



**ANALISA PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE BINA MARGA 2002 DAN AASHTO 1993
(Studi Kasus : Jalan Proklamasi, Kecamatan Kuantan Tengah,
Kabupaten Kuantan Singingi)**

Andri Prayitno

Program Studi Teknik Sipil,
Fakultas Teknik,
Universitas Islam Kuantan Singingi, Indonesia
Jl. Gatot Subroto KM. 7 Kebun Nenas, Desa Jake, Kab. Kuantan Singingi

ABSTRAK

Perkerasan kaku merupakan suatu susunan konstruksi perkerasan dimana sebagai lapisan atasnya digunakan pelat beton, yang terletak di atas pondasi atau langsung di atas tanah dasar. Ruas Jalan Proklamasi merupakan bagian dari sistem transportasi sebagai pelayanan sarana infrastruktur bagi penduduk. Mengingat dari masa ke masa jumlah penduduk akan semakin meningkat maka dilakukan perencanaan perkerasan kaku untuk melayani volume lalu lintas dimasa yang akan datang. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan tebal perkerasan kaku dengan metode Bina Marga 2002 dan Metode AASHTO 1993. Perencanaan tebal pelat beton perkerasan jalan dengan umur rencana 20 tahun, sedangkan data volume lalu lintas diambil data hasil survei yang dianggap dapat mewakili hari yang berpeluang volume lalu lintas tertinggi. Hasil perhitungan tebal plat beton dengan menggunakan metode Bina Marga 2002 didapat 23 cm dan dengan Metode AASHTO 1993 didapat sebesar 26 cm, terdapat perbedaan sebesar 3 cm, ini akibat perbedaan konsep dasar dari masing- masing metode. Sedangkan untuk tebal plat pondasi sebesar 12,5 cm.

Kata Kunci : Perkerasan Kaku, AASHTO 1993, Bina Marga 2002

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana angkutan darat yang sangat penting dalam memperlancar kegiatan hubungan perekonomian, baik antara kota satu dengan kota lainnya, antara kota dengan desa, atau antara desa dengan desa lainnya. Kondisi jalan yang baik akan memudahkan mobolitas penduduk dalam mengadakan hubungan perekonomian dan kegiatan sosial lainnya.

Perkerasan yang baik harus mempunyai ketahanan terhadap pengikisan akibat lalu lintas, perubahan cuaca, dan pengaruh buruk lainnya. Prasarana jalan yang terbebani oleh volume lalu lintas yang tinggi dan berulang-ulang akan menyebabkan terjadi penurunan kualitas jalan. Sebagai indikatornya dapat diketahui dari kondisi permukaan jalan, baik kondisi struktural maupun fungsionalnya yang mengalami kerusakan.

Pada ruas jalan Proklamasi Kabupaten Kuantan Singingi merupakan jalan yang selalu dilewati oleh banyak jenis kendaraan bahkan bus dan truk-truk besar, sehingga perlu perhitungan tebal lapis perkerasan yang tepat agar perkerasan jalan mempunyai daya dukung yang kuat terhadap beban kendaraan, terutama kendaraan berat.



Perkerasan jalan yang sering dipakai adalah perkerasan lentur dan juga perkerasan kaku. Karena diruas jalan Proklamasi sering dilalui oleh kendaraan berat maka peneliti mencoba untuk menganalisa tebal lapisan perkerasan kaku pada ruas jalan Proklamasi dengan menggunakan metode Bina Marga 2002 dan metode AASHTO 1993. Metode yang umumnya dipakai di Indonesia adalah metode Bina Marga 2002 sedangkan metode AASHTO umumnya dipakai di Amerika. Oleh karena itu, peneliti juga akan menggunakan metode AASHTO 1993 di Indonesia untuk dibandingkan dengan metode Bina Marga 2002 agar mendapatkan tebal perkerasan jalan yang baik dan sesuai dengan kebutuhan beban lalu lintas. Hasil dari penelitian ini nantinya diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam memilih jenis perkerasan yang akan digunakan pada ruas Jalan Proklamasi Sungai jering - Sinambek.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Secara umum untuk merencanakan suatu pekerjaan maka diperlukan suatu acuan . Acuan tersebut dapat berupa data, baik data teknis maupun non teknis. Data tersebut digunakan sebagai dasar evaluasi dan perencanaan sehingga hasil yang dicapai setelah pelaksanaannya diharapkan sesuai dengan maksud dan tujuan diadakannya pekerjaan tersebut.

Data Primer yaitu data yang diperoleh dari peninjauan dan pengamatan langsung di lapangan. Hal ini mutlak diperlukan untuk mengetahui kondisi sebenarnya lokasi penelitian. Data-data tersebut antara lain :

1. Data geometri eksisting jalan di kumpulkan dengan cara observasi langsung kelapangan.
2. Data Lalu Lintas yaitu volume lalu lintas terklasifikasi dikumpulkan dengan metode survey. Survey volume kendaraan untuk mencari LHR dilakukan selama tiga hari mulai jam 6 pagi sampai jam 6 sore. Survey dilakukan pada hari Senin, Rabu dan Minggu.

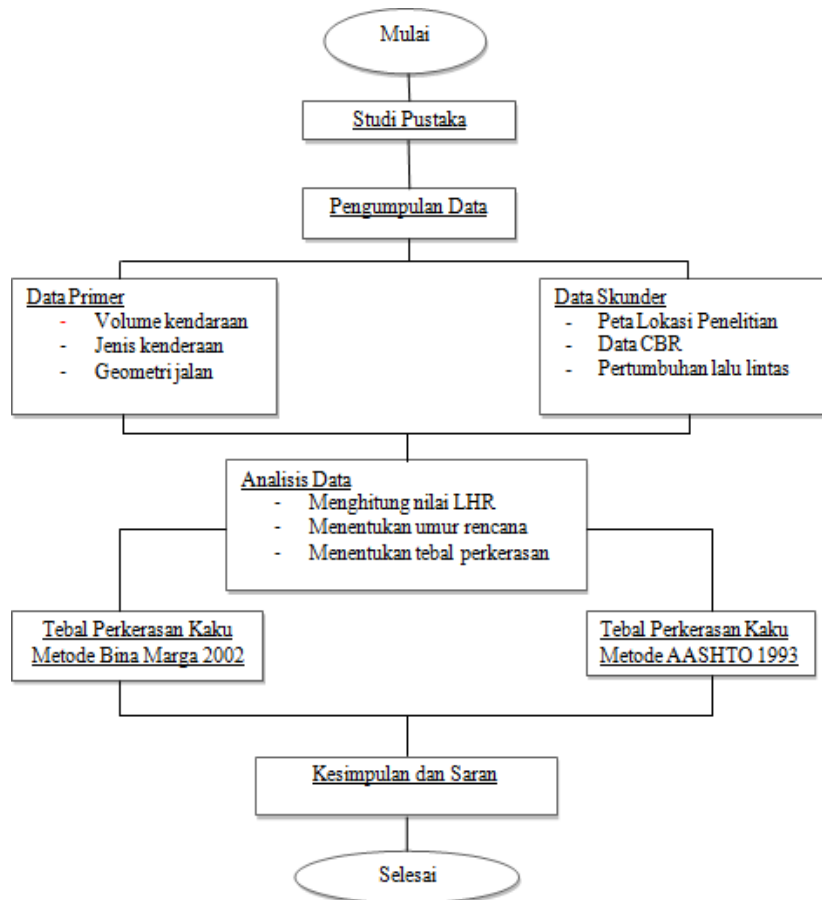
Data sekunder adalah data yang didapatkan dari beberapa sumber terkait. Data Sekunder yang di gunakan dalam penelitian ini adalah peta lokasi penelitian, data curah hujan, data tingkat pertumbuhan lalu lintas dan data CBR yang didapat dari instansi terkait yaitu Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air Kabupaten Kuantan Singingi.

2.2 Metode Pengolahan data

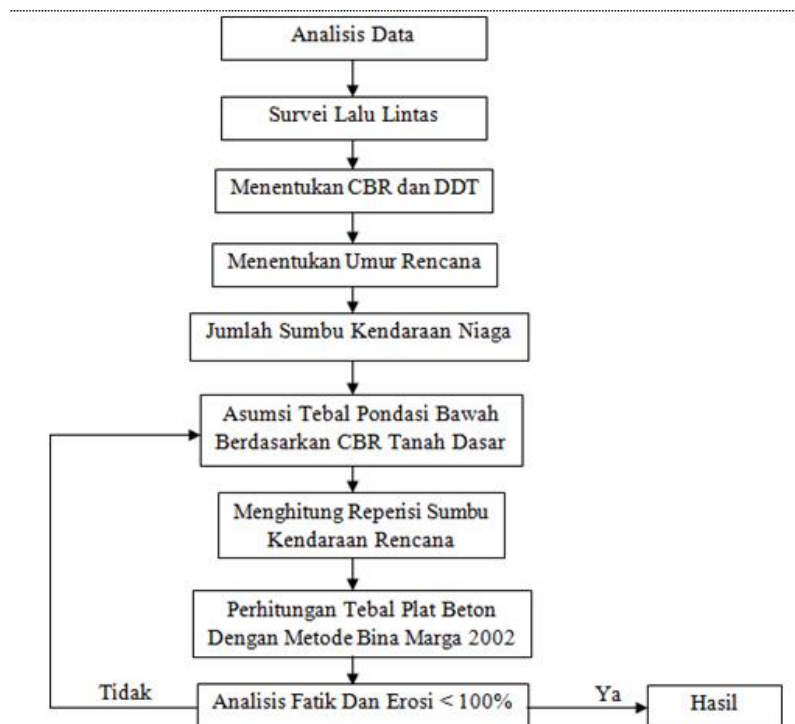
Pada tahap ini dilakukan proses pengolahan data, baik data primer maupun data sekunder. Analisa meliputi pengakumulasian data yang kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data dalam perhitungan teknik secara lengkap untuk menghasilkan output yang akan digunakan sebagai input pada proses selanjutnya.

Analisa data dilakukan dengan beberapa bagian yaitu :

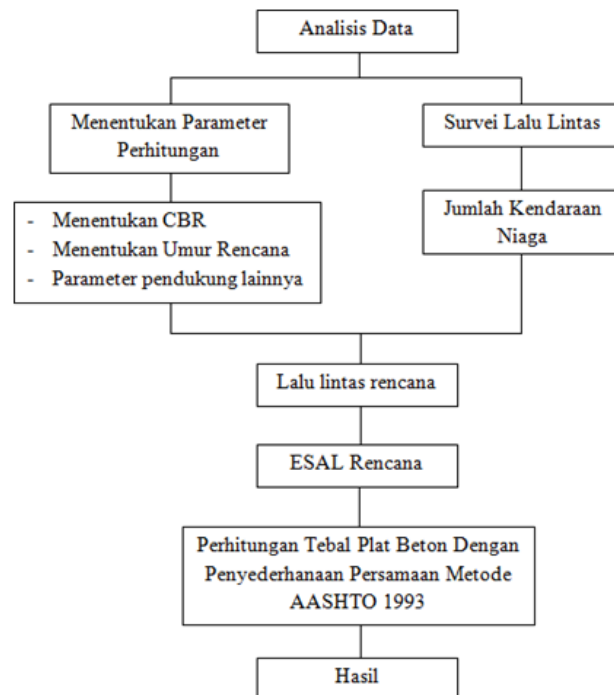
1. Menghitung nilai LHR jalan.
2. Menentukan tebal lapis perkerasan kaku berdasarkan beban lalu lintas jalan menggunakan parameter dan persamaan metode Bina Marga 2002.
3. Menentukan tebal lapis perkerasan kaku berdasarkan beban lalu lintas jalan menggunakan parameter dan persamaan metode AASHTO 1993.
4. Membandingkan tebal perkerasan dengan metode bina marga dan AASHTO 1993 yang sesuai untuk ruas jalan Proklamasi.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Metodologi Analisa metode Bina marga 2002



Gambar 3. Bagan Alir Metodologi Analisa metode AASHTO 1993

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Geometrik Jalan

Dari hasil pengukuran dan observasi dilapangan tentang geometrik dijalan Proklamasi Teluk Kuantan didapat hasil sebagai berikut :

- Berdasarkan kelas dan fungsi jalan maka jalan proklamasi merupakan jalan arteri kelas I
- Tipe jalan adalah dua lajur dua arah.
- Lebar efektif (jalur lalu lintas) jalan adalah 8 meter setiap lajur.
- Bahu jalan 1 meter.
- Jenis perkerasan jalan adalah perkerasan lentur.



Gambar 4. Kondisi Geometrik Jalan Proklamasi



CBR dan Daya Dukung Tanah (DDT)

Untuk penentuan daya dukung tanah dasar, nilai CBR diambil dari penelitian terdahulu yang didapat dari data dinas terkait, mengingat keterbatasan dana dan waktu. Dengan nilai CBR 5% yang didapat dari dinas terkait, maka nilai DDT dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut : $DDT = 4,3 \text{ Log (CBR) } + 1,7$

$$DDT = 4,3 \text{ Log (5) } + 1,7$$

$$DDT = 4,71$$

Berdasarkan peraturan perencanaan perkerasan jalan beton semen konfigurasi beban sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu yaitu Sumbu Tunggal roda tunggal, sumbu tunggal Roda ganda, sumbu tandem roda ganda, sumbu tridem roda ganda. Berdasarkan data hasil survey jenis kendaraan yang akan melintas pada jalan yang akan direncanakan yaitu, Mobil Penumpang, Mini bus, Pick up, Truk 2 As kecil masuk ke dalam konfigurasi beban sumbu tunggal roda tunggal. Untuk Bus dan truk besar 2 As memiliki konfigurasi beban sumbu tunggal roda ganda.

Analisa Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2002

Beban sumbu kendaraan dikelompokkan kedalam jenis kendaraan niaga. Pengumpulan data volume lalu lintas dilakukan dengan cara survey selama 3 hari yaitu hari Senin, Rabu, Dan Minggu dimana hari tersebut dianggap dapat mewakili hari yang berpeluang volume lalu lintas tinggi. Rekapitulasi beban sumbu kendaraan niaga pada hari yang dianggap mewakili volume lalu lintas kendaraan tertinggi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Sumbu Berdasar Jenis Dan Beban Kendaraan

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu				Jumlah Kend. (Bh)	Jumlah Sumbu Per Kend. (Bh)	Jumlah Sumbu Keseluruhan	STRT		STRG		STDRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (Ton)	JS (Bh)	BS (Ton)	JS (Bh)	BS (Ton)	JS (Bh)
Bus Sedang	1	1			62	2	124	-					
Bus Besar	3	5			87	2	174	3	87	5	87		
Truk 2 As	2	4			254	2	508	2	254	4	254		
Truk 3 As	6	14			184	3	552	6	184			14	184
Traller	6	14	5	5	20	4	80	6	20			14	20
Jumlah							1438		545		341		204

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

- RD : Roda Depan , RB : Roda Belakang, RGD : Roda Gandeng Depan, RGB : Roda Gandeng Belakang
- STRT : Sumbu Tunggal Roda Tunggal, STRG : Sumbu Tunggal Roda Ganda, STDRG : Sumbu Tandem Roda Ganda
- BS : Deban Sumbu, JS : Jumlah Sumbu

1. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian

Data volume lalu lintas hasil survey yang dilakukan selama 3 hari yaitu Senin, Rabu, dan Minggu mulai jam 6 pagi sampai jam 6 sore. Sedangkan data tingkat pertumbuhan lalu lintas



(i) sebesar 5%/tahun. Penentuan beban Lalu-lintas rencana untuk perkeras beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (commercial vehicle). data survey lalu lintas pada Jalan Proklamasi dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 2. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian

No	Jenis Kendaraan	Beban sumbu	Jumlah	
			Kendaraan	Sumbu
1	Bus Sedang	2	62	124
2	Bus Besar	8	87	174
3	Truk 2 As	6	254	508
4	Truk 3 As	20	184	552
5	Traller	30	20	80
			Total JSKNH	1438

Sumber : Hasil Perhitungan

Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) selama 20 tahun umur rencana dihitung dengan cara :

$$R = \frac{(1+i)^{20} - 1}{i} = \frac{(1+5\%)^{20} - 1}{5\%} = 33,7$$

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \\ &= 365 \times 1.438 \times 33,7 \\ &= 17.442.109 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

2. Prosentase Beban Sumbu

Prosentase beban sumbu kendaraan adalah prosentase masing-masing kendaraan terhadap jumlah total sumbu. Contoh % beban sumbu pada bus sedang sebagai berikut :

$$\% \text{ beban sumbu bus sedang} = \frac{\text{jumlah kendaraan}}{\text{total jumlah sumbu}} \times 100\% = \frac{62}{124} \times 100\% = 0,5$$

3. Repetisi Kumulatif

Contoh perhitungan repetisi kumulatif yang diizinkan selama usia rencana untuk bus sedang sebagai berikut :

Nilai koefisien distribusi kendaraan sesuai pada tabel 3.2 diambil 0,5 untuk dua jalur 2 arah.

Repetisi = JSKN x % beban sumbu x koefisien distribusi kendaraan

$$= 17.442.109 \times 0,5 \times 0,5 = 4360527,25.$$

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Jumlah Sumbu	% Beban Sumbu	JSKN	Cd	Repetisi
1	Bus Sedang	62	124	0,5	17442109	0,5	4360527,25
2	Bus Besar	87	174	0,5	17442109	0,5	4360527,25
3	Truk 2 As	254	508	0,5	17442109	0,5	4360527,25
4	Truk 3 As	184	552	0,333333	17442109	0,5	2907018,167
5	Traller	20	60	0,333333	17442109	0,5	2907018,167
Kumulatif							18895618,08

Sumber : Hasil Perhitungan

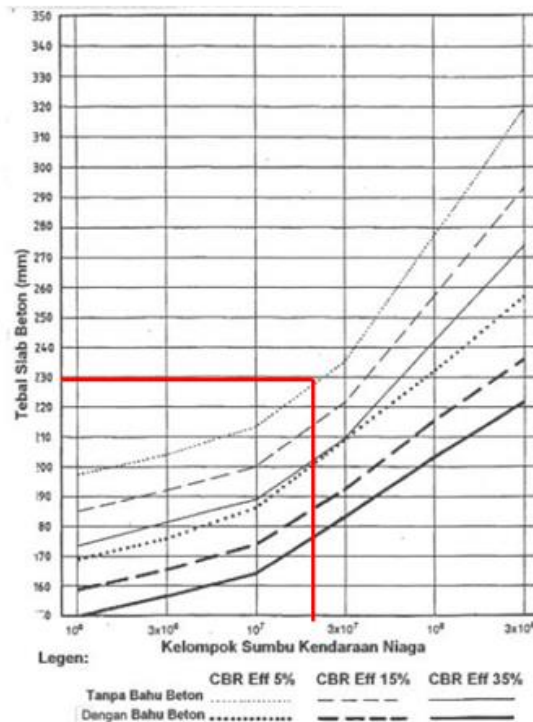
4. Tebal Slab Beton

Dipakai beton umur 28 hari dengan kuat tekan 350 kg/cm.

$$f_c' = 350 = 34 \text{ Mpa}$$

$$10,2$$

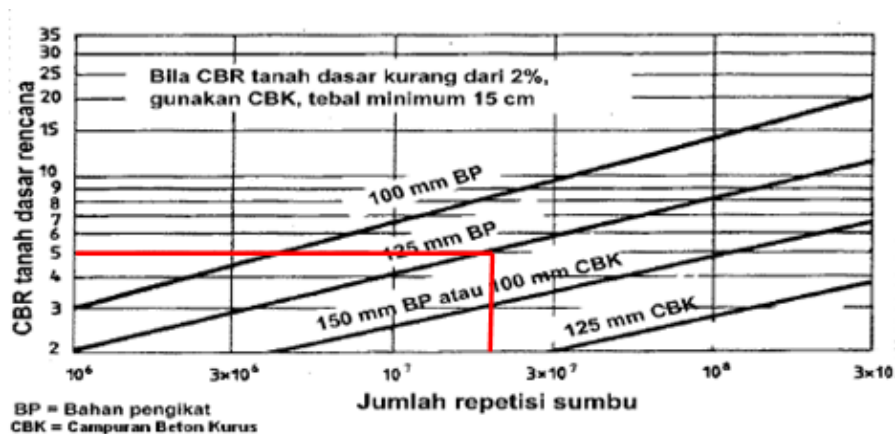
$$f_r = 0,62 \sqrt{34} = 3,615 \text{ Mpa}$$



Gambar 5. Perencanaan Untuk Lalu Lintas Dalam Kota

Sumber : Pd T - 14 - 2003

Berdasarkan grafik diatas maka tebal perkerasan beton semen adalah sebesar 230 mm. Beton yang digunakan adalah beton dengan kuat tekan 28 hari $f_c' = 34$ MPa dan $f_r = 3,615$ MPa. Dengan nilai CBR tanah dasar 5% maka dari Grafik harga modulus reaksi tanah dasar didapatkan nilai $k = 36$ kPa dengan nilai faktor keamanan (FK) = 1.



Gambar 6. Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen

Sumber : pd T - 14 - 2003



Dari grafik hubungan CBR tanah dasar dengan jumlah repetisi sumbu maka dapat ditentukan tebal pondasi bawah yaitu 125 mm = 12,5 cm.

5. Analisis Fatik Dan Erosi

$$FTR = \frac{TE}{Fr} = \frac{0,74}{3,6}$$

$$\text{Beban rencana per roda} = \frac{\text{jumlah sumbu (KN)} \times Fkb}{\text{jumlah sumbu}} = \frac{30 \times 1}{2} = 15$$

$$\text{Persen rusak} = \frac{\text{repetisi yang terjadi}}{\text{repetisi izin}} \times 100 = \frac{4360527,25}{TE} \times 100$$

Tabel 3. Rekapitulasi Analisa Fatik Dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu Ton (KN)	Beban Rencana Per Roda (KN)	Repetisi Yang Terjadi	Faktor Tegangan Dan Erosi	Analisis Fatik		Analisis Erosi	
					Repetisi Izin	% Rusak	Repetisi Izin	% Rusak
STRT	3 (30)	15	4360527,25	Te: 0,74 Frt: 0,20 Fe: 1,86	4 X 10 ⁴	10,9	TT	0
	2 (20)	10	4360527,25		6 X 10 ⁴	12,6	TT	0
	6 (60)	20	2907018,167		2 X 10 ⁵	14,5	TT	0
	6 (60)	20	2907018,167		3 X 10 ⁵	14,5	TT	0
STRG	5 (50)	25	4360527,25	Te: 1,22 Frt: 0,34 FE: 2,46	TT	0	TT	0
	4 (40)	20	4360527,25		TT	0	TT	0
STDRG	14 (140)	35	2907018,167	1,08 Frt: 0,34 Fe: 1,86	TT	0	TT	0
	14 (140)	35	2907018,167		TT	0	TT	0
Jumlah					56,5 < 100%		0 < 100%	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tebal rencana dilakukan analisa fatik dan erosi didapatkan prosentase fatigue = 0,00 < 100% (memenuhi syarat), jadi diambil tebal perkerasan kaku sebesar 23 cm.

Analisa Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993

1. Lalu lintas

Data Parameter rencana yang dibutuhkan data CBR 5 %, umur rencana 20 tahun. Faktor distribusi (DL) = 100 % sesuai tabel 3.5 untuk jumlah lajur setiap arah.

Faktor distribusi arah (Dd) = 0,5

Dengan persamaan faktor ESAL, berikut contoh perhitungan untuk kendaraan bus sedang :
Lalulintas rencana = jumlah kendaraan x (1 + 5%)²⁰ = 62 x (1 + 5%)²⁰ = 164,5045

Faktor ESAL = lalulintas rencana x (DD x DL) x 365 = 164,5045 x (100% x 0,5) x 365 = 300,2206 ESAL
Rencana = Faktor ESAL x Faktor Pertumbuhan = 300,2206 x 33,7 = 10117,44

Tabel 4. Perhitungan ESAL Berdasarkan Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Jumlah Sumbu	Faktor Pertumbuhan	Lalulintas rencana	Faktor ESAL	ESAL Rencana
Bus Sedang	62	124	33,7	164,5045	300,2206	10117,44
Bus Besar	87	174	33,7	230,8369	421,2773	14197,05
Truk 2 As	254	508	33,7	673,9376	1229,936	41448,85
Truk 3 As	184	552	33,7	488,2068	890,9774	30025,94
Traller	20	60	33,7	53,06595	96,84537	3263,689
					Total	99052,96

Sumber : Hasil Perhitungan



2. Tebal perkerasan

Untuk menentukan tebal pelat beton yang diperlukan dalam metode AASHTO ini ditentukan oleh mutu beton atau modulus elastisitas (Ec), tegangan tarik rata-rata beton yang ditentukan setelah 28 hari dengan tes lentur (S’c), koefisien transfer beban titik (J), jenis perkerasan kaku yang digunakan, jenis sambungan konstruksi (apakah dengan ruji atau tidak), jenis penulangan, tebal pelat, serta modulus reaksi struktur bawah (substructure). Data-data yang diketahui dalam menentukan tebal pelat perlu, diantaranya :

Reliabilitas sesuai tabel 3.6 tingkat reliabilitas berdasarkan tingkat fungsi jalan yaitu 80 – 95, diambil nilai R = 90 %

Standar deviasi (So)= 0,40 Sesuai tabel 3.7 nilai ZR = -1,282 Po = 4,5

Pt = 2,0

Pf = 1,5

ΔPSI= Po – Pt = 4,5 – 2,0 = 2,5

Lalu lintas rencana (W18) = 9,9 x 10⁵ f’c = Beton K – 350

Ec =5700(f’c)^{0,5} =5700(4213)^{0,5} =369991,56 Psi

S’c = 4,0 MPa = 40,79 kg/cm² = 517,98 lb/in² J = 2,5 – 3,1 ; diambil J = 3,0

Koefisien drainase (Cd) = 1,00 K = 420 Psi

$$\text{Log}_{10}(9,9 \times 10^5) = (-1,282 \cdot 0,40) + \text{Log}_{10}(D + 1) - 0,06 + \frac{\log\left[\frac{2,5}{4,5 - 2,0}\right]}{1 + \frac{9,9 \times 10^5}{(D+1)^{8,46}}}$$

$$(4,22 - 0,32(2,0)) \times \log_{10} \frac{40,79 \cdot 1 \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times 3 \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{\frac{369991,56}{420}} \right]}$$

Dari Persamaan di atas diperoleh nilai D = 10,3 inchi = 26,1 cm = 26 cm. Maka, tebal Pelat beton adalah 26 cm.

Tabel 5. Rekapitulasi Perbandingan Tebal Perkerasan Kaku Metode Bina Marga 2002 Dan AASHTO 1993

Parameter	Bina Marga 2002	AASHTO 1993
CBR	5%	5%
UR	20 tahun	20 tahun
I	5% / tahun	5% / tahun
R	33,7%	33,7%
Coeffisien Distribusi	0,5	0,5
fc’	Beton K-350	Beton K-350
fr	3,615 Mpa	-
FKB	1	-
k	36 KPa	-
D _L	-	100%
D _D	-	0,5
Reabilitas	-	90%
So	-	0,40
ZR	-	-1,282
Po	-	4,5
Pt	-	2,0
Pf	-	1,5
Ec	-	369.991,56 Psi
S’c	-	4,0 Mpa
J	-	3,0
Coeffisien Drainase	-	1,00
K	-	420 Psi
Tebal Perkerasan	23 cm	26 cm

Sumber : Hasil Perhitungan



Hasil dari perhitungan perencanaan tebal perkerasan jalan dengan metode Bina Marga 2002 didapat tebal plat beton 23 cm sedangkan perencanaan tebal perkerasan jalan dengan metode AASHTO 1993 tebal plat beton 26 cm.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Perencanaan perkerasan kaku pada ruas jalan Proklamasi ketebalan Pelat beton perkerasan jalan dengan menggunakan metode Bina Marga 2002 adalah 23 cm, sedangkan perencanaan perkerasan jalan dengan menggunakan Metode AASHTO 1993 tebal lapis permukaan adalah sebesar 26 cm atau berbeda 3 cm. Tebal lapisan pondasi bawah 12,5 cm diatas tanah dasar.
- 2) Lebar pelat perkerasan diambil dengan lebar jalur lalu lintas yaitu 8 m x 2 lajur, 2 arah dan umur rencana 20 tahun.
- 3) Meskipun parameter yang digunakan kedua metode dalam menghitung tebal lapis perkerasan kaku ada perbedaan, namun hasil yang diperoleh antara Metode Bina Marga 2002 dengan Metode AASHTO 1993 tidak jauh berbeda.

4.2 Saran

Berdasarkan analisis dan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk mendapatkan tebal perkerasan yang optimum lebih baik melakukan penyelidikan nilai CBR tanah sehingga nantinya nilai CBR tanah yang efektif dapat tercapai untuk menentukan tebal perkerasan.
- 2) Untuk perencana maupun pelaksana hendaknya mementingkan kualitas dan hasil akhir dari pada mementingkan keuntungan tetapi mengabaikan kualitas dan hasil akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi Admadilaga, 2011 *Desain Perkerasan Kaku Metode Bina Marga*.
- [2] Agung Satria Rizdika, 2015. *Studi Analisa Perbandingan Perkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Ajung Kabupaten Jember*. Universitas Muhammadiyah, Jember.
- [3] Andi Tenrisuki Tenriajeng, *Seri Diktat Kuliah, Rekayasa Jalan Raya 2, Penerbit Guna Darma*. Jakarta.
- [4] *Depertemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah, Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen. Pd T- 14 - 2013*.
- [5] Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembinaan Jalan Kota, *Panduan Survai Dan Perhitungan waktu Perjalanan Lalu Lintas no. 001 /T/Bnkt/1990*. Jakarta.
- [6] Dwi Sulistyoy, Jenni Kusumaningrum, 2013. *Analisis Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku Dengan Menggunakan Metode Bina Marga Dan Metode*



AASHTO Serta Merencanakan Saluran Permukaan Pada Ruas Jalan Abdul Wahab, Sawangan. Jakarta.

- [7] Ir. Hamirhan Saodang MSCE, *Konstruksi Jalan Raya, Buku 2 Perancangan Perkerasan Jalan Raya*, Penerbit Nova. Bandung. 2005.
- [8] Lutfi Ana Sahrianto, 2016. *Analisa Perbandingan Konstruksi Jalan Perkerasan Lentur Dengan Perkerasan Kaku Ditinjau Dari Metode Pelaksanaan Dan Biaya (Studi Kasus: Pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Mantingan-Ngawi)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [9] Nursyamsu Hidayat, S.T., M.T., Ph.D dan Wiryanta, S.T., M.T. (2012), *Buku 2 : RKPM (Rencana Kegiatan Pembelajaran Mingguan) Modul Pembelajaran Pertemuan Ke-1 Survei Jalan Dan Lalulintas Sem Iv / 2 Sks Praktek / Kode Pdts2227*, Program Diploma Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [10] Oktodelina Nurahmi, 2012. *Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Serta Analisis Ekonominya Pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung*. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [11] *Penulisan Tugas Akhir Dan Kerja Praktek*, 2015, Progran Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
- [12] Suryawan Ari, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) Perencanaan Metode AASHTO 1993*, Yogyakarta, 2013.
- [13] Yonandika Pandu Putranto dan Achmad Miraj Ridwansyah, 2016. *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Ruas Jalan Tol Karanganyar – Solo*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.