

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Lentur

Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibagi menjadi 3, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan komposit (*composite pavement*). Di Indonesia sendiri, perkerasan lentur masih lebih sering dijumpai daripada perkerasan kaku. Sukirman (1999) menambahkan, 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. Apabila perkerasan lentur diberi beban maka perkerasan akan melendut atau melentur sehingga perkerasan lentur lebih optimal dalam memberikan kenyamanan dalam berkendara.

Berdasarkan Sukirman (1999), konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Lapisan-lapisan perkerasan tersebut terdiri dari lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), dan tanah dasar (*subgrade*).

2.1.1 Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Sukirman (1999) mengatakan bahwa lapis permukaan merupakan lapis paling atas dari struktur perkerasan jalan yang fungsi utamanya yaitu sebagai:

1. lapis perkerasan penahan beban roda, yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban lalu lintas selama masa pelayanan,
2. lapis aus (*wearing course*) yang langsung menerima gesekan dan getaran roda dari kendaraan,
3. lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atas lapis permukaan tidak meresap ke lapis di bawahnya yang berakibat rusaknya struktur perkerasan jalan, dan

4. lapis yang menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain dengan daya dukung yang lebih jelek.

Lapis permukaan perkerasan lentur juga dapat dibedakan menjadi:

1. lapis aus (*wearing course*) merupakan lapis permukaan yang kontak langsung dengan roda kendaraan dan perubahan cuaca, dan
2. lapis permukaan antar (*binder course*) merupakan lapis permukaan yang terletak di bawah lapis aus dan di atas lapis pondasi.

2.1.2 Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Menurut Sukirman (1999), lapis pondasi atas adalah lapisan kedua setelah lapisan permukaan. Lapisan ini berada di bawah lapis permukaan dan di atas lapis pondasi bawah. Jika tidak digunakan lapis pondasi bawah, maka lapis pondasi diletakkan langsung di atas permukaan tanah dasar. Lapis pondasi atas berfungsi sebagai:

1. bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan disebarkan ke lapis di bawahnya,
2. lapis peresap untuk lapis pondasi bawah, dan
3. bantalan atau perletakkan lapis permukaan.

2.1.3 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan ini terletak di bawah lapis pondasi atas dan berada di atas tanah dasar (*subgrade*) (Sukirman, 1999). Pada lapisan ini, biasanya terdiri atas lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan, distabilisasi ataupun tidak atau lapisan tanah yang distabilisasi. Fungsi lapis pondasi bawah adalah:

1. sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebar beban roda,
2. efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi),
3. mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi, dan
4. sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar.

2.1.4 Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar merupakan lapisan paling bawah pada suatu perkerasan lentur. Menurut Sukirman (1999), tanah dasar yang digunakan dalam perkerasan dipadatkan terlebih dahulu sampai tingkat kepadatan tertentu agar mempunyai daya dukung tanah yang baik. Tanah dasar sebagai pondasi suatu jalan dapat berupa permukaan tanah asli, tanah galian ataupun tanah timbunan. Beban yang diterima oleh lapisan perkerasan akan didistribusikan sampai ke tanah dasar.

2.2 Metode Lendutan (*Deflection Method*)

Berdasarkan Bina Marga (2005), lendutan adalah besarnya gerak turun vertikal suatu permukaan perkerasan akibat beban. Metode pengukuran lendutan dibagi menjadi dua yaitu destruktif dan non destruktif. Pada non destruktif terdapat dua metode yaitu *surface loading test* dan *seismic techniques*. *Surface loading test* dibagi menjadi pembebanan statis (misalnya: *Benkelman Beam*, *California Travelling Deflectometer*) dan pembebanan dinamis (misalnya: *Dynaflect*, *Falling Weight Deflectometer*). Metode pengukuran yang diuraikan pada penelitian ini adalah pengukuran dengan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD). *Falling Weight Deflectometer* (FWD) merupakan alat untuk mengukur lendutan langsung perkerasan yang menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan (Bina Marga, 2005).

Permukaan perkerasan jalan akan mengalami lendutan pada saat menerima beban roda kendaraan. Besarnya lendutan struktur perkerasan dapat dihitung dari data komposisi dan tebal lapisan perkerasan, karakteristik bahan perkerasan (modulus elastisitas dan konstanta *poisson*) dan konfigurasi beban roda kendaraan.

2.3 *Falling Weight Deflectometer* (FWD)

Umbara, dkk. (2010) mengatakan bahwa *Falling Weight Deflectometer* (FWD) ini merupakan peralatan uji lapangan untuk perkerasan jalan yang telah lama digunakan di berbagai negara. Umbara, dkk. (2010) juga menambahkan bahwa sekitar 30 tahun yang lalu, alat ini diperkenalkan pertama kali di Perancis

untuk mengevaluasi struktur perkerasan jalan. Selanjutnya pada tahun 1981, Denmark menggunakan FWD untuk menilai daya dukung, umur manfaat, dan desain *overlay* pada jaringan jalan. Berbagai penelitian juga telah berhasil dilakukan untuk mengembangkan penggunaan alat FWD dalam evaluasi struktur perkerasan jalan, salah satunya di Indonesia. *Falling Weight Deflectometer* (FWD) merupakan alat untuk mengevaluasi kinerja perkerasan yang bersifat tidak merusak (*non destructive*) dan dinamis dengan mengukur lendutan permukaan perkerasan akibat suatu beban tertentu yang diberikan kepada perkerasan tersebut.

2.3.1 Prinsip Kerja *Falling Weight Deflectometer* (FWD)

Falling Weight Deflectometer (FWD) adalah alat yang menggunakan pembebanan dinamis pada suatu perkerasan dan subgrade. Pada penelitian yang dilakukan oleh Edo Rizkiawan (2017) mengatakan bahwa prinsip kerja FWD adalah memberikan beban impuls terhadap struktur perkerasan, khususnya perkerasan lentur melalui pelat berbentuk sirkular (bundar) yang efeknya sama dengan kendaraan. Pelat sirkular diletakkan pada permukaan perkerasan yang akan diukur, kemudian beban dijatuhkan padanya sehingga menimbulkan gaya yang bervariasi. Berat beban sebelum jatuh relatif lebih kecil dibanding berat sebenarnya, biasanya sekitar 3 - 14 % dari berat maksimum. Pulsa beban yang diberikan akibat beban jatuh ke dalam seperangkat pegas kira-kira setengah gelombang sinus.

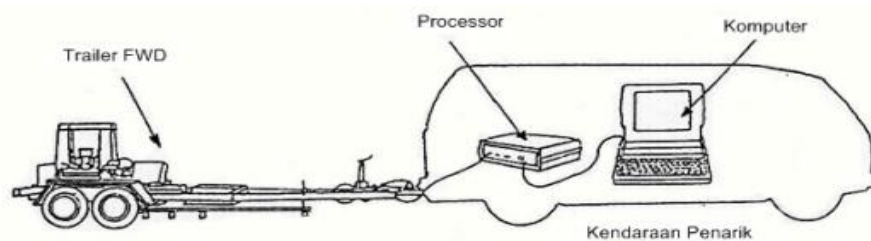
Efek beban yang timbul akan ditangkap oleh tujuh hingga sembilan buah *deflector* yang diletakkan dengan jarak jarak-jarak tertentu pada batang pengukur, sehingga secara keseluruhan lendutan itu akan membentuk suatu cekung lendutan (*deflection bowl*). Hasil pembacaan lendutan permukaan perkerasan untuk setiap lokasi pengamatan pada jarak radial meningkat dari beban dicatat secara otomatis. Lendutan d_1 merupakan lendutan pada pusat beban dan d_9 lendutan terjauh dari beban. Data-data kelendutan tersebut dapat ditampilkan kembali untuk diproses, dianalisis atau dicetak bila diperlukan.

2.3.2 Metode Pengukuran Alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD)

Ada tiga komponen utama dalam sistem pengujian FWD, yaitu:

1. alat (*trailer*) FWD merupakan suatu unit pengukur lendutan yang pengoperasiannya dilakukan dengan komputer,
2. *processor* merupakan suatu unit kontrol yang menghubungkan *trailer* FWD dengan komputer, berfungsi sebagai kontrol operasi *trailer* FWD dan mengubah hasil lendutan dalam analog menjadi digital, dan
3. komputer dan printer yaitu untuk mengoperasikan alat FWD dengan memasukkan suatu program komputer lapangan (program FWD).

Rangkaian alat pada FWD dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Rangkaian Alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD)
(Sumber: Bina Marga, 2005)

Dengan menghitung tebal perkerasan ekuivalen menggunakan metode *equivalent* menggunakan semua lapisan berubah bentuk menjadi satu lapisan ekuivalen yang mempunyai kekakuan yang serupa sebagai pondasi atas. Dengan demikian, tebal pelat sebagai perkerasan permukaan seakan-akan lebih besar daripada tebal perkerasan sebenarnya. Jarak setiap *deflector* bergantung pada tebal perkerasannya dan dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Table 2.1 Jarak antar *Deflector*

Tebal Perkerasan (mm)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d ₃ (mm)	d ₄ (mm)	d ₅ (mm)	d ₆ (mm)	d ₇ (mm)
<500	0	200	300	450	600	900	1200
700-1000	0	300	600	750	900	1200	1500
>1000	0	300	600	900	1200	1500	1800

Sumber: Sinuhaji (2010)

Keterangan: d = *deflector*

2.4 Perbedaan Penelitian Sekarang dengan Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang akan dilakukan sekarang adalah Perbandingan Desain Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) dengan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 Menggunakan Data Lendutan *Falling Weight Deflectometer*. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Arteri Selatan – Yogyakarta KM 6.750 – 25.250. Pada subab ini akan menjelaskan mengenai perbandingan antara penelitian sekarang dengan penelitian sejenis terdahulu yang pernah dilakukan. Perbandingan ini perlu dilakukan agar menghindari bentuk plagiasi pada penelitian yang akan dilakukan saat ini. Rekapitulasi hasil penelitian sejenis terdahulu yang pernah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Dilihat dari Tabel 2.2, maka terdapat persamaan dan perbedaan penelitian sekarang dengan penelitian sebelumnya. Persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu berupa analisis perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) pada suatu ruas jalan dengan membandingkan beberapa metode perencanaan yang digunakan, sedangkan perbedaannya yaitu terletak pada perbedaan ruas jalan yang diteliti, metode yang digunakan dan alat ukur lendutan yang digunakan juga berbeda. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.2 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu berikut ini.

Tabel 2.2 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Metode	Hasil
1	Rizky (2009)	Evaluasi Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>) dengan Metoda Bina Marga dan <i>Asphalt Institute</i> Menggunakan Alat <i>Benkelman Beam</i>	Jalan lintas Bireuen-Lhokseumawe	Bina Marga 2005 dan <i>Asphalt Institute</i>	Metode Bina Marga lebih ekonomis digunakan di Indonesia dibandingkan metode <i>Asphalt Institute</i> karena tingkat ketebalannya sesuai digunakan pada perencanaan tebal lapis tambah.
2	Miswandi (2009)	Kajian Metode Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur	Jalan Lintas Timur Sumatera segmen Palembang – Jambi	RDS, <i>Asphalt Institute</i> MS-17 dan Pd T-05-2005-B	Metode Pd T-05-2005-B menghasilkan biaya konstruksi akhir umur rencana lebih murah dibandingkan dengan pedoman interim No.002/P/BM/2011.
3	Fatah (2014)	Perbandingan Metode Evaluasi Kondisi Jalan Nasional Berkaitan Dengan Biaya Pemeliharaan	Jalan Nasional Lingkar Kaliwungu	Metode Bina Marga 2011, Lendutan AASHTO 1993 dan Analisis Komponen AASHTO 1993	Metode analisis komponen AASHTO (1993) cenderung lebih tebal dibandingkan hasil kebutuhan tebal <i>overlay</i> metode lendutan AASHTO (1993). Metode Bina Marga (2011) lebih tepat digunakan sebagai identifikasi awal kondisi perkerasan jalan.
4	Wahyudi (2016)	Analisis Perencanaan Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>) Cara Lendutan Balik dengan Metode Pd T-05-2005-B dan Pedoman Interim No.002/P/Bm/2011	Jalan Batas Kota Metro-Gedung Dalam	Metode Pd T-05-2005-B dan Pedoman Interim No.002/P/Bm/2011	Pada desain <i>overlay</i> , metode RDS memberikan hasil yang lebih tipis dari MS-17 dan Pd T-05-2005-B, karena menggunakan tipe campuran HRS yang lebih konservatif untuk banyak kondisi di Indonesia.

Sumber: Rizky (2009), Miswandi (2009), Fatah (2014) dan Wahyudi (2016)

Berdasarkan Tabel 2.2 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu di atas, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat sejumlah perbedaan antara penelitian sekarang dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Perbedaan antara penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu yaitu sebagai berikut ini.

1. Ruas Jalan yang Diteliti

Terdapat perbedaan pada ruas jalan yang akan diteliti. Pada penelitian ini, ruas jalan yang diteliti yaitu ruas jalan Arteri Selatan – Yogyakarta KM 6.750 – 25.250.

2. Penggunaan Metode Analisis Data

Terdapat perbedaan pada metode analisis data yang digunakan. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode lendutan Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 dalam menganalisis data untuk mendapatkan hasil penelitian berupa tebal lapis perkerasan tambahan pada ruas jalan yang diteliti.

3. Penggunaan Alat Lendutan

Terdapat perbedaan pada penggunaan pengukuran lendutan. Pada penelitian ini, nilai lendutan diperoleh dari pengujian alat *Falling Weight Deflectometer* yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Bidang Bina Marga Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional D.I Yogyakarta, sedangkan, penelitian-penelitian sebelumnya menggunakan data lendutan balik dari alat *Benkelman Beam*.