

PERBANDINGAN DESAIN LAPIS TAMBAH (OVERLAY) PERKERASAN LENTUR ANTARA METODE BINA MARGA REVISI JUNI 2017 MENGGUNAKAN DATA LENDUTAN BB DAN METODE AASHTO 1993 MENGGUNAKAN DATA LENDUTAN FWD (STUDI KASUS: RUAS JALAN BATAS KOTA MANADO – TOMOHON, NOMOR RUAS JALAN: 50006)

Hendry Samuel Benjamin
Theo K. Sendow, Joice E. Waani
Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado
Email: hendrybenjamin48@gmail.com

ABSTRAK

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia sehari-hari. Akibat penambahan jumlah kendaraan dan beban kendaraan yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan. Kerusakan pada lapisan perkerasan jalan juga dipengaruhi oleh faktor lain yaitu: material penyusun struktur perkerasan, faktor desain, faktor lingkungan, faktor desain, faktor cuaca dan iklim, faktor pelaksanaan konstruksi. Salah satu cara yang dapat dilakukan terhadap perkerasan jalan yang mengalami disfungsi struktural khususnya kerusakan sedang adalah dengan memberi lapisan tambahan (overlay) pada perkerasan tersebut.

Dalam penelitian ini mendesain tebal lapis tambah (overlay) perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga Revisi Juni 2017 dan AASHTO 1993 untuk study kasus Jalan Batas Kota Manado - Tomohon. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu Data Volume Lalu Lintas, Lendutan Benkelman Beam (BB) dan Lendutan Falling Weight Deflectometer (FWD). Pada Ruas Jalan Batas Kota Manado – Tomohon tidak dilakukan pengujian data lendutan Benkelman Beam (BB) sehingga dilakukan perhitungan dari data lendutan Falling Weight Deflectometer (FWD) menggunakan model dari data $df1 = 0,432$ mm mendapatkan hasil $d3 = 0,308$ mm dan $d2 = 0,17$ mm.

Hasil perhitungan metode Bina Marga Revisi Juni 2017 untuk $CESA4 = 4.389.265,16$ dan $CESA5 = 5.503.378,78$ dan menurut metode AASHTO 1993 $W18 = 15.354.708,47$ Hasil perhitungan tebal lapis tambah dengan Bina Marga Revisi Juni 2017 dengan nilai $CESA4$ sebesar 4 cm dan $CESA5$ sebesar 15 cm, sedangkan untuk metode AASHTO 1993 sebesar 9 cm.

Kata kunci: Ruas Jalan, Bina Marga Revisi Juni 2017, AASHTO 1993, Tebal Lapis Tambah (overlay).

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia sehari-hari. Jalan digunakan untuk menghubungkan suatu daerah dengan daerah lain dan menunjang aktivitas manusia dan barang, untuk itu kualitas jalan perlu dibangun sesuai dengan peruntukannya. Pesatnya pertumbuhan ekonomi suatu daerah menyebabkan jumlah kendaraan bertambah sehingga jalan menjadi salah satu indikator penilaian pertumbuhan suatu daerah.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) terjadi peningkatan jumlah kendaraan sekitar 6% setiap tahun. Akibat penambahan jumlah kendaraan dan beban kendaraan yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan.

Kerusakan pada lapisan perkerasan jalan juga dipengaruhi oleh faktor lain yaitu: material penyusun struktur perkerasan, faktor desain, faktor lingkungan, faktor desain, faktor cuaca dan iklim, faktor pelaksanaan konstruksi. Akibat dari kerusakan pada lapisan perkerasan jalan mengakibatkan beberapa masalah di antaranya kemacetan, lama waktu tempuh, kecelakaan lalu

lintas dan lain-lain. Salah satu cara yang dapat dilakukan terhadap perkerasan jalan yang mengalami disfungsi struktural khususnya kerusakan sedang adalah dengan memberi lapisan tambahan (*overlay*) pada perkerasan tersebut. Ruas jalan Batas Kota Manado - Tomohon dapat dilihat kondisi jalan yang sudah mulai berlubang dan bergelombang (sudah terjadi kerusakan fungsional jalan), maka perlu dilakukan perbaikan lapis permukaan atau dengan memberi lapisan tambahan (*overlay*).

Dalam perencanaan tebal perkerasan tambahan (*overlay*) untuk perkerasan lentur ada beberapa metode yang di gunakan di antaranya metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993 (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

Metode Bina Marga 2017 merupakan revisi terbaru dalam suatu perencanaan dan desain yang di pakai untuk merencanakan struktur perkerasan jalan baru dan tebal lapis tambah pada suatu struktur perkerasan jalan, serta direncanakan untuk menanggulangi isu empat tantangan yang berkaitan dengan kinerja aset jalan di Indonesia yaitu, beban berlebih, temperature tinggi, curah hujan tinggi, dan tanah lunak.

Sedangkan Metode AASHTO 1993 (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) metode yang berasal dari Amerika Serikat yang sudah dipakai secara umum di dunia dalam perencanaan struktur perkerasan jalan baru dan lapis tambah (*Overlay*) di berbagai negara. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur dengan menggunakan Metode Bina Marga 2017 dengan AASHTO 1993 ruas jalan Batas Kota Manado - Tomohon, (Nomor Ruas Jalan: 50006).

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, yang menjadi rumusan masalah adalah berapa tebal lapis tambahan (*overlay*) perkerasan lentur yang di butuhkan dengan metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993 (Studi Kasus Ruas Jalan Batas Kota Manado - Tomohon, Nomor Ruas Jalan: 50006).

Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian yang akan di lakukan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Batas Kota Manado - Tomohon, (Nomor Ruas Jalan: 50006).
2. Dalam penelitian ini tidak dilakukan survey langsung terhadap volume lalu lintas (LHR), data hasil pengujian lendutan dengan alat *Benkelmen Beam (BB)*, data hasil pengujian lendutan dengan alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)*, dan data struktur perkerasan jalan diperoleh dari Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Utara.
3. Perencanaan tebal lapis tambahan (*overlay*) perkerasan lentur berdasarkan metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993.
4. Tidak menghitung anggaran biaya.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur ruas jalan Batas Kota Manado - Tomohon, (Nomor Ruas Jalan: 50006) dengan metode Bina Marga 2017 menggunakan data lendutan BB.
2. Menghitung tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur ruas jalan Batas Kota Manado - Tomohon, (Nomor Ruas Jalan: 50006) dengan metode AASHTO 1993 menggunakan data lendutan FWD.
3. Membandingkan hasil perhitungan tebal perkerasan lentur metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993.
4. Menghitung tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur menggunakan variasi beban lalu lintas dengan metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Dapat mempelajari prinsip-prinsip perencanaan tebal lapis tambah dari metode Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993.
2. Dapat menjadi masukan bagi Balai Pelaksanaan Jalan Sulut tentang perencanaan tebal lapis tambahan dan penanganan perbaikan.

LANDASAN TEORI

Perencanaan Desain Tebal Lapis Tambah Tebal Lapis Tambah (Overlay) Metode Bina Marga Revisi Juni 2017

Prosedur tebal lapis tambah berdasarkan metode Bina Marga Revisi Juni 2017 adalah sebagai berikut:

1. Hitung beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL). CESA4 dan CESA5

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Keterangan:

ESA_{TH-1} = Kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (equivalent standard axle) pada tahun pertama.

LHHRJK = Lintasan harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan perhari)

VDFJK = Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor) tiap jenis kendaraan niaga (Menggunakan VDF) masing-masing kendaraan niaga.

DD = Faktor distribusi arah.

DL = Faktor distribusi lajur.

CESAL = Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

2. Menentukan tebal lapis tambah (overlay) berdasarkan lendutan maksimum (D_0).

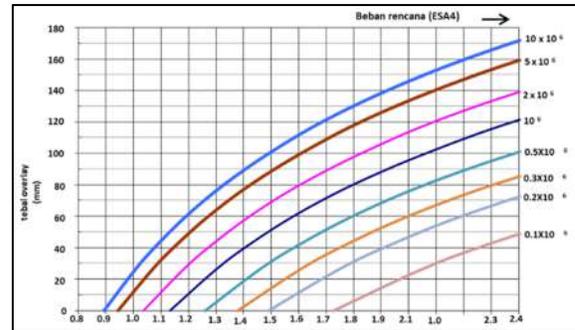
Nilai lendutan hasil pengujian dengan alat Benkelman Beam di koreksi dengan faktor koreksi temperature, faktor koreksi musim dan faktor koreksi beban sehingga di peroleh lendutan maksimum (D_0).

Selanjutnya menghitung lendutan wakil (Dwakil). Kemudian nilai Dwakil dan CESA4 di input pada Gambar 1 untuk menentukan tebal lapis tambah (overlay).

3. Menentukan tebal lapis tambah (overlay) berdasarkan lengkung lendutan (D_0 - D_{200})

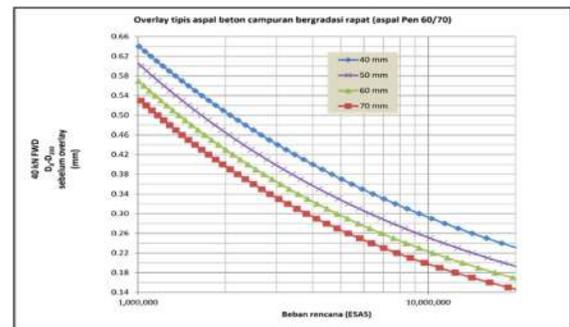
Nilai lendutan maksimum (D_0) di koreksi dengan faktor penyesuaian BB ke FWD sehingga di peroleh lengkung lendutan (D_0 - D_{200}) rata - rata. Kemudian nilai D_0 - D_{200} rata-rata dan CESA5 di input pada Gambar 2 dan

- 3 untuk menentukan tebal lapis tambah (overlay).



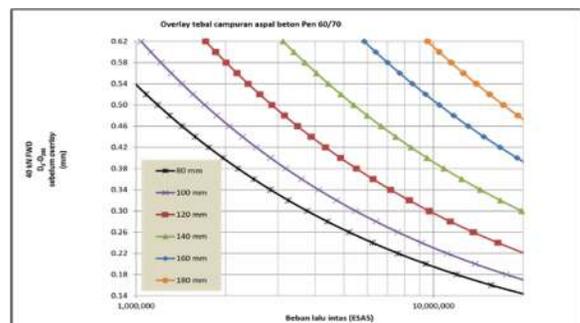
Gambar 1. Solusi Overlay Berdasarkan Lendutan Balik Benkelman Beam untuk WMAPT 41°C

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017



Gambar 2. Tebal Overlay Aspal Konvensional Untuk Mencegah Retak Akibat Lelah Pada MAPT > 35 (Overlay Tipis)

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017



Gambar 3. Tebal overlay aspal konvensional untuk mencegah retak akibat lelah pada MAPT > 35 (Overlay Tebal)

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Perencanaan Desain Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*) Metode AASHTO 1993

Prosedur tebal lapis tambah berdasarkan metode AASHTO 1993 adalah sebagai berikut :

1. Hitung beban kumulatif Equivalent Single Axle Load Tahun n (W_{18})

$$ESAL(n) = \sum_{t-t}^{MP} mn \times 365 \times E \times R \times DD \times DL$$

Dimana:

ESAL(n) = Kumulatif ekuvalen beban

subu standar sampai tahun ke-n

Mn = Jumlah masing – masing jenis

kendaraan sampai tahun ke-n

365 = Jumlah hari dalam satu tahun,

E = Faktor ekivalen beban sumbu

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu – lintas

DD = Koefisien distribusi arah, dan

DL = Koefisien distribusi lajur.

2. Menghitung tebal lapis tambah (*overlay*)

$$H_{OL} = \frac{SN_F - SN_{EFF}}{aOL}$$

Dimana:

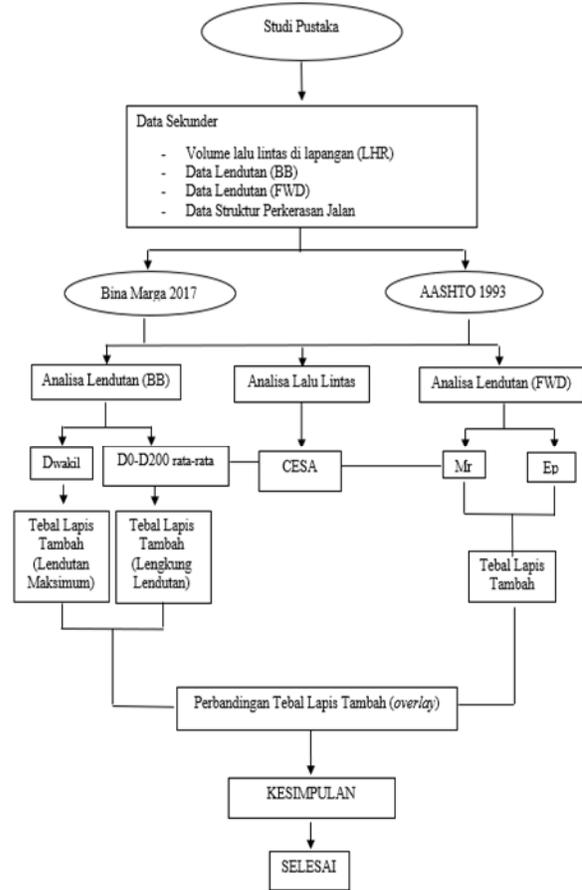
SN_{eff} = Angka Struktural Efektif perkerasan eksisting yang akan diberi lapis tambah

SN_f = Angka Struktural dimasa datang / perencanaan,

H_{OL} = Tebal lapis tambahan yang diperlukan (inci), dan

aOL = Koefisien lapisan *overlay*.

Bagan Alir Penelitian

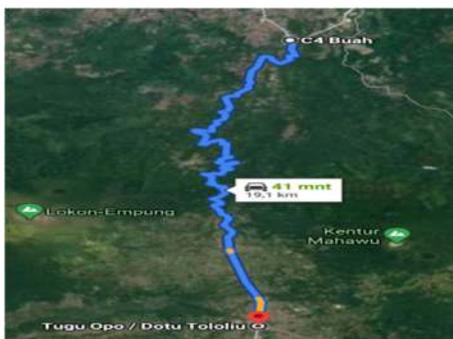


Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian pada Ruas Jalan Batas Kota Manado - Tomohon, (Nomor Ruas Jalan: 50006)



Gambar 4. Lokasi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas merupakan data sekunder yang didapatkan dari Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulut. Data volume lalu lintas di peroleh hasil survey selama satu minggu yaitu mulai Rabu, 6 November 2019 – Selasa, 11 November 2019 selama 24 jam dan di bagi setiap 15 menit.

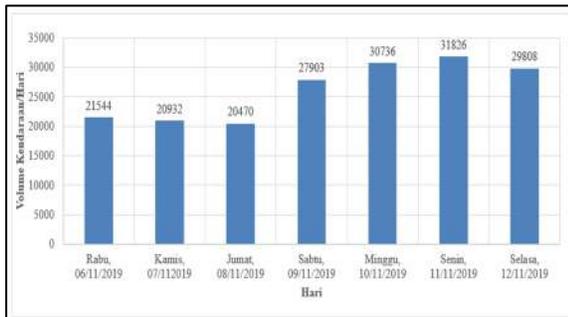
LHR terbesar Ruas Jalan Batas Kota Manado – Tomohon pada Senin, 11 November 2019 arah Tomohon - Manado didapatkan total Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) adalah 31.826 kendaraan yang terdiri dari MC = 14.327 kendaraan, LV = 16.040 kendaraan, dan HV = 1.459 kendaraan. Berikut ini rincian LHR 24 jam pada Rabu, 6 November 2019 – Selasa, 12 November 2019.

Tabel 1. Data Volume Lalu Lintas Ruas Jalan Batas Kota Manado – Tomohon

WAKTU	MC				LV								Jumlah LHR
	Gol.1 Speda Motor	Gol.2 Sedan, Hrp, St.Mozon	Gol.3 Opeler, Mikrolet, Mini Bus	Gol.4 Pick Up, Pick Up Kanvas	Gol.5a Bus Kecil	Gol.5b Bus Besar	Gol.6a Truck 2 Sumbu Ringan	Gol.6b Truck 2 Sumbu Sedang	Gol.7a Truck 3 Sumbu	Gol.7b Truck Sumbu Gandegan	Gol.7c Truck Sumbu Semitrailer		
Rabu, 06/11/2019	7567	11980	650	594	0	91	458	187	17	0	0	21544	
Kamis, 07/11/2019	7502	11690	567	547	0	85	387	144	10	0	0	20932	
Jumat, 08/11/2019	7281	11495	571	516	0	90	581	149	7	0	0	20470	
Sabtu, 09/11/2019	11627	12731	772	1656	157	84	657	209	21	2	7	27903	
Minggu, 10/11/2019	13657	12753	818	2041	188	65	805	336	64	0	9	30736	
Senin, 11/11/2019	14327	13152	814	2074	201	77	774	344	49	3	11	31826	
Selasa, 12/11/2019	12865	12428	857	2016	182	62	1071	250	100	1	16	29808	

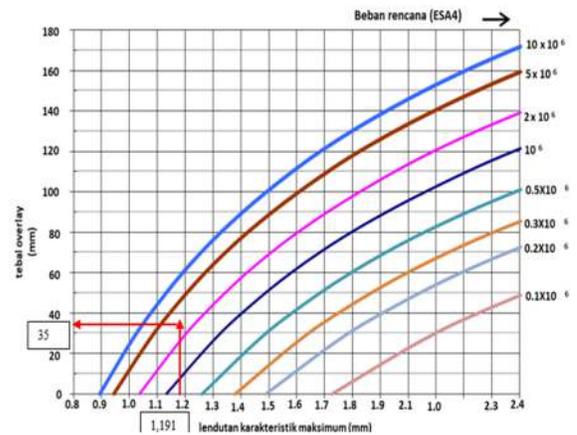
Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan CESA4 dan CESA5

NO	GOLONGAN	LHR	VDF4	VDF5	CESA4	CESA5
1	5a	201	0.3	0.2	132402.5457	88268.364
2	5b	77	1	1	169071.2442	169071.244
3	6a	774	0.8	0.8	1359596.291	1359596.29
4	6b	344	1.6	1.7	1208530.04	1284063.16
5	7a	49	7.6	11.2	817690.02	1205016.87
6	7b	3	36.9	90.4	243067.3601	595482.10
7	7c	11	19	33.2	458907.66	801880.76
JUMLAH					4389265.16	5503378.78



Gambar 6. Grafik Volume Lalu Lintas Ruas Jalan Batas Kota Manado – Tomohon

Tebal Lapis Tambah (overlay) Berdasarkan Lentutan Maksimum



Gambar 7. Solusi Overlay Berdasarkan Lentutan Balik Benkelman Beam untuk WMAPT 41°C

Perhitungan Tebal Lapis Tambah (overlay) Perkerasan Lentur Metode Bina Marga Revisi Juni 2017

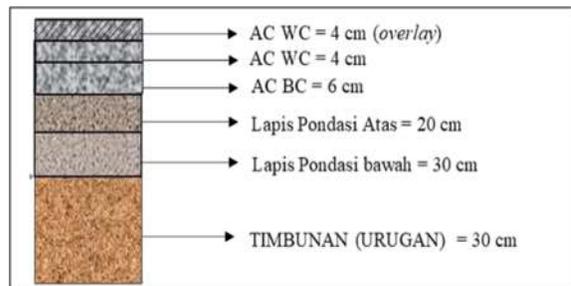
Analisis Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas (*i*) di gunakan pertumbuhan lalu lintas rata – rat Indonesia sebesar 4,75% dan umur rencana 12 tahun sehingga di peroleh Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana (*R*) sebesar 12,031.

Lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (CESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah umumnya diambil 0.50 berarti 2 arah, dan untuk faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL) yaitu 100%.

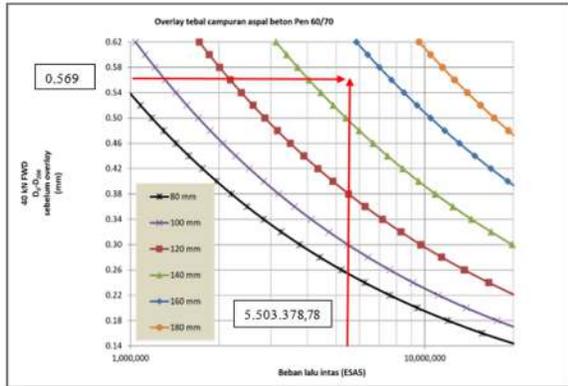
Nilai beban sumbu standar kumulatif (CESA) disajikan pada Tabel 2. Pada metode Bina Marga 2017 hanya memperhitungkan kendaraan niaga (golongan 5a-7c) dengan nilai VDF4 dan VDF5 masing-masing kendaraan. CESA4 dan CESA5 dapat dilihat pada Tabel 2.

Nilai Dwakil = 1,191 dan CESA4 = 4.389.265,16 sehingga tebal lapis tambah berdasarkan lentutan maksimum berdasarkan grafik pada Gambar 7 diperoleh setebal 35 mm dibulatkan menjadi 40 mm atau 4 cm.



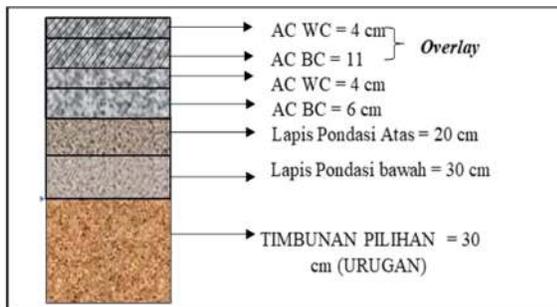
Gambar 8. Struktur Lapis Perkerasan Jalan Setelah di Overlay (Lentutan Maksimum)

Tebal Lapis Tambah (overlay) Berdasarkan Lengkung Lendutan



Gambar 9. Tebal Overlay Aspal Konvensional Untuk Mencegah Retak Akibat Lelah Pada MAPT > 35 (Overlay Tebal)

Nilai D0 – D200 rata-rata = 0,569 mm dan CESA5 = 5.503.378,78 sehingga tebal lapis tambah berdasarkan lendutan maksimum berdasarkan grafik pada Gambar 9 diperoleh setebal 150 mm atau 15 cm.



Gambar 10. Struktur Lapisan Perkerasan Jalan Setelah Di Overlay (Lengkung Lendutan)

Perhitungan Desain Tebal Lapis Tambah (Overlay) Metode AASHTO 1993

Analisis Lalu Lintas

Pada metode AASHTO 1993 memperhitungkan kendaraan ringan hingga kendaraan berat (golongan 2 – 7c). Faktor pertumbuhan lalu lintas (*i*) digunakan pertumbuhan lalu lintas rata-rata Indonesia sebesar 4,75% dan umur rencana 12 tahun sehingga diperoleh Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana (*R*) sebesar 15,688, faktor distribusi arah (*DD*) = 0,5 dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (*DL*) = 1. ESAL per tahun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan ESAL per tahun

JENIS KENDARAAN	GOLONGAN	LHR	BERAT TOTAL (kips)	VDF	ESAL per tahun
Sedan, jeep	2	13152	4.409245	0.00090	4337.740
Opelet, angkot	3	814	4.409245	0.00090	268.487
Pick-up, pick-up box	4	2074	4.409245	0.00090	684.081
Bus kecil	5a	201	18.298368	0.22619	16594.422
Bus Besar	5b	77	19.841604	0.32191	9047.274
Truk 2 sumbu ringan	6a	774	40.124132	4.63165	1308488.204
Truk 2 sumbu sedang	6b	344	40.124132	4.63165	581550.313
truk 3 sumbu	7a	49	55.115566	0.67031	11988.408
truk gandeng	7b	3	69.225151	3.91327	4285.026
Semi trailer	7c	11	92.594150	5.02615	20179.996
Jumlah					1957423.951

ESAL selama umur rencana (W18) = 12 tahun dihitung berdasarkan Tabel 3.

$$ESAL_n = ESAL_{2019} \times R \times DD \times DL$$

$$ESAL_{12} = ESAL_{2019} \times R \times DD \times DL$$

$$ESAL_{12} = 1.957.423,951 \times 15,68 \times 0,5 \times 1$$

$$ESAL_{12} = 15.354.708,47$$

Tebal Lapis Tambah (overlay)

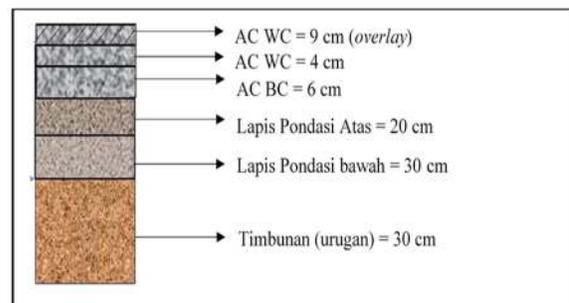
Untuk perhitungan tebal lapis tambah dihitung masing-masing STA setelah itu diambil tebal rata-rata. Sebagai contoh pada STA 06+600.

$$H_{OL} = \frac{SN_F - SN_{EFF}}{a_0L}$$

$$H_{OL} = \frac{7,387 - 3,56}{0,4}$$

$$H_{OL} = 9,576 \text{ cm}$$

Rata-rata tebal lapis tambah setebal 8,404 cm dibulatkan menjadi 9 cm.

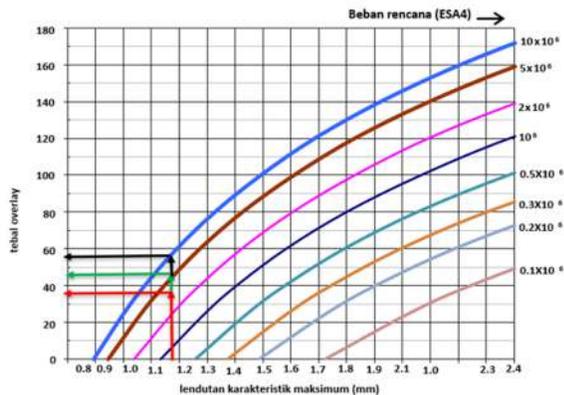


Gambar 11. Struktur Lapisan Perkerasan Jalan setelah di overlay

Perhitungan Tebal Lapis Tambah (overlay) Berdasarkan Variasi Beban Lalu Lintas

Metode Bina Marga 2017

Tebal lapis tambah (*overlay*) berdasarkan variasi beban lalu lintas pada Tabel 4 berdasarkan Gambar 12. Lentutan wakil = 1,191 mm dan untuk variasi beban lalu lintas yang digunakan mulai dari ESA4 = 4.389.265,16 dengan kelipatan 500.000 sampai dengan beban lalu lintas 10.000.000 (10×106).



Gambar 12. Solusi Overlay Berdasarkan Lentutan Balik Benkelman Beam untuk WMAPT 41°C

Tabel 4. Tebal Lapis Tambah Metode Manual Desain Perkerasan 2017 Dengan Variasi Beban

CESA	Tebal lapis tambah (<i>overlay</i>)	
	mm	cm
4389265.16	35	3.5
4500000	36.81	3.68
5000000	45	4.5
5500000	46	4.6
6000000	47	4.7
6500000	48	4.8
7000000	49	4.9
7500000	50	5.0
8000000	51	5.1
8500000	52	5.2
9000000	53	5.3
9500000	54	5.4
10000000	55	5.5

Dari Tabel 4 dibuat model untuk mencari R². Model yang digunakan yaitu Regresi Linier, Exponential, Logarithmic dan Polynomial Order 6. Berdasarkan keempat model disimpulkan bahwa model polynomial order 6 merupakan model terbaik karena memiliki nilai R² terbesar = 0,9991, persamaan ini dapat digunakan untuk menentukan tebal lapis tambah berdasarkan nilai CESA.

Metode AASHTO 1993

Tebal lapis tambah (*overlay*) berdasarkan variasi beban lalu lintas pada Tabel 5.

Tabel 5. Tebal Lapis Tambah Metode AASHTO 1993 Dengan Variasi Beban

CESA	Tebal lapis tambah (<i>overlay</i>) (cm)
15354708.47	8.401
20000000	9.020
25000000	9.551
30000000	9.995

Dari Tabel 4 dibuat model untuk mencari R². Model yang digunakan yaitu Regresi Linier, Exponential, Logarithmic dan Polynomial Order 6. Berdasarkan keempat model disimpulkan bahwa model polynomial order 6 merupakan model terbaik karena memiliki nilai R² terbesar = 1, persamaan ini dapat di gunakan untuk menentukan tebal lapis tambah berdasarkan nilai CESA.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Hasil perhitungan tebal lapis tambahan (*overlay*) perkerasan lentur metode Bina Marga Revisi Juni 2017 (menggunakan data lentutan BB) yaitu sebagai berikut.

- Tebal lapis tambah menggunakan lentutan maksimum (deformasi permanen) berdasarkan nilai CESA4 = 4.3899.265,16 menghasilkan tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar 4 cm
- Tebal lapis tambah menggunakan lengkung lentutan (Curvature Function) berdasarkan nilai CESA5 = 5.503.378,78

menghasilkan tebal lapis tambahan (overlay) sebesar 15 cm.

Pada perhitungan CESA metode Bina Marga 2017 hanya menghitung kendaraan Golongan 5 sampai 7c. Dan untuk perbedaan CESA4 dan CESA5 berdasarkan nilai VDF (Vehicle Damage Faktor)

Tebal lapis tambahan yang dibutuhkan sebesar 4 cm dihitung menggunakan lendutan maksimum namun dihitung juga tebal lapis tambah aspal konvensional untuk mencegah retak leleh dibutuhkan sebesar 15 cm. Hasil perhitungan tebal lapis tambahan (overlay) perkerasan lentur metode AASHTO 1993 (menggunakan data lendutan FWD) sebagai berikut.

Tebal lapis tambah dengan berdasarkan nilai $W18 = 15.354.708,47$ menghasilkan tebal lapis tambah (overlay) sebesar 9 cm.

2. Selisih dari perhitungan tebal lapis tambah (overlay) dengan metode Bina Marga Revisi Juni 2017 dan AASHTO 1993 pada ruas jalan Batas Kota Manado – Tomohon sebesar 6 cm, dimana untuk metode Bina Marga Revisi Juni 2017 memperoleh tebal lapis tambah lebih besar yaitu 15 cm dibandingkan metode AASHTO 1993 dengan tebal lapis tambah sebesar 9 cm.

3. Dari hasil variasi beban kendaraan untuk memperoleh tebal lapis tambah (overlay) metode Bina Marga Revisi Juni 2017 dan AASHTO 1993, Model Polynomial Order 6 adalah model terbaik untuk menghitung tebal lapis tambah dengan persamaan yang dihasilkan dari grafik tersebut. Nilai $R^2 = 0,9991$ untuk metode Bina Marga Revisi Juni 2017 dan nilai $R^2 = 1$ untuk metode AASHTO 1993.

Saran

1. Pengujian lendutan FWD sebaiknya dilakukan di setiap STA sepanjang ruas jalan tersebut agar diperoleh nilai lendutan yang mewakili seluruh ruas tersebut.
2. Dalam Penelitian ini perhitungan tebal lapis tambah (overlay) dengan menggunakan metode Bina Marga Revisi Juni 2017 menggunakan data lendutan BB dan metode AASHTO 1993 menggunakan data lendutan FWD. Disarankan untuk melakukan penelitian dengan metode Bina Marga Revisi Juni 2017 menggunakan data FWD dan metode lainya seperti Austroads, The Asphalt Institute.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1993. Guide for The Design of Pavement Structures, The American Association of State Highway Transportation Officials, Washington DC.
- Bina Marga, 2017. Manual Perkerasan Jalan (Revisi juni 2017) Nomor 04/SE/Db/2017. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Mantiri. Cynthia Claudia, Theo K. Sendow, Mecky R. E. Manoppo, 2019. Analisa tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru dengan Metode Bina Marga 2017 dibandingkan Metode AASHTO 1993. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.10 Oktober 2019 (1303-1316) ISSN: 2337-6732.
- Manguande. Jeisya, Mecky R. E. Manoppo, Theo K. Sendow, . 2020. Analisis Perbandingan Desain overlay perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2017 menggunakan data Lendutan BB dan AASHTO 1993 menggunakan data lendutan FWD (Studi kasus: Ruas Jalan Airmadidi-Kairagi). Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.1 Januari 2020(23-32) ISSN: 2337-6732.
- Romauli, Theresia Dwiriani, Joice E. Waani, Theo K. Sendow, 2016. Analisis Perhitungan Tebal Perkerasan tebal lapis tambahan (Overlay) Pada Perkerasan Lentur Dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan jalan 2013 (Studi Kasus: Ruas jalan Kairagi- Mapanget). Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.12 Desember 2016 (749-759) ISSN: 2337-6732.