

JURNAL TEKNIK SIPIL

Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil

Evaluasi Struktural Perkerasan Kaku Menggunakan Metoda AASHTO 1993 dan Metoda AUSTROADS 2011 Studi Kasus : Jalan Cakung-Cilincing

Shinta Rahmalia Irawan

Program Studi Magister Sistem dan Teknik Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132
E-mail: shintaa.rahmalia93@gmail.com

Bambang Sugeng Subagio

Program Studi Magister Sistem dan Teknik Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132
E-mail: bsugengs@si.itb.ac.id

Eri Susanto Hariyadi

Program Studi Magister Sistem dan Teknik Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132
E-mail: erisdi@yahoo.com

Faisal Gerardo

Program Studi Magister Sistem dan Teknik Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132
E-mail: office@trans.si.itb.ac.id

Abstrak

Ruas jalan Cakung-Cilincing Jakarta merupakan salah satu Jalan Nasional yang mempunyai volume lalu lintas yang sangat tinggi dengan tipe perkerasan kaku. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tebal lapis tambah dan Metoda mana yang baik digunakan untuk penanganan di lapangan. Metoda yang digunakan adalah Metoda AASHTO 1993 dan Metoda AUSTROADS 2011 dengan berdasarkan data lendutan alat Falling Weight Deflectometer (FWD). Hasil penelitian menunjukan bahwa nilai Modulus Elastisitas Beton mempunyai nilai dibawah 3 juta psi maka perkerasan beton tersebut telah mengalami kerusakan yang cukup parah. Berdasarkan hasil analisis Metoda AASHTO 1993 dibutuhkan 11 cm dan untuk beton rata-rata dibutuhkan 12 cm dengan umur sisa 59% pada lajur 1 dan 53% untuk lajur 2 pada ruas jalan tersebut. Kemudian, pada Metoda AUSTROADS 2011 hanya menggunakan data lendutan dari alat FWD saja, sedangkan untuk perhitungan tebal lapisan tambah pada beton sama seperti perhitungan desain baru perkerasan kaku. Tebal lapis tambah pada aspal didapatkan 24 cm sedangkan tebal lapis tambah pada beton didapatkan 18.50 cm. Perbandingan hasil kedua metoda tersebut menunjukan bahwa tebal lapis tambah yang dibutuhkan dalam Metoda AASHTO 1993 lebih kecil dibandingkan menggunakan Metoda AUSTROAD 2011.

Kata - kata Kunci: Perkerasan kaku, FWD, tebal lapis tambah, AASHTO 1993, AUSTROADS 2011.

Abstract

Cakung-Cilincing Jakarta National Road Section has very rapid traffic load for rigid pavement. The purpose of this study are determining overlay thickness and choosing suitable method for implementation. AASHTO 1993 and AUSTROADS 2011 method are used in this study and using on Falling Weight Deflectometer (FWD) data. This study shows that value of Concrete Elasticity Modulus less than 3 million, then this rigid pavement is severely damaged. Based on AASHTO 1993 Method analysis, it needs 11 cm for flexible overlay and 12 cm for rigid overlay on lane 1 with 59% remaining life and lane 2 with 53% remaining life. AUSTROADS 2011 Methods use only FWD data and for overlay thickness determination is use new pavement analysis. Analysis using AUSTROADS 2011 Methods shows that flexible overlay requirement is 24 cm and rigid overlay requirement is 18.50 cm. Comparison between these two methods shows that AASHTO 1993 Method Analysis produce less overlay thickness than AUSTROADS 2011 Methods.

Keywords: Rigid Pavement, FWD, overlay, AASHTO 1993, AUSTROADS 2011.

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Ruas jalan Cakung-Cilincing Jakarta merupakan jalan

Nasional yang mempunyai volume lalu lintas yang sangat tinggi. Kendaraan-kendaraan tersebut terkadang mempunyai beban yang berlebih dari beban standar, hal ini memberikan dampak terhadap kondisi struktural maupun kondisi fungsional pekerasannya.

Dalam pelaksanaan pembangunan ruas jalan Cakung-Cilincing, jenis konstruksi yang digunakan adalah struktural perkerasan kaku.

Secara struktural kinerja perkerasan harus dipelihara agar tetap mempunyai masa layan atau umur rencana yang sesuai dengan yang dirancang sebelumnya sehingga perkerasan tersebut masih mampu menahan beban lalu lintas. Sedangkan secara fungsional, dapat diukur atau dilihat dari tingkat pelayanan suatu perkerasan. Hal ini berkaitan dengan kenyamanan para pengguna jalan tersebut. Kedua kondisi ini harus dikoordinasikan dengan baik agar kinerja perkerasan jalan dapat bekerja dengan baik (Paus, 2016). Berdasarkan hal diatas, maka pengukuran yang akan digunakan dalam penelitian evaluasi kondisi struktural ini adalah dengan menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD), alat ini akan mengukur lendutan yang kemudian adanya proses *backcalculation* menghasilkan tebal lapis tambah atau *overlay*.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam evaluasi kondisi struktural pada ruas jalan Cakung-Cilincing adalah Metode AASHTO 1993 dan Metode AUSTROADS 2011. Pemilihan metoda pada AASHTO 1993 dalam perencanaan desain tebal lapis tambah perkerasan kaku karena metoda tersebut memperhitungkan kondisi lalu lintas yang telah dilewati serta kondisi lalu lintas sampai mencapai keruntuhan, material dan kondisi lingkungan yang luas. Kemudian dasar pemilihan Metoda AUSTROADS 2011 memperhitungkan beban kendaraan yang melewati suatu ruas Jalan, hal ini berpengaruh kepada tebal lapisan yang akan digunakan nantinya pada saat penanganan dilapangan. Penelitian ini tidak hanya menghitung tebal lapis tambah perkerasan pada aspal tetapi juga menghitung tebal lapis tambah pada perkerasan beton, hal ini dikarenakan penelitian tentang tebal lapis tambah atau *overlay* pada beton khususnya di Indonesia masih sangat jarang dilakukan.

Dalam evaluasi kondisi struktural dengan menggunakan AASHTO 1993 dan AUSTROADS 2011 sangat memungkinkan terjadi perbedaan hasil yang signifikan. Oleh karena itu, penelitian ini akan memperlihatkan perbedaan hasil dari evaluasi kondisi struktural kedua metode tersebut serta mengetahui metoda mana yang menghasilkan lapisan tambah yang lebih tipis yang baik digunakan.

1.2 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengevaluasi kinerja struktural perkerasan kaku lapisan tambah aspal dan beton Jalan Cakung-Cilincing, dengan menggunakan Metode AASHTO 1993.
2. Mengevaluasi kinerja struktural perkerasan kaku lapisan tambah aspal dan beton Jalan Cakung-Cilincing, dengan menggunakan Metode AUSTROADS 2011.

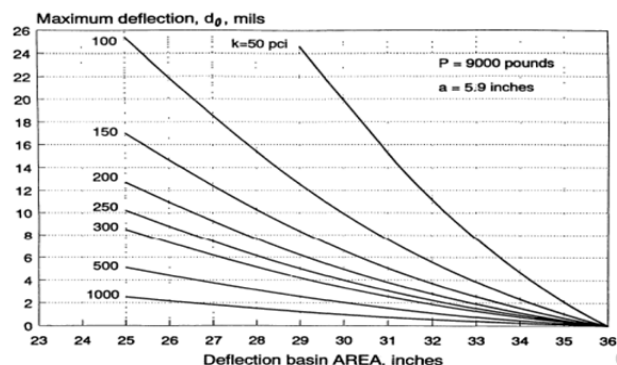
3. Membandingkan analisis evaluasi struktural antara Metode AASHTO 1993 dan Metode AUSTROADS 2011.

2. Tinjauan Pustaka

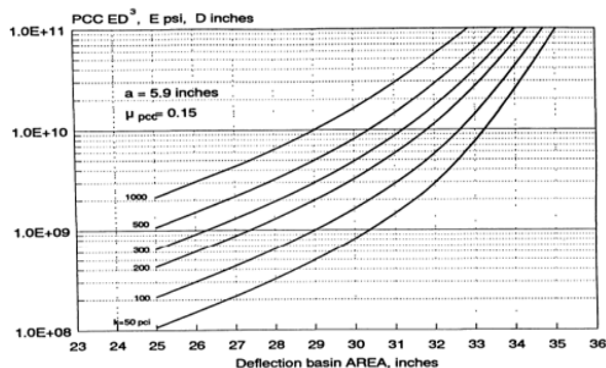
2.1 Perencanaan lapis tambah menurut Metoda AASHTO 1993

Menurut Metode AASHTO 1993, langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan perencanaan lapis tambah atau *overlay* pada aspal dan beton diatas perkerasan kaku adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui data tebal perkerasan kaku eksisting.
- b. Analisis lalu lintas. Kumulatif 18-kip ESAL yang telah melewati lajur rencana (N_p) dan kumulatif 18-kip ESAL yang akan melewati lajur rencana (N_f) selama umur rencana.
- c. Survei kondisi kerusakan.
- d. Modulus reaksi tanah dasar (k) dan modulus elastis perkerasan (E) dapat dicari dengan menggunakan data lendutan alat FWD ditengah plat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**. Nilai “ k ” statis efektif adalah setengah dari nilai “ k ” dinamis efektif. Sambungan distribusi beban (J) menggunakan data lendutan alat FWD disambungan plat.



Gambar 1. Nilai k dinamis efektif
(Sumber : AASHTO, 1993)



Gambar 2. Modulus elastis perkerasan (E)
(Sumber : AASHTO, 1993)

- e. Modulus kekakuan (Sc') yang bisa dihasilkan dengan metode *Backcalculation* dari data lendutan.

f. Menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan (D_f) dengan menggunakan nomogram perkerasan kaku yang dapat dilihat pada **Gambar 3**, data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Nilai k statis efektif dibawah perkerasan kaku eksisting.
 2. Desain penurunan *Present Serviceability Index* (PSI).
 3. J , faktor distribusi beban pada perkerasan eksisting.
 4. Modulus keruntuhan perkerasan kaku eksisting.
 5. Modulus elastis perkerasan kaku eksisting.
 6. Penurunan daya dukung perkerasan kaku eksisting.
 7. Reliabilitas desain *overlay*, R (%).
 8. Standar deviasi keseluruhan (S_o) untuk perkerasan kaku.
 9. Kapabilitas sub drainase dari perkerasan kaku eksisting.
- g. Menentukan tebal perkerasan efektif (D_{eff}) dari perkerasan eksisting berdasarkan survei kondisi dan umur sisa.
- h. Menentukan tebal lapis tambah. Tebal lapis tambah aspal beton pada perkerasan kaku 2 inch paling tipis dan 10 inch paling tebal, tebal lapis tambah yang paling umum digunakan ialah antara 3 inch sampai dengan 6 inch.

2.2 Perencanaan lapis tambah aspal menurut Metoda AUSTROADS 2011

Tahapan yang dilakukan dalam melakukan perencanaan

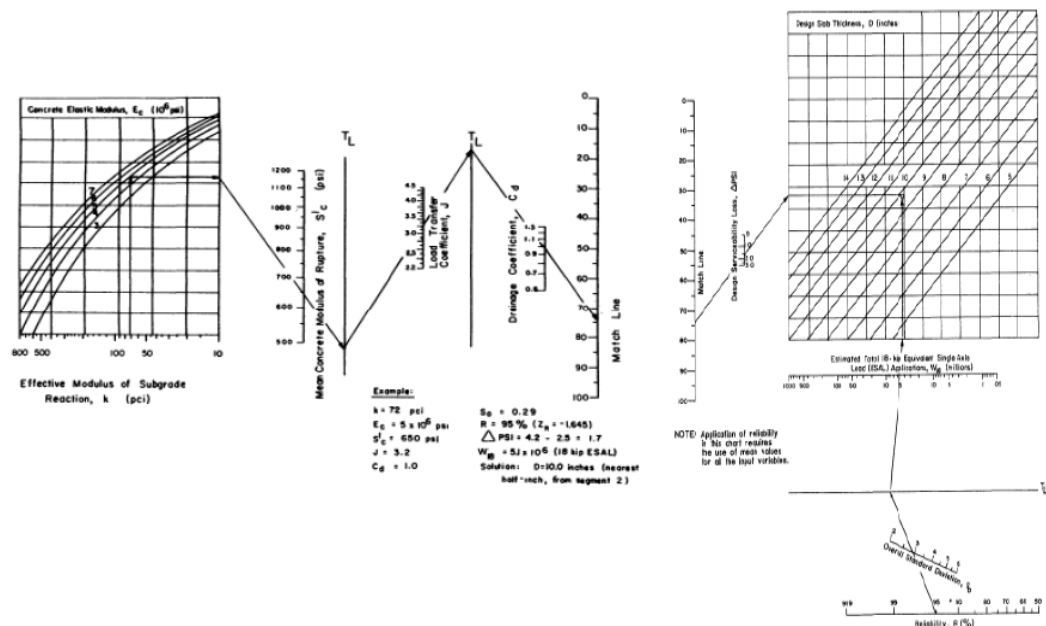
tebal lapis tambah atau *overlay* dengan menggunakan Metoda AUSTROADS 2011 adalah sebagai berikut:

- a. Persentase lendutan maksimum dari sambungan perkerasan, nilai lendutan tersebut harus dikurangi 0.22 mm.
- b. Persentase selisih lendutan dari sambungan perkerasan, nilai selisih lendutan tersebut harus dikurangi 0.03 mm.
- c. Untuk menghitung tebal lapis tambah aspal, persentase lendutan maksimum dan persentase selisih lendutan dikalikan dengan nilai 5 mm.

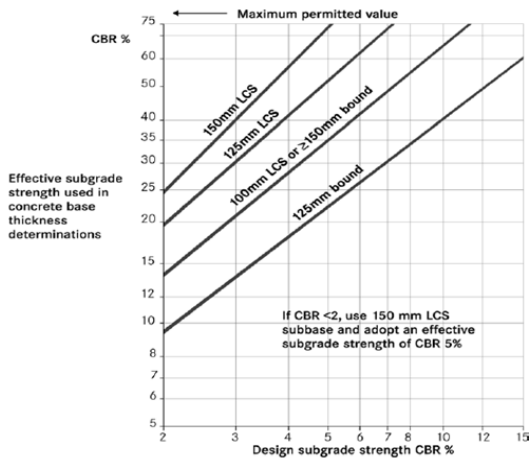
2.3 Perencanaan lapis tambah beton menurut Metoda AUSTROADS 2011

Untuk lapisan tambah atau *overlay* pada beton, tebal yang dibutuhkan menggunakan prosedur untuk perkerasan kaku yang baru. Langkah-langkah tersebut menurut Metoda AUSTROADS 2011 adalah sebagai berikut :

- a. Pilih jenis perkerasan kaku, dengan dowel atau undowel.
- b. Bahu perkerasan kaku, dengan adanya bahu pada perkerasan kaku, hal ini akan meningkatkan kinerja dari perkerasan dan memungkinkan ketebalan yang dibutuhkan lebih tipis.
- c. Menghitung desain lalu lintas (N_{DT}) yang dalam hal ini dinyatakan dalam *Heavy Vehicle Axle Groups* (HVAG). Dari nilai HVAG, maka selanjutnya tentukan jenis subbase yang digunakan berdasarkan nilai HVAG tersebut.
- d. Kekuatan efektif tanah dasar, nilai tersebut berdasarkan nilai CBR yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Nomogram perkerasan kaku Metoda AASHTO 1993
(Sumber : AASHTO, 1993)



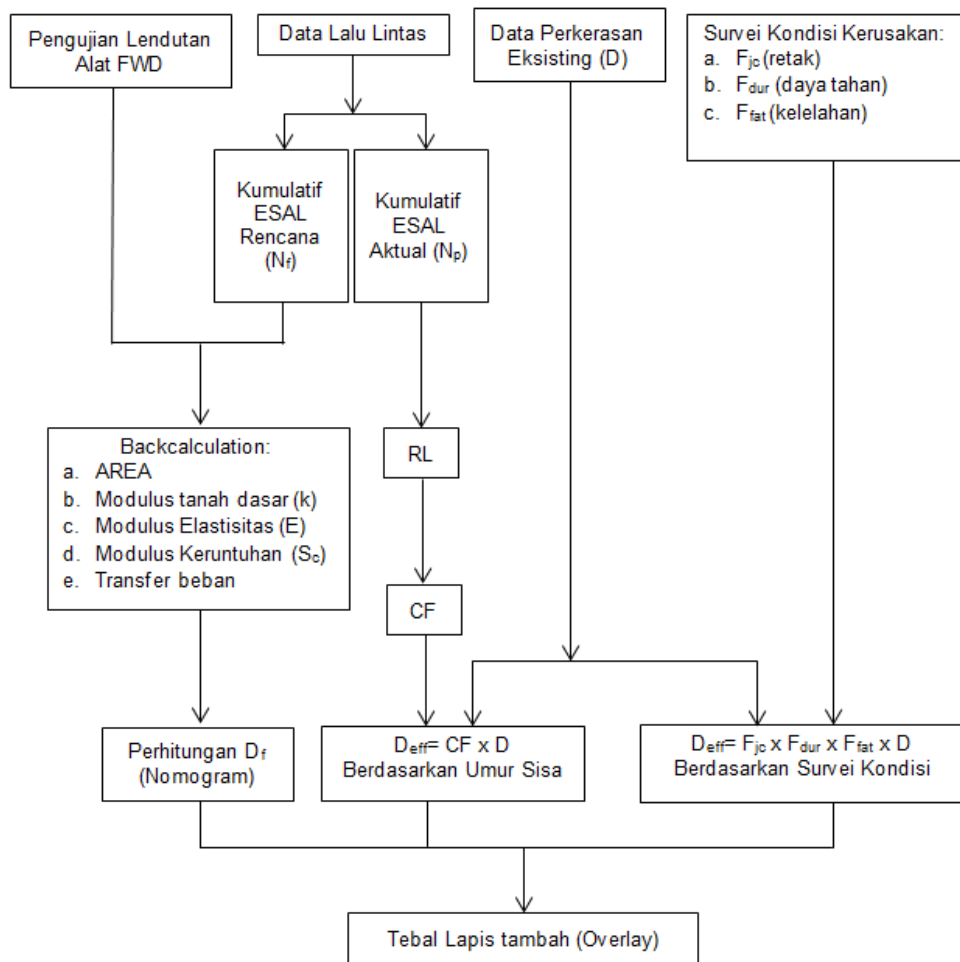
Gambar 4. Kekuatan efektif tanah dasar
(Sumber : AUSTROADS, 2011)

- e. Kekuatan beton untuk perhitungan ini mencerminkan waktu dimana lalu lintas sedang diterapkan. Umumnya, umur 28 hari dari beton digunakan sebagai desain dari kekuatan beton. Minimum dari nilai kekuatan beton yang mempunyai nilai desain lalu lintas 10^6 HVAG atau lebih adalah 4.5 MPa pada umur beton 28 hari.

- f. Untuk menentukan *Load Safety Factor* (L_{SF}) berdasarkan pada reliabilitas desain lapisan tambah.
- g. Minimum tebal perkerasan berdasarkan pada nilai HVAG.
- h. Dari data WIM dan data HVAG maka dapat dihitung nilai beban yang diharapkan tiap *axle group*.
- i. Menghitung nilai faktor kelelahan dan persentase kerusakan dari faktor kelelahan.
- j. Menghitung nilai faktor erosi dan persentase kerusakan dari faktor erosi.
- k. Menghitung beban repetisi yang diijinkan tiap sumbu kendaraan.
- l. Total persentase kelelahan dan erosi harus kurang dari 100%. Jika total persentase kelelahan lebih dari 100% maka, ulangi langkah 7-11.

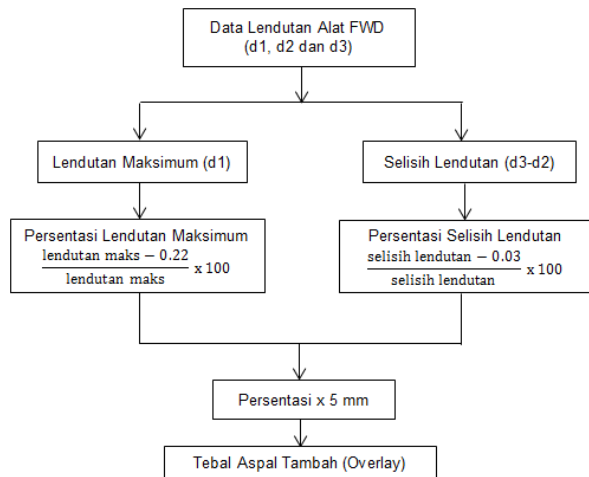
3. Tahapan Penelitian

Bagan alir perencanaan lapisan tambah pada penelitian ini dengan Metoda AASHTO 1993 dapat dilihat pada **Gambar 5**.



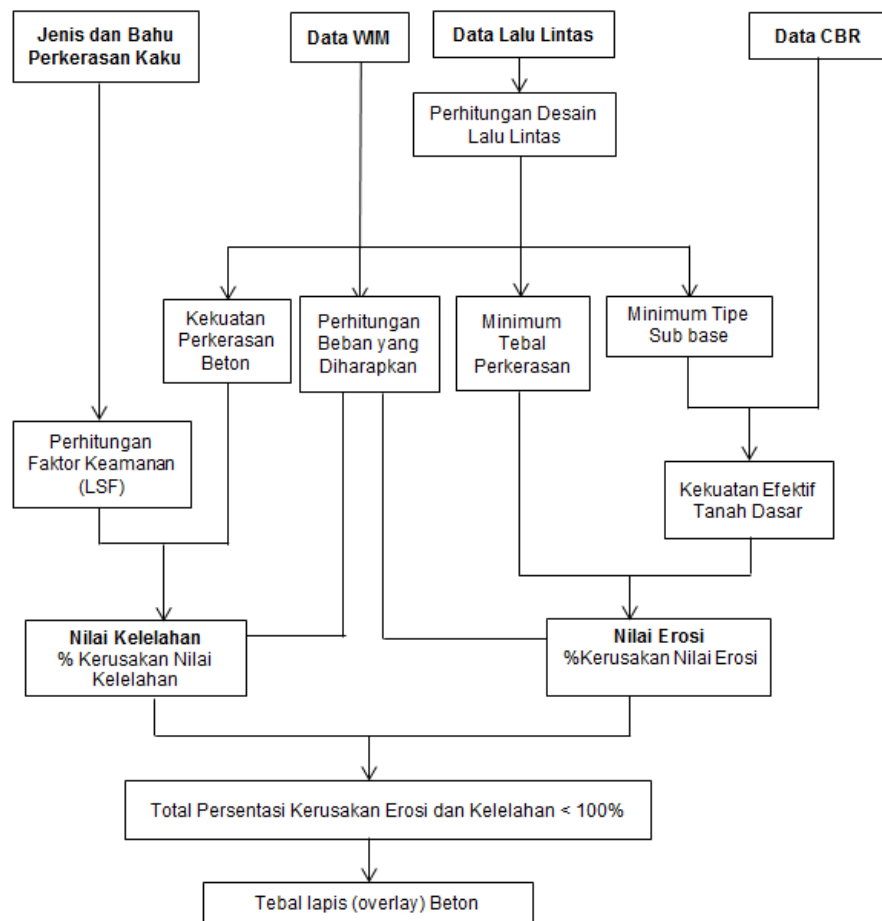
Gambar 5. Diagram perencanaan lapisan tambah dengan Metoda AASHTO 1993 (Sumber : Badisga, S.M., 2005)

Bagan alir dari perencanaan lapisan tambah aspal diatas perkerasan kaku dengan menggunakan Metoda AUSTRoads 2011 dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Diagram perencanaan lapis tambah aspal diatas perkerasan kaku dengan Metoda AUSTRoads 2011 (Sumber : AUSTRoads, 2011)

Bagan alir dari perencanaan lapisan tambah beton diatas perkerasan kaku dengan menggunakan Metoda AUSTRoads 2011 dapat dilihat pada **Gambar 7**.

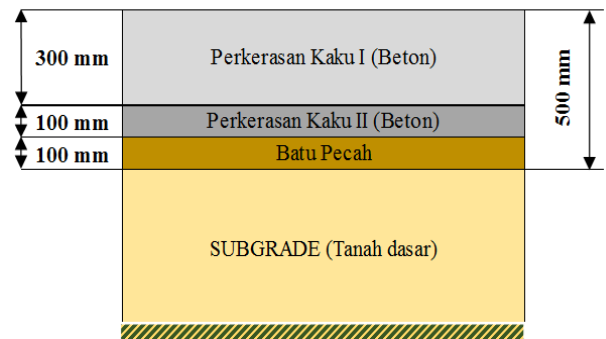


Gambar 7. Diagram perencanaan lapis tambah beton diatas perkerasan kaku dengan Metoda AUSTRoads 2011 (Sumber : AUSTRoads, 2011)

4. Presentasi Data

4.1 Struktur perkerasan eksisting

Lokasi penelitian ini adalah ruas Jalan Cakung-Cilincing dengan panjang jalan 9,03 km dengan data struktur perkerasan eksisting ruas Jalan tersebut menggunakan perkerasan kaku yang disajikan pada **Gambar 8** dibawah ini.



Gambar 8. Struktur perkerasan eksisting jalan Cakung-Cilincing (Sumber : PPJN Kota Metropolitan Jakarta, Kementerian Pekerjaan Umum, 2014)

4.2 Data volume lalu lintas

Data volume lalu lintas yang digunakan merupakan data sekunder pada tahun 2006 - 2015 pada ruas Jalan Cakung-Cilincing Jakarta. Dimana data tersebut diperoleh dari PPJN Kota Metropolitan Jakarta yang digunakan untuk perhitungan nilai ESAL dan perkiraan tingkat pertumbuhan lalu lintas untuk analisis kondisi struktural. Jenis kendaraan yang digunakan adalah golongan 2, 3, 4, 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, 7c saja sedangkan golongan 1 dan golongan 8 dianggap tidak mempengaruhi (Paus, 2016). Nilai volume lalu lintas dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2015 dapat terlihat pada **Tabel 1** dibawah ini.

5. Analisis Data

5.1 Analisis Metoda AASHTO 1993 overlay aspal

5.1.1 Analisis Kumulatif ESAL

Data analisis beban sumbu kendaraan *Weight in Motion* (WIM) pada perhitungan *Truck Factor* (TF) mengacu pada Muatan sumbu Terberat MST 10 Ton (Pd T-05-2005) untuk jenis kendaraan golongan 2, 3, 4, 5a, 5b dan 7b kemudian untuk jenis kendaraan golongan kendaraan Gol. 6b, 7a dan 7c diperoleh dari data WIM sekunder yang berada di ruas Jalan Sudirman-Bekasi pada Tahun 2014 dengan persentasi proporsi kendaraan berdasarkan survey LHR yang dimana data tersebut dianggap mempunyai karakteristik lalu lintas yang hampir sama dengan karakteristik dengan ruas Jalan Cakung-Cilincing, kemudian data WIM tersebut digunakan pada perhitungan nilai ESAL.

Golongan	Pembagian Kelas Kendaraan					
	Ciel 6b	Ciel 7a	Ciel 7e1	Ciel 7e2a	Ciel 7e2b	Ciel 7e3
Gambar Kendaraan						
Jenis Kendaraan	Truk Berat 2 Sumbu	Truk Berat 3 Sumbu	Truk Semi Trailer			
	1,2	1,2-2	1,2-2,2	1,2,2-2,2	1,2-2,2,2	1,2,2-2,2,2
Beban Sb-1 (ton)	5.076	5.070	5.282	5.181	6.862	4.727
Beban Sb-2 (ton)	12.071		11.437		13.284	
Beban Sb-3 (ton)		22.232	20.131	21.655	19.799	24.709
Beban Sb-4 (ton)					22.804	30.603

Gambar 9. Data beban sumbu kendaraan ruas Jalan Sudirman – Bekasi (Sumber : PPJN Kota Metropolitan Jakarta, Kementerian Pekerjaan Umum, 2014)

Tabel 1. Data volume lalu lintas tahun 2006 - 2015 ruas Jalan Cakung-Cilincing

Jenis Kendaraan	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gol. 1	38462	40374	42341	46228	48952	52123	55976	57655	59386	61666
Gol. 2	5879	6156	6614	6891	7234	7495	7822	8165	8508	8835
Gol. 3	2170	2323	2437	2583	2704	2875	2978	3105	3232	3347
Gol. 4	1600	1695	1847	1885	1980	2076	2171	2266	2361	2461
Gol. 5a	34	35	37	39	41	43	45	47	49	51
Gol. 5b	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10
Gol. 6b	1958	2091	2191	2307	2440	2540	2657	2773	2892	3006
Gol. 7a	1690	1773	1896	1972	2071	2176	2270	2370	2470	2569
Gol. 7b	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Gol. 7c	7460	7841	8348	8749	9236	9679	10123	10567	11032	11518

Sumber : PPJN Kota Metropolitan Jakarta, Kementerian Pekerjaan Umum, 2014)

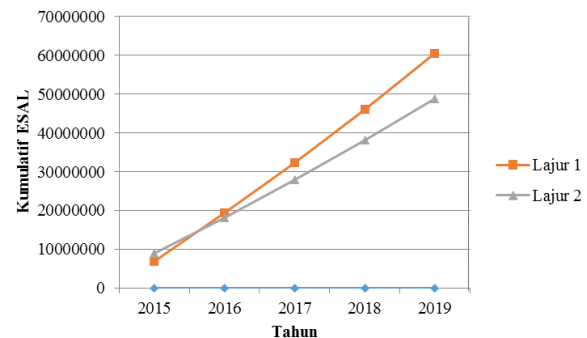
Disisi lain, adanya perhitungan *Truck Factor* (TF) yaitu adalah jumlah pemakaian beban ekivalen pada setiap sumbu kendaraan (*equivalent axle load*) yang dikontribusikan oleh satu kendaraan dari setiap golongan kendaraan yang ditinjau, dimana rekapitulasi *Truck Factor* (TF) dapat dilihat pada **Tabel 2** dibawah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan *Truck Factor* (TF)

No.	Golongan Kendaraan	<i>Truck Factor</i> (TF)	
		MST (Standar) 10Ton	TF WIM Aktual (Sudirman-Bekasi)
1	2	0.002	-
2	3	0.002	-
3	4	0.002	-
4	5a	1.825	-
5	5b	3.780	-
6	6b	-	5.569
7	7a	-	7.591
8	7b	8.291	-
9	7c	-	11.665

5.1.2 Kumulatif ESAL rencana (N_f)

Rekapitulasi hasil perhitungan ESAL rencana (N_f) dapat dilihat pada **Gambar 10**.

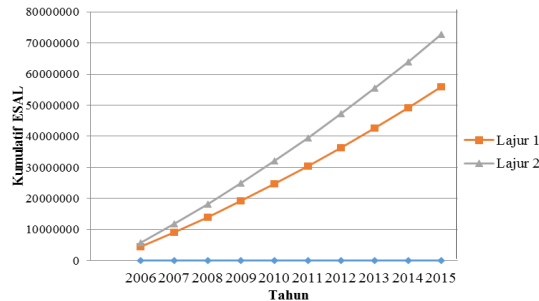


Gambar 10. Rekapitulasi kumulatif ESAL rencana (N_f)

Dari **Gambar 10** dapat dilihat nilai kumulatif ESAL rencana (N_f) untuk lajur 1 sebesar 60,445,964.29. Sedangkan untuk lajur 2 sebesar 48,745,008.90.

5.1.3 Kumulatif ESAL aktual yang telah dilalui pada lajur rencana (N_p)

Pada perhitungan Kumulatif ESAL aktual yang telah lalu pada lajur rencana (N_p) digunakan untuk mengetahui umur sisa atau layanan dari perkerasan beton tersebut. Hasil perhitungan kumulatif ESAL aktual (N_p) dapat dilihat pada **Gambar 11** dibawah ini.



Gambar 11. Rekapitulasi kumulatif ESAL aktual (N_p)

Dari **Gambar 11** dapat dilihat nilai kumulatif ESAL yang telah dilalui (N_p) untuk lajur 1 sebesar 55,911,732.30. Sedangkan untuk lajur 2 sebesar 72,782,260.83.

5.1.4 Kumulatif ESAL sampai mencapai keruntuhan ($N_{1,5}$)

Kumulatif ESAL Sampai Mencapai “Keruntuhan” ($N_{1,5}$) adalah kumulatif ESAL yang digunakan untuk mendisain atau merencanakan struktur perkerasan beton berdasarkan umur yang direncanakan, yaitu dimana perkerasan tersebut akan mengalami keruntuhan/kegagalan dalam kapasitas struktur untuk menerima beban lalu lintas. Penggunaan “ $N_{1,5}$ ” dipakai untuk mengetahui umur sisa dari perkerasan yang telah direncanakan (Paus, 2016). Dalam hasil perhitungan $N_{1,5}$ disajikan pada **Tabel 3** dibawah ini.

Tabel 3. Kumulatif ESAL sampai mencapai keruntuhan ($N_{1,5}$)

Lajur	Tahun Awal Perkerasan	Umur Rencana	Tahun Akhir Masa Layan	$N_{1,5}$
1	2006	20	2025	138,143,389.36
2	2006	20	2025	157,569,051.20

Tabel 4. Tebal overlay aspal berdasarkan survei kondisi lajur 1

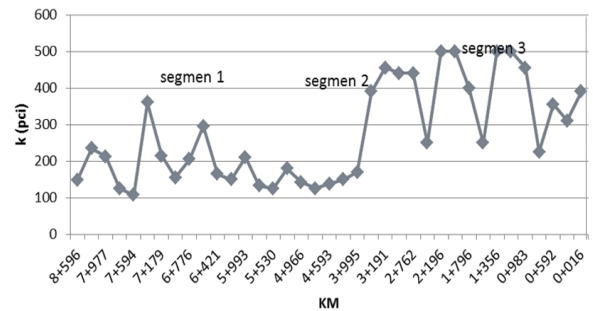
Segmen	STA	Panjang (m)	D_f	D_{eff}	A	$D_{overlay}$ (inch)	$D_{overlay}$ (cm)	Ket
1	4+806 - 9+030	4224	13.20	9.67	1.80	6.34	16.50	Overlay
2	3+001 - 4+805	1804	13.25	9.46	1.77	6.72	17.50	Overlay
3	0 - 3+000	3000	12.80	10.00	1.87	5.22	13.50	Overlay

Tabel 5. Tebal overlay aspal berdasarkan survei kondisi lajur 2

Segmen	STA	Panjang (m)	D_f	D_{eff}	A	$D_{overlay}$ (inch)	$D_{overlay}$ (cm)	Ket
1	4+401 - 9+030	4629	12.15	10.43	1.99	3.42	9.00	Overlay
2	2+401 - 4+400	1999	12.05	11.00	2.07	2.18	6.00	Overlay
3	0 - 2+400	2400	12.10	9.78	1.92	4.45	11.50	Overlay

5.1.5 Analisis modulus reaksi tanah dasar (k)

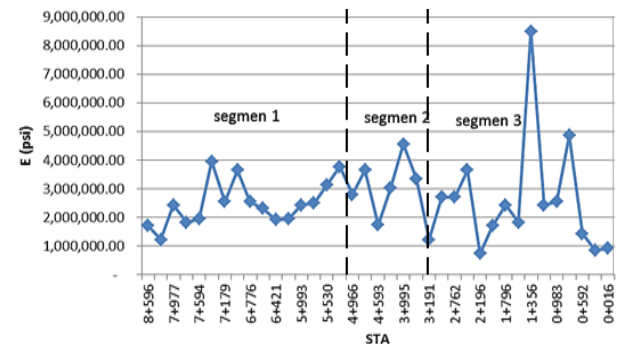
Hasil analisis Metoda AASHTO 1993 berdasarkan lendutan ditengah pelat untuk nilai modulus reaksi tanah dasar “ k ” dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Modulus reaksi tanah dasar “ k ” pada lajur 1

5.1.6 Analisis modulus elastisitas (E_c)

Nilai modulus elastisitas pada analisis dengan menggunakan Metoda AASHTO 1993 dapat dilihat pada **Gambar 13** dibawah ini.



Gambar 13. Modulus elastisitas (E_c) pada lajur 1

5.1.7 Perhitungan tebal overlay aspal (D_{oi}) pada Metoda AASHTO 1993 untuk survei kondisi

Untuk perhitungan tebal lapis tambah atau *overlay* aspal yang dibutuhkan (D_{oi}) untuk lajur 1 dan lajur 2 dapat dilihat pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**.

5.1.8 Perhitungan *overlay* aspal (D_{ol}) pada Metoda AASHTO 1993 untuk umur sisa

Perhitungan tebal perkerasan efektif (D_{eff}) berdasarkan umur sisa menggunakan Metoda AASHTO 1993 dapat terlihat pada **Tabel 6**.

Perhitungan tebal *overlay* beton yang dibutuhkan (D_{ol}) untuk lajur 1 dan lajur 2 dapat dilihat pada **Tabel 7** dan **Tabel 8**.

5.2 Analisis Metoda AASHTO 1993 *overlay* beton

5.2.1 Perhitungan tebal *overlay* beton (D_{ol}) pada Metoda AASHTO 1993 untuk survei kondisi

Perhitungan tebal *overlay* beton berdasarkan dapat dilihat pada **Tabel 9** dan **Tabel 10**.

5.2.2 Perhitungan tebal *overlay* beton (D_{ol}) pada Metoda AASHTO 1993 untuk umur sisa

Perhitungan tebal *overlay* beton yang dibutuhkan (D_{ol}) untuk lajur 1 dan lajur 2 dapat dilihat pada **Tabel 11** dan **Tabel 12**.

5.3 Perhitungan tebal *overlay* aspal pada Metoda AUSTROADS 2011

Untuk perhitungan tebal lapis tambah atau *overlay* aspal dapat dilihat pada **Tabel 13** dan **Tabel 14**. Dimana parameter yang digunakan pada perhitungan *overlay* aspal dengan menggunakan metoda AUSTROADS 2011 adalah sebagai berikut:

- Lendutan pada sambungan pelat yang berasal dari pengujian lendutan dengan alat FWD.
- Selisih lendutan pada sambungan pelat.

Tabel 6. Perhitungan D_{eff} dengan berdasarkan umur sisa

Lajur	N_p (ESAL Aktual)	$N_{1,5}$	RL	CF	D (inch) eksisting	D_{eff} (inch)
1	55,911,732.30	138,143,389.36	59.53%	0.91797	11.81	10.84
2	72,782,260.83	157,569,051.20	53.81%	0.9028	11.81	10.66

Tabel 7. Perhitungan tebal *overlay* beton berdasarkan umur sisa lajur 1

Segmen	STA	Panjang (m)	D_f	D_{eff}	A	$D_{overlay}$ (inch)	$D_{overlay}$ (cm)	Ket
1	4+806 - 9+030	1224	13.20	10.84	1.9114	4.51	11.50	Overlay
2	3+001 - 4+805	1804	13.25	10.84	1.90588	4.59	12.00	Overlay
3	0 - 3+000	3000	12.80	10.84	1.95721	3.84	10.00	Overlay

Tabel 8. Perhitungan tebal *overlay* beton berdasarkan umur sisa lajur 2

Segmen	STA	Panjang (m)	D_f	D_{eff}	A	$D_{overlay}$ (inch)	$D_{overlay}$ (cm)	Ket
1	4+401 - 9+030	4629	12.15	10.66	2.01471	3.00	8.00	Overlay
2	2+401 - 4+400	1999	12.05	10.66	2.02746	2.82	7.50	Overlay
3	0 - 2+400	2400	12.10	10.66	2.02107	2.91	7.50	Overlay

Tabel 9. Tebal *overlay* beton berdasarkan survei kondisi lajur 1

Segmen	STA	Panjang (m)	D_f	D_{eff}	A	$D_{overlay}$ (inch)	$D_{overlay}$ (cm)	Ket
1	4+806 - 9+030	4224	13.20	10.32	1.86	5.35	14.00	Overlay
2	3+001 - 4+805	1804	13.25	10.65	1.89	4.90	12.50	Overlay
3	0 - 3+000	3000	13.05	10.21	1.86	5.29	13.50	Overlay

Tabel 10. Tebal *overlay* beton berdasarkan survei kondisi lajur 2

Segmen	STA	Panjang (m)	D_f	D_{eff}	A	$D_{overlay}$ (inch)	$D_{overlay}$ (cm)	Ket
1	4+401 - 9+030	4629	13.10	10.43	1.88	5.02	13.00	Overlay
2	2+401 - 4+400	1999	12.75	10.88	1.97	3.68	9.50	Overlay
3	0 - 2+400	2400	13.10	10.21	1.86	5.36	14.00	Overlay

Tabel 11. Perhitungan tebal *overlay* beton berdasarkan umur sisa lajur 1

Segmen	STA	Panjang (m)	D _f	D _{eff}	A	D _{overlay} (inch)	D _{overlay} (cm)	Ket
1	4+806 – 9+030	4224	13.20	10.84	1.9114	4.51	11.50	Overlay
2	3+001 – 4+805	1804	13.25	10.84	1.90588	4.59	12.00	Overlay
3	0 – 3+000	3000	13.05	10.84	1.92824	4.26	11.00	Overlay

Tabel 12. Perhitungan tebal *overlay* beton berdasarkan umur sisa lajur 2

Segmen	STA	Panjang (m)	D _f	D _{eff}	A	D _{overlay} (inch)	D _{overlay} (cm)	Ket
1	4+401 – 9+030	4629	13.10	10.66	1.90259	4.64	12.00	Overlay
2	2+401 – 4+400	1999	12.75	10.66	1.94201	4.06	10.50	Overlay
3	0–2+400	2400	13.10	10.66	1.90259	4.64	12.00	Overlay

Tabel 13. Tebal *overlay* aspal pada metoda AUSTROADS 2011 lajur 1

Segmen	STA	Panjang (m)	Metoda Persentasi Lendutan (cm)	Metoda Selisih Lendutan (cm)
1	4+401 – 9+030	4629	24.00	25.00
2	2+401 – 4+400	1999	26.00	24.50
3	0–2+400	2400	26.00	25.00

Tabel 14. Tebal *overlay* aspal pada metoda AUSTROADS 2011 lajur 2

Segmen	STA	Panjang (m)	Metoda Persentasi Lendutan (cm)	Metoda Selisih Lendutan (cm)
1	4+401 – 9+030	4629	24.00	21.00
2	2+401 – 4+400	1999	22.50	23.00
3	0–2+400	2400	23.50	22.50

5.4 Perhitungan tebal *overlay* beton pada Metoda AUSTROADS 2011

Untuk perhitungan tebal lapis tambah beton dengan menggunakan Metoda AUSTROADS 2011 dengan nilai *overlay* sebesar 18.50 cm, dengan jumlah kerusakan kelelahan pada sumbu SAST 50.51% sedangkan untuk erosi sebesar 2.05%. Jumlah kerusakan kelelahan pada sumbu SADT 0.0003% dengan erosi sebesar 0.10%. Jumlah kerusakan kelelahan pada sumbu TADT 22.69% dengan erosi sebesar 0.17%. Jumlah kerusakan kelelahan pada sumbu TRDT 0.00414% sedangkan untuk erosi sebesar 0.00032%.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan Metoda AASHTO 1993 diperoleh bahwa tebal lapis tambah atau *overlay* pada Jalan Cakung-Cilincing dibutuhkan sebesar 11 cm untuk tebal *overlay* aspal dan 12 cm untuk tebal *overlay* beton diatas perkerasan terpasang.
2. Pada Metoda AUSTROADS 2011, diperoleh bahwa tebal lapis tambah atau *overlay* aspal yang dibutuhkan sebesar 24 cm dan tebal *overlay* pada beton sebesar 18.50 cm.

3. Perbandingan kedua metoda menunjukkan bahwa tebal lapis tambah atau *overlay* yang dibutuhkan dalam analisis menggunakan Metoda AUSTROADS 2011 lebih tebal dibandingkan menggunakan Metoda AASHTO 1993.

Daftar Pustaka

- AASHTO, 1993, *Guide for Design of Pavement Structures 1993*, American Association of State Highways and Transportation Officials, Washington DC, USA.
- AUSTROADS, 2011, *Guide to Pavement Technology Part 2: Pavement Structural Design*, Sydney.
- AUSTROADS, 2011, *Guide to Pavement Technology Part 5: Pavement Evaluation And Treatment Design*, Sydney.
- Badisga, S.M., 2005, *Evaluasi Struktural Perkerasan Kaku Menggunakan Program Komputer Elcon dan Metoda AASHTO 1993 (Studi Kasus: Jalan Tol Padalarang-Cileunyi)*, Program Studi Sistem dan Teknik Jalan Raya, Institut Teknologi Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005, *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan (Pd.T-05-2005)*, Jakarta.

Kementrian Pekerjaan Umum, 2014, *Data Jalan Cakung-Cilincing*, Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Kota Metroprolitan Jakarta, Jakarta.

Paus, Made., 2016, *Evaluasi Kondisi Struktural dan Umur Layanan Perkerasan Kaku (Studi Kasus: Jalan Nasional Ruas Batang-Batas Kendal)*, Program Studi Sistem dan Teknik Jalan Raya, Institut Teknologi Bandung.