

EVALUASI STRUKTURAL PERKERASAN LENTUR MENGUNAKAN METODE AASHTO 1993 DAN AUSTRoadS 2011 (STUDI KASUS : JALINTIM, TEMPINO - BATAS SUMSEL)

Dwi Pardiari

Program Magister Sistem Teknik dan Jalan Raya
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132
Telp./Fax: 62-22-2534 167
[email: pardiari.dwi@yahoo.com](mailto:pardiari.dwi@yahoo.com)

EriSusantoHariyadi

Program Magister Sistem Teknik dan Jalan Raya
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132
Telp./Fax: 62-22-2534167
[email: erisdi@yahoo.com](mailto:erisdi@yahoo.com)

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi struktural perkerasan lentur menggunakan Metode AASHTO 1993 dan AUSTRoadS 2011, studi kasus yang dipilih adalah Ruas Tempino sampai Batas Provinsi Sumatera Selatan. Data lendutan digunakan untuk menentukan modulus resilien tanah dasar dan modulus perkerasan pada Metode AASHTO 1993 dengan hasil tebal overlay yang bervariasi tergantung nilai S_{Neff} per segmen, dalam Metode AUSTRoadS 2011 data lendutan dipakai sebagai input proses *backcalculation* menggunakan Program ELMOD dan mendapatkan tebal overlay dengan pendekatan mekanistik memakai Program CIRCLY. Perbandingan Metode AASHTO 1993 dan AUSTRoadS 2011 juga menunjukkan bahwa asumsi model lapis subbase dianggap tanah dasar atau tidak sangat menentukan nilai tebal overlay. Hasil tebal overlay berdasarkan kedua metode tersebut menunjukkan bahwa tebal overlay yang dibutuhkan dalam Metode AASHTO 1993 lebih besar dari Metode AUSTRoadS 2011, khususnya pada ruas jalan Tempino-Batas Sumsel dan tergantung pada asumsi pemodelan lapis perkerasan.

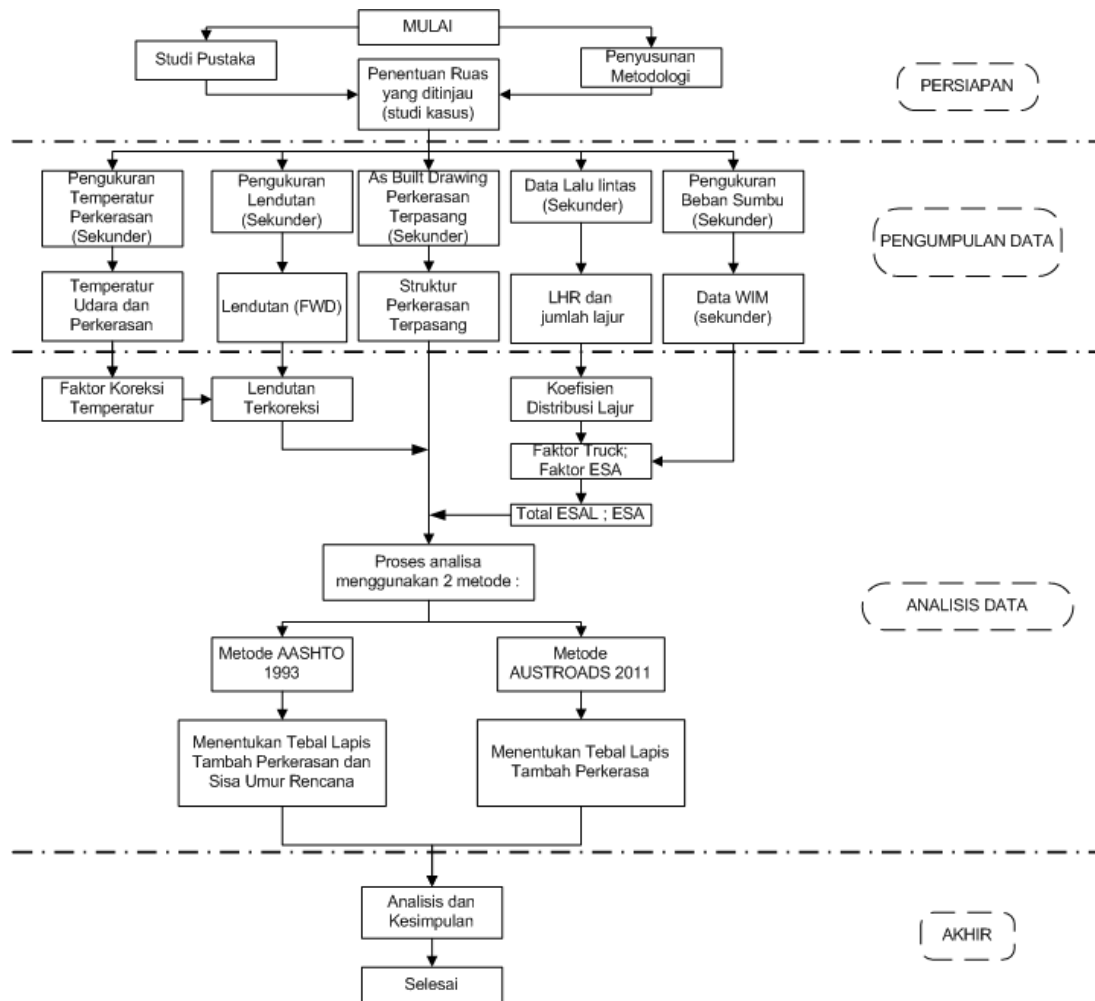
Kata Kunci : Metode AASHTO 1993, Metode AUSTRoadS 2011, model lapis perkerasan lentur, tebal overlay

PENDAHULUAN

Jalan Lintas Timur Sumatera menjadi bagian dari prasarana penghubung yang penting bagi perekonomian di Pulau Sumatera, khususnya di Ruas Jalan Tempino-Batas Prov. Sumsel Provinsi Jambi. Evaluasi Struktural terhadap perkerasan lentur merupakan tahap yang penting untuk mengetahui kondisi eksisting struktur perkerasan, sebagai dasar dalam penentuan program pemeliharaan untuk mempertahankan tingkat pelayanan dari suatu perkerasan jalan. Untuk menunjang pemeliharaan ruas jalan yang menghubungkan antara ibukota Provinsi Jambi dan Sumatera Selatan di KM. 27,9 – Km 42,9 tersebut, dilakukan evaluasi struktural perkerasan dengan menggunakan data lendutan FWD (*Falling Weight Deflectometer*). Tujuan penelitian ini adalah melakukan evaluasi struktural dengan pendekatan metode AASHTO 1993 dan AUSTRoadS 2011 pada ruas jalan Lintas Timur Sumatera dan secara khusus melakukan kajian tentang evaluasi struktural perkerasan lentur dengan menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode AUSTRoadS dan melakukan perbandingan antara keduanya serta aplikasinya dengan menggunakan data lapangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan mengacu pada lingkup penelitian pada bagan alir seperti **Gambar 1** berikut



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari :

1. Tahap Persiapan

Pekerjaan persiapan dilakukan sebelum pengumpulan data berupa penyusunan tahapan penelitian, survei administrasi surat izin pengambilan data ke instansi terkait dan penentuan ruas yang ditinjau yaitu ruas jalan Tempino-Batas Sumsel.

2. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data terdiri dari data sekunder yang berupa :

- Data Kondisi Struktural Perkerasan

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa data lendutan alat FWD (*Falling Weight Deflectometer*) dan data tebal lapis perkerasan hasil core drill pada Ruas Tempino-Batas Sumsel pada tahun 2013 dari P2JN Provinsi Jambi, Kementerian Pekerjaan Umum,

- Data Kondisi Temperatur

Merupakan data output dari alat FWD yaitu data sekunder temperatur perkerasan dan udara pada saat pelaksanaan uji lendutan.

- Data Kondisi Lalu Lintas

Merupakan data sekunder berupa data LHR tahun 2008 sampai awal semester tahun 2013 dan data sekunder beban sumbu kendaraan dari hasil survei Weight In Motion tahun 2011.

3. Tahap Analisis

Kegiatan yang dilakukan dalam tahap analisis:

- Analisis Data Historis Perkerasan

Data perkerasan berupa tebal lapisan dipakai untuk penentuan model lapisan perkerasan yang dipakai dalam perhitungan yaitu menyesuaikan dengan metode yang digunakan yaitu model dua lapis untuk Metode AASHTO 1993 dan model dua sampai empat lapis untuk metode AUSTRROADS 2011.

– Analisis Volume Lalu Lintas

Data volume digunakan untuk menghitung Kumulatif Ekuivalen Sumbu Standar (ESAL) untuk Metode AASHTO 1993 dan ESA di Metode AUSTRROADS 2011.

– Analisis Data Lendutan FWD

Data lendutan dalam kedua metode akan digunakan untuk perhitungan kapasitas struktural perkerasan untuk mendapatkan tebal overlay.

4. Tahap Akhir

Kegiatan yang dilakukan adalah :

– Evaluasi untuk perbandingan hasil dan proses dari kedua Metode AASHTO 1993 dan Metode AUSTRROADS 2011.

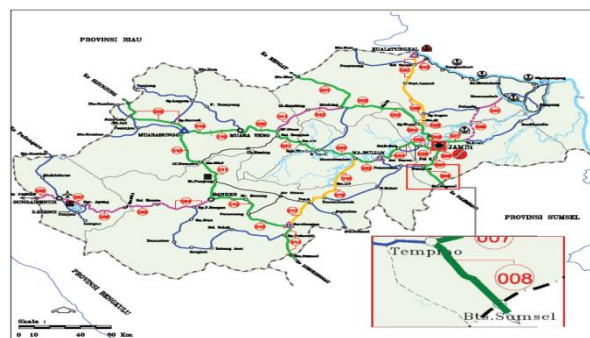
– Dengan melakukan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan tentang perbandingan hasil kedua metode dan parameter penyebabnya, serta memberikan saran untuk pelaksanaan penelitian selanjutnya yang berkaitan agar lebih baik.

PENYAJIAN DATA

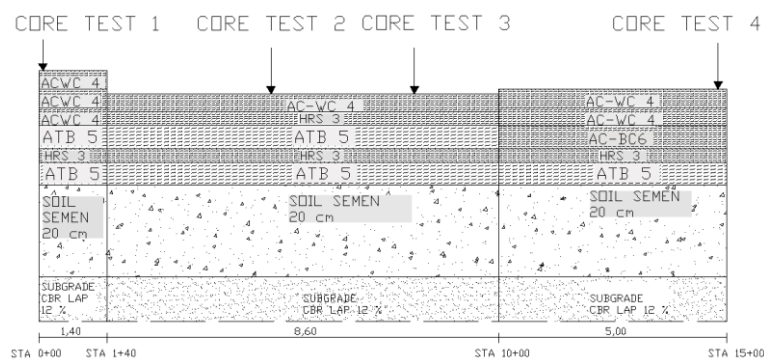
Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

1. Data Perkerasan

Lokasi ruas jalan Tempino – Batas Sumsel di Provinsi Jambi dapat dilihat di Gambar 2, sedangkan data tebal lapis perkerasan dari hasil core drill dapat dibagi segmentasi (Gambar 3)



Gambar 2. Lokasi Ruas Jalan Tempino – Batas Sumsel

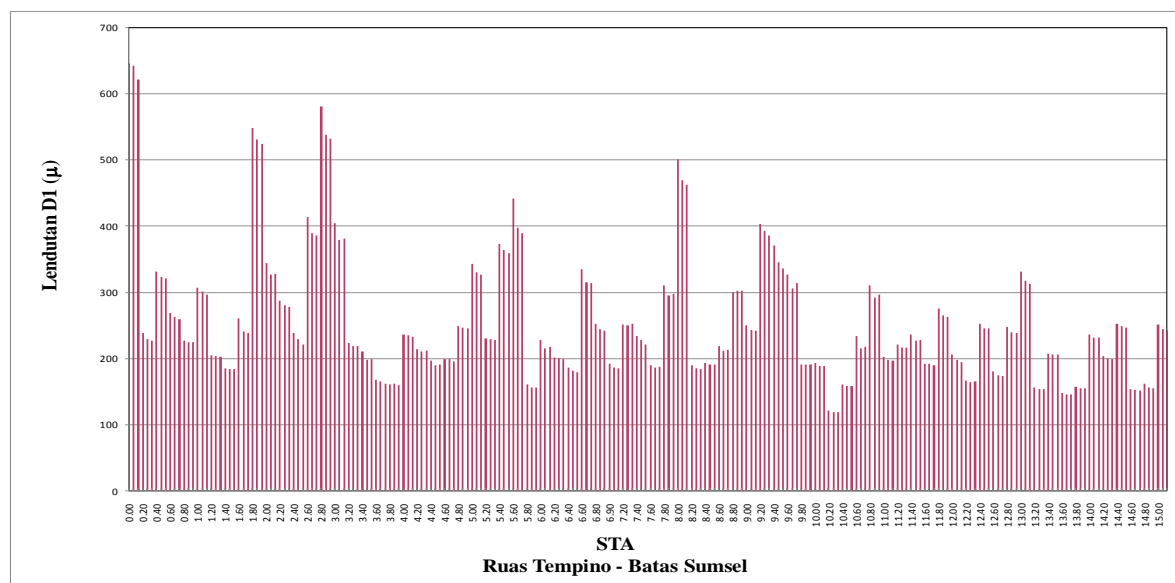


Gambar 3. Pembagian segmen lapis perkerasan berdasar tebal lapisan.

Sumber : P2JN Provinsi Jambi (2013)

2. Data Lendutan dan Temperatur

Data lendutan merupakan data sekunder kondisi struktural dari alat FWD yang dilakukan pada bulan Maret 2013, di ruas jalan Tempino –Batas Sumsel. Data lendutan mewakili ruas per 200 m, dengan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Data Lendutan dari Alat FWD (STA 0+00 – STA 15+000) per 200 m.

Sumber : P2JN Provinsi Jambi (2013)

Data Lalu Lintas

Data terkait lalu lintas dan beban kendaraan di ruas Tempino – Batas Sumsel meliputi :

1. Data Volume LaluLintas

Data volume lalu lintas merupakan data sekunder yang diperoleh dari IRMS dan Subdit PSEK dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 1. Volume LaluLintas Harian Tahun 2008-2013 Tempino-Batas Sumsel

No.	Golongan / Kelompok Jenis Kendaraan	2008		2009		2010		2011		2012		2013 ^(*)	
		Lajur		Lajur		Lajur		Lajur		Lajur		Lajur	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
2	Sedan, Jeep, dan Station Wagon.	451	451	209	209	586	599	291	312	344	356	730	803
3	Opelet, opelet, Suburban, Combi,	142	142	199	199	356	354	354	379	420	435	354	348
4	Pick-up, Mobil hantaran, Box	175	175	139	139	250	240	239	257	287	291	156	431
5a	Bus Kecil	19	19	214	214	22	22	79	90	96	83	34	28
5b	Bus Besar	9	9	199	199	11	12	70	86	111	36	80	42
6a	Truk 2 sumbu (2 roda)	57	57	336	336	129	116	231	414	448	378	593	681
6b	Truk 2 sumbu (3 roda)	653	653	221	221	344	332	578	236	236	284	228	314
7a	Truk 3 sumbu	74	74	11	11	244	236	140	179	140	178	183	148
7b	Truk Gandengan	2	2	0	0	0	1	11	11	10	13	20	5
7c	Truk Semi Trailer	5	5	5	5	1	0	93	69	76	76	9	18
	Total	1587	1587	1533	1533	1943	1912	2086	2033	2168	2130	2387	2818

Sumber : P2JN Provinsi Jambi (2013)

2. Data Beban Sumbu Kendaraan

Data beban sumbu kendaraan yang didapatkan merupakan data sekunder uji alat WIM pada ruas Jambi – Batas Sumsel KM.18 pada tahun 2011, yang dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 2.Data Beban Sumbu Kendaraan Ruas Jalan Jambi – Batas Sumsel

Golongan Kendaraan / lajur	Lajur Jambi-Batas Sumsel				Lajur Batas Sumsel- Jambi			
	GOL. 6B	GOL. 7A	GOL. 7C 1	GOL. 7C 2	GOL. 6B	GOL. 7A	GOL. 7C 1	GOL. 7C 2
JenisKendaraan	2-axle Truck	3-axle Truck	Semi-Trailer		2-axle Truck	3-axle Truck	Semi-Trailer	
	1.2	1.2-2	1.2-22	1.2-222	1.2	1.2-2	1.2-22	1.2-222
BebanRoda Rata-rata (kg) :								
W1(BebanSumbu 1)	6034.66	6361.93	6206.10	5764.23	5429.75	5197.78	5499.90	5539.06
W2(BebanSumbu 2)	10005.16	8397.90	9999.03	9727.38	9002.31	6861.18	8861.22	9347.47
W3(BebanSumbu 3)		10688.37	8274.97	5764.23		8489.97	7129.74	5385.11
W4(BebanSumbu 4)			9999.03	6845.15			8615.06	6394.97
W5(BebanSumbu 5)				7925.92				7404.75

Sumber : P2JN Provinsi Jambi (2013)

ANALISIS METODE AASHTO 1993

Dengan data LHR than 2008 sampai awal semester 2013 didapatkan faktor pertumbuhan sebesar 10,93 %, yang akan dipakai untuk perhitungan *Traffic Growth Factor* pada tahun ke 5 (tahun 2016) dengan persamaan sebagai berikut :

$$Traffic\ Growth\ Factor\ (TGF)_n = \frac{(1 + g)^n - 1}{g} = \frac{(1 + 0.1093)^5 - 1}{0.1093} = 6,219$$

Dengan data LHR acuan dipakai pada perhitungan ESAL tahun 2016 (Tabel 1):

Tabel 1.Nilai LHR terpakai tahun 2012

Golongan	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c
2012 (Lajur 1)	344	420	287	96	111	448	236	140	10	76
2012 (Lajur 2)	356	435	291	83	36	378	284	178	13	76

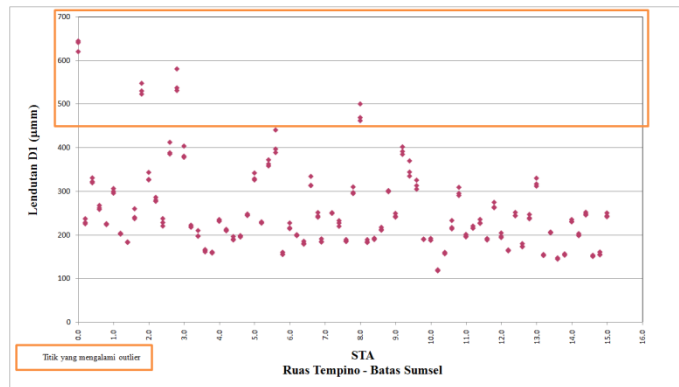
Dengan data beban sumbu kendaraan dari data WIM, maka dapat dibuat perbandingan antara beban sumbu standar MST 10 T dan data WIM, kemudian didapatkan nilai faktor truk dipakai untuk perhitungan ESAL adalah dari beban sumbu MST 10 T (**Tabel 2**)

Tabel 2. FaktorTruk dan nilai Total ESAL rencana tahun 2016

GolonganK endaraan	TipeSu mbu	Faktor Truk standard MST 10 T	FaktorTruk Lajur 1 dan lajur 2	Total ESAL (dualajur)	ESAL Total 2016
GOL. 2	1.1	0.002	0.002	1868.57	4,529,922.67
GOL. 3	1.1	0.002	0.002	2282.32	
GOL. 4	1.2	0.001	0.001	919.4	
GOL. 5A	1.2	0.236	0.236	47988.75	
GOL. 5B	1.2	2.448	2.448	408399.6	
GOL. 6A	1.2	0.593	0.593	556247.4	
GOL. 6B	1.2	2.448	2.448	1444679	
GOL. 7A	1.2-2	2.936	2.936	1059717	

GOL. 7B	1.22-22	4.296	4.296	112128.8
GOL. 7C (rerata)		5.192	5.192	144034.2

Data lendutan yang akan digunakan untuk menghitung modulus resilien tanah dasar dan modulus elastisitas perkerasan gabungan, adalah data lendutan maksimum dan lendutan terjauh atau syarat $r \geq 0,7 a_c$. Dilakukan segmentasi lendutan dengan pertimbangan data outlier pada 4 STA atau 12 titik yaitu STA 0+000, STA 1+800, STA 2+800 dan STA 8+000.



Gambar 5.Data outlier lendutan FWD di D1 Ruas Tempino – Batas Sumsel

Untuk mengontrol keseragaman lendutan dan menghitung besarnya nilai lendutan wakil digunakan persamaan

$$D_{\text{wakil}} = d_R + 2s ; FK = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK_{\text{ijin}} ; s = \sqrt{\frac{N(\sum d^2) - (\sum d)^2}{N(N-1)}}$$

- FK = Faktor Keseragaman
- FK_{ijin} = Faktor Keseragaman yang diijinkan
- d_R = Lendutan Rata-rata
- s = Standar Deviasi
- d = Lendutan pada titik pemeriksaan
- N = Jumlah titik pemeriksaan
- D_{wakil} = Lendutan wakil untuk jalan arteri

Didapatkan lendutan wakil per segmen dengan faktor keseragaman < 30% di **Tabel 3** dan nilai lendutan wakil per segmen di **Tabel 4**.

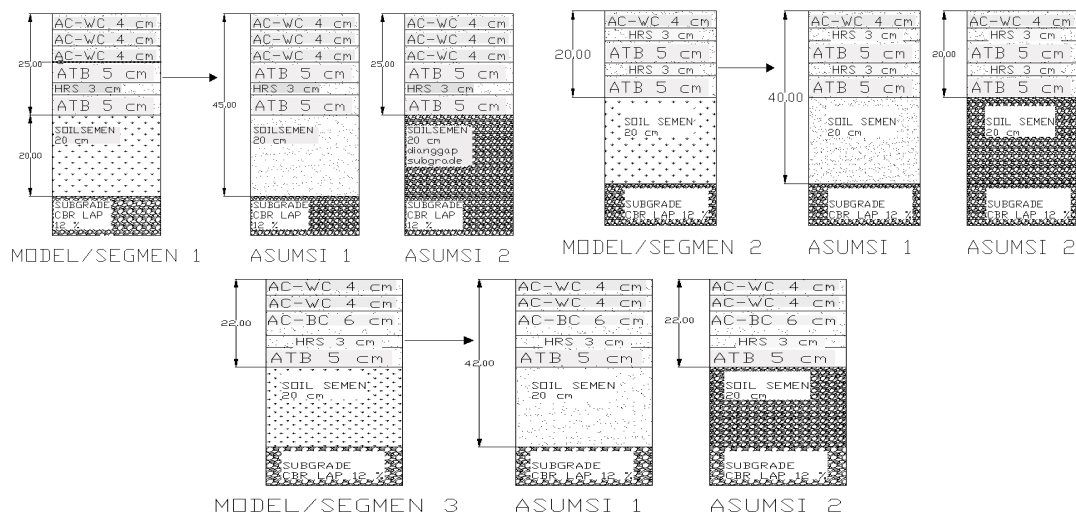
Tabel 3.Pembagian Segmentasi Berdasarkan Lendutan FWD

Segmen	Km	Jarak (km)	Σ d1	Σ d1 ²	N	dR	Dwakil	FK
1	0.000 - 1.400	1.400	5193.50	1332247.02	21.00	48.91	345.13	19.78
2	1.400 - 10.000	8.600	30264.90	8258613.56	120.00	72.50	397.22	28.75
3	10.000 - 15.000	5.000	15444.90	3362408.06	75.00	49.57	305.07	24.07

Tabel 4.Lendutan wakil per segmen

Segmen	Km	Jarak (Km)	T (°C)	T (°F)	tebalaspalt (inch)	TAF	d1 (µm)	d1 (inch)	d0=d1 x TAF (inch)
1	0.000 - 1.400	1.40	42.39	108.3	9.84	0.58	345.1	0.0135	0.0078
2	1.400 - 10.00	8.60	42.39	108.3	7.87	0.62	397.2	0.0156	0.0097
3	10.00 - 15.00	5.00	42.39	108.3	8.66	0.61	305.0	0.0120	0.0073

Sebelum perhitungan analisis overlay dengan Metode AASHTO 1993 ditentukan terlebih dahulu asumsi lapis perkerasan yang akan dipakai, karena pertimbangan umur perkerasan subbase yang tidak diketahui dan kerentanan material *soil cement* terhadap umur perkerasan, cuaca dan beban, maka dibuat dua asumsi yaitu asumsi 1 lapis pondasi bawah *soil cement* masih berfungsi dan asumsi 2 lapis subbase tersebut sudah rusak dan menjadi tanah dasar di **Gambar 6** berikut:



Gambar 6. Asumsi model perkerasan dua lapis masing masing segmen

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan modulus resilien tanah dasar dan modulus elastisitas perkerasan gabungan di atas tanah dasar yang dihasilkan dari lendutan maksimum dan *trial and error* lendutan yang terjauh atau memenuhi syarat paling mendekati $r > 0,7$ *ae* yang didapatkan di lendutan titik geophone ke 6 (enam) dengan perhitungan masing masing asumsi per segmen di Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Nilai M_R dan E_p pada ruas Tempino – Batas Sumsel

Segmen	Km	D (inch)	P (Psi)	r_6 (inch)	d_6 (inch)	M_R (Psi)	E_p (psi)
Asumsi I							
1	0.00 - 1.40	17.72	87.51	35.43	0.00291	22.314,20	214.835
2	1.40 - 10.00	15.75	86.67	35.43	0.00271	23.769,15	152.287
3	10.00 - 15.00	16.54	87.19	35.43	0.00249	25.952,88	228.871
Asumsi II							
1	0.00 - 1.40	9.84	87.51	35.43	0.00291	22.314,20	530.392
2	1.40 - 10.00	7.87	86.67	35.43	0.00271	23.769,15	426.205
3	10.00 - 15.00	8.66	87.19	35.43	0.00249	25.952,88	650.673

Kapasitas struktural dalam Metode AASHTO 1993 ditentukan dari Structural Number yang terdiri dari S_{No} (*original*) pada saat perkerasan awal, S_{Neff} (efektif) yang dihasilkan dari pengaruh lendutan (S_{Neff-1}), kekuatan bahan terpasang (S_{Neff-2}) dan umur rencana (S_{Neff-3}) serta S_{Nf} (*future*) yang disebabkan oleh beban lalu lintas ESAL rencana tinjauan. Untuk perhitungan S_{Nf} selanjutnya besaran yang mempengaruhinya adalah reabilitas (R) jalan arteri luar kota sebesar 95 % diperoleh Z_R sebesar -1,645, *Overall*

Standar Deviation 0,45, PSI awal 4,2 dan Pt sebesar 2,5. Hasil perhitungan kekuatan

Segmen	Km	SNf 2016	SN eff- Min	a_{ol}	Tebal Overlay			RL (Remaining Life)
					(inch)	Dol	Dol (cm)	
Asumsi I								
1	0.00 - 1.40	4.83	4.51	0.4	0.46	1.17	2~4	64%
2	1.40 - 10.00	4.72	3.60	0.4	2.48	6.31	7	60%
3	10.00 - 15.00	4.58	3.74	0.4	1.79	4.55	5	61%
Asumsi II								
1	0.00 - 1.40	4.83	3.14	0.4	3.90	9.92	10	47%
2	1.40 - 10.00	4.72	2.23	0.4	5.93	15.06	16	31%
3	10.00 - 15.00	4.58	2.36	0.4	5.24	13.30	14	36%

struktural selengkapnya di Tabel 6.

Tabel 6. Nilai SNo, SNeff dan SNf ruas Tempino- Batas Sumsel

Segmen	Km	Jarak (Km)	SNo 2012	SN eff-1	SN eff-2	SN eff-3	SNf 2016
Asumsi I							
1	0.00 - 1.40	1.40	5.709	4.58	4.51	5.30	4.697
2	1.40 - 10.00	8.60	4.921	3.64	3.60	4.53	4.597
3	10.00 - 15.00	5.00	5.098	4.37	3.74	4.75	4.459
Asumsi II							
1	0.00 - 1.40	1.40	3.60	3.43	3.13	3.30	4.697
2	1.40 - 10.00	8.60	2.98	2.55	2.23	2.44	4.597
3	10.00 - 15.00	5.00	3.20	3.23	2.36	2.69	4.459

Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan tebal overlay (Dol) yang mengacu pada nilai SNeff minimum, SNf dan a_{ol} aspal bahan overlay 0,4. Umur sisa yang didapatkan merupakan prosentase dari pengurangan kekuatan struktur perkerasan karena beban lalu lintas pada saat kondisi PSI baik 2,5 dan saat 1,5 (*failure*) selengkapnya di Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Dol dan umur sisa ruas Tempino- Batas Sumsel

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa pengaruh asumsi pondasi bawah subbase yang di lapangan adalah *soil cements* sangat menentukan besarnya tebal overlay yang diperoleh.

ANALISIS METODE AUSTROADS 2011

Penggunaan Metode AUSTROADS 2011 diperkenalkan sebagai metode analitis atau mekanistik pada perhitungan evaluasi struktural perkerasan lentur dengan langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Perhitungan Beban Desain ESA rencana

Penggunaan data LHR juga dijadikan acuan untuk beban desain ESA yaitu dengan perkalian LHR dengan Faktor ESA dan Distribusi Beban Lajur kendaraan berat asumsi 0,5. Dapat dilihat di Total ESA tahun 2016 Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Faktor Truk dan nilai Total DESA rencana tahun 2016

Golongan Kendaraan	Tipe Sumbu	Faktor ESA standard MST 10 T	Faktor ESA Lajur 1 dan lajur 2	Total DESA (dualajur)	DESAs Total 2016
GOL. 2	1.1	0.0025	0.0025	2,013.64	4,888,842.07
GOL. 3	1.1	0.0025	0.0025	2,459.51	
GOL. 4	1.2	0.0015	0.0015	991.50	
GOL. 5A	1.2	0.2552	0.2552	51,851.73	
GOL. 5B	1.2	2.6425	2.6425	440,845.00	
GOL. 6A	1.2	0.6408	0.6408	600,746.07	
GOL. 6B	1.2	2.6425	2.6425	1,559,451.	
GOL. 7A	1.2-2	3.1666	3.1666	1,142,831.	
GOL. 7B	1.22-22	4.6425	4.6425	121,180.95	
GOL. 7C (rerata)		5.6026	5.192	5.6026	

Dengan DESA yang didapat dapat ditentukan Nilai DSAR (Desain standar Axle Repetition) atau Beban Ijin dengan mengalikannya terhadap faktor SAR/ESA yang merupakan nilai presumptive dengan hasil beban ijin yang menahan fatiq aspal (DSAR5) sebesar 5,377,726.27, DSAR 7 yang menahan rutting subgrade sebesar 7,822,147.31 dan DSAR 12 yang menahan fatiq material bersemensebesar 58,666,104.82

2. Penentuan Asumsi Model Lapis Perkerasan

Pada perhitungan mekanistik penelitian ini model lapis perkerasan yang digunakan adalah dua sampai empat lapis agar dapat mendekati kondisi real di lapangan. Tebal lapis segmen di model tiga lapis dan empat lapis dapat dilihat di Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Pemodelan dengan tiga lapis dan empat lapis

Segmen I					Segmen II					Segmen III				
Lapis	Tebal Lapisan (mm)	Asumsi III 3 layer	Asumsi IV 3 layer	Asumsi V 4 layer	Lapis	Tebal Lapisan (mm)	Asumsi III 3 layer	Asumsi IV 3 layer	Asumsi V 4 layer	Lapis	Tebal Lapisan (mm)	Asumsi III 3 layer	Asumsi IV 3 layer	Asumsi V 4 layer
AC WC	40	120	250	120										
AC WC	40				AC WC	40	70	200	70	AC WC	40	170	220	140
AC WC	40				HRS	30				AC BC	60			
ATB	50	130	130	130	ATB	50	130	130	HRS	30				
HRS	30				HRS	30				ATB	50	50		
ATB	50				ATB	50				Soil Semen	200		200	200
Soil Semen	200	subgrade	200	200	Soil Semen	200	subgrade	200	200	Soil Semen	200	subgrade	200	200
Subgrade	~				subgrade	subgrade		Subgrade	~	subgrade	subgrade		Subgrade	~

3. Proses *backcalculation* dan penentuan modulus lapisan perkerasan

Proses perhitungan balik dilakukan untuk mendapatkan besaran modulus yang sesungguhnya pada saat pelaksanaan uji lendutan, dipakai Program ELMOD 6 yang merupakan satu set program dengan peralatan FWD. Nilai modulus balik yang didapatkan masing segmen dan asumsi sangat bervariasi dikarenakan tebal dan model yang berbeda, dari hasil tersebut dibandingkan dengan kekuatan modulus perkerasan pada saat paling lemah yang ditunjukkan dengan Tabel berikut:

Tabel 10. Modulus bahan perkerasan terpakai dan saat *failure*

Bahan/Material	Modulus Elastisitas (MPa)	Koefisienkekuatan (a)	Poisson's Ratio
ACWC (cracked)	1100 (725)	0.31	0.4
ACBC (cracked)	1200 (725)	0.31	
HRS (cracked)	800 (725)	0.28	
ATB (cracked)	1600 (725)	0.31	
Soil semen (uncracked)	1500		0.2
Soil semen (cracked)	500		0.2
Tanah Dasar	10 x CBR		0.45 (kohesif) 0.35 (non kohesif)

Sumber : Manual Desain Perkerasandan Chart Modulus

4. Perhitungan Kekuatan Struktural dengan Program CIRCLY

Modulus yang dibandingkan diambil nilai minimum kemudian dikoreksi dengan WMAPT Prov Jambi 35,7 °C dan temperatur perkerasan rata2 saat diuji, baru diinput kedalam Program CIRCLY sesuai dengan model dan tebal lapis masing masing asumsi per segmen. Perhitungan kapasitas struktural dengan Program CIRCLY menghasilkan regangan ($\mu\epsilon$) dan tegangan (σ) ijin yang akan digunakan untuk menghitung beban ijin terhadap masing-masing kriteria kerusakan.

Hasilnya yang akan dibandingkan dengan beban desain sesuai kriteria selengkapnya di Tabel 11 yang memuat contoh asumsi pertama, kedua dan ketiga.

Tabel 11. Perhitungan Beban ijin berdasar regangan output Program CIRCLY

Asumsi	Segmen No.	Tebal Overlay (mm)	FatigueKriteria		DeformasiPermanen Kriteria	N Fatigue (SAR 5)	N DeformasiPermanen (SAR 7)	Syarat > DSAR 5	Syarat > DSAR 7
			Smax	ϵ	ϵ				
1	Segmen	0	110	85.6	181.10	8.86E+	9.42E+11	Ok	Ok
	Segmen	0	110	103.	217.20	1.20E+	2.64E+11	Ok	Ok
	Segmen	0	110	97.8	205.30	1.60E+	3.91E+11	Ok	Ok
2	Segmen	0	725	298.	557.60	6.04E+	3.59E+08	Ok	Ok
	Segmen	0	725	384.	692.30	1.71E+	7.89E+07	Tida	Ok
	Segmen	0	725	346.	634.40	2.86E+	1.45E+08	Tida	Ok
3	Segmen	0	725	298.	557.60	6.04E+	3.59E+08	Ok	Ok
	Segmen	0	725	384.	691.90	1.71E+	7.93E+07	Tida	Ok
	Segmen	0	725	346.	634.40	2.86E+	1.45E+08	Tida	Ok

Perhitungan dilanjutkan dengan menambah tebal overlay agar beban desain lebih kecil dari ijin untuk keamanan struktur perkerasan, sampai didapatkan tebal overlay yang sesuai seperti Tabel 12 dibawah ini

Tabel 12. Kebutuhan overlay pada asumsi model perkerasan Metode AUSTRROADS 2011

Segmen	Km	Kebutuhan Overlay				
		Asumsi I	Asumsi II	Asumsi III	Asumsi IV	Asumsi V
1	0.000 - 1.400	-	-	-	-	-
2	1.400 - 10.000	-	5 cm	5 cm	-	-
3	10.000 - 15.000	-	4 cm	4 cm	-	-

ANALISIS PERBANDINGAN METODE AASHTO 1993 DAN METODE AUSTRROADS 2011

Dari penggunaan kedua metode yaitu AASHTO 1993 dan AUSTRROADS 2011 dalam perhitungan struktural perkerasan dapat dijelaskan bahwa:

1. Input dan Penggunaan data

Dengan data tebal penanganan perkerasan dan lendutan menghasilkan segmentasi pada tiga semen yaitu STA 0+000-1+400, STA 1+400-10+000 dan 10+000-15+000, sedangkan data lalu lintas yang mempunyai faktor pertumbuhan sebesar 10,93 % menghasilkan perbandingan kendaraan berat dan kendaraan ringan yang hampir sama jumlahnya. Faktor truk dan faktor ESA yang dihasilkan dari beban sumbu standar MST 10 T menghasilkan nilai yang bervariasi dengan nilai faktor truk yang melebihi beban standar MST 10 T di Gol 7C1 sebesar 84%. Data lendutan yang dipakai dalam Metode AASHTO 1993 adalah lendutan maksimum dan lendutan ke enam sedang penggunaan di metode mekanistik AUSTRROADS 2011 data lendutan keseluruhan akan diproses dalam proses *backcalculation*.

2. Proses Analisis

Perhitungan beban rencana ESAL dalam 5 tahun yaitu tahun 2016 didapatkan sebesar $4,5 \times 10^6$ untuk Metode AASHTO 1993 sedangkan untuk Metode AUSTRROADS 2011 menghasilkan beban ESA sebesar $4,8 \times 10^6$ hal tersebut menunjukkan adanya sedikit perbedaan dalam penentuan faktor pengaruh yaitu beban standar masing masing sumbu. Penggunaan data lendutan dengan koreksi temperatur dalam Metode AASHTO 1993 berdasarkan temperatur standar 68°F dan grafik TAF sedangkan di AUSTRROADS koreksi temperatur ada pada suhu standar MAPT Indonesia yaitu 41°C . Perhitungan kapasitas Struktural didasarkan pada S_{neff} dan S_{nf} pada AASHTO 1993 dan dilakukan secara analitis dengan Program CIRCLY untuk regangan ijin yang akan menjadi besaran beban ijin DSAR 5, DSAR 7. Pemodelan yang dilakukan dengan dua lapis pada AASHTO 1993 juga dihitung dengan AUSTRROADS 2011 selain model tiga lapis dan empat lapis.

3. Hasil Analisis

Pengaruh adanya asumsi subbase yang dianggap sebagai tanah dasar atau tidak dalam hasil analisis sangat besar, ditunjukkan dengan perbedaan tebal overlay dan umur sisa yang sangat bervariasi pada Metode AASHTO 1993 dan AUSTRROADS 2011. Perbedaan hasil dari kedua metode tersebut dikarenakan perbedaan proses analisis dimana adanya analisis regangan dan tegangan struktural perkerasan di metode mekanistik yang tidak dilakukan dalam Metode AASHTO 1993, pada pemodelan dua lapis pada Metode AASHTO 1993 akan mempermudah perhitungan apabila segmen dan tinjauan lokasi yang dipakai banyak atau lebih besar karena lebih sederhana.

Perbandingan selengkapnya di Tabel 13.

Tabel 13. Perbandingan Analisis Metode AASHTO 1993 dan Metode AUSTRROADS 2011

	AASHTO 1993	AUSTRROADS 2011
Metodologi	Mekanistik empiris dan perhitungan modulus dengan iterasi rumus dan inogram (chart).	Analitis dengan perhitungan modulus cara mekanistik (ELMOD 6 & CIRCLY 5.1).
Input Data		
Historis dan Core Test	Data yang ada dipakai untuk model perkerasan dua lapis.	Penggunaan data dapat dihitung dengan model lebih dari dua lapis.
Lendutan	Lendutan maksimum dan lendutan di titik keenam (jarak 900 mm) untuk perhitungan modulus.	Mekanistik memakai data lendutan keseluruhan untuk analisis perhitungan balik.
Data Lalu Lintas dan sumbu kendaraan	Dipakai untuk perhitungan Total ESAL dengan faktor pengaruh beban sumbu kendaraan MST 10 Ton.	Dipakai untuk perhitungan ESA dengan faktor pengaruh beban sumbu kendaraan MST 10 Ton.
Proses Analisis		
Beban Lalu Lintas	Perhitungan ESAL dipengaruhi Faktor Truk, distribusi lajur dan arah.	Perhitungan DSAR diperoleh dari N_{DT} dan ESA yang dipengaruhi Faktor ESA, distribusi kendaraan berat.
Lendutan	Perhitungan lendutan wakil mempertimbangkan keseragaman data dan dengan pengaruh koreksi temperatur saja.	Mekanistik untuk nilai WMAPT sebagai pengoreksi nilai modulus lapisan aspal hasil perhitungan balik.
Model Lapisan Perkerasan	Perkerasan hanya dapat dimodelkan menjadi 2 layer saja (subgrade dan perkerasan di atasnya).	Perkerasan dapat dimodelkan lebih dari 2 layer.
Hasil Analisis		
Umur Sisa	Umur Sisa yang dihasilkan merupakan kekuatan struktur dalam kondisi pada saat ditinjau atau analisis dan saat <i>failure</i> tergantung pengambilan nilai PSI.	Batas kekuatan fatigued and deformasi permanen aktual yang dihasilkan model perkerasan dengan dua layer atau lebih.
Tebal Lapis Tambah	Dari <i>Structural Number</i> terpasang (S _{Neff}), S _{Nf} dan koefisien lapis bahan aspal (a_{ol})	Dari <i>trial and error</i> tebal overlay agar $N_{desain} < N_{ijin}$ sesuai tipe kerusakan.
	Hasil bervariasi antara 4-16 cm tergantung tebal, pemodelan dua layer dan asumsi subbase dan tanah dasar.	Hasil bervariasi antara 0-5 cm tergantung model lapis perkerasan.
Karakteristik	Spesifik menghitung umur sisa adalah persen. Penggabungan menjadi 2 lapis memerlukan penelitian perhitungan terkait kekuatan bahan masing-masing penyusun. Tidak membutuhkan program perhitungan balik hanya dengan iterasi saja.	Perhitungan umur sisa adalah batasan beban ijin yang boleh dicapai. Lebih spesifik menghitung kekuatan perkerasan dengan material penyusunan mengklasifikasikan lapis menurut kenyataan di lapangan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis penelitian (Pardiarini, 2014) diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari proses pengolahan data dan input didapatkan bahwa analisa faktor truk dan faktor ESA yang membedakan untuk nilai ESAL dan ESA karena sedikit perbedaan di beban sumbu standar masing-masing metode. Didapatkan pula ruas jalan Tempino mengalami overloading hanya pada golongan kendaraan tertentu saja yaitu 6B dan 7A di lajur arah Sumsel dan 7C1 di kedua lajur dibanding beban standar yang diijinkan MST 10 T.
2. Perhitungan evaluasi struktural Metode AASHTO 1993 dengan dua asumsi pengaruh penggabungan subbase ke subgrade, menunjukkan pengaruh tebal perkerasan dan subgrade menentukan tebal overlay yang bervariasi antara 4 sampai 16 cm. Dengan umur sisa minimum sebesar 31% ruas Tempino-Batas Sumsel memerlukan penanganan pemeliharaan yang sesuai dan tepat untuk menaikkan performa struktur perkerasan.
3. Dengan analisis perhitungan Metode AUSTRROADS 2011 didapatkan bahwa analisa model lapisan tiga dan empat lapis akan menghasilkan struktur yang aman jika asumsi *soil cement* masih berfungsi dan memerlukan overlay 5 cm jika *soil cement* dianggap rusak digabung dengan subgrade.
4. Perhitungan kedua metode AASHTO 1993 dan AUSTRROADS 2011 dengan studi kasus Tempino-Batas Sumsel menghasilkan perbandingan pada perhitungan modulus dengan lendutan yang maksimum dan lendutan di titik ke enam yang memenuhi syarat, menghasilkan tebal overlay yang tergantung S_{Neff} di metode AASHTO 1993, sedangkan keseluruhan lendutan dipakai dalam *backcalculation* menghasilkan tebal overlay yang tergantung pada regangan ijin pada model asumsi yang dipakai dalam Metode AUSTRROADS 2011.
5. Pemodelan
6. Dalam pelaksanaan di lapangan khususnya Lintas Timur Sumatera penggunaan Metode AASHTO 1993 dapat digunakan sebagai acuan perhitungan tebal overlay, karena perhitungannya yang lebih sederhana, sedangkan Metode AUSTRROADS 2011 dapat menggantikan metode mekanistik empiris karena hasil tebal overlaynya yang lebih ekonomis apabila pemahaman tentang ketelitian data, tebal lapisan perkerasan, temperatur dan analisis regangan tegangan lebih ditingkatkan di lapangan.

Saran yang dapat diberikan setelah penelitian adalah:

1. Penelitian pengaruh pelaksanaan *backcalculation* perlu dilakukan dan dikaji lebih lanjut karena hasil modulus yang sangat bervariasi tergantung lapisan perkerasan.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh tanah semen secara khusus (tes laboratorium) untuk penentuan kapasitas dukung terhadap perkerasan di Lintas Timur Sumatera.
3. Perhitungan mekanistik Metode AUSTRROADS 2011 akan lebih praktis apabila dilakukan dalam sekali perhitungan dalam satu software.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (1993) Guide for design pavement structur. Washington DC: AASHTO.
AUSTRROADS (2010) Guide to pavement technology part 2: pavement structural design. Sidney: Australian Road Research Board.

AUSTROADS (2011) Guide to pavement technology part 5: pavement evaluation and treatment design. Sidney: Australian Road Research Board

ANDIKA, R. P., dkk(2012) Analisis tebal lapis tambah perkerasan lentur menggunakan metode AASHTO 1993 dan program ELMOD 6 studi kasus: jalan Pantura (ruas: Palimanan- Jatibarang). Tesis Program Magister STJR, Institut Teknologi Bandung.

PARDIARINI, D (2014) Evaluasi Struktural perkerasan lentur menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode AUSTROADS 2011 studi kasus: Tempino-Batas Sumsel (Jalintim). Tesis Program Magister STJR, Institut Teknologi Bandung.

SUBAGIO, B.S dkk (2012) Analisis Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Program ELMOD 6, Jurnal Insitut Teknologi Bandu

