

PENGAJIAN METODA PELAPISAN ULANG CAMPURAN BERASPAL DIATAS PERKERASAN BETON

Oleh
Neni Kusnianti, Y. Ronny P.A

RINGKASAN

Sebagaimana halnya suatu perkerasan jalan, maka jalan beton pun akan mengalami penurunan kinerja sehubungan dengan pengaruh beban lalu lintas dan lingkungan dimana jalan tersebut berada. Penurunan kinerja yang umum ialah pelayanan dari segi struktur serta pelayanan fungsional dalam melayani lalu lintas. Dalam rangka meningkatkan kembali kemampuan perkerasan jalan beton tersebut serta memanfaatkan perkerasan lama yang sudah ada secara efektif, maka perlu dilakukan usaha perkuatan perkerasan yang sudah ada, agar bisa melayani lalu lintas lebih lama lagi. Untuk memperpanjang masa pelayanan jalan beton tersebut, dapat dilakukan penambahan lapis tambahan diatas perkerasan beton yang sudah ada, dimana salah satunya bahan penambahan tersebut ialah lapisan beraspal.

Penambahan lapisan jalan beton dengan lapisan beraspal, memerlukan suatu pedoman sehingga masa pelayanan yang diharapkan dapat dicapai sesuai rencana, dengan memanfaatkan kekuatan perkerasan jalan beton yang ada secara efektif dan efisien.

Pada tulisan ini, diuraikan beberapa metoda untuk perhitungan tebal lapis ulang AC diatas perkerasan beton, antara lain metoda AUSTROADS, AASHTO

SUMMARY

As a normal condition of pavement, rigid pavement performance will decrease as a result of traffic load and environment factors. Generally, the decrease of performance may in term of structural or functionality of pavement to support traffic. To improve pavement performance and make the most of existing pavement effectively some efforts are needed to reinforce the existing pavement. Service life of rigid pavement can be extended by overlaying new asphalt layer above the existing rigid pavement.

Overlay flexible pavement above rigid pavement need a guidance, so that the expected service life can meet the design and also the existing rigid pavement strength can be used effectively and efficiently.

In this paper some method of AC overlay over rigid pavement are presented such as Austroad and AASHTO method.

I. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan beton di Indonesia penggunaannya terus berkembang dan semakin meningkat sampai sekarang. Sebagaimana halnya suatu perkerasan jalan, maka jalan beton pun akan mengalami penurunan kinerja sehubungan dengan pengaruh beban lalu lintas dan lingkungan. Untuk memperpanjang masa pelayanan jalan beton tersebut, dapat dilakukan penambahan lapis tambah diatas perkerasan beton yang sudah ada, dimana salah satunya bahan lapis tambah tersebut ialah lapisan beraspal. Penambahan lapisan jalan beton dengan lapisan beraspal, memerlukan suatu pedoman sehingga masa pelayanan yang diharapkan dapat dicapai sesuai rencana, dengan memanfaatkan kekuatan perkerasan jalan beton yang ada secara efektif dan efisien.

Pelapisan tambahan digunakan untuk mengembalikan penurunan fungsi maupun penurunan struktural dari lapis perkerasan yang ada. Penurunan fungsi dapat terjadi dari beberapa kondisi yang dapat merugikan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan seperti rendahnya kekesatan dan tekstur permukaan, hydroplaning, dan distorsi permukaan yang berlebih. Sedangkan penurunan struktural dapat diakibatkan oleh beberapa kondisi yang diakibatkan oleh kapasitas beban pada struktur perkerasan.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Peningkatan Struktur Perkerasan Beton dengan Pelapisan Ulang

Pertimbangan dalam memilih tipe lapis ulang sangat bergantung pada hal-hal berikut, seperti:

- a. Ketersediaan dana
- b. Kelayakan atas pelaksanaan pelapisan ulang, seperti pengaturan lalu lintas, ketersediaan bahan dan peralatan, dan kondisi lingkungan
- c. Umur rencana (*design life*) lapis ulang yang diperlukan, dimana faktor yang mempengaruhinya adalah:
 - Penurunan perkerasan eksisting (tipe penurunan yang spesifik, keparahan, dan banyaknya)
 - Desain perkerasan eksisting, kondisi dari material perkerasan (khususnya masalah ketahanan) dan lapisan tanah dasar
 - Beban lalu lintas yang akan datang
 - Cuaca setempat
 - Kondisi subdrainase eksisting

Selain pertimbangan dalam memilih tipe lapis ulang, juga harus dipertimbangkan faktor-faktor dalam perencanaan lapis ulang yang meliputi:

- a) Perbaikan perkerasan lama sebelum lapis ulang

Kerusakan dalam perkerasan eksisting meliputi kerusakan fisik yang terlihat maupun yang tidak terlihat pada permukaan perkerasan, banyaknya kerusakan yang harus diperbaiki sebelum dilakukan lapis ulang. Jika kerusakan pada perkerasan eksisting mempengaruhi kinerja dari lapis overlay dalam beberapa tahun, maka perkerasan eksisting harus diperbaiki segera sebelum dilakukan pelapisan ulang, karena banyak kerusakan terjadi pada lapis yang telah dilapis ulang sebagai hasil dari kerusakan yang tidak diperbaiki pada perkerasan eksisting.

- b) Pengendalian retak refleksi
Retak refleksi sering mengakibatkan kerusakan pada lapis ulang, sehingga perlu dilakukan pengendalian dari retak tersebut untuk mengurangi penjaralan dan keparahan dari retak refleksi ini. Penyebab retak refleksi antara lain adalah material dan desain yang kurang cocok.
- c) Beban lalu lintas
Dalam prosedur desain lapis ulang beban lalu lintas dinyatakan dalam 18-kip ESALs.
- d) Subdrainase
Kondisi subdrainase dari perkerasan eksisting biasanya mempunyai pengaruh yang besar terhadap kinerja lapis ulang. Perbaikan kondisi subdrainase yang buruk akan berpengaruh

terhadap biaya dari lapis ulang. Pengaliran kelebihan air dari perkerasan akan mengurangi erosi dan akan menambah kekuatan dari lapis pondasi dan tanah dasar, sehingga akan mengurangi besarnya defleksi.

- e) Material lapis ulang
Material lapis ulang harus dipilih dan direncanakan sesuai dengan beban lalu lintas, kondisi lingkungan, dan penurunan perkerasan yang ada.
- f) Ketahanan pelat beton
Ketahanan pelat beton eksisting sangat berpengaruh pada performa lapis ulang dengan campuran beraspal.
- g) Desain sambungan
Faktor yang harus dipertimbangkan dalam desain sambungan meliputi jarak sambungan, kedalaman dari penggergajian, bentuk *reservoir sealant*, dan transfer beban yang dibutuhkan.

2.2 Dasar Perencanaan Tebal Lapis Ulang dengan AC diatas Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan dan Parameternya

Pelapisan ulang pada perkerasan beton semen dibedakan atas :

- a. Pelapisan ulang perkerasan beton semen di atas perkerasan lentur.

- b. Pelapisan ulang perkerasan beton semen di atas perkerasan beton semen.
- c. Pelapisan ulang perkerasan lentur di atas perkerasan beton semen.

Karena yang paling umum dipergunakan di Indonesia ialah perkerasan beton bersambung tanpa tulangan, maka pada kajian ini hanya akan dibahas untuk lapis ulang perkerasan lentur seperti campuran beton aspal (AC) di atas perkerasan beton bersambung tanpa tulangan.

Ada beberapa metoda untuk perhitungan tebal lapis ulang campuran beraspal diatas perkerasan beton, antara lain metoda AUSTRROADS, AASHTO, dan ASPHALT INSTITUTE. Dalam metoda-metoda tersebut perhitungan tebal lapis ulang dilakukan dengan menggunakan nomogram atau rumus-rumus yang telah disediakan. Hal tersebut akan memudahkan perhitungan baik secara manual dengan menggunakan nomogram ataupun menggunakan program komputer lewat rumus-rumus yang telah tersedia.

2.2.1 Metoda AUSTRROADS

Dalam metoda ini, struktur perkerasan beton semen dinilai sebagai aspal beton yang dinyatakan dengan tebal efektif (T_e) dari perkerasan beton tersebut. Tebal efektif (T_e) setiap lapisan perkerasan yang ada harus dikonversikan kedalam tebal ekuivalen aspal beton

sesuai dengan Tabel 2.1, sehingga tebal lapis ulang yang diperlukan, dihitung berdasarkan perhitungan lapis ulang pada perkerasan lentur.

Tebal ekuivalen perkerasan beton semen ditentukan dengan memperhatikan kondisi dan daya dukung lapisan beton semen yang ada. Untuk lapisan-lapisan perkerasan yang telah diketahui dan kondisinya telah ditetapkan, maka faktor konversi yang sesuai dipilih dari Tabel 1 dan tebal efektif dari setiap lapisan dapat ditentukan. Tebal efektif setiap lapisan adalah hasil perkalian antara tebal lapisan dan faktor konversi. Tebal efektif untuk seluruh perkerasan merupakan jumlah tebal efektif dari masing-masing lapisan.

Tebal lapisan ulang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T_r = T - T_e \quad \dots\dots\dots (1)$$

- T_r = tebal lapis tambahan
- T = tebal perlu berdasarkan beban rencana dan daya dukung tanah dasar dan atau lapis pondasi bawah dari jalan lama
- T_e = tebal efektif perkerasan lama

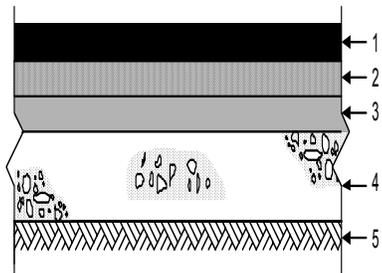
Pada metoda AUSTRROADS, survai yang dilakukan untuk menentukan tebal efektif perkerasan eksisting berdasarkan survai kondisi permukaan, dimana hasil survai ini digunakan dalam menentukan faktor konversi untuk perencanaan tebal lapis ulang.

Tabel 1 .

Faktor konversi lapis perkerasan lama untuk perencanaan lapis ulang menggunakan perkerasan beton aspal

Klasifikasi Bahan	Deskripsi Bahan	Faktor Konversi (Fk)
I	Tanah dasar asli, tanah dasar perbaikan dengan bahan berbutir, atau stabilisasi kapur	0
II	Lapis pondasi atau pondasi bawah yang terdiri dari bahan berbutir bergradasi baik, keras mengandung bahan halus bersifat plastis, dengan CBR ≥ 20 . Fk = 0,2 untuk PI (Plastisitas Indek) ≤ 6 , dan 0,1 untuk PI > 6 .	0,1-0,2
III	Lapis pondasi atau pondasi bawah yang distabilisasi semen atau kapur dengan PI ≤ 10	0,2-0,3
IV	a. Lapis permukaan atau lapis pondasi dengan bahan pengikat aspal emulsi atau aspal cair yang telah retak menyeluruh, pelepasan butir, penurunan mutu agregat, pengaluran pada jejak roda, dan penurunan stabilitas. b. Perkerasan beton semen (termasuk perkerasan yang telah ditutup lapis peraspalan) yang telah patah-patah menjadi potongan-potongan dengan berukuran $\leq 0,6$ m dalam arah dimensi maksimal. Fk = 0,5 apabila digunakan lapis pondasi bawah, dan 0,3 apabila pelat langsung diatas tanah dasar.	0,3-0,5 0,3-0,5
V	a. Lapis permukaan dan lapis pondasi beton aspal, yang telah menunjukkan pola retak yang jelas. b. Lapis permukaan dan lapis pondasi, dengan bahan pengikat aspal emulsi atau aspal cair, yang telah menunjukkan retak halus, pelepasan butir atau penurunan mutu agregat, dan alur kecil pada jejak roda tapi masih mantap. c. Perkerasan beton semen (termasuk perkerasan yang telah ditutup peraspalan) yang telah retak dan tidak rata dan tidak bisa ditutup secara baik. Potongan-potongan pelat berukuran sekitar 1 sampai 4 m ² , dan telah diperbaiki.	0,5-0,7 0,5-0,7 0,5-0,7
VI	a. Lapis permukaan dan lapis pondasi beton aspal yang telah menunjukkan retak halus dengan pola setempat-setempat dan alur kecil pada jejak roda tapi masih mantap. b. Lapis permukaan dan lapis pondasi dengan bahan pengikat aspal emulsi atau aspal cair yang masih mantap, secara umum belum retak, tidak menunjukkan kegemukan (bleeding), dan terjadi alur kecil pada jejak roda. c. Perkerasan beton semen (termasuk perkerasan yang telah ditutup lapis peraspalan) yang masih mantap dan telah ditutup (<i>undersealed</i>), telah retak-retak tapi tidak terdapat potongan-potongan pelat yang berukuran lebih kecil dari 1 m ²	0,7-0,9 0,7-0,9 0,7-0,9
VII	a. Lapis permukaan dan lapis pondasi beton aspal, secara umum belum retak, dan terdapat alur kecil pada jejak roda. b. Perkerasan beton semen yang masih mantap, sudah ditutup (<i>undersealed</i>) dan umumnya belum retak c. Lapis pondasi beton semen, dibawah lapis permukaan beraspal, yang masih mantap, tidak terjadi pamping (<i>pumping</i>) dan memberikan retak refleksi yang kecil pada permukaan	0,9-1,0 0,9-1,0 0,9-1,0

Tebal lapis tambahan perkerasan lentur yang diletakkan langsung di atas perkerasan beton semen dianjurkan minimum 100 mm. Apabila tebal lapisan tambahan lebih dari 180 mm, konstruksi lapis tambahan dapat menggunakan lapisan peredam retak sebagai mana terlihat pada Gambar 1.



Keterangan gambar:

1. Beton aspal sebagai lapisan aus
2. Beton aspal sebagai lapis perata
3. Beton aspal sebagai lapisan peredam retak
4. Perkerasan beton semen lama (eksisting)
5. tanah dasar

Gambar 1. Lapisan peredam retak pada sistem pelapisan tambahan

2.2.2 Metoda AASHTO

Jika pelapisan ulang yang akan dihampar bertujuan untuk meningkatkan pelayanan dari segi fungsional seperti kekasaran atau kekesatan, maka ketebalan minimum lapis ulang perlu diambil untuk mengakomodasi masalah fungsi tersebut. Tetapi jika lapis ulang yang akan dihampar bertujuan untuk meningkatkan struktural, maka ketebalan lapis ulang yang diperlukan merupakan fungsi terhadap kapasitas struktural yang diperlukan dengan

memperhitungkan perkembangan lalu lintas yang akan datang dan kapasitas struktural perkerasan eksisting. Ketebalan lapis ulang yang diperlukan untuk meningkatkan kapasitas struktural dan mendukung lalu lintas dimasa mendatang ditentukan dari persamaan berikut :

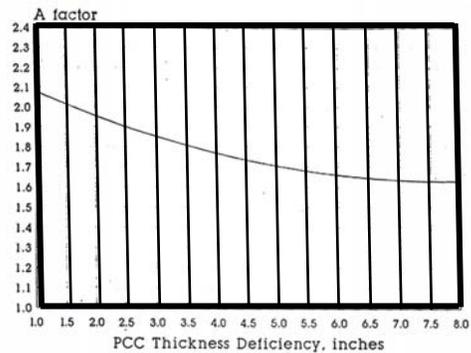
$$D_{oi} = A(D_f - D_{eff}) \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- D_{oi} =Tebal lapis ulang AC yang diperlukan, inci
- A = Faktor konversi dari kekurangan tebal pelat beton ke tebal lapis ulang AC
- D_f =Tebal pelat untuk mendukung lalu lintas dimasa mendatang, inci
- D_{eff} =Tebal efektif dari eksisting, inci.

Faktor A merupakan fungsi dari kekurangan tebal pelat beton yang diberikan oleh Gambar 2 atau dari persamaan 3 berikut:

$$A = 2.2233 + 0.0099 (D_f - D_{eff})^2 - 0.1534 (D_f - D_{eff}) \dots\dots\dots(3)$$

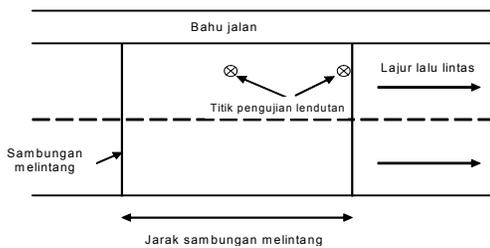


Gambar 2. Faktor konversi dari penurunan ketebalan perkerasan beton ke tebal lapis ulang AC

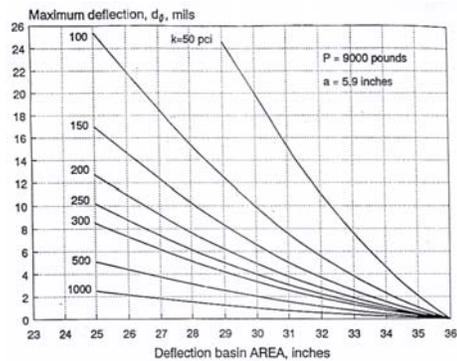
Ketebalan tipikal lapis ulang AC pada perkerasan beton bersambung tanpa tulangan, umumnya antara 3 sampai 6 inci.

Pengujian Lendutan

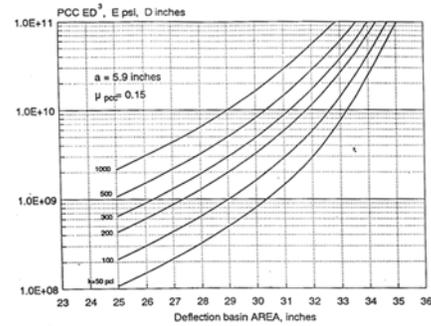
Pengukuran lendutan dilakukan pada jejak roda luar dengan menempatkan sensor pada 0, 12, 24 dan 36 inci dari pusat beban. Alat uji seperti FWD dianjurkan untuk mengukur lendutan dengan beban berat dan beban sebesar 9000 lbs (4,1ton). Plat beban yang digunakan berbentuk lingkaran dengan jari-jari 5,9 inci atau 15 cm. Pengambilan titik-titik pengujian untuk survai lendutan pada perkerasan beton seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Titik-titik pengujian pada survai lendutan pada perkerasan beton



Gambar 4. Nilai k dinamik efektif yang ditentukan dari d_0 dan AREA



Gambar 5. Modulus elastis perkerasan beton ditentukan dari nilai k, AREA dan tebal pelat

Transfer beban pada sambungan

Untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan, pengukuran nilai transfer beban pada sambungan dilakukan pada sisi luar jejak roda sebagai representatif sambungan melintang dan pada temperatur lingkungan lebih kecil dari 80° F (27° C). Penempatan pelat beban dilakukan pada satu sisi dari sambungan dengan tepi pelat menyentuh sambungan. Lendutan diukur pada titik tengah pelat beban dan pada 12 inci dari titik tengah.

Tabel 2. Koefisien load transfer "J"

Transfer beban (persen)	J
> 70	3.2
50 - 70	3.5
< 50	4.0

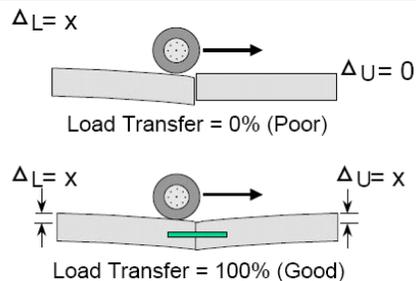
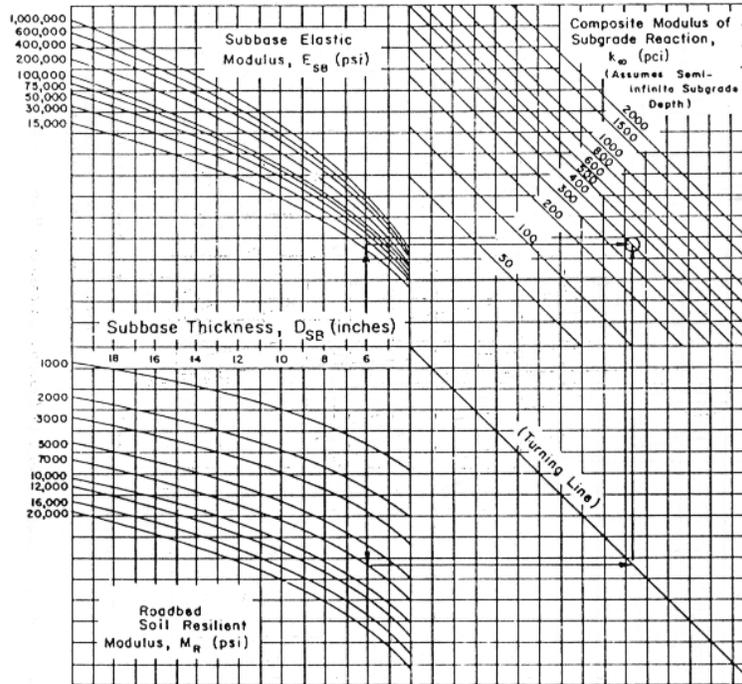


Figure 1: Load Transfer Schematic

Gambar 6. Skema Load Transfer



Gambar 7. Grafik untuk mengestimasi modulus komposit reaksi tanah dasar, k

Kondisi permukaan jalan eksisting

Penurunan kondisi berikut diukur selama survai kondisi untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan. Contoh diambil pada umumnya pada jalur kendaraan berat yang digunakan untuk memperkirakan banyaknya kerusakan. Penurunan kondisi dapat diartikan rusak sedang atau berat, sebagai berikut:

- Jumlah kerusakan pada sambungan transversal per mil
- Jumlah retak melintang, per mil
- jumlah tambalan pada *full-depth* AC, terkecuali sambungan lebar (lebih besar dari 1 inci), dan

sambungan muai per mil (kecuali pada jembatan).

Pencatatan kerusakan yang terjadi dilakukan berdasarkan hasil pengukuran pada tiap pelat untuk perkerasan beton.



Gambar 8. Faktor F_{jc}

Tabel 3.
Perkiraan nilai F_{fat} berdasarkan kerusakan perkerasan beton

Deskripsi Kerusakan	F_{fat}
Sedikit retak melintang bukan disebabkan oleh distress agregat reaktif (< 5 persen pelat perkerasan terjadi retak)	0,97 – 1,00
Jumlah retak melintang yang terjadi cukup signifikan (bukan disebabkan distress agregat reaktif) (5 – 15 persen pelat perkerasan retak)	0,94 - 0,96
Jumlah retak melintang/punchout cukup banyak (bukan disebabkan oleh retak "D" atau distress agregat reaktif). (> 15 persen pelat perkerasan retak)	0,90 – 0,93

Desain lapis ulang dapat dikerjakan untuk penampang uniform atau berdasarkan sambungan ke sambungan. Tahapan penentuan tebal lapis ulang dengan AC seperti yang dijelaskan pada Tabel 4. berikut ini:

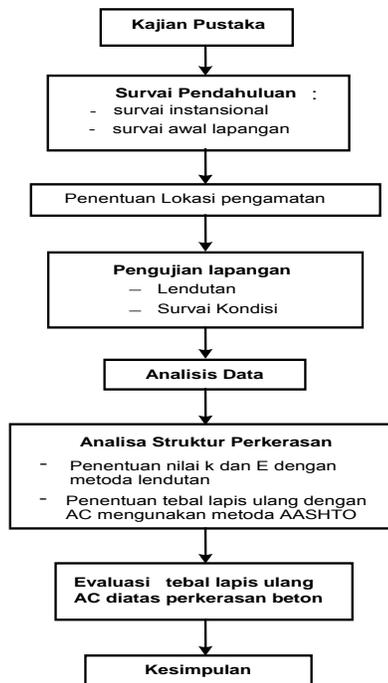
Tabel 4.
Tahapan penentuan tebal lapis ulang dengan AC

Tahap	Uraian Kegiatan
1	Tentukan tebal pelat eksisting, tipe load transfer, tipe bahu jalan
2	Tentukan kumulatif 18-kip ESALs per lajur dari pembukaan jalan sampai diperlukannya overlay (N_p) dan prediksi beban lalu lintas 18-kip ESALs masa mendatang per lajur selama periode desain (N_d)
3	Hitung persentase kerusakan jalan eksisting seperti: sambungan transversal, retak melintang, tambalan, <i>Faulting, pumping</i> , dan retak pada tepi perkerasan dari hasil survai kondisi
4	Hitung nilai AREA untuk setiap cekung lendutan dari hasil pengujian lendutan dengan alat FWD, menggunakan persamaan.4. $AREA = 6 \left[1 + 2 \left(\frac{d_{12}}{d_0} \right) + 2 \left(\frac{d_{24}}{d_0} \right) + \left(\frac{d_{36}}{d_0} \right) \right]$ <p>d_0 = Lendutan pada titik tengah pelat beban, inci d_i = Lendutan pada 12, 24 dan 36 inci dari titik tengah pelat, inci AREA secara tipikal akan mempunyai nilai dari 29 sampai 32 untuk beton yang kuat.</p>
5	Hitung nilai k-dinamis efektif berdasarkan nilai d_0 dan AREA dengan menggunakan persamaan 5 atau Gambar 4 Nilai k dinamik efektif yang ditentukan dari d_0 dan AREA $k = \left(\frac{p}{8 d_0 \ell_k^2} \right) \left\{ 1 + \left(\frac{1}{2\pi} \right) * \left[\ln \left(\frac{a}{2 \ell_k} \right) + \gamma - 1,25 \right] \left(\frac{a}{\ell_k} \right)^2 \right\}$ <p>d_0 = lendutan maksimum, inci p = beban, pounds γ = konstanta Euler's = 0,57721566490 ℓ_k = radius of relative stiffness, $\ell_k = \left[\frac{\ln \left(\frac{36 - AREA}{1812 + 279133} \right)}{-2 \cdot 559340} \right]$</p>
6	Hitung nilai k-statis efektif berdasarkan nilai k-dinamis efektif : $\text{Nilai k statis} = \frac{\text{nilai k dinamis}}{2}$ <p>Tipikal nilai k dinamis adalah 50 sampai 500 psi/inch.</p>
7	Hitung modulus elastisitas pelat perkerasan beton (E) berdasarkan nilai AREA, tebal pelat (D) dan nilai k-dinamis efektif dengan menggunakan persamaan 6 atau Gambar 5 Modulus elastis perkerasan beton ditentukan dari nilai k, AREA dan tebal pelat. $E_c = \frac{\ell_k (12 * (1 - \mu^2) k)}{D^3}$

	<p>D = Tebal pelat beton, inci μ = poisson ratio pelat beton = 0,15 k = k dinamis efektif, psi/inc</p> <p>Nilai modulus elastisitas pelat beton adalah 3 sampai 8 juta psi untuk pelat beton yang kuat dan lebih kecil dari 3 juta psi untuk pelat beton yang lemah.</p>
8	<p>Hitung faktor koreksi lentur pelat perkerasan, B, berdasarkan rasio d_0/d_{12} dari nilai lendutan yang diukur pada titik tengah pelat, nilai B secara tipikal berada antara 1,05 dan 1,15.</p> $B = \frac{d_{0tengah}}{d_{12tengah}}$ <p>d_0 = Lendutan pada titik tengah pelat beban, inci d_{12} = Lendutan pada 12 inci dari titik tengah pelat, inci</p>
9	<p>Hitung lendutan transfer beban (ΔLT) dengan persamaan 7.</p> $\Delta LT = 100 \left(\frac{\Delta_{ul}}{\Delta_i} \right) B$ <p>ΔLT = lendutan transfer beban, % Δ_{ul} = lendutan sisi pada pelat yang tidak dibebani (<i>unloaded</i>), inci Δ_i = lendutan sisi pada pelat yang dibebani, inci B = faktor koreksi lentur pelat beton</p>
10	<p>Tentukan koefisien transfer beban "J" menggunakan Tabel 2. Koefisien <i>load transfer</i> "J" J, faktor transfer beban pada pelat perkerasan eksisting, 3,2 – 4,0 untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan</p>
11	<p>Estimasi nilai modulus rupture (S'_c) dengan persamaan 8.</p> $S'_c = 210 + 1.02/IT$ <p>S'_c = modulus rupture, psi IT = kuat tarik tak langsung dari bor inti berdiameter 6 inci, psi</p>
12	<p>Tentukan ketebalan pelat perkerasan yang diperlukan untuk lalu lintas mendatang (D_i) dengan menggunakan persamaan 9:</p> $\log_{10} (W_{18}) = Z_R \times S_o + 7,35 \times \log_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} +$ $+ (4,22 - 0,32 \times p_i) \times \log_{10} \left[\frac{S'_c \times C_d \times (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times J \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c/k)^{0,25}} \right]} \right]$ <p>W_{18} = Jumlah beban 18-kip single axle, ESAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - nilai k-statis efektif dari tahap 6 - PSI setelah lapis ulang (PI) dikurangi PSI pada waktu perbaikan selanjutnya (P2). - J, faktor transfer beban pada pelat perkerasan eksisting, lihat Tahap 10 - Modulus elastis eksisting (E_c), ditentukan dari tahap 7 - Perkiraan Modulus rupture PCC (S'_c) pelat perkerasan dengan menggunakan persamaan 8. - Kehilangan daya dukung dari pelat perkerasan eksisting LS = 0 - Keandalan desain lapis ulang, R adalah 80 sampai 99% - Simpangan standar keseluruhan (S_o) untuk perkerasan kaku, tipikal 0,39. - Kemampuan drainase bawah permukaan dari perkerasan eksisting (C_d)
13	<p>Faktor penyesuaian sambungan dan retak (F_{jc}) berdasarkan Gambar 8 Faktor F_{jc}</p>
14	<p>Faktor Penyesuaian Kerusakan akibat Fatik (F_{fat}), berdasarkan Tabel 3 Perkiraan nilai F_{fat} berdasarkan kerusakan perkerasan beton</p>
15	<p>Tentukan tebal pelat perkerasan efektif (D_{eff}) dari perkerasan eksisting dengan menggunakan persamaan 10</p> $D_{eff} = F_{jc} \cdot F_{fat} \cdot D$ <p>D = tebal perkerasan beton eksisting, inci</p>
16	<p>Hitung faktor konversi ketebalan lapis ulang AC (A) dengan menggunakan persamaan 3 atau Gambar 2 Faktor konversi dari penurunan ketebalan perkerasan beton ke tebal lapis ulang AC</p> $A = 2.2233 + 0.0099(D_f - D_{eff})^2 - 0.1534(D_f - D_{eff})$
17	<p>Hitung tebal lapis ulang (D_{oi}) dengan menggunakan persamaan 2</p> $D_{oi} = A(D_f - D_{eff})$ <p>D_{oi} = Tebal lapis ulang AC yang diperlukan, inci A = Faktor konversi dari kekurangan tebal pelat beton ke tebal lapis ulang AC D_f = Tebal pelat untuk mendukung lalu lintas dimasa mendatang, inci D_{eff} = Tebal efektif dari eksisting, inci.</p>

III. METODOLOGI

Program kerja memiliki komponen-komponen utama yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Bagan alir metodologi pengkajian

Metoda untuk perhitungan tebal lapis ulang perkerasan lentur (AC) diatas perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sesuai dengan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

IV. HASIL PENELITIAN

4.1 Kajian metoda perencanaan tebal lapis ulang campuran beraspal diatas perkerasan beton

Berdasarkan kajian pustaka yang telah dilakukan, ada beberapa metoda perencanaan tebal lapis ulang diantaranya adalah metoda AUSTROADS dan metoda AASHTO. Dimana dalam metoda AUSTROADS ini, struktur perkerasan beton semen dinilai sebagai aspal beton yang dinyatakan dengan tebal efektif (T_e) dari perkerasan beton tersebut. Tebal efektif (T_e) setiap lapisan perkerasan yang ada harus dikonversikan kedalam tebal ekivalen aspal beton, sehingga tebal lapis ulang yang diperlukan, dihitung berdasarkan perhitungan lapis ulang pada perkerasan lentur. Tebal ekivalen perkerasan beton semen ditentukan dengan memperhatikan kondisi dan daya dukung lapisan beton semen yang ada. Tebal efektif setiap lapisan adalah hasil perkalian antara tebal lapisan dan faktor konversi. Tebal efektif untuk seluruh perkerasan merupakan jumlah tebal efektif dari masing-masing lapisan.

Tebal lapisan ulang dihitung dengan rumus, $T_r = T - T_e$ dimana T_r adalah tebal lapis ulang, T adalah tebal perlu berdasarkan beban rencana dan daya dukung tanah dasar dan atau lapis pondasi bawah dari jalan lama dan T_e adalah tebal efektif perkerasan lama.

Pengujian lapangan yang diperlukan dalam perencanaan tebal lapis ulang dalam metoda ini adalah survei kondisi permukaan perkerasan eksisting.

Sedangkan dalam metoda AASHTO, ketebalan lapis ulang yang diperlukan untuk meningkatkan kapasitas struktural dan mendukung lalu lintas dimasa mendatang ditentukan dari persamaan berikut :

$$D_{oi} = A(D_f - D_{eff}) \quad \text{dimana } D_{oi}$$

adalah tebal lapis ulang aspal beton yang diperlukan. Faktor A adalah faktor konversi dari kekurangan tebal pelat beton ke tebal lapis ulang AC, yang merupakan fungsi dari kekurangan tebal pelat beton ($D_f - D_{eff}$). D_f adalah tebal pelat untuk mendukung lalu lintang dimasa mendatang, yang merupakan fungsi dari propertis pelat perkerasan eksisting dan pondasi, seperti modulus elastisitas, modulus rupture dan transfer beban, dimana parameter tersebut ditentukan berdasarkan nilai lendutan dari pelat perkerasan beton eksisting. D_{eff} , tebal efektif perkerasan eksisting dihitung dari persamaan

$$D_{eff} = F_{jc} \cdot F_{fat} \cdot D \quad \text{dimana } D$$

adalah tebal perkerasan beton eksisting, F_{jc} adalah faktor penyesuaian akibat kerusakan sambungan dan retak, dan F_{fat} adalah faktor penyesuaian akibat beban berulang yang merupakan fungsi dari retak melintang.

Dalam metoda ini perhitungan tebal lapis ulang dilakukan melalui suatu tahapan yang berurut dengan memasukkan parameter-parameter dalam suatu persamaan atau nomogram yang telah tersedia.

Pengujian lapangan yang diperlukan dalam perencanaan tebal lapis ulang dalam metoda ini adalah survai kondisi permukaan dan pengujian lendutan perkerasan eksisting.

Dari kedua metoda perencanaan tebal lapis ulang yang telah dijelaskan, perbedaan mendasar dari kedua metoda tersebut adalah untuk metoda AUSTROADS tidak memperhitungkan load transfer dari sambungan pelat perkerasan, sedangkan metoda AASHTO memperhitungkannya. Pada Metoda AASHTO pengukuran lendutan dilakukan untuk mengetahui kekuatan struktur perkerasan eksisting seperti modulus reaksi tanah dasar "k" dan modulus elastisitas pelat beton E_c , sedangkan pada metoda AUSTROADS pengukuran lendutan tidak dilakukan, nilai modulus reaksi tanah dasar ditentukan berdasarkan nilai CBR.

4.2 Hasil Analisis Data dan Tebal Lapis Ulang

Berdasarkan hasil survai pendahuluan, lokasi yang representatif sebagai lokasi pengamatan untuk pengkajian adalah ruas jalan seperti tertera pada Tabel 5.

Pemilihan lokasi pengamatan tersebut berdasarkan kriteria kerusakan jalan yang terjadi, jumlah beban lalu lintas dan data pendukung (seperti data struktur perkerasan beton eksisting). Adapun secara umum, jenis kerusakan yang dominan terjadi pada ruas-ruas tersebut adalah tekstur permukaan dan retak.

Tabel 5.
Data Pendukung Ruas-ruas Jalan Pengamatan

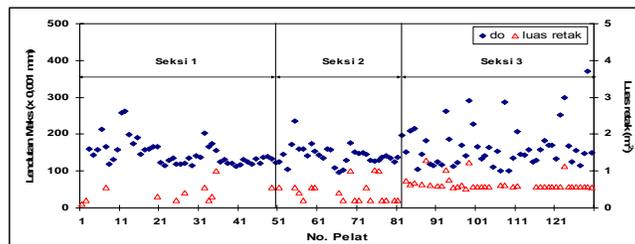
Ruas	Perkerasan Eksisting	Tebal Pelat (cm)	Panjang Pelat (m)	Kumulatif ESA	
				5 tahun	10 tahun
Jalan LASWI	Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan	27	5	510.000	1.100.000
Tol Padaleunyi	Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan	27	4	9.200.000	21.000.000
Jalan Kesambi (Cikampek)	Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan	25	5	1.500.000	3.400.000
Jalan Jatibarang – Palimanan (Cirebon)	Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan	27	5	6.300.000	15.000.000

4.2.1 Analisis Perkerasan Eksisting

Evaluasi perkerasan eksisting dilakukan berdasarkan pada nilai lendutan yang diperoleh dari hasil pengujian lendutan dengan FWD dan penurunan kondisi perkerasan beton

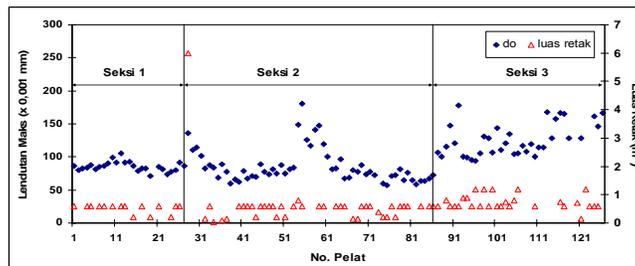
seperti retak, *faulting*, *pumping* dan kerusakan pada sambungan yang diukur pada survai kondisi (PCS).

Rata-rata nilai lendutan maksimum dan luas retak yang terjadi untuk masing-masing ruas dapat dilihat pada Gambar 10 sampai Gambar 13.



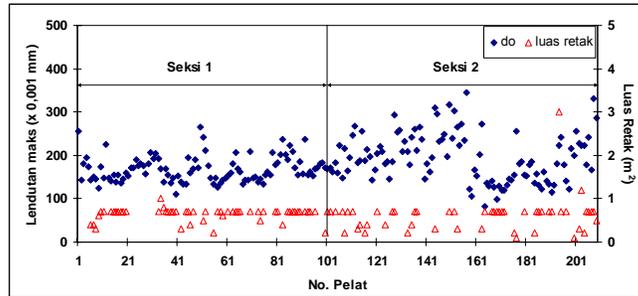
Gambar 10.

Nilai lendutan maksimum dan luas retak pada ruas jalan Kesambi



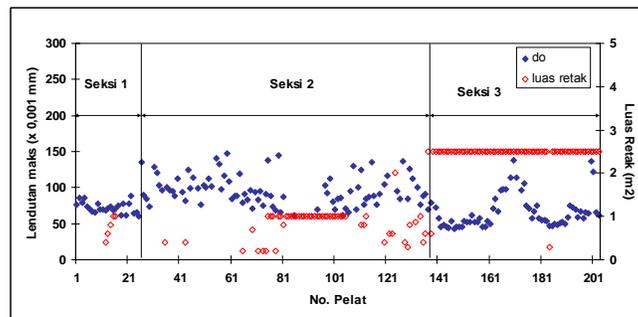
Gambar 11.

Nilai lendutan maksimum dan luas retak pada ruas jalan Jatibarang



Gambar 12.

Nilai lendutan maksimum dan luas retak pada ruas jalan Laswi



Gambar 13.

Nilai lendutan maksimum dan luas retak pada ruas jalan Tol Padaleunyi

Untuk analisis lebih lanjut akan diuraikan pada bagian berikutnya.

a. Analisa data lendutan

Data lendutan yang diperoleh dari masing-masing ruas merupakan gambaran dari kondisi struktural perkerasan eksisting, dimana dari data tersebut dapat dibagi menjadi beberapa seksi dengan nilai lendutan yang seragam, untuk selanjutnya dalam menganalisis data pembagian seksi-seksi ini yang digunakan. Untuk ruas jalan Kesambi (Cikampek), ruas tersebut dibagi menjadi 3 seksi, ruas jalan Jatibarang (Cirebon) dibagi menjadi 2 seksi, ruas jalan Laswi (Bandung) dibagi menjadi 2 seksi dan

ruas jalan Tol Padaleunyi dibagi menjadi 3 seksi. Resume hasil pengujian lendutan untuk masing-masing ruas pengamatan tertera pada Tabel 6.

Nilai *load transfer* yang diperoleh dari nilai lendutan pada titik pengujian di tengah pelat dan nilai lendutan pada sambungan merupakan gambaran dari penyebaran beban yang diterima setiap sambungan pelat tersebut. Jika nilai *load transfer* yang diperoleh mendekati 100%, berarti penyebaran beban dari sambungan tersebut bagus, tetapi jika nilainya kecil maka penyebaran beban pada sambungan jelek. Sebagaimana yang tertera pada Tabel 6, nilai *load transfer*

terkecil terjadi pada ruas jalan Tol Padaleunyi seksi 2, yaitu sebesar 33%, hal ini menunjukkan bahwa pada ruas jalan tersebut mempunyai penyebaran beban yang jelek, kemungkinan sebagai akibat dari adanya kerusakan *faulting*. Nilai load transfer ini selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai koefisien load transfer "J", yang merupakan salah satu parameter dalam menentukan ketebalan pelat perkerasan yang diperlukan untuk lalu lintas yang akan datang (D_f).

Tabel 6.
Resume hasil pengujian lendutan dengan FWD

Ruas/ Seksi	Pelat		Lendutan (x 0,001 mm)							Load Transfer (%)	
	Tebal (cm)	Pjg (m)	Pada d0	Tengah d12'	Pelat d24'	Pada d36'	Sambungan d0	Pelat d12'	Sambungan d24'		Pelat d36'
Kesambi (Cikampek)											
- Seksi 1	25	5	159	136	116	96	318	167	129	96	64
- Seksi 2	25	5	143	120	101	81	179	149	120	92	100
- Seksi 3	25	5	167	128	96	70	199	111	84	61	76
Jatibarang (Cirebon)											
- Seksi 1	27	5	88	80	72	63	128	104	86	71	88
- Seksi 2	27	5	170	118	102	86	184	125	104	84	106
LASWI (Bandung)											
- Seksi 1	27	5	169	150	130	108	231	206	171	134	101
- Seksi 2	27	5	261	217	191	164	369	294	250	202	103
Tol Padaleunyi											
- Seksi 1	27	4	72	64	57	50	79	70	61	52	100
- Seksi 2	27	4	170	74	62	53	302	56	48	42	34
- Seksi 3	27	4	77	70	60	52	183	79	66	54	73

Nilai-nilai lendutan yang diperoleh selanjutnya dipergunakan dalam menentukan nilai modulus reaksi tanah dasar 'k' dan nilai modulus pelat beton (E_c) dari perkerasan eksisting. Parameter yang diperlukan dalam menentukan modulus reaksi tanah dasar 'k', adalah nilai lendutan maksimum (d_0), dan AREA, sedangkan AREA sendiri merupakan fungsi dari nilai lendutan d_0 , $d_{12'}$, $d_{24'}$

dan $d_{36'}$. Hasil perhitungan nilai 'k' dapat dilihat pada Tabel 7. Untuk nilai modulus pelat beton (E_c) yang merupakan fungsi dari nilai k-dinamis dan AREA, nilai modulus tersebut ditentukan dengan menggunakan persamaan 6. Resume hasil perhitungan E_c untuk masing-masing ruas tertera pada Tabel 7.

Tabel 7.

Nilai rata-rata k-dinamis dan E_c dari ruas-ruas pengamatan

Ruas/Seksi	do inci	AREA	I_k inci	k	E_c psi
Kesambi (Cikampek)					
- Seksi 1	0.006	29	31.5	217	2.46E+06
- Seksi 2	0.006	28	27.1	296	1.85E+06
- Seksi 3	0.007	25	21.6	441	1.16E+06
Jatibarang (Cirebon)					
- Seksi 1	0.003	32	50.0	201	1.12E+07
- Seksi 2	0.007	28	35.5	262	3.68E+06
LASWI (Bandung)					
- Seksi 1	0.007	30	33.3	179	2.34E+06
- Seksi 2	0.010	29	34.9	154	2.05E+06
Tol Padaleunyi					
- Seksi 1	0.003	30	36.6	325	5.47E+06
- Seksi 2	0.007	26	24.9	572	2.09E+06
- Seksi 3	0.003	32	54.20	250	2.00E+07

b. Analisa data kondisi perkerasan

Data-data kerusakan hasil survai kondisi perkerasan eksisting, merupakan gambaran penurunan kondisi perkerasan pada saat ini. Selain data lendutan yang mempengaruhi perencanaan tebal lapis ulang, data dari hasil survai kondisi perkerasan juga mempunyai pengaruh yang sangat penting, dimana jenis kerusakan yang ada merupakan gambaran yang harus dilakukan dalam penanganan

perkerasan sebelum dilakukan pelapisan ulang. Jenis kerusakan seperti retak dan kerusakan pada sambungan mengakibatkan berkurangnya nilai PSI perkerasan eksisting, sehingga kerusakan ini akan mempengaruhi tebal efektif pelat perkerasan yang ada. Data kerusakan yang terjadi untuk selanjutnya dipergunakan sebagai faktor penyesuaian dalam penentuan tebal efektif perkerasan eksisting.

Resume hasil penilaian kondisi perkerasan beton eksisting untuk masing-masing ruas tertera pada Tabel 8. Dari hasil survai kondisi perkerasan untuk setiap ruas pengamatan jenis kerusakan yang paling dominan adalah kerusakan pada tekstur permukaan.

Resume faktor penyesuaian akibat kerusakan perkerasan yang terjadi pada masing-masing ruas dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 8.

Resume hasil penilaian kondisi permukaan perkerasan eksisting

Ruas/ Seksi	Retak Luas (m ²)	Fauling Pjg (m)	Pumping Dim (cm)	Spalling Pjg (m)	Spalling Dim Luas (mm (m ²))	Joint Sealant (m)	Lubang (m ²)	Tekstur Permukaan (m ²)	
Kesambi (Cikampek)									
• Seksi 1	0.40	2.65	0.24	-	5.0	0.02	2.62	-	6.29
• Seksi 2	2.05	2.80	0.20	-	-	-	-	-	7.58
• Seksi 3	0.66	2.80	0.20	-	2.0	0.02	2.10	-	5.17
Jatibarang (Cirebon)									
• Seksi 1	0.55	2.80	0.30	-	6.3	0.20	-	-	2.65
• Seksi 2	0.70	1.80	0.30	-	10.2	0.20	4.40	-	0.90
LASWI (Bandung)									
• Seksi 1	0.64	3.50	0.20	-	17.0	0.03	3.50	0.17	39.10
• Seksi 2	0.63	3.50	0.20	-	0.4	1.45	3.50	0.46	35.50
Tol Padaleunyi									
• Seksi 1	0.76	-	-	1.00	-	-	-	-	2.92
• Seksi 2	0.48	1.50	0.80	3.30	30.0	0.02	3.50	-	1.33
• Seksi 3	0.50	2.80	0.50	-	-	-	17.00	-	2.12

Tabel 9.

Faktor penyesuaian F_{jc} dan F_{fat} untuk masing-masing ruas

Ruas	Seksi	F_{jc}	F_{fat}
Kesambi (Cikampek)	1	0.92	0.96
	2	0.87	0.91
	3	0.94	0.92
Jatibarang (Cirebon)	1	0.94	0.91
	2	0.95	0.83
Laswi (Bandung)	1	0.63	0.91
	2	0.63	0.91
Tol Padaleunyi	1	0.84	0.93
	2	0.64	0.91
	3	0.57	0.90

4.2.2 Analisa perencanaan tebal lapis ulang

Seperti yang telah disampaikan sebelumnya, tebal lapis ulang pada perkerasan beton, salah satunya dipengaruhi oleh nilai lendutan dan penurunan kondisi perkerasan eksisting. Tebal lapis ulang yang direncanakan adalah untuk perencanaan 10 tahun dengan kumulatif ESA masing-masing ruas tertera pada Tabel 10.

Adapun besar parameter-parameter untuk menentukan ketebalan perkerasan yang diperlukan untuk lalu lintas mendatang (D_f) dengan menggunakan persamaan 9, adalah sebagai berikut:

- Z_R ; Standar normal deviasi = -1,645
- R ; Reliability = 95 %
- S_o ; Standar deviasi = 0,39
- Δ PSI = $p_t - p_o$; Kehilangan tingkat pelayanan = 1,7
- C_d ; Koefisien drainase = 1

Tabel 10.

Hubungan antara tebal lapis ulang dengan nilai lendutan dan luas retak

Ruas	Seksi	do (mm)	Luas retak (m ²)	Tebal lapis ulang (cm)	Kumulatif ESA
Kesambi (Cikampek)	1	0,159	0,40	4,5	3.400.000
	2	0,143	2,05	8,2	
	3	0,167	0,66	4,1	
Jatibarang (Cirebon)	1	0,088	0,55	7,1	15.000.000
	2	0,170	0,70	14,9	
Laswi (Bandung)	1	0,169	0,64	9,2	1.100.000
	2	0,261	0,63	10,5	
Tol Padaleunyi	1	0,072	0,76	16,0	21.000.000
	2	0,170	0,48	28,9	
	3	0,077	0,50	21,8	

Dari Tabel 10, terlihat bahwa nilai lendutan dan penurunan kondisi permukaan perkerasan seperti retak sangat berpengaruh terhadap tebal lapis ulang, hal tersebut ditunjukkan oleh nilai lendutan dan luas retak yang terjadi cukup besar maka tebal lapis ulang yang dibutuhkan akan lebih tebal.

a) Pengaruh penurunan kondisi perkerasan pada tebal lapis ulang

Untuk melihat seberapa besar pengaruh penurunan kondisi permukaan perkerasan pada tebal lapis ulang, maka dilakukan perhitungan dengan asumsi bahwa jalan tersebut dalam kondisi bagus sehingga tidak ada kerusakan permukaan perkerasan atau $F_{jc} = 1$ dan $F_{fat} = 1$, dengan kata lain tebal efektif perkerasan eksisting sama dengan tebal perkerasan beton eksisting ($D_{eff} = D$). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11.

Pengaruh kerusakan permukaan perkerasan terhadap tebal lapis ulang

Ruas	Seksi	Tebal lapis ulang (cm)		Perbedaan Ketebalan (%)
		Dengan kerusakan permukaan perkerasan	Tanpa kerusakan permukaan perkerasan	
Kesambi (Cikampek)	1	4,5	0,0	100
	2	8,2	0,0	100
	3	4,1	0,0	100
Jatibarang (Cirebon)	1	27,1	0,3	96,02
	2	29,5	5,3	64,57
Laswi (Bandung)	1	9,2	0,0	100
	2	10,5	0,0	100
Tol Padaleunyi	1	16,0	6,0	62,57
	2	28,9	10,8	62,68
	3	21,8	0,0	100

Dari Tabel 11, terlihat bahwa faktor kerusakan permukaan perkerasan sangat berpengaruh terhadap tebal lapis ulang, hal tersebut ditunjukkan oleh perubahan ketebalan yang terjadi antara tebal lapis ulang yang memperhitungkan kerusakan permukaan perkerasan dengan tebal lapis ulang yang tidak memperhitungkan kerusakan permukaan perkerasan, perbedaannya sangat besar antara 62% sampai 100%.

b) Pengaruh nilai lendutan pada tebal lapis ulang

Dalam metoda AASHTO, nilai load transfer diperoleh dari nilai lendutan yang diukur pada sambungan pelat perkerasan beton. Load transfer ini menjadi salah satu parameter dalam penentuan tebal lapis ulang, oleh karena itu untuk melihat seberapa besar pengaruh load transfer dalam mempengaruhi tebal lapis ulang,

maka dilakukan perhitungan dengan dua asumsi yaitu asumsi pertama diambil nilai koefisien load transfer "J" sebesar 3,2 dengan anggapan bahwa lendutan pada sambungan pelat mempunyai load transfer yang bagus dan asumsi yang kedua adalah $J = 4$, dengan anggapan bahwa sambungan antar pelat mempunyai load transfer yang jelek. Hasil perhitungan keduanya tertera pada Tabel 12.

Tabel 12.

Pengaruh load transfer terhadap tebal lapis ulang

Ruas	Seksi	Tebal lapis ulang (cm)		Perbedaan Ketebalan (%)
		J = 3,2	J = 4	
Kesambi (Cikampek)	1	4,5	11,5	63
	2	8,5	21,5	63
	3	3,0	7,6	63
Jatibarang (Cirebon)	1	9,5	24,2	63
	2	16,5	42,0	63
Laswi (Bandung)	1	10,0	25,4	63
	2	10,8	27,6	63
Tol Padaleunyi	1	14,1	35,8	63
	2	27,5	69,9	63
	3	21,1	53,5	63

Berdasarkan Tabel 12, perbedaan ketebalan lapis ulang untuk masing-masing seksi adalah sebesar 63%, hal ini menunjukkan bahwa load transfer mempunyai pengaruh yang cukup besar dalam menentukan tebal lapis ulang, sehingga dalam perhitungan perencanaan tebal lapis ulang pengukuran lendutan pada sambungan pelat perkerasan beton harus dilakukan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Perhitungan tebal lapis ulang dalam Metoda AASHTO sudah memasukkan pengaruh dari penurunan kondisi permukaan perkerasan (seperti retak, kerusakan pada sambungan pelat), nilai lendutan dan pengaruh load transfer pada sambungan pelat perkerasan eksisting.
2. Kerusakan permukaan perkerasan beton eksisting sangat berpengaruh terhadap perencanaan tebal lapis ulang
3. Pengukuran lendutan untuk evaluasi perencanaan tebal lapis ulang cukup sederhana dan mudah.
4. Load transfer mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap tebal lapis ulang, sehingga pengukuran lendutan pada sambungan pelat perkerasan eksisting harus dilakukan.
5. Disarankan adanya alternatif dalam pengukuran lendutan selain menggunakan FWD dan perlu adanya validasi dari metoda AASHTO tersebut

DAFTAR PUSTAKA

1. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993*, AASHTO, 1993
2. *A Rigid Pavement Overlay Design Procedure for Texas SDHPT*, Federal Highway Administration, Austin, TX Texas Div, May 1978
3. *Overlay Design and Reflection Cracking Analysis for Rigid Pavements*, Volume 2. Design Procedure, Report No FHWA – RD -77-67, Federal Highway Administration, August 1977
4. *Pavement Design: A Guide to The Design of Road Pavements Design of New Rigid Pavements*, AUSTROADS, 1992
5. Pedoman Pelaksanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Affandi, F et.al, 2003, SNI.
6. *Structural Overlay Strategies for Jointed Concrete Pavement*. Volume 1. Sawing and Sealing of Joints in AC Overlays of Concrete Pavements, Publication No FHWA – RD -89-142. U.S Department of Transportation , Federal Highway Administration; June 1990.

Penulis :

- **Neni Kusnianti, ST** Calon Peneliti pada Puslitbang Jalan dan Jembatan, Badan Libang Departemen Pekerjaan Umum
- **Y. Ronny P.A, ST** Calon Peneliti pada Puslitbang Jalan dan Jembatan, Badan Libang Departemen Pekerjaan Umum