

STUDI PERBANDINGAN PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN KALI BRANTAS STA 0+000 – 5+300

Chantika Ramadhani¹, Nusa Sebayang², dan Annur Ma'ruf³
Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email: chantikaramadhani27@gmail.com

ABSTRACT

One of the projects of the Blitar City government that is currently being implemented is the construction and improvement project of the Brantas River Road Section. The Brantas River Road section of Blitar City is an urban road that has an important role in economic development in the Blitar City area because there is an industrial center in the area around the road. This final report aims to compare the planning between flexible pavement planning and rigid pavement on the construction and improvement of the Brantas River Road Section in order to obtain road planning results that have a high level of strength and service life. The required data includes CBR (California Bearing Ratio), vehicle volume, traffic growth, project site climate and unit price of work referring to the Blitar City Public Works Office in the field of clan development. The method used in bending pavement is the Bina Marga method 2017 and the rigid pavement method refers to the cement concrete road pavement planning book (Pd T-14-2003). To complete this planning the programs used are Microsoft Word, Microsoft Excel, and AutoCad. From the results of the pavement planning comparison, the recommended type of pavement is Bending Pavement. Bending Pavement has a thick Layer AC-WC 40mm Layer AC-BC 60mm Layer AC-Base 80mm Layer Foundation Class A 300mm and requires a construction cost of Rp. 33,856,783,000

Keywords: Bending pavement, Rigid Pavement, RAB

ABSTRAK

Salah satu proyek pemerintah Kota Blitar yang sedang dalam pelaksanaan yaitu proyek pembangunan dan peningkatan Ruas Jalan Kali Brantas. Ruas Jalan Kali Brantas Kota Blitar merupakan jalan perkotaan yang mempunyai peranan penting dalam perkembangan ekonomi di wilayah Kota Blitar karena terdapat pusat industri di wilayah sekitar jalan tersebut. Laporan akhir ini bertujuan untuk membandingkan dari perencanaan antara perencanaan perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada proyek pembangunan dan peningkatan Ruas Jalan Kali Brantas agar diperoleh hasil perencanaan jalan yang memiliki tingkat kekuatan dan masa pelayanan yang tinggi. Data – data yang diperlukan meliputi CBR (*California Bearing Ratio*), volume kendaraan, pertumbuhan lalu lintas, iklim lokasi proyek dan harga satuan pekerjaan yang mengacu pada Dinas Pekerjaan Umum Kota Blitar bidang bina marga. Metode yang digunakan pada perkerasan lentur adalah metode Bina Marga 2017 dan metode perkerasan kaku mengacu pada buku Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003). Untuk menyelesaikan perencanaan ini program yang digunakan adalah Microsoft Word, Microsoft Excel, dan AutoCad. Dari hasil perbandingan perencanaan perkerasan, jenis perkerasan yang disarankan adalah Perkerasan Lentur. Perkerasan Lentur memiliki tebal Lapis AC-WC 40mm Lapis AC-BC 60mm Lapis AC-Base 80mm Lapis Pondasi Kelas A 300mm dan membutuhkan biaya konstruksi sebesar Rp. 33.856.783.000

Kata Kunci: Perkerasan lentur, perkerasan kaku, RAB

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan merupakan perencanaan pemilihan kombinasi material dan tebal yang memenuhi syarat pelayanan dengan biaya termurah dan dengan umur rencana yang panjang Ruas jalan Kali Brantas Kota Blitar merupakan jalan perkotaan yang mempunyai peranan penting dalam perkembangan ekonomi di wilayah Kota Blitar karena terdapat pusat industri di wilayah sekitar jalan yang sering dilalui oleh lalu lintas

berat seperti truck sedang yang melintas sebanyak 120 per hari dan juga termasuk jalan yang sangat padat sehingga banyak ruas jalan yang rusak bergelombang dan berlubang di beberapa tempat tersebut dengan kondisi existing jalan menggunakan perkerasan lentur. Sehingga perlu adanya alternatif lain dalam perencanaan perkerasan jalan, selain menggunakan konstruksi perkerasan lentur, alternatif lain yang bisa digunakan adalah konstruksi perkerasan. Pemilihan metode dalam perhitungan menentukan tebal perkerasan akan sangat

mempengaruhi dalam pekerjaan perkerasan serta biaya yang akan dikeluarkan pada saat pekerjaan jalan maupun pada saat perawatan jalan tersebut. Penggunaan jenis perkerasan *Flexible Pavement* dan *Rigid Pavement* akan sangat ditentukan oleh beberapa faktor antara lain umur rencana jalan tersebut

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku yang direncanakan pada ruas jalan kali Brantas?
2. Berapakah rencana anggaran biaya pembangunan dan pemeliharaan untuk umur rencana 20 tahun ?

1.3 Tujuan Studi

1. Merencanakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku ruas jalan Kali Brantas dengan baik dan benar yang sesuai dengan pedoman yang ada
2. Membandingkan kedua alternatif penggunaan lapisan perkerasan tersebut secara ekonomis untuk umur rencana 20 tahun

1.4 Manfaat Studi

1. Dapat meningkatkan tingkat pelayanan pada ruas Jalan Kali Brantas dengan sarana jalan raya yang memadai.
2. Dapat menunjang tingkat perekonomian dan pembangunan industry kecil dan menengah pada daerah sekitar ruas Jalan Kali Brantas

1.5 Batasan Masalah

Yang menjadi pokok pembahasan pada penelitian ini adalah menghitung tebal perkerasan lentur dan tebal perkerasan kaku, membandingkan hasil rencana anggaran biaya pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan umur rencana 20 tahun dengan mengansumsikan pembangunan jalan dari awal

LANDASAN TEORI

2.1 Perkerasan Lentur

Perkerasan aspal dan perkerasan beton aspal (*asphalt concrete pavement*), juga di sebut perkerasan lentur (*flexible pavement*), merupakan campuran agregat batu pecah, pasir, material pengisi, dan aspal, yang dihamparkan dan dipadatkan. Perkerasan lentur dirancang untuk melendut dan kembali ke posisi semula bersama-sama dengan tanah dasar. Konsep dasar dalam perencanaan ini adalah menghamparkan lapisan-lapisan permukaan dan lapis pondasi beserta lapisan-lapisan antaranya, sedemikian hingga regangan pada tanah dasar dapat

dikendalikan guna mencegah terjadinya defleksi permanen .

2.2 Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen adalah suatu konstruksi (perkerasan) dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahan ikatnya. Pada saat ini dikenal ada 5 jenis perkerasan beton semen, yaitu :

- Perkerasan beton semen tanpa tulangan dengan sambungan (*Jointed Plain Concrete Pavement*).
- Perkerasan beton semen bertulang dengan sambungan (*Joint Reinforced Concrete Pavement*).
- Perkerasan beton semen tanpa tulangan (*Continuously Reinforced Concrete Pavement*).
- Perkerasan beton semen prategang (*Prestressed Concrete Pavement*).
- Perkerasan beton semen bertulang *fiber* (*Fiber Reinforced Concrete Pavement*)

2.3 Rencana Anggaran Biaya

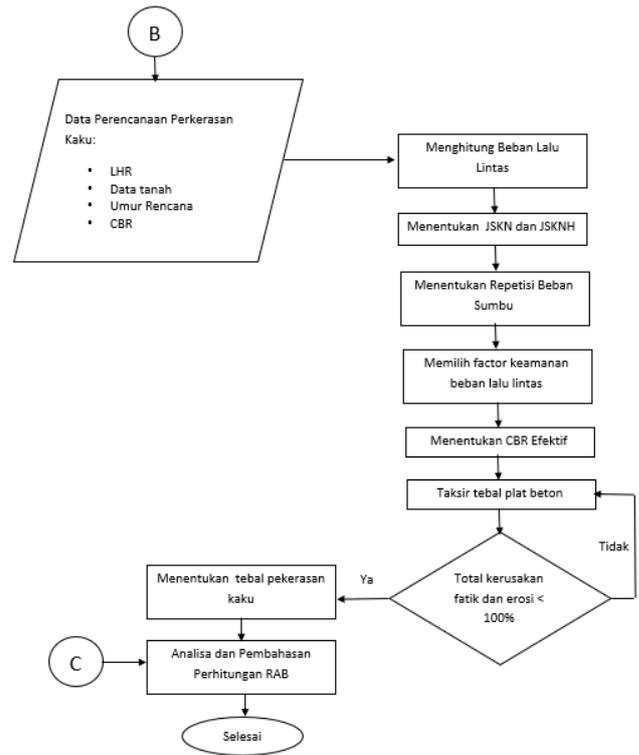
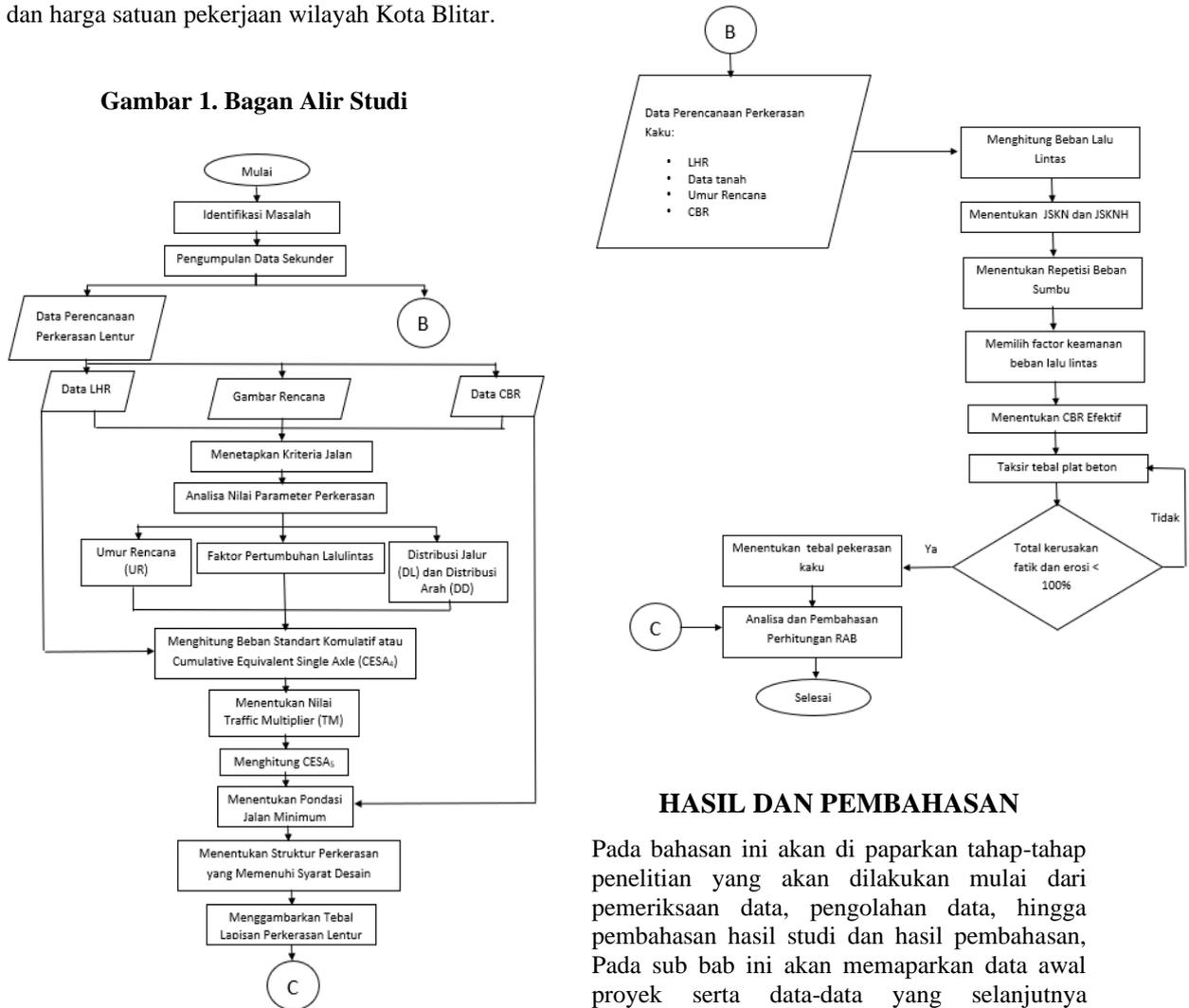
Membuat anggaran biaya berarti menaksir atau memperkirakan suatu barang, bangunan atau benda yang akan dibuat dengan teliti dan secermat mungkin. Penyusunan konstruksi bangunan pada dasarnya selalu disertai dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Anggaran merupakan suatu bentuk perencanaan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu, dibuat dalam bentuk uang, jam, tenaga kerja atau dalam satuan lain. Pihak owner membuat perhitungan atau estimasi dengan tujuan untuk mendapatkan informasi sejelas – jelasnya tentang biaya yang harus disediakan untuk merealisasikan proyeknya. Hasil estimasi disebut dengan OE (*Owner Estimaste*) dan hasil estimasi yang dilakukan oleh konsultan perencana disebut dengan EE (*Engineer Estimate*).

METODELOGI STUDI

Setiap perencanaan akan membutuhkan data untuk menyelesaikan perencanaan yang akan dilakukan. Perencanaan juga membutuhkan data-data pendukung yaitu data primer dan data sekunder. Data-data yang digunakan dalam studi perencanaan ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah kearsipan yang dapat diperoleh oleh perusahaan atau badan tertentu dan pihak instansi terkait, data tersebut adalah CBR tanah dasar, data LHR, data pertumbuhan lalu lintas

dan harga satuan pekerjaan wilayah Kota Blitar.

Gambar 1. Bagan Alir Studi



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bahasan ini akan di paparkan tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan mulai dari pemeriksaan data, pengolahan data, hingga pembahasan hasil studi dan hasil pembahasan, Pada sub bab ini akan memaparkan data awal proyek serta data-data yang selanjutnya perhitungan tebal perkerasan dan rencana anggaran biaya.

4.1 Analisa Nilai Parameter Perkerasan Lentur

Pertumbuhan Lalu Lintas dilihat dari perbandingan nilai pertumbuhan lalu lintas rata-rata jumlah kendaraan pertahun maka perhitungan nilai rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan pertahun dihitung total jumlah kendaraan.

Tabel 1. Jumlah Kendaraan th 2016-2020

Jenis Kendaraan	Tahun				
	2016	2017	2018	2019	2020
Sepeda Motor	1092	1124	1398	1478	1679
Mobil pribadi / Pick Up / Box Kecil	988	1078	1149	1257	1432
Bus Kecil	23	24	28	30	36
Bus Besar	37	43	46	49	54
Truck Kecil / Truck Sedang	86	90	96	106	120
Truck 3 as (gandar)	10	11	14	17	20
Truck Gandeng	15	19	22	28	35
Trailler	2	2	3	5	5
Kendaraan Tidak Bermotor	30	48	53	65	72
Jumlah Kend/Hari	2283	2439	2809	3035	3453
Jumlah Kend/Tahun	833295	890235	1025285	1107775	1260345

- Umur rencana 20 tahun
- Kapasitas Jalan
 $C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$
 $= 3100 \times 1 \times 1 \times 0,83$
 $= 2573 \text{ smp/jam}$

Tabel 2. Kapasitas Jalan

Tahun	Kapasitas Jalan (smp/jam)	LHRT (smp/jam)
0	2573	284,696
5	2573	346,181
10	2573	442,033
20	2573	720,708

- LHR UR 20 tahun

Tabel 3. LHR UR 20 tahun

Jenis kendaraan	LHR UR 20 th (kend/hari)
Sepeda Motor	11209
Mobil pribadi / Pick Up / Box Kecil	7786
Bus Kecil	263
Bus Besar	301
Truck Kecil / Truck Sedang	554
Truck 3 as (gandar)	375
Truck Gandeng	1141
Trailer	145
Kendaraan Tidak Bermotor	2250
Jumlah	24023

- Factor Distribusi Lajur (DL) 80%
- Faktor Distribusi Arah (DD) 0,50
- Menghitung beban standart kumulatif
 $CESA_4 = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$
 $CESA_5 = 1,8 \times CESA_4$

Tabel 4. Nilai CESA4 dan CESA5 UR 20 th

Jenis kendaraan	LHRJK	VDFJK	DL	DD	R	CESA4	CESA5
Sepeda Motor	11209	-	0,8	0,5	20,190	-	-
Mobil pribadi / Pick Up / Box Kecil	7786	-	0,8	0,5	20,169	-	-
Bus Kecil	263	-	0,8	0,5	20,200	-	-
Bus Besar	301	1	0,8	0,5	20,171	885435	1593784
Truck Kecil / Truck Sedang	554	0,5	0,8	0,5	20,152	815026	1467046
Truck 3 as (gandar)	375	0,5	0,8	0,5	20,303	556486	1001674
Truck Gandeng	1141	5,9	0,8	0,5	20,366	2001046	3601884
Trailer	145	8,32	0,8	0,5	20,352	3582598	6448676
Jumlah						2585001	4653001

- Menentukan tipe perkerasan

Tabel 5. Menentukan tipe perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30-200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas tanah dasar $\geq 2,5\%$)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq 100 \text{ mm}$ dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRD tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau bantuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

- Perhitungan CBR

Tabel 6. Nilai CBR

STA	0+000	0+200	0+400	0+600	0+800	1+000	1+200	1+400	1+600
CBR %	7,11	9,16	7,98	6,59	6,87	7,89	7,41	7,42	7,33
STA	1+800	2+000	2+200	2+400	2+600	2+800	3+000	3+200	3+400
CBR %	6,92	6,81	6,38	7,8	7,22	7,18	5,87	6,69	5,95
STA	3+600	3+800	4+000	4+200	4+400	4+600	4+800	5+000	5+200
CBR %	6,99	6,23	7,68	6,75	6,72	6,93	6,55	6,68	7,12

Dari table diatas dapat dihitung nilai CBR_{Segmen} dengan cara analitis, dihitung dengan rumus :

$$CBR_{Segmen} = CBR \text{ rata - rata} - \frac{cm - cm}{R}$$

$$CBR \text{ rata - rata} = \frac{7,11 + 9,16 + 7,98 + 6,59 + 6,87 + 7,89 + 7,41 + 7,42 + 7,33 + 6,92 + 6,81 + 6,38 + 7,80 + 7,22 + 7,18 + 5,87 + 6,69 + 5,95 + 6,99 + 6,23 + 7,68 + 6,75 + 6,72 + 6,93 + 6,55 + 6,68 + 7,12}{27} = 7,045 \%$$

$$CBR \text{ max} = 9,16\%$$

$$CBR \text{ min} = 5,87\%$$

$$R = 3,18 \text{ (Lebih dari 10 titik pengamatan)}$$

$$CBR_{Segmen} = 7,05 - ((9,16 - 5,87)/3,18) = 6,12\%$$

- Penentuan Tebal Lapis Perkerasan

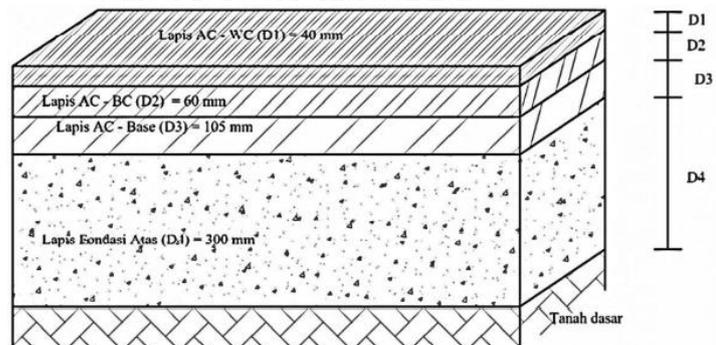
Tabel 7. Tebal Lapis Perkerasan

Struktur Perkerasan	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
	Solusi yang dipilih								
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (106 ESA5)	< 2	$\geq 2 - 4$	$> 4 - 7$	$> 7 - 10$	$> 10 - 20$	$> 20 - 30$	$> 30 - 50$	$> 50 - 100$	$> 100 - 200$
Ketebalan Lapis Perkerasan									
ACWC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
ACBC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
ACBase	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2				3		

Maka tebal perkerasan yang didapatkan untuk umur rencana 20 tahun yaitu :

- ACWC = 40 mm
- ACBC = 60 mm
- AC Base = 80 mm
- LPA kelas A = 300 mm

Gambar 2. Tebal Perkerasan Lentur



- Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku

Berdasarkan bagan alir dari metode perencanaan tebal perkerasan kaku mengacu pada buku Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) dapat dibuat langkah - langkah

perencanaan dan perhitungan tebal perkerasan sebagai berikut :

1. Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH)

Tabel 8. JSKNH

Jenis Kendaraan	Volume (kend/hari)	Konfigurasi & distribusi beban sumbu (ton)			Sumbu /kend	JSK NH	STRT		STRG		STdRG	
		ST RT	STR G	STd RG			BS	JS	BS	JS	BS	JS
Bus Kecil	36	2	4	-	2	72	2	36	4	36	-	-
Bus Besar	54	4	5	-	2	108	4	54	5	54	-	-
Truck Kecil	120	3	5,3	-	2	240	3	120	5,3	12	0	-
Truck 3 as	20	7	-	18	2	40	7	20	-	-	18	20
Truck Gandeng	35	6	25,4	-	2	70	6	35	25,4	35	-	-
Trailer	5	7	12	23	3	15	7	5	12	5	23	5
TOTAL						545						

2. Perhitungan Repetisi Sumbu

Tabel 9. Repetisi Beban Sumbu

Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana (JSKN)	Repetisi yang Terjadi
a	b	c	d	e	f	g
				(Tot. Sb)		(d) x (e) x (f)
STRT	2	36	0.13	0.50	3288822.46	217243.32
	4	54	0.20	0.50	3288822.46	325864.98
	3	120	0.44	0.50	3288822.46	724144.39
	7	20	0.07	0.50	3288822.46	120690.73
	6	35	0.13	0.50	3288822.46	211208.78
	7	5	0.02	0.50	3288822.46	30172.68
Total		270				
STRG	4	36	0.14	0.46	3288822.46	217243.32
	5	54	0.22	0.46	3288822.46	325864.98
	5,3	120	0.48	0.46	3288822.46	724144.39
	25,4	35	0.14	0.46	3288822.46	211208.78
	12	5	0.02	0.46	3288822.46	30172.68
Total		250				
STdRG	18	20	0.80	0.05	3288822.46	120690.73
	23	5	0.20	0.05	3288822.46	30172.68
Total		25				
Kumulatif		545				3288822.46

Dengan diperolehnya jumlah sumbu untuk setiap jenis dan beban sumbu kendaraan serta jumlah sumbu kendaraan, maka besarnya repetisi rencana untuk setiap jenis dan beban sumbu kendaraan dapat diketahui.

- Kolom a : Jenis Sumbu
- Kolom b : Beban Sumbu
Diperoleh dari tabel 8 Konfigurasi sumbu kolom BS
- Kolom c : Jumlah Sumbu
Diperoleh dari tabel 8 Konfigurasi sumbu kolom JS
- Kolom d : Proporsi Beban
Diperoleh dari hasil bagi antara jumlah

sumbu dengan total jumlah sumbu setiap jenis sumbu.

Contoh perhitungan :

- Jenis Sumbu = STRT
- Jumlah Sumbu = 36
- Total Jumlah Sumbu STRT = 270
- Proporsi Beban = $\frac{36}{270} = 0,13$

➤ Kolom e : Proposi Sumbu

Diperoleh dari hasil bagi antara total jumlah sumbu tiap jenis sumbu dengan total keseluruhan jumlah sumbu.

Contoh perhitungan :

- Sumbu = STRT
- Total Jumlah Sumbu STRT = 270
- Total Jumlah Keseluruhan Sumbu = 545
- Proposi Sumbu = $\frac{270}{545} = 0,50$

➤ Kolom f : JSKN Rencana

Diperoleh dari hasil perhitungan JSKN Rencana

➤ Kolom g : Repetisi yang Terjadi

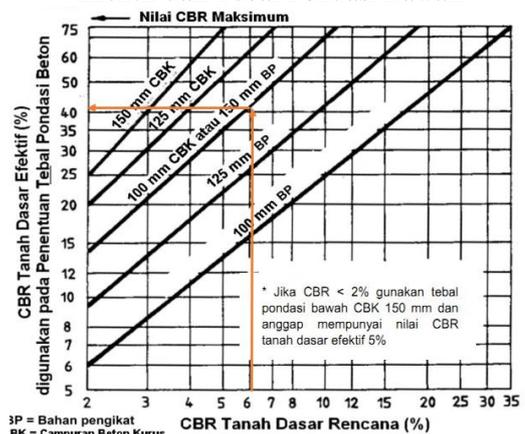
Diperoleh dari hasil perkalian antara proporsi beban, proporsi sumbu, dan JSKN rencana.

Contoh perhitungan :

- Jenis Sumbu = STRT
- Jumlah Sumbu = 36
- Proporsi Beban = 0,13
- Proposi Sumbu = 0,50
- JSKN Rencana = 3288822.46
- Repetisi yang Terjadi = $0,13 \times 0,50 \times 3288822.46 = 217243.32$

3. Menentukan Tebal Pondasi Bawah dan CBR Tanah Dasar Efektif

Gambar 3. CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah



Gambar diatas merupakan gambar grafik untuk menentukan CBR tanah dasar efektif dan tebal lapisan pondasi. Berikut langkah untuk menentukan dari CBR Tanah dasar rencana :

- A. Menarik garis ke atas dari CBR tanah dasar yang telah diketahui yaitu sebesar 6,1% sampai memotong garis tebal pondasi 150mm BP.
- B. Menarik garis perpotongan ke CBR tanah dasar efektif
- C. Mencari hasil CBR tanah dasar efektif yaitu 42%

4. Perhitungan Kekuatan Plat 190mm
Tabel 10. Plat 190mm

Fks	1,1	Tebal plat beton	190	Fatik	Erosi					
Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu (KN)	Beban Rencana / Roda (KN)	Repetisi Y8	Faktor tegangan & Erosi	Repetisi Ijin	% Kerusakan	Repetisi Ijin	% Keru		
a	b	c	d	e	f	g	h	i		
STRT	20	11	2,17E+05	F _a CBR Efektif (TE)	4,11	TT	TT	TT		
	40	22	3,26E+05		42					
	30	16,5	7,24E+05	1,01	TT					
	70	38,5	1,21E+05	TT	TT				TT	
	60	33	2,11E+05	TT	TT				60.000.000	0,20
	2	70	38,5	3,02E+04	FRT (FE)				0,246 2,340	TT
STRG	40	11	2,17E+05	F _a CBR Efektif (TE)	1,59	TT	TT	TT		
	50	13,75	3,26E+05		TT					
	53	14,575	7,24E+05	TT	TT				TT	
	254	69,85	2,11E+05	TT	TT				TT	
	4	120	33	3,02E+04	FRT (FE)				0,387 2,930	TT
STdRD	180	24,75	1,21E+05	F _a CBR Efektif (TE)	1,29	TT	TT	TT		
	230	31,625	3,02E+04		2.000.000				1,51	2.000.000
8				FRT (FE)	0,314 3,000					
	Kumulatif						1,51	15,34		

Keterangan :

- TT = Tidak Terbatas
- TE = Tegangan Ekuivalen
- FE = Faktor Erosi
- FRT = Faktor Erosi Tegangan

Didapatkan dari tegangan ekuivalen (TE) dibagi dengan nilai mutu beton (f'_{cf}).

Contoh Perhitungan :

$$FRT = TE / f'_{cf}$$

$$FRT_{STRT} = 1,01 / 4,11 = 0,246$$

Penjelasan tabel 4.28 :

- Kolom a : Jenis sumbu kendaraan
- Kolom b : Beban Sumbu (KN)
Mengelompokkan beban sumbu setiap kendaraan sesuai jenis sumbunya (STRT, STRG, STdRG) yang satuannya dikonfersikan terlebih dahulu dari Kg menjadi KN.
- Kolom c : Beban rencana per roda (KN)
Didapatkan dengan mengalikan beban sumbu dengan faktor keamanan beban (FKB), selanjutnya dibagi dengan jumlah roda yang dipunyai sesuai dengan jenis sumbunya.

Contoh perhitungan :

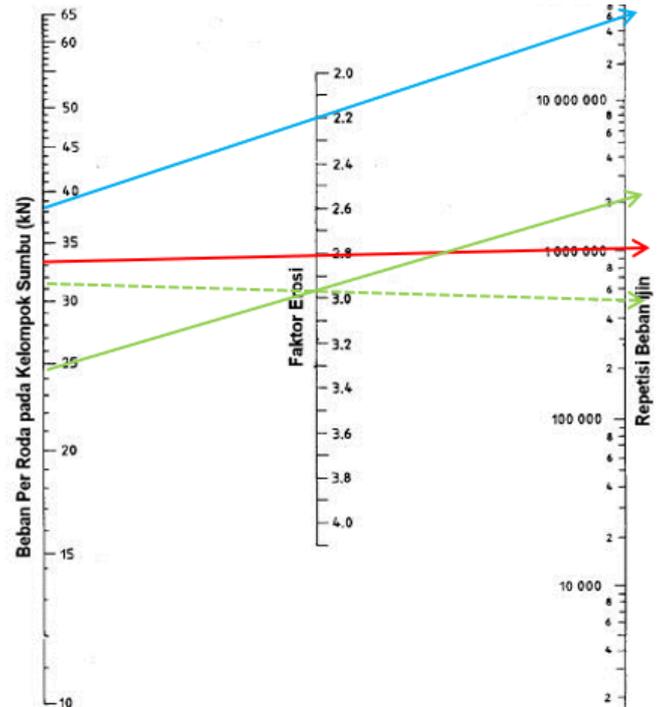
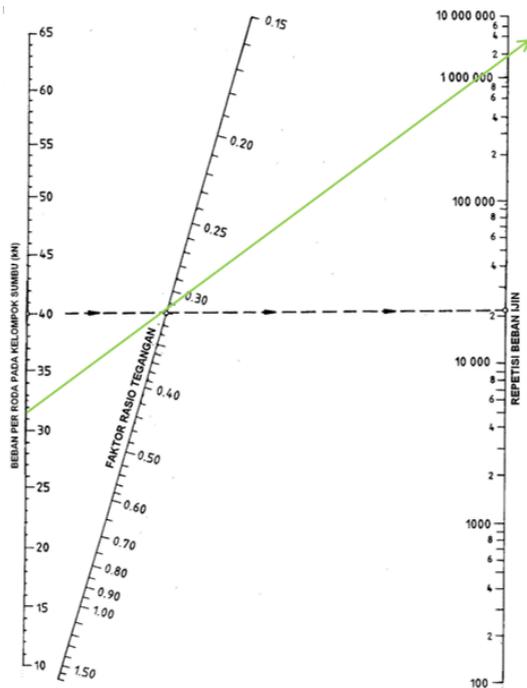
$$STRT = \left(\frac{20 \times 1,1}{2} \right) = 11$$

- Kolom d : Repetisi yang terjadi
Didapatkan dari nilai repetisi yang sebelumnya telah dihitung seperti pada tabel 4.21.
- Kolom e : Faktor tegangan dan erosi
Tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) didapatkan dari **Tabel 4.22**, sedangkan faktor erosi tegangan (FRT) didapatkan dari tegangan ekuivalen (TE) dibagi dengan nilai mutu beton (f'_{cf}).
- Kolom f : Analisa fatik (repetisi ijin)
Didapat dari grafik analisa fatik dan repetisi beban ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan atau tanpa bahu beton. Jika garis perpotongan beban roda dan faktor rasio tegangan diluar garis repetisi beban ijin maka repetisi beban ijinnya ditulis TT (tidak terbatas).
- Kolom g : Analisa fatik (persentase rusak)
Didapatkan dari hasil bagi antara repetisi ijin (kolom d) dibagi dengan analisa fatik (repetisi ijin) (kolom f) dan dikalikan 100%.
- Kolom h : Analisa erosi (repetisi ijin)
Didapat dari grafik analisa erosi dan jumlah repetisi beban ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton. Jika garis perpotongan beban roda dan faktor rasio tegangan diluar garis repetisi beban ijin maka repetisi beban ijinnya ditulis TT (tidak terbatas).
- Kolom i : Analisa erosi (persentase rusak)
Didapatkan dari hasil bagi antara repetisi ijin (kolom d) dibagi dengan analisa erosi (repetisi ijin) (kolom h) dan dikalikan 100%

Gambar 4. Analisa Fatik dan Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Ratio Tegangan

Keterangan :

- 1. = Beban rencana per roda 31,62 KN dengan FRT 0,314 (STdRG) terbaca sebesar 2.000.000.



Gambar 5. Analisa Erosi dan Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Ratio Tegangan

Keterangan :

1. → = Beban rencana per roda 38,5 KN dengan FE 2,260 (STRT) terbaca sebesar 60.000.000.
2. → = Beban rencana per roda 33 KN dengan FE 2,860 (STRG) terbaca sebesar 1.000.000.
3. → = Beban rencana per roda 24,75 KN dengan FE 2,940 (STdRG) terbaca sebesar 2.000.000.
4. - - - → = Beban rencana per roda 31,62 KN dengan FE 2,940 (STdRG) terbaca sebesar 500.000.

5. Menentukan Ruji (Dowel)

Tabel 11. Ukuran dan Jarak Ruji

No	Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	125 < h ≤ 140	20
2	140 < h ≤ 160	24
3	160 < h ≤ 190	28
4	190 < h ≤ 220	33
5	220 < h ≤ 250	36

6. Perhitungan Batang Pengikat (Tie Bar)
7. Batang *tie bar* menggunakan baja ulir diameter 16 mm, maka dengan menggunakan rumus didapat panjang *tie bar* sebagai berikut :

$$L = (38,3 \times D) + 75$$

Dengan pengertian :

L = Panjang batang pengikat (mm).

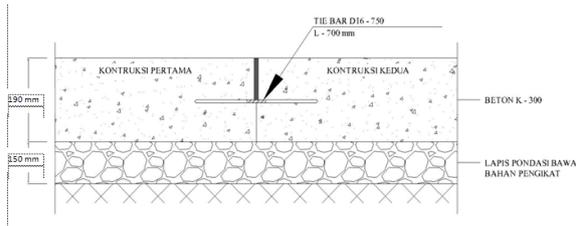
D = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

Maka dengan rumus diatas didapatkan panjang *tie bar* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L &= (38,3 \times 16) + 75 \\ &= 687,8 \text{ mm} \\ &= 700 \text{ mm} \end{aligned}$$

Gambar 6. Tebal Pengerasan Kaku



4.3 Rencana Anggaran Biaya

Untuk menghitung rencana anggaran biaya, maka volume yang sudah terhitung dikalikan dengan harga satuan setiap item pekerjaan

1. RAB Perkerasan Lentur

Tabel 12. RAB Perkerasan Lentur

RENCANA ANGGARAN BIAYA				
Kegiatan	: Pembangunan Jalan			
Pekerjaan	: Pembangunan Jalan Kali Brantas Kota Blitar			
Lokasi	: Kecamatan Kepanjenkidul			
Tahun	: 2021			
Volume	: P = 5300 m; L = 7,5 m			
Uraian Pekerjaan	Sat	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
UMUM				
Mobilisasi	Ls	1,00	Rp 45.274.680	Rp 45.274.680
Papan, Nama Proyek	Ls	1,00	Rp 720.000	Rp 720.000
Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	1,00	Rp 1.345.000	Rp 1.345.000
Relokasi Utilitas	Ls	1,00	Rp 4.760.000	Rp 4.760.000
PERKERASAN BERBUTIR				
Lapis Pondasi Agregat, Kelas A	m ³	11925,00	Rp 551.100	Rp 6.571.867.500
PERKERASAN ASPAL				
Lapis Resap Pengikat	Lt	19875,00	Rp 10.865	Rp 215.941.875
Lapis Perekat	Lt	7950,00	Rp 9.875	Rp 78.506.250
Laston Lapis Permukaan (AC-WC)	Ton	3736,50	Rp 1.058.750	Rp 3.956.019.375
Laston Lapis (AC-BC)	Ton	5580,9	Rp 1.013.320	Rp 5.655.237.588
Laston Lapis Pondasi (AC-Base)	Ton	7441,2	Rp 948.860	Rp 7.060.657.032
			Jumlah	Rp 23.890.978.425
			PPN 11%	Rp 2.628.007.627
			Total	Rp 26.518.986.052
			Dibulatkan	Rp 26.518.986.000
			Biaya/m²	Rp 667.144

- Biaya Perawatan Berkala

Dari hasil perhitungan nilai future tersebut kemudian dipresent-kan kembali hingga nilainya sesuai dengan keadaan saat ini. Nilai i yang digunakan adalah Suku Bunga BI rate sebesar 3,50% (sumber : www.bi.go.id, 2022)

1. Tahun ke-5

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

$$= 2.138.296.813 \left(\frac{1}{(1 + 0,035)^5} \right)$$

$$= \text{Rp. } 1.800.388.539$$

2. Tahun ke-10

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

$$= 2.716.097.962 \left(\frac{1}{(1+0,035)^{10}} \right)$$

$$= \text{Rp. } 1.925.492.945$$

3. Tahun ke-15

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

$$= 3.450.029.992 \left(\frac{1}{(1 + 0,035)^{15}} \right)$$

$$= \text{Rp. } 2.059.290.536$$

Total biaya pemeliharaan berkala pada tahun ke-5, 10 dan 15 sebesar Rp. 5.785.172.020

- Biaya Perawatan Rutin

Nilai Future tersebut kemudian dipresentkan Kembali sehingga nilainya sesuai dengan keadaan saat ini. Nilai n yang digunakan adalah BI rate sebesar 3,50%. Berikut perhitungan nilai present biaya pemeliharaan rutin

Tabel 13. Perhitungan Biaya Pemeliharaan Rutin

Tahun	FW	1/(1+i)^n	FW = P (1+i)^n (Rp)
1	88.337.071	0,9662	85.349.826,99
2	92.709.756	0,9335	86.545.549,21
3	97.298.889	0,9019	87.758.023,08
4	102.115.184	0,8714	88.987.483,31
6	112.474.795	0,8135	91.498.318,04
7	118.042.297	0,7860	92.780.178,53
8	123.885.391	0,7594	94.079.997,46
9	130.017.718	0,7337	95.398.026,41
11	143.208.048	0,6849	98.089.738,42
12	150.296.846	0,6618	99.463.942,48
13	157.736.540	0,6394	100.857.398,68
14	165.544.499	0,6178	102.270.376,73
16	182.339.029	0,5767	105.155.996,19
17	191.364.811	0,5572	106.629.196,14
18	200.837.370	0,5384	108.123.035,12
19	210.778.819	0,5202	109.637.802,27
Jumlah			1.552.624.889,06

Total biaya pemeliharaan perkerasan lentur adalah penjumlahan dari biaya pemeliharaan berkala dan biaya pemeliharaan rutin sebesar :

$$\text{Total Biaya} = \text{Rp } 5.785.172.020 + 1.552.624.889 = \text{Rp. } 7.337.796.909$$

2. RAB Perkerasan Kaku

Tabel 14. RAB Perkerasan Kaku

RENCANA ANGGARAN BIAYA					
Kegiatan : Pembangunan Jalan					
Pekerjaan : Pembangunan Jalan Kali Brantas Kota Blitar.					
Lokasi : Kecamatan Kepanjenkidul.					
Tahun : 2021					
Volume : P = 5300 m; L = 7,5 m					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Kuantita	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I UMUM					
1	Mobilisasi	Ls	1,00	Rp. 45.274.680	Rp. 45.274.680
2	Papan Nama Proyek	Ls	1,00	Rp. 720.000	Rp. 720.000
3	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	1,00	Rp. 1.345.000	Rp. 1.345.000
4	Relokasi Utilitas	Ls	1,00	Rp. 4.760.000	Rp. 4.760.000
II PERKERASAN BERBUTIR					
1	Lapis Pondasi Agregat Semen Kelas A (Cement Treated Base)	m ³	3975,00	Rp. 777.480	Rp. 2.528.616.750
III PERKERASAN BETON					
1	Baja Tulangan U 16 Uliir	Kg	31800	Rp. 18.000	Rp. 4370.027.400
2	Baja Tulangan U 33 Polos	Kg	80100,9	Rp. 15.705	Rp. 1.257.984.635
3	Pemasangan dan Pembongkaran Bekisting	m ²	6148,00	Rp. 504.350	Rp. 3.100.743.800
4	Beton mutu (K - 300) f'c' 30 Mpa	m ³	7552,50	Rp. 3.590.290	Rp. 27.115.665.225
				Jumlah	Rp. 35.055.434.740
				PPN 11%	Rp. 3.856.097.821
				Total	Rp. 38.911.532.561
				Dibulatkan	Rp. 38.911.533.000
				Biaya/m²	Rp. 978.906

4.4 Analisa Perbandingan Biaya

Penilaian terhadap sebuah proyek dilakukan dengan cara evaluasi ekonomi, yang berfungsi untuk mengetahui kelayakan proyek tersebut secara umum. Dari perhitungan diatas

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan tebal perencanaan lentur sesuai dengan metode Bina Marga 2017 dan tebal perkerasan kaku yang mengacu pada buku Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (Pd T-14-2003) dengan umur rencana 20 tahun pada Ruas Jalan Kali Brantas STA 0 + 000 – 5 + 300 Kota Blitar diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Tebal Perkerasan

- Perkerasan Lentur Pekerjaan Baru
 - Lapis AC-WC = 40 mm
 - Lapis AC-BC = 60 mm
 - Lapis AC-Base = 80 mm
 - Lapis Pondasi kelas A = 300mm
 - Overlay
 - Lapis AC-WC = 40 mm
- Perkerasan kaku
 - Lapis Permukaan = 19 cm (Beton K-300)
 - Lapis Pondasi = 15 cm (Cement Trade Base)

2. Biaya pembangunan jalan dan perawatan

didapatkan ilustrasi biaya perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada umur rencana 20 tahun.

Gambar 7. Perbandingan Biaya Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku



Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa perkerasan lentur untuk umur rencana 20 tahun memerlukan biaya overlay dan perawatan rutin sebesar Rp. 7.337.796.909 sedangkan perkerasan lentur tidak memerlukan biaya pemeliharaan. Untuk total biaya dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku sebagai berikut :

- Perkerasan Lentur
 - = Biaya Pembangunan + Biaya Overlay dan Perawatan
 - = Rp. 26.518.986.000 + Rp. 7.337.796.909
 - = Rp. 33.856.782.909
- Perkerasan Kaku
 - = Biaya Pembangunan
 - = Rp. 38.911.533.000

- Perkerasan Lentur = Rp. 33.856.783.000
- Perkerasan Kaku = Rp. 38.911.533.000

Hasil dari perbandingan perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan umur rencana 20 tahun yang memiliki nilai biaya lebih ekonomis yaitu perkerasan lentur.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis berikan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam menentukan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku data yang digunakan harus lengkap agar perencanaan tebal perkerasan lebih akurat dan mengurangi kesalahan dalam perhitungan.
2. Untuk menentukan anggaran biaya yang lebih ekonomis gunakan umur rencana yang sama, agar dapat dibandingkan anggaran biaya perkerasan lentur atau perkerasan kaku yang lebih murah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas Aly, 2004. *Perkerasan Beton Semen*.
- Anonim, 2018. Badan Pendapatan Daerah Provinsi Jawa Timur. *Jumlah Kendaraan Bermotor Jawa Timur, 2013 – 2018*. Jawa Timur.
- Anonim, 2017. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. *Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017)*. Jakarta
- Anonim, 2003. Direktorat Jenderal Bina Marga. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003)*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2002. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B)*
- Anonim, 2022. Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior Edisi 41. [Jual Jurnal Bahan Bangunan Kontruksi Dan Interior Edisi 41 Terbit 2022 - Kota Depok - Jauhara store | Tokopedia](#)
- Fatkhusani, (2018). *Perbandingan Efisiensi Harga Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga*. Istitut Sains dan Teknologi Al-Kamal. Jakarta
- Prisilia H. (2019). *Studi Perencanaan Perkerasan Jalan Jasirah Leihitu, Maluku (STA 0+000 – STA 16+940)*. Malang : Institut Teknologi Nasional.
- Suryaman D. (2016). *Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Menurut Metode AASTHO Pada Jalan Teuku Iskandar Daod Area Kampus Universitas Teuku Umar*. Universitas Teuku Umar.