

Perancangan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Kertosono-Kediri (Kertosono STA 0+000 sampai Kediri STA 21+300)

Heni Prasetyo, Hera Widyastuti, dan Anak Agung Gde Kartika
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: kartika@ce.its.ac.id

Abstrak—Dengan terus meningkatnya perekonomian di wilayah Jawa Timur terutama di wilayah Kertosono dan Kediri, maka mobilitas atau pergerakan barang dan jasa antara kedua wilayah ini pun semakin meningkat. Oleh karena itu diperlukan adanya jalur alternatif yang menghubungkan Kertosono-Kediri dan dipilih jalan tol sebagai jalur alternatif. Pembangunan jalan tol merupakan solusi karena dapat mengalihkan kepadatan lalu lintas yang terjadi di Simpang Tiga Mengkreg, Kertosono sehingga dapat menimbulkan kelancaran arus lalu lintas dan efisiensi. Trase yang digunakan pada Jalan Tol Kertosono-Kediri mengacu pada studi terdahulu dengan judul “Perencanaan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” oleh Dea Adlina Tiara Wibowo yang dibimbing oleh Ir. Hera Widyastuti, MT, Ph.D. Dari hasil perancangan jalan tol ini didapatkan jumlah lengkung sebanyak 11 dan lengkung vertikal sebanyak 15. Tebal lapisan perkerasan kaku didapatkan 285 mm pada badan jalan dan 265 mm pada bahu jalan dengan lapisan tambahan pada keduanya yaitu lapisan beton kurus (LMC) 100 mm, lapisan drainase 150 mm dan lapisan stabilisasi semen 300 mm. Total anggaran biaya material untuk pembangunan Jalan Tol ini sebesar Rp 428.076.783.131.

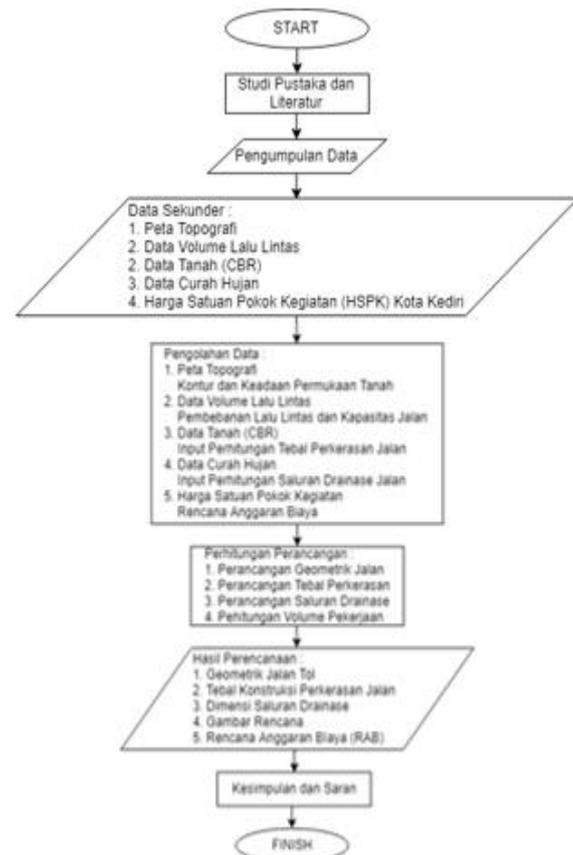
Kata Kunci—Jalan Tol, Perancangan Geometrik, Perkerasan Jalan.

I. PENDAHULUAN

JALAN adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas [1]. Jalan raya sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Seiring dengan perkembangan ekonomi, kesejahteraan masyarakat pun meningkat sehingga intensitas penggunaan jalan juga meningkat.

Jawa Timur yang merupakan salah satu provinsi terbesar di Indonesia memiliki peran penting dalam pembangunan nasional, dengan jumlah penduduk mencapai 39.292.972 jiwa dan luas wilayah 47.992 km² [2]. Rata-rata laju pertumbuhan penduduk Provinsi Jawa Timur pada tahun 2016 hingga tahun 2017 adalah 0,56% per tahun. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, menjadikan Provinsi Jawa Timur semakin padat, sehingga mobilitas atau pergerakan barang dan jasa antara kedua wilayah ini pun semakin meningkat. Hal itu tentu menuntut akan adanya perkembangan di segi fasilitas transportasi.

Di sisi lain, jalan Kertosono-Kediri merupakan jalan provinsi yang seringkali dilewati oleh bus dan kendaraan berat. Belum adanya jalur alternatif yang menghubungkan antara Kertosono dengan kota Kediri menyebabkan gangguan pada kelancaran arus lalu lintas, sehingga tidak jarang



Gambar 1. Bagan Alir Penyusunan Perancangan.

berbagai jenis kendaraan melambat dan menumpuk di jalur ini. Kemacetan sering terjadi pada pertigaan simpang tiga Mengkreg Kertosono yang merupakan titik temu dari Kabupaten Kediri, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Jombang, dan persimpangan sebidang rel kereta api. Kemacetan juga disebabkan oleh adanya aktivitas perbaikan jalan oleh dinas terkait. Hal ini dikarenakan tingginya jumlah kendaraan berat yang melalui jalur ini dan tidak jarang kendaraan berat tersebut mengangkut muatan yang melebihi muatan maksimum yang boleh dibawa oleh kendaraan tersebut. Kendaraan berat dengan muatan melebihi kapasitas maksimum inilah yang dapat memperpendek umur pelayanan perkerasan jalan pada jalur Kertosono-Kediri.

Program pembangunan jalan tol antar kota di Pulau Jawa yang telah tercantum pada Lampiran III Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN) terdiri dari 38 ruas, satu diantaranya adalah ruas Ngawi-Kertosono. Jalan Tol Ruas Ngawi-Kertosono, terdiri dari 4 (empat) seksi, yaitu : Ngawi-Madiun, Madiun-Caruban, Caruban-Nganjuk dan Nganjuk-

Tabel 1.
Parameter Lengkung Horizontal

Tikungan	Rmin (m)	Ro (m)	Ls (m)	e	Lc (m)	L total (m)
PI -1	591	750	125	8,79	269	519
PI -2	591	750	125	8,79	453	703
PI -3	591	750	125	8,79	50	300
PI -4	591	750	125	8,79	262	511
PI -5	591	750	125	8,79	105	354
PI -6	591	750	125	8,79	651	900
PI -7	591	750	125	8,79	587	836
PI -8	591	750	125	8,79	868	1117
PI -9	591	750	125	8,79	966	1216
PI -10	591	750	125	8,79	263	512
PI -11	591	750	125	8,79	330	580

Keterangan:

- Rmin : Jari-jari tikungan minimum
- Ro : Jari-jari tikungan rencana
- Ls : Lengkung peralihan
- e : Superlevasi
- Lc : Panjang busur lingkaran
- Ltotal : Panjang total tikungan

Tabel 2.
Parameter Lengkung Horizontal

Tikungan	STA. TS	STA. SC	STA. MID	STA. CS	STA. ST
PI -1	0+968	1+092	1+227	1+361	1+486
PI -2	3+183	3+308	3+534	3+761	3+885
PI -3	4+992	5+117	5+142	5+167	5+292
PI -4	8+366	8+491	8+621	8+752	8+877
PI -5	9+953	10+078	10+130	10+183	10+307
PI -6	10+410	10+535	10+861	11+186	11+311
PI -7	14+881	15+006	15+299	15+593	15+717
PI -8	16+613	16+738	17+172	17+606	17+730
PI -9	21+293	21+418	21+901	22+384	22+509
PI -10	23+015	23+140	23+271	23+403	23+528
PI -11	24+348	24+473	24+638	24+804	24+928

Keterangan:

- STA. TS : Sta. titik awal mulai masuk daerah lengkung
- STA. SC : Sta. titik dari spiral ke lingkaran
- STA. MID : Sta. titik tengah dari tikungan
- STA. CS : Sta. titik dari circle ke spiral
- STA. ST : Sta. titik akhir tikungan

Kertosono [PP No. 26, 2008]. Dari hasil survei lalu lintas pada tahun 2014, didapatkan informasi bahwa pada seksi Nganjuk-Caruban terjadi peningkatan jumlah lalu lintas harian, hal ini terjadi karena di Nganjuk terkoneksi dengan jalan arteri menuju Kota Kediri, sebagai pusat kegiatan wilayah (PKW) Kabupaten Kediri eks Ibukota Karisidenan Kediri. Dari hal tersebut, pemerintah dan investor pembangunan Jalan Tol Ngawi-Kertosono melihat potensi besar untuk penambahan seksi Jalan Tol Ngawi-Kertosono, yaitu seksi Kertosono-Kediri, sehingga menjadi ruas Ngawi-Kertosono-Kediri.

Maka, dilatarbelakangi oleh ketiga masalah yang terjadi pada jalur yang menghubungkan kota Kertosono dengan Kota Kediri tersebut, Pemerintah Kota Kediri berencana membangun Jalan Tol Kertosono-Kediri sepanjang 21,30 km sebagai alternatif jalur baru. Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri sudah memasuki proses *Pra Feasibility Study* yang sedang disiapkan oleh Badan Usaha, dan sudah masuk dalam PP No.13 Tahun 2017 [3]. Diharapkan dengan adanya jalan tol yang akan dibangun ini, masyarakat kini memiliki alternatif yang bisa dipilih dalam melakukan perjalanan baik dari Kertosono menuju Kediri atau sebaliknya.

Tujuan dalam perancangan ini yaitu:

- 1) Merencanakan detail geometrik jalan pada Jalan Tol Kertosono-Kediri.
- 2) Merencanakan detail struktur tebal perkerasan yang akan

Tabel 3.
Parameter Lengkung Vertikal

Lengkung Vertikal	Tipe Lengkung	JPH (m)	L (m)	Ev (%)
PV -1	Cembung	250	100	9,375
PV -2	Cekung	250	100	6,125
PV -3	Cekung	250	100	1,625
PV -4	Cembung	250	100	3,375
PV -5	Cekung	250	100	2,500
PV -6	Cekung	250	100	1,250
PV -7	Cembung	250	100	3,750
PV -8	Cekung	250	100	4,125
PV -9	Cembung	250	100	6,625
PV -10	Cekung	250	100	4,250
PV -11	Cekung	250	100	5,750
PV -12	Cembung	250	100	11,625
PV -13	Cekung	250	100	10,000
PV -14	Cembung	250	100	6,000
PV -15	Cekung	250	100	6,625

Keterangan:

- JPH : Jarak pandang henti
- L : Panjang lengkung vertikal
- Ev : Pergeseran pada bagian titik perpotongan kedua bagian tangen atau pusat perpotongan vertikal

Tabel 4.
Parameter Lengkung Vertikal

Ver.	STA. PLV	STA. PPV	STA. PTV	EL. PLV	EL. PPV	EL. PTV
PV-1	1+750	1+800	1+850	+44,8	+45	+44,6
PV-2	2+950	3+000	3+050	+40,2	+40	+40,1
PV-3	4+450	4+500	4+550	+40,2	+41	+40,8
PV-4	5+950	6+000	6+050	+43,9	+44	+43,8
PV-5	7+450	7+500	7+550	+44,9	+45	+44,9
PV-6	8+950	9+000	9+050	+46,9	+47	+46,8
PV-7	11+950	12+000	12+050	+53,9	+54	+53,8
PV-8	13+450	13+500	13+550	+53,0	+53	+52,9
PV-9	14+615	14+665	14+715	+55,9	+56	+55,7
PV-10	16+450	16+500	16+550	+51,1	+51	+51,1
PV-11	17+950	18+000	18+050	+51,9	+52	+51,7
PV-12	19+450	19+500	19+550	+59,7	+60	+59,9
PV-13	20+950	21+000	21+050	+54,2	+54	+54
PV-14	22+715	22+765	22+815	+60,8	+61	+60,7
PV-15	23+950	24+000	24+050	+60,0	+60	+59,8

Keterangan:

- STA. PLV : Sta. titik awal mulai masuk lengkung vertikal
- STA. PPV : Sta. titik tengah pada lengkung vertikal
- STA. PTV : Sta. titik akhir pada lengkung vertikal
- EL. PLV : Elevasi titik awal mulai masuk lengkung vertikal
- EL. PPV : Elevasi titik tengah pada lengkung vertikal
- EL. PTV : Elevasi titik akhir pada lengkung vertikal

- digunakan pada Jalan Tol Kertosono-Kediri.
- 3) Merencanakan saluran drainase pada Jalan Tol Kertosono-Kediri.
- 4) Mendapatkan rencana anggaran biaya pada Jalan Tol Kertosono-Kediri.

II. METODOLOGI

A. Pekerjaan Persiapan

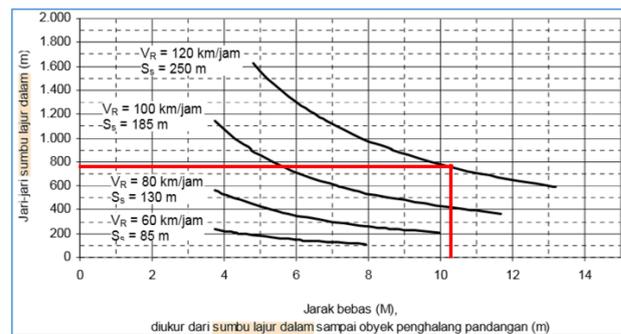
Sebelum memulai suatu pekerjaan yang pertama kali dilakukan adalah tahap persiapan. Tahap persiapan dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan selanjutnya. Beberapa tahap persiapan antara lain, mencari informasi pada instansi terkait, dan mengurus surat-surat yang diperlukan.

B. Studi Pustaka dan Literatur

Studi pustaka dan literatur dilakukan dengan membaca sumber bacaan yang mendasari topik dan membantu pengerjaan berupa teori yang berkaitan dengan topik dalam Perancangan ini.



Gambar 2. Trase Rencana Jalan Tol Kertosono-Kediri [4].



Gambar 3. Daerah Kebebasan Samping untuk $S_s < L_c$.

Tabel 5. Parameter Lengkung Horizontal

Tikungan	R' (m)	M (m)	Tikungan	R' (m)	M (m)
PI-1	746,4	10,4	PI-7	746,4	10,4
PI-2	746,4	10,4	PI-8	746,4	10,4
PI-3	746,4	3,8	PI-9	746,4	10,4
PI-4	746,4	10,4	PI-10	746,4	10,4
PI-5	746,4	6,9	PI-11	746,4	10,4
PI-6	746,4	10,4			

Keterangan:

- R' : Jari-jari sumbu lajur dalam
- M : Daerah kebebasan samping

Tabel 6. Data LHR Eksisting Tahun 2016 [4]

Jenis Kendaraan	Kertosono-Papar	Papar-Kediri
Gol. I KR	1412	1809
Gol. I KBM	590	756
Gol. I BB	105	135
Gol. II KBM	385	436
Gol. III TB	533	463
Gol. IV TB	219	140
Gol. V TB	236	508
Gol. VI SM	3367	4830
JUMLAH	6847	9077

C. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dalam perancangan Jalan Tol Kertosono-Kediri diperlukan data teknis yang dapat diperoleh dari instansi terkait. Data teknis yang diperlukan sebagai acuan antara lain peta topografi, data LHR, data CBR, data curah hujan, dan HSPK Kota Surabaya. Trase dan data LHR yang digunakan mengacu pada studi terdahulu dengan judul “Perencanaan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” [4].

D. Diagram Alir (Flow Chart)

Diagram alir yang berisi urutan pengerjaan Perancangan ini secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.

III. DATA DAN ANALISIS DATA

A. Data Lalu Lintas Harian

Dari data lalu lintas hasil harian Jalan Kertosono-Papar, Papar Kediri diolah menjadi data lalu lintas harian dan diperkirakan menjadi beban bagi jalan tol yang direncanakan. Untuk memperoleh laju pertumbuhan lalu lintas, digunakan data PDRB untuk melakukan perhitungan pertumbuhan lalu lintas kendaraan yang akan melewati jalan yang ditinjau sesuai dengan umur rencana jalan yaitu 40 tahun.

1. PDRB atas dasar harga konstan (ADHK) menggambarkan pertumbuhan lalu lintas untuk kendaraan pribadi.

Tabel 7. Rekapitulasi Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R)

Jenis Kendaraan	Klasifikasi Lama	Kertosono-Papar	Papar-Kediri	R	
Gol. I	KR KBM BB	2,3,4	2411	3089	40,21
Gol. II	KBM	5a	109	140	40,04
Gol. III	TB	6b1.2	464	525	40,20
Gol. IV	TB	7a3	634	50	40,20
Gol. V	TB	7c1	260	166	40,20
Gol. VI	SM	7c2.2	281	604	40,20
JUMLAH			4159	5075	

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Trip Assignment pada Tahun 2023

Jenis Kendaraan	Klasifikasi Lama	Kertosono-Papar	Papar-Kediri	
Gol. I	KR KBM BB	2,3,4	884	1648
Gol. II	KBM	5a	40	75
Gol. III	TB	6b1.2	170	280
Gol. IV	TB	7a3	232	294
Gol. V	TB	7c1	95	89
Gol. VI	SM	7c2.2	103	322
JUMLAH			1525	2707

- Jumlah Kendaraan Niaga Harian (JKNH = 2.103 kendaraan)

2. PDRB per-kapita atas dasar harga konstan (ADHK) menggambarkan pertumbuhan lalu lintas untuk truk.
3. Data pertumbuhan penduduk menggambarkan pertumbuhan lalu lintas untuk bus dan angkutan umum.

B. Data Sekunder Lalu Lintas

Data lalu lintas didapatkan dari studi terdahulu dengan judul “Perancangan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” [14] Oleh Dea Adlina Tiara Wibowo yang dibimbing oleh Ir. Hera Widyastuti, MT, Ph.D.

C. Data Tanah (CBR)

Dikarenakan data CBR tidak didapatkan maka di asumsi CBR tanah efektif yaitu 6% dengan tanah urukan sebesar 30 cm.

IV. PENENTUAN TRASE

Perancangan trase menggunakan trase yang sudah dianalisa dari studi sebelumnya dengan judul “Perancangan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” [4]. Sehingga didapatkan trase rencana Jalan Tol Kertosono-Kediri sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

Dalam merencanakan trase Jalan Tol Kertosono-Kediri, ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan yaitu:

Tabel 9.
Rekapitulasi JKSNK Segmen Kertosono-Papar

Klasifikasi Lama	LHR 2023	Jumlah Sumbu	JKSNH ('23)	JKSNK ('23-'63)
2,3,4	884	-	-	-
5a	40	2	80	466.897
6b1.2	170	2	340	1.995.880
7a3	232	3	697	4.090.959
7c1	95	4	382	2.241.201
7c2.2	103	5	514	3.018.969
TOTAL			2.013	11.813.907

Keterangan:

JKSNH : Jumlah kelompok sumbu niaga harian

JKSNK : Jumlah kelompok sumbu niaga kumulatif

Tabel 10.
Rekapitulasi JKSNK Segmen Papar-Kediri

Klasifikasi Lama	LHR 2023	Jumlah Sumbu	JKSNH ('23)	JKSNK ('23-'63)
2,3,4	1648	-	-	-
5a	75	2	149	873.025
6b1.2	280	2	560	3.287.161
7a3	294	3	881	5.168.204
7c1	89	4	355	2.083.653
7c2.2	322	5	1.610	9.450.855
TOTAL			3.556	20.862.897

- Jumlah kelompok sumbu niaga kumulatif (JKSNK = 466.897) untuk segmen Kertosono-Papar Kendaraan golongan 5a

- Faktor distribusi arah (DD = 0,5)

- Faktor distribusi lajur (DL = 80%)

1. Faktor biaya, meliputi panjang trase, struktur jembatan, pembebasan sawah, pembebasan perkebunan, dan pembebasan pemukiman.
2. Faktor geometrik jalan, meliputi jumlah tikungan, dan kelandaian rata-rata jalan.
3. Faktor kepadatan penduduk, meliputi pertumbuhan penduduk rata-rata.

V. PERANCANGAN GEOMETRIK

A. Kriteria Desain Perancangan Jalan Tol

Perancangan geometrik jalan berdasarkan “Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2009”

Data yang ditentukan adalah sebagai berikut :

Nama jalan : Jalan Tol Kertosono-Kediri
 Klasifikasi jalan : Jalan Bebas Hambatan
 Tipe jalan : Empat lajur, dua arah, terbagi (4/2 D)
 Lebar jalan : 2 x 7,2 m
 Lebar bahu luar : 3,5 m
 Lebar bahu dalam : 1,5 m
 Kecepatan rencana : 120 km/jam
 Kelandaian maksimum : 3%

B. Perancangan Alinemen Horizontal

Perencanaan alinemen horisontal ruas Jalan Tol Kertosono-Kediri menggunakan tikungan tipe *Spiral-Circle-Spiral* (S-C-S). Pada Jalan Tol Kertosono-Kediri didapatkan jenis tikungan dengan jumlah PI 11 buah tikungan *Spiral-Circle-Spiral* (SCS) yang dapat dilihat pada Tabel 1. Stasioning Titik Parameter

Setelah menghitung parameter lengkung horizontal, maka selanjutnya adalah menentukan stasioning titik parameter lengkung horizontal yang dapat dilihat pada Tabel 2.

C. Perancangan Alinemen Vertikal

Perancangan alinemen vertikal meliputi alinemen vertikal cekung dan cembung. Dalam menentukan panjang lengkung

Tabel 11.

Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang		
Tahun	Waktu Kejadian	Rmaks (mm)
2001	12-Maret	141
2002	9-Januari	90
2003	29-Januari	100
2004	12-Maret	102
(2005	17-Desember	114
2006	24-April	70
2007	19-Mei	110
2008	5-Februari	73
2009	25-Maret	60
2010	20-Januari	118
2011	30-Januari	85
2012	26-Februari	71
2013	17-Juni	118
2014	23-Februari	100

Tabel 12.

Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang		
Tipe Saluran	B (mm)	H (mm)
TIPE 1	200	300
TIPE 2	250	400
TIPE 3	300	400
TIPE 4	350	500
TIPE 5	450	500
TIPE 6	550	600

vertikal ini hanya menggunakan jarak pandang henti (S_s) karena jalan direncanakan dua arah (4/2D). Pada Jalan Tol Kertosono-Kediri didapatkan lengkung vertikal dengan jumlah PV 15 buah yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Stasioning Titik Parameter

Setelah menghitung parameter lengkung vertikal, maka selanjutnya adalah menentukan stasioning titik parameter lengkung vertikal yang dapat dilihat pada Tabel 4.

D. Perhitungan Daerah Kebebasan Samping

Daerah kebebasan samping ini perlu dihitung di setiap tikungan agar kita dapat memastikan lereng/daerah samping jalan tidak akan menghalangi pandangan pengemudi. Dasar perencanaan untuk hitungan ini adalah jari-jari lengkung dan panjang lengkung total yang didapatkan dari hasil perhitungan alinemen horisontal sebelumnya.

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk **PI 1**:

Data yang dibutuhkan:

$$V_D = 120 \text{ km/jam}$$

$$R = 750 \text{ m}$$

$$S_s = 250 \text{ m}$$

$$L_c = 268,97 \text{ m}$$

$$L_1 \text{ jalur} = 7,2 \text{ m}$$

Jari-jari sumbu dalam:

$$R' = R - (0,5 \times L_1 \text{ jalur}) = 750 - (0,5 \times 7,2) = 746,40 \text{ m}$$

Karena nilai $S_s < L_c$, maka rumus kebebasan samping di tikungan yang digunakan adalah :

$$M = R' \left(1 - \cos\left(\frac{90 \cdot S_s}{\pi R}\right) \right) = 746,40 \left(1 - \cos\left(\frac{90 \cdot 250}{\pi \cdot 746,40}\right) \right) = 10,4 \text{ m}$$

Maka kebebasan samping yang diperlukan pada titik tikungan PI-1 sebesar 10,4 meter dari jari-jari sumbu lajur dalam.

Berdasarkan Gambar 3 untuk $S_s < L_c$, dengan nilai kecepatan desain (V_D) 120 km/jam dan jarak pandang henti (S_s) sebesar 250 m. Didapatkan nilai jarak kebebasan samping sebesar 10,4 m. Untuk rekapitulasi pelebaran tikungan dapat dilihat pada Tabel 5.

E. Pelebaran pada Tikungan

Pada bagian terakhir perhitungan alinemen horisontal adalah menghitung pelebaran pada jalan yang bertujuan

Tabel 12.
Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang

Uraian Kegiatan	Volume	Satuan	Nilai HSPK (Rp)	Biaya (Rp)
Pekerjaan Pendahuluan				
Pembersihan Lahan/Lokasi	188.430	m2	Rp 10.586	Rp 1.994.736.155
Pembuatan Bouwplank	503	titik	Rp 101.288	Rp 50.948.132
Pekerjaan Tanah				
Galian Tanah dengan Alat Berat	1.492.679	m3	Rp 44.289	Rp 66.110.270.883
Timbunan Tanah dengan Alat Berat	1.379.711	m3	Rp 195.146	Rp 269.246.367.351
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek	112.968	m3	Rp 48.609	Rp 5.491.326.790
Pekerjaan Drainase				
Saluan Drainase Pasangan Beton	4.883	m3	Rp 890.768	Rp 4.349.706.669
Pekerjaan Perkerasan				
Pekerjaan Beton K-350	13.818.200	m3	Rp 389.550	Rp 5.382.879.810
Lapis Beton LMC	5.025	m3	Rp 871.979	Rp 4.381.524.498
Lapis Drainase Agregat Kelas A	7.537	m3	Rp 287.140	Rp 2.164.234.689
Dowel (42 mm)	328.105	Kg	Rp 82.959	Rp 27.219.420.850
Tie Bars (16 mm)	214.367	Kg	Rp 12.918	Rp 2.769.296.104
Jumlah				Rp 389.160.711.937
PPN 10%				Rp 38.916.071.193
Jumlah + PPN 10%				Rp 428.076.783.130

untuk mempertahankan kondisi pelayanan operasional lalu lintas di bagian tikungan.

Dikarenakan pelebaran untuk semua tikungan didapatkan sebesar 0,40 m dimana kurang dari 0,60 m, maka pelebaran tikungan dapat diabaikan.

VI. PERANCANGAN PERKERASAN JALAN

A. Pengolahan Data Lalu Lintas

Direncanakan umur rencana jalan 40 tahun, Jalan Tol Kertosono-Kediri akan mulai beroperasi paada tahun 2023 dan akhir umur rencana 2063.

Data lalu lintas yang dipakai adalah di tahun 2016 yang didapat dari studi terdahulu dengan judul “Perancangan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” [4]. Data lalu lintas kemudian di kalikan dengan faktor pertumbuhan lalu lintas pertahun sesuai dengan klasifikasi kendaraan.

B. Pengolahan Data CBR

Perancangan daya dukung tanah dasar berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan diasumsikan tanah dasar mempunyai nilai CBR efektif yaitu 6% dengan tebal pondasi bawah minimal 300 mm.

C. Perancangan Tebal Pelat

Untuk merencanakan tebal pelat maka melihat perhitungan presentase kendaraan tiap sumbu menurut klasifikasi Bina Marga dan memperhatikan umur rencana.

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) (Tabel 7)
Trip assignment

Analisis trip assignment digunakan untuk mengetahui dan memprediksi jumlah kendaraan yang akan berpindah dari jalan eksisting menuju ke Jalan Tol Kertosono-Kediri pada saat Jalan Tol tersebut dibuka pada tahun 2023.

Hasil analisis trip assignment menggunakan data dari studi terdahulu dengan judul “Perencanaan Trase Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial” [4]. (Tabel 8,9 dan 10)

Repetisi yang terjadi (CESAL):

$$CESAL = 365 \times R \times JKSNK \times DD \times DL$$

$$= 11.813.907 \text{ buah} = 11,8E+6 \text{ buah}$$

Dari repetisi yang terjadi dihubungkan tebal perkerasan dengan beban sumbu kendaraan rencana didapat:

Perkerasan badan jalan sebagai berikut.

- Tebal pelat beton = 285 mm
- Lapis fondasi LMC = 100 mm
- Lapis drainase = 150 mm

Perkerasan bahu jalan sebagai berikut.

- Tebal pelat beton = 265 mm
- Lapis fondasi LMC = 100 mm
- Lapis drainase = 150 mm

VII. PERANCANGAN SALURAN DRAINASE

A. Pengolahan Data Curah Hujan

Direncanakan umur rencana saluran drainase selama 20 tahun. Data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan harian maksimum selama 14 tahun yang didapatkan dari Dinas Pengairan, Pertambangan, dan Energi Kabupaten Kediri. Data Curah Hujan Stasiun Gading Parang dapat dilihat pada Tabel 11.

B. Analisa Hidrologi

Direncanakan umur rencana saluran drainase selama 20 tahun. Berikut ini adalah langkah langkah dalam menghitung analisa hidrologi.

Dibawah ini adalah contoh perhitungan pada STA 0+000 sampai STA 0+420 debit aliran dengan analisis hidrologi pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana :

1. Menentukan t₀ pakai

$$t_0 \text{ jalan} = t_0 \text{ bahu dalam} + t_0 \text{ badan jalan} + t_0 \text{ bahu luar}$$

$$= 0,0087 + 0,0199 + 0,0141 = 0,0426 \text{ jam}$$

$$t_0 \text{ lereng} = 0,060 \text{ jam}$$

$$t_0 \text{ jalan} < t_0 \text{ lereng}$$

$$0,0426 \text{ jam} < 0,060 \text{ jam}$$

$$t_0 \text{ pakai} = t_0 \text{ lereng} = 0,060 \text{ jam}$$

2. Menghitung waktu pengaliran di saluran (tf)

$$t_f = \frac{L_{saluran}}{60 \times v} = \frac{420}{60 \times 0,5} = 0,233 \text{ jam}$$

3. Menghitung intensitas hujan (I)

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{152,552}{24} \times \left(\frac{24}{0,293}\right)^{\frac{2}{3}} = 119,787 \text{ mm/jam}$$

4. Menghitung koefisien pengaliran (Cgab)

$$C_{gabungan} = \frac{C_{b,dlm} \cdot A_{b,dlm} + C_{bdn,jln} \cdot A_{bdn,jln} + C_{b,luar} \cdot A_{b,luar} + C_{lrng} \cdot A_{lrng} \cdot f_k}{A_{b,dalam} + A_{badan \text{ jalan}} + A_{b,luar} + A_{lereng}} C_{ga}$$

$$C_{gabungan} = \frac{0,80 \times 0,0006 + 0,80 \times 0,0030 + 0,80 \times 0,0015 + 0,80 \times 0,0026 \times 0,3}{0,0006 + 0,0030 + 0,0015 + 0,0026}$$

$$C_{gabungan} = 0,6094$$

5. Menghitung debit saluran (Qhidrologi)

$$\begin{aligned} Q_{hidrologi} &= 0,278 \times C_{gabungan} \times I \times A_{total} \\ &= 0,278 \times 0,6094 \times 119,787 \times 0,0078 \\ &= 0,158 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

C. Analisa Hidrolika

Dalam analisa hidrolika berikut bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana sesuai dengan umur rencana jalan.

Dibawah ini adalah contoh perhitungan debit aliran dengan analisis hidrolika pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana :

STA 0 sampai dengan STA 0+1800.

1. Perhitungan dimensi penampang saluran (A)

$$B_{rencana} = 0,27 \text{ m}$$

$$H_{rencana} = 0,13 \text{ m}$$

$$z = 1,5$$

$$A_{saluran} = (b + m \cdot h) \cdot h = (0,27 + 1,0 \cdot 0,13) \cdot 0,13 = 0,333 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi jagaan (w)} &= \sqrt{0,5 \times h_{rencana}} \\ &= \sqrt{0,5 \times 0,13} = 0,26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling basah (P)} &= b + 2h \cdot \sqrt{z^2 + 1} \\ &= 0,27 + 2 \cdot 0,13 \cdot \sqrt{1,5^2 + 1} \\ &= 1,675 \end{aligned}$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = \frac{A}{P} = \frac{0,333}{1,675} = 0,199 \text{ m}$$

$$I_{rencana} = 0,0005$$

$$\begin{aligned} V_{hidrolika} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,016} \times 0,199^{\frac{2}{3}} \times 0,0033^{\frac{1}{2}} \\ &= 1,121 \end{aligned}$$

2. Kontrol kecepatan aliran (v)

$$V_{hidrolika} < V_{ijin}$$

$$0,476 \text{ m/detik} < 1,50 \text{ m/detik (OK)}$$

3. Kontrol debit (ΔQ)

$$\begin{aligned} Q_{hidrolika} &= V_{hidrolika} \times A_{hidrolika} \\ &= 0,576 \times 0,333 = 0,158 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{hidrologi} &< Q_{hidrolika} \\ 0,158 \text{ m}^3/\text{detik} &< 0,158 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{hidrolika} - Q_{hidrologi} &= 0,158 - 0,158 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0 \text{ m}^3/\text{detik} < 4\% \text{ (OK)} \end{aligned}$$

Dari perhitungan kontrol debit yang telah dilakukan, didapatkan tipe saluran drainase sebanyak 6 tipe berbentuk trapesium.

VIII. RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

A. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Pada subbab ini akan di *breakdown* analisa harga satuan pekerjaan. HSPK yang digunakan merupakan HSPK Surabaya Tahun 2019 dengan melakukan penyesuaian terhadap HSPK Kota Kediri. Penyesuaian terhadap HSPK Kota Kediri menggunakan faktor 97,85 yang didapatkan dari *website* Badan Pusat Statistik Nasional.

B. Perhitungan Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan tidak menghitung tentang pembebasan lahan, bangunan pelengkap jalan, rambu dan marka jalan, dan penerangan jalan. Perhitungan volume pekerjaan meliputi:

1) Pekerjaan pendahuluan

a. Pembersihan lahan/lokasi

Pembersihan areal pekerjaan sesuai dengan volume yang ada dengan cara membersihkan tanaman semak belukar yang ada disekitar lokasi agar dalam pelaksanaan pekerjaan nantinya tidak ada kendala.

b. Pembuatan *bouwplank*

Bouwplank harus dibuat tegak lurus. Patok dan *bouwplank* harus dibuat kokoh, tidak mudah rusak dan tidak bergerak serta harus dijaga agar tidak rusak/hilang selama pelaksanaan pekerjaan dengan jarak antar patok 50 meter disesuaikan dengan perpotongan STA. Dalam perancangan Jalan Tol Kertosono-Kediri ini memerlukan 503 titik pemasangan *bouwplank*.

2) Pekerjaan tanah

a. Galian tanah dengan alat berat

Galian tanah adalah penggalian tanah dengan menggunakan alat berat misalnya excavator (tergantung kebutuhan). Luas dari galian didapatkan dari program bantu AutoCad Civil3d yang dinilai lebih akurat. Didapatkan cut volume sebesar 1.492.679 m³.

b. Timbunan tanah dengan alat berat

Luas dari timbunan didapatkan dari program bantu AutoCad Civil3d yang dinilai lebih akurat. Didapatkan fill volume sebesar 1.379.711 m³.

c. Pengangkutan tanah keluar proyek

Tanah yang sudah digali selanjutnya akan diangkut keluar untuk menuju lokasi penimbunan. Didapatkan volume pengangkutan tanah 112.968 m³.

3) Pekerjaan drainase

Volume dari pekerjaan drainase didapatkan secara otomatis berdasarkan volume galian dan timbunan dengan bantuan program bantu AutoCad Civil 3D.

4) Pekerjaan perkerasan jalan

Didapatkan volume sebagai berikut:

a. Volume lapisan

$$\text{Rigid pavement} = 13.818 \text{ m}^3$$

$$\text{Lapis beton LMC} = 5.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Lapis drainase} = 7.537 \text{ m}^3$$

$$\text{b. Kebutuhan batang tie bars} = 214.367 \text{ kg}$$

$$\text{c. Kebutuhan dowel} = 328.105 \text{ kg}$$

C. Rencana Anggaran Biaya

Pada perancangan Jalan Tol Kertosono-Kediri, didapatkan RAB sebesar Rp 428.076.783.131. (Tabel 12)

IX. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Geometrik Jalan

Pada Jalan Tol Kertosono-Kediri didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah 11 buah tikungan SpiralCircleSpiral (SCS) dan lengkung vertikal sebanyak 15 buah.

2. Perkerasan Jalan

Perkerasan kaku di desain menggunakan *Rigid Pavement* yang didesain menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2017 meliputi perkerasan

pada badan jalan dan bahu jalan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya didapatkan tebal perkerasan sebagai berikut :

Perkerasan untuk badan jalan, sebagai berikut:

Tebal pelat beton = 285 mm

Lapis Fondasi LMC = 100 mm

Lapis Drainase = 150 mm

Perkerasan untuk bahu jalan, sebagai berikut:

Tebal pelat beton = 265 mm

Lapis Fondasi LMC = 100 mm

Lapis Drainase = 150 mm

3. Saluran Drainase

Saluran drainase dirancang menggunakan saluran tipe u-ditch berbentuk trapesium. Didapatkan 6 tipe saluran sebagai berikut:

Tipe 1 B = 200 mm H = 300 mm

Tipe 2 B = 250 mm H = 400 mm

Tipe 3 B = 300 mm H = 400 mm

Tipe 4 B = 350 mm H = 500 mm

Tipe 5 B = 450 mm H = 500 mm

Tipe 6 B = 550 mm H = 600 mm

4. Anggaran Biaya Material

Berdasarkan perhitungan volume setiap pekerjaan dan analisa harga satuan pokok kegiatan diperoleh total biaya konstruksi sebesar Rp. 428.076.783.100,- (Empat Ratus Dua Puluh Delapan Miliar Tujuh Puluh Enam Juta Tujuh Ratus Delapan Puluh Tiga Seratus Rupiah).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintahan Republik Indonesia, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan," Jakarta, 2004.
- [2] Badan Pusat Statistik, "Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2017," Surabaya, 2017.
- [3] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 13 Tahun 2017 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional," Jakarta.
- [4] D. Wibowo, "Perencanaan Trase Pada Pembangunan Jalan Tol Kertosono-Kediri Ditinjau Dari Kelayakan Ekonomi dan Finansial," Surabaya, 2019.