

ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL LAPIS TAMBAH PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODA AASHTO 1993 DAN PROGRAM EVERSERIES

Faisal Gerardo¹, Bambang Sugeng Subagio²

Program Studi Magister Sistem Teknik Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan,
Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No.10, Bandung, Jawa Barat
faisalgerardo@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan tebal lapis tambah yang diperlukan pada Jalan Nasional Pantura ruas Bts.Pamanukan-Sewo Jawa Barat menggunakan Metoda AASHTO 1993 dan Program EVERSERIES berdasarkan pada data lendutan alat Falling Weight Deflectometer (FWD). Dari data lendutan digunakan sebagai evaluasi kinerja struktural pada kedua metoda. Pada AASHTO 1993 dengan asumsi pemodelan lapis perkerasan hanya 2 lapis, dari data lendutan berdasarkan nilai d_1 dan d_9 dalam menentukan nilai Modulus Resilien tanah dasar (M_R) dan Modulus Efektif Perkerasan (E_p) yang kemudian digunakan dalam menentukan nilai SN_{eff} (Structural Number Effective), nilai SN_f (Structural Number in Future), serta tebal lapis tambah (overlay). Sedangkan Program EVERSERIES memakai struktur model perkerasan 2 lapis, 3 lapis, dan 4 lapis. Data lendutan tersebut menjadi input dalam program EVERCALC untuk menghitung modulus kekakuan dengan cara backcalculation yang selanjutnya pada Program EVERPAVE menentukan tebal overlay berdasarkan perkerasan eksisting. Berdasarkan hasil analisis dengan Metoda AASHTO 1993 diperoleh bahwa kebutuhan tebal lapis tambah (overlay) cukup variatif, yaitu berkisar antara 12 cm sampai 15 cm, bergantung pada nilai SN_{eff} (Structural Number Effective) pada masing-masing segmen. Pada Program EVERSERIES penentuan tebal lapis tambah didasarkan pada program EVERPAVE berkisar antara 14 cm sampai 28 cm. Perbandingan hasil kedua metoda tersebut, menunjukkan bahwa tebal lapis tambah (overlay) yang dibutuhkan dalam Metoda Program EVERSERIES lebih besar dari Metoda AASHTO 1993 terkait untuk asumsi pemodelan lapisan yang ditinjau.

Kata kunci: AASHTO 1993, EVESERIES, Pemodelan lapisan.

PENDAHULUAN

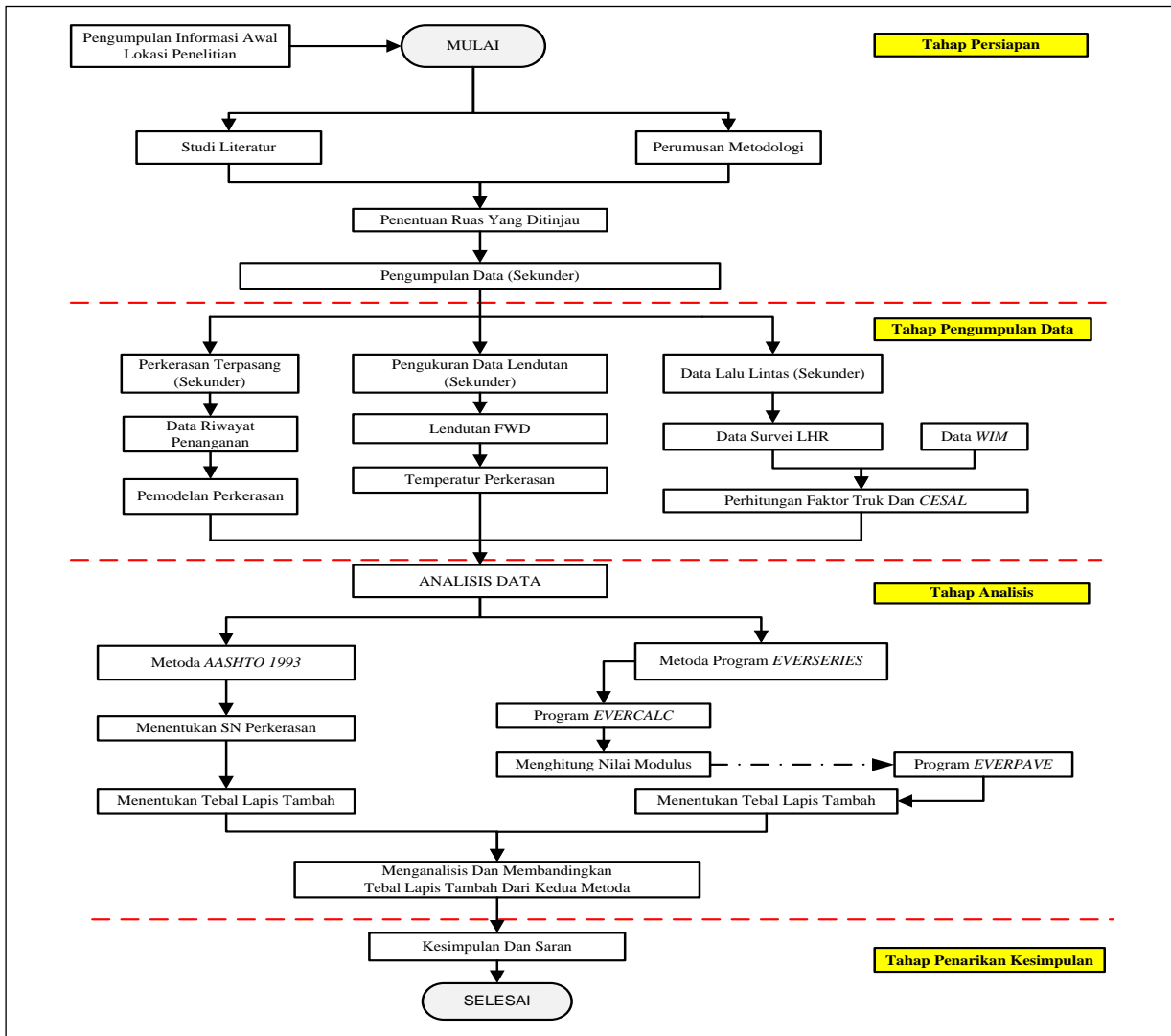
Jalur yang berada di Pantai Utara Pulau Jawa merupakan salah satu jalan strategis perekonomian nasional dalam mendorong industri barang dan jasa. Dengan adanya pergerakan lalu lintas barang dan jasa di wilayah tersebut kecenderungan mengalami kerusakan secara struktural yang dialami pada beban kendaraan berat yang berlebih (*overloading*). Mengingat beban kendaraan memiliki daya rusak yang paling besar, secara otomatis akan merugikan pemakai jalan yang menyebabkan terhambatnya aktivitas bagi pengembang ekonomi yang melintasi jalur tersebut. Melihat kenyataan yang terjadi, maka diperlukan upaya penanganan serta pemeliharaan dalam meningkatkan kualitas jalan secara optimal dari segi struktural. Salah satu upaya yang dilakukan ialah adanya pelaksanaan lapis tambah (*overlay*) yang berdasarkan pada data hasil pengukuran alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD). Hal ini dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter yang menyebabkan perbedaan tebal lapis tambah (*overlay*) dari hasil analisis dengan menggunakan kedua metoda.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi dan program kerjanya pada penelitian ini, digambarkan pada bagan alir yang ditunjukkan pada **Gambar 1** dan tahap selanjutnya adalah membandingkan tebal lapis tambah (*overlay*). Pada tahapan Metoda AASHTO 1993 yang terdiri dari data sekunder yaitu seperti tebal perkerasan, lendutan FWD dan temperatur perkerasan akan digunakan pada perhitungan nilai Modulus Resilien Tanah Dasar (M_R), Modulus Efektif Lapis Perkerasan diatas Tanah Dasar (E_p),

Structural Number Effective (SN_{eff}). Sedangkan pada data volume lalu lintas pertumbuhan bersama nilai *Truck Factor* dibutuhkan untuk mendapatkan suatu tren pertumbuhan yang akan digunakan untuk kumulatif ESAL pada perhitungan nilai *Structural Number of Future* (SN_f). Nilai SN_f ini akan digunakan pada perhitungan tebal *overlay* bersama dengan nilai *Structural Number Effective*.

Dari hasil analisis ini akan diperoleh keluaran berupa kapasitas struktural melalui Umur Sisa, nilai SN_{eff} dan tebal *overlay* yang dibutuhkan pada perkerasan yang ditinjau.



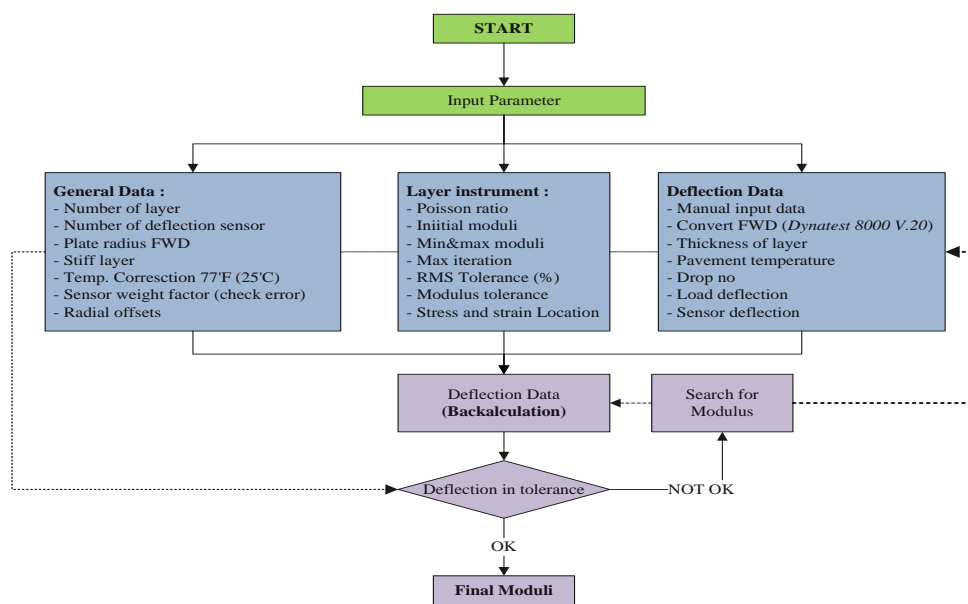
Gambar 1. Bagan Alir Metodologi Penelitian

Program EVERSERIES adalah salah satu rangkaian program desain perencanaan yang berbasis pada analisis mekanistik berdasarkan pada analisis elastic *multilayer*, dengan menghasilkan parameter-parameter respon perkerasan yang saling berkaitan satu dengan lainnya seperti tekanan, tegangan, dan deformasi dalam system perkerasan. Program EVERSERIES initer diri dari tiga program komputer yang masing-masing programnya memiliki fungsi yang berbeda WSDOT (2005). Pada penelitian kali ini hanya menggunakan program EVERCALC dan EVERPAVE.

Secara konsep untuk perencanaan tebal lapis tambah yang dikembangkan oleh *Washington State Departemen Of Transportation*, dalam program EVERCALC yaitu melakukan suatu analisis struktur dengan berdasarkan cara *back calculation* dalam proses pencarian nilai modulusnya dalam mencocokkan antara teori dengan pengukuran defleksi atau dengan kata lain defleksi permukaan perkerasan yang nilainya dihasilkan dari variasi peralatan yang digunakan dalam pengukuran cekungan defleksi dan proses ini biasanya merupakan proses iterasi. Pada Program EVERPAVE

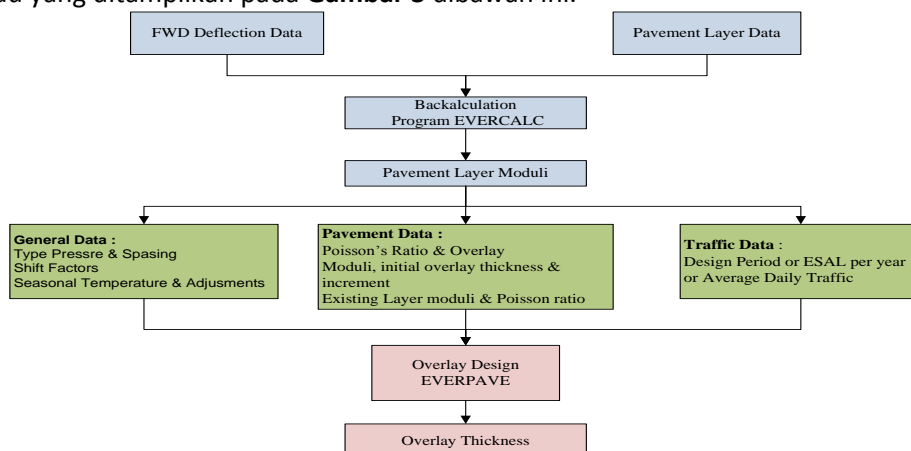
berdasarkan pada parameter regangan dan regangan (respons perkerasan) dan tingkat kerusakan. Tingkat kerusakan pada program tersebut terbagi menjadi dua tipe kerusakan, yakni retak lelah (*fatigue cracking*) dan alur (*rutting*) yang merupakan kerusakan paling umum untuk analisis mekanistik. Pada system perkerasan, sifat dan system perkerasan material secara signifikan dipengaruhi oleh iklim sekitar. Sebagai akibatnya, penyesuaian musiman untuk bahan perkerasan harus dipertimbangkan dalam mendesain perkerasan.

Pada tahapan penggunaan program EVERSERIES diperoleh dari alat FWD pada tahun 2013 dengan memasukkan data lendutan d_1 sampai d_9 serta menentukan model tiap lapisan perkerasan. Program yang akan digunakan dibagi menjadi (2) dua tahap yaitu EVERCALC dan EVERPAVE. Pada tahap pertama yaitu EVERCALC dengan memasukkan tiap sensor data lendutan dan data model tebal perkerasan dengan cara *backcalculation* sehingga menghasilkan modulus kekakuan tiap lapis perkerasan yang disajikan pada **Gambar 2** dibawah ini.



Gambar 2. Bagan Alir Program EVERCALC

Tahap kedua yaitu, EVERPAVE setelah mendapatkan *output* dari EVERCALC yang berupa modulus kekakuan tiap lapisan dilanjutkan dengan memasukkan parameter-parameter berupa hasil perhitungan Kumulatif ESAL rencana selama tahun yang ditinjau (5 tahun), tebal perkerasan, beban roda, dan variasi musim. Hasil keluarannya berupa tebal lapis (*overlay*) yang dibutuhkan tiap titik yang ditinjau yang ditampilkan pada **Gambar 3** dibawah ini.

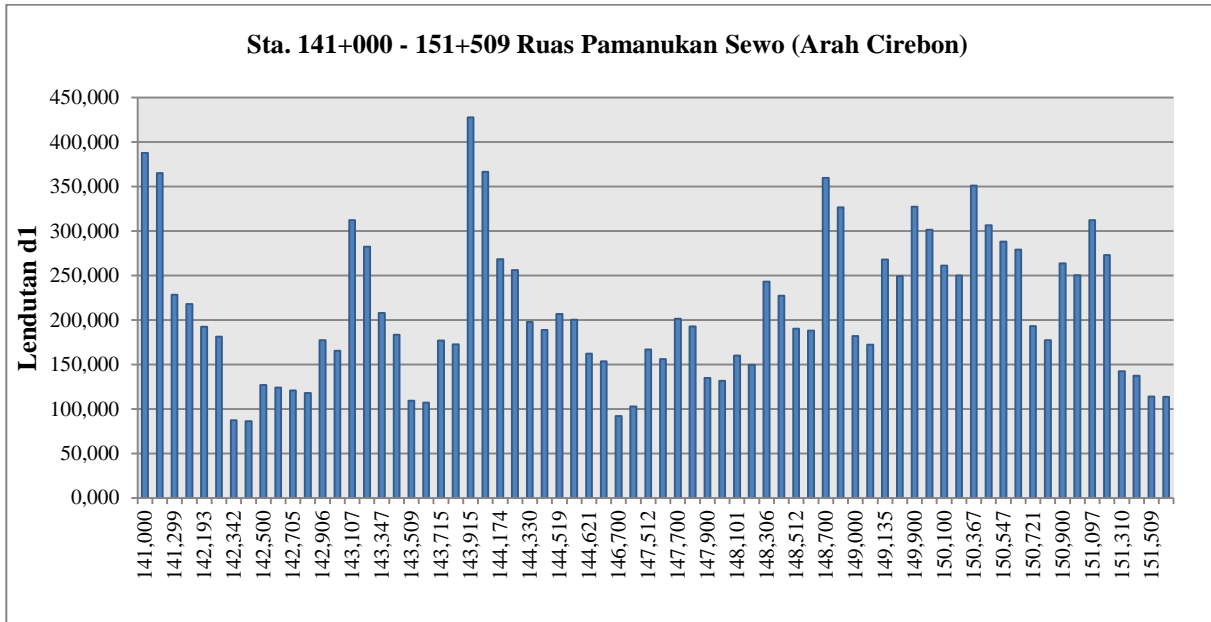


Gambar 3. Bagan Alir Program EVERPAVE

PRESENTASI DATA DAN ANALISIS DATA

Data Lendutan FWD

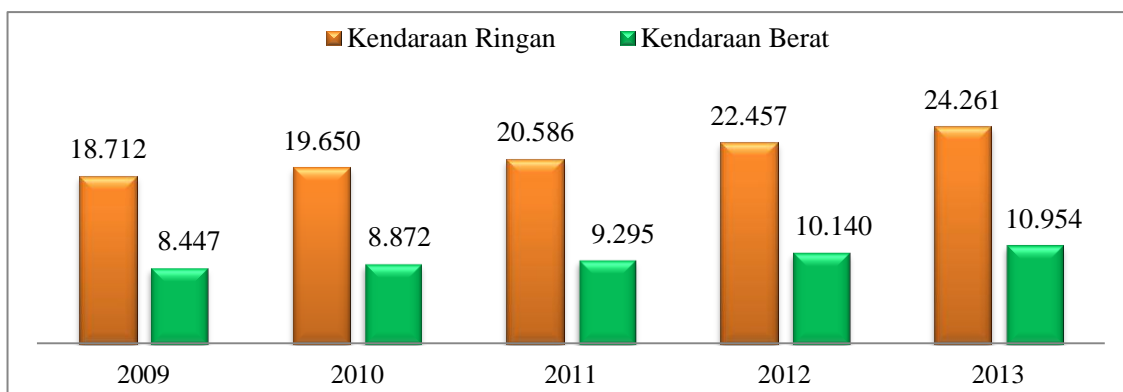
Data lengkung lendutan dan temperatur perkerasan diperoleh dari alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD) pada tahun 2013. Alat ini dilengkapi dengan piringan beban berdiameter 300 mm, beban pemberat 200 kg dan tinggi jatuh 315 mm. Jarak antar deflectometer di tempatkan antara 0, 200, 300, 450, 600, 900,1200,1500,1800 dari pusat beban sesuai dengan ketebalan total perkerasan yang lebih dari 700 mm. Data lendutan FWD ditunjukkan pada **Gambar 4** dibawah ini.



Gambar.4 Data lendutan *Falling Weight Deflectometer* (FWD)

Data Volume Lalu Lintas Dan Tingkat Pertumbuhan

Kondisi data lalu lintas akan digunakan pada perhitungan nilai ESAL yang dibagi dalam 10 jenis golongan kendaraan sesuai dengan klasifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga, yaitu kendaraan Gol.2 s/d Gol.7C. Sebagai contoh data lalu lintas pada kedua arah Bts.Pamanukan-Sewo dapat dilihat pada **Gambar5** dibawah ini.



Gambar 5. Volume Lalu lintas menurut Jenis Kendaraan per tahun

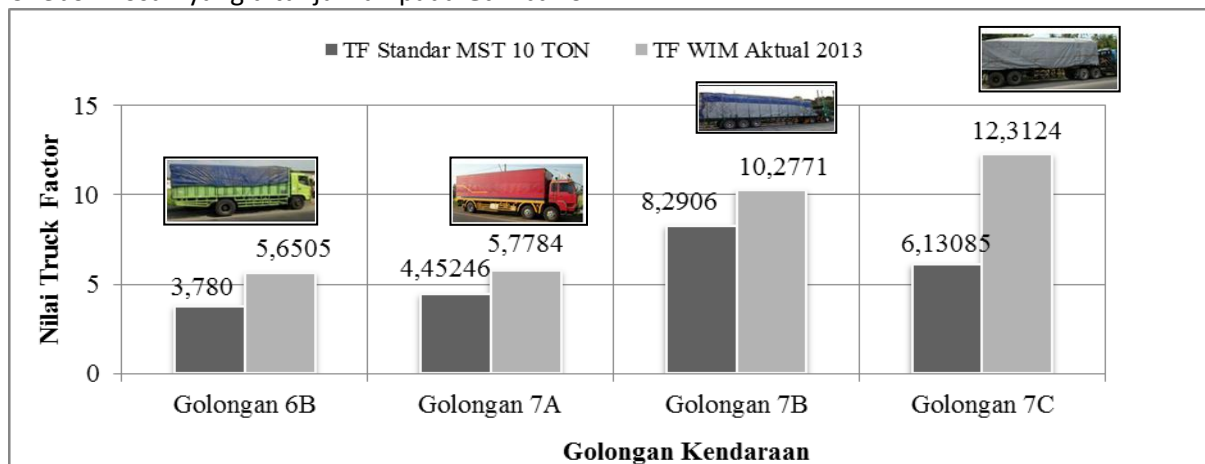
Analisis tingkat pertumbuhan lalu lintas dihitung berdasarkan i rata-rata dari tahun 2009 sampai dengan 2013 hasil penjumlahan antara kendaraan ringan dan kendaraan berat dengan

menunjukkan tingkat pertumbuhan rata-rata untuk ruas Bts.Pamanukan-Sewo sebesar 6,73% dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Rekapitulasi Pertumbuhan LHR Tahun 2009 sampai dengan Tahun 2013

| Tahun | Total Kendaraan (4 lajur /2 arah) | Tingkat Pertumbuhan |
|-------------|--|------------------------|
| 2009 | 27.159,00 | |
| 2010 | 28.522,00 | 5,02% |
| 2011 | 29.835,00 | 4,60% |
| 2012 | 32.597,00 | 9,26% |
| 2013 | 35.215,00 | 8,03% |
| Rata - rata | | 6,73% |

Truck Factor (TF) adalah jumlah pemakaian beban ekuivalen pada setiap sumbu kendaraan (*equivalent axle load*) yang dikontribusikan oleh satu kendaraan dari setiap golongan kendaraan yang ditinjau. Untuk kendaraan golongan 6A, 6B, 7A,7B dan 7C nilai TF-nya diperoleh dari Survei WIM aktual tahun 2013 dan standar MST 10 Ton Bina Marga pada jalur Pantura Jawa Barat ruas Cirebon-Losari yang ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Perbandingan Golongan Kendaraan Standar dan Aktual

Besarnya nilai *Truck Factor* aktual terbilang besar disebabkan oleh kasus *overloading* yaitu berlebihnya kapasitas muatan pada tiap kendaraan dari batas yang ditentukan, khususnya untuk kendaraan berat (Gol. 6B s/d 7C).

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan ESAL Rencana Tahun 2013 sampai dengan Tahun 2018

| Tahun | Pamanukan-Sewo (Kumulatif) |
|-------|----------------------------|
| 2013 | 6.404.098 |
| 2014 | 13.239.065 |
| 2015 | 20.533.845 |
| 2016 | 28.319.436 |
| 2017 | 36.628.753 |
| 2018 | 45.469.099 |

Kumulatif ESAL adalah jumlah kumulatif Repetisi beban ekuivalen 18 ESAL selama satu tahun pada tahun yang diperoleh dengan mengalikan Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) pada tahun yang ditinjau dengan *Truck Factor* dan koefisien distribusi lajur. Perhitungan kumulatif ESAL rencana pada periode 2013 s/d 2018 diperlukan untuk memperkirakan besarnya lalu lintas yang lewat selama umur rencana sehingga tebal *overlay* yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan metoda AASHTO 1993 dan Program EVERSERIES.

ANALISIS DATA

Metoda AASHTO 1993

Kapasitas structural perkerasan terdiri dari SN_f , SN_o dan SN_{eff} . SN_f berdasarkan lalu lintas rencana yaitu pada tahun 2014. Nilai SN_f dihitung secara iterasi bersama dengan besaran yang ditetapkan yaitu *Reliability* (R) untuk jalan antar kota sebesar 95%, Z_R sebesar -1,645, S_o sebesar 0,45 (untuk *flexible* 0,4 - 0,5), PSI awal (P_1) sebesar 4,2 dan PSI umur rencana (P_2) sebesar 2,5 untuk kondisi kritis pada jalan arteri, M_R hasil *back calculated* dari data lendutan FWD, SN_o pada tiap segmen dari tahun 2012, dan Nilai Kumulatif ESAL rencana periode 2013 sampai dengan tahun 2018

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Tebal lapis tambah AASHTO 1993

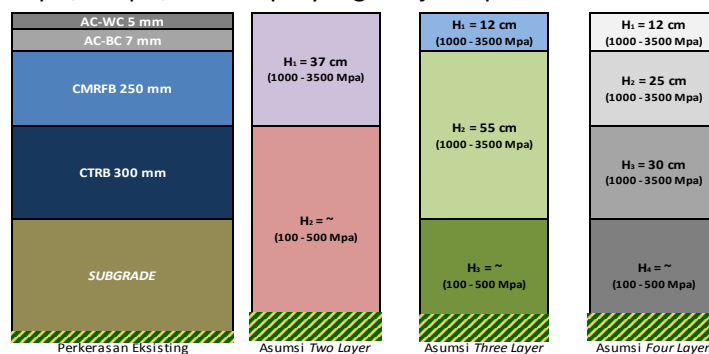
| STA | SNf | Sneff(min) | SNov | Dov (cm) |
|------------------|-------|------------|-------|----------|
| 141+000 -142+300 | 5,471 | 3,576 | 4,739 | 12,036 |
| 142+300 -148+442 | 5,691 | 3,576 | 5,288 | 13,431 |
| 148+442 -149+900 | 5,954 | 3,576 | 5,946 | 15,104 |
| 149+900 -151+000 | 6,060 | 3,576 | 6,210 | 15,773 |

| STA | SNf | Sneff(min) | SNov | Dov (cm) |
|------------------|--------|------------|-------|----------|
| 152+000 -150+773 | 6,0780 | 3,576 | 6,255 | 15,888 |
| 150+773 -149+165 | 6,1289 | 3,576 | 6,383 | 16,212 |
| 149+165 -147+985 | 5,6605 | 3,576 | 5,211 | 13,237 |
| 147+985 -146+187 | 5,8835 | 3,576 | 5,769 | 14,653 |
| 146+187 -145+017 | 5,4833 | 3,382 | 5,253 | 13,343 |
| 145+017 -144+000 | 5,3185 | 3,367 | 4,879 | 12,392 |
| 144+000 -142+791 | 5,2760 | 3,576 | 4,250 | 10,796 |
| 142+791- 141+405 | 5,7380 | 3,788 | 4,875 | 12,383 |

Kebutuhan tebal lapis tambah atau *overlay* (D_{ov}) dihitung berdasarkan nilai SN_f dan $SN_{eff-min}$. Setelah mengetahui kebutuhan *overlay* pada masing-masing segmen sesuai perhitungan AASHTO 1993 perlu direkomendasikan tebal *overlay* di lapangan yang terkait dengan kemudahan dalam mengaplikasikannya (tebal *overlay* yang telah dibulatkan dalam satuan cm) dan penyesuaian ketinggian *overlay* suatu segmen dengan segmen yang lain. Untuk kebutuhan *overlay* dan *overlay* rekomendasi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Program EVERSERIES

Padapemodelan lapis perkerasan kedua metoda yang pada ruas Pamanukan Sewo lajur lambat dari asumsi 2 lapis, 3 lapis, dan 4 lapis yang disajikan pada **Gambar 7** dibawah ini.



Gambar 7. Pemodelan Lapis Perkerasan AASHTO 1993 dan Program EVERSERIES

Tebal lapis tambah (*overlay*) yang dihasilkan dari Program EVERPAVE sangat bervariasi maka harus dilakukan pembagian menjadi beberapa segmen dengan memperhatikan faktor keseragaman

(FK). Untuk segmentasi akan menyesuaikan dengan segmentasi dari Metoda AASHTO 1993, sehingga dapat dibandingkan tebal lapis tambah (*overlay*) wakil dari tiap segmen yang dibutuhkan.

Tabel 4. Tebal Lapis Tambah (*overlay*) ProgramEVERSERIES

| Deverseries (cm) 2 Layer | Deverseries (cm) 3 Layer | Deverseries (cm) 4 Layer |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 11,50 | 15,00 | 18,33 |
| 15,73 | 17,00 | 18,00 |
| 14,42 | 24,00 | 29,57 |
| 12,19 | 29,00 | 33,56 |

| Deverseries (cm) 2 Layer | Deverseries (cm) 3 Layer | Deverseries (cm) 4 Layer |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 11,20 | 32,60 | 33,10 |
| 11,08 | 31,50 | 32,42 |
| 11,00 | 31,88 | 32,50 |
| 11,21 | 32,43 | 32,57 |
| 12,86 | 27,64 | 33,43 |
| 12,58 | 31,00 | 28,00 |
| 11,64 | 32,43 | 33,43 |
| 13,07 | 34,14 | 34,00 |

Terlihat bahwa pada **Tabel 4** tebal lapis tambah (*overlay*) pada pemodelan lapis perkerasan kedua metoda ruas Pamanukan Sewo lajur lambat dengan asumsi 2 lapis, 3 lapis, dan 4 lapis. Namun dalam penelitian ini, hanya membandingkan 2 lapis perkerasan saja dengan masing-masing kedua Metoda yang disajikan pada **Tabel 5** dibawah ini.

Tabel 5. PerbandinganTebal Lapis Tambah (*overlay*)Metoda AASHTO 1993 dan ProgramEVERSERIES

| STA | SNf | Sneff(min) | SNov | Dov (cm) | Deverseries (cm) |
|------------------|-------|------------|-------|----------|------------------|
| 141+000 -142+300 | 5,471 | 3,576 | 4,739 | 12,036 | 11,50 |
| 142+300 -148+442 | 5,691 | 3,576 | 5,288 | 13,431 | 15,73 |
| 148+442 -149+900 | 5,954 | 3,576 | 5,946 | 15,104 | 14,42 |
| 149+900 -151+000 | 6,060 | 3,576 | 6,210 | 15,773 | 12,19 |

| STA | SNf | Sneff(min) | SNov | Dov (cm) | Deverseries (cm) |
|------------------|-------|------------|-------|----------|------------------|
| 152+000 -150+773 | 6,078 | 3,576 | 6,255 | 15,888 | 11,20 |
| 150+773 -149+165 | 6,128 | 3,576 | 6,383 | 16,212 | 11,08 |
| 149+165 -147+985 | 5,660 | 3,576 | 5,211 | 13,237 | 11,00 |
| 147+985 -146+187 | 5,883 | 3,576 | 5,769 | 14,653 | 11,21 |
| 146+187 -145+017 | 5,483 | 3,382 | 5,253 | 13,343 | 12,86 |
| 145+017 -144+000 | 5,318 | 3,367 | 4,879 | 12,392 | 12,58 |
| 144+000 -142+791 | 5,276 | 3,576 | 4,25 | 10,796 | 11,64 |
| 142+791 -141+405 | 5,738 | 3,788 | 4,875 | 12,383 | 13,07 |

Keterangan : D_{ov} (cm) perhitungan AASHTO 1993 (2 lapis perkerasan)
 Deverseries (cm) perhitungan Program EVERSERIES(2 lapis perkerasan)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perbandingan antara analisismetoda AASHTO 1993 dengan analisis program EVERSERIESadalah sebagai berikut :

1. Input pada analisis menggunakan metode AASHTO 1993 yaitu berupa lendutan wakil dari D_1 dan D_9 , yang digunakan untuk menghitung Modulus Resilien dan Modulus Elastisitas perkerasan berasal hanya dapat menggunakan 2 lapis perkerasan saja. Sementara dalam metoda Program EVERSERIESpemodelan lapisan 2 sampai 5 lapis perkerasan. Pada EVERCALC dengan keseluruhan data lendutan FWD akan terpakai didalam proses *backcalculation* yang menghasilkan modulus bahan/resilien setiap lapis perkerasan termasuk lapisan *subgrade* serta nilai lendutan dari d_{f1} sampai d_{f9} saling mempengaruhi dalam perhitungan modulus kekakuan.
2. Kebutuhan lapis tambah (*overlay*) pada Metoda AASHTO 1993 didasarkan pada segmentasi lendutan sehingga menghasilkan kebutuhan *overlay* pada tiap segmen, sementara pada Program EVERSERIES menghasilkan kebutuhan *overlay*berdasarkan pada nilai respon dari tegangan dan regangan di tiap titiknya tanpa disegmentasi, sehingga menghasilkan kebutuhan *overlay* tiap titik yang berbeda besarnya.
3. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada kedua metoda bahwa, Metoda AASHTO 1993 menghasilkan kebutuhan lapis tambah relatif kecil dibandingkan dengan Program EVERSERIES.Hal ini disebabkan, pada Program EVERSERIES menganalisis seluruh tiap lapis perkerasan (mulai dari lapis permukaan sampai dengan tanah dasar) yang menunjukkan kualitas material per lapis. Dengan hasil *overlay* yang cukup besar, mengakibatkan struktur lapis perkerasan sudah lemah maka, dilakukan suatu penanganan khusus yaitu rekonstruksi bukan peningkatan.

Saran

1. Pada tinjauan stasioning yang memerlukan nilai tebal lapis tambah yang ekstrim perlu dilakukan penelitian khusus dengan cara pengambilan *core test* untuk mendapatkan kondisi kerusakan struktural yang sebenarnya.
2. Perlu dilakukan survei LHR dan WIM secara periodik setiap 1 tahun sekali pada ruas-ruas di daerah Pantura Jawa Barat.
3. Program EVERSERIES perlu aplikasikan lebih lanjut terhadap beberapa struktur perkerasan lentur maupun kaku di Indonesia, terkait di wilayah Pantura yang hamper keseluruhan adalah perkerasan kaku.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (1993) *Guide for Design of Pavement Structures 1993*, American Association of State Highways and Transportation Officials, Washington DC; USA.
- Qin, J. (2010) *Predicting Flexible Pavement Structural Response Using Falling Weight Deflectometer Deflections*, Thesis the faculty of the Russ College of Engineering and Technology of Ohio University.
- Muench, S.T., Mahoney, J.P., and Pierce, L.M. (2003) *The WSDOT Pavement Guide Interactive*, Washington Department of Transportation (WSDOT), Olympia,WA. Retrieved June 12, 2009, from WSDOT Official (<http://training.ce.washington.edu/WSDOT/>).
- Mahoney, J.P and Pierce, L.M. (1996) *Examination of State Department of Transportation Transfer Functions for Mechanistic-Empirical Asphalt Concrete Overlay Design*,Transportation Research Record No.1539, Transportation Research Board,Washington; DC, pp 25-32.
- Subagio, B.S., Wibowo, S.S., Ferdian. T., danSufanir. A.M.S. (2011), *Comparison of Overlay Design Analysis using Mechanistic and Semi-Analytical Methods, case study : Jakarta-Cikampek Toll Road*, Proceedings of the Eastern Asia Society fot Transportation Studies, Vol.8
- WSDOT (2005) *Everseries@User's Guide: Pavement Analysis Computer Software and Case Studies*, Washington; USA.