

STUDI PERKERASAN KAKU PADA KERUSAKAN JALAN RUAS DANYANG – KUWU STA 05+200 – 06+350 KABUPATEN GROBOGAN

Fahendra Agus Sutrisno¹, Evi Puspitasari², Ria Miftakhul Jannah³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman 39 Porobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

Email korespondensi: fahendraa999@gmail.com

ABSTRAK

Jalan Danyang – Kuwu merupakan jalan lintas yang menghubungkan Kecamatan Pulokulon dengan Kecamatan Purwodadi. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan hasil kondisi daya dukung tanah tersebut dan merencanakan perkerasan kaku beserta dengan rencana anggaran biaya. Di ruas jalan ini termasuk jalan dengan volume lalu lintas yang tinggi dan dilalui oleh kendaraan berat. Kondisi eksisting jalan yang mengalami banyak kerusakan yang disebabkan oleh beban berlebih dari kendaraan dan daya dukung tanah yang rendah. Pada kondisi tersebut diperlukan penelitian mengenai perencanaan tebal perkerasan dan perbaikan daya dukung tanah sesuai dengan kondisi ruas jalan tersebut untuk meminimalisir kerusakan dan memperpanjang umur jalan. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu dengan merencanakan tebal perkerasan dengan mengacu Manual Desain Perkerasan Jalan. Data Primer yang digunakan yaitu data lalu lintas harian data CBR dan Data Sekunder analisa harga satuan Kabupaten Grobogan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh nilai daya dukung tanah 0,37 % serta dalam perencanaan tebal berdasarkan Metode Bina Marga didapat tebal 25 cm dengan tulangan tunggal berdiameter 8 mm, tie bar 70 cm jarak maksimum yang 75 cm dan menggunakan diameter 16 mm, dowel bar menggunakan diameter 32 mm, panjang atau 45 cm, dengan jarak 30 cm dan memerlukan biaya sebesar Rp 8.074.135.000,00. **Kata Kunci:** CBR laboratorium, Perancangan jalan, Perkerasan kaku

ABSTRACT

Danyang – Kuwu is a road segment that connects Pulokulon with Purwodadi Area. This study aims to describing the condition of the soil bearing capacity and planning a rigid pavement, and arranging a budget plan. This road section has a high traffic volume and it is predominated by heavy vehicles. The existing condition of the road also has a lot of damage which is caused by the vehicles overload and the low bearing capacity of the soil. So, research on planning the structure of the pavement and repairing the bearing capacity of the soil is urgently needed to minimize the distress and extend the service life of the road. The method used the Road Pavement Design Manual reference. The primary data which daily traffic data and CBR. The results showed that the value of the bearing capacity of the soil is 0.37% and the thickness of the pavement based on the Highways Method is 25 cm with single reinforcement with a diameter of 8 mm, tie bar 70 cm, a maximum distance of 75 cm and using a diameter of 16 mm, dowel bars using a diameter of 32 mm, length or 45 cm, with a distance of 30 cm and costs IDR 8,074,135,000.00.

Keywords: Road design, Bearing ratio, Rigid pavement

PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan dengan bangunan pelengkap dan perlengkapannya diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, dan jalan kabel namun tidak jarang ditemukan kerusakan jalan sebelum umur

rencananya, kerusakan pada jalan akan menimbulkan banyak kerugian yang dapat dirasakan oleh pengguna secara langsung, hal tersebut akan menghambat laju serta kenyamanan pengguna jalan dan akan banyak menimbulkan permasalahan akibat dari kerusakan jalan yang tidak segera ditangani oleh instansi yang berwenang. (Bina Marga, 2004).

Hal ini penting sebelum daerah kerusakan

bertambah baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Kerusakan konstruksi jalan dapat disebabkan oleh berbagai sebab, diantaranya dengan meningkatnya volume lalu lintas kendaraan, perbaikan tanah dasar yang tidak maksimal, muatan kendaraan yang melebihi beban yang diijinkan, maupun oleh faktor perencanaan teknik terutama perancangan struktur perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan. (Amran dan Surandono, 2017).

Kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Danyang – Kuwu berupa, bergelombang, alur, ambles, mengembang, dan berlubang. Dari permasalahan yang terjadi dapat diasumsikan bahwa kerusakan yang terjadi dapat disebabkan kondisi tanah yang tidak stabil serta sering dilalui oleh kendaraan berat dengan asumsi tersebut penulis melakukan penelitian perencanaan perkerasan jalan menggunakan Rigid Pavement pada ruas jalan Danyang – Kuwu kabupaten Grobogan. Dengan adanya studi ini diharapkan dapat memberikan solusi beserta masukan kepada pemerintah daerah dan dinas terkait tentang perencanaan perkerasan kaku pada ruas jalan Danyang – Kuwu yang saat ini mengalami kerusakan yang cukup parah sehingga menghambat mobilitas pengguna jalan yang melintas pada ruas jalan tersebut.

1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapat berdasarkan uraian latar belakang diatas yaitu mencari nilai daya dukung tanah di ruas jalan Danyang – Kuwu untuk dievaluasi sebagai dasar untuk merencanakan perkerasan beton semen sehingga nantinya dapat merencanakan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk perkerasan beton semen.

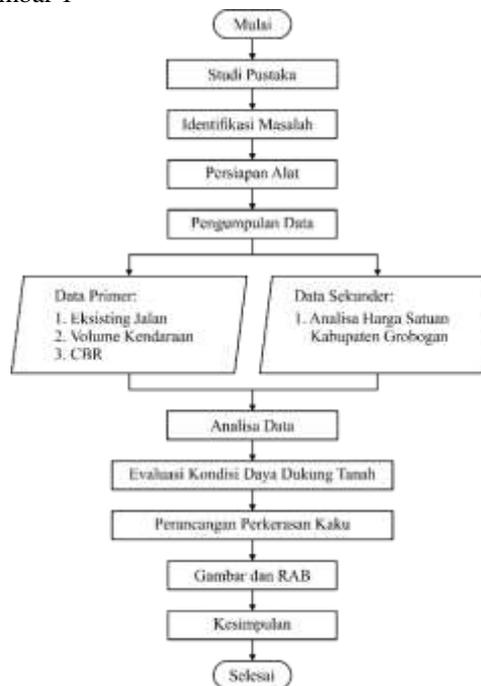
2. Tujuan Penelitian

Tujuan yang dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui kondisi daya dukung tanah berdasarkan nilai CBR Laboratorium yang diperoleh.
- b. Merancang perkerasan kaku dengan acuan Metode Bina Marga (Pd – T – 14 – 2003) Pedoman Perancangan Perkerasan Beton.
- c. Menghitung Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan.

METODE PENELITIAN

Bagan alur penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1 Bagan Alur Penelitian

Penelitian yang dilakukan memerlukan data primer dan sekunder sebagai dasar dalam perancangan perkerasan beton semen, dibawah ini merupakan data yang diperlukan untuk penelitian :

- a. Volume Kendaraan
- b. CBR (*California Bearing Ratio*)
- c. AHSP Kabupaten Grobogan

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Grobogan pada ruas Danyang – Kuwu yang termasuk jalan kolektor menghubungkan Kecamatan Pulokulon dengan Kecamatan Purwodadi, dan difokuskan pada jalan yang memiliki kerusakan berat serta terbut dari perkerasan lentur dengan panjang penelitian 1150 m Dimulai dari STA 05+200 – 6+350.



Gambar 2 Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Volume Lalu Lintas

Diperoleh dari survei lalu lintas yang telah dilaksanakan pada hari Minggu, 14 November 2021 hingga Senin, 15 November 2021 diketahui jumlah kendaraan yang melewati Jalan Danyang - Kuwu dilalui oleh berbagai macam jenis kendaraan, berdasarkan metode Bina Marga Pd – T – 14 – 2003 untuk beban kendaraan yang ditinjau merupakan kendaraan yang memiliki beban minimum 5 ton. Dibawah ini merupakan hasil survei volume kendaraan.

Tabel 1 Volume Kendaraan Tanggal 14 November 2021

Waktu	Jenis Kendaraan	
	6a	6b
	Truck 2 sumbu 4 roda	Truck 2 Sumbu 6 Roda
06.00 - 07.00	11	5
07.00 - 08.00	10	8
08.00 - 09.00	9	7
09.00 - 10.00	13	15
10.00 - 11.00	20	21
11.00 - 12.00	15	10
12.00 - 13.00	5	7
13.00 - 14.00	10	11
14.00 - 15.00	12	14
15.00 - 16.00	10	17
16.00 - 17.00	8	13
17.00 - 18.00	5	10
Total	128	138

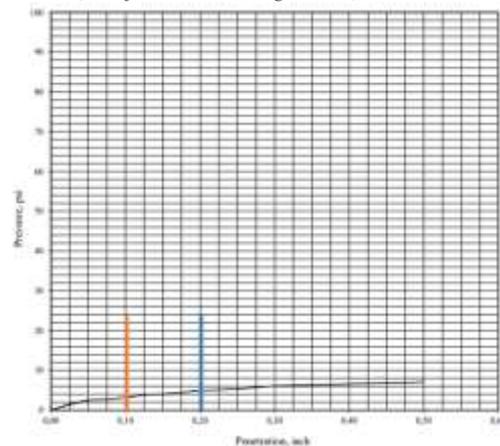
Tabel 2 Volume Kendaraan Tanggal 15 November 2021

Waktu	Jenis Kendaraan	
	6a	6b
	Truck 2 sumbu 4 roda	Truck 2 Sumbu 6 Roda
06.00 - 07.00	7	9
07.00 - 08.00	11	8
08.00 - 09.00	14	15
09.00 - 10.00	17	27
10.00 - 11.00	20	25
11.00 - 12.00	15	15
12.00 - 13.00	10	9
13.00 - 14.00	13	16
14.00 - 15.00	18	23
15.00 - 16.00	15	18
16.00 - 17.00	13	15
17.00 - 18.00	10	9
Total	163	189

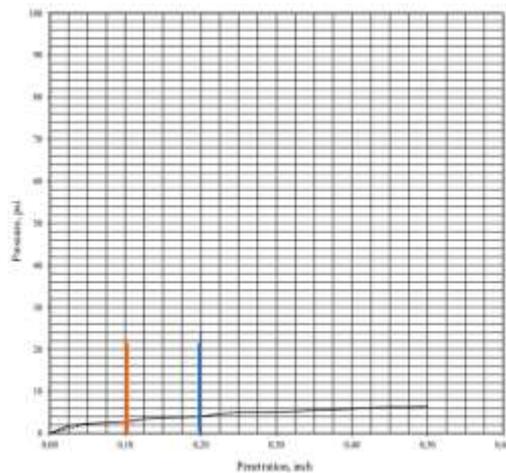
Tabel Volume Lalu Lintas Harian ruas jalan pada tanggal 15 November digunakan untuk menentukan jumlah sumbu kendaraan niaga dengan volume lalu lintas yang lebih tinggi dari tabel 14 November 2021.

2. Daya Dukung Tanah

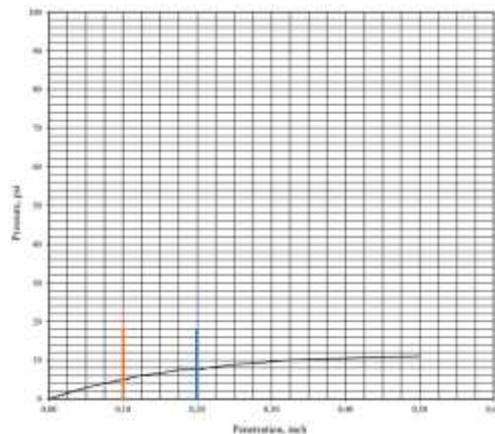
Untuk mengetahui kondisi daya dukung tanah asli pada lokasi penelitian peneliti menggunakan metode pengujian CBR laboratorium. Pengujian CBR laboratorium menggunakan jenis pengujian CBR terendam. Dibawah ini merupakan grafik hasil pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)



Gambar 3 Grafik Pengujian CBR Sampel 1 Sampel tanah 1 merupakan tanah yang diambil dari lokasi penelitian pada STA 05+300 Ruas Jalan Danyang – Kuwu. Hasil pengujian sampel 1 didapat nilai daya dukung tanah 0,33% dengan nilai pengembangan 2,55%.



Gambar 4 Grafik Pengujian CBR Sampel 2
Sampel tanah 2 merupakan tanah yang diambil dari lokasi penelitian pada STA 05+550 Ruas Jalan Danyang – Kuwu. Hasil pengujian sampel 2 didapat nilai daya dukung tanah 0,28% dengan nilai pengembangan 1,18%.



Gambar 5 Grafik Pengujian CBR Sampel 3
Sampel tanah 3 merupakan tanah yang diambil dari lokasi penelitian pada STA 06+000 Ruas Jalan Danyang – Kuwu. Hasil pengujian sampel 3 didapat nilai daya dukung tanah 0,51% dengan nilai pengembangan 2,63%.
Dalam Pengujian CBR yang dilaksanakan menggunakan 3 sampel tanah yang diambil pada lokasi yang berbeda serta dalam pengujian menggunakan jenis CBR terendam yang bertujuan untuk mengetahui kondisi daya dukung tanah dengan nilai terendah dalam kondisi tanah jenuh air, dengan CBR terendam juga dapat diketahui nilai pengembangan pada sampel tanah, dari 3 sampel tersebut diperoleh nilai CBR sebesar 0,37 %.

3. Perencanaan Tebal

a. Beban Sumbu Lalu Lintas

Berdasarkan data lalu lintas yang telah diperoleh setelah melaksanakan survei lapangan kemudian dilakukan analisis perhitungan jumlah sumbu sesuai dengan jenis dan beban kendaraan.

Tabel 3 Jenis Beban Sumbu

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jumlah Sumbu Kendaraan (Kend)	Jumlah Sumbu Per Kendaraan (Sb)	STRI		STRIG		STABG	
	R D	R B	RG D	RG B			B5 (ton)	75 (ton)	B5 (ton)	75 (ton)	B5 (ton)	75 (ton)
(1)	(2)				(3)	(4)	(5)		(6)		(7)	
MP	1	1	-	-								
Ban	3	5	-	-								
Truk 2as Kecil	2	4	-	-	163	2	326	2,72	163			
Truk 2as Besar	5	8	-	-	189	2	378	4,08	189	7,92	189	
Truk 3as Td	6	14	-	-								
Truk Gendong	6	14	5	5								
Jumlah							704		513	189		0

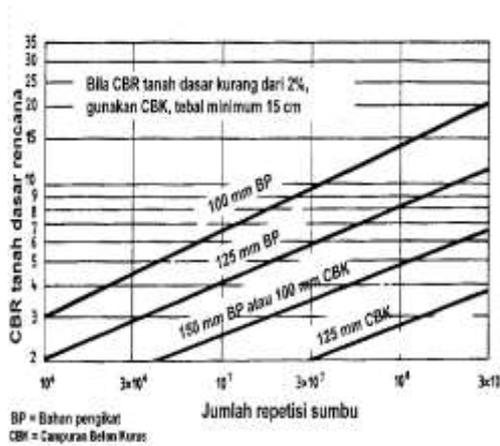
Jumlah sumbu kendaraan yang diperoleh digunakan untuk perhitungan JSKN (Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga) dibawah ini adalah perhitungan JSKN untuk umur rencana 20 tahun.

$$\begin{aligned}
 \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \times C \\
 \text{Dengan } R &= 45,8\% \\
 \text{Dengan } C &= 0,5 \\
 \text{JSKN} &= 365 \times 704 \times 45,8 \times 0,5 \\
 &= 5.884.384
 \end{aligned}$$

Hasil dari Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga diperoleh nilai sebesar $5,88 \times 10^6$

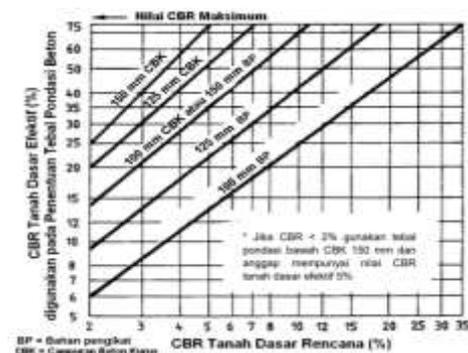
b. Perhitungan Repetisi Sumbu

Untuk hasil perhitungan repetisi sumbu rencana didapat nilai $5,88 \times 10^6$ dan pengujian daya dukung tanah dengan metode CBR laboratorium didapat 0,37%. Dengan hasil tersebut dapat dimasukkan pada grafik tebal pondasi bawah minimum dan CBR tanah dasar efektif untuk penentuan tebal pondasi, untuk lebih jelasnya perhatikan pada gambar dibawah ini



Gambar 6 Grafik Tebal Pondasi Bawah Minimum

Menurut ketentuan grafik tersebut nilai CBR kurang dari 2 % jenis Fondasi menggunakan Beton Kuras dengan ketebalan 15 cm



Gambar 7 Grafik CBR Tanah Dasar Efektif
Grafik diatas untuk menentukan CBR tanah dasar efektif menggunakan CBR tanah rencana, berdasarkan ketentuan yang berlaku jika CBR kurang dari 2% CBR efektif dianggap mempunyai nilai 5%.

c. Perhitungan Faktor Ratio Tegangan

Tabel 4 Tegangan Ekvivalen dan Tegangan Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton

Tebal Plat (mm)	CBR Efektif (%)	Tegangan Setara (TE)				Faktor Erosi			
		STR1	STRG	STdRG	STdRG	Dengan Rasio Beton Bertulang			
220	5	0,79	1,3	1,13	0,87	3,08	2,29	2,44	2,54
230	5	0,74	1,22	1,08	0,82	1,63	2,23	2,4	2,5
240	5	0,69	1,16	1,02	0,78	1,58	2,18	2,36	2,47
250	5	0,65	1,09	0,98	0,73	1,54	2,14	2,32	2,45
260	5	0,61	1,04	0,93	0,71	1,49	2,09	2,29	2,42
270	5	0,57	0,99	0,89	0,66	1,45	2,05	2,25	2,39
280	5	0,54	0,94	0,86	0,63	1,4	2,01	2,22	2,37
290	5	0,51	0,9	0,82	0,6	1,36	1,97	2,19	2,34
300	5	0,49	0,86	0,79	0,58	1,32	1,93	2,16	2,32
310	5	0,46	0,81	0,76	0,55	1,29	1,89	2,13	2,3
320	5	0,44	0,78	0,74	0,53	1,25	1,85	2,1	2,27
330	5	0,42	0,74	0,71	0,51	1,22	1,82	2,07	2,25
340	5	0,4	0,71	0,69	0,49	1,18	1,78	2,05	2,23
350	5	0,38	0,69	0,67	0,47	1,15	1,75	1,02	2,21

$$FRT = \frac{TE (Tegangan Ekvivalen)}{f'c(Kuat Tekan Beton)}$$

Dari CBR efektif 5 % dicoba tebal rencana 250 mm dengan mutu beton f'c 40 Mpa, berdasarkan tebal rencana 250 mm dapat mengetahui faktor rasio tegangan dengan nilai tegangan erosi dibagi kuat lentur beton yang digunakan pada perkerasan :

Tabel 5 Perhitungan Faktor Rasio Tegangan

Jenis Sumbu	TE	FE	FRT
(1)	(2)	(3)	(4)=(2/Fe)
STR1	0,65	1,54	0,16
STRG	1,09	2,14	0,27

dalam mengetahui kemampuan ketebalan plat plat dalam menopang sumbu kendaraan yang melintasi jalan agar tidak terjadi kegagalan struktur mapun kerusakan harus dilaksanakan analisis fatik dan erosi.

d. Analisa Fatik dan Erosi

Untuk mengetahui kemampuan ketebalan plat dilakukan analisis fatik dan erosi, untuk perhitungan dapat diperhatikan pada tabel 6

Tabel 6 Analisa fatik dan erosi

Jenis Sampel	Beban Sumbu Ton (kN)		Beban Rencana pada Ruas (kN)	Efisiensi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Strain	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	Tinggi	BBN				Regret no (%)	Peran Beban (%)	Regret (%)	Peran Beban (%)
a	b	c	$\frac{4-b^2L}{L^2}$	e	F	g	$k \times 100$	i	$j \times 100$
STRT	2,72	37,2	14,06	100,0215	TE = 0,08	TT	0	TT	0
	3,28	32,8	10,04	100,0215	ERT = 0,11	TT	0	TT	0
	4,08	40,8	12,48	100,0215	ER = 1,41	TT	0	TT	0
STRO	3,92	39,2	11,78	100,0215	TE = 0,06	TT	0	TT	0
					ERT = 0,11				
					ER = 2,01				
Total							0,0% < 100%		0,0% < 100%

Dari hasil perhitungan fatik dan erosi untuk perkerasan kaku pada ruas Jalan Danyang Kuwu STA 5+200 – 6+300 dengan menggunakan tebal rencana 250 mm diperoleh analisa fatik sebesar 0,0 % dan analisa erosi 0,0 %. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dengan nilai analisa fatik dan erosi sebesar 0,0% < 100% dapat dinyatakan memenuhi persyaratan untuk dijadikan tebal perkerasan kaku ruas Jalan Danyang Kuwu STA 5+200 – 6+300 dapat dinyatakan aman.

4. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Rekapitulasi adalah bagian dari perhitungan total untuk meringkas hasil perhitungan dari seluruh aspek total jumlah harga dari item – item pekerjaan yang dilaksanakan pada pekerjaan perkerasan kaku.

Tabel 7 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	TOTAL BIAYA
I	DEVISI 1. UMUM	Rp25.175.000,00
II	DEVISI 2. DRAINASE	Rp833.063.232,35
III	DEVISI 3. PEKERJAAN TANAH	Rp1.748.494.766,44
IV	DEVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	Rp1.364.407.201,12
V	DEVISI 7. STRUKTUR	Rp3.302.855.198,97
TOTAL		Rp7.273.995.308,89
PPN 11%		Rp800.139.493,88
JUMLAH TOTAL + PPN		Rp8.074.134.892,77
DIBULATKAN		Rp8.074.135.000,00
<i>Terbilang : Delapan Miliar Tajuh Puluh Empat Juta Seratus Tiga Puluh Lima Ribu Rupiah</i>		

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan serta analisis pada perkerasan kaku ruas Danyang – Kuwu STA 05+200 – 6+350 didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya dukung tanah pada ruas jalan Danyang – Kuwu memiliki nilai yang sangat kecil, nilai tersebut didapat dari pengujian CBR laboratorium terendam

dan mendapatkan nilai pada sampel 1 sebesar 0,33 %, sampel 2 sebesar 0,28 %, serta sampel 3 sebesar 0,51%.

2. Hasil perhitungan perancangan perkerasan kaku dengan acuan metode Bina Marga (Pd – T – 14 – 2003) didapat tebal 25 cm dengan tulangan tunggal berdiameter 8 mm, tie bar 70 cm jarak maksimum yang 75 cm, dan menggunakan diameter 16 mm, dowel bar menggunakan diameter 32 mm, panjang atau 45 cm, dengan jarak 30 cm
3. Hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya pada prnlitian perkerasan kaku ruas Danyang – Kuwu didapatkan nilai sebesar Rp 8.074.135.000,00

SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan serta analisis pada perkerasan kaku ruas Danyang – Kuwu STA 05+200 – 6+350 didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu adanya penelitian tentang perbaikan stabilisasi tanah asli yang lebih mendalam untuk meningkatkan daya dukung tanah atau nilai CBR yang berada di Kabupaten Grobogan dengan tujuan tidak perlu mengganti tanah tersebut dengan timbunan pilihan sebagai bahan pondasi lapis jalan, dengan tujuan untuk membuat lebih efektif dan efisien dalam pelaksanaan.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilaksanakan penelitian lebih intensif untuk merancang drainase dan sistem pengairan sawah dengan mempertimbangkan data curah hujan dan kondisi lingkungan yang berada pada lokasi penelitian.
3. Untuk penelitian selanjutnya perlu adanya analisis yang membahas metode manajemen pelaksanaan lapangan dengan pengerjaan mengacu pada standar yang telah ditetapkan untuk menghindari kegagalan teknis.

DAFTAR PUSTAKA

Amran Yusuf, Surandono Agus. 2017. Analisa Daya Dukung Tanah (DDT) Pada Sub Grade / Tanah Dasar Studi Kasus Ruas Jalan Ki Hajar Dewantara 38 Banjar Rejo Lampung Timur Batas Kota Metro. TAPAK Vol. 7, No. 1.

Aziz Mishbahul, Winarto Sigit, Cahyo Yosef, Candra Agata. 2019. Studi Analisa Perencanaan Perkerasan Lentur dan Rencana Anggaran Biaya Pada Proyek Jalan Ruas Tamblengan – Durjan Kabupaten Sampang.

- JURMATEKS Universitas Kediri.
Vol. 2, No. 2, Hal. 2621 – 7686.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU.
- Direktorat Jenderal Bina Marga . 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Februari 1997. Jakarta. Direktorat Pembinaan Jalan Kota.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2002. Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pt T – 01 – 2002 – B. Jakarta. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2003. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T – 14 – 2003. Jakarta. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2013. Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013. Jakarta. Kementerian Pekerjaan umum.
- Elisabeth Lintong, Pengarepan Monica. 2018. Studi Perbandingan Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Menurut Metode Pd T – 05 2005 – B dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (Studi Kasus : Ruas Jalan BTS. Kota Manado – Tomohon). Jurnal Statik Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Vol. 6 No. 10 Hal 823 – 834.
- Gardjito Edy. 2017. Studi Perencanaan Geometrik, Perkerasan Jalan dan Perencanaan Anggaran Biaya Pada Jalan Raya Kalidawir – Desa Ngubalan Kecamatan Kalidawir. Jurnal UkasRst Universitas Kadiri. Vol. 1, No. 2, Hal 94 – 101.
- Hadijah Ida, Putra Dian. 2017. Analisa Kerusakan Perkerasan Jalan Ditinjau Dari Daya Dukung Tanah dan Volume Lalu Lintas Studi Kasus : Ruas Jalan Metro – Tanjung Kari Kecamatan Sekampung Lampung Timur STA 10 + 600 s/d 11 + 600). TAPAK Universitas Muhammadiyah Metro Lampung. Vol. 7, No. 1.
- Jansyah Yan, Oktarina Devi, Feriyansyah, Dewi Fadilasari. 2019. Analisa Pengaruh Kerusakan Jalan Ditinjau Dari Nilai Daya Dukung dan Karakteristik Tanah Dengan Metode *California Bearing Ratio* (CBR) Studi Kasus : Ruas Jalan Campang Raya. Jurnal Rekayasa Teknologi dan Sains Universitas Malahayati. Vol. 3, No. 2.