

DESAIN GEOMETRIK DAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE BINA MARGA PADA RUAS JALAN LINGKAR UTARA KOTA PASURUAN

Achmad Faiz Hadi Prajitno
Departemen Teknik Infrastruktur
Sipil
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember
Jl. Raya Menur 127, Surabaya,
Jawa Timur
60116

Rachmad Basuki
Departemen Teknik Infrastruktur
Sipil
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember
Jl. Raya Menur 127, Surabaya,
Jawa Timur
60116

Qurrotul A'yun
Departemen Teknik Infrastruktur
Sipil
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember
Jl. Raya Menur 127, Surabaya,
Jawa Timur
60116

Machsus
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Raya Menur 127, Surabaya, Jawa Timur
60116

Amalia Firdaus Mawardi
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Raya Menur 127, Surabaya, Jawa Timur
60116

Abstract

The city of Pasuruan, strategically positioned between Surabaya-Malang-Probolinggo, holds significant potential in trade, industry, and services. Consequently, it experiences a dense distribution of goods and heavy-duty vehicle traffic, leading to frequent accidents and congestion. To address these issues, the Pasuruan City government plans to construct the North Circle Road. The geometric planning follows Geometric Road Design Guidelines No. 13/P/BM/2021, while pavement thickness is designed according to Road Pavement Design Manual No. 03/M/BM/2024. Drainage planning adheres to Pd. T-2-2006-B, and cost estimates are based on the 2023 Work Unit Price Analysis. The proposed road, 9.22 km long, is designed for a speed of 40 km/h, featuring nine curves and 19 vertical alignments. Pavement thickness includes 21.5 cm for the surface layer, 20 cm for Class A LFA, 15 cm for Class B LFA, and 20 cm for Class C LFA, with a total budget of Rp 258,025,149,000.

Keywords: geometric design, alignment, ring road, flexible pavement, drainage

Abstrak

Kota Pasuruan merupakan wilayah dengan posisi strategis yang menghubungkan Surabaya–Malang–Probolinggo, memiliki potensi besar di bidang perdagangan, perindustrian dan jasa. Akibatnya, arus distribusi barang dan jasa di kota ini padat dan banyak kendaraan bermuatan berat sehingga rawan kecelakaan dan kemacetan. Oleh karena itu, Pemerintah Kota Pasuruan berencana membangun Jalan Lingkar Utara. Perencanaan geometrik mengacu Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021 dan perencanaan tebal perkerasan lentur sesuai Manual Desain Perkerasan Jalan No. 03/M/BM/2024. Drainase direncanakan sesuai Pd. T-2-2006-B, sedangkan anggaran biaya dihitung menggunakan Analisa Harga Satuan Pekerjaan 2023. Jalan sepanjang 9,220 km ini dirancang dengan kecepatan rencana 40 km/jam, memiliki 9 tikungan, dan 19 alinyemen vertikal. Tebal lapisan perkerasan meliputi 21,5 cm untuk lapisan permukaan, 20 cm untuk LFA Kelas A, 15 cm untuk LFA Kelas B, dan 20 cm untuk LFA Kelas C, dengan anggaran sebesar Rp 258.025.149.000,00.

Kata Kunci: perencanaan geometrik, alinyemen, jalan lingkar, perkerasan lentur, drainase

PENDAHULUAN

Kota Pasuruan merupakan salah satu bagian dari wilayah Provinsi Jawa Timur. Terletak di kawasan strategis yang menghubungkan kawasan regional Surabaya – Malang – Probolinggo, membuat Kota Pasuruan memiliki prospek perekonomian yang besar khususnya di bidang perdagangan, perindustrian, dan jasa. Oleh karena itu, arus distribusi barang dan jasa yang melintasi kota ini cukup padat dan banyak kendaraan bermuatan yang berat yang melintas. Hal tersebut menjadikan jalur ini sebagai wilayah rawan kecelakaan dan kemacetan.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023), Kota Pasuruan memiliki luas wilayah sebesar 38,99 km² dengan tinggi wilayah 4 meter dari permukaan laut. Kepadatan penduduk di Kota Pasuruan pada tahun 2022 mencapai 5.424 jiwa/km². Dibandingkan dengan tahun 2021, penduduk Kota Pasuruan mengalami pertumbuhan sebesar 0,70 persen. Semakin meningkatnya angka kepadatan penduduk menyebabkan peningkatan volume lalu lintas. Oleh karena itu, dibutuhkan prasarana transportasi jalan tambahan untuk mendukung padatnya volume lalu lintas tersebut.

Sebagai jalur utama yang menghubungkan wilayah Surabaya dan Banyuwangi, infrastruktur transportasi darat khususnya jalan raya sangat penting bagi Kota Pasuruan. Selain itu, arus distribusi barang dan jasa yang melintasi kota ini cukup padat dan banyak kendaraan bermuatan berat yang melintas. Hal tersebut menjadikan Kota Pasuruan sebagai wilayah rawan kecelakaan yang seringkali dialami oleh bus dan kendaraan berat. Selain kecelakaan, hal lain yang sering terjadi pada jalur ini adalah kegiatan perbaikan jalan. Kendaraan berat dengan muatan melebihi kapasitas dapat mengurangi umur perkerasan jalan dan menyebabkan kerusakan pada perkerasan (Wicaksono & Istiar, 2016). Oleh karena itu, banyak jalan berlubang di jalur ini, yang membuat pemerintah harus selalu memperbaiki jalan. Kegiatan dua perbaikan jalan ini membutuhkan banyak waktu dan akan mengganggu arus lalu lintas di jalur tersebut.

Sehubungan dengan permasalahan dan kebutuhan tersebut, maka Pemerintah Kota Pasuruan berencana membangun Jalan Lingkar Utara sebagai jalur baru. Dengan adanya Jalan Lingkar Utara ini diharapkan dapat menjadi poros akses baru menuju kawasan utara dan akan dikembangkan untuk mewujudkan visipembangunan Kota Pasuruan, yaitu menciptakan kota sebagai pusat pariwisata yang di dukung oleh industri, perdaganagan, dan jasa yang bertaraf nasional dengan mendukung pembangunan berkelanjutan, berdaya saing, dan berkearifan lokal.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk merencanakan desain geometrik jalan dengan Pedoman Desain Geometrik Jalan No. 13/P/BM/2021, menghitung tebal perkerasan lentur yang digunakan, serta menghitung biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan proyek Jalan Lingkar Utara Kota Pasuruan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dimulai dari pengumpulan data yang dilakukan menggunakan metode observasi langsung di lapangan dan studi literatur. Data yang diperlukan dapat berupa data primer dan data sekunder. Beberapa data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu peta topografi, data LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata), data CBR (*California Bearing Ratio*), data curah hujan, dan HSPK (Harga Satuan Pokok Kegiatan) Kota Pasuruan 2023.

Tahap berikutnya setelah pengumpulan data adalah analisis perencanaan. Pada tahap ini dilakukan beberapa langkah, yaitu penentuan trase jalan, perencanaan geometrik jalan, perhitungan tebal perkerasan lentur, dan perencanaan saluran drainase.

Hasil dari analisis perencanaan ini adalah dokumen perencanaan yang mencakup gambar *long section* dan *cross section* rencana jalan, detail tebal perkerasan lentur, dan dimensi saluran drainase yang diperlukan. Tahap akhir dari penelitian ini adalah perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk proyek pembangunan Jalan Lingkar Utara Kota Pasuruan. Setelah semua tahap ini dilakukan, penelitian dinyatakan selesai dan siap untuk dievaluasi lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Geometrik Jalan

1. Kriteria Desain Geometrik Jalan

Kriteria desain geometrik jalan yang digunakan untuk merencanakan Jalan Lingkar Utara Kota Pasuruan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Kriteria Desain Perencanaan

No.	Elemen kriteria desain teknis geometrik jalan		Nilai kriteria
1.	V_D , km/jam		40
2.	$Grade_{max}$, %		5
3.	Kekesatan melintang paling besar (f_{max})		0,22
4.	Superelevasi paling besar (e_{max}), %		8
5.	R_{min} lengkung horizontal, m		42
6.	L_{min} lengkung vertikal, m		24
7.	Tipe jalan dan Dimensi jalan	Tipe jalan	4/2-T
		Lebar lajur, m	3,5
		Lebar bahu, m	2
		Lebar median, m	1,8
		Sempadan dan drainase, m	2,6
8.	Kelandaian melintang	Badan jalan, %	2
		Bahu jalan, %	4
9.	Ruang milik jalan (Rumija), m		25
10.	Jenis perkerasan		AC

2. Perencanaan Alinyemen Horizontal

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil perencanaan alinyemen horizontal dengan tipe *Spiral-Spiral* (S-S) dan *Full-Circle* (F-C). Pemilihan bentuk alinyemen horizontal didasarkan pada upaya untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan berkendara. Alinyemen horizontal yang dirancang dengan baik mampu mengoptimalkan jarak pengemudi dan meminimalkan gaya sentrifugal saat melintasi tikungan, sehingga mengurangi risiko tergelincir atau kecelakaan, terutama pada kecepatan tinggi. Selain itu, alinyemen horizontal yang sesuai juga mendukung stabilitas kendaraan saat bermanuver, sehingga meningkatkan pengalaman berkendara yang aman dan nyaman.

Untuk alasan teknis dan lingkungan, pemilihan bentuk alinyemen horizontal mempertimbangkan topografi medan agar sesuai dengan kondisi lahan yang ada. Metode ini digunakan untuk meminimalkan pekerjaan pemotongan dan pengurukan tanah, sehingga tidak hanya mengurangi biaya konstruksi tetapi juga mengurangi dampak lingkungan. Selain itu, hal ini memungkinkan desain jalan yang lebih efisien dan berkelanjutan untuk menciptakan infrastruktur transportasi yang aman, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Tabel 2. Perhitungan Tikungan *Full-Circle* (F-C)

Parameter	Tikungan			
	PI 1	PI 4	PI 6	PI 9
STA	0+606,85	2+632,16	3+831,97	7+602,03
X	708162,9473	710139,4992	711323,3269	713727,6584
Y	9156509,491	9156322,768	9156214,172	9154165,954
Δ (°)	100,376	106,561	119,402	25,804
Ro (m)	110	300	250	250
Ls (m)	22,222	22,222	22,222	22,222
Tc (m)	82,259	70,039	71,293	71,756
Ec (m)	27,356	8,067	9,967	10,094
Lc (m)	141,262	137,613	138,899	139,755
e (%)	2,48	0,12	0,40	0,40

Tabel 3. Perhitungan Tikungan *Spiral-Spiral* (S-S)

Parameter	Tikungan				
	PI 2	PI 3	PI 5	PI 7	PI 8
STA	1+439,62	1+824,94	3+117,32	6+685,33	7+157,64
X	708994,1985	709341,4771	710606,9601	713809,3666	714137,094
Y	9156357,286	9156186,065	9156183,754	9154813,255	9154423,458
Δ (°)	116,245	80,279	87,569	139,944	57,833
Ro (m)	150	100	200	150	150
Ls (m)	22,222	22,222	22,222	22,222	22,222
p (m)	0,549	0,823	0,412	0,549	0,549
k (m)	22,207	22,191	22,212	22,207	22,207
Ts (m)	22,210	22,195	22,215	22,210	22,210
Es (m)	0,549	0,823	0,412	0,549	0,549
e (%)	1,50	2,85	0,81	1,50	1,50

3. Perencanaan Alinyemen Vertikal

Perencanaan alinyemen vertikal dilakukan dengan mempertimbangkan aspek keamanan, kenyamanan, dan efisiensi lalu lintas. Alinyemen vertikal yang ideal dirancang untuk memastikan jarak pandang yang cukup bagi pengemudi, mempertahankan kecepatan kendaraan yang konsisten, dan mengurangi resiko kecelakaan di daerah dengan perubahan elevasi yang signifikan. Selain itu, alinyemen vertikal yang tepat juga bertujuan untuk mengoptimalkan drainase permukaan jalan. Alinyemen vertikal direncanakan menggunakan lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung, dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Lengkung Vertikal Cekung

Parameter	Tikungan						
	PVI 1	PVI 3	PVI 5	PVI 7	PVI 9	PVI 10	PVI 11
A	-0,49	-0,57	-1,45	-0,52	-0,95	-2,60	-2,24
Lv	100	100	125	100	100	100	100
Ev	-0,06	-0,07	-0,22	-0,06	-0,12	-0,32	-0,28
STA	0+564	1+317	1+975	2+633	3+275	3+963	4+225
Elevasi	6,93	5,41	4,73	5,84	3,87	4,02	5,00

Parameter	Tikungan					
	PVI 12	PVI 13	PVI 14	PVI 15	PVI 16	PVI 18
A	-0,21	-0,51	-1,03	-0,90	-0,84	-1,17
Lv	150	100	150	150	150	150
Ev	-0,04	-0,06	-0,19	-0,17	-0,16	-0,22
STA	5+061	5+558	6+114	6+665	7+287	8+346
Elevasi	3,56	3,56	3,78	3,69	3,45	4,12

Tabel 5. Perhitungan Lengkung Vertikal Cembung

Parameter	Tikungan					
	PVI 2	PVI 4	PVI 6	PVI 8	PVI 17	PVI 19
A	0,68	0,90	1,09	1,11	0,80	0,76
Lv	100	100	100	100	100	100
Ev	0,08	0,11	0,14	0,14	0,10	0,09
STA	0+750	1+750	2+281	2+993	7+975	8+839
Elevasi	7,50	6,29	7,03	6,50	6,05	7,16

Perencanaan Perkerasan Jalan

Perencanaan perkerasan jalan pada penelitian ini menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Pemilihan perkerasan lentur didasarkan pada kemampuannya dalam menyesuaikan deformasi tanah dan beban lalu lintas, yang membuatnya lebih fleksibel terhadap berbagai kondisi tanah. Data perencanaan perkerasan jalan yaitu sebagai berikut:

Umur rencana	: 20 tahun
CBR tanah dasar	: 6%
Faktor pertumbuhan lalu lintas (i)	: 3,73%
Nilai faktor distribusi arah (DD)	: 0,5
Nilai faktor distribusi lajur (DL)	: 80%

Tabel 6. Perhitungan Kumulatif Beban Lalu Lintas

Jenis Kendaraan	LHR 2022	LHR 2024	CESA4		CESA5	
			Faktual	Normal	Faktual	Normal
MC	47837	51472	0	0	0	0
LV	12291	13225	0	0	0	0
MHV	2542	2735	378089,07	5782417,8	302471,25	4625934,2
LB	136	146	48487,758	741561,97	52528,405	803358,8
LT	1882	2025	1231820	5137965,1	1623762,7	5137965,1
Jumlah ESA			1658396,8	11661945	1978762,3	10567258
			13320341,59		12546020,42	

Menurut Pedoman Manual Desain Perkerasan Jalan No. 03/M/BM/2024, terdapat beberapa alternatif jenis perkerasan yang dapat digunakan, berdasarkan hasil perhitungan di atas:

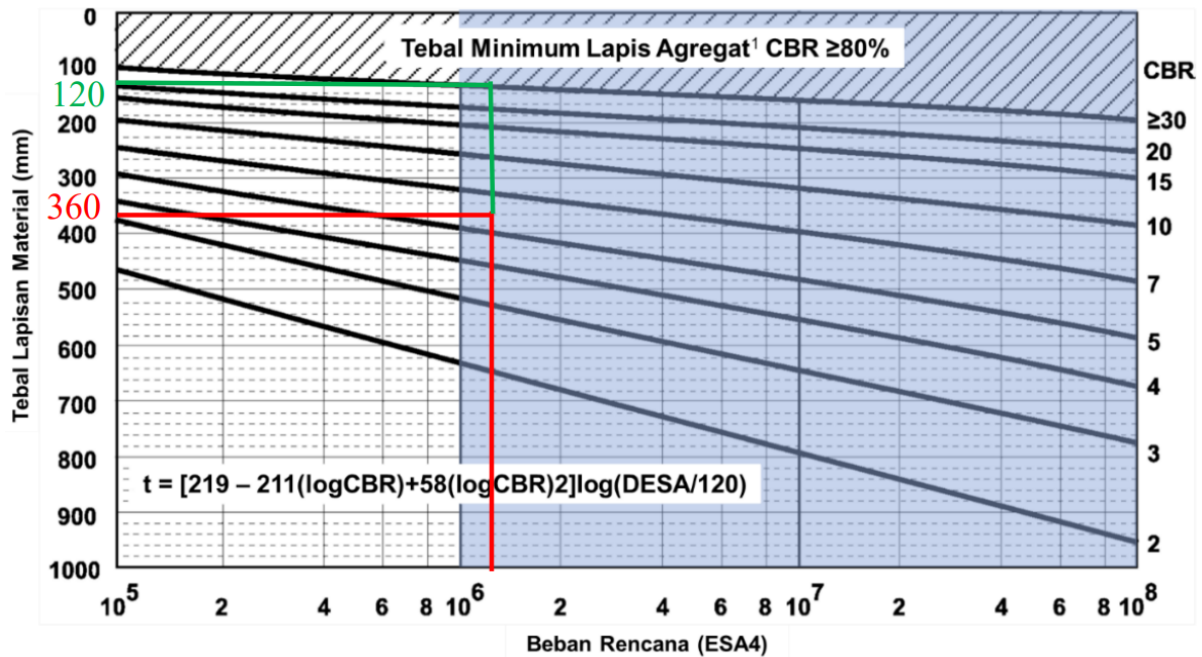
1. AC dengan 150 mm CTB
2. AC dengan 200 mm CTB
3. AC dengan 250 mm CTB
4. AC dengan 300 mm CTB
5. AC dengan lapis pondasi agregat

Dengan mempertimbangkan biaya (analisis *discounted life-cycle cost*), maka dipilih jenis perkerasan AC dengan lapis pondasi agregat. Hasil ketebalan struktur adalah sebagai berikut:

	→	AC WC	=	40	mm
	→	AC BC	=	75	mm
	→	AC Base	=	100	mm
	→	LFA Kelas A	=	200	mm
	→	LFA Kelas B	=	150	mm
	→	LFA Kelas C	=	200	mm
	→	Total	=	765	mm

Gambar 1. Struktur Perkerasan Badan Jalan

Dalam penelitian ini ditentukan kebutuhan pelapisan (*sealing*) bahu dengan menggunakan bahu jalan tanpa penutup. Perhitungan tebal pelapisan bahu jalan didasarkan pada nilai CESA4 dan CBR tanah dasar. Penentuan tebal struktur bahu jalan dihitung berdasarkan grafik berikut.



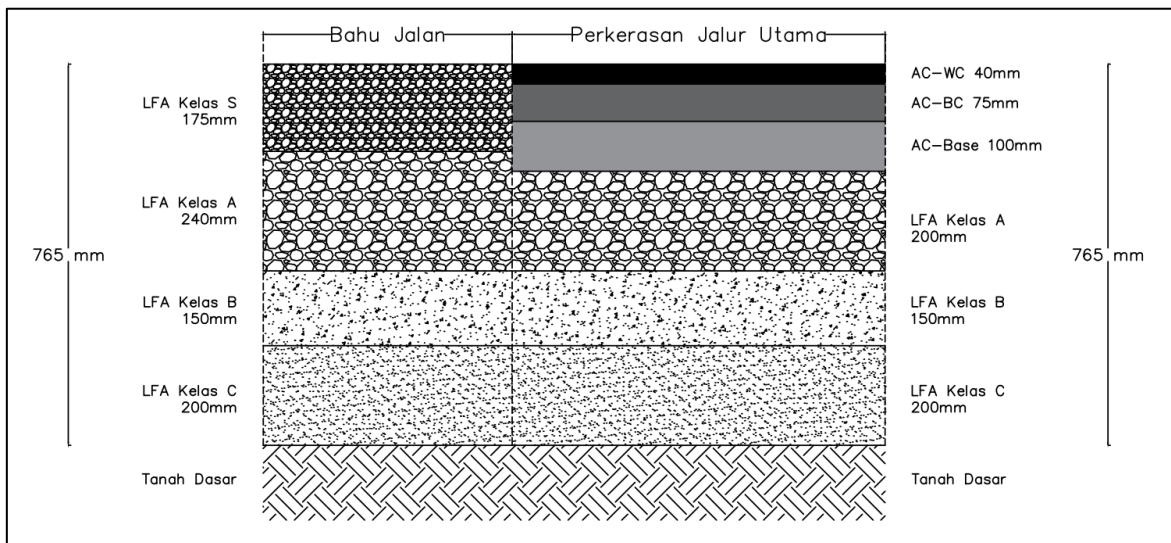
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024)

Gambar 2. Penentuan Tebal Perkerasan Bahu Jalan

Berdasarkan data struktur yang diperoleh untuk bahu jalan, dibutuhkan beberapa penyesuaian untuk mempermudah pekerjaan dan memastikan kelancaran sistem lapisan drainase menerus. Jenis material yang digunakan harus disesuaikan dengan LFA pada lajur lalu lintas. Struktur perkerasan lajur utama dan bahu jalan tanpa penutup disajikan pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 7. Struktur Perkerasan Badan Jalan dan Bahu Jalan

Perkerasan Bahu Jalan		Perkerasan Lajur Utama	
Lapisan	Tebal (mm)	Lapisan	Tebal (mm)
LFA Kelas S	175	AC WC	40
		AC BC	75
		AC Base	100
LFA Kelas A	240	LFA Kelas A	200
LFA Kelas B	150	LFA Kelas B	150
LFA Kelas C	200	LFA Kelas C	200



Gambar 3. Detail Struktur Perkerasan Badan dan Bahu Jalan

Perencanaan Drainase

Dalam perencanaan drainase Jalan Lingkar Utara Kota Pasuruan menggunakan Pedoman Pd. T-2-2006-B tentang Perencanaan Sistem Drainase Jalan Departemen Pekerjaan Umum. Data curah hujan pada perencanaan Jalan Lingkar Utara Kota Pasuruan didapatkan dari UPT PSDA WS Welang Pekalen Kota Pasuruan, yang akan digunakan untuk perencanaan saluran drainase tepi jalan. Data yang digunakan adalah data hujan harian maksimum setiap tahun dari tahun 2013 hingga 2023. Terdapat tiga DAS (Daerah Aliran Sungai) yang melintasi jalan ini, yaitu DAS Gembong, DAS Petung, dan DAS Welang. Dari ketiga perhitungan curah hujan didapatkan rata-rata intensitas curah hujan gabungan sebesar 34,11 mm/jam.

Tabel 8. Data Curah Hujan Kota Pasuruan

Tahun	Curah Hujan Harian Maks (mm)		
	Gembong	Petung	Welang
2013	114	85	70
2014	97	115	71
2015	85	180	64
2016	120	124	130
2017	98	81	163
2018	122	95	136
2019	76	168	80
2020	93	104	74
2021	83	103	87
2022	88	105	116
2023	126	86	79

Sumber: UPT PSDA Kota Pasuruan, 2023

Perencanaan drainase menggunakan perhitungan analisa hidrologi dan analisa hidrolika. Analisa hidrologi dilakukan untuk mengetahui debit aliran yang mengalir pada jalan rencana sesuai dengan umur rencana. Sedangkan analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana sesuai dengan umur rencana jalan.

Terdapat dua hasil perencanaan drainase, yaitu saluran drainase samping dan gorong-gorong. Direncanakan saluran drainase samping menggunakan U-Ditch dan gorong-gorong *precast*. Tipe dimensi saluran drainase samping dan gorong-gorong yang digunakan, yaitu:

Tabel 9. Perhitungan Tipe Dimensi Saluran Drainase

Parameter	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
h (m)	0,5	1	1,5	1,5
b (m)	0,5	1	1	1,2

Tabel 10. Perhitungan Tipe Dimensi Gorong-Gorong

Parameter	Tipe 1	Tipe 2
D (m)	0,5	0,6
h (m)	0,4	0,48

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya diperlukan untuk mengetahui besarnya biaya yang dibutuhkan dalam proyek pembangunan Jalan Lingkar Utara Kota Pasuruan. Perhitungan anggaran biaya ini mengacu pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Pasuruan 2023. Perencanaan anggaran biaya berdasarkan jumlah volume pekerjaan dari pembangunan jalan. Berikut merupakan perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan.

Tabel 11. Rekapitulasi Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1	Pekerjaan Persiapan	
	Mobilisasi dan Demobilisasi	Rp47.650.000
	Pekerjaan Pembersihan Lahan	Rp16.476.460.775
	Pembuatan Direksi Keet	Rp95.155.243
	Pematokan ROW	Rp33.533.568
	Papan Nama Proyek	Rp13.093.653
	Total	Rp16.665.893.239
2	Pekerjaan Tanah	
	Pekerjaan Galian Tanah	Rp3.050.818.524
	Pekerjaan Timbunan Tanah	Rp54.333.252.165
	Total	Rp57.384.070.690
3	Pekerjaan Lapis Perkerasan	
	Lapis Fondasi Agregat Kelas A	Rp19.061.337.281
	Lapis Fondasi Agregat Kelas B	Rp13.567.158.429
	Lapis Fondasi Agregat Kelas C	Rp16.374.243.314
	Lapis Fondasi Agregat Kelas S	Rp2.294.247.373
	Lapis Resap Pengikat (Prime Coat)	Rp2.250.218.497
	Lapis Perekat (Tack Coat)	Rp260.082.649
	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Rp16.736.158.611
	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Rp31.380.297.395
	Laston Lapis Pondasi (AC-Base)	Rp42.903.439.801
	Total	Rp144.827.183.350
4	Pekerjaan Saluran Drainase	
	Pekerjaan Galian Tanah Drainase	Rp3.776.242.488
	Pekerjaan Pengecoran Drainase	Rp9.496.362.977
	Pekerjaan Gorong - Gorong	Rp291.700.330
	Total	Rp13.564.305.795

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
5	Pekerjaan Marka Jalan	Rp13.635.985
	Jumlah	Rp232.455.089.057,85
	PPN 11%	Rp25.570.059.796,36
	Jumlah Total	Rp258.025.148.854,21
	Jumlah Pembulatan	Rp258.025.149.000,00

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Trase Jalan Lingkar Utara Kota Pasuruan memiliki panjang 9,220 km dengan kecepatan rencana 40 km/jam. Tipe jalan ini adalah 4/2 T. Didapatkan perencanaan alinyemen horizontal sebanyak 9 dengan tipe lengkung F-C dan S-S. Sedangkan pada perencanaan alinyemen vertikal didapatkan 19 lengkung vertikal, dengan 6 tipe lengkung cembung dan 13 lengkung cekung. Perencanaan ruas jalan ini memerlukan 43506,52 m³ volume galian dan 498863,2 m³ volume timbunan.
2. Perkerasan jalan didesain menggunakan perkerasan lentur dengan spesifikasi tebal lapisan perkerasan sebagai berikut: tebal lapisan AC-WC sebesar 40 mm, tebal lapisan AC-BC sebesar 75 mm, dan tebal lapisan AC-Base sebesar 100 mm. Selain itu, lapisan pondasi atas (LFA) memiliki ketebalan yang berbeda-beda sesuai dengan kelasnya, yaitu LFA Kelas A dengan tebal 200 mm, LFA Kelas B dengan tebal 150 mm, dan LFA Kelas C dengan tebal 200 mm. Untuk bahu jalan, tebal lapisan perkerasannya juga bervariasi tergantung pada kelasnya. Lapis Fondasi Atas (LFA) Kelas S memiliki tebal 175 mm, LFA Kelas A dengan tebal 240 mm, LFA Kelas B dengan tebal 150 mm, dan LFA Kelas C dengan tebal 200 mm.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan ruas Jalan Lingkar Utara ini sebesar Rp258.025.149.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023). Kota Pasuruan Dalam Angka 2023.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2006). PEDOMAN PERENCANAAN SISTEM DRAINASE JALAN.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). PEDOMAN DESAIN GEOMETRIK JALAN.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia No. 09/P/BM/2023 (Issue 021).
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan No. 03/M/BM/2024.
- Wicaksono, M. B., & Istiar, I. (2016). PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN TOL PANDAAN-MALANG DENGAN JENIS PERKERASAN LENTUR. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.19021>