

PERENCANAAN ULANG JALAN TOL PANDAAN – MALANG RUAS PAKIS – MADYOPURO STA. 30+625 – STA. 38+488

Bariq Kurnia Sandi¹, Marjono², Rinto Sasongko³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: bariikurniasandi@gmail.com¹, maryono_mt@yahoo.co.id², rintosasonkko165@gmail.com³

ABSTRAK

Meningkatnya perekonomian di wilayah Jawa Timur terutama di dua kota besar yaitu Surabaya dan Malang, maka mobilitas atau pergerakan barang dan jasa juga semakin meningkat. Salah satu bagian jalur yang menghubungkan Kota Surabaya dan Kota Malang adalah jalur Jalan Tol Pandaan – Malang. Jalan Tol Pandaan – Malang dibangun dengan total panjang 38,488 km. Pembangunan jalan tol ini sangat bermanfaat untuk memperlancar laju perekonomian, khususnya untuk daerah Jawa Timur. Studi ini membahas tentang pemilihan alternatif trase terhadap trase rencana jalan tol eksisting, perencanaan tebal perkerasan jalan, dan rencana anggaran biaya. Perencanaan geometrik berpedoman pada Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol oleh Direktorat Jendral Bina Marga No.007/BM/2009. Perencanaan tebal perkerasan berdasarkan pada Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pelaksanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd T-14-2003). Dari hasil perencanaan ulang didapatkan panjang trase 7,038 km dengan 4 tikungan tipe SCS dengan $L_1=296,880$ m, $L_2=456,108$ m, $L_3=545,937$ m, $L_4=336,506$ m. 2 lengkung vertikal cembung yaitu $L_{v1}=72,00$ m, $L_{v3}=257,64$ m dan 2 lengkung vertikal cekung yaitu $L_{v2}=72,00$ m, $L_{v4}=94,31$ m, dan tebal lapisan perkerasan kaku 23 cm dengan total biaya Rp 236.350.995.000,00.

Kata kunci: geometrik jalan, jalan tol, perkerasan kaku, RAB.

ABSTRACT

The increasing economy in the East Java region, especially in the two big cities, namely Surabaya and Malang, the mobility or movement of goods and services will increase. One part of the route that connects the city of Surabaya and Malang is the Pandaan-Malang route. The Pandaan – Malang Toll Road was built with a total length of 38,488 km. The construction of this toll road is very useful for accelerating the pace of the economy, especially for the East Java region. This study discusses the selection of alternative alignments to the existing toll road alignment plans, road pavement thickness planning, and budget planning. Geometric planning is guided by the Geometric Freeway for Toll Roads by the Directorate General of Highways No.007 / BM / 2009. While the pavement thickness planning is based on the Construction and Construction Guidelines for Cement Concrete Road Pavement Implementation of the Department of Settlements and Regional Infrastructure (Pd T-14-2003). From the results of the re-planning, it was found that the line length was 7.038 km with 4 bends of the SCS type with $L1 = 296.880$ m, $L2 = 456.108$ m, $L3 = 545.937$ m, $L4 = 336.506$ m. 2 vertical curves are convex, namely $L_{v1} = 72.00$ m, $L_{v3} = 257.64$ m and 2 concave vertical curves, namely $L_{v2} = 72.00$ m, $L_{v4} = 94.31$ m, and the thickness of the rigid pavement layer is 23 cm with a total cost of IDR 236.350.995.000,00.

Keywords: geometric roads, toll roads, rigid pavement, RAB.

1. PENDAHULUAN

Jalan Tol Pandaan – Malang dibangun melewati delapan kecamatan yang berada di Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Malang, dan Kota Malang. Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan – Malang ini diharapkan dapat menunjang kelancaran lalu lintas yang memiliki kesibukan sangat tinggi. Malang adalah salah satu kota yang sangat maju

karena terdapat bandara dan merupakan kota tujuan wisata dari masyarakat lokal maupun asing. Selain itu, Kota Malang juga mempunyai kawasan industri, bisnis, dan perekonomian yang ramai dengan intensitas kendaraan yang sangat tinggi. Keberadaan Jalan Tol Pandaan – Malang sangat rawan terjadinya kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh faktor teknis dalam perencanaan jalan tol.

Sebagai jalan bebas hambatan Jalan Tol Pandaan – Malang harus didesain dengan nyaman untuk pengguna jalan. Tujuan dari studi ini adalah untuk mendapatkan hasil terbaik dari perencanaan geometrik dan perkerasan jalan.

Geometrik Jalan

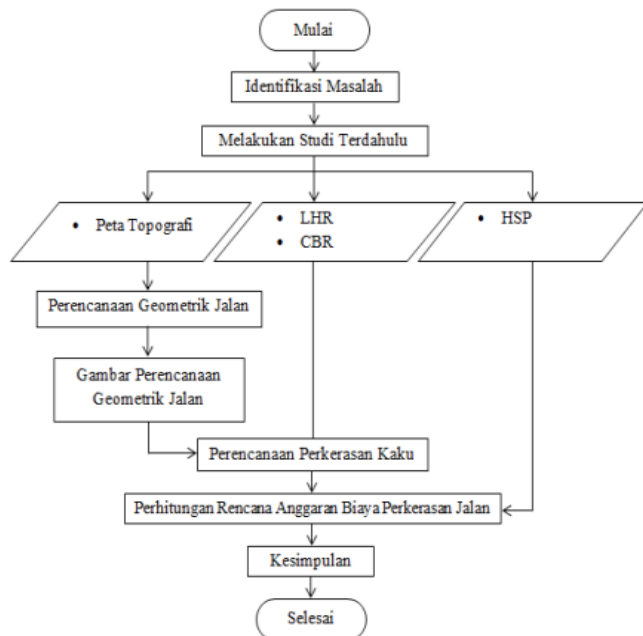
Menurut Bina Marga dalam perencanaan Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No. 007/BM/2009 terdiri dari alinemen horizontal dan alinemen vertikal. Alinemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung atau disebut juga tikungan. Geometri pada bagian lengkung harus didesain dengan baik guna mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan rencana. Alinemen Vertikal adalah bidang tegak yang melalui sumbu jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli.

Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan (SNI Pd-T-14-2003).

2. METODE

Di dalam studi ini, perencanaan perkerasan kaku menggunakan metode Pd T-14-2003. Bagan alir studi Perencanaan Jalan Tol Pandaan – Malang.



Gambar 1. Bagan Alir Studi Perencanaan Jalan Tol Pandaan – Malang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perencanaan Geometrik Jalan

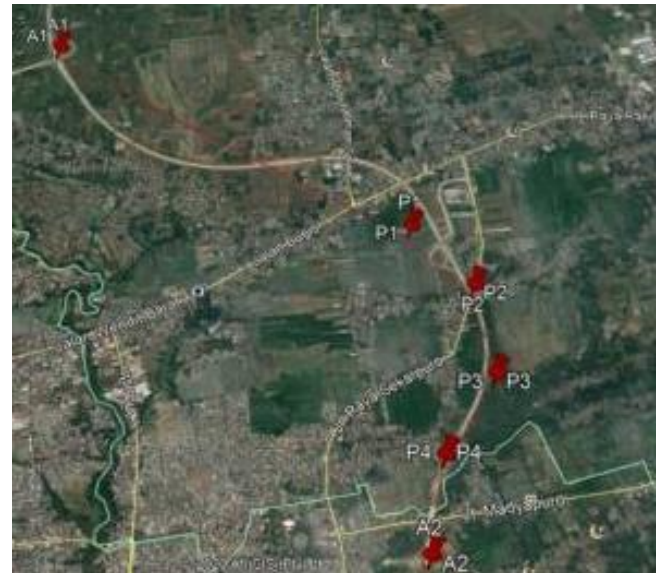
Dalam perencanaannya dibuat alternatif trase yang memenuhi dalam aspek teknis dan ekonomis. Kriteria perencanaan trase ini didasarkan pada beberapa kriteria utama, antara lain luasnya lahan yang harus dibebaskan, panjang kumulatif jembatan, dan jumlah pemukiman yang dibebaskan. Berikut ini contoh perhitungan alternatif trase yang direncanakan:

Tabel 1. Perbandingan Alternatif Trase

No	Kondisi Eksisting	Alternatif Trase
1	6 tikungan	4 tikungan
2	6 jembatan	5 jembatan
3	Melewati 4 area pemukiman	Melewati 3 area pemukiman
4	Panjang trase 7,863 km	Panjang trase 7,038 km

Sumber: Hasil Perencanaan

B. Koordinat Titik



Gambar 2. Perencanaan alternatif trase

Tabel 2. Koordinat Titik

Titik	Koordinat		
	X (m)	Y (m)	Z (m)
A1	684815.062	9123635.000	480.638
P1	686487.846	9120003.000	458.051
P2	686579.443	9119206.000	463.190
P3	686194.028	9118444.000	460.345
P4	685379.395	9118128.000	452.651
A2	684764.107	9117551.000	455.082

Sumber: Google earth

C. Alinemaen Horizontal

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Horizontal

Perhitungan	Keterangan	Tikungan			
		P1	P2	P3	P4
Jenis Tikungan		SCS	SCS	SCS	SCS
VR		120	120	120	120
Rmin		530	530	530	530
Rrencana		600	600	600	600
Ls	Ls Dipilih	107	107	107	107
Xs		106.58	106.58	106.58	106.58
Ys		3.160	3.160	3.160	3.160
0s		5.096	5.096	5.096	5.096
P	P > 0.15 (ok)	0.789	0.789	0.789	0.789
k		53.29	53.29	53.29	53.29
Tt		149.38	233.46	283.72	169.85
Et		8.425	27.222	43.465	11.992
Lc		83.55	242.77	332.60	123.17
Jh		248.58	248.58	248.58	248.58
L total		296.88	296.88	296.88	296.88
Kontrol	2Tt > L total	ok	ok	ok	ok
M		7.11	28.84	45.51	11.62

Sumber: Hasil Perhitungan

D. Alinemaen Vertikal

Tabel 4. Elevasi Titik PVI

Titik	STA	Elevasi PVI (m)
A1	30+625	483.000
PVI 1	32+995	480.000
PVI 2	34+970	459.000
PVI 3	35+920	467.000
PVI 4	36+970	446.893
A2	37+965	449.998

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Alinemen Vertikal

Lengkung		1	2	3	4
STA	PLV	32+959	34+934	35+791	36+923
	PPV	32+995	34+970	35+920	36+970
	PTV	33+031	35+006	36+049	37+017
Elevasi (m)	PLV	480.046	459.383	465.916	447.796
	PPV	480.000	459.000	467.000	446.893
	PTV	479.618	459.304	464.534	447.041

A (%)	-0.94	1.91	-2.76	2.23
Lv (m)	72	72	257.64	94.31
Ev (m)	-0.084	0.171	-0.888	0.263
Lengkung Vertikal	Cembung	Cekung	Cembung	Cekung

Sumber: Hasil Perhitungan

E. Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perencanaan perkerasan kaku dengan metode Pd T-14-2003, didapat CBR tanah sebesar 5,2 % dan ΣRepetisi yang Terjadi sebesar 120.236.349,744 dan tebal pondasi bawah 15 cm.



Gambar 3. Grafik Taksiran Tebal Pondasi Bawah

Kemudian melakukan taksiran ketebalan beton dengan coba-coba sampai dengan didapatkan nilai ketebalan yang direncanakan atau diinginkan hingga menemukan hasil ketebalan yang tepat dengan kriteria kerusakan fatik dan erosi < 100%.

Taksiran tebal plat 230 mm

Tabel 6. Interpolasi Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi

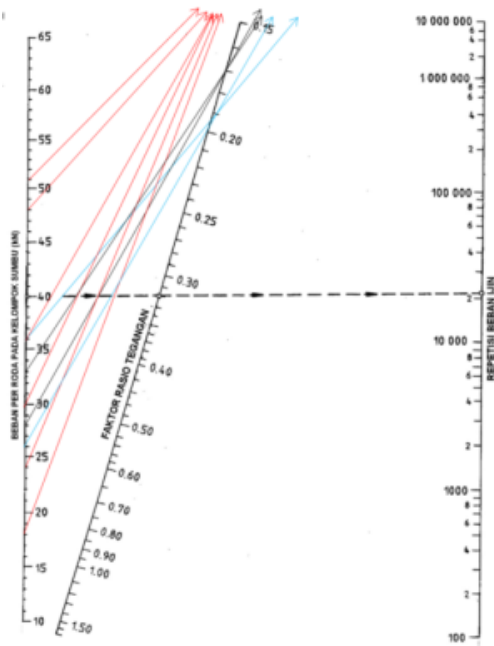
CBR efektif	Tegangan Ekuivalen			Faktor Erosi dengan Ruji		
	STRT	STRG	STdRG	STRT	STRG	STdRG
35	0.680	1.040	0.870	1.560	2.170	2.230
50	0.670	1.000	0.830	1.540	2.150	2.190
37	0.679	1.035	0.865	1.557	2.167	2.225

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. Presentase Fatik dan Erosi

Fkb =	1.2		Tebal Pelat Beton 230 mm			Fatik		Erosi	
Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu (KN)	Beban Rencana / Roda (KN)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan Erosi		Repetisi Ijin	% Kerusakan	Repetisi Ijin	% Kerusakan
a	b	c	d	e	f	g	h	i	
		b x Fkb / Jml.roda		fcf	4.980	(d x 100) / f		(d x 100) / h	
				CBR Efektif	37%				
STRT	85	51.00	4607630.525	Teg. Ekvivalen	0.679	TT	#VALUE!	TT	#VALUE!
	80	48.00	6493544.414			TT	#VALUE!	TT	#VALUE!
	60	36.00	38211187.098			TT	#VALUE!	TT	#VALUE!
	50	30.00	13287120.584			TT	#VALUE!	TT	#VALUE!
	40	24.00	13287120.584			TT	#VALUE!	TT	#VALUE!
	30	18.00	11636945.931	Faktor Rasio Teg. (FRT) = (TE/fcf)	0.136	TT	#VALUE!	TT	#VALUE!
2				Faktor Erosi	1.557				
STRG	120	36.00	18087628.666	Teg. Ekvivalen	1.035	TT	#VALUE!	80000000	22.609536
	90	27.00	4607630.525	Faktor Rasio Teg. (FRT) = (TE/fcf)	0.208	TT	#VALUE!	TT	#VALUE!
4				Faktor Erosi	2.167				
STdRG	190	28.50	10372526.391	Teg. Ekvivalen	0.865	TT	#VALUE!	TT	#VALUE!
	220	33.00	6493544.414			TT	#VALUE!	60000000	11
				Faktor Rasio Teg. (FRT) = (TE/fcf)	0.174				
8				Faktor Erosi	2.225				

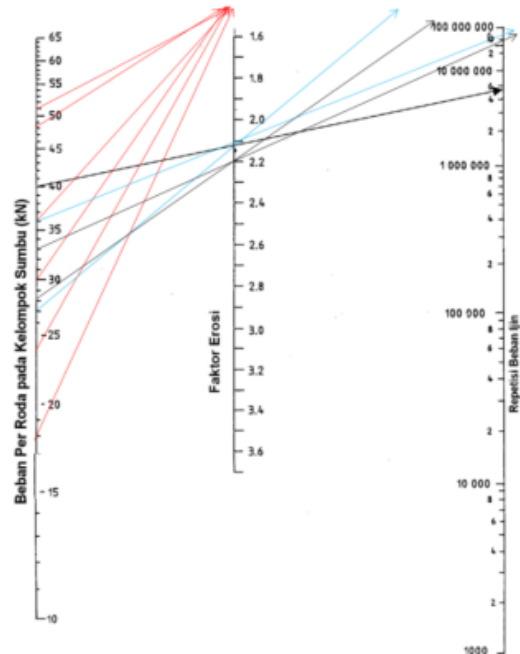
Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasion Tegangan

Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan/ tanpa bahu beton adalah sebagai berikut (Persamaan 1):

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Kerusakan Fatik} &= \frac{\text{Repetisi yang Terjadi} \times 100}{\text{Repetisi Ijin}} \quad (1) \\
 &= \frac{\text{Repetisi yang Terjadi} \times 100}{(\text{Tidak Terbaca})} \\
 &= \text{Tidak Terbaca}
 \end{aligned}$$



Gambar 5. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi

Analisis erosi dan jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton adalah sebagai berikut (Persamaan 1):

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Kerusakan Erosi} &= \frac{\text{Repetisi yang Terjadi} \times 100}{\text{Repetisi Ijin}} \quad (1) \\
 &= \frac{18087628,666 \times 100}{80000000} \\
 &= 22,6\%
 \end{aligned}$$

F. Perhitungan Ruji (Dowel)

Tabel 8. Ukuran Dowel

No	Tebal Pelat Beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)	Panjang (mm)	Jarak (mm)
1	125 < h ≤ 140	20	450	300
2	140 < h ≤ 160	24	450	300
3	160 < h ≤ 190	28	450	300
4	190 < h ≤ 220	33	450	300
5	220 < h ≤ 250	36	450	300

Sumber: Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen 2003Pd-T-14-2003

G. Perhitungan Batang Pengikat (Tie Bar)

Dalam pedoman SNI-Pd-T-14-2003, ukuran dari batang pengikat (*tie bar*) menggunakan baja ulir dengan mutu minimum BTU-24 dengan diameter 16 mm. Dari ketentuan tersebut maka diperoleh panjang *tie bar* menggunakan rumus (Persamaan 2) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 I &= (38,3 \times D) + 75 \\
 &= (38,3 \times 16) + 75 \\
 &= 687,8 \text{ mm} \approx 700 \text{ mm}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Keterangan:

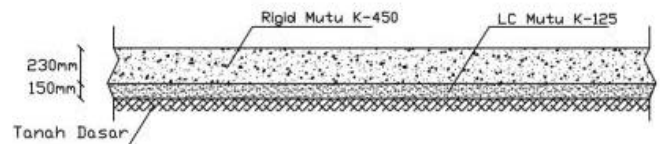
I : Panjang *tie bar*

D : Diameter *tie bar*

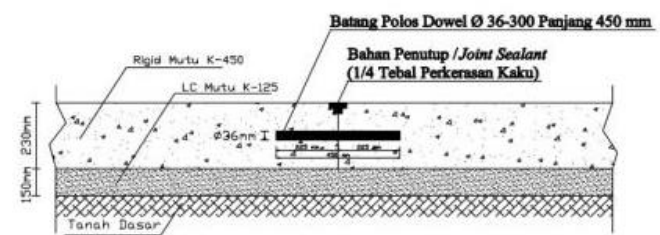
Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk *tie bar* digunakan tulangan mutu minimum BTU-24 dengan besarnya diameter *tie bar* sebesar 16 mm, panjang *tie bar* 700 mm, dan jarak yang digunakan antar *tie bar* adalah 750 mm.

H. Hasil Perencanaan

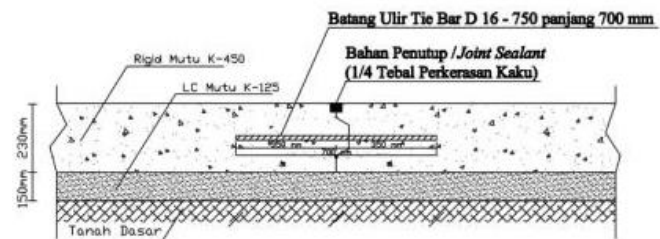
Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapat tebal perkerasan kaku sebesar 230 mm, lapis pondasi bawah sebesar 100 mm dengan campuran beton kurus, diameter ruji/dowel sebesar 36 mm dengan panjang ruji/dowel sepanjang 450 mm dan jarak antar ruji/dowel sepanjang 300mm. Besarnya diameter *tie bar* sebesar 16 mm, panjang *tie bar* 700 mm, dan jarak yang digunakan antar *tie bar* adalah 750 mm.



Gambar 6. Struktur Tebal Perkerasan



Gambar 7. Struktur Tebal Perkerasan dan Detail Dowel



Gambar 8. Struktur Tebal Perkerasan dan Detail Tie Bar

I. Rencana Anggaran Biaya

Tabel 9. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Kegiatan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan				
	Pembersihan Tempat Kerja	m ³	170.319,600	Rp 41.482,86	Rp 7.065.344.821
2	Pekerjaan Tanah				
	Galian	m ³	671.465,700	Rp 18.209,59	Rp 12.227.117.983
	Timbunan	m ³	432.480,570	Rp 202.547,41	Rp 87.597.817.168
3	Pekerjaan Beton				
	Lean Concrete Beton K-125	m ³	17.031,960	Rp 1.778.098,31	Rp 30.284.499.310
	Rigid Pavement Beton K-450	m ³	37.878,516	Rp 1.779.551,20	Rp 67.406.758.773
4	Pekerjaan Pembesian				
	Dowel Ø36	kg	248.050,778	Rp 37.841,68	Rp 9.386.658.732
	Tie Bar D16	kg	20.727,246	Rp 43.244,73	Rp 896.344.083
A	Jumlah Harga Pekerjaan				Rp 214.864.540.870
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 105x(A)				Rp 21.486.454.087
C	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk biaya umum dan keuntungan) (A+B)				Rp 236.350.995.000

Sumber: Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Dari Perencanaan geometrik didapatkan total panjang 7,038 km dengan hasil perhitungan perencanaan alinemen horizontal terdapat 4 tikungan tipe SCS dengan $L_1=296,880$ m, $L_2=456,108$ m, $L_3=545,937$ m, $L_4=336,506$ m. 2 lengkung vertikal cembung yaitu $L_{v1}=72,00$ m, $L_{v3}=257,64$ m dan 2 lengkung vertikal cekung yaitu $L_{v2}=72,00$ m, $L_{v4}=94,31$ m, perkerasan kaku (*rigid pavement*) tebal 230 mm, dan lapis pondasi bawah sebesar 100 mm, diameter ruji/dowel sebesar 36 mm dengan panjang ruji/dowel sepanjang 450 mm dan jarak antar ruji/dowel sepanjang 300 mm. Besarnya diameter *tie bar* sebesar 16 mm, panjang *tie bar* 700 mm, dan jarak yang digunakan antar *tie bar* adalah 750 mm dan total rencana anggaran biaya sebesar Rp 236.350.995.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga. "Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No.007/BM/2009".
- [2] Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pelaksanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd T-14-2003)