

# Perencanaan Geometrik dan Perkerasan Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II

Dzaky Ramdhani dan Cahya Buana  
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
e-mail: cahya\_b@ce.its.ac.id

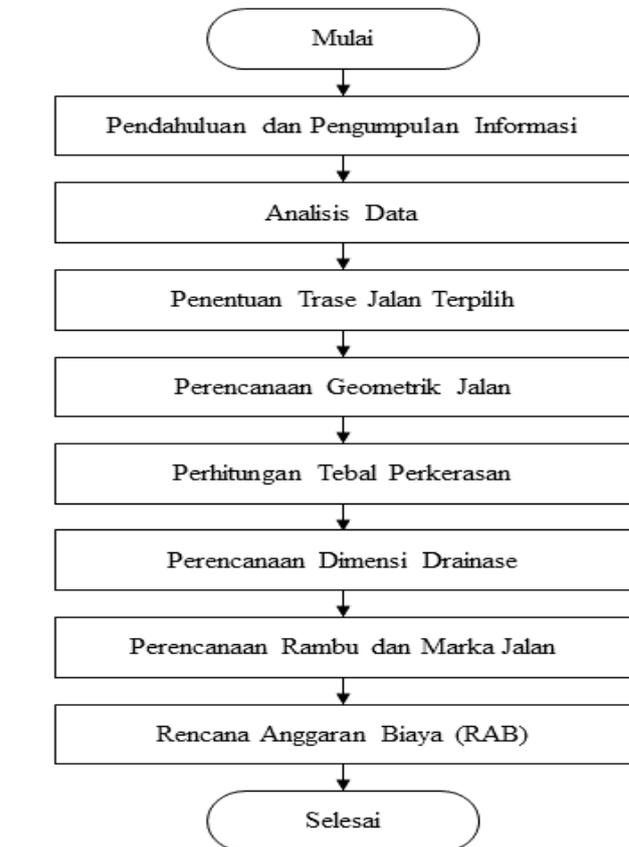
**Abstrak**—Provinsi Banten memiliki potensi pariwisata. Hal ini akan berdampak pada pertumbuhan ekonomi di Provinsi Banten yang kian meningkat. Peningkatan pertumbuhan ekonomi yang diiringi dengan peningkatan mobilitas manusia, barang dan jasa akan menyebabkan bertambahnya kebutuhan jumlah kendaraan. Sehingga kapasitas jalan juga akan meningkat. Peningkatan volume lalu lintas jalan menjadi sebuah permasalahan. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, pemerintah meningkatkan kapasitas jalan dengan membangun jalan bebas hambatan (jalan tol) yaitu Jalan Tol Serang-Panimbang. Dalam perencanaan ini berisi tentang penilaian trase alternatif terhadap trase rencana jalan tol milik Bina Marga, perencanaan geometrik yang mengacu pada “Peraturan Bina Marga untuk Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan No. 13/P/BM/2021, Perencanaan tebal perkerasan jalan sesuai dengan “Manual Desain Perkerasan Jalan 2017”, perencanaan saluran drainase sesuai dengan “Pd. T-02-2006-B”, rencana anggaran biaya yang dibutuhkan, serta Perencanaan Rambu dan Marka yang mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 dan Nomor 34 Tahun 2014. Dari analisis yang dilakukan, dihasilkan Panjang jalan 23.055 km dengan 9 PI dan PVI sebanyak 32. Untuk tebal perkerasan 305 mm dengan sambungan tie bars dengan diameter 16 mm dan dimensi tipikal saluran drainase yaitu  $b=1.10$  m dan  $h=0.5$  m. Volume galian didapatkan sebesar 734.116,6 m<sup>3</sup> dan volume timbunan didapatkan sebesar 9.015.869,14 m<sup>3</sup>. Rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam pembangunan ini sebesar Rp.4.462.580.592.760,-.

**Kata Kunci**—Jalan Tol, Perencanaan Geometrik, Perkerasan Jalan, Drainase, Rencana Anggaran Biaya.

## I. PENDAHULUAN

JALAN merupakan prasarana penting dalam bidang perhubungan. Peraturan Pemerintah Nomor 34 tahun 2006 tentang Jalan menyebutkan bahwa penyelenggaraan jalan umum wajib mendorong kearah terwujudnya keseimbangan antardaerah, dalam hal pertumbuhannya mempertimbangkan satuan wilayah tingkat nasional yang dituju. Presiden Republik Indonesia, Joko Widodo, menetapkan pembangunan infrastruktur sebagai prioritas pertama dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengan Nasional (RPJMN) 2019-2024, salah satunya ialah pembangunan jalan tol [1].

Dengan adanya Kawasan Pariwisata Tanjung Lesung dan Taman Nasional Ujung Kulon, maka kebutuhan kendaraan akan bertambah sehingga diperkirakan volume lalu lintas juga akan semakin meningkat dari tahun ke tahun. Untuk kondisi saat ini, pada jalan arteri primer sering terjadi kemacetan dan kerusakan akibat banyaknya volume kendaraan lalu lintas yang melewati jalan tersebut dengan kapaasitas jalan yang terbatas. Jalan Tol Serang-Panimbang merupakan jalan alternatif yang akan tersambung dengan Jalan Tol Jakarta-Merak dengan harapan dapat mengatasi kemacetan dan dapat mendukung pengembangan Kawasan



Gambar 1. Bagan alir perencanaan.

Ekonomi Khusus (KEK) Pariwisata Tanjung Lesung. Sehingga akan membantu peningkatan pertumbuhan ekonomi di wilayah Banten Tengah dan Banten Selatan yang bermuara pada peningkatan kesejahteraan masyarakat. Panjang Jalan Tol Serang-Panimbang adalah 83.677 km yang terdiri dari 3 seksi.

Pada pelaksanaannya terdapat kendala pembebasan lahan yaitu rencana trase Seksi II melewati rumah warga dan fasilitas umum seperti sekolah, pemakaman, dan masjid. Berdasarkan pada kebutuhan dan permasalahan diatas maka diperlukan perencanaan geometrik Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II dengan trase baru. Dengan perencanaan trase baru, tentunya dibutuhkan perencanaan galian dan timbunan yang lebih efisien, perencanaan geometrik yang aman untuk pengendara dalam kecepatan tinggi, perencanaan perkerasan kaku jalan sesuai dengan umur rencana, dan perencanaan sistem drainase yang baik.

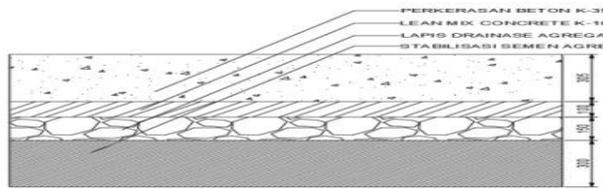
### A. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari pembahasan ini antara lain adalah:

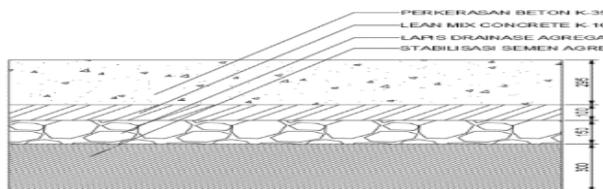
- Merencanakan geometrik jalan baik alinemen horizontal ataupun alinemen vertikal pada Jalan Tol Serang-



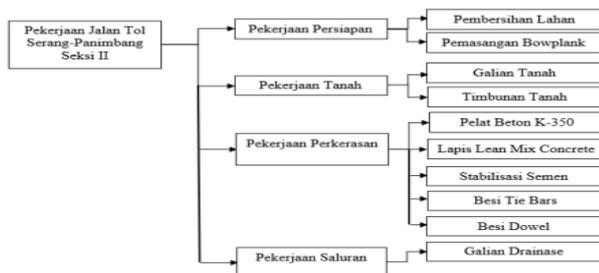
Gambar 2. Pilihan trase alternatif.



Gambar 3. Lapisan perkerasan badan jalan.



Gambar 4. Lapis perkerasan bahu jalan.



Gambar 5. Work breakdown structure.

**Panimbang Seksi II**

- b. Mengetahui tebal perkerasan kaku yang akan digunakan untuk umur rencana (UR) 40 tahun mendatang.
- c. Merencanakan dimensi saluran drainase pada jalan tol.
- d. Merencanakan fasilitas pada jalan tol terkait rambu dan marka.
- e. Merencanakan anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan Jalan Tol Serang-Panimbang.

**B. Batasan Masalah**

Pada pembahasan ini, masalah dibatasi antara lain:

- a. Tidak merancang metode pelaksanaan pembangunan jalan tol.
- b. Tidak merencanakan interchange.
- c. Tidak merancang perkuatan ataupun perbaikan tanah dasar.
- d. Tidak merencanakan tiang pancang dan jembatan.

**C. Manfaat**

Perencanaan geometrik Jalan Tol Serang-Panimbang diharapkan dapat menambah wawasan bagi penulis dan menjadi referensi bagi pembaca dalam merencanakan geometrik jalan.

**II. METODOLOGI**

**A. Pemilihan Trase Jalan**

Trase jalan merupakan garis tengah sumbu jalan yang

Tabel 1. Rekapitulasi hasil Pembobotan Setiap Kriteria

No	Kriteria	Kode	Bobot
1	Panjang Trase	A	0,2778
2	Jumlah Simpangan	B	0,1111
3	Volume Galian dan Timbunan	C	0,1944
4	Luas Lahan Pemukiman	D	0,4167

Tabel 2. Rekapitulasi Data Trase Alternatif

No	Trase	A (km)	B (bh)	C (m3)	D (m2)
1	Alternatif 1	24272	23	12096021	13821,3
2	Alternatif 2	23055,73	20	9745550,7	13404,9
3	Alternatif 3	25786,78	21	13470755	16800

Tabel 3. Penilaian Trase Alternatif Berdasarkan Kriteria Panjang Trase

No	Panjang Trase	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Jml	Nilai
1	24272	Alt 1	0	1	1	0,33333
2	23055,73	Alt 2	1	1	2	0,66667
3	25786,78	Alt 3	0	0	0	0

Tabel 4. Rekapitulasi Skor Trase Alternatif

No	Kriteria	Alt 1	Alt 2	Alt 3
		Bobot	Bobot	Bobot
1	Panjang Trase	0,093	0,185	0
2	Jumlah Simpangan	0	0,074	0,037
3	Volume Galian dan Timbunan	0,065	0,129	0
4	Luas Lahan Permukiman	0,139	0,278	0
Jumlah Nilai		0,297	0,667	0,037

digunakan sebagai acuan dalam menetapkan tinggi muka tanah dasar. Pemilihan trase jalan ditentukan dengan Multi Criteria Analysis dengan metode matriks zero-one yang nantinya akan diberikan nilai 1 atau 0 untuk membandingkan kriteria satu dengan yang lainnya. Tujuan dari pemilihan trase jalan ini adalah untuk menentukan trase alternatif terpilih dengan menetapkan beberapa kriteria penilaian seperti panjang trase, jumlah simpangan, volume daerah galian, volume daerah timbunan, dan luas lahan pemukiman [2].

**B. Perencanaan Jalan**

Dalam perencanaan jalan akan membahas terkait permasalahan yang telah dirumuskan berdasarkan teori yang sudah ada dan hasil pengolahan data. Permasalahan teknis yang akan dibahas antara lain Perencanaan Geometrik Jalan, Perencanaan Tebal Perkerasan, Perencanaan Drainase, dan Perencanaan Fasilitas Jalan berupa perambuan dan marka.

**C. Perhitungan Anggaran Biaya**

Anggaran biaya adalah banyaknya biaya yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan pembangunan dilapangan berdasarkan hasil perencanaan. Perkiraan anggaran biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan dengan volume masing-masing pekerjaan.

**D. Gambar Desain**

Setelah semua perhitungan perencanaan selesai maka dibuat gambar teknik sesuai dengan hasil perhitungan perencanaan.

**E. Kesimpulan**

Pada bagian ini berisikan terkait kesimpulan serta saran yang dikutip dari perencanaan teknis konstruksi Jalan Tol.

Tabel 5.  
Rekapitulasi Data Kriteria Desain Perencanaan

Data Umum		
Kriteria Desain		Satuan
Kelas Jalan	JBH	
Klasifikasi Medan Jalan	Datar	
Jumlah Lajur	4/2 D	
Kecepatan Rencana	100	km/jam
Parameter Potongan Melintang		
Kriteria Desain		Satuan
Lebar Lajur Lalu Lintas	3,6	m
Lebar Jalur	7,2	m
Lebar Bahu Luar Diperkeras	3	m
Lebar Bahu Dalam Diperkeras	1,5	m
Lebar Median	1,5	m
Lebar Clear Zone Area	6	m
Kemiringan Melintang Normal Lajur Lalu Lintas	2	%
Kemiringan Melintang Normal Bahu Jalan	4	%
Parameter Potongan Melintang		
Kriteria Desain		Satuan
Tinggi Ruang Manfaat Jalan	5	m
Kedalaman Ruang Manfaat Jalan	1,5	m
Lebar Ruang Manfaat Jalan	21,5	m
Lebar Ruang Milik Jalan	30	m
Lebar Ruang Pengawasan jalan	75	m
Saluran Tepi Jalan	3	m

Tabel 6.  
Rekapitulasi Data Kriteria Desain Perencanaan (Lanjutan)

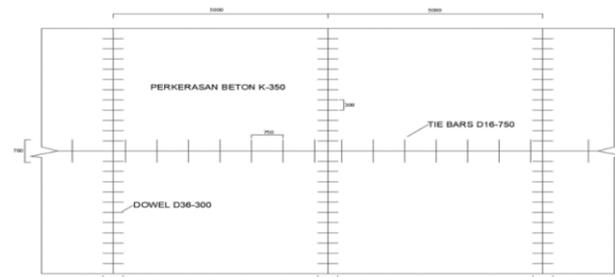
Parameter Alinyemen Horizontal		
Kriteria Desain		Satuan
Panjang Bagian Lurus Maksimum	4200	m
Superelevasi Maksimum	8	%
Superelevasi Normal	2	%
Kekesatan Melintang (f)	0,12	
Jari-jari Tikungan Minimum	395	m
Jari-jari Tikungan Maksimum		
Lengkung Peralihan	592	m
Panjang Tikungan Minimum (Lc+2Ls)	170	
Panjang Lengkung Peralihan Minimum Berdasarkan Waktu Perjalanan	67	m
Tingkat Perubahan Kelandaian Relatif Perencanaan Alinyemen Vertikal	1/227	m/m
Kriteria Desain		Satuan
Kelandaian Maksimum	4	%
Panjang Landai Kritis	700	m
Kelandaian Minimum	0.5	%

Tabel 7.  
Rekapitulasi Hasil Perhitungan Sudut Tikungan

Titik	Koordinat		Azimuth	Sudut Tikungan
	X	Y		Δ
Awal	634146,519	9297447,884		
PI 1	633216,719	9296896,033	239,3102	10,491879
PI 2	632221,992	9296025,777	228,8183	17,26996
PI 3	631603,579	9295018,528	211,5484	53,111122
PI 4	629260,085	9294799,457	264,6595	51,564172
PI 5	627665,592	9292353,072	213,0953	15,483472
PI 6	627157,656	9290753,002	197,6118	23,697786
PI 7	624444,468	9287665,691	221,3096	37,418771
PI 8	618962,175	9286573,046	258,7284	38,445844
PI 9	617862,467	9285275,514	220,2826	41,446485
Akhir	616024,295	9285008,305	261,729	

Tabel 8.  
Rekapitulasi Kelandaian Rencana dan Jenis Lengkung

No.	STA	A	Jenis Lengkung
1	0+672,920	-2,58%	Cekung
2	1+417,730	2,69%	Cembung
3	2+149,690	-2,91%	Cekung
4	2+904,990	2,52%	Cembung
5	3+985,100	-1,77%	Cekung
6	5+362,570	1,59%	Cembung
7	6+369,010	-2,58%	Cekung
8	7+259,630	2,65%	Cembung
9	7+986,100	-1,56%	Cekung
10	8+918,790	-0,35%	Cekung
11	9+334,990	2,22%	Cembung
12	9+929,210	1,57%	Cembung
13	10+472,820	-3,96%	Cekung
14	11+295,690	-0,28%	Cekung
15	11+850,530	4,34%	Cembung
16	12+505,840	-4,32%	Cekung
17	13+430,000	2,21%	Cembung
18	14+271,470	0,85%	Cembung



Gambar 6. Penulangan tie bars dan dowel.

F. Bagan Alir/Flow Chart Metodologi

Diagram bagan alir/flow chart diagram metodologi dapat dilihat pada Gambar 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemilihan Trase Jalan Alternatif

Pada perencanaan ini, terdapat trase alternatif 1 hingga trase alternatif 3 disertai trase rencana eksisting yang dapat dilihat pada Gambar 2 yang selanjutnya akan dilakukan penilaian terhadap tiga pilihan alternatif trase tersebut sehingga didapatkan satu trase alternatif terpilih. Perencanaan jalan dimulai dari Rangkasbitung Sta. 26+950 sampai Cileles Sta. 50+677.

1) Pembobotan Kriteria

Setelah menetapkan beberapa kriteria, dilakukan pembobotan dari semua kriteria yang ada. Pembobotan ini dilakukan dengan menggunakan metode matriks zero-one

dengan memperhatikan pendapat dari beberapa dosen perhubungan Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Untuk bobot akhir dari setiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 1.

2) Menganalisa Kondisi Eksisting Trase Alternatif terhadap Kriteria Penilaian

Dilakukan analisis kondisi trase alternatif sesuai dengan kriteria penilaian yang sudah ditetapkan. Kriteria panjang trase, jumlah simpangan, volume galian dan timbunan, dan luas lahan pemukiman yang didapatkan dari program bantu AutoCad Civil 3D. Untuk rekapitulasi data trase alternatif terhadap kriteria penilaian dapat dilihat pada Tabel 2.

3) Penilaian Terhadap Trase Alternatif

Setelah dilakukan analisa kondisi trase alternatif kemudian dilakukan penilaian trase alternatif 1 hingga alternatif 3 sesuai dengan kriteria penilaian. Penilaian dilakukan dengan menggunakan matriks zero one. Data kriteria penilaian trase alternatif menggunakan program bantu Autocad Civil 3D.

Tabel 9.

Rekapitulasi Kelandaian Rencana dan Jenis Lengkung (Lanjutan)

STA	A	Jenis Lengkung
14+772,880	-2,42%	Cekung
15+293,320	0,33%	Cembung
16+156,160	1,61%	Cembung
17+030,170	-2,45%	Cekung
17+770,810	-0,11%	Cekung
18+474,870	3,29%	Cembung
19+084,950	-3,29%	Cekung
19+785,490	1,04%	Cembung
20+541,590	1,49%	Cembung
21+219,570	-2,63%	Cekung
21+693,810	2,84%	Cembung
22+228,220	-2,52%	Cekung
22+689,140	0,51%	Cembung
23+147,390	3,70%	Cembung
23+628,250	-2,87%	Cekung

Tabel 10.  
Data LHR Tahun 2020

Gol.	Jenis Kendaraan	LHR 2020 2	LHR 2020 1
		Arah (Kend./hari)	Arah (Kend./hari)
2	Sedan, Jeep dan Station Wagon	32354	16177
3	Oplet, Pickup, Combi, dan Mini bus	82	41
4	Micro truck, Mobil Hantaran	5103	2551
5a	Bus Kecil	143	71
5b	Bus Besar	1967	983
6a	Truck 2as ringan	1666	833
6b	Truck 2as sedang	9489	4744
7a	Truck 3as	2807	1403
7b	Trailer 4 as, Truck gandengan	1263	631
7c	Truck besar, Semi trailer	1287	643

Tabel 11.

Data LHR Tahun 2020

Gol.	Jenis Kendaraan	LHR 2024 2	LHR 2024 1
		Arah (Kend./hari)	Arah (Kend./hari)
2	Sedan, Jeep dan Station Wagon	39028	19514
3	Oplet, Pickup, Combi, dan Mini bus	99	49
4	Micro truck, Mobil Hantaran	6156	3078
5a	Bus Kecil	172	86
5b	Bus Besar	2373	1186
6a	Truck 2as ringan	2010	1005
6b	Truck 2as sedang	11446	5723
7a	Truck 3as	3386	1693
7b	Trailer 4 as, Truck gandengan	1524	762
7c	Truck besar, Semi trailer	1552	776

Tabel 12.

Rekapitulasi Perhitungan Beban Sumbu Standar Kumulatif

Gol	LHR 2024					Jumlah Kelompok Sumbu 2024-2064
	2 Arah (Kend./hari)	Kel	DD	DL	R	
2	39028	0	0,5	80%	40,37	0
3	99	0	0,5	80%	40,37	0
4	6156	0	0,5	80%	40,37	0
5a	172	0	0,5	80%	40,37	0
5b	2373	2	0,5	80%	40,37	27974544
6a	2010	2	0,5	80%	40,37	23693742
6b	11446	2	0,5	80%	40,37	134951931
7a	3386	3	0,5	80%	40,37	59881453
7b	1524	4	0,5	80%	40,37	35924605
7c	1552	5	0,5	80%	40,37	45759073
Kumulatif Kelompok Sumbu Kendaraan Berat (2024-2064)						328185348

Untuk contoh penilaian trase alternatif terhadap salah satu kriteria yaitu Panjang trase dapat dilihat pada Tabel 3.

4) Rekapitulasi Penilaian Tiap Trase terhadap Tiap Kriteria Penilaian

Setelah dilakukan penilaian untuk setiap trase terhadap semua kriteria penilaian, maka dilakukan rekapitulasi hasil skor tiap trase untuk selanjutnya dilakukan perhitungan disesuaikan dengan bobot tiap trase. Hasil rekapitulasi skor penilaian trase alternatif dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil rekapitulasi Tabel 4. didapatkan hasil akhir penilaian dengan skor tertinggi ialah trase alternatif 2 sehingga trase alternatif 2 terpilih sebagai trase alternatif terpilih Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II.

B. Perencanaan Geometrik Jalan

Pada perencanaan geometrik akan dibagi menjadi beberapa langkah yaitu kriteria desain geometrik jalan, perencanaan alinyemen horizontal, dan perencanaan alinyemen vertikal.

1) Kriteria Desain Geometrik Jalan

Rekapitulasi kriteria desain perencanaan geometrik jalan tersaji dalam Tabel 5 dan Tabel 6 [3].

2) Perencanaan Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal direncanakan dengan menentukan sudut tikungan, menghitung jari-jari tikungan menghitung superelevasi, menghitung Panjang lengkung peralihan, merancang jenis tikungan dan parameter lengkung dan diakhiri dengan menentukan stationing titik lengkung horizontal. Dalam perencanaan alinyemen horizontal,

terdapat Point of Intersection (PI) sebanyak 9 buah. Rekapitulasi sudut tikungan terdapat pada Tabel 7.

3) Perencanaan Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertical direncanakan dengan menentukan kelandaian rencanan, tipe lengkung, menentukan jarak pandang henti, menghitung Panjang lengkung vertical dan menentukan stationing serta elevasi titik parameter lengkung vertical. Dalam perencanaan alinyemen vertical terdapat Point of Vertical Intersection (PVI) sebanyak 32 buah. Rekapitulasi perhitungan alinyemen vertical dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

C. Perencanaan Perkerasan Jalan

Untuk perencanaan perkerasan jalan, perlu memperhatikan beberapa Langkah yaitu dasar perencanaan perkerasan jalan, Analisa lalu lintas, pengolahann data tanah, serta desain perkerasan kaku. Berikut Langkah dalam perencanaan perkerasan jalan.

1) Dasar Perencanaan Perkerasan Jalan

Perencanaan perkerasan jalan dilakukan sesuai dengan ketentuan Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017 dan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2013. Perencanaan perkerasan pada Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II memiliki umur rencana 40 tahun.

Berdasarkan analisis volume kendaraan didapatkan nilai CESA sebesar 266.649.764 sehingga dapat dipilih struktur perkerasan kaku dengan lalu lintas berat. Dalam perencanaan ini digunakan perkerasan kaku dengan sambungan tanpa

Tabel 13.  
HSPK Pembuatan Bowplank

Uraian Kegiatan	Koef.	Satuan	Harga Satuan Kota Surabaya	Harga Satuan Prov Banten	Harga
Pembuatan Bowplank/Titik		Titik			
Bahan/Material					
Kayu Meranti Usuk 4/6. 5/7	0,012	m <sup>3</sup>	Rp 4.500.000	Rp 4.396.521	Rp 52.758
Kayu Meranti Bekisting	0,008	m <sup>3</sup>	Rp 3.200.000	Rp 3.126.415	Rp 25.011
Paku Biasa 2-5 inchi	0,05	Doz	Rp 27.000	Rp 26.379	Rp 1.319
Jumlah:					Rp 79.089
Upah					
Mandor	0,0045	OH	Rp 120.000	Rp 117.241	Rp 528
Kepala Tukang	0,01	OH	Rp 110.000	Rp 107.471	Rp 1.075
Tukang	0,1	OH	Rp 105.000	Rp 102.585	Rp 10.259
Pembantu Tukang	0,1	OH	Rp 99.000	Rp 96.723	Rp 9.672
Jumlah:					Rp 21.006
Nilai HSPK:					Rp 100.094

Tabel 14.  
Rekapitulasi Hasil Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	HSPK	Harga Total
1	Pekerjaan Persiapan				
1.1	Pekerjaan Pembersihan Lahan	101365192	m <sup>2</sup>	Rp 7.767	Rp 7.873.223.572
1.2	Pekerjaan Pengukuran dan Pemasangan Bowplank	473	Titik	Rp 100.094	Rp 47.344.519
2	Pekerjaan Tanah				
2.1	Pekerjaan Galian	734115.69	m <sup>3</sup>	Rp 35.661	Rp 26.179.127.520
2.2	Pekerjaan Timbunan	9015869.14	m <sup>3</sup>	Rp 207.027	Rp 1.866.530.815.709
3	Pekerjaan Perkerasan Rigid				
3.1	Pekerjaan Lapis LMC (Lean Mix Concrete)	34024.68	Ton	Rp 56.4331.927	Rp 1.920.078.270.306
3.2	Pekerjaan Lapis Perkerasan Beton	103775.274	Liter	Rp 1.284.297	Rp 133.278.254.844
3.3	Pekerjaan Lapis Stabilisasi Semen	102074.04	m <sup>3</sup>	Rp 302.825	Rp 30.910.567.176
3.4	Pekerjaan Lapis Drainase	51037.02	Ton	Rp 432.229	Rp 21.600.362.296
3.5	Pekerjaan Tir Bars	73084.75	Kg	Rp 14.165	Rp 1.035.217.176
3.6	Pekerjaan Dowel	815631.98	Kg	Rp 14.165	Rp 11.553.111.084
4	Pekerjaan Drainase				
4.1	Pekerjaan Galian Drainase	15415.544	m <sup>3</sup>	Rp 76.548	Rp 1.256.582.156
Jumlah					Rp 4.020.342.876.360
PPN 11%					Rp 442.237.716.400
Jumlah + PPN 11%					Rp 4.462.580.592.760

tulangan atau Jointed Plain Concrete (JPCP). Perkerasan ini menggunakan ruji (dowel) sebagai system transfer beban dan batang pengikat (tie bar) sebagai pengikat plat agar tidak bergerak secara horizontal. Data LHR Jalan Tol Serang-Panimbang Tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 10.

### 2) Pertumbuhan Lalu Lintas

Dalam menentukan volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari tahun 2020 ke tahun beroperasinya jalan tol yaitu tahun 2024 perlu memperhatikan laju pertumbuhan lalu lintas (i). Ditentukan nilai I sesuai ketentuan adalah 4.8%. Rekapitulasi forecasting data LHR 2024 dapat dilihat pada Tabel 11.

### 3) Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas Pada Umur Rencana

Sering berjalannya waktu, jumlah kendaraan akan mengalami peningkatan setiap tahunnya selama umur rencana. Ketentuan MDPJ 2017 untuk nilai laju pertumbuhan lalu lintas pada pulau Jawa sebesar 4.8%. dalam perencanaan ini dengan umur rencana 40 tahun didapatkan nilai faktor pertumbuhan lalu lintas pada umur rencana sebesar 40.376.

### 4) Beban Sumbu Standar Kumulatif

Dalam perhitungan beban sumbu standar kumulatif perlu memperhatikan kelompok sumbu standar sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Rekapitulasi perhitungan beban sumbu standar kumulatif dapat dilihat pada Tabel 12.

### 5) Pengolahan Data CBR

Dalam pengerjaan studi ini data CBR test sulit didapatkan sehingga pada perencanaan ini dilakukan sesuai dengan ketentuan MDPJ dengan nilai CBR sebesar 6%. Penggunaan nilai CBR 6% dilakukan karena ketentuan MDPJ 2017 CBR efektif tanah dasar harus  $\geq 6\%$  sehingga tidak perlu dilakukan stabilisasi [4].

### 6) Desain Perkerasan Kaku Untuk Badan Jalan

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, didapatkan beban sumbu standar sebesar 328.185.348 dimana sesuai ketentuan MDPJ 2017 digolongkan dalam R5 dengan rentang 43 juta sampai dengan 86 juta [4]. Pada lapis Lean Mix Concrete digunakan material beton dengan kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 7 Mpa (70 kg/cm<sup>2</sup>) dengan menggunakan fly ash atau (50 kg/cm<sup>2</sup>) apabila tanpa fly ash.

Untuk beton semen harus memenuhi kriteria nilai kuat Tarik lentur umur 28 hari yang besarnya mencapai sekitar 3-5 MPa (30-50 kg/cm<sup>2</sup>). Sedangkan untuk lapis drainase digunakan agregat kelas A. Untuk perkerasan badan jalan dapat dilihat pada Gambar 3.

### 7) Desain Perkerasan Kaku Untuk Bahu Jalan

Perkerasan pada bahu jalan ditentukan berdasarkan 10% dari beban sumbu standar kumulatif yaitu 32.818.535. Sesuai dengan ketentuan MDPJ 2017 untuk perkerasan jalan  $< 43 \times$

10<sup>6</sup> maka desain struktur perkerasan digolongkan R4. Untuk perkerasan bahu jalan dapat dilihat pada Gambar 4.

#### 8) *Perencanaan Penetapan Sambungan*

Untuk jenis perkerasan beton semen dengan sambungan tanpa tulangan atau Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP) menggunakan 2 jenis sambungan yaitu batang pengikat (tie bars) dan batang ruji (dowel). Berdasarkan Pd-T-14-2003, untuk tebal pelat beton 305 (h) mm menggunakan rentang nilai h antara 220 mm sampai 250 mm dengan ketentuan sambungan susut.[1]

Dalam perencanaan ini, digunakan sambungan memanjang dipasang tulangan baja ulir D16 mm dengan Panjang 70 cm dan jarak 75 cm. Untuk gambar penulangan tie bars dan dowel dapat dilihat pada Gambar 5.

#### D. *Perencanaan Drainase*

Dalam perencanaan saluran drainase, dibutuhkan data curah hujan untuk mengetahui intensitas hujan, perhitungan waktu konsentrasi, perhitungan analisis hidrologi dan perhitungan Analisa hidrolika. Perbedaan Analisa hidrologi dan hidrolika yaitu apabila Analisa hidrologi diperlukan untuk mengetahui debit air sedangkan Analisa hidrolika untuk mengetahui kemampuan penampang rencana sehingga debit hidrolika harus lebih besar daripada debit hidrologi. Pada perencanaan ini, didapatkan nilai Qhidrolika sebesar 0.935 m<sup>3</sup>/dt dan nilai Qhidrologi sebesar 0.684 m<sup>3</sup>/dt.

Dalam perhitungan perencanaan drainase didapatkan empat jenis saluran yang digunakan. Penggunaan dimensi saluran yang berbeda-beda didasari hasil perhitungan Analisa hidrolika yang disesuaikan dengan kebutuhan analisis hidrologi yang terjadi pada setiap segmen STA.

#### E. *Perencanaan Rambu dan Marka Jalan*

Rambu lalu lintas untuk jalan tol ditempatkan dengan memperhatikan desain geometrik jalan, karakteristik lalu lintas, kelengkapan bagian jalan, kondisi struktur tanah, perlengkapan jalan yang sudah terpasang, konstruksi yang tidak berkaitan dengan pengguna jalan, dan fungsi dari perlengkapan jalan lainnya [5].

Pemasangan marka pada jalan mempunyai peran penting dalam menyediakan petunjuk dan informasi kepada pengguna jalan. Pada beberapa kondisi tertentu, marka digunakan sebagai tambahan alat kontrol lalu lintas yang lain seperti alat pemberi sinyal, rambu-rambu, dan lain sebagainya.

#### F. *Perhitungan Rencana Anggaran Biaya*

Perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan untuk mengetahui total rencana anggaran biaya dari pembangunan Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II. Dalam perhitungan anggaran biaya perlu memperhatikan beberapa hal, yaitu Analisa work breakdown structure, analisa volume pekerjaan dan analisa harga satuan pekerjaan.

##### 1) *Work Breakdown Structure*

WBS merupakan metode manajemen proyek secara structural melalui pelaporan berbentuk hierarkis. WBS digunakan untuk meminimalisir kesalahan pada setiap proses pekerjaan dan membantu menganalisa anggaran biaya. Untuk work breakdown struktur untuk pembangunan Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II dapat dilihat pada Gambar 6.

##### 2) *Perhitungan Volume Pekerjaan*

Untuk mendapatkan rancangan anggaran biaya perlu menghitung volume pekerjaan serta material terlebih dahulu. Dalam perhitungan volume pekerjaan bisa dilakukan sesuai dengan work breakdown struktur yaitu volume pekerjaan persiapan, volume pekerjaan tanah, volume pekerjaan perkerasan jalan dan volume pekerjaan saluran tepi.

##### 3) *Analisa Harga Satuan Pekerjaan*

Dalam perhitungan rencana anggaran biaya, seharusnya digunakan HSPK Kota atau Kabupaten tempat pembangunan dilaksanakan. Namun karena adanya kendala kesulitan dalam mendapatkan data tersebut maka analisa harga satuan pekerjaan dapat dilakukan dengan konversi yang mengacu pada Indeks Kemahalan Konstruksi daerah setempat. Dalam perhitungan rencana anggaran biaya pada perencanaan ini digunakan HSPK Kota Surabaya 2020 yang nantinya akan dikonversi dengan IKK 2022 yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik. Untuk nilai IKK Jawa Timur yaitu sebesar 100.02 dan nilai IKK Banten yaitu sebesar 97.72. Contoh perhitungan rencana anggaran biaya pekerjaan bowplank dapat dilihat pada Tabel 13.

##### 4) *Rencana Anggaran Biaya*

Dalam perhitungan rencana anggaran biaya diperlukan perhitungan volume pekerjaan dan nilai HSPK yang sudah dikonversi dengan Indeks Kemahalan Konstruksi. Dilakukan perhitungan harga total untuk setiap pekerjaan. Hasil perhitungan rencana anggaran biaya untuk pembangunan Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II yaitu Rp 4.462.580.592.760,-. Rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 14.

## IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini, diantaranya: (1) Pada perencanaan geometrik jalan, tahap pertama yang dilakukan ialah pemilihan trase alternatif menggunakan Multi Criteria Analysis lalu didapatkan trase alternatif terpilih yaitu trase alternatif 2. Untuk konfigurasi jalan yang digunakan yaitu 4/2 D dan kecepatan rencana yang digunakan 100 km/jam. Pada perencanaan trase jalan didapatkan alinyemen horizontal sebanyak 9 Point of Intersection dan alinyemen vertical sebanyak 32 Point of Vertical Intersection. (2) Dalam desain perkerasan jalan pada Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II menggunakan jenis perkerasan Jointed Unreinforced (Plain) Concrete Pavement (JPCP). Untuk tebal perkerasan didapatkan 305 mm pelat beton, lapis Lean Mix Concrete 100 mm, lapis drainase 150 mm, stabilisasi semen 300 mm dengan sambungan memanjang (tie bars) berdiameter 16 mm dan sambungan melintang (dowel) berdiameter 36 mm. (3) Pada perencanaan drainase pada jalan tol menggunakan 4 jenis tipe saluran yang berbeda yaitu Saluran Tipe I (H = 0,847 m, B = 0,80 m), Saluran Tipe II (H = 0,924 m, B = 0,90 m), Saluran Tipe III (H = 1,00 m, B = 1,00 m), Saluran Tipe IV (H = 1,074 m, B = 1,10 m). (4) Berdasarkan program bantu AutoCad Civil 3D, didapatkan volume galian (fill) adalah sebesar 9015869.14 m<sup>3</sup> dan volume timbunan (cut) sebesar 734115.69 m<sup>3</sup>. (5) Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan dapal pembangunan Jalan Tol Serang-Panimbang Seksi II ialah sebesar Rp 4.496.594.269.662,-.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Manual Desain Perkerasan Jalan." Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta, pp. 1–235, 2017.
- [2] F. Ibrahim and L. Samang, "Pendekatan Analisis Multi Kriteria dalam Pemilihan Trase Jalan pada Kawasan Terisolir Aralle Tabulahan Mambi (ATM) Provinsi Sulawesi Barat," in *Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil*, 2010, pp. A79–A89.
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 20/SE/Db/2021." Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta, pp. 1–5, 2021.
- [4] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Suplemen Manual Desain Perkerasan Jalan 2017." Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta, p. 5, 2020.
- [5] Kementerian Perhubungan, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas." Kementerian Perhubungan, Jakarta, pp. 1–103, 2013.