

ABSTRAK

Salah satu infrastruktur dalam bidang transportasi adalah jalan raya. Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang berfungsi untuk menghubungkan satu daerah ke daerah lain untuk kegiatan-kegiatan publik seperti kegiatan ekonomi dan sosial. Seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia khususnya di D.I. Yogyakarta maka dibutuhkan kondisi jalan raya yang aman, nyaman dan berdaya guna untuk menunjang kebutuhan ekonomi masyarakat. Jalan yang aman, nyaman dan berdaya guna tidak luput dari ketersediaan jalan yang rata dan tidak adanya kerusakan jalan yang berarti.

Penelitian ini melanjutkan dari penelitian Ramadhani (2017) untuk menghitung analisis biaya siklus hidup jalan dengan perhitungan tebal perkerasan yang telah dilakukan oleh Ramadhani (2017). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode studi kasus, dengan mengumpulkan data mengenai ruas Jalan Janti-Prambanan KM 7+750-8+750 dan menganalisis biaya siklus hidup dengan memperkirakan pemeliharaan jalan yang akan dilakukan selama umur rencana.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, biaya konstruksi atau *initial cost* yang harus dikeluarkan berdasarkan tebal perkerasan yang telah ditentukan oleh Ramadhani (2017) dengan total tebal lapis perkerasan 50 cm adalah sebesar Rp. 14.089.007.000. Biaya pemeliharaan pada Alternatif 1 adalah sebesar Rp. 20.761.641.314,42 dan pada Alternatif 2 adalah sebesar Rp. 20.715.071.361,46. Total biaya siklus hidup jalan tersebut pada Alternatif 1 adalah sebesar Rp. 34.850.648.314,42 sedangkan pada Alternatif 2 sebesar Rp. 34.804.078.361,46. Analisis biaya siklus hidup dari kedua alternatif didapatkan EUAC untuk Alternatif 1 adalah Rp. 137.374,40, sedangkan untuk Alternatif 2 adalah Rp. 137.190,83. Sehingga dapat dikatakan dengan memajukan masa rehabilitasi setidaknya menghemat biaya pemeliharaan.

Kata Kunci : LCCA, Strategi Pemeliharaan, Pemeliharaan dan Rehabilitasi.

ABSTRACT

One of infrastructures regarding transportation is highway. Highway is one of inland transportation facilities which functions as the connector of one place to another for public activities such as economic activities and social activities. As Indonesia's population grows, especially in Special Region of Yogyakarta, safe, comfortable, and proper highways are necessities to supporting economic demands of the people which means that there should be no holes or any significant damages on the highways that can probably inhibit the transportations.

This research continued from Ramadhani's research (2017) to analyze the life cycle cost of the roads by calculating the thickness of the pavement that was already done by Ramadhani (2017). In carrying out this research, case study was used as the method i.e. by collecting data as to the segment of Janti-Prambanan road km 7+750-8+750 and analyzing the roads' life cycle cost predictions by estimating the road maintenance to be carried out during the life of the plan.

Based on the analysis done, the cost of the construction (initial cost) to spend based on the estimation of the thickness of the pavement determined by Ramadhani (2017) which the total of the thickness of the pavement 50 cm is Rp 14,089,007,000.- while the maintenance cost in Alternatif 1 is Rp 20,761,641,314.42 and in Alternatif 2 is amounting to Rp 20,715,071,361.46. Meanwhile, the total cost of the roads' life cycle in Alternatif 1 is Rp 34,850,648,314.42 whereas in Alternatif 2 is Rp 34,804,078,361.46. Added to that, the analysis of the life cycle costs gained by EUAC in Alternatif 1 is amounting to Rp 137,374.40 while in Alternatif 2 is Rp 137,190.83. Thus, it can be concluded that doing rehabilitation earlier can retrench maintenance cost.

Keywords: LCCA, Maintenance Strategy, Maintenance and Rehabilitation.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai sistem yang dirancang dan dilaksanakan sedemikian rupa untuk memenuhi kebutuhan dasar publik merupakan peran penting infrastruktur. Salah satu infrastruktur dalam bidang transportasi adalah jalan raya. Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang berfungsi untuk menghubungkan satu daerah ke daerah lain untuk kegiatan-kegiatan publik seperti kegiatan ekonomi dan sosial. Seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia khususnya di D.I. Yogyakarta (menurut sensus Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi D.I. Yogyakarta) maka dibutuhkan kondisi jalan raya yang aman, nyaman dan berdaya guna untuk menunjang kebutuhan ekonomi masyarakat. Jalan yang aman, nyaman dan berdaya guna tidak luput dari ketersediaan jalan yang rata dan tidak adanya kerusakan jalan yang berarti.

Salah satu jalan nasional yang ada di Yogyakarta adalah Ruas Jalan Jogja-Solo yang berfungsi sebagai jalan arteri sepanjang ± 60 km dan merupakan bagian dari jalur segitiga emas JOGLOSEMAR (Jogja-Solo-Semarang). Ruas Jalan Jogja-Solo adalah jalan utama yang menghubungkan kota Jogja dengan kota Solo, ruas jalan yang berada di Provinsi DIY adalah ruas Jalan Janti-Prambanan dan ruas jalan ini memiliki arus lalu lintas cukup tinggi dan beban lalu lintas yang besar berdasarkan data survei oleh Bina Marga pada tahun 2016 yang terlampir dalam Lampiran 4, maka berdasarkan data tersebut kondisi perkerasan jalan yang baik sangat diperlukan agar tidak mengganggu kenyamanan pengguna jalan.

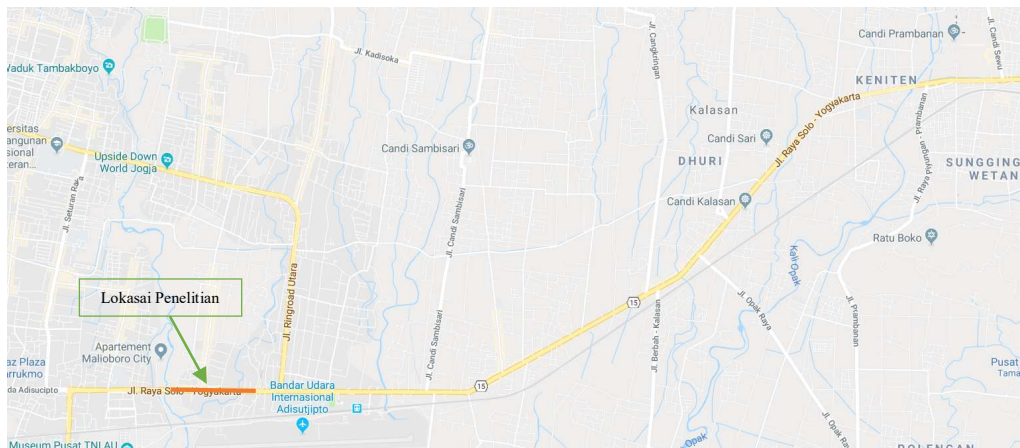
Menurut Sudarsana dan Swastika (2012) dalam Giyatno (2016), kajian ekonomi kerusakan jalan pada dasarnya berisi tentang acuan dan pedoman dalam penyusunan rencana suatu proyek yang akan dilaksanakan, sehingga menghasilkan suatu rencana yang baik. Dalam kajian ini, akan diperoleh besarnya nilai anggaran biaya pemeliharaan jalan, sesuai dengan jenis dan tingkat kerusakan jalan serta menghitung nilai kerugian masyarakat sebagai akibat dampak negatif kerusakan

jalan pada masyarakat sekitar ruas jalan yang mengalami kerusakan meliputi ketidaknyamanan dalam perjalanan dan kerugian ekonomi. Maka, biaya merupakan salah hal yang harus direncanakan dalam proses evaluasi kerusakan jalan.

Evaluasi kerusakan jalan dapat dilakukan dengan beberapa cara, namun yang sering dilakukan di Indonesia adalah dengan metode Bina Marga dan metode *Pavement Condition Index* (PCI). Evaluasi kerusakan jalan merupakan penilaian kondisi kerusakan permukaan jalan secara visual yang digunakan dalam menentukan bentuk pemeliharaan yang akan dilakukan. Pemeliharaan jalan adalah kegiatan penanganan jalan yang berupa pencegahan, perawatan dan perbaikan yang diperlukan untuk mempertahankan kondisi jalan agar tetap berfungsi secara optimal melayani lalu lintas sehingga umur rencana yang ditetapkan dapat tercapai (Peraturan Menteri PU No.13 tahun 2011).

Kerusakan pada jalan sering kali terjadi karena kondisi Indonesia yang memiliki iklim tropis dengan curah hujan sedang hingga tinggi dan suhu udara tinggi. Hal ini disebabkan oleh Indonesia yang merupakan negara kepulauan dengan jumlah lautan lebih besar daripada daratan. Kerusakan jalan yang sering terjadi pada ruas Jalan Janti-Prambanan berdasarkan wawancara dengan pihak Pelaksana Jalan Nasional (PJN) Wilayah D.I Yogyakarta PPK 4 selaku pelaksana lapangan ruas Jalan Janti-Prambanan adalah retak-retak dan berlubang saat musim hujan. Lubang ini terjadi akibat masuknya air hujan ke dalam retakan-retakan tersebut.

Menurut Ramadhani (2017), secara umum ruas jalan Jogja-Solo ini dapat dikatakan sebagian besar jalan dalam kondisi mulus, namun juga ditemui kondisi jalan yang bergelombang dan berlubang di beberapa titik. Salah satu ruas yang terdapat beberapa kerusakan tersebut adalah pada KM. 7+750-8+750 yang ditunjukkan dalam Gambar 1.1. Sebuah jalan yang rusak jika tidak segera ditangani akan menyebabkan semakin parahnya kerusakan, hal ini membuat biaya perbaikan yang harus dikeluarkan menjadi lebih besar. Agar ruas jalan tersebut mempunyai kemampuan pelayanan yang aman, nyaman dan berdaya guna, perlu adanya analisis biaya siklus hidup jalan raya.



Gambar 1.1 Peta Ruas Jalan Janti-Prambanan

(Sumber: *Google Maps*, diakses 19 Juli 2018)

Penelitian ini melanjutkan penelitian Ramadhani (2017) untuk menghitung analisis biaya siklus hidup jalan dengan perhitungan tebal perkerasan yang telah dilakukan oleh Ramadhani (2017). Dalam pelaksanaan proyek konstruksi terdapat lima tahap, yaitu tahap perencanaan, tahap studi kelayakan, tahap perancangan detail atau *detail design*, tahap konstruksi dan tahap pemeliharaan. Pada penelitian ini memfokuskan pada tahap konstruksi dan tahap pemeliharaan jalan, karena tahap perancangan sebelumnya telah dilakukan oleh Ramadhani (2017). Analisis biaya siklus hidup atau *Life Cycle Cost Analysis (LCCA)* adalah salah satu metode dalam sistem manajemen jalan, dengan LCCA dapat digunakan untuk pengambilan keputusan dalam pemilihan strategi dengan biaya yang paling efektif dan efisien. Analisis biaya siklus hidup ini menggunakan komponen utama, yaitu : biaya pengelolaan yang terdiri dari biaya konstruksi, biaya pemeliharaan dan biaya rehabilitasi.

Alternatif pemeliharaan dapat dibedakan berdasarkan pemberian rehabilitasi. Rehabilitasi dilakukan pada tahun ke 20 sesuai dengan desain umur rencana jalan yang tercantum dalam Manual Desain Perkerasan 2013 atau disebut juga Bina Marga 2013. Namun, berdasarkan pengamatan di lapangan sering kali sudah perlu dilakukan rehabilitasi sebelum umur perkerasan 20 tahun. Oleh karena itu, diberikan dua alternatif dengan Alternatif 1 rehabilitasi dilakukan pada tahun ke 20 dan Alternatif 2 dilakukan pada tahun ke 15.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dijawab pada penelitian ini adalah :

1. Berapa biaya konstruksi yang diperlukan untuk jalan dengan tebal perkerasan Bina Marga 2013 yang telah dihitung oleh Ramadhani (2017)?
2. Berapa total biaya siklus hidup yang harus dikeluarkan dari masing-masing alternatif pemeliharaan yang diberikan?
3. Bagaimana analisis LCCA dari masing-masing alternatif pemeliharaan yang diberikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Memperoleh biaya konstruksi yang diperlukan untuk jalan dengan tebal perkerasan Bina Marga 2013 yang telah dihitung oleh Ramadhani (2017).
2. Memperoleh rincian total biaya siklus hidup yang harus dikeluarkan dari masing-masing alternatif pemeliharaan yang diberikan.
3. Mengetahui analisis LCCA dari masing-masing alternatif pemeliharaan yang diberikan.

1.4 Batasan Penelitian

Agar tidak menyimpang dari tujuan penulisan laporan nantinya, maka dilakukan beberapa batasan pengamatan sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada ruas Jalan Nasional Janti-Prambanan KM 7+750 – 8+750.
2. Perhitungan hanya dilakukan pada badan jalan.
3. Tebal perkerasan yang digunakan adalah tebal perkerasan yang diperoleh dari Ramadhani (2017) dengan Metode Bina Marga 2013.
4. Hanya biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan yang digunakan dalam LCCA (*Life Cycle Cost Analysis*).
5. Perhitungan biaya dilakukan dengan metode SNI.

6. Dalam analisis, waktu pemeliharaan dan luas kerusakan diasumsikan berdasarkan penelitian terdahulu.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan dalam menentukan biaya siklus hidup untuk jalan nasional dengan kondisi jalan yang hampir sama dan dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian sejenis berikutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berkaitan dengan perhitungan biaya siklus hidup sudah pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian terdahulu dapat dijadikan referensi untuk analisis yang akan dilakukan. Empat penelitian yang menjadi referensi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2013 dan Metode Mekanik-Empirik Menggunakan Program *KENPAVE* pada Ruas Jalan Jogja-Solo

Ramadhani (2017) melakukan analisis awal untuk perencanaan tebal perkerasan pada ruas Jalan Jogja-Solo menggunakan metode Bina Marga 2013 diperoleh hasil tebal perkerasan dengan lapis permukaan AC-WC sebesar 4 cm, AC-BC sebesar 15,5 cm, lapis pondasi atas menggunakan CTB sebesar 15 cm dan lapis pondasi bawah menggunakan LPA kelas A sebesar 15 cm. Dari desain tebal Bina Marga 2013 dikontrol menggunakan program *KENPAVE* dinyatakan aman dan mampu menahan beban sampai umur rencana. Dari ke empat desain yang dikontrol menggunakan program *KENPAVE* diperoleh tebal minimum yang aman dan dapat menahan beban selama umur rencana 20 tahun dengan tebal surface 20 cm, base 8 cm dan sub base 10 cm.

2. Penerapan Metode Analisis Manfaat Biaya pada Penilaian Kelayakan Pembangunan Infrastruktur Jalan

Dalam tugas akhirnya, Muthaher (2017) melakukan perhitungan tebal perkerasan kaku pada ruas Jalan Balong-Plosokerep dan menghitung manfaat biayanya. Tebal perkerasan kaku yang dibutuhkan adalah setebal 200 mm dengan lapis pondasi agregat setebal 100 mm. Biaya konstruksi yang dibutuhkan untuk membangun perkerasan kaku tersebut adalah sebesar Rp5,226,873,916.29 sementara biaya siklus hidup perkerasan selama umur rencana adalah sebesar Rp5,556,607,587.92. Manfaat yang diperoleh dari segi

penghematan biaya operasi kendaraan biaya tidak tetap adalah sebesar Rp3,761,807,648. Berdasarkan metode analisa manfaat-biaya maka nilai rasio B/C yang diperoleh adalah 0,677. Artinya ruas jalan yang di desain dengan perkerasan kaku tersebut tidak memenuhi indikator kelayakan.

3. Analisa *Life Cycle Cost* pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Utara Lamongan

Penelitian oleh Wisena dan Wiguna (2015) bertujuan untuk menentukan alternatif desain strategi perkerasan pembangunan jalan lingkar yang efektif dan efisien dengan menggunakan *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA) yang sesuai dengan aturan Manual Desain Perkerasan Jalan No 02/M/BM/2013 Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Perhitungan desain alternatif tebal perkerasan didapatkan dari desain awal proyek, metode Analisa Komponen Bina Marga dan metode AASHTO 1993. Hasil dari penelitiannya yaitu nilai LCC yang optimum adalah pada alternatif ke-1 dengan perhitungan tebal perkerasan berdasarkan metode analisa komponen memiliki tebal perkerasan AC-WC: 4 cm, AC-BC: 6 cm, Agregat A: 30 cm dan Agregat B: 36 cm serta nilai LCC Rp. 220.127.003.970,63.

4. Penggunaan *Life Cycle Cost Alaysis* (LCCA) dalam Menentukan Biaya Ekonomis untuk Penanganan Perkerasan Jalan Kabupaten Sorong Selatan (Studi Kasus Ruas Jalan Kota Teminabuan-Keyen)

Dalam penelitiannya, Kareth (2015) melakukan analisis untuk mengetahui hasil biaya ekonomis yang dihasilkan LCCA, berdasarkan *input* yang diberikan menggunakan *Software RealCost 2.5* dengan melakukan penilaian tingkat dan kondisi kerusakan menggunakan metode PCI terlebih dahulu. Dari analisis yang dilakukan pada ruas Jalan Kota Teminabuan-Keyen sepanjang 1,2 m dengan lebar ruas jalan 4 m, didapatkan kondisi jalan dalam keadaan agak parah atau *poor* yaitu 47,2%. Jenis penanganan yang diberikan adalah Rekonstruksi Ulang dengan dua sekenario, pada sekenario I konstruksi bertahap (5+15) tahun dan sekenario II (10+10) tahun dengan total umur layanan 20 tahun, didapatkan pembiayaan proyek ekonomis berada pada sekenario II.

2.2 Penelitian Sekarang

Berdasarkan tinjauan pustaka dari beberapa penelitian terdahulu, dapat disimpulkan hasil yang diperoleh dan hasil yang diharapkan pada penelitian yang akan dilakukan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Peneliti	Judul	Lokasi	Metode
Ramadhani (2017)	Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2013 dan Metode Mekanik-Empirik Menggunakan Program <i>KENPAVE</i> pada Ruas Jalan Jogja-Solo	Jalan Jogja-Solo	Metode Bina Marga 2013, Metode Mekanik-Empirik dengan Program <i>KENPAVE</i>
Muthaher (2017)	Penerapan Metode Analisis Manfaat Biaya pada Penilaian Kelayakan Pembangunan Infrastruktur Jalan	Jalan Balong-Plosokerep	Pd T-14-2003, <i>Benefit Cost Ratio</i>
Wisena dan Wiguna (2015)	Analisa <i>Life Cycle Cost</i> pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Utara Lamongan	Jalan Lingkar Utara Lamongan	LCCA, Analisa Komponen Bina Marga, AASHTO 1993

Lanjutan Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Peneliti	Judul	Lokasi	Metode
Kareth (2015)	Penggunaan <i>Life Cycle Cost Alaysis</i> (LCCA) dalam Menentukan Biaya Ekonomis untuk Penanganan Perkerasan Jalan Kabupaten Sorong Selatan (Studi Kasus Ruas Jalan Kota Teminabuan-Keyen)	Ruas Jalan Kota Teminabuan-Keyen	PCI, <i>Software RealCost 2.5</i>
Kusumaningrum (2018)	Analisis Biaya Siklus Hidup Pada Jalan Nasional (Ruas Jalan Janti-Prambanan KM 7+750-8+750)	Ruas Jalan Janti-Prambanan	LCCA

2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan tinjauan dari beberapa penelitian diatas, penelitian ini mengenai analisis biaya siklus hidup dengan metode LCCA pada ruas Jalan Janti-Prambanan KM 7+750 – 8+750 merupakan penelitian yang melanjutkan penelitian sebelumnya yaitu penelitian yang telah dilakukan oleh Ramadhani (2017).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan Raya

Perkerasan jalan digunakan untuk melayani/ mampu menahan beban lalu lintas yang terdiri dari campuran antara agregat dengan bahan ikat. Agregat yang digunakan adalah batu pecah, batu belah, batu kali atau hasil samping dari pelaburan baja. Bahan ikat yang dapat digunakan antarlain adalah aspal, semen ataupun tanah liat.

Menurut Sukirman (1999) berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yakni perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapis perkerasannya berfungsi untuk mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yakni perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yakni perkerasan lentur yang dikombinasikan dengan perkerasan kaku yang diatasnya terdapat perkerasan lentur.

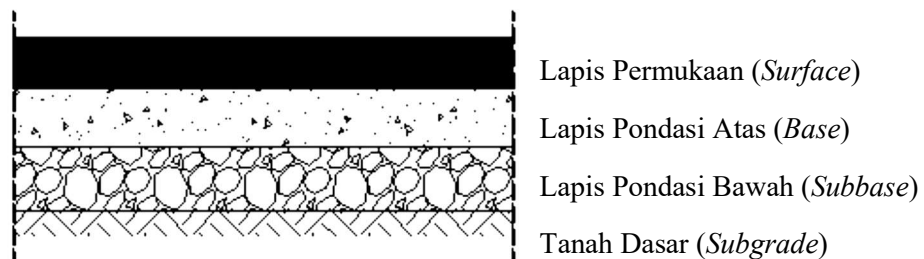
3.2 Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Suatu struktur perkerasan lentur biasanya terdiri atas beberapa lapisan bahan, dimana setiap lapisan akan menerima beban dari lapisan diatasnya, meneruskan dan menyebarkan beban tersebut ke lapisan di bawahnya. Setiap lapisan biasanya disusun berdasarkan daya dukung terhadap beban, lapisan atas adalah material dengan daya dukung paling besar dan

lapisan bawah adalah lapisan dengan daya dukung beban semakin kecil. Beban lalu lintas yang akan bekerja di atas perkerasan dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

1. Gaya verikal, berupa muatan kendaraan
2. Gaya horizontal, berupa gaya rem kendaraan
3. Getaran-getaran dari pukulan roda kendaraan

Dari sifat lapis perkerasan yang menyebarkan gaya maka muatan yang akan diterima oleh setiap lapisan berbeda-beda dan semakin ke bawah semakin kecil beban yang diterima oleh lapisan. Oleh karena itu, lapisan yang berada dibawah adalah lapisan dengan daya dukung beban paling kecil. Susunan konstruksi perkerasan lentur dapat diilustrasikan seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Susunan Konstruksi Perkerasan Lentur

(Sumber: Sukirman, 1999)

Menurut Sukirman (1999) perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan yaitu: lapis permukaan (*surface*), lapis pondasi atas (*base*), lapis pondasi bawah (*subbase*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).

1. Lapis Permukaan (*surface*)

Lapis permukaan merupakan lapisan yang terletak paling atas, fungsi dari lapisan permukaan antara lain sebagai berikut:

- a. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan ini harus memiliki stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atas lapis permukaan tidak meresap ke lapisan di bawahnya karena akan melemahkan lapisan tersebut.
- c. Lapis aus (*wearing course*) merupakan lapisan yang langsung menderita akibat adanya gesekan rem kendaraan, sehingga lapisan ini mudah menjadi aus.

- d. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain dengan daya dukung beban kecil yang berada di bawahnya.

Lapis permukaan umumnya dibuat dengan bahan pengikat aspal yang menghasilkan lapisan yang kedap air, memiliki stabilitas yang tinggi dan memiliki daya tahan yang lama. Beberapa jenis lapisan permukaan yang umumnya digunakan di Indonesia dibagi menjadi 2, yaitu lapisan bersifat *nonstruktural* dan lapisan bersifat struktural.

- a. Lapisan bersifat *nonstruktural*

Lapis permukaan yang bersifat *nonstruktural* berfungsi sebagai lapis aus dan kedap air. Lapisan yang bisa digunakan antara lain adalah sebagai berikut.

- 1) Brutu (laburan aspal satu lapis), lapis penutup yang berasal dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam. Tebal maksimum yang diperbolehkan adalah 2 cm.
- 2) Burda (laburan aspal dua lapis), lapis penutup yang berasal dari lapisan aspal yang ditaburi agregat bergradasi seragam yang dilakukan dua kali secara beruntun. Tebal padat maksimum adalah 3,5 cm.
- 3) Latasir (lapis tipis aspal pasir), lapis penutup yang berasal dari campuran lapisan aspal dengan pasir alam bergradasi menerus yang dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padatnya 1-2 cm.
- 4) Buras (laburan aspal), lapis penutup yang berasal dari lapisan aspal dan taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
- 5) Latasbum (lapis tipis asbuton murni), lapis penutup yang berasal dari asbuton dan bahan pelunak, dicampur pada suhu dingin dengan perbandingan tertentu. Tebal padat maksimum adalah 1 cm.
- 6) Laston (lapis tipis aspal beton) yang dikenal dengan *Hot Rolled Sheet* (HRS), lapis penutup yang berasal dari campuran antara agregat bergradasi timpang dengan mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras

dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat yang diperbolehkan yaitu 2,5-3 cm.

b. Lapisan bersifat struktural

Lapis permukaan yang bersifat struktural berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda kendaraan. Lapisan yang bisa digunakan antara lain adalah sebagai berikut.

- 1) Lapen (penetrasi makadam), lapis perkerasan yang terdiri atas agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang kemudian diikat oleh aspal dengan cara disemprot di atas agregat tersebut dan dipadatkan lapis demi lapis. Biasanya di atas lapen diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapisnya dapat berbeda-beda, antara 4-10 cm.
- 2) Lasbutag, lapis perkerasan yang terdiri dari agregat, asbuton dan bahan pelunak yang dicampur kemudian dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal tiap lapisannya adalah 3-5 cm.
- 3) Laston (lapis tipis aspal beton), lapis perkerasan yang terdiri dari aspal keras dan agregat dengan gradasi menerus yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2. Lapis Pondasi Atas (*base*)

Lapis pondasi atas terletak diantara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah. Material yang digunakan untuk lapis pondasi atas harus memiliki kualitas sangat tinggi karena lapisan ini berada di bawah permukaan perkerasan langsung sehingga menerima beban yang berat dan paling menderita akibat muatan maka dalam pelaksanaannya harus dilakukan dengan teliti. Fungsi dari lapisan pondasi atas adalah sebagai berikut:

- a. Merupakan bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
- b. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Material yang umumnya digunakan untuk pondasi atas adalah material dengan $CBR > 50 \%$ dan *Plastisitas Index* (PI) $< 4 \%$. Bahan-bahan alam yang dapat

digunakan sebagai lapis pondasi atas adalah batu pecah, kerikil pecah dan stabilisasi tanah dengan semen dan kapur. Jenis lapis pondasi atas yang umum digunakan di Indonesia antara lain adalah:

- a. Agregat bergradasi baik, agregat ini dapat dibagi menjadi 3, yaitu:
 - 1) Batu pecah kelas A, memiliki gradasi yang lebih kasar dari batu pecah kelas B
 - 2) Batu pecah kelas B, memiliki gradasi lebih kasar dari batu pecah kelas C
 - 3) Batu pecah kelas C
 - b. Pondasi makadam
 - c. Pondasi telford
 - d. Lapen (penetrasi makadam)
 - e. Pondasi aspal beton (*asphalt concrete base/ asphalt treated base*)
 - f. Stabilisasi dengan:
 - 1) Stabilisasi agregat dengan semen (*cement treated base*)
 - 2) Stabilisasi agregat dengan kapur (*lime treated base*)
 - 3) Stabilisasi agregat dengan aspal (*asphalt treated base*)
3. Lapis Pondasi Bawah (*subbase*)

Merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Lapis pondasi bawah berfungsi sebagai:

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b. Efisiensi penggunaan material, material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan di atasnya.
- c. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.
- d. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- e. Lapis pertama agar pekerjaan dapat berjalan lancar, hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda alat berat.
- f. Mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar untuk naik ke atas.