

Analisis Kerusakan Dan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Ruas Jalan Piru-Loun Kabupaten Seram Bagian Barat

Franklin Tauran¹, David Daniel Marthin Huwae², Elisabeth Talakua³

¹Politeknik Negeri Ambon, Maluku, Indonesia

^{2,3}Politeknik Negeri Ambon, Maluku, Indonesia

franklintauran28@gmail.com

Abstract: *The Piru-Loun road section of West Seram Regency has a road width of 6m and a road length of 9.35km. The road damage that occurred was 4.35km long starting from STA 5+000 - 9+350. The damage that occurs is that the surface experiences deformation, grain release, cracks, and even holes, the potholes in the road have reached the pavement foundation layer and some even have visible subgrade layers. Technically, road damage indicates a condition where the road is structurally and functionally no longer able to provide optimal services for traffic activities. The aim of this research is to determine the damage and condition of the road, compare the thickness of the flexible pavement overlay and plan the budget (RAB). Damage analysis uses the Bina Marga method and in planning the thickness of the added layer (Overlay), the 1993 Aashto method and the 2017 Road Pavement Design Manual method, which are planning methods for determining the thickness of Indonesian standard pavement layers, the differences between the two flexible pavement methods (Flexible Pavement) will be shows which method is more efficient in application at the damage location. The results of the damage analysis show a priority order value of 5, included in the periodic maintenance program. The result of the added layer thickness using the 2017 Road Pavement Design Manual method was 2.5 cm and the 1993 Aashto method was 5.4 cm. The results of the analysis of the Cost Budget Plan for an added layer thickness of 5.4 cm amounted to IDR 973,858,542.62*

Keywords: *Road Damage, Added Layer Thickness, Cost Budget Plan*

Abstrak: *Ruas jalan Piru-Loun Kabupaten Seram Bagian Barat memiliki lebar jalan 6m dan Panjang jalan 9,35km, kerusakan jalan yang terjadi yaitu sepanjang 4,35km mulai dari STA 5+000 - 9+350. Kerusakan yang terjadi adalah permukaannya mengalami deformasi, pelepasan butiran, retak, hingga berlubang, jalan yang berlubang sudah sampai mengenai lapis pondasi perkerasan bahkan ada juga yang sudah terlihat lapis tanah dasar. Secara teknis, kerusakan jalan menunjukkan suatu kondisi dimana jalan secara struktural dan fungsional tidak lagi mampu memberikan pelayanan yang optimal bagi aktivitas lalu lintas. Tujuan penelitian ini untuk Menentukan kerusakan dan kondisi jalan, perbandingan tebal lapis tambah (overlay) perkerasan lentur dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Analisis kerusakan menggunakan metode Bina Marga dan dalam perencanaan tebal lapis tambah (Overlay), metode Aashto 1993 dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, merupakan metode perencanaan untuk menentukan tebal lapis perkerasan standar indonesia, perbedaan ke dua metode perkerasan lentur (Flexibel Pavement) tersebut akan memperlihatkan metode mana yang lebih efisien dalam penerapan dilokasi kerusakan. Hasil analisis kerusakan menunjukan nilai urutan prioritas sebesar 5, masuk dalam program pemeliharaan berkala. Hasil tebal lapis tambah metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 sebesar 2,5 cm dan metode Aashto 1993 sebesar 5,4 cm. Hasil analisis Rencana Anggaran Biaya untuk tebal lapis tambah 5,4 cm sebesar Rp 973,858,542.62*

Kata Kunci: *Kerusakan Jalan, Tebal Lapis Tambah, Rencana Anggaran Biaya*

Pendahuluan

Ruas jalan Piru-Loun merupakan ruas jalan yang berada pada Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku. Ruas jalan ini menghubungkan antara lain, kecamatan Seram Barat, dan kecamatan Huamual. Ruas jalan Piru-Loun memiliki lebar jalan 6m dan Panjang jalan 9,35km, kerusakan jalan yang terjadi yaitu sepanjang 4,35km mulai dari STA 5+000 - 9+350.

Kerusakan jalan umumnya diklasifikasikan sebagai berikut, Deformasi, adalah perubahan permukaan jalan dari profil aslinya (sesudah pembangunan). Retak (crack), Retak dapat terjadi dalam berbagai bentuk. Kerusakan tekstur permukaan, kerusakan tekstur permukaan merupakan kehilangan material perkerasan secara berangsur-angsur dari lapisan permukaan ke arah bawah. Perkerasan nampak seakan pecah menjadi bagian-bagian kecil, seperti pengelupasan akibat terbakar sinar matahari, atau mempunyai garis-garis goresan yang sejajar. Butiran lepas dapat terjadi di atas seluruh permukaan, dengan lokasi terburuk di jalur lalu lintas..

Perencanaan peningkatan jalan dengan overlay adalah salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam perencanaan tebal lapis tambah (Overlay), perkerasan jalan ada beberapa metode yang akan digunakan, antara lain menggunakan metode Aashto 1993 dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, merupakan metode perencanaan untuk menentukan tebal lapis tambah perkerasan standar indonesia,

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif di mana data yang diperoleh akan diolah dengan perhitungan matematika dalam perangkat lunak Microsoft Excel. Selain itu, dilakukan analisis dengan menggunakan teknik pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari lokasi penelitian, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang relevan

Hasil dan Pembahasan

A. Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata diperoleh dari hasil survey atau pengamatan langsung di lapangan selama 3 hari, yaitu pada hari senin, kamis, dan sabtu. pengamatan yang dilakukan pada ruas jalan Piru-Loun dengan dua titik survey (TS). Data LHR dapat di lihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 1. Data LHR ruas jalan piru-loun

No	Golongan	Jenis	LHR
	Kendaraan		(Kendaraan/Hari/Dua Arah)
1	1	Motor	3063
2	2,3,4	Sedan/Angkot/Pickup	290
3	5a	Bus Kecil	9
4	5b	Bus Besar	22
5	6b	Truck 2 Sumbu 6 Roda	88

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

B. Penilaian Kondisi Pekerasan Menurut Bina Marga

Dengan keterangan bahwa angka kerusakan retak ditetapkan dari jenis kerusakan sesuai pada tipe keretakan, lebar keretakan, serta luas keretakan jalan yang terjadi. Angka kerusakan pada jenis kerusakan alur berdasarkan kedalaman alur, kerusakan tambalan dan lubang didasarkan pada luas tambalan dan lubang, kerusakan ambles berdasarkan panjang ambles, sedangkan kerusakan kekasaran permukaan berdasarkan pada jenisnya saja.

Angka kerusakan yang telah diketahui dapat Disertai dengan total kerusakan dan kerusakan persegmen. Angka kerusakan tertinggi adalah 13 dan rata-rata kerusakan adalah 7.

Dari data LHR yang diketahui didapat kelas LHR dan nilai kondisi jalan, maka dapat diperoleh urutan prioritas yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Urutan Prioritas} &= 17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai kondisi jalan}) \\ &= 17 - (5 + 7) \\ &= 5 \end{aligned}$$

Urutan Prioritas untuk ruas jalan Piru-Loun kabupaten Seram Bagian Barat adalah 5, masuk dalam program pemeliharaan berkala.

C. Lapis Tambah Dengan Metode Bina Marga 2017

1. Analisis Lalu Lintas

Hasil perhitungan nilai ESA dan CESA untuk (UR) = 10 tahun dengan menggunakan nilai VDF 4,0 dapat dapat dilihat pada tabel 4. 12

Tabel 2. Nilai ESA dan CESA

Golongan	LHR	VDF 4	VDF 5	ESA4	ESA5
Kendaraan	(Kendaraan/Hari/Dua Arah)				
5b	22	1,0	1,0	32170,75	23396,9088
6b	88	3,0	4,0	387511,3	516681,74
Jumlah				419682,05	548852,49
CESA				839364,1	1097705

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Nilai ESA dan CESA dari hasil perhitungan yang tertera pada tabel 4.12 Dapat diuraikan sebagai berikut :

Golongan Kendaraan 5b

$$\begin{aligned} \text{ESA} &= \text{LHR} \times \text{VDF} \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= 22 \times 1,0 \times 360 \times 0,50 \times 0,8 \times 10,0158 \\ &= 32170,75 \end{aligned}$$

Golongan Kendaraan 6b

$$\begin{aligned} \text{ESA} &= \text{LHR} \times \text{VDF} \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= 88 \times 3,0 \times 360 \times 0,50 \times 0,8 \times 10,0158 \end{aligned}$$

$$= 387511,3$$

2. Desain Tebal Overlay

a. Faktor Keseragaman Data

$$s = \sqrt{\frac{N(\sum d^2) - (\sum d)^2}{N(N-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{23(12159179,15) - (16279,95)^2}{23(23-1)}}$$

$$= 170,0061$$

$$d_r = \frac{\sum d}{N}$$

$$= \frac{16279,95}{23}$$

$$= 707,8239 \mu m$$

$$FK = \frac{s}{d_r} \times 100$$

$$= \frac{170,0061}{707,8239} \times 100$$

$$= 24,0181 \% < FK_{ijin}$$

Tabel 4.14 Rekapitulasi perhitungan DO rata-rata

No	STA	Beban (kN)	DO (µm)	D200 (µm)	DO	D200	DO normal (µm)	D200 normal (µm)	CF (µm)	DO	DO-D200	DO	DO2 (µm) ²
					terkoreksi (µm)	terkoreksi (µm)				terkoreksi (µm)	terkoreksi (µm)	perbedaan LWD kg.BB (µm)	
1	5+000	35,10	630,50	593,80	756,60	712,56	862,22	812,03	50,19	810,49	43,16	956,38	914656,75
2	5+200	35,10	780,80	627,10	936,96	752,52	1067,76	857,57	210,19	1003,70	180,76	1184,36	1402708,97
3	5+400	35,10	916,00	878,70	1099,20	1054,44	1252,65	1201,64	51,01	1177,49	43,87	1389,44	1930540,47
4	5+600	35,10	749,00	582,00	898,80	698,40	1024,27	795,90	228,38	962,82	196,40	1136,12	1290778,13
5	5+800	34,95	740,50	651,10	888,60	781,32	1017,00	894,21	122,78	955,98	105,59	1128,05	1272500,50
6	6+000	34,95	832,50	749,90	999,00	899,88	1143,35	1029,91	113,44	1074,75	97,56	1268,20	1608334,29
7	6+200	34,95	819,90	740,50	983,88	888,60	1126,04	1017,00	109,05	1058,48	93,78	1249,01	1560018,00
8	6+400	34,95	931,10	744,40	1117,32	893,28	1278,76	1022,35	256,41	1202,04	220,51	1418,40	2011872,66
9	6+600	34,95	527,00	348,30	632,40	417,96	723,78	478,35	245,42	680,35	211,07	802,81	644509,12
10	6+800	34,95	490,40	310,70	588,48	372,84	673,51	426,71	246,80	633,10	212,25	747,06	558095,81
11	7+000	34,95	944,30	808,90	1133,16	970,68	1296,89	1110,94	185,96	1219,08	159,92	1438,51	2069320,76
12	7+200	35,10	837,50	764,40	1005,00	917,28	1145,30	1045,33	99,97	1076,58	85,97	1270,37	1613829,30
13	7+400	35,10	519,30	449,80	623,16	539,76	710,15	615,11	95,04	667,54	81,74	787,70	620475,46
14	7+600	35,10	929,30	749,50	1115,16	899,40	1270,84	1024,96	245,88	1194,59	211,46	1409,61	1987009,02
15	7+800	35,10	623,80	545,50	748,56	654,60	853,06	745,98	107,08	801,88	92,09	946,21	895320,86
16	8+000	35,10	574,50	412,50	689,40	495,00	785,64	564,10	221,54	738,50	190,52	871,43	759395,52
17	8+200	35,10	961,80	833,90	1154,16	1000,68	1315,28	1140,38	174,91	1236,37	150,42	1458,91	2128420,87
18	8+400	35,10	816,50	710,60	979,80	852,72	1116,58	971,76	144,82	1049,59	124,55	1238,51	1533911,64
19	8+600	35,10	582,15	347,90	698,58	417,48	796,10	475,76	320,34	748,33	275,49	883,03	779746,24
20	8+800	35,10	523,00	360,00	627,60	432,00	715,21	492,31	222,91	672,30	191,70	793,32	629348,70
21	9+000	35,10	490,70	353,00	588,84	423,60	671,04	482,74	188,31	630,78	161,94	744,32	554013,16
22	9+200	35,10	502,50	455,20	603,00	546,24	687,18	622,50	64,68	645,95	55,63	762,22	580978,55
23	9+400	35,10	556,90	365,80	668,28	438,96	761,57	500,24	261,33	715,88	224,75	844,74	713579,56
Jumlah												24728,72	28059364,34

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

1. Hitung do rata-rata

$$\begin{aligned}
 D_0 \text{ rata-rata} &= \frac{\sum D_0 \text{ penyesuaian } BB}{N} \\
 &= \frac{24728,72}{23} \\
 &= 1075,16 \mu\text{m}
 \end{aligned}$$

2. Hitung Standar Deviasi

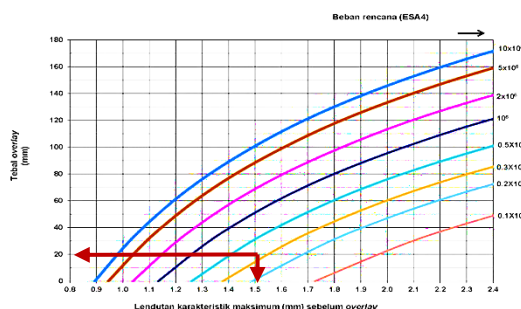
$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{N(\sum d^2) - (\sum d)^2}{N(N-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{23(28059364,34) - (24728,72)^2}{23(23-1)}} \\
 &= 258,666
 \end{aligned}$$

3. Hitung Lendutan Maksimum (Lendutan Karakteristik)

Sesuai dengan rumus diatas maka penyelesaiannya sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 D_{\text{wakil}} &= d_R + 1,64s \\
 &= 1075,16 + (1,64 \times 258,666) \\
 &= 1499,372 \mu\text{m} \\
 &= 1,4994 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

4. Tebal Overlay Berdasarkan Lendutan Maksimum (Dwakil)



Gambar 4.3 Tebal overlay berdasarkan lendutan maksimum

Dengan menggunakan grafik pada gambar 4.3 Maka dapat dilihat bahwa garis menunjukan tebal lapis tambah (overlay) yang dibutuhkan untuk beban rencana ESA4 = 419682,05 adalah 25 mm atau 2,5 cm.

D. Lapis Tambah Dengan Metode AASHTO 1993

1. Analisis Lalu Lintas

Langkah – langkah pekerjaan perhitungan volume lalu lintas rancangan total bias bervariasi, serta tergantung terhadap data yang tersedia sebelumnya. Besar nilai Equivalent Single Axle Load (ESA) telah ditentukan pada perhitungan sebelumnya. Beban rencana ruas jalan Piru-Loun

sebesar 419682,05 ESA.

2. Modulus Resielin Tanah Dasar (MR)

Pengukuran defleksi dengan alat LWD yang dilakukan menggunakan pembebanan (P) sebesar 35,10 kN atau 7890,79 Pound dan jarak titik pengukuran defleksi dari pusat beban berturut-turut adalah 0 cm, 20 cm, 90 cm, Besar defleksi yang tercatat dapat dilihat pada tabel 4.16

Tabel 4. Nilai lendutan terkoreksi dan nilai MR

Jarak Pengukuran	Jarak (r)	Defleksi
	(inci)	(inci)
r0	0	0,02482
r1	7,874	0,02338
r2	35,433	0,00070

Sumber : Hasil Analisis, 2023

3. Modulus Elastisitas Perkerasan (Ep)

Nilai modulus elastisitas perkerasan sudah didapatkan dengan menggunakan alat LWD dengan nilai 166793,7 psi untuk STA 5+000.

4. Angka Struktural Efektif Eksisting (S_{Neff})

Untuk uraian perhitungan pada STA 5+000 dapat dilihat sebagai berikut. Nilai S_{Neff} dihitung dengan persamaan

$$S_{Neff} = 0,0045 \times D \times \sqrt[3]{Ep}$$

$$S_{Neff} = 0,0045 \times 16,9241 \times \sqrt[3]{166793,7}$$

$$= 4,2$$

5. Tebal Overlay

$$H_{OL} = \frac{SNf - S_{Neff}}{a_{OL}}$$

$$= \frac{4,8 - 4,2}{0,34}$$

$$= 1,788 \text{ inci} = 4,540 \text{ cm}$$

Tabel 5. Tebal overlay ruas jalan Piru-Loun dengan Metode AASHTO 1993

STA	MR	Ep	S _{Neff}	SNf	a _{OL}	Tebal Overlay	
	(psi)					inci	cm
5+000	76267,1	166793,7	4,2	4,8	0,34	1,787	4,540
5+200	86468,5	139236,5	3,9	4,8	0,34	2,507	6,370
5+400	57523,5	114580,0	3,7	4,8	0,34	3,238	8,224
5+600	51618,1	143587,6	4,0	4,8	0,34	2,388	6,065
5+800	50279,8	142137,2	4,0	4,8	0,34	2,427	6,166
6+000	50655	134885,3	3,9	4,8	0,34	2,630	6,680

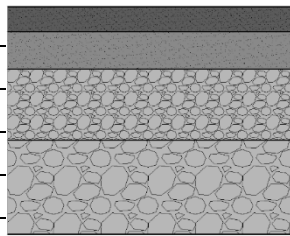
6+200	50094,3	133435,0	3,9	4,8	0,34	2,671	6,785
6+400	53658,3	107328,1	3,6	4,8	0,34	3,472	8,820
6+600	49910,1	185648,6	4,3	4,8	0,34	1,339	3,402
6+800	69618,2	240763,1	4,7	4,8	0,34	0,182	0,464
7+000	71450,3	110228,9	3,7	4,8	0,34	3,377	8,579
7+200	52823,2	136335,7	3,9	4,8	0,34	2,589	6,576
7+400	54740,1	189999,8	4,4	4,8	0,34	1,240	3,150
7+600	51618,1	105877,7	3,6	4,8	0,34	3,520	8,942
7+800	55185,2	169694,5	4,2	4,8	0,34	1,716	4,359
8+000	54085,9	176946,4	4,3	4,8	0,34	1,542	3,917
8+200	55866,5	102977,0	3,6	4,8	0,34	3,618	9,191
8+400	52213,7	133435,0	3,9	4,8	0,34	2,671	6,785
8+600	49009,2	174045,6	4,3	4,8	0,34	1,611	4,092
8+800	91111,1	185648,6	4,3	4,8	0,34	1,339	3,402
9+000	91111,1	240763,1	4,7	4,8	0,34	0,182	0,464
9+200	86468,5	198702,1	4,4	4,8	0,34	1,046	2,658
9+400	96968,2	182747,9	4,3	4,8	0,34	1,406	3,572
Rata-rata						2,109	5,4

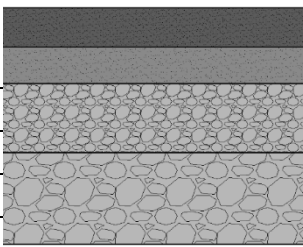
Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Berdasarkan tabel 4.16 maka, kebutuhan overlay rata-rata dengan menggunakan metode AASHTO 1993 adalah sebesar 2,109 inci atau 5,4 cm

E. Perbandingan Hasil Desain Lapis Tambah

Tabel 6. Perbandingan hasil desain overlay

Perbandingan Hasil Desain Tebal Overlay	
Bina Marga 2017	
	<ul style="list-style-type: none"> → Lapis Overlay = 2,5cm → Lapis Permukaan Eksiting → Lapis Pondasi Atas → Lapis Pondasi Bawah
Parameter yang digunakan :	
- Faktor Keseragaman Data	
- Penyesuaian Lendutan (d0) LWD ke BB	
- Lendutan Maksimum (Karakteristik)	
AASHTO 1993	
	<ul style="list-style-type: none"> → Lapis Overlay = 5,4cm → Lapis Permukaan EKSiting → Lapis Pondasi Atas → Lapis Pondasi Bawah



Parameter yang digunakan :		
- Modulus Resilien Tanah Dasar (MR)		
- Modulud Elastisitas Perkerasan (Ep)		
- Angka Struktural SNf dan SNeff		

Sumber : Hasil Perhitungan,2023

F. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan Volume Pekerjaan

1. Volume Tack Coat

Koefisien tack coat (liter/m²) berkisar antara 0,15 sampai 0,5 liter.

Kebutuhan bahan Tack Coat = 26.100 x 0,5 = 13.050 liter

Panjang Jalan = 4350 m

Lebar Jalan = 6m

Luas = Panjang x Lebar
 = 4.350 m x 6 m
 = 26.100 m²

2. Volume Aspal Panas (Hot Mix)

Tebal overlay diatas permukaan eksisting

Tebal = 5,4 cm = 0,054 m

Volume = Panjang x Lebar x Tebal
 = 4.350 m x 6 m x 0,054 m = 1.409,4 m³

3. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Tabel 7. Rekapitulasi rencana anggaran biaya

No. Devisi	Uraian	Jumlah Harga (Rp)
7	Perkerasan Aspal	877.350.038,40
(A) Jumlah		877.350.038,40
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11% x (A)		96.508.504,22
(C) Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)		973.858.542,62
(D) Dibulatkan		973.858.000,00
Terbilang : Sembilan Ratus Tujuh Puluh Tiga Juta Delapan Ratus Lima Puluh Sembilan Ribu Rupiah		

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

4. Daftar Kuantitas dan Harga

Tabel 8. Daftar kuantitas dan harga

No Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
	DIV 7. PERKERASAN ASPAL				
7.1(2)	Lapis Perekat - Aspal cair/emulsi	Liter	13.050	644,00	8.404.200,00
7.3(5a)	Laston Lapis aus (AC-WC)	Ton	1.409,4	616.536,00	868.945.838,40
Jumlah harga pekerjaan DEVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					877.350.038,40

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Berdasarkan tabel 4.18 rekapitulasi harga rencana anggaran biaya mencapai Rp.973.858.000,00 dan pada tabel 4.19 menunjukkan jumlah harga pekerjaan pada devisi 7 adalah Rp.877.350.038,40 dengan uraian pekerjaan lapis perekat dan lapis aus (AC-WC).

Kesimpulan

Urutan Prioritas (UP) sebesar 5, maka masuk dalam kategori pemeliharaan berkala dengan solusi overlay. Tebal lapis tambah yang dihasilkan metode Manual Desain Perkerasan 2017 sebesar 2,5 cm dan metode AASHTO 1993 sebesar 5,4 cm. Berdasarkan hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk tebal lapis tambah pada ruas jalan Piru-Loun STA 5+000 – 9+350 dengan metode Manual Desain Perkerasan 2017, total biaya yang diperlukan sebesar Rp357.727.389,53 dan dengan metode AASHTO 1993, total biaya yang diperlukan sebesar Rp 973.858.542,62

Referensi

- Atbar Daar, (2019). Perencanaan Peningkatan Perkerasan Lentur Dan Perkiraan Rencana Anggaran Biaya Pada Pembangunan Jalan Maruni-Mameh, Student Journal GELAGAR Vol. 1 No. 1 2019 Program Studi Teknik Sipil S1, ITN Malang.
- Hakim Ghaffar, dkk. (2021). Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Desain Perkerasan 2017 . Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia.
- Hardiyatmo Hary, (2019). Perencanaan Perkerasan Jalan Dan Penyelidikan Tanah, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hendrawan Andi, dkk, (2022). Analisis Kerusakan Jalan Beserta Penanganannya Dan Rab Pada Jl.Raya Gersik-Lamongan, Jawa Timur, Jurnal Kacapuri Jurnal Keilmuan Teknik Sipil Volume 5 Nomor 1 Edisi Juni 2022.
- Manoppo Cheryl, (2021) Analisa Perbandingan Desain Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode Bina Marga 2017 Dan Aashto 1993 (Studi Kasus : Ruas Jalan Yos Sudarso Manado, Nomor Ruas Jalan 5000411), Jurnal Sipil Statik Vol.9 No.4 Juli 2021, Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Nur, dkk. (2021).Perencanaan Perkerasan Jalan, Penerbit Yayasan Kita Menulis, Medan.
- Prasetio, dkk, (2020). Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dan Rencana Anggaran Biaya (Pada Proyek Ruas Jalan Karangtalun – Kalidawir Kabupaten Tulungagung), Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Kadiri, Vol 3 No 2.

- Siegfried, dkk, (2007). Deskripsi Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Menggunakan Metode AASHTO 1993, University of Yogyakarta (UMY), Indonesia.
- Sukirman Silvia, (2010). Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung, Penerbit Nova.
- Wicaksono Joko, (2021). Analisa Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Binamarga Dan Perencanaan Lapis Tambahan Menggunakan Metode Aashto, Teras Vol 11 No. 1 Maret 2021, Teknik Sipil Fastikom Unsiq,.