

STUDI PENGARUH PENINGGIAN BADAN JALAN PADA LOKASI GENANGAN AIR JALAN TOL PADALEUNYI RUAS PASTEUR-KOPO JALUR A KM 130+300 – KM 130+800

Oleh:

Dian Aulia dan Sindy Dwi Yuliani

Lulusan Diploma III Program Studi Kontruksi Sipil
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung
dian.aulia.f@gmail.com dan sindydwi0507@gmail.com

Suherman Sulaiman

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung
Jl.Gegerkalong Hilir, Ds.Ciwaruga, Bandung
sxs142@yahoo.co.uk

ABSTRAK

Penanganan genangan air di Jalan Tol Padaleunyi ruas Pasteur – Kopo Jalur A Km 130+500 – Km 130+800 dilakukan dengan meninggikan elevasi jalan menggunakan lapisan Asphalt Treated Base (ATB). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan lapisan ATB terhadap kinerja struktur perkerasan pada lajur eksisting dan lajur pelebaran. Analisis untuk mengetahui umur rencana perkerasan didasarkan pada nilai Structural Number (SN) metoda AASHTO 1993. Variabel yang digunakan dalam menghitung SN pada perkerasan lajur eksisting dan lajur pelebaran berupa: ketebalan (D) dan koefisien kekuatan relatif bahan (a) dari masing-masing lapisan, yang telah dievaluasi sesuai dengan kondisi perkerasan di lapangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa peninggian elevasi jalan dengan lapisan ATB pada struktur perkerasan di lajur eksisting memberikan umur rencana 4,6 tahun lebih lama dari pada umur rencana awal 20 tahun. Sementara, pada perkerasan di lajur pelebaran memberikan umur rencana 10 tahun lebih lama dari pada umur rencana awal 20 tahun.

Kata Kunci : *Asphalt Threated Base*, Struktur Perkerasan, Structural Number, Umur Rencana,

Pendahuluan

Infrastruktur merupakan aspek vital dalam mempercepat pembangunan nasional. Salah satu infrastruktur yang paling penting di Negara Indonesia adalah jalan tol. Jalan tol dibangun untuk melancarkan arus lalu lintas di daerah yang telah berkembang, sehingga dapat meningkatkan hasil dan daya guna pelayanan

distribusi barang dan jasa yang dapat menunjang pertumbuhan ekonomi. Salah satu jalan tol di Indonesia dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi yaitu Jalan Tol Padaleunyi. Dalam upaya meningkatkan standar pelayanan minimum jalan tol Padaleunyi, maka pada tahun 2012 PT. Jasa Marga melakukan peningkatan jalan berupa penambahan lajur

kendaraan di beberapa ruas jalan tol Padaleunyi. Pada salah satu ruas penambahan lajur tersebut, terdapat penanganan khusus berupa peninggian elevasi jalan menggunakan lapisan Asphalt Threated Base (ATB) diatas perkerasan eksisting, maupun perkerasan pada lajur baru. Hal ini dilakukan untuk mengatasi genangan air yang masuk kebadan jalan pada saat terjadi hujan. Penanganan ini dilakukan pada ruas Ruas Pasteur-Kopo Jalur A (arah Jakarta menuju Bandung) Km. 130+300 – Km. 130+800. Oleh karena itu dilakukan analisis terhadap kinerja struktur perkerasan akibat dari penambahan lapis ATB. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan lapisan ATB terhadap kinerja struktur perkerasan pada jalan eksisting dan perkerasan lajur baru berdasarkan nilai Struktural Number menurut AASHTO 1993.

Tinjauan Pustaka

Nilai *Structural Number* (SN) merupakan fungsi korelasi dari persamaan dasar AASHTO 1993 dalam merencanakan perkerasan lentur. Berdasarkan *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures* 1993 nilai SN dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$\log w_{18} = Z_R \times S_0 + 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log(M_R) - 8,07$$

.....Persamaan 1

dimana :

- SN : *Structural Number*, nilai korelasi total suatu tebal perkerasan yang dibutuhkan.
- M_R : *Resilient modulus* (psi)
- Z_R : Deviasi normal yang mewakili reliabilitas (R)
- S_0 : Gabungan kesalahan baku dari perkiraan beban lalu lintas dan kinerja perkerasan
- ΔPSI : Selisih indeks permukaan awal dan akhir

Sementara itu dalam menghitung nilai SN pada perkerasan eksisting dengan didasarkan pada persamaan dasar AASHTO 1993, dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$SN = \sum a_n D_n \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

dimana :

- SN = nilai *Structural Number*.
- a_n = koefisien relatif bahan masing-masing lapisan.
- D_n = tebal masing-masing lapisan perkerasan.

Nilai koefisien relatif bahan yang digunakan untuk menghitung nilai SN pada perkerasan eksisting, disesuaikan dengan kondisi dari perkerasan tersebut (Tabel 1)

Tabel 1 Koefisien Relatif Sesuai dengan Tingkat Kerusakan

BAHAN	KONDISI PERMUKAAN	Koefisien kekuatan relatif (a)
Lapis permukaan Beton aspal	Terdapat sedikit atau sama sekali tidak terdapat retak kulit buaya dan/atau hanya terdapat retak melintang dengan tingkat keparahan rendah	0.35 – 0.40
	<10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <5% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.25 – 0.35
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau 5-10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.20 – 0.30
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.14 – 0.20
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan tinggi	0.08 – 0.15
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan tinggi	

Sumber : Pd T-01-2002-B

Apabila lapisan berupa perkerasan beton semen, maka tebal lapisan (D), dapat dihitung dengan cara mengalikan tebal pelat beton semen efektif dengan faktor konversi ke aspal beton. Faktor konversi tersebut dapat dihitung berdasarkan persamaan dibawah ini:

$$A = 2,2233 + 0,0099 (D-D_{EFF})^2 - 0,1534 (D-D_{EFF}) \dots\dots\dots \text{Persamaan 3}$$

dimana :

D = Tebal pelat beton semen (inchi)

D_{EFF} = Tebal pelat beton semen efektif (inchi)

A = Faktor konversi tebal pelat beton semen ke aspal beton.

Tebal beton semen efektif pada jalan eksisting, sangat tergantung pada kondisi perkerasannya. Berdasarkan AASHTO 1993 tebal pelat beton semen efektif dapat dicari berdasarkan Persamaan 4.

$$D_{EFF} = F_{jc} \times F_{jur} \times F_{fat} \times D$$

.....Persamaan 4

dimana:

D_F = Tebal lapis pelat beton eksisting

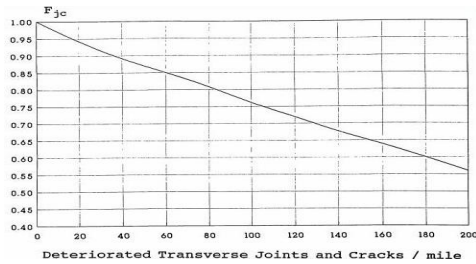
F_{jc} = faktor retakan pada sambungan (jika memperbaiki semua daerah yang memburuk sebelum lapis tambah nilai $F_{jc} = 1$)

F_{dur} = faktor durabilitas

F_{fat} = faktor akibat fatik

Faktor-faktor untuk menghitung tebal efektif perkerasan beton semen diatas, ditentukan dengan menggunakan Gambar 1 untuk faktor retakan.

Sedangkan untuk faktor durabilitas (F_{dur}) dan faktor akibat fatik (F_{fat}) dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3.



Sumber : AASHTO 1993, hal III-126

Gambar 1 Faktor Retakan Pada Sambungan

Tabel 2 Faktor Durabilitas

Kondisi perkerasan	F_{dur}
Jika tidak ada masalah durabilitas retak	1
Sedikit retak tetapi tidak paling exists	0,96-0,99
Sedikit retak cracking dan beberapa serpihan terjadi	0,88-0,95
Retak Banyak dan cracking dan banyak serpihan yang terjadi	0,80-0,88

Sumber : AASHTO 1993, hal III-126

Tabel 3 Faktor Akibat Fatik

Kondisi perkerasan	F_{fat}
Jika sangat sedikit terjadi retak melintang	0,97-1,00
Jika agak banyak terjadi retak melintang	0,94-0,96
Jika sangat banyak terjadi retak melintang	0,90-0,93

Sumber : AASHTO 1993, hal III-126

Perhitungan nilai SN untuk perkerasan jalan baru berupa perkerasan komposit (SN_k) dapat dihitung berdasarkan hasil studi *Bureau of Design and Environment* sesuai dengan persamaan dibawah ini (*Bureau Of Design And Environment*, 2011):

$$SN_k = 0.40 DS + 0,33 Df \dots \text{Persamaan 5}$$

dimana:

SN_k = *Structural Number* perkerasan komposit

DS = ketebalan aspal beton (inchi)

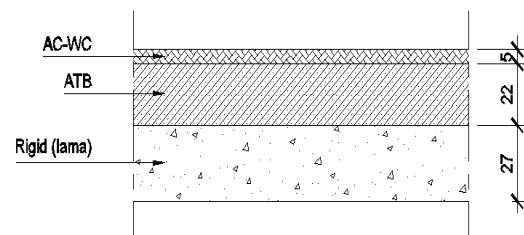
Df = ketebalan lapis beton semen baru (inchi)

Hasil Dan Pembahasan

Penanganan genangan yang dilakukan PT Jasa Marga yaitu dengan menambahkan *Asphalt Treatment Base* (ATB) dengan tebal bervariasi antara 9 cm s/d 35 cm. Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan ATB terhadap struktur perkerasan jalan, maka dilakukan analisis terhadap nilai *Structural Number* (SN) pada jalan eksisting dan jalan baru. Tebal ATB yang digunakan dalam analisis ini merupakan tebal ATB rata-rata sebesar 22 cm.

Analisis Struktural Number Pada Perkerasan Eksisting di Ruas Penanganan Genangan

Gambar berikut ini merupakan gambar lapisan perkerasan eksisting pada ruas penanganan genangan :



Gambar 2 Lapisan pada Perkerasan Eksisting yang Ditambah Dengan ATB

Setiap lapisan perkerasan dicari nilai *Structural Number* (SN) dengan cara mengkalikan tebal efektif dengan koefisien kekuatan relatif material. Tabel 4 berikut ini merupakan hasil analisis SN pada perkerasan eksisting pada ruas penanganan genangan :

Tabel 4 Analisis SN Eksisting Pada Penanganan Genangan

Lapis perkerasan	Tebal lama (cm)	Fk	Tebal efektif kaku		A	Tebal Lentur (inchi)	A	SN
			(cm)	(inchi)				
AC-WC	5	1	5	1,97	1	1,97	0,4	0,79
ATB	22	1	22	8,66	1	8,66	0,25	2,17
Beton K-375	27	0,86	23,35	9,19	2,02	18,60	0,25	4,65
Jumlah <i>Structural Number</i>								7,60

Nilai-nilai tersebut didapat berdasarkan perhitungan dibawah ini:

Nilai SN untuk lapisan AC-WC dan ATB, dihitung dengan cara mengkalikan tebal efektif dengan koefisien kekuatan relatif. Berikut perhitungan dalam menghitung nilai SN pada tiap lapis perkerasan:

$$SN_{ATB} = \text{tebal efektif}_{ATB} \times a_{ATB}$$

$$SN_{ATB} = 8,66 \times 0,25$$

$$SN_{ATB} = 2,17$$

Nilai koefisien relatif ATB sebesar 0,25 (Abobaker, 2011 : 18).

$$SN_{AC-WC} = \text{tebal efektif}_{AC-WC} \times a_{AC-WC}$$

$$SN_{AC-WC} = 1,97 \times 0,4$$

$$SN_{AC-WC} = 0,79$$

Sedangkan untuk nilai SN pada perkerasan beton semen (D) dapat dihitung dengan cara mengkalikan tebal konversi dari beton semen ke beton aspal dengan koefisien relatif kekuatan bahan. Berdasarkan gambar rencana diketahui bahwa perkerasan eksisting terdiri dari perkerasan beton semen (D) dengan tebal 27 cm atau 10,63 inchi.

Tebal beton semen yang diketahui perlu dievaluasi untuk mengetahui tebal beton semen

efektif. Secara visual perkerasan beton semen eksisting terlihat sedikit retak-retak, sehingga didapatkan tebal beton semen efektif adalah sebesar:

$$\begin{aligned} D_{EFF} &= D \times F_{jc} \times F_{dur} \times F_{fat} \\ &= 10,63 \times 1 \times 0,92 \times 0,94 \\ &= 9,19 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Dari tebal beton semen (D) dan tebal beton semen efektif (Deff) didapatkan faktor konversi perkerasan beton semen kedalam aspal beton sebesar:

$$\begin{aligned} A (\text{Faktor Konversi}) &= \\ &= 2,2233 + 0,0099 (D_F - D_{EFF})^2 - 0,1534 (D_F - D_{EFF}) \\ &= 2,2233 + 0,0099 (10,63 - 9,19)^2 - 0,1534 (10,63 - 9,19) \\ &= 2,02 \end{aligned}$$

Setelah faktor konversi beton semen menjadi aspal beton diketahui, maka tebal efektif perkerasan beton semen yang telah di konversi kedalam aspal beton adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D \text{ beton semen ke aspal beton} &= \\ &= D_{EFF} \times A \\ &= 9,19 \times 2,02 \\ &= 18,60 \text{ inchi} \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk menghitung SN pada beton semen eksisting dapat menggunakan persamaan dibawah ini dengan nilai koefisien kekuatan relatif bahan sebesar 0,25 (Tabel 1)

SN Beton = D beton semen ke aspal beton x a

SN Beton = 18,60 x 0,25

SN Beton = 4,649

Dari hasil perhitungan SN dapat diketahui pengaruh penambahan ATB terhadap kinerja struktur perkerasan. Dalam hal ini kinerja

struktur perkerasan dapat ditunjukkan dengan umur rencana perkerasan. Umur rencana perkerasan eksisting di ruas penanganan genangan dihitung berdasarkan nilai SN pada perencanaan aspal beton. Perencanaan aspal beton ini didasarkan pada data LHR jalan tol Padaleunyi, bulan Januari - Juli 2012. Berikut penjabaran dari perhitungan SN pada perencanaan aspal beton selama umur rencana 20 tahun (Persamaan 1):

Tabel 5 Perhitungan CESA (W18) Perkerasan Lentur

Jenis Kendaraan	LHR 2012 (Januari-Juli)		Faktor ESAL	g		GF		w ₁₈		DA	DL	w ₁₈	
	Pst-PsK	PsK-Kp		Pst-PsK	PsK-Kp	Pst-PsK	PsK-Kp	Pst-PsK	PsK-Kp			Pst-PsK	PsK-Kp
1,1 Mobil Penumpang	32,736	31,493	0.0004	8.40	8.48	47.84	48.25	251,381	243,898	0.4	0.8	80,442	78,047
1,2 Bus	1,797	1,729	0.2695					8,454,724	8,203,060	0.5	0.8	3,381,890	3,281,224
1,2 Light Truck	3,537	3,568	0.1902					11,748,189	11,950,456	0.5	0.8	4,699,275	4,780,183
1,2 Heavy Truck	996	1,005	5.1984					90,427,764	91,984,652	0.5	0.8	36,171,106	36,793,861
1,22 Truk	830	824	2.7787					40,275,032	40,342,253	0.5	0.8	16,110,013	16,136,901
1,2-22 Trailer	176	164	10.5810					32,489,333	30,511,489	0.5	0.8	12,995,733	12,204,596
1,2+22 Trailer	14	13	5.2310					1,269,707	1,192,411	0.5	0.8	507,883	476,964
1,22-222 Trailer	145	137	2.8901					7,314,994	6,997,901	0.5	0.8	2,925,997	2,799,161
												76,872,339	76,550,937

Keterangan:

- Pst-PsK : Ruas Pasteur – Pasir Koja
- PsK-Kp : Ruas Pasir Koja – Kopo

Tabel 6 Parameter Perencanaan Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993

No	DATA PARAMETER PERENCANAAN	SIMBOL	NILAI	SATUAN	KETERANGAN
1	Umur Rencana	UR	20	tahun	
2	Jumlah Lajur Rencana		3	lajur	
3	Jumlah Arah Rencana		1	arah	
4	Data Lalu Lintas ESAL	W18	76,872,339		dari perhitungan ESAL
5	CBR Subgrade	CBR	6.0	%	
7	Reliabilitas	R	90	%	Freeways untuk daerah rural R = 80 - 99.9 %
8	Standard Normal Deviate	Zr	-1.282		korelasi angka reabilitas
9	Combine Standars Error	So	0.45		untuk flexible pavements = 0.4 - 0.5
10	Indeks Permukaan Awal	Po	4.2		berdasarkan jenis lapis perkerasan
11	Indeks Permukaan Akhir	Pt	2.5		jalan utama = 2.5 ; jalan dengan LL rendah = 2.0
12	Delta PSI	ΔPSI	1.7		ΔPSI = Po - Pt
14	Resilient (elastic) Modulus	Mr	9000	pci	Mr = 1500 x CBR

Tabel 7 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993

No	PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN	NILAI	KETERANGAN
	Tebal SN	6.185002	Percobaan
	log W₁₈	7.885770	
1	Z _R *S _o	-0.5769	
2	9,36*log(SN+1)-0.2	7.816155	
3	log(ΔPSI/(4.2-1.5))	-0.200915	
4	0,4+(1094/((SN+1) ^{5,19}))	0.439279	
5	2,32*LOG(Mr)-8,07	1.103843	
	log W_{t,18}	7.885724	log W ₁₈ = log W _{t,18}

Setelah nilai SN pada perencanaan perkerasan aspal beton diketahui, maka umur rencana pada perkerasan eksisting dapat dihitung berdasarkan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{UR eksisting} &= \\
 &\frac{\text{SN AC-WC} + \text{SN ATB} + \text{SN Beton}}{\text{SN Rencana}} \times 20 \\
 &= \frac{0,79 + 2,17 + 4,65}{6,19} \times 20 \\
 &= 24,6
 \end{aligned}$$

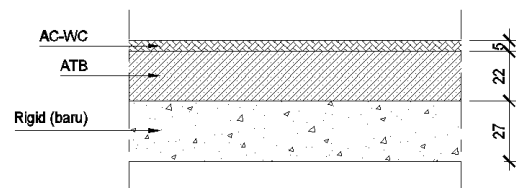
Tabel 8 Umur Rencana Perkerasan Eksisting
Di Ruas Penanganan Genangan

SN		UR
AC-WC	0,79	24,6
ATB	2,17	
Beton	4,65	
Rencana	6,19	20,0

Dari hasil perhitungan umur rencana perkerasan eksisting di ruas penanganan genangan, dapat disimpulkan bahwa perkerasan mempunyai umur yang lebih lama 4,6 tahun dari umur rencana sebesar 20 tahun.

Analisis Struktural Number Pada Perkerasan Jalan Baru di Ruas Penanganan Genangan

Gambar berikut ini merupakan gambar lapisan pada perkerasan beton semen baru pada ruas penanganan genangan :



Gambar 3 Lapisan pada Perkerasan Jalan Baru di Ruas Penanganan Genangan

Nilai *Structural Number* (SN) untuk masing-masing lapisan dihitung berdasarkan jenis materialnya. Tabel 10 berikut ini merupakan hasil analisis SN pada perkerasan jalan baru pada ruas penanganan genangan:

Tabel 10 Analisis SN Perkerasan ATB

Lapis Perkerasan	Tebal lama (cm)	Fk	Tebal efektif kaku		a	SN
			(cm)	(inchi)		
ATB	22	1	22	8,66	0,25	2,17

Contoh Perhitungan :

$$SN_{ATB} = \text{tebal efektif ATB} \times a_{ATB}$$

$$SN_{ATB} = 8,66 \times 0,25$$

$$SN_{ATB} = 2,17$$

Sedangkan untuk menghitung nilai *Structural Number* perkerasan pada pelebaran jalan baru dapat dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$SN_k = 0,40 D_1 + 0,33 D_f$$

$$\text{Dik : } D = 5 \text{ cm} = 1,968 \text{ inci}$$

$$D_f = 27 \text{ cm} = 10,63 \text{ inci}$$

$$SN_k = 0,40 \times 1,968 + 0,33 \times 10,63$$

$$SN_k = 4,29$$

Untuk menganalisis umur rencana perkerasan jalan baru di ruas penanganan genangan dibagi menjadi dua bagian yaitu umur rencana ATB, dan umur rencana jalan baru, berikut hasil analisis umur rencana perkerasan pada ruas penanganan genangan :

Tabel 11 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru
Di Ruas Penanganan Genangan

SN		UR
ATB	2,17	10,02
Pelebaran Jalan Baru	4,29	20,0
Total Umur Perkerasan		30,1

SN jalan baru disesuaikan dengan umur rencana jalan tersebut yaitu 20 tahun, sedangkan umur rencana ATB didapatkan dengan menggunakan persamaan:

$$UR = \frac{SN_{ATB}}{SN_{Jalan\ Baru}} \times 20$$

$$UR = \frac{2,17}{4,29} \times 20$$

$$UR = 10,02$$

Dari hasil perhitungan umur rencana perkerasan jalan baru pada penanganan genangan dapat disimpulkan bahwa perkerasan mempunyai umur perkerasan lebih lama 10 tahun dari umur rencana.

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut ini:

1. Peninggian elevasi jalan dengan lapisan ATB baik pada struktur perkerasan jalan baru dan eksisting memberikan umur rencana yang lebih panjang daripada umur rencana awal atau umur rencana selama 20 tahun. Hal ini dapat dilihat dari nilai SN pada perkerasan yang telah di beri lapis ATB lebih besar daripada sebelum diberi lapis ATB.
2. Lapis ATB pada penanganan genangan pada ruas Pasteur-Kopo Tol Padaleunyi tidak hanya berfungsi sebagai leveling jalan, akan tetapi memberikan kontribusi pada kinerja perkerasan jalan.

Daftar Pustaka

AASHTO, 1993, "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures", Washington DC, USA.

Abobaker, Ibrahim Ali Langer. 2011. *Thesis*, "Analysis of Road Damage Due To Over Loading (Case Study: Demak-Trengguli Arterial Road, Central Java Province, Indonesia)". Semarang: Universitas Dipenogoro.

Bureau of Design and Environment. 2011. "Pavement Design Structural Design Of Composite Pavements". Illinois: Bureau of Design And Environment Manual.