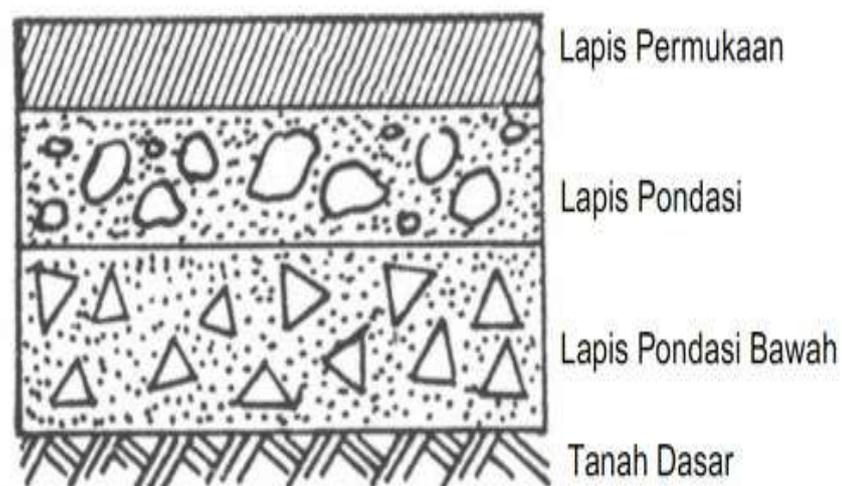
Bermacam-macam bahan alam / bahan setempat ($CBR > 50\%$, $PI < 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

4. Lapis Permukaan (surface course)

Lapis Permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda
- b. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (wearing course).

Bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.



Gambar.2.2. Susunan lapisan konstruksi perkerasan lentur
Sumber :Hardiyatmo,2007

2.2.10. Kriteria Konstruksi Perkerasan Lentur

Untuk memberikan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan, maka kriteria konstruksi perkerasan lentur harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan antara lain:

- a. Permukaan perkerasan harus rata, tidak bergelombang dan tidak berlendut serta berlubang.
- b. Permukaan jalan harus kaku, sehingga tidak akan mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
- c. Permukaan harus cukup kasar, memberikan gesekan yang baik terhadap ban, sehingga tidak akan mudah selip.
- d. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau apabila terkena sinar matahari.
- e. Ketebalan perkerasan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- f. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan bawah.
- g. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh akan mudah mengalir dan tergenang.

2.2.11. Jenis Kerusakan Perkerasan Jalan

Jenis kerusakan pada perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

- a. Kerusakan struktural adalah kerusakan pada struktur jalan, sebagian maupun keseluruhan, yang menyebabkan perkerasan jalan tidak mampu lagi menahan beban yang bekerja di atasnya. Untuk itu perlu adanya perkuatan struktur dari perkerasan dengan cara pemberian pelapisan ulang (*overlay*), perbaikan dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perbaikan dengan CTBR (*Cement Treated Recycling Base*)

- b. Kerusakan fungsional adalah kerusakan pada permukaan jalan yang menyebabkan terganggunya fungsi tersebut, kerusakan ini berhubungan atau tidak dengan kerusakan structural, perkerasan jalan masih mampu menahan beban kendaraan namun tidak memberikan kenyamanan dan keamanan seperti yang diinginkan. Untuk itu lapis permukaan perkerasan harus dirawat agar tetap dalam kondisi baik dengan menggunakan metode perbaikan standar Direktorat Jenderal Bina Marga.

Faktor penyebab kerusakan perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Faktor lalu lintas, antara lain beban kendaraan, distribusi beban kendaraan pada lebar perkerasan, pengulangan beban lalu lintas.
- b. Faktor non lalu lintas, antara lain bahan perkerasan, proses pelaksanaan pekerjaan, lingkungan (cuaca).

Menurut (Hardiyatmo,2007) Kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh :

- a. Lalu lintas, yang dapat berupa peningkatan beban dan repetisi beban.
- b. Air, yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik, naiknya air akibat sifat kapilaritas.
- c. Material konstruksi perkerasan. Dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan bahan yang tidak baik.

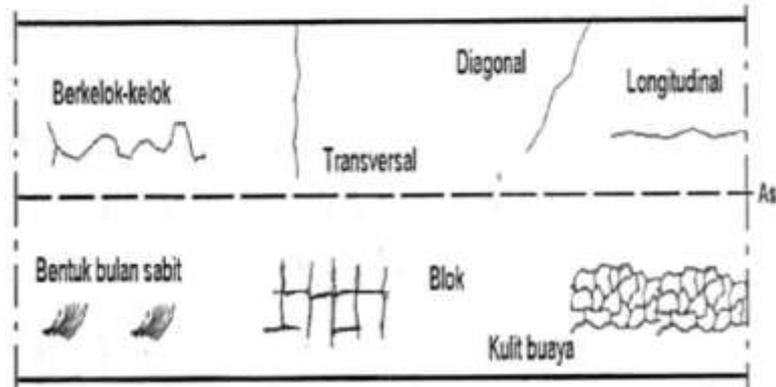
- d. Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, yang dapat merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
- e. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasarnya yang memang jelek.
- f. Proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik.
- g. Kadar aspal dalam campuran terlalu banyak, atau terurainya lapisan aspal oleh pembekuan air es dan pencairan es.
- h. Kelelahan (*fatigue*) dari perkerasan, pemadatan atau geseran yang berkembang pada tanah dasar, lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas dan lapis permukaan

2.2.12. Tipe Kerusakan Perkerasan Lentur

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan no.03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan menjadi:

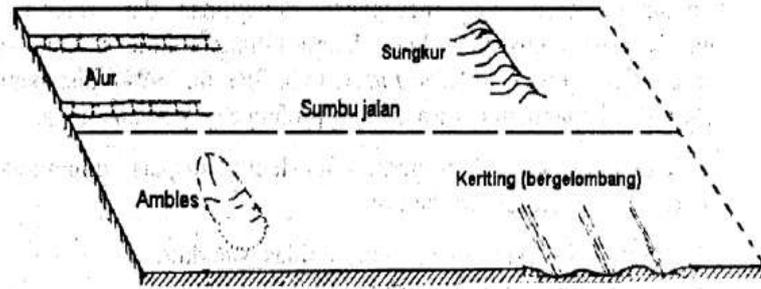
- a. Retak (*cracking*)
Retak terjadi akibat regangan tarik pada permukaan aspal melebihi dari regangan tarik maksimum, jenis retak antara lain:
 - a. Retak halus/retak rambut (*hair cracking*)
 - b. Retak kulit buaya (*alligator cracking*)
 - c. Retak pinggir (*edge cracking*)
 - d. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint cracking*)
 - e. Retak sambungan jalan (*lane joint cracking*)

- f. Retak sambungan pelebaran jalan (*widening cracking*)
- g. Retak refleksi (*reflection cracking*)
- h. Retak susut (*shrinkage cracking*)
- i. Retak selip (*slippage cracking*)



Gambar.2.3. Tipe retakan pada perkerasan lentur
 Sumber :*Manual Pemeliharaan Jalan no.03/MN/B/1983*

- b. Distorsi (*distortion*)
 Distorsi merupakan perubahan bentuk yang bisa terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapisan pondasi, distorsi antara lain:
 - a. Alur (*ruts*)
 - b. Keriting (*corrugation*)
 - c. Sungkur (*shoving*)
 - d. Amblas (*grade depression*)
 - e. Jembul (*upheaval*)



Gambar.2.4. Tipe distorsi pada perkerasan lentur

Sumber :*Manual Pemeliharaan Jalan no.03/MN/B/1983*

c. Cacat permukaan (*disintegration*)

Yang termasuk dalam cacat permukaan antara lain:

- a. Lubang
- b. Pelepasan butir
- c. Pengelupasan lapisan permukaan
- d. Aggregate licin
- d. Pengausan

Pengausan terjadi karena aggregate berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan.

e. Kegemukan (*bleeding or flushing*)

Permukaan menjadi licin disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi atau pemakaian aspal yang berlebihan pada pekerjaan prime coat.

f. Penurunan pada bekas penanaman (*utility cut depression*)

Terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat, dapat diperbaiki dengan membongkar kembali dan diganti lapisan baru.

2.2.13. Umur Rencana Jalan

Berdasarkan petunjuk perencanaan perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen (1987), pengertian umur rencana adalah jumlah waktu dan tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai beroperasi sampai saat dilakukan perbaikan berat atau dianggap perlu dilapisi permukaan yang baru.

Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan non structural yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air, umur rencana untuk jalan baru perkerasan lentur umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai.(Sukirman,1999).

2.2.14. Metode Perbaikan Jalan Dengan Standar Bina Marga

Penanganan kerusakan jalan pada lapisan lentur menggunakan metode perbaikan standar Direktorat Jendral Bina Marga 1995. Jenis-jenis metode penanganan tiap-tiap kerusakan adalah :

1. Metode Perbaikan P1 (Penebaran Pasir)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

Lokasi-lokasi kegemukan aspal terutama pada tikungan dan tanjakan.

b) Langkah penanganannya:

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Memberikan tanda pada jalan yang akan diperbaiki.
- Membersihkan daerah dengan *air compressor*.
- Menebarkan pasir kasar atau agregat halus (tebal > 10mm) di atas permukaan yang terpengaruh kerusakan.
- Melakukan pemadatan dengan pemadat ringan (1 - 2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).

2. Metode Perbaikan P2 (Pelaburan Aspal Setempat)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

- Kerusakan tepi bahu jalan beraspal
- Retak buaya < 2mm
- Retak garis lebar < 2mm
- Terkelupas

b) Langkah penanganannya:

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air compressor*, permukaan jalan harus bersih dan kering.
- Menyemprotkan dengan aspal keras sebanyak 1,5 kg/m² dan untuk *cut back* 1 liter/ m².
- Menebarkan pasir kasar atau agregat halus 5 mm hingga rata.

- Melakukan pemadatan mesin *pneumatic* sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%).

3. Metode Perbaikan P3 (Pelapisan Retakan)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

Lokasi-lokasi retak satu arah dengan lebar retakan $< 2\text{mm}$

b) Langkah penanganannya :

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air compressor*, sehingga permukaan jalan bersih dan kering.
- Menyemprotkan *tack coat* (0,2 liter/ m^2 di daerah yang akan di perbaiki).
- Menebar dan meratakan campuran aspal beton pada seluruh daerah yang telah diberi tanda.
- Melakukan pemadatan ringan (1 – 2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan kepadatan optimum (kepadatan 95%).

4. Metode Perbaikan P4 (Pengisian Retak)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

Lokasi-lokasi retak satu arah dengan lebar retakan $> 2\text{ mm}$

b) Langkah penanganannya :

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.

- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air compressor*, sehingga permukaan jalan bersih dan kering.
- Mengisi retakan dengan aspal *cut back* 2 liter/ m² menggunakan aspal *sprayer* atau dengan tenaga manusia.
- Menebarkan pasir kasar pada retakan yang telah diisi aspal (tebal 10 mm)
- Memadatkan minimal 3 lintasan dengan *baby roller*.

5. Metode Perbaikan P5 (Penambalan Lubang)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

- Lubang kedalaman > 50 mm
- Keriting kedalaman > 30 mm
- Alur kedalaman > 30 mm
- Ambles kedalaman > 50 mm
- Jembul kedalaman > 50 mm
- Kerusakan tepi perkerasan jalan, dan
- Retak buaya lebar > 2mm

b) Langkah penanganannya :

- Menggali material sampai mencapai lapisan dibawahnya.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.
- Menyemprotkan lapis resap pengikat *prime coat* dengan takaran 0.5l iter/m².

- Menebarkan dan memadatkan campuran aspal beton sampai diperoleh permukaan yang rata.
- Memadatkan dengan *baby roller* (minimum 5 lintasan).

6. Metode Perbaikan P6 (Perataan)

a) Jenis kerusakan yang ditangani

- Lokasi keriting dengan kedalaman < 30 mm
- Lokasi lubang dengan kedalaman < 50 mm
- Lokasi alur dengan kedalaman < 30 mm
- Lokasi terjadinya penurunan dengan kedalaman < 50 mm
- Lokasi jembul dengan kedalaman < 50 mm

b) Langkah penanganannya :

- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.
- Melaburkan *tack coat* 0,5 l iter/m².
- Menaburkan campuran aspal beton kemudian memadatkannya sampai diperoleh permukaan yang rata.
- Memadatkan dengan *baby roller* (minimum 5 lintasan).

2.2.15. Metode Perbaikan Jalan Dengan Pelapisan Tambahan (Overlay)

Konstruksi jalan yang telah habis masa pelayanannya, telah mencapai indeks permukaan akhir yang perlu diberi lapis tambahan untuk dapat kembali mempunyai nilai kekuatan, tingkat kenyamanan, tingkat keamanan, tingkat kedekatan terhadap air dan tingkat

kecepatan air mengalir. Adapun tahapan-tahapan perbaikan jalan dengan tebal lapis tambah (*overlay*) adalah sebagai berikut:

a. Lalu-Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Menghitung lalu-lintas harian rata-rata (LHR) diperoleh dengan *survey* secara langsung dilapangan, masing-masing kendaraan dikelompokkan menurut jenis dan beban kendaraan dengan satuan kendaraan/hari/2 lajur.

b. Koefisien Kekuatan Relatif (a) dari Tiap Jenis Lapisan

Kekuatan struktur perkerasan jalan lama (*existing pavement*) diukur menggunakan alat FWD atau dinilai dengan menggunakan

Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Koefisien Kekuatan Relatif (a) Tiap Lapisan

BAHAN	KONDISI PERMUKAAN	Koefisien kekuatan relatif (a)
Lapis permukaan Beton aspal	Terdapat sedikit atau sama sekali tidak terdapat retak kulit buaya dan/atau hanya terdapat retak melintang dengan tingkat keparahan rendah	0.35 – 0.40
	<10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <5% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.25 – 0.35
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau 5-10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.20 – 0.30
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat	0.14 – 0.20

	keparahan sedang dan tinggi	
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan tinggi	0.08 – 0.15
Lapis pondasi yang distabilisasi	Terdapat sedikit atau sama sekali tidak terdapat retak kulit buaya dan/atau Hanya terdapat retak melintang dengan tingkat keparahan rendah	0.20 – 0.35
	<10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <5% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.15 – 0.25
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau >5-10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.15 – 0.20
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.10 – 0.20
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan tinggi	0.08 – 0.15
Lapis pondasi atau lapis pondasi bawah granular	Tidak ditemukan adanya pumping, degradation, or contamination by fines.	0.10 – 0.14
	Terdapat pumping, degradation, or contamination by fines	0.00 – 0.10

Sumber :Departemen Pekerjaan Umum, 2002.

Tabel 2.2. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	
-	0,13	-	-	18	-	Kapur
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah kelas A
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah kelas B
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah kelas C
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun kelas A
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun kelas B
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun kelas C
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung pasir

Sumber : *Departemen Pekerjaan Umum, 1987*

c. Tebal Lapisan Jalan Lama

Struktur perkerasan lentur umumnya terdiri dari: lapis pondasi bawah (subbase course), lapis pondasi (base course), dan lapis permukaan (surface course). Untuk mengetahui tebal lapisan jalan

lama dapat diperoleh dari Departemen Pekerjaan Umum setempat.

d. Indeks Tebal Perkerasan Ada (ITP_{ada})

Indeks tebal perkerasan ada (ITP_{ada}) diperoleh dari mengalikan masing-masing tebal lapisan jalan (subbase course, base course, dan surface course) dengan koefisien kekuatan relative (a).

e. Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)

Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban gandar sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut tabel pada Lampiran D Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur 2002. Tabel ini hanya berlaku untuk roda ganda. Untuk roda tunggal karakteristik beban yang berlaku agar berbeda dengan roda ganda. Untuk roda tunggal dipergunakan rumus berikut.

$$\text{Angka Ekuivalen} = \frac{(\text{Beban gandar satu sumbu tunggal dalam KN})^4}{53 \text{ KN}}$$

f. Lalu-Lintas Pada Lajur Rencana

Lalu lintas pada lajur rencana (W_{18}) diberikan dalam kumulatif beban gandar standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana ini digunakan rumus sebagai berikut:

$$W_{18} = D_D \times D_L \times \hat{w}_{18}$$

Dimana:

\hat{w}_{18} = beban gandar standar kumulatif untuk dua arah.

D_D = Faktor distribusi arah = 0,5 (Pt T-01-2002-B)

D_L = Faktor Distribusi Lajur (dari Tabel 2.3)

Pada umumnya DD diambil 0,5. Pada beberapa kasus khusus terdapat pengecualian dimana kendaraan berat cenderung menuju satu arah tertentu. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa DD bervariasi dari 0,3 – 0,7 tergantung arah mana yang ‘berat’ dan ‘kosong’.

Tabel 2.3. Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah lajur per arah	% beban gandar standar dalam lajur rencana
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Sumber : *Departemen Pekerjaan Umum, 2002.*

Lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur dalam pedoman ini adalah lalu-lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada lajur rencana selama setahun (W_{18}) dengan besaran kenaikan lalu lintas (traffic growth). Secara numerik rumusan lalu-lintas kumulatif ini adalah sebagai berikut :

$$W_{18} = W_{18 \text{ tahun}} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

Dimana

W_{18} = jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

$W_{18 \text{ tahun}}$ = beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

- n = umur pelayanan (tahun)
 g = perkembangan lalu lintas (%)

g. Modulus Resilien

Dalam pedoman ini diperkenalkan modulus resilien (MR) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan. Modulus resilien (MR) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes soil index. Korelasi Modulus Resilien dengan nilai CBR (Heukelom & Klomp) berikut ini dapat digunakan untuk tanah berbutir halus (fine-grained soil) dengan nilai CBR terendah 10 atau lebih kecil.

$$MR \text{ (psi)} = 1.500 \times CBR$$

h. Reliabilitas

Konsep reliabilitas merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian (degree of certainty) ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternative perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana). Faktor perencanaan reliabilitas memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu-lintas (w_{18}) dan perkiraan kinerja (W_{18}), dan karenanya memberikan tingkat reliabilitas (R) dimana seksi perkerasan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan.

Pada umumnya, dengan meningkatnya volume lalu-lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu-lintas, resiko tidak memperlihatkan kinerja yang diharapkan harus ditekan. Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Tabel.2.4 memperlihatkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan. Perlu dicatat bahwa tingkat reliabilitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu-lintas paling banyak, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50 % menunjukkan jalan lokal.

Tabel 2.4. Rekomendasi Tingkat Reliabilitas Untuk Bermacam-Macam Klasifikasi Jalan.

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi tingkat reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas Hambatan	85 – 99.9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber : *Departemen Pekerjaan Umum, 2002.*

i. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Adapun beberapa ini IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini:

IP = 2,5:menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

IP = 2,0:menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 1,5:menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 1,0:menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu-lintas kendaraan.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagai mana diperlihatkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPT)

Kualifikasi Jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas hambatan
1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber :*Departemen Pekerjaan Umum, 2002.*

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPO) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana sesuai dengan Tabel 2.6.

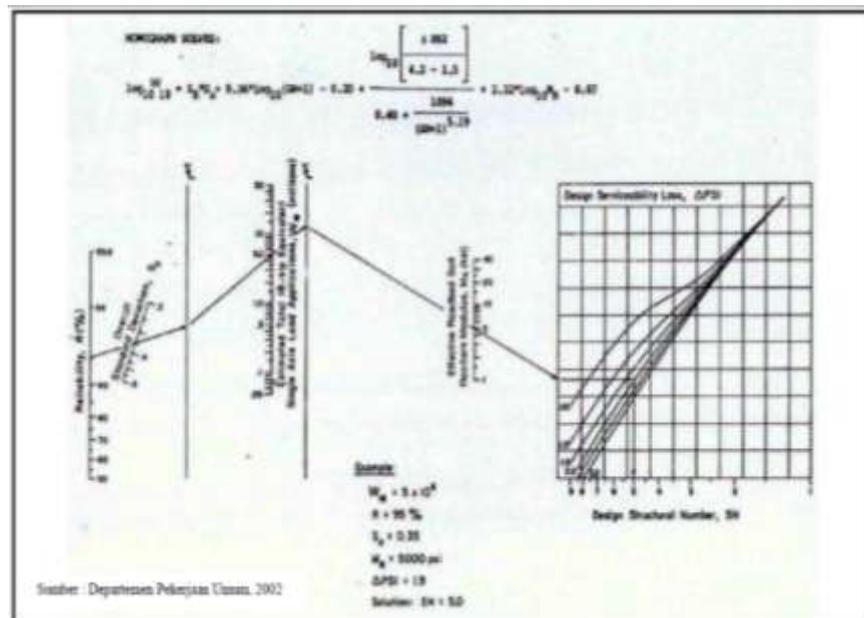
Tabel 2.6. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP₀)

Jenis Lapis Perkerasan	IP ₀	Ketidakrataan *) (IRI, m/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1,0
	3,9 – 3,5	> 1,0
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2,0
	3,4 – 3,0	> 2,0
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3,0
	2,9 – 2,5	> 3,0

Sumber :Departemen Pekerjaan Umum, 2002.

j. Indeks Tebal Perkerasan Perlu (ITP_{perlu})

Untuk menentukan indeks tebal perkerasan perlu (ITP_{perlu}) diperoleh dari gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5. Nomogram untuk perencanaan tebal perkerasan lentur
Sumber :Departemen Pekerjaan Umum, 2002

2.2.16. Analisis Biaya Perbaikan

Dalam analisis upah dan bahan tercantum koefisien- koefisien yang menunjukkan berapa banyak bahan dan jumlah tenaga kerja yang dipakai untuk dapat menyelesaikan suatu pekerjaan persatuan volume. komponen anggaran biaya pada proyek pemeliharaan meliputi peralatan, tenaga kerja, bahan, dan biaya lainnya secara tidak langsung harus meliputi biaya administrasi perkantoran beserta stafnya yang berfungsi mengendalikan pelaksanaan proyek serta pajak yang harus dibayar sehubungan dengan adanya pelaksanaan proyek. Untuk mendapatkan pekerjaan yang efektif dan efisien, maka komponen alat, tenaga kerja dan bahan perlu dianalisis penggunaannya.

a. Analisis Peralatan

Biaya untuk peralatan terdiri dari dua komponen utama yaitu pemilikan dan biaya pengoperasian. Setelah masing-masing peralatan diketahui biaya pemilikan dan pengoperasiannya, maka selanjutnya adalah melakukan analisis jumlah peralatan yang akan digunakan. Dalam perhitungan selanjutnya, karena peralatan yang digunakan mungkin cukup banyak, maka dalam perhitungan biaya alat, alat diperhitungkan dalam satu tim peralatan dengan produksi pekerjaan merupakan produksi terkecil dari alat yang digunakan. Alat-alat lain yang produksinya lebih besar akan mengalami pengurangan efisiensi karena harus menunggu alat lain yang produksinya lebih kecil.

$$\text{Harga satuan alat (Rp/Sat.Pek)} = \frac{\text{Jumlah biaya alat}}{\text{Produksi pekerjaan}}$$

b. Analisa Tenaga Kerja

Tenaga kerja pada pekerjaan jalan pada umumnya hanyalah sebagai pembantu pekerjaan alat yang merupakan fungsi utama dalam penyelesaian pekerjaan, sehingga tidak perlu dilakukan analisis yang mendalam.

$$\text{Harga satuan alat (Rp/Sat.Pek)} = \frac{\text{Jumlah upah tenaga}}{\text{Produksi pekerjaan}}$$

c. Analisis Bahan

Analisis kebutuhan bahan sangat diperlukan, karena keterlambatan pekerjaan biasanya disebabkan keterlambatan dalam penyediaan bahan yang digunakan. Analisis juga diperlukan, karena pada perhitungan volume pekerjaan kondisinya adalah padat, sedangkan bahan dipasaran ditawarkan dalam kondisi tidak padat. Dalam perhitungan jumlah bahan tiap satuan pekerjaan juga diperhitungkan formula rancangan campuran, karena bahan konstruksi jalan umumnya tersusun dari beberapa macam bahan seperti : agregat kasar, agregat halus dan aspal.

$$\text{Harga satuan tenaga} = \text{Jumlah harga satuan bahan} \\ \text{penyusun} \times \text{Kuantitas}$$

d. Biaya lainnya

Biaya-biaya lain yang harus diperhitungkan adalah biaya-biaya tidak langsung, misalnya administrasi kantor, alat-alat komunikasi, kendaraan kantor, pajak, asuransi, serta biaya-biaya lain yang harus dikeluarkan, walaupun biaya tersebut tidak secara langsung terlibat dalam proses pelaksanaan pekerjaan. Biaya-biaya ini sering disebut dengan *overhead* dan biasanya dinyatakan dengan persentase terhadap biaya langsung yang besarnya tidak lebih dari 10%, tidak termasuk PPN 10%. Demikian juga keuntungan perusahaan sering dinyatakan dengan persentase terhadap biaya langsung yang besarnya juga tidak lebih dari 10%.

e. Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan terdiri dari biaya upah tenaga kerja, bahan / material dan peralatan serta ditambah dengan biaya lainnya (*overhead* dan Keuntungan).

$$\text{Harga satuan pekerjaan} = \text{Biaya (alat+tenaga kerja+bahan)} + \\ \text{Biaya lain (overhead \& keuntungan)}$$

f. Biaya Pekerjaan

Biaya pekerjaan adalah jumlah volume pekerjaan dikalikan dengan harga satuan pekerjaan.

$$\text{Biaya pekerjaan} = \text{Total Volume Pekerjaan} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$