

ANALISA EKONOMI PEMBANGUNAN PERKERASAN JALAN

Noor Salim

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata No. 49 Jember
Rumah : Perumahan Villa Tegal Besar Blok A-4 Jember / HP.08123473511
Email: Salimkdz@gmail.com

Abstract

Improving the quality of road pavement will impact on the age of the road, and this will also add to the costs incurred. On the other hand the government's finances are limited or volume that will be done on the rise. To the above the need for efforts to minimize construction costs and simultaneously improve their quality. One way is to use a mixture of cellulose fiber surface layer of asphalt on the road. The conclusion of this research is the cellulose fibers can be used as an ingredient added to the asphalt pavement in Indonesia to resist cracking, occurs because the wheels of the vehicle flow (rutting), tropical climate, overload, and other environmental factors. And once the economy is analyzed using a composite model of the surface layer of HRS-B with 2 in thick, a layer of crushed stone foundation of the class A with 8 in thick, a layer of crushed stone foundation under a class B in thick. Obtained results of the cost of new construction without HRS surface is 72,870.33 (\$/km) ; cost cover the surface of HRS with pen bitumen 60/70 without cellulose fibers is 30,800.00 (\$/km) and with pen bitumen 60/70 with 0.3% cellulose fibers is 36,050.00 (\$/km) ; whereas the cost of new construction with the surface of HRS with pen bitumen 60/70 without 0.3% cellulose fibers is 103,670.33 (\$/km) and with pen bitumen 60/70 with 0.3% cellulose fibers is 108,920.33 (\$/km). While the Life cycle Cost Analysis that compares the present value of the total cost of each alternative with a discount rate of 0%, 5%, and 10%. shows that the construction of roads with the surface of HRS with pen bitumen 60/70 with 0.3% cellulose fibers is more economical than the construction of roads with the surface of HRS with pen bitumen 60/70 without cellulose fibers.

Key words : cost, , life cycle cost

1. Pendahuluan

Dengan cepat perkembangan Negara Republik Indonesia, kebutuhan akan infrastruktur transportasi meningkat secara cepat di seluruh Negara ini. Jalan dalam konteks ini berperan sangat penting. Berdasarkan hal tersebut di atas sangatlah penting kesinambungan atas perbaikan kualitas dan reliabilitas jalan yang mana teknologi perkerasan menjadi salah satu faktor penting yang harus dipertimbangkan.

Peningkatan kualitas perkerasan jalan akan berdampak pada umur jalan, dan hal ini juga akan menambah biaya yang dikeluarkan. Di lain pihak keuangan pemerintah semakin terbatas atau pula volume yang akan dikerjakan semakin meningkat. Dengan hal tersebut diatas perlunya usaha untuk meminimalisir biaya pembangunannya dan sekaligus meningkatkan kualitasnya. Usaha ini harus diawali oleh ahli teknik jalan, sebagai contoh

adalah bermacam-macam bahan tambah untuk materia perkerasan, yang mana telah digunakan untuk menyediakan perkerasan berkualitas lebih, khususnya untuk lapisan permukaan jalan. Secara kebetulan banyak bahan tambah yang didapatkan dari bahan mineral yang mana persediaannya di dunia ini terbatas. Dalam hal ini pemakaian serat selulosa sebagai salah satu alternative yang diperkenalkan pada campuran aspal. Yang mana disimpulkan bahwa serat selulosa dapat digunakan sebagai bahan tambah pada perkerasan aspal di Indonesia untuk menahan keretakan (cracking), terjadi alur karena roda kendaraan (rutting), iklim tropis, beban berlebih, dan faktor lingkungan lain.

Dengan hal tersebut di atas atas hasil secara teknis yang telah berhasil maka perlunya dan mengevaluasi secara ekonomi. Dan untuk itu dalam studi ini melakukan analisa ekonomi sehingga akan diketahui seberapa besar efisiensi biayanya yang mana bisa dipakai untuk landasan dalam perencanaan selanjutnya.

Metodologi Penelitian

Skema operasional penelitian yang dilakukan untuk mengkaji manajemen parkir kendaraan roda dua

Data yang diambil berupa data hasil pengujian teknis aspal yang ada serta data lalu lintas. Data yang hasil uji aspal dan HRS yang diperoleh dari laboratorium dikembangkan ke sebuah model dan terus dilanjutkan dengan analisis-analisis dan yang terangkum sebagai berikut ini.

- 1). Model komposit eksisting menggunakan pengaspalan fleksibel untuk lalu lintas padat yang diperoleh dari Struktur Jalan Raya
- 2) Dari data sebelumnya yang diperoleh dalam penelitian ini, kinerja HRS tanpa dan dengan serat selulosa (CF) diprediksi menggunakan program komputer VESYS III.
- 3). Analisa biaya pada jalan aspal (Hubungan Biaya operasional kendaraan (Vehicle Operating Cost/VOC)) Persamaan VOC diperoleh dengan mencocokkan kurva. Menentukan Data Lalu lintas, Menentukan Data Jalan Aspal, Menentukan Satuan biaya dan Life Cycle Cost Analysis pada jalan aspal

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Menentukan Model Komposit Eksisting

Model komposit eksisting menggunakan pengaspalan fleksibel untuk lalu lintas padat yang diperoleh dari Struktur Jalan Raya oleh Soedarsono (1987). Gambar 2 menunjukkan jalan aspal fleksibel dengan ketebalan:

Lapis Permukaan : HRS	2 in
Lapis Pondasi : Batu Pecah Klas A	8 in
Pondasi Bawah: Batu Pecah Klas B	12 in
Tanah dasar: tanah liat dg CBR 4%	

Gambar 1 Model Komposit eksisting

3.2 Desain Prediktif

Dari data sebelumnya yang diperoleh dalam penelitian ini, kinerja HRS tanpa dan dengan serat selulosa (CF) diprediksi menggunakan program komputer VESYS III. Dari desain pada prosedur desain prediktif. Prediksi tersebut menghasilkan beberapa hubungan: waktu – area retakan, waktu – kedalaman, waktu – variasi kemiringan, dan waktu – present serviceability index (PSI) yang ditunjukkan pada tabel 1, 2, 3 dan 4.

Tabel 1 Hubungan antara waktu dan area retakan pada model eksisting

Waktu (tahun)	Area retakan (1000 sq – Ft) pada jalan aspal dengan permukaan HRS dengan aspal pen 60/70	
	Tanpa CF	Dengan 0.3% CF
0.50	0.000	0.000
1.00	0.029	0.023
1.50	4.888	4.255
2.00	41.114	46.944
3.00	283.88	271.92
4.00	597.58	585.17
8.00	992.91	992.43
12.00	999.99	999.99
16.00	1000	1000
20.00	1000	1000

Sumber data sekunder diolah 2010

Tabel 2 Hubungan Antara waktu dan kedalaman pada model eksisting

Waktu (tahun)	Kedalaman (inch) pada jalan aspal dengan permukaan HRS dengan aspal pen 60/70	
	Tanpa CF	Dengan 0.3% CF
0.50	0.191	0.181
1.00	0.241	0.228
1.50	0.276	0.260
2.00	0.304	0.286
3.00	0.341	0.320
4.00	0.371	0.348
8.00	0.460	0.429
12.00	0.568	0.528
16.00	0.647	0.599
20.00	0.709	0.656

Sumber data sekunder diolah 2010

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa hubungan antara waktu dan kedalaman alur pada model eksisting tertinggi tanpa CF 0,709 setelah tahun ke-20, sedangkan dengan 0,3% CF 0,659 tertinggi setelah tahun ke-20

Tabel 3 Hubungan antara waktu dan variasi kemiringan pada model eksisting

Waktu (tahun)	Variasi kemiringan pada jalan aspal dengan permukaan HRS dengan aspal pen 60/70	
	Tanpa CF	Dengan 0.3% CF
0.50	0.221	0.199
1.00	0.352	0.315
1.50	0.463	0.412
2.00	0.563	0.498
3.00	0.707	0.623
4.00	0.839	0.736
8.00	1.290	1.123
12.00	1.968	1.697
16.00	2.547	2.184
20.00	3.067	2.620

Sumber data sekunder diolah 2010

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa hubungan antara waktu dan variasi kemiringan pada model eksisting tertinggi tanpa CF 3,067 setelah tahun ke-20, sedangkan dengan 0,3% CF 2,620 tertinggi setelah tahun ke-20

Tabel 4 Hubungan antara waktu dan P S I pada model eksisting

Waktu (tahun)	Present Serviceability Index pada jalan aspal dengan permukaan HRS dengan aspal pen 60/70	
	Tanpa CF	Dengan 0.3% CF
0.50	4.384	4.403
1.00	4.269	4.300
1.50	4.160	4.202
2.00	4.036	4.087
3.00	3.835	3.898
4.00	3.670	3.741
8.00	3.320	3.419
12.00	2.951	3.092
16.00	2.669	2.843
20.00	2.433	2.634

Sumber data sekunder diolah 2010

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa hubungan antara waktu dan PSI pada model eksisting tertinggi tanpa CF 2,33 setelah tahun ke-20, sedangkan dengan 0,3% CF 2,634 tertinggi setelah tahun ke-20

3.3 Analisa biaya pada jalan aspal

1) Hubungan Biaya operasional kendaraan (Vehicle Operating Cost/VOC)

Persamaan VOC diperoleh dengan mencocokkan kurva terbaik dengan sembilan set data “tingkat kekasaran dan estimasi VOC” menggunakan TRRL Report No.723 yaitu $VOC = (A + (B \times \text{tingkat kekasaran})) \times 0.00182$, dan diperlihatkan dalam tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Nilai biaya operasional kendaraan (VOC)

V O C	A	B	Distribusi lalu lintas
VOC kendaraan penumpang	66.333	0.0102	34%
VOC kendaraan barang ringan	29.425	0.0271	48%
VOC bus	112.324	0.0144	1%
VOC truk sedang, 5 ton	154.533	0.0267	7%
VOC truk berat, 9 ton	191.164	0.0306	5%
VOC truk semi-trailer, 25 ton	512.749	0.0747	5%

2) Data Lalu lintas

Dari desain “Struktur Jalan” oleh Soedarsono (1987):

ADT = 2000 vpd

Pertumbuhan tahunan (ADT & EAL) = 6%

Distribusi arah = 50 : 50

EAL (18k) = 294.000

3) Data Jalan Aspal

Formula yang digunakan:

Pavement structural number : $SN = 1/25.4(a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3)$

a = koefisien kekuatan lapisan jalan aspal

D = ketebalan lapisan jalan aspal

Modified pavement structural number : $SN^* = SN + 3.511 \log CBR - 0.85 (\log CBR)^2 - 1.43$

CBR = California Bearing Ratio of the subgrade

Kekasaran jalan aspal : $R = R_0 + 1250 mN$

R = perkiraan kekasaran jalan (mm/km)

R_0 = kekasaran jalan setelah hamparan (mm/km)

N = EAL kumulatif

$m = 1/10^{(a^{1/3} - b^{1/3} - 1.3841)}$

dimana: $a = (0.20209 + 23.1318 c^2)^{1/2} - 4.8096 c$

$b = (0.20209 + 23.1318 c^2)^{1/2} + 4.8096 c$

$c = 2.1989 - SN^*$

Tambalan dan retakan jalan aspal : $P = 21600 (N-0.560)/SN^{*SN^*}$

4) Satuan biaya

Untuk HRS dengan aspal pen 60/70 tanpa serat selulosa:

$$\begin{aligned}
 \text{kuantitas agregat kasar} &= 32\% \times 81.84\% \times 0.05 = 0.0131 \\
 \text{kuantitas agregat sedang} &= 8\% \times 81.84\% \times 0.05 = 0.0033 \\
 \text{kuantitas agregat halus} &= 30\% \times 81.84\% \times 0.05 = 0.0123 \\
 \text{kuantitas pasir} &= 30\% \times 81.84\% \times 0.05 = 0.0123 \\
 \text{kuantitas aspal} &= 14.73\% \times 1.030 \times 1000 \times 0.05 = 7.5860
 \end{aligned}$$

Harga satuan HRS dengan aspal pen 60/70 tanpa serat selulosa = \$ 4.40

Untuk HRS dengan aspal pen 60/70 dengan serat selulosa:

$$\begin{aligned}
 \text{kuantitas agregat kasar} &= 0.0133 \\
 \text{kuantitas agregat sedang} &= 0.0033 \\
 \text{kuantitas agregat halus} &= 0.0125 \\
 \text{kuantitas pasir} &= 0.0125 \\
 \text{kuantitas aspal} &= 7.8100 \\
 \text{kuantitas serat selulosa} &= 0.3576
 \end{aligned}$$

Harga satuan HRS dengan aspal pen 60/70 dengan serat selulosa = \$ 5.15

Jalan dengan lebar 7 meter.

Biaya konstruksi baru tanpa permukaan HRS:

Batu pecah klas A = 1000 x 7 x 0.2032 x 19.57	= 27,836.37 (\$/km)
Batu pecah klas B = 1000 x 7 x 0.3003 x 15.22	= 31,993.96 (\$/km)
Bahu, dll = 1000 x 13.04	= 13,040.00 (\$/km)
Total	= 72,870.33 (\$/km)

Hampanan dengan permukaan HRS:

- aspal pen 60/70 tanpa CF	= 1000 x 7 x 4.40	= 30,800.00 (\$/km)
- aspal pen 60/70 dg 0.3% CF	= 1000 x 7 x 5.15	= 36,050.00 (\$/km)

Biaya konstruksi baru dg permukaan HRS:

- aspal pen 60/70 tanpa CF	= 103,670.33 (\$/km)
- aspal pen 60/70 dg 0.3% CF	= 108,920.33 (\$/km)

Seal coat = 0.74 (\$/m²)

Patching = 6.32 (\$/m²)

Angka inflasi di Indonesia = 8%

3.4 Life Cycle Cost Analysis pada jalan aspal

Untuk mengevaluasi kinerja ekonomis jalan aspal pada beberapa permukaan HRS yang berbeda dipakai Life Cycle Cost Analysis. Analisis tersebut ditunjukkan pada tabel 6 dan 7. Analisis ini membandingkan present value dari total biaya masing-masing alternatif dengan discount rate 0%, 5%, dan 10%. Total biaya diperoleh dari penjumlahan biaya pengguna dan konstruksi dan biaya pemeliharaan. Hasilnya ditampilkan pada tabel 8, 9 dan 10.

Tabel 6 Life cycle cost analysis pada model dengan HRS (aspal pen 60/70 tanpa serat selulose)

Year	ADT	EAL-18k (million)	EAL (cumulative)	R (mm/km)	P (m2/km)	dP (m2/km)	S (m2/km)	VOC (\$/veh-km)	AGGREGATE COST (\$/km)				
									VOC	Patching	Seal Coat	Overlay	Total
					0.00	0.00	0.00	0.2200	0.00	0.00	0.00	103,670.33	103,670.33
1	2000	0.294	0.294	1500.00	0.00	0.00	0.00	0.2237	186,920.79	0.00	0.00		186,920.79
2	2120	0.312	0.606	1591.72	0.00	0.00	0.00	0.2257	215,901.32	628.56	0.18		216,530.06
3	2247	0.330	0.936	1641.74	82.65	82.65	0.21	0.2278	249,486.93	632.08	31.91		250,150.92
4	2382	0.350	1.286	1694.77	159.61	76.96	34.23	0.2300	288,431.70	723.60	360.12		289,515.41
5	2525	0.371	1.658	1750.98	241.18	81.57	357.70	0.2324	333,617.50	828.38	2,160.80		336,606.67
6	2676	0.394	2.051	1810.56	327.65	86.47	1987.30	0.2349	386,076.52	948.33	4,912.28		391,937.13
7	2837	0.417	2.468	1873.71	419.31	91.66	4183.20	0.2376	447,017.85	1,085.64	5,770.45		453,873.94
8	3007	0.442	2.910	1940.66	516.47	97.16	4550.00	0.2405	517,858.92	1,242.85	7,190.86		526,292.62
9	3188	0.469	3.379	2011.62	619.45	102.99	5250.00	0.2435	600,262.79	1,422.81	8,801.62		610,487.22
10	3379	0.497	3.876	2086.84	728.62	109.17	5950.00	0.2467	696,182.39	1,628.83	11,104.95		708,916.17
11	3582	0.527	4.402	2166.57	844.34	115.72	6951.00	0.2500	807,912.86	1,864.69	12,017.50		821,795.05
12	3797	0.558	4.961	2251.09	966.99	122.66	6965.00	0.2536	938,153.89	2,134.69	13,004.99		953,293.57
13	4024	0.592	5.552	2340.68	1097.01	130.02	6979.00	0.2574	1,090,083.65	2,443.80	14,059.48		1,106,586.93
14	4266	0.627	6.179	2435.64	1234.83	137.82	6986.00	0.2615	1,267,446.82	2,797.66	15,199.45		1,285,443.93
15	4522	0.665	6.844	2536.30	1380.92	146.09	6993.00	0.2657	1,474,659.26	3,202.76	16,431.84		1,494,293.86
16	4793	0.705	7.549	2643.00	1535.77	154.85	7000.00	0.2702	1,716,932.77	3,666.52	17,746.38		1,738,345.67
17	5081	0.747	8.296	2756.11	1699.92	164.14	7000.00	0.2750	2,000,423.73	4,197.43	19,166.09		2,023,787.26
18	5386	0.792	9.088	2876.00	1873.91	173.99	7000.00	0.2801	2,332,410.46	4,805.22	20,699.38		2,357,915.06
19	5709	0.839	9.927	3003.08	2058.34	184.43	7000.00	0.2855	2,721,504.82	5,501.02	22,355.33		2,749,361.17
20	6051	0.890	10.817	3137.78	2253.84	195.50	7000.00						
Present Value (PV) at Interest (i) = 0% ==>									18,271,284.96	39,754.87	191,013.59	103,670.33	18,605,723.75
Present Value (PV) at Interest (i) = 5% ==>									9,486,505.84	20,811.15	98,386.28	103,670.33	9,709,373.60
Present Value (PV) at Interest (i) = 10% ==>									5,370,391.26	11,843.70	54,111.35	103,670.33	5,540,016.64

Tabel 7 Life cycle cost analysis pada model dengan HRS (aspal pen 60/70 dengan serat selulosa

Year	ADT	EAL-18k (million)	EAL (cumulative)	R (mm/km)	P (m2/km)	dP (m2/km)	S (m2/km)	VOC (\$/veh-km)	AGGREGATE COST (\$/km)				
									VOC	Patching	Seal Coat	Overlay	Total
1	2000	0.294	0.294	1500.00	0.00	0.00	0.00	0.2200	0.00	0.00	0.00	108,920.33	108,920.33
2	2120	0.312	0.606	1589.01	0.00	0.00	0.00	0.2236	186,830.26	0.00	0.00		186,830.26
3	2247	0.330	0.936	1637.56	78.10	78.10	0.16	0.2255	215,741.16	593.93	0.14		216,335.23
4	2382	0.350	1.286	1689.02	150.82	72.72	29.75	0.2276	249,234.99	597.25	27.73		249,859.97
5	2525	0.371	1.658	1743.57	227.90	77.08	328.30	0.2297	288,060.03	683.74	330.52		289,074.29
6	2676	0.394	2.051	1801.39	309.60	81.71	1903.30	0.2321	333,091.01	782.74	2,069.46		335,943.22
7	2837	0.417	2.468	1862.68	396.21	86.61	4096.19	0.2345	385,351.23	896.08	4,810.10		391,057.42
8	3007	0.442	2.910	1927.65	488.01	91.80	4375.00	0.2371	446,038.80	1,025.83	5,548.51		452,613.14
9	3188	0.469	3.379	1996.52	585.33	97.31	5075.00	0.2399	516,557.61	1,174.37	6,951.17		524,683.15
10	3379	0.497	3.876	2069.51	688.48	103.15	5775.00	0.2428	598,554.03	1,344.42	8,542.75		608,441.20
11	3582	0.527	4.402	2146.89	797.82	109.34	6944.00	0.2459	693,960.41	1,539.10	11,093.77		706,593.27
12	3797	0.558	4.961	2228.91	913.72	115.90	6958.00	0.2492	805,046.62	1,761.96	12,005.42		818,814.00
13	4024	0.592	5.552	2315.86	1036.57	122.85	6972.00	0.2526	934,481.23	2,017.09	12,991.94		949,490.27
14	4266	0.627	6.179	2408.02	1166.80	130.23	6982.50	0.2563	1,085,404.26	2,309.16	14,052.43		1,101,765.86
15	4522	0.665	6.844	2505.71	1304.84	138.04	6993.00	0.2602	1,261,513.53	2,643.53	15,199.45		1,279,356.51
16	4793	0.705	7.549	2609.26	1451.16	146.32	6993.00	0.2644	1,467,167.46	3,026.31	16,415.40		1,486,609.17
17	5081	0.747	8.296	2719.02	1606.26	155.10	6993.00	0.2688	1,707,507.48	3,464.53	17,728.64		1,728,700.64
18	5386	0.792	9.088	2835.37	1770.67	164.41	7000.00	0.2734	1,988,603.80	3,966.19	19,166.09		2,011,736.08
19	5709	0.839	9.927	2958.70	1944.94	174.27	7000.00	0.2783	2,317,629.28	4,540.49	20,699.38		2,342,869.15
20	6051	0.890	10.817	3089.43	2129.67	184.73	7000.00	0.2836	2,703,066.81	5,197.96	22,355.33	(17,197.95)	2,713,422.15
Present Value (PV) at Interest (i) = 0% ==>									18,183,839.99	37,564.69	189,988.24	91,722.38	18,503,115.31
Present Value (PV) at Interest (i) = 5% ==>									9,445,038.90	19,664.62	97,682.69	102,114.52	9,664,500.73
Present Value (PV) at Interest (i) = 10% ==>									5,349,357.13	11,191.21	53,615.54	106,108.33	5,520,272.21

Tabel 8 Biaya pengguna per km (\$)

Model Eksisting dengan permukaan HRS menggunakan	Discount Rate		
	0%	5%	10%
Aspal pen 60/70 tanpa serat selulosa (alt.1)	18.271.000	9.487.000	5.370.000
Aspal pen 60/70 dengan 0,3% serat selulosa (alt.2)	18.184.000	9.445.000	5.349.000
Solusi	Alternatif 2	Alternatif 2	Alternatif 2

Tabel 9 Biaya Konstruksi dan Pemeliharaan per km (\$)

Model Eksisting dengan permukaan HRS menggunakan	Discount Rate		
	0%	5%	10%
Aspal pen 60/70 tanpa serat selulosa (alt.1)	334.400	222.800	169.600
Aspal pen 60/70 dengan 0,3% serat selulosa (alt.2)	319.300	219.300	170.000
Solusi	Alternatif 2	Alternatif 2	Alternatif 1

Tabel 10 Total Biaya (pengguna, konstruksi dan pemeliharaan) per km (\$)

Model Eksisting dengan permukaan HRS menggunakan	Discount Rate		
	0%	5%	10%
Aspal pen 60/70 tanpa serat selulosa (alt.1)	18.605.400	9.709.800	5.539.600
Aspal pen 60/70 dengan 0,3% serat selulosa (alt.2)	18.503.300	9.664.300	5.519.000
Solusi	Alternatif 2	Alternatif 2	Alternatif 2

Hanya pada discount rate 10%, pada biaya konstruksi dan pemeliharaan yang nilai ekonomisnya terjadi pada alternatif dari model eksisting dengan permukaan HRS menggunakan aspal pen 60/70 tanpa serat selulosa . Selebihnya yang lainnya , baik mempertimbangkan total biaya konstruksi dan pemeliharaan. total biaya pengguna serta total biaya yang lebih ekonomis adalah alternatif dari model eksisting dengan permukaan HRS menggunakan aspal pen 60/70 dengan serat selulosa (alternatif 2), yang menghasilkan struktur jalan aspal yang cukup kuat dengan mutu jalan yang bagus. Berdasarkan analisis tersebut tampaknya biaya pengguna jalan lebih dominan dalam Life Cycle Cost Analysis jalan aspal, dan pengecualian dari analisis peningkatan jalan menghasilkan solusi kurang optimal.

Discount rate yang lebih rendah lebih disukai untuk peningkatan dan umur layanan yang lebih lama, alternatif dengan level kapitalisasi yang lebih tinggi. Secara umum present value dari Life Cycle Cost Analysis jalan aspal menurun dengan penambahan serat selulosa pada permukaan HRS. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk jangka panjang, penggunaan serat selulosa pada jalan aspal lebih ekonomis.

4. Kesimpulan

Pengujian perhitungan, dan analisa data disimpulkan berikut ini:

1. Model komposit eksisting menggunakan pengaspalan fleksibel untuk lalu lintas padat yang diperoleh susunan lapisan dan ketebalannya yaitu : lapisan permukaan berupa HRS-B dengan tebal 2 in ; lapisan pondasi atas berupa batu pecah klas A dengan tebal 8 in ; lapisan pondasi bawah berupa batu pecah klas B dengan tebal 12 in.
2. Dengan menggunakan program VESYS III, menunjukkan bahwa penambahan serat selulose pada HRS menambah performan yaitu :mengurangi keretakan, menambah ketahanan terhadap rutting, mengurangi lendutan, serta menambah umur perkerasan jalan.
3. Biaya konstruksi baru tanpa permukaan HRS adalah 72,870.33 (\$/km) ; biaya Hampan dengan permukaan HRS dengan aspal pen 60/70 tanpa serat selulosa adalah 30,800.00 (\$/km) dan dengan aspal pen 60/70 dengan 0.3% serat selulosa adalah 36,050.00 (\$/km) ; sedangkan Biaya konstruksi baru dengan permukaan HRS dengan aspal pen 60/70 tanpa serat selulosa adalah 103,670.33 (\$/km) dan dengan aspal pen 60/70 dg 0.3% serat selulosa adalah 108,920.33 (\$/km)
4. Life Cycle Cost Analysis yang membandingkan present value dari total biaya masing-masing alternatif dengan discount rate 0%, 5%, dan 10%. Life Cycle Cost Analysis yang didapat menunjukkan bahwa konstruksi jalan dengan permukaan HRS dengan aspal pen 60/70 dengan serat selulosa lebih ekonomis dibanding konstruksi jalan dengan permukaan HRS dengan aspal pen 60/70 tanpa menggunakan serat selulosa.

Saran yang disampaikan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini agar dikerjakan pula dengan tipe aspal yang lainnya, terutama yang tersedia di Indonesia.
2. Untuk mendapatkan hasil terbaik, disarankan untuk uji dan analisa secara phisik dan kimia mengenai karakteristik dari serat selulosa.
3. Pengujian lapangan disyaratkan agar dapat memperoleh data atau hasil yang lebih akurat dan untuk mendapatkan kesimpulan yang realitas.

Daftar Pustaka

- AASHTO. 1974. Standard Specification for Transportation Material and Method of Sampling and testing. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, USA
- Adiningsih, S. 1999. Ekonomi Mikro. BPFE, Yogyakarta
- ASTM. 1995. "Road and Paving Materials; Pavement Management Technologies," Designation: D 3515. Annual Book of ASTM Standards. Part 4. Philadelphia.
- Asphalt Institute. 1983. Asphalt Technology and Construction Practices. Maryland. USA.
- Boediono. 2002. Seri Sinopsis Pengantar Ilmu Ekonomi No.1: Ekonomi Mikro, BPFE, Yogyakarta.
- Dardak, H. 1993. Penelitian Penggunaan Roadcell pada Mastic Asphalt Mixture. Pusat Penelitian dan pengembangan Jalan. Departemen P.U. Bandung. Indonesia.
- Denning, J.H. and Carswell, J. 1981. Improvement in Rolled Asphalt Surfacing by the Addition of Sulphur. Transport and Road Research Laboratory 963. Crowthorne. Berkshire.
- Direktorat Bina Marga. 1983. Petunjuk Pelaksanaan Lataston. Departemen P.U. Jakarta. Indonesia.
- Lisminto dan As'ad M. 1993. Mekanisme Stabilisasi Aspal Oleh Serat Sellulosa di Dalam Campuran Splite Mastic Asphalt. Drektorat Jendral Bina Marga Departemen P.U. Indonesia.
- Nurdin I. 1992. Laporan Pengujian Serat Sellulosa Tipe Custom Fibre 31500. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. Departemen P.U. Bandung.
- Peltonan and Petri. 1990. Testing and Use of Fiber Bitumen Composites as Asphalt Binder. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus. Tutkimuksia 709.
- Tanifuji, M.I. 1980. Instruction of Immersed Wheel Tracking Machine Model TR-332 M. Tanifuji Machine Industries Co. Ltd. Tokyo. Japan.

Van Der Poel, C. 1954. A General System Describing the Visco-Elastic Properties of Bitumens and Its Relation to Routine Test Data. Shell Vitumen Reprint No. 9. Shell Laboratorium Konink-Iijike.