

BAB IV

PROGRAM KERJA

4.1 Program Kerja

A. Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan untuk proyek pengembangan ruas jalan Kalitekuk – Pantai Modangan mencakup berbagai tahapan penting dan strategis dan teknis untuk memastikan bahwa jalan yang dibangun akan memenuhi kebutuhan operasional, lingkungan, dan regulasi yang relevan. Proses ini melibatkan perencanaan teknik yang cermat guna memastikan bahwa jalan dapat berfungsi secara efektif dan berkelanjutan.

Menurut Sukirman (1994), salah satu komponen penting dalam perencanaan jalan adalah perencanaan geometrik jalan, yang fokus pada desain perencanaan jalan raya. Tujuan perencanaan geometrik adalah untuk memastikan jalan dapat berfungsi dengan efektif, memberikan pelayanan terbaik bagi arus kendaraan yang melintas. Perencanaan geometrik bertujuan untuk merancang infrastruktur jalan yang aman, efektif dalam mengatur arus lalu lintas, serta mengoptimalkan keseimbangan antara tingkat penggunaan jalan dengan biaya pembangunan. Faktor-faktor utama yang perlu diperhatikan dalam perencanaan geometrik mencakup karakteristik pergerakan kendaraan, ukuran kendaraan, perilaku pengemudi dalam mengendalikan kendaraan, dan pola arus lalu lintas. Semua faktor ini harus dipertimbangkan dalam merancang bentuk, dimensi jalan, serta ruang gerak kendaraan agar memenuhi standar kenyamanan dan keselamatan yang diinginkan.

Perencanaan geometrik jalan tidak terbatas pada memperhitungkan kelandaian dan alinyemen, tetapi juga harus memastikan kelancaran, keamanan, dan kenyamanan untuk pengguna jalan. Geometrik jalan yang optimal akan meningkatkan efisiensi arus lalu lintas dan menyesuaikan dengan fungsi jalan sesuai kelasnya (Bethary & Pradana, 2020). Menurut Sinaga et al. (2019), tujuan dari perencanaan geometrik adalah menyediakan desain fisik jalan raya yang memungkinkan arus lalu lintas dapat dilayani secara efektif, dengan

memperhatikan radius tikungan, jarak pandang, serta karakteristik kendaraan dan perilaku pengemudi.

B. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perencanaan tebal perkerasan lenutr adalah proses merancang elemen – elemen struktural yang berada di dalam tanah dan mendukung beban lalu lintas sesuai rencana teknik. Perkerasan mempunyai peran penting untuk menopang beban lalu lintas, menignkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan, serta memperpanjang umur jalan. Dalam perencanaan tebal perkerasan, ada berbagai faktor yang harus diperhatikan dan dapat memengaruhi hasil perencanaan, seperti volume lalu lintas, karakteristik tanah, fungsi jalan, kondisi lingkungan sekitar, kinerja struktur perkerasan, durasi perencanaan, jenis serta ketersediaan bahan, dan juga desain geometrik jalan.

Dalam merancang perkerasan lentur, aspek penting yang perlu diperhitungkan mencakup lalu lintas rencana, indeks permukaan awal dan akhir, faktor regional, dan kekuatan bahan. Perbandingan antara metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017 menunjukkan adanya perbedaan tebal lapis struktural yang signifikan tergantung pendekatan desainnya (Mantiri et al., 2019). Metode Bina Marga 2017 juga memiliki pendekatan semi-empiris yang mempertimbangkan (LHR), indeks struktur, dan nilai CBR tanah dasar untuk merancang ketebalan perkerasan lentur yang ekonomis dan andal (Wibowo & Nugroho, 2022). Perencanaan menggunakan metode analisis komponen SNI 1732-1989-F juga memberikan hasil yang sesuai untuk kondisi lalu lintas dan tanah dasar setempat (Arthono & Permana, 2022).

C. Perencanaan Sistem Drainase

Saluran drainase adalah struktur atau sistem yang dirancang untuk mengalirkan, mengumpulkan, dan membuang air dari permukaan tanah atau jalan untuk mencegah akumulasi air yang dapat menyebabkan kerusakan atau gangguan. Perencanaan sistem drainase yang ideal sebaiknya dilakukan terlebih dahulu sebelum pembangunan suatu wilayah dimulai, baik untuk kawasan perumahan, fasilitas umum, maupun jenis pembangunan lainnya (Winanto, A. E.

2024). Saluran drainase berfungsi untuk mengelola dan mengendalikan aliran air hujan, air permukaan, atau air tanah yang dapat mempengaruhi kestabilan dan fungsi area yang dilayani. Analisis hidrologi yang dilakukan bertujuan utama untuk memperkirakan aliran puncak, yang akan digunakan sebagai landasan dalam merencanakan atau merancang sistem saluran drainase. (Ariffin, M. 2018). Sarana drainase merupakan fasilitas pendukung yang berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan aliran air hujan, sehingga air dapat mengalir dengan aman dan lancar melewati jalan, tikungan, serta area yang curam. Contoh bangunan drainase ini antara lain gorong-gorong, bangunan terjunan, jembatan, saluran air, dan pintu air (Abda, J. 2021)

Meningkatnya kebutuhan lahan untuk permukiman dan aktivitas ekonomi menyebabkan perubahan dalam tata guna lahan, yang pada akhirnya memicu peningkatan aliran permukaan serta debit puncak saat terjadi banjir (Dikriyanto, M. 2020). Masalah banjir disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kapasitas saluran drainase yang tidak memadai untuk menampung volume air hujan semakin diperburuk oleh penumpukan sedimen di dasar saluran dan kebiasaan masyarakat yang membuang sampah sembarangan ke dalam saluran. Hal ini menyebabkan aliran air terhambat atau terblokir saat hujan. Selain itu, kurangnya pemeliharaan dan pembersihan saluran dari sampah dan endapan turut memperburuk situasi tersebut. (Manabung, A. A., Talakua E. 2023)

D. Manajemen Konstruksi

Manajemen adalah suatu proses untuk menentukan cara paling efisien dalam memanfaatkan sumber daya yang minim guna meraih sasaran yang telah ditentukan (Setyadi Asnudin, 2018). Dalam perencanaan jalan ini, estimasi anggaran biaya akan disusun dengan menggunakan metode analisis harga satuan, yang mengacu pada harga satuan konstruksi yang berlaku di area lokasi proyek. Perencanaan berfungsi sebagai pedoman bagi manajemen proyek serta menjadi standar dalam pelaksanaan proyek, yang mencakup faktor biaya, waktu, dan mutu yang saling berkaitan erat dengan kinerja proyek (Milawaty Waris, 2019). Tujuan dari manajemen ini adalah untuk menemukan metode atau teknik terbaik yang memungkinkan pemanfaatan sumber daya terbatas secara optimal, sehingga dapat

mencapai target maksimal dalam hal ketepatan, efisiensi waktu, penghematan biaya, dan keselamatan kerja secara menyeluruh (M Ikbal Tawakal, 2015)

Kurva S menggambarkan perkembangan proyek yang didasarkan pada aktivitas, waktu, dan beban pekerjaan, yang ditunjukkan dalam bentuk persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. (Miftah Fauza, 2020). Guna meminimalkan dampak negatif terhadap pencapaian tujuan fungsional proyek konstruksi, diperlukan sebuah sistem manajemen risiko yang mencakup proses identifikasi, analisis, respons, dan pemantauan terhadap berbagai risiko yang berpotensi terjadi selama masa pelaksanaan Pembangunan (K, Harahap. 2024)

4.2 Hasil Capaian Kinerja

4.2.1 Presentasi Data

A. Data Tanah

Data yang dipergunakan dalam proyek pembangunan jalan ini meliputi data pengujian CBR. Pengujian CBR pada tanah sangat penting untuk memastikan bahwa tanah dasar yang digunakan dalam konstruksi jalan memenuhi standar yang diperlukan. Data CBR yang dipakai ditampilkan di tabel ini

Tabel 4. 1 Data CBR

STA	CBR%
0+000	7
0+200	7,2
0+400	8,8
0+600	8
0+800	7,8
1+000	7,8
1+200	7
1+400	8,3
1+600	6

Sumber: CV. Bola Mandiri

B. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Data Lalu Lintas Harian Rata-rata adalah jumlah kendaraan dua arah yang melintasi suatu posisi rata-rata setiap harinya, umumnya dianalisis selama satu tahun. Data Lalu Lintas Rata-rata ini dipakai sebagai menganalisis rata-rata arus lalu lintas harian berdasarkan kategori atau golongan kendaraan yang melintas.

Tabel 4. 2 Data LHR

Jenis Kendaraan	LHR Survey 2018 (Kend/Hari/2 Lajur)	LHR Survey 2019 (Kend/Hari/2 Lajur)
Kendaraan Ringan (1+1) ton	1253	1377
Bus 8 Ton (3+5) ton	25	27

Sumber: DPU Bina Marga Kab. Malang

C. Data Hidrologi

Untuk data curah hujan didapatkan dari kantor BMKG Stasiun Klimatologi Kelas dua Jatim. Untuk data yang digunakan mencakup periode 10 tahun terakhir. Sebagai contoh, pada tahun 2023 curah hujan maksimum tercatat sebesar 155 mm/tahun. Untuk data curah hujan yang dipakai dapat dilihat pada tabel ini

Tabel 4. 3 Data Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan
2014	132
2015	132
2016	177
2017	168
2018	85
2019	113

2020	136
2021	117
2022	318
2023	155

Sumber: BMKG Stasiun Klimatologi Jawa Timur

D. Data Harga Satuan Pekerjaan Konstuksi

Daftar harga satuan untuk merencanakan anggaran biaya dalam proyek pembangunan jalan. Berikut merupakan harga satuan Kabupaten Malang.

Tabel 4. 4 Daftar Harga Satuan Bahan

HARGA SATUAN BAHAN			
M.001	Pasir Urug	m ³	138.900
M.001.a	Pasir	m ³	352.000
M.004	Sirtu	m ³	162.451
M.008	Tanah Timbun	m ³	126.564
M.008.a	Tanah Urug Taman/Katel	m ³	115.000
M.261.e	Aspal	kg	12.533
M.261.a	Aspal Emulsi	kg	12.533
M.813	Asbuton Halus	Ton	376.802
M.261.c	Batu Bara	Kg	1.285
M.262	Aspal Cement (Pelabuhan)	kg	15.640
M.263	Beton 1:2:3	m ³	1.202.629
M.263.a	Patok Beton K-175	bh	107.079
M.264	Campuran beton	m ³	1.202.629
M.264.a	Beton mutu, f _{lc} =14,5 Mpa (K175)	m ³	1.141.352
M.264.b	Campuran beton f _{c'} =19,3 Mpa	m ³	1.202.629
M.264.c	Campuran beton, f _{c'} ≥ 20 Mpa	m ³	1.080.705
M.264.d	Campuran beton ready mix	m ³	1.202.629
M.264.e	Beton K-300	m ³	1.258.569
M.264.n	Box Culvert monolit 400 x 400 mm	m ¹	984.431
M.31a	Aspal Emulsi CSS-1 atau SS-1	L tr	15.381
M.31b	Aspal Emulsi CRS-1 atau RS-1	L tr	15.381
M.284	Agregat A	m ³	235.310
M.284.a	Agregat Kasar	m ³	196.106
M.284.d	Agregat 0-5	m ³	202.570
M.284.e	Agregat 5-10	m ³	202.570
M.284.f	Agregat 10-15	m ³	194.813
M.284.g	Agregat pecah mesin (0-5)	m ³	202.570
M.284.h	Agregat pecah mesin (5-9,5)	m ³	198.260
M.284.i	Agregat pecah mesin (9,5-19)	m ³	194.813
M.284.j	Agregat Halus	m ³	323.946
M.284.k	Bahan Agr.Base Kelas A	m ³	235.310
M.284.l	Bahan Agr.Base Kelas B	m ³	192.942
M.284.m	Bahan Agr.Base Kelas C	m ³	230.271
M.284.o	Agregat Pecah Mesin 5 - 10 & 10 - 20 mm	m ³	197.469
M.284.p	Agregat Pecah Mesin 20 - 30 mm	m ³	287.969

Tabel 4. 5 Daftar Harga Sewa Satuan Alat

HARGA SATUAN ALAT			
E.01	Asphalt Mixing Plant (Amp)	Jam	11,345,433.00
E.02	Asphalt Finisher	Jam	631,284
E.03	Asphalt Sprayer	Jam	70,695
E.04	Bulldozer 100-150 Hp	Jam	596,071
E.05	Compressor 4000-6500 L/M	Jam	277,200
E.05.a	Air Compressor	Jam	305,840
E.06	Concrete Mixer 0.3-0.6 M ³	Jam	244,240
E.08	Dump Truck 3-4 M ³ , 3.5 Ton	Jam	407,410
E.09	Dump Truck 10 Ton	Jam	721,083
E.10	Excavator 80-140 Hp	Jam	730,638
E.10.a	Excavator Standard	Jam	275,730
E.10.b	Excavator (Long Arm)	Jam	386,022
E.10.d	Excavator 1 (Long Arm) + Ponton 1	Jam	716,898
E.12	Generator Set (Genset)	Jam	507,800
E.13	Motor Grader >100 Hp	Jam	577,700
E.15	Wheel Loader 1.0-1.6 M ³	Jam	480,873
E.16	Three Wheel Roller 6-8 T	Jam	297,099
E.17	Tandem Roller 6-8 T.	Jam	482,513
E.18	Tire Roller 8-10 T.	Jam	536,816
E.18.a	Pneumatic Tire Roller	Jam	527,378
E.19	Vibratory Roller 5-8 T.	Jam	418,100
E.20	Concrete Vibrator	Jam	43,840
E.23	Water Tanker 3000-4500 L.	Jam	236,600
E.34	Asphalt Liquid Mixer	Jam	45,000
E.41	Asphalt Distributor	Jam	520,594
E.42	Slip Form Paver	Jam	857,500
(E85)	Thermoplastic Road Marking Machine	Jam	68,353

Tabel 4. 6 Daftar Harga Satuan Tenaga

HARGA SATUAN TENAGA KERJA			
KODE	URAIAN	SATUAN	HARGA
L.01	Pekerja	Jam	17,484
L.02.b	Tukang Batu	Jam	25,064
L.03	Kepala Tukang	Jam	22,513
L.04	Mandor	Jam	23,690

E. Data Elevasi Tanah Asli

Elevasi tanah asli merujuk pada ketinggian permukaan tanah sebelum dilakukan proses pemotongan atau penimbunan. Informasi mengenai elevasi tanah asli sangat penting dalam proyek konstruksi, karena berpengaruh terhadap desain bangunan, sistem drainase, dan pemetaan area pembangunan. Data yang digunakan merupakan hasil pengukuran langsung pada saat survey.

Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Lokasi (Existing)

No.	STA	Elevasi (m)
1	0+000	+141
2	0+050	+135
3	0+100	+133

4	0+150	+130
5	0+200	+127
6	0+250	+125
7	0+300	+121
8	0+350	+117
9	0+400	+113
10	0+450	+112
11	0+500	+114
12	0+550	+106
13	0+600	+101
14	0+650	+86
15	0+700	+85
16	0+750	+76
17	0+800	+60
18	0+850	+54
19	0+900	+44
20	0+950	+34
21	1+000	+29
22	1+050	+25
23	1+100	+12
24	1+150	+8
25	1+200	+7.3
26	1+250	+7.3
27	1+300	+7.3
28	1+350	+7.3
29	1+400	+7.3
30	1+450	+7.3
31	1+500	+7.3
32	1+550	+7.3
33	1+562.33	+7.3

4.2.2 Rencana Geometrik

A. Alinyemen Horizontal

Perhitungan $\Delta 1$ *Spiral – Circle – Spiral*

Diperoleh:

Klasifikasi = Kolektor

Lebar Jalan = 2 x 3 m

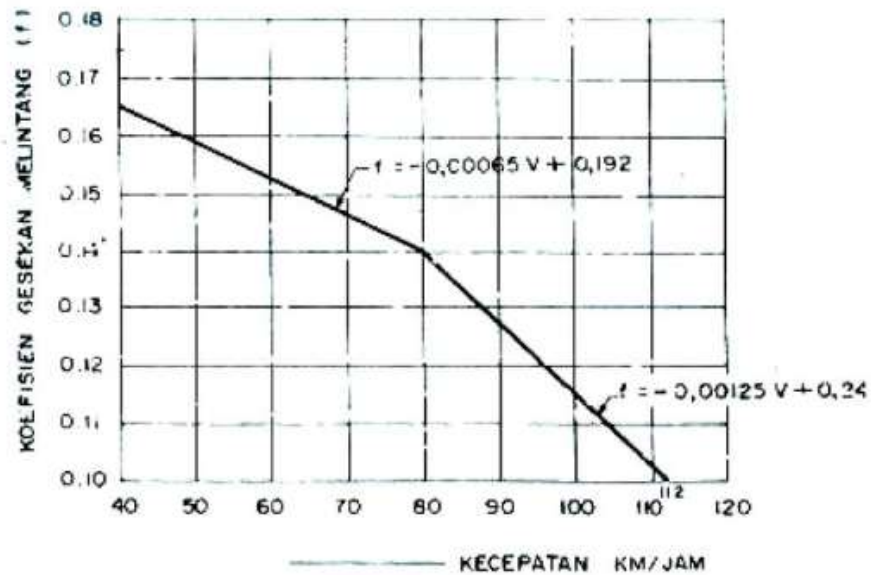
Kecepatan Rencana = 40 km/jam

$$\begin{aligned} R_{\min} &= \frac{Vr^2}{127 \times (f_{\max} + e_{\max})} \\ &= \frac{40^2}{127 \times (0,166 + 0,08)} \\ &= 51,21 \text{ m} \end{aligned}$$

$e_n = 2\% = 0,02$

$e_{\max} = 8\% = 0,08$

f_{\max} (didapat dari Gambar 4. 1 Koefisien Gesekan Melintang)



Sumber: Silvia Sukirman (1994)

Gambar 4. 1 Koefisien Gesekan Melintang

untuk kecepatan 40 km/jam, maka menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} f_{\max} &= - 0,00065 \times VR + 0,192 \\ &= - 0,00065 \times 40 + 0,192 \\ &= 0,166 \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 Ls dengan Vr, untuk en 2%, emax 8%, lebar lajur = 3 m

R (m)	Vr 20 km/h		Vr 30 km/h		Vr 40 km/h		Vr 50 km/h		Vr 60 km/h		Vr 70 km/h		Vr 80 km/h		Vr 90 km/h		Vr 100 km/h		Vr 110 km/h		Vr 120 km/h	
	Ls (m)		Ls (m)		Ls (m)		Ls (m)		Ls (m)		Ls (m)		Ls (m)		Ls (m)		Ls (m)		Ls (m)		Ls (m)	
	e (%)	Ls	e (%)	Ls	e (%)	Ls	e (%)	Ls	e (%)	Ls	e (%)	Ls	e (%)	Ls	e (%)	Ls	e (%)	Ls	e (%)	Ls	e (%)	Ls
7000	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
5000	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
3000	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
2500	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
2000	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
1500	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
1400	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
1300	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
1200	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
1000	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
900	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
800	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
700	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
600	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
500	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
400	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
300	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
250	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
200	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
175	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
150	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
140	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
130	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
120	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
110	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
100	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
90	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
80	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
70	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
60	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
50	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
40	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
30	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	
20	LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN		LN	

sumber: PDGJ 2021

Sudut Luar ($\Delta 1$) = 63 °
 R_c = 110 m
 e = 0,063
 L_s = 27 m

Keterangan : Nilai R_c , e , dan L_s didapat pada tabel 4. 8 sesuai dengan radius dan superlevasi (e) yang digunakan pada jalan antar kota.

- θ_s (Sudut Lengkung Spiral)

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c}$$

$$= \frac{90 \times 27}{3,14 \times 110} = 7,03$$

- Δc (Panjang Busur Lingkaran)

$$\Delta 1 = 2 \times \theta_s + \Delta c$$

$$63 = 2 (7,03) + \Delta c$$

$$\Delta c = 63 - 2 \times 7,03$$

$$\Delta c = 48,94$$

- Lc (Panjang Busur Lingkaran)

$$Lc = \frac{\Delta c \times \pi \times Rc}{180}$$

$$= \frac{48,94 \times 3,14 \times 110}{180} = 93,95 \text{ m}$$

- Lt (Lengkung Total)

$$Lt = Lc + 2Ls$$

$$= 93,95 + 2 \times 27$$

$$= 147,95 \text{ m}$$

- p

$$p = \frac{Ls^2}{6Rc} - Rc(1 - \cos\theta s)$$

$$= \frac{27^2}{6 \times 110} - 110(1 - \cos 7,03) = 0,28 \text{ m}$$

- k

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40Rc^2} - Rc \times \sin\theta s$$

$$= 27 - \frac{27^3}{40 \times 110^2} - 110 \times \sin 7,03 = 13,49 \text{ m}$$

- Ts (Panjang Tangen)

$$Ts = (Rc + p) \times \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$= (110 + 0,28) \times \tan \frac{1}{2} 63 + 13,49 = 81,07 \text{ m}$$

- Es

$$Es = \frac{(Rc+p)}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - Rc$$

$$= \frac{(110+0,28)}{\cos \frac{1}{2}} - 110 = 19,34 \text{ m}$$

- JH

$$jh = 0,694V_r + 0,004 \frac{V_r^2}{fp}$$

$$= 0,694 \times 40 + 0,004 \frac{40^2}{0,375} = 44,83 \text{ m}$$

- E (Daerah Bebas Samping Tikungan)

$$\text{Karena } Jh < Lt = 44,83 \text{ m} < 147,95 \text{ m}$$

$$E = Rc \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times jh}{\pi \times Rc} \right) \right)$$

$$= 110 \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times 44,83}{3,14 \times 110} \right) \right) = 2,28 \text{ m}$$

- Perhitungan Jarak Pada Diagram Superelevasi $\Delta 1$

Diketahui :

$$L_s = 27 \text{ m}$$

$$e_n = 2\%$$

$$e = 6,3\%$$

Potongan I – II (X_1)

$$\frac{x_1}{L_s} = \frac{e_n}{e + e_n}$$

$$\frac{x_1}{27} = \frac{2\%}{6,3\% + 2\%}$$

$$X_1 = 6,51 \text{ m}$$

Potongan II – III (X_2)

$$\frac{x_2}{L_s - x_1} = \frac{e_n}{e}$$

$$\frac{x_2}{27 - 6,51} = \frac{2\%}{6,3\%}$$

$$X_2 = 6,51 \text{ m}$$

Potongan III – IV (y)

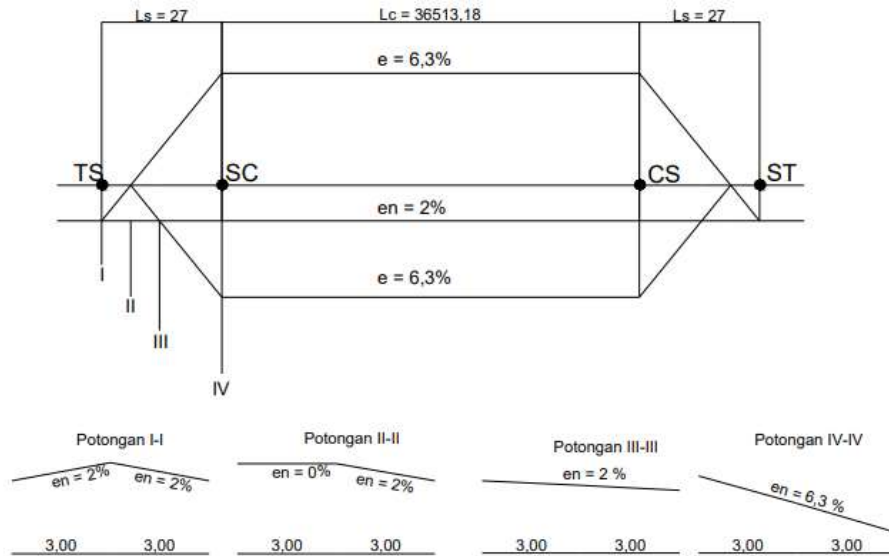
$$L_s = x_1 + x_2 + y$$

$$y = L_s - X_1 - X_2$$

$$= 27 - 6,51 - 6,51$$

$$= 13,99 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh wujud penampang melintang ditiap titik pada lengkung $\Delta 1$, sehingga kemudian divisualisasikan dalam diagram superelevasi dengan elevasi sumbu jalan sebagai acuan nol. Proses pencapaian superelevasi dimulai dari kondisi normal, kemudian berlanjut ke lengkung peralihan (TS), dan mencapai kemiringan maksimum jalan dicapai pada akhir bagian lengkung peralihan (ST), seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Diagram Superelevasi Lengkung Horizontal SCS 1

Perhitungan $\Delta 2$ *Spiral – Circle – Spiral*

Diketahui :

Klasifikasi = Kolektor

Lebar Jalan = 2 x 3 m

Kecepatan Rencana = 40 km/jam

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127 \times (f_{maks} + e_{maks})}$$

$$= \frac{40^2}{127 \times (0,166 \times 0,08)}$$

$$= 51,21 \text{ m}$$

$$e_n = 2\% = 0,02$$

$$e_{maks} = 8\% = 0,08$$

f_{maks} (didapat dari Gambar 4. 1 Koefisien Gesekan Melintang)

untuk kecepatan 40 km/jam, maka menggunakan rumus:

$$f_{maks} = -0,00065 \times V_r + 0,192$$

$$= -0,00065 \times 40 + 0,192$$

$$= 0,166$$

$$\text{Sudut Luar } (\Delta 2) = 31^\circ$$

$$R_c = 120 \text{ m}$$

$$e = 0,060$$

$$L_s = 26 \text{ m}$$

Keterangan : Nilai R_c , e , dan L_s didapat pada tabel 4. 8 sesuai dengan radius dan superlevasi (e) yang digunakan pada jalan antar kota.

- θ_s (Sudut Lengkung Spiral)

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c}$$

$$= \frac{90 \times 26}{3,14 \times 120} = 6,21$$

- Δc (Panjang Busur Lingkaran)

$$\Delta 2 = 2 \times \theta_s + \Delta c$$

$$31 = 2(6,21) + \Delta c$$

$$\Delta c = 31 - 2 \times 6,21$$

$$\Delta c = 18,59$$

- L_c (Panjang Busur Lingkaran)

$$L_c = \frac{\Delta c \times \pi \times R_c}{180}$$

$$= \frac{18,59 \times 3,14 \times 120}{180} = 38,93 \text{ m}$$

- L_t (Lengkung Total)

$$L_t = L_c + 2L_s$$

$$= 38,93 + 2 \times 26$$

$$= 90,93 \text{ m}$$

- p

$$p = \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c(1 - \cos\theta_s)$$

$$= \frac{26^2}{6 \times 120} - 120(1 - \cos 6,21) = 0,24 \text{ m}$$

- k

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40R_c^2} - R_c \times \sin\theta_s$$

$$= 26 - \frac{26^3}{40 \times 120^2} - 120 \times \sin 6,21 = 12,99 \text{ m}$$

- T_s (Panjang Tangen)

$$T_s = (R_c + p)\tan\frac{\Delta 1}{2} + k$$

$$= (120 + 0,24) \tan \frac{31}{2} + 12,99 = 45,52 \text{ m}$$

- Es (Jarak dari PI ke Busur Lingkaran)

$$Es = \frac{(Rc+p)}{\cos \frac{\Delta_1}{2}} - Rc$$

$$= \frac{(120+0,24)}{\cos \frac{31}{2}} - 120 = 4,77 \text{ m}$$

- JH

$$jh = 0,694V_r + 0,004 \frac{V_r^2}{fp}$$

$$= 0,694 \times 40 + 0,004 \frac{40^2}{0,375} = 44,83 \text{ m}$$

- E (Daerah Bebas Samping Tikungan)

Karena $Jh < Lt = 44,83 \text{ m} < 90,93 \text{ m}$

$$E = Rc \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times jh}{\pi \times Rc} \right) \right)$$

$$= 120 \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times 44,83}{3,14 \times 120} \right) \right) = 2,09 \text{ m}$$

Perhitungan Jarak Pada Diagram Superelevasi Δ_2

Diketahui :

$$Ls = 26 \text{ m}$$

$$en = 2\%$$

$$e = 6\%$$

Potongan I – II (X1)

$$\frac{x1}{Ls} = \frac{en}{e+en}$$

$$\frac{x1}{26} = \frac{2\%}{6\%+2\%}$$

$$X1 = 6,50 \text{ m}$$

Potongan II – III (X2)

$$\frac{x2}{Ls-x1} = \frac{en}{e}$$

$$\frac{x2}{26-6,50} = \frac{2\%}{6\%}$$

$$X2 = 6,50 \text{ m}$$

Potongan III – IV (y)

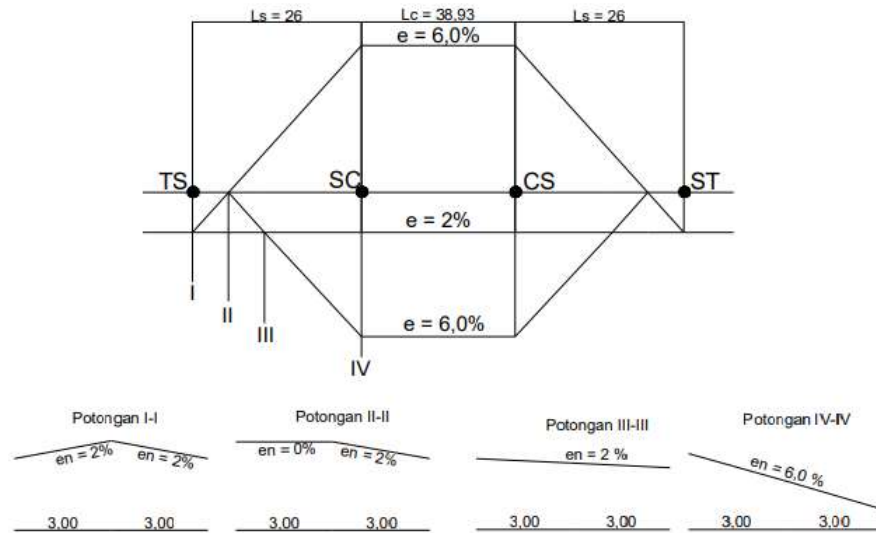
$$Ls = x1 + x2 + y$$

$$y = Ls - X1 - X2$$

$$= 26 - 6,50 - 6,50$$

$$= 13,00 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh wujud penampang melintang ditiap titik pada lengkung $\Delta 2$, yang kemudian divisualisasikan dalam diagram superelevasi dengan elevasi sumbu jalan sebagai acuan nol. Proses pencapaian superelevasi dimulai dari kondisi normal, kemudian berlanjut ke lengkung peralihan (TS), dan mencapai Kemiringan maksimum jalan dicapai pada akhir bagian lengkung peralihan (ST), seperti terlihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Diagram Superelevasi Lengkung Horizontal SCS 2

Perhitungan PI3 ($\Delta 3$) *Spiral – Circle – Spiral*

Diperoleh:

Klasifikasi = Kolektor

Lebar Jalan = 2 x 3 m

Kecepatan Rencana = 30 km/jam

$$R_{min} = \frac{Vr^2}{127 \times (f_{maks} + e_{maks})}$$

$$= \frac{30^2}{127 \times (0,1725 \times 0,08)}$$

$$= 28,07 \text{ m}$$

$$e_n = 2\% = 0,02$$

$$e_{\max} = 8\% = 0,08$$

f_{\max} (didapat dari Gambar 4. 1 Koefisien Gesekan Melintang)

untuk kecepatan 30 km/jam, maka menggunakan rumus:

$$f_{\max} = - 0,00065 \times V_r + 0,192$$

$$= - 0,00065 \times 30 + 0,192$$

$$= 0,1725$$

$$\text{Sudut Luar } (\Delta_3) = 19^\circ$$

$$R_c = 120 \text{ m}$$

$$e = 0,044$$

$$L_s = 18 \text{ m}$$

Keterangan : Nilai R_c , e , dan L_s didapat pada table 4. 8 sesuai dengan radius dan superlevasi (e) yang digunakan pada jalan antar kota.

- θ_s (Sudut Lengkung Spiral)

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c}$$

$$= \frac{90 \times 18}{3,14 \times 120} = 4,30$$

- Δ_c (Panjang Busur Lingkaran)

$$\Delta_3 = 2 \times \theta_s + \Delta_c$$

$$19 = 2 (4,30) + \Delta_c$$

$$\Delta_c = 19 - 2 \times 4,30$$

$$\Delta_c = 10,41$$

- L_c (Panjang Busur Lingkaran)

$$L_c = \frac{\Delta_c \times \pi \times R_c}{180}$$

$$= \frac{10,41 \times 3,14 \times 120}{180} = 21,79 \text{ m}$$

- L_t (Lengkung Total)

$$L_t = L_c + 2L_s$$

$$= 21,79 + 2 \times 18$$

$$= 57,79 \text{ m}$$

- p (Terhadap Spiral)

$$p = \frac{Ls^2}{6Rc} - Rc(1 - \cos\theta s)$$

$$= \frac{18^2}{6 \times 120} - 120(1 - \cos 4,30) = 0,11 \text{ m}$$

- k

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40Rc^2} - Rc \times \sin\theta s$$

$$= 18 - \frac{18^3}{30 \times 120^2} - 120 \times \sin 4,30 = 8,99 \text{ m}$$

- Ts

$$Ts = (Rc + p) \times \tan \frac{\Delta 1}{2} + k$$

$$= (120 + 0,11) \times \tan \frac{19}{2} + 8,99 = 29,09 \text{ m}$$

- Es

$$Es = \frac{(Rc+p)}{\cos \frac{\Delta 1}{2}} - Rc$$

$$= \frac{(120+0,11)}{\cos \frac{19}{2}} - 120 = 1,78 \text{ m}$$

- Jh

$$jh = 0,694V_r + 0,004 \frac{Vr^2}{fp}$$

$$= 0,694 \times 30 + 0,004 \frac{30^2}{0,400} = 29,82 \text{ m}$$

- E (Daerah Bebas Samping Tikungan)

Karena $Jh < Lt = 29,82 \text{ m} < 57,79 \text{ m}$

$$E = Rc \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times jh}{\pi \times Rc} \right) \right)$$

$$= 120 \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times 29,82}{3,14 \times 120} \right) \right) = 0,93 \text{ m}$$

Perhitungan Jarak Pada Diagram Superelevasi $\Delta 3$

$$Ls = 18 \text{ m}$$

$$en = 2\%$$

$$e = 4,4\%$$

Potongan I – II (X1)

$$\frac{x1}{Ls} = \frac{en}{e+en}$$

$$\frac{x1}{18} = \frac{2\%}{4,4\%+2\%}$$

$$X1 = 5,63 \text{ m}$$

Potongan II – III (X2)

$$\frac{x2}{Ls-x} = \frac{en}{e}$$

$$\frac{x2}{18-5,63} = \frac{2\%}{4,4\%}$$

$$X1 = 5,63 \text{ m}$$

Potongan III – IV (y)

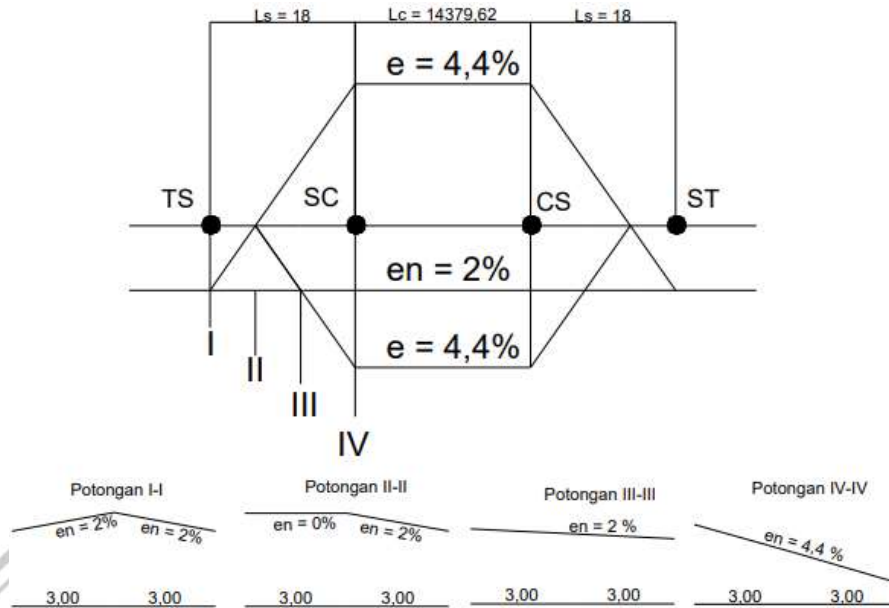
$$Ls = x1 + x2 + y$$

$$y = Ls - X1 - X2$$

$$= 18 - 5,63 - 5,63$$

$$= 6,75 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh wujud penampang melintang di tiap titik pada lengkung $\Delta 3$, yang kemudian divisualisasikan dalam diagram superelevasi dengan elevasi sumbu jalan sebagai acuan nol. Proses pencapaian superelevasi dimulai dari kondisi normal, kemudian berlanjut ke lengkung peralihan (TS), dan mencapai Kemiringan maksimum jalan dicapai pada akhir bagian lengkung peralihan (ST), seperti terlihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Diagram Superelevasi Lengkung Horizontal SCS 3

Perhitungan $\Delta 4$ *Spiral – Spiral*

Diketahui :

Klasifikasi = Kolektor

Lebar Jalan = 2 x 3 m

Kecepatan Rencana = 30 km/jam

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127 \times (f_{maks} + e_{maks})}$$

$$= \frac{30^2}{127 \times (0,1725 \times 0,08)}$$

$$= 28,07 \text{ m}$$

$$e_n = 2\% = 0,02$$

$$e_{max} = 8\% = 0,08$$

f_{max} (didapat dari Gambar 4. 1 Koefisien Gesekan Melintang)

untuk kecepatan 30 km/jam, maka menggunakan rumus:

$$f_{max} = - 0,00065 \times V_r + 0,192$$

$$= - 0,00065 \times 30 + 0,192$$

$$= 0,1725$$

Sudut Luar (Δ) = 126 °
 Rc = 30 m
 e = 0,08
 m = 75 m (didapat pada tabel 4. 9 Kelandaian relatif maksimum)

Tabel 4. 9 Kelandaian Relatif Maksimum

Kecepatan Rencana Km/jam	Kelandaian relatif maksimum
	Bina Marga (Luar Kota)
20	1/50
30	1/75
40	1/100
50	1/115
60	1/125
80	1/150
100	

Sumber: Silvia Sukirman (1994)

Keterangan : Nilai Rc, e, didapat pada tabel 4. 8 sesuai dengan radius dan superlevasi (e) yang digunakan pada jalan antar kota.

- Ls min

$$\begin{aligned}
 Ls &= (m \times (e + en)) \times B \\
 &= (75 \times (0,08 + 0,02)) \times 3 = 22,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Ls

$$\begin{aligned}
 Ls &= \frac{\frac{1}{2} \times \Delta \times \pi \times Rc}{90} \\
 &= \frac{\frac{1}{2} \times 126 \times 3,14 \times 30}{90} = 65,97 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Ls

$$\begin{aligned}
 Ls &= (Vr \times 3 \text{ detik}) \\
 &= 30 \text{ km/jam} \times 3 \text{ detik} \\
 &= 25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Pada 3 persamaan Ls diatas diambil Ls yang terbesar yaitu 65,97 m

- Lt (Panjang Lengkung Total)

$$\begin{aligned} Lt &= Ls \times 2 \\ &= 65,97 \times 2 \\ &= 131,95 \text{ m} \end{aligned}$$

- p

$$\begin{aligned} p &= \frac{Ls^2}{6Rc} - Rc (1 - \cos\theta_s) \\ &= \frac{65,97^2}{6 \times 30} - 30(1 - \cos 63) = 7,80 \text{ m} \end{aligned}$$

- k

$$\begin{aligned} k &= Ls - \frac{Ls^3}{40Rc^2} - Rc \times \sin\theta_s \\ &= 65,97 - \frac{65,97^3}{40 \times 30^2} - 30 \times \sin 63 = 31,27 \text{ m} \end{aligned}$$

- Ts

$$\begin{aligned} Ts &= (Rc + p) \times \tan \frac{\Delta 1}{2} + k \\ &= (30 + 7,80) \times \tan \frac{126}{2} + 31,27 = 74,19 \text{ m} \end{aligned}$$

- Es

$$\begin{aligned} Es &= \frac{(Rc+p)}{\cos \frac{\Delta 1}{2}} - Rc \\ &= \frac{(30+7,80)}{\cos \frac{126}{2}} - 30 = 53,26 \text{ m} \end{aligned}$$

- JH

$$\begin{aligned} jh &= 0,694V_r + 0,004 \frac{V_r^2}{fp} \\ &= 0,694 \times 30 + 0,004 \frac{30^2}{0,400} = 29,82 \text{ m} \end{aligned}$$

- E (Daerah Bebas Samping Tikungan)

Karena $Jh < Lt = 29,82 \text{ m} < 131,95 \text{ m}$

$$\begin{aligned} E &= Rc \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times jh}{\pi \times Rc} \right) \right) \\ &= 30 \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times 29,82}{3,14 \times 30} \right) \right) = 3,63 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Jarak Pada Diagram Superelevasi $\Delta 4$

$$Ls = 65,97 \text{ m}$$

$$en = 2\%$$

$$e = 8\%$$

Potongan I – II (X1)

$$\frac{x1}{Ls} = \frac{en}{e+en}$$

$$\frac{x1}{65,97} = \frac{2\%}{8\%+2\%}$$

$$X1 = 13,19 \text{ m}$$

Potongan II – III (X2)

$$\frac{x2}{Ls-x1} = \frac{en}{e}$$

$$\frac{x2}{65,97-13,19} = \frac{2\%}{8\%}$$

$$X2 = 13,19 \text{ m}$$

Potongan III – IV (y)

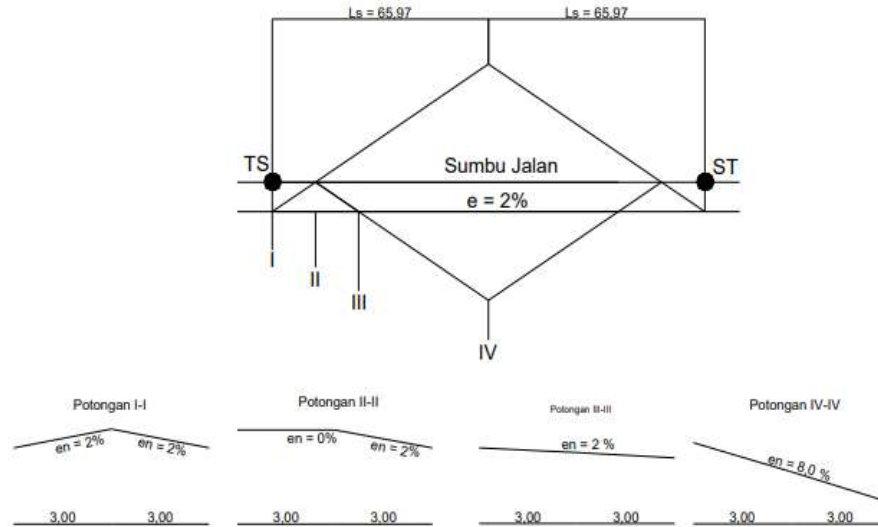
$$Ls = x1 + x2 + y$$

$$y = Ls - X1 - X2$$

$$= 65,97 - 13,19 - 13,19$$

$$= 39,58 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh wujud penampang melintang ditiap titik pada lengkung Δ_4 , yang kemudian divisualisasikan dalam diagram superelevasi dengan elevasi sumbu jalan sebagai acuan nol. Proses pencapaian superelevasi dimulai dari kondisi normal, kemudian berlanjut ke lengkung peralihan (TS), dan mencapai Kemiringan maksimum jalan dicapai pada akhir bagian lengkung peralihan (ST), seperti terlihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Diagram Superelevasi Lengkung Horizontal SS 4

Perhitungan $\Delta 5$ *Spiral – Circle – Spiral*

Diperoleh :

Klasifikasi = Kolektor

Lebar Jalan = 2 x 3 m

Kecepatan Rencana = 30 km/jam

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127 \times (f_{maks} - e_{maks})}$$

$$= \frac{30^2}{127 \times (0,1725 - 0,08)}$$

$$= 28,07 \text{ m}$$

$$e_n = 2\% = 0,02$$

$$e_{max} = 8\% = 0,08$$

f_{max} (didapat dari Gambar 4. 1 Koefisien Gesekan Melintang)

untuk kecepatan 30 km/jam, maka menggunakan rumus:

$$f_{max} = - 0,00065 \times V_r + 0,192$$

$$= - 0,00065 \times 30 + 0,192$$

$$= 0,1725$$

$$\text{Sudut Luar } (\Delta 5) = 29^\circ$$

$$R_c = 120 \text{ m}$$

$$e = 0,044$$

$$L_s = 18 \text{ m}$$

Keterangan : Nilai R_c , e , dan L_s didapat pada tabel 4. 8 sesuai dengan radius dan superlevasi (e) yang digunakan pada jalan antar kota.

- θ_s (Sudut Lengkung Spiral)

$$\begin{aligned}\theta_s &= \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c} \\ &= \frac{90 \times 18}{3,14 \times 120} = 4,30\end{aligned}$$

- Δc (Panjang Busur Lingkaran)

$$\begin{aligned}\Delta S &= 2 \times \theta_s + \Delta c \\ 29 &= 2 (4,30) + \Delta c \\ \Delta c &= 29 - 2 \times 4,30 \\ \Delta c &= 20,41\end{aligned}$$

- L_c (Panjang Busur Lingkaran)

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\Delta c \times \pi \times R_c}{180} \\ &= \frac{20,41 \times 3,14 \times 120}{180} = 42,74 \text{ m}\end{aligned}$$

- L_t

$$\begin{aligned}L_t &= L_c + 2L_s \\ &= 42,74 + 2 \times 18 \\ &= 78,74 \text{ m}\end{aligned}$$

- p

$$\begin{aligned}p &= \frac{L_s^2}{6R_c} - R_c (1 - \cos \theta_s) \\ &= \frac{18^2}{6 \times 120} - 120(1 - \cos 4,30) = 0,11 \text{ m}\end{aligned}$$

- k

$$\begin{aligned}k &= L_s - \frac{L_s^3}{30R_c^2} - R_c \times \sin \theta_s \\ &= 18 - \frac{18^3}{30 \times 120^2} - 120 \times \sin 4,30 = 8,99 \text{ m}\end{aligned}$$

- T_s (Panjang Tangen)

$$\begin{aligned}T_s &= (R_c + p) \tan \frac{\Delta_1}{2} + k \\ &= (120 + 0,11) \tan \frac{29}{2} + 8,99 = 40,06 \text{ m}\end{aligned}$$

- Es

$$Es = \frac{(Rc+p)}{\sec \frac{\Delta_1}{2}} - Rc$$

$$= \frac{(120+0,11)}{\sec \frac{29}{2}} - 120 = 4,06 \text{ m}$$

- JH

$$jh = 0,694V_r + 0,004 \frac{V_r^2}{fp}$$

$$= 0,694 \times 30 + 0,004 \frac{30^2}{0,400} = 29,82 \text{ m}$$

- E (Daerah Bebas Samping Tikungan)

Karena $Jh < Lt = 29,82 \text{ m} < 78,74 \text{ m}$

$$E = Rc \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times jh}{\pi \times Rc} \right) \right)$$

$$= 120 \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times 29,82}{3,14 \times 120} \right) \right) = 0,93 \text{ m}$$

Perhitungan Jarak Pada Diagram Superelevasi $\Delta 5$

$$Ls = 18 \text{ m}$$

$$en = 2\%$$

$$e = 4,4\%$$

Potongan I – II (X1)

$$\frac{x1}{Ls} = \frac{en}{e+en}$$

$$\frac{x1}{18} = \frac{2\%}{4,4\%+2\%}$$

$$X1 = 5,63 \text{ m}$$

Potongan II – III (X2)

$$\frac{x2}{Ls-x1} = \frac{en}{e}$$

$$\frac{x2}{18-5,63} = \frac{2\%}{4,4\%}$$

$$X2 = 5,63 \text{ m}$$

Potongan III – IV (y)

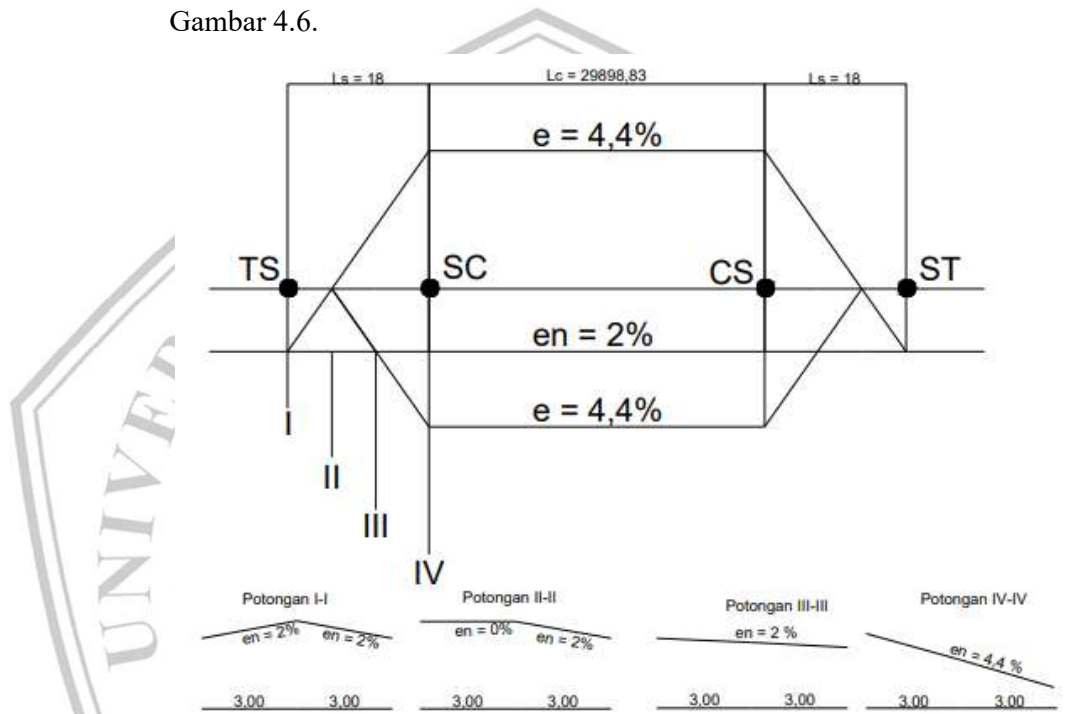
$$Ls = x1 + x2 + y$$

$$y = Ls - X1 - X2$$

$$= 18 - 5,63 - 5,63$$

$$= 6,75 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh wujud penampang melintang ditiap titik pada lengkung $\Delta 5$, yang kemudian divisualisasikan dalam diagram superelevasi dengan elevasi sumbu jalan sebagai acuan nol. Proses pencapaian superelevasi dimulai dari kondisi normal, kemudian berlanjut ke lengkung peralihan (TS), dan mencapai Kemiringan maksimum jalan dicapai pada akhir bagian lengkung peralihan (ST), seperti terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Diagram Superelevasi Lengkung Horizontal SCS 5

Perhitungan $\Delta 6$ *Spiral - Spiral*

Diketahui :

Klasifikasi = Kolektor

Lebar Jalan = 2 x 3 m

Kecepatan Rencana = 30 km/jam

$$R_{min} = \frac{Vr^2}{127 \times (f_{maks} + e_{maks})}$$

$$= \frac{30^2}{127 \times (0,1725 \times 0,08)}$$

$$= 28,07 \text{ m}$$

$$e_n = 2\% = 0,02$$

$$e_{max} = 8\% = 0,08$$

f_{max} (didapat dari Gambar 4. 1 Koefisien Gesekan Melintang)

untuk kecepatan 30 km/jam, maka menggunakan rumus:

$$f_{max} = - 0,00065 \times V_r + 0,192$$

$$= - 0,00065 \times 30 + 0,192$$

$$= 0,1725$$

$$\text{Sudut Luar } (\Delta 1) = 71^\circ$$

$$R_c = 40 \text{ m}$$

$$e = 0,075$$

$$m = 75 \text{ m (didapat pada tabel 4. 8 Kelandaian relatif maksimum)}$$

Keterangan : Nilai R_c , e , didapat pada tabel 4. 8 sesuai dengan radius dan superlevasi (e) yang digunakan pada jalan antar kota.

- L_s min

$$L_s = (m \times (e + e_n) \times B)$$

$$= (75 \times (0,075 + 0,02) \times 3) = 21,375 \text{ m}$$

- L_s

$$L_s = \frac{\frac{1}{2} \times \Delta \times \pi \times R_c}{90}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \times 71 \times 3,14 \times 40}{90} = 49,57 \text{ m}$$

- L_s

$$L_s = (V_r \times 3 \text{ detik})$$

$$= 30 \text{ km/jam} \times 3 \text{ dtk}$$

$$= 25 \text{ m}$$

Pada 3 persamaan L_s diatas diambil L_s yang terbesar yaitu 49,57 m

- L_t (Panjang Lengkung Total)

$$L_t = L_s \times 2$$

$$= 49,57 \times 2$$

$$= 99,13 \text{ m}$$

- p

$$p = \frac{Ls^2}{6Rc} - Rc(1 - \cos\theta_s)$$

$$= \frac{49,57^2}{6 \times 40} - 40(1 - \cos 35,5) = 2,80 \text{ m}$$

- k

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40Rc^2} - Rc \times \sin\theta_s$$

$$= 49,57 - \frac{49,57^3}{40 \times 40^2} - 40 \times \sin 35,5 = 24,44 \text{ m}$$

- Ts (Panjang Tangen)

$$Ts = (Rc + p) \times \tan \frac{\Delta_1}{2} + k$$

$$= (40 + 2,80) \tan \frac{71}{2} + 24,44 = 54,97 \text{ m}$$

- Es

$$Es = \frac{(Rc+p)}{\sec \frac{\Delta_1}{2}} - Rc$$

$$= \frac{(40+2,80)}{\sec \frac{71}{2}} - 40 = 12,57 \text{ m}$$

- Jh

$$jh = 0,694V_r + 0,004 \frac{V_r^2}{fp}$$

$$= 0,694 \times 30 + 0,004 \frac{30^2}{0,400} = 29,82 \text{ m}$$

- E (Daerah Bebas Samping Tikungan)

Karena $Jh < Lt = 29,82 \text{ m} < 99,13 \text{ m}$

$$E = Rc \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times jh}{\pi \times Rc}\right)\right)$$

$$= 40 \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times 29,82}{3,14 \times 40}\right)\right) = 2,75 \text{ m}$$

- Perhitungan Jarak Pada Diagram Superelevasi Δ_6

$$Ls = 49,57 \text{ m}$$

$$en = 2\%$$

$$e = 7,5\%$$

Potongan I – II (X1)

$$\frac{x_1}{Ls} = \frac{en}{e+en}$$

$$\frac{x_1}{49,57} = \frac{2\%}{7,5\%+2\%}$$

$$X1 = 10,44 \text{ m}$$

Potongan II – III (X2)

$$\frac{x2}{Ls-x1} = \frac{en}{e}$$

$$\frac{x2}{49,57-10,44} = \frac{2\%}{7,5\%}$$

$$X1 = 10,44 \text{ m}$$

Potongan III – IV (y)

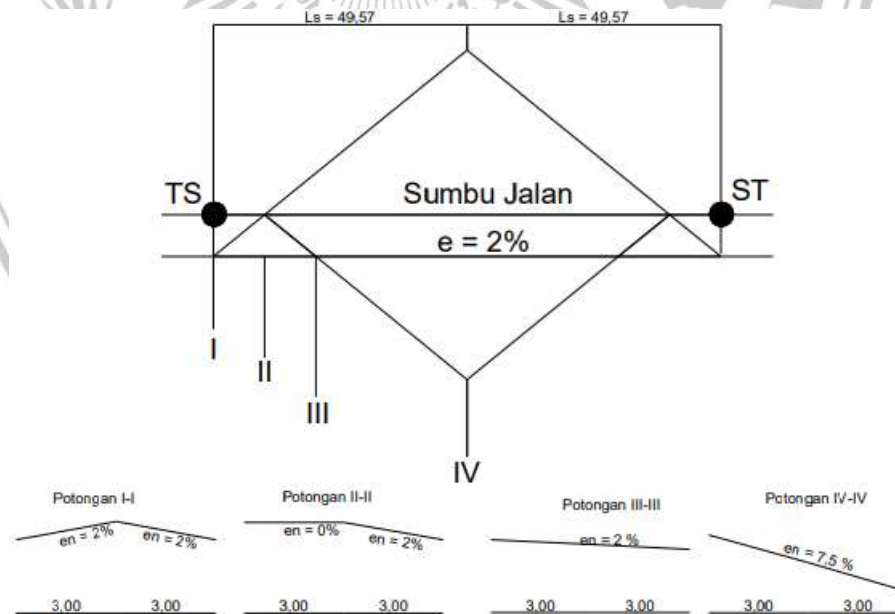
$$Ls = x1 + x2 + y$$

$$y = Ls - X1 - X2$$

$$= 49,57 - 10,44 - 10,44$$

$$= 28,70 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh wujud penampang melintang di tiap titik pada lengkung $\Delta 6$, yang kemudian divisualisasikan dalam diagram superelevasi dengan elevasi sumbu jalan sebagai acuan nol. Proses pencapaian superelevasi dimulai dari kondisi normal, kemudian berlanjut ke lengkung peralihan (TS), dan mencapai Kemiringan maksimum jalan dicapai pada akhir bagian lengkung peralihan (ST), seperti terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Diagram Superelevasi Lengkung Horizontal SS 6

Perhitungan $\Delta 7$ *Spiral – Spiral*

Diketahui :

Klasifikasi = Kolektor

Lebar Jalan = 2 x 3 m

Kecepatan Rencana = 30 km/jam

$$\begin{aligned} R_{min} &= \frac{Vr^2}{127 \times (f_{maks} + e_{maks})} \\ &= \frac{30^2}{127 \times (0,1725 + 0,08)} \\ &= 28,07 \text{ m} \end{aligned}$$

$$e_n = 2\% = 0,02$$

$$e_{max} = 8\% = 0,08$$

f_{max} (didapat dari Gambar 4. 1 Koefisien Gesekan Melintang) untuk kecepatan 30 km/jam, maka menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} f_{max} &= -0,00065 \times Vr + 0,192 \\ &= -0,00065 \times 30 + 0,192 \\ &= 0,1725 \end{aligned}$$

Sudut Luar ($\Delta 7$) = 71°

$$R_c = 40 \text{ m}$$

$$e = 0,075$$

$m = 75 \text{ m}$ (didapat pada tabel 4. 8 Kelandaian relatif maksimum)

Keterangan : Nilai R_c , e , didapat pada tabel 4. 8 sesuai dengan radius dan superlevasi (e) yang digunakan pada jalan antar kota.

- L_s min

$$\begin{aligned} L_s &= (m \times (e + e_n) \times B) \\ &= (75 \times (0,075 + 0,02) \times 3) = 21,375 \text{ m} \end{aligned}$$

- L_s

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{\frac{1}{2} \times \Delta \times \pi \times R_c}{90} \\ &= \frac{\frac{1}{2} \times 87 \times 3,14 \times 40}{90} = 60,74 \text{ m} \end{aligned}$$

- L_s

$$\begin{aligned} L_s &= (V_r \times 3 \text{ detik}) \\ &= 30 \text{ km/jam} \times 3 \text{ dtk} \\ &= 25 \text{ m} \end{aligned}$$

Pada 3 persamaan L_s diatas diambil L_s yang terbesar yaitu 60,74 m

- L_t (Panjang Lengkung Total)

$$\begin{aligned} L_t &= L_s \times 2 \\ &= 60,74 \times 2 \\ &= 121,47 \text{ m} \end{aligned}$$

- p

$$\begin{aligned} p &= \frac{L_s^2}{6Rc} - Rc (1 - \cos\theta_s) \\ &= \frac{60,74^2}{6 \times 40} - 40(1 - \cos 43,5) = 4,39 \text{ m} \end{aligned}$$

- k

$$\begin{aligned} k &= L_s - \frac{L_s^3}{40Rc^2} - Rc \times \sin\theta_s \\ &= 60,74 - \frac{60,74^3}{40 \times 40^2} - 40 \times \sin 43,5 = 29,70 \text{ m} \end{aligned}$$

- T_s

$$\begin{aligned} T_s &= (Rc + p) \tan \frac{\Delta_1}{2} + k \\ &= (40 + 4,39) \tan \frac{87}{2} + 29,70 = 71,82 \text{ m} \end{aligned}$$

- E_s

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{(Rc+p)}{\sec \frac{\Delta_1}{2}} - Rc \\ &= \frac{(40+4,39)}{\sec \frac{87}{2}} - 40 = 21,19 \text{ m} \end{aligned}$$

- J_h

$$\begin{aligned} j_h &= 0,694V_r + 0,004 \frac{V_r^2}{fp} \\ &= 0,694 \times 30 + 0,004 \frac{30^2}{0,400} = 29,82 \text{ m} \end{aligned}$$

- E (Daerah Bebas Samping Tikungan)

Karena $J_h < L_t = 29,82 \text{ m} < 121,47 \text{ m}$

$$E = Rc \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times j_h}{\pi \times Rc} \right) \right)$$

$$= 40 \times \left(1 - \cos \left(\frac{90 \times 29,82}{3,14 \times 40} \right) \right) = 2,75 \text{ m}$$

- Perhitungan Jarak Pada Diagram Superelevasi $\Delta 7$

$$L_s = 60,74 \text{ m}$$

$$e_n = 2\%$$

$$e = 7,5\%$$

Potongan I – II (X1)

$$\frac{x_1}{L_s} = \frac{e_n}{e + e_n}$$

$$\frac{x_1}{60,74} = \frac{2\%}{7,5\% + 2\%}$$

$$X_1 = 12,79 \text{ m}$$

Potongan II – III (X2)

$$\frac{x_2}{L_s - x_1} = \frac{e_n}{e}$$

$$\frac{x_2}{60,74 - 12,79} = \frac{2\%}{7,5\%}$$

$$X_2 = 12,79 \text{ m}$$

Potongan III – IV (y)

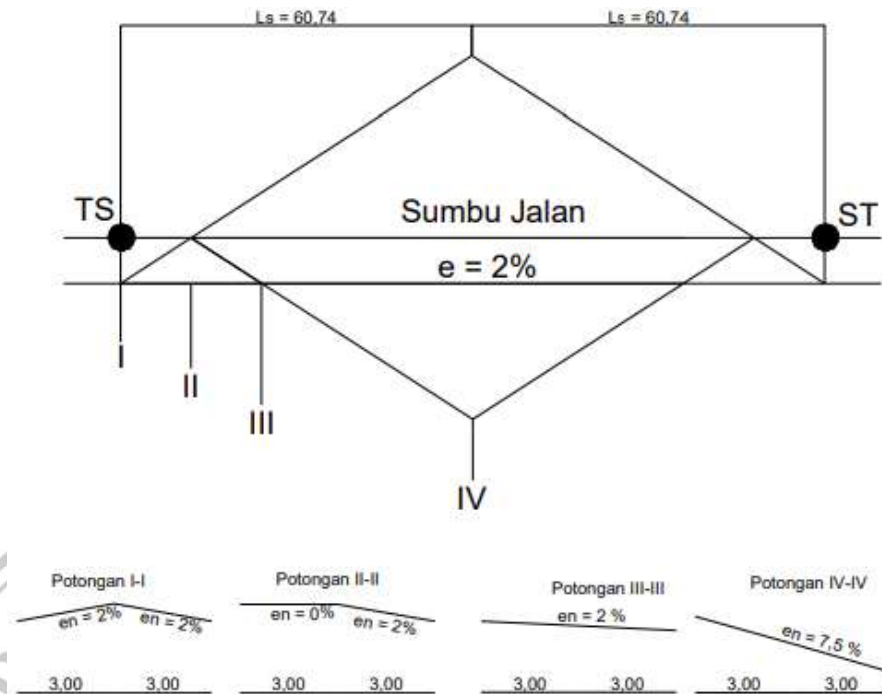
$$L_s = x_1 + x_2 + y$$

$$y = L_s - X_1 - X_2$$

$$= 60,74 - 12,79 - 12,79$$

$$= 35,16 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh wujud penampang melintang ditiap titik pada lengkung $\Delta 7$, yang kemudian divisualisasikan dalam diagram superelevasi dengan elevasi sumbu jalan sebagai acuan nol. Proses pencapaian superelevasi dimulai dari kondisi normal, kemudian berlanjut ke lengkung peralihan (TS), dan mencapai Kemiringan maksimum jalan dicapai pada akhir bagian lengkung peralihan (ST), seperti terlihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Diagram Superelevasi Lengkung Horizontal SS 7

B. Stationing

Perhitungan Stationing Perhitungan stationing dilakukan untuk mengetahui panjang jalan berdasarkan lengkung/alinyemen yang telah direncanakan mulai dari awal pekerjaan (STA+000) sebagai berikut :

- Titik awal proyek (titik A) STA 0+000
- Jarak titik A – TS 1 = (jarak titik A – PI1) – TS1

$$= 279,56 \text{ m} - 81,07 \text{ m}$$

$$= 198,49 \text{ m}$$

Jadi titik TS1 pada STA 0+198,49 m

- Jarak titik A – SC1 = (jarak titik A – ST1) + LS1

$$= 198,49 \text{ m} + 27 \text{ m}$$

$$= 225,47 \text{ m}$$

Jadi titik SC1 pada STA 0+225,49 m

- Jarak titik A – CS 1 = (jarak titik A – SC1) + LC1

$$= 225,47 \text{ m} + 93,95 \text{ m}$$

$$= 319,44 \text{ m}$$

Jadi titik CS1 pada STA 0+319,44 m

- Jarak titik A – ST 1 = (jarak titik A – CS1) + LS1
= 319,44 m + 27 m
= 346,44 m

Jadi titik ST1 pada STA 0+346,44 m

- Jarak titik A – TS 2 = (jarak titik A – ST1) + (jarak PI 1 – PI2) – TS1 – TS2
= 346,44 m + 193 m – 81,07 m – 45,52 m
= 412,85 m

Jadi titik TS2 pada STA 0+412,85 m

- Jarak titik A – SC 2 = (jarak titik A – TS2) + LS2
= 412,85 m + 26 m
= 438,85 m

Jadi titik SC2 pada STA 0+438,85

- Jarak titik A – CS 2 = (jarak titik A – SC2) + LC2
= 438,85 m + 38,93 m
= 477,77 m

Jadi titik CS2 pada STA 0+477,77 m

- Jarak titik A – ST 2 = (jarak titik A – CS1) + LS2
= 477,77 m + 26 m
= 503,77 m

Jadi titik ST2 pada STA 0+503,77 m

- Jarak titik A – TS 3 = (jarak titik A – ST2) + (jarak PI2 – PI3) – TS2 – TS3
= 503,77 m + 157,7 m – 45,52 m – 29,10 m
= 586,85 m

Jadi titik TS3 pada STA 0+586,85 m

- Jarak titik A – SC 3 = (jarak titik A – TS3) + LS3
= 586,85 m + 18 m
= 604,85 m

Jadi titik SC3 pada STA 0+604,85 m

- Jarak titik A – CS 3 = (jarak titik A – SC3) + LC3
 = 604,85 m + 21,79 m
 = 626,65 m

Jadi titik CS3 pada STA 0+626,65 m

- Jarak titik A – ST 3 = (jarak titik A – CS3) + LS3
 = 626,65 m + 18 m
 = 644,65 m

Jadi titik ST3 pada STA 0+644,65 m

- Jarak titik A – TS 4 = (jarak titik A – ST3) + (jarak PI3 – PI4) – TS3 – TS4
 = 644,65 m + 186,6 m – 29,10 m – 74,19 m
 = 728,16 m

Jadi titik TS4 pada STA 0+728,16 m

- Jarak titik A – ST4 = (jarak titik A – TS4) + LT4
 = 728,16 m + 131,95 m
 = 860,11 m

Jadi titik ST4 pada STA 0+860,11 m

- Jarak titik A – TS 5 = (jarak titik A – ST4) + (jarak PI4 – PI5) – TS4 – TS5
 = 860,11 m + 179,99 m – 74,19 m – 40,06 m
 = 925,85 m

Jadi titik TS5 pada STA 0+925,85 m

- Jarak titik A – SC5 = (jarak titik A – TS5) + LS5
 = 925,85 m + 18 m
 = 943,85 m

Jadi titik SC5 pada STA 0+943,85 m

- Jarak titik A – CS 5 = (jarak titik A – SC5) + LC5
 = 943,85 m + 42,74 m
 = 986,59 m

Jadi titik CS5 pada STA 0+986,59 m

- Jarak titik A – ST 5 = (jarak titik A – CS5) + LS5
 = 986,59 m + 18 m
 = 1004,59 m

Jadi titik ST5 pada STA 1+004,59 m

- Jarak titik A – TS 6 = (jarak titik A – ST5) + (jarak PI5 – PI6) – TS5 – TS6
 = 1004,59 m + 170,06 m – 40,06 m – 54,97 m
 = 1079,62 m

Jadi titik TS6 pada STA 1+079,62 m

- Jarak titik A – ST6 = (jarak titik A – TS6) + LT6
 = 1079,62 m + 99,13 m
 = 1178,76 m

Jadi titik ST6 pada STA 1+178,76 m

- Jarak titik A – TS 7 = (jarak titik A – ST6) + (jarak PI6 – PI7) – TS6 – TS7
 = 1178,76 m + 159,71 m – 54,97 m – 71,82 m
 = 1211,68 m

Jadi titik TS7 pada STA 1+211,68 m

- Jarak titik A – ST7 = (jarak titik A – TS7) + LT7
 = 1211,68 m + 121,57 m
 = 1333,15 m

Jadi titik ST7 pada STA 1+333,15 m

- Jarak titik A – B = (jarak titik A – ST7) + (jarak PI7 – B)
 = 1333,15 m + 171,22 m
 = 1604,37 m

Jadi titik B pada STA 1+604,37 m

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan hasil dari jarak masing – masing stationing yang dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Stationing

TITIK A (Awal Studi)	STA 0+000
TITIK TS1	STA 0+198.49
TITIK SC1	STA 0+225.49
TITIK CS1	STA 0+319.44
TITIK ST1	STA 0+346.44
TITIK TS2	STA 0+412.85
TITIK SC2	STA 0+438.85
TITIK CS2	STA 0+477.77
TITIK ST2	STA 0+503.77
TITIK TS3	STA 0+586.85
TITIK SC3	STA 0+604.85
TITIK CS3	STA 0+626.65
TITIK ST3	STA 0+644.65
TITIK TS4	STA 0+728.16
TITIK ST4	STA 0+860.11
TITIK TS5	STA 0+925.85
TITIK SC5	STA 0+943.85
TITIK CS5	STA 0+986.59
TITIK ST5	STA 1+004.59
TITIK TS6	STA 1+079.62
TITIK ST6	STA 1+178.76
TITIK TS7	STA 1+211.69
TITIK ST7	STA 1+333.15
TITIK B (Akhir Studi)	STA 1+604.37

Berdasarkan perhitungan stationing jalan dengan kecepatan 30 km/jam dan 40 km/jam serta memiliki jari – jari rencana yang berbeda dengan total panjang jalan yang direncanakan adalah 1604,37 m sedikit lebih panjang dari panjang eksisting yaitu 1600 m. Maka jarak yang akan ditempuh oleh pengguna jalan dari titik A (STA 0+000) ke titik B (1+604.37).

C. Alinyemen Vertikal

➤ **Lengkung Vertikal Cekung 1**

Diketahui:

Kecepatan Rencana (V_R) = 40 km/jam

Klasifikasi Jalan = Kolektor

F_p = 0,375

A = $|g_2 - g_1|$

Dimana :

$$g_1 = \frac{141-79}{586.85} \times 100\% = -10.56 \%$$

$$g_2 = \frac{79-68}{338.99} \times 100\% = -3.24 \%$$

$$A = |g_2 - g_1| = |-3.24 - (-10.56)| = 7.32\%$$

- Berdasarkan Jarak Sinar Lampu Besar Kendaraan

- $J_h = 0,694 \times V_R + 0,0004 \times \frac{V_R^2}{f_p}$
 $= 0,694 \times 40 + 0,0004 \times \frac{40^2}{0,375}$
 $= 44.83$

- Panjang Lengkung Vertikal (L_v)

$V_R = 40 \text{ km/jam}$

$J_h = 44.83 \text{ m}$

$$J_h < L_v ; L_v = \frac{A \times J_h^2}{120 + 3,5 \times J_h}$$

$$J_h < L_v ; L_v = \frac{7.32 \times 44.83^2}{120 + 3,5 \times 44.83} = 53.12 \text{ m (ditolak)}$$

$$J_h > L_v ; L_v = 2 \times J_h - \frac{120 + 3,5 \times J_h}{A}$$

$$J_h > L_v ; L_v = 2 \times 44.83 - \frac{120 + 3,5 \times 44.83}{7.32}$$

$$= 21.77 \text{ m (diterima)}$$

- Berdasarkan Kenyamanan Perjalanan

$$L_v = 3 \text{ detik} \times V_R = 3 \text{ detik} \times 40 \text{ km/jam} \times 1000/3600 = 33.33 \text{ m}$$

- Berdasarkan Ketentuan Drainasi

$$L_v = 40 \times A$$

$$LV = 40 \times 7.32 = 292.72 \text{ m}$$

- Berdasarkan Keluwesan Bentuk

$$LV = \frac{A \times VR^2}{380}$$

$$LV = 30.82 \text{ m}$$

Nilai LV yang diambil :

- Berdasarkan $L_v = \underline{292.72 \text{ m}}$, dapat diterima karena sudah memenuhi Jh, kenyamanan perjalanan, kebutuhan drainase, dan keluwesan bentuk.

$$\begin{aligned} EV &= \frac{A \times L_v}{800} \\ &= \frac{7.32 \times 292.72}{800} \\ &= 2.68 \end{aligned}$$

Elevasi dan Stasioning

$$\text{- Jarak 1 - PVI}_1 = 586.85 \text{ m}$$

Jadi, titik PVI₁ berada di STA 0+586.85 m

$$\text{Elevasi di titik PVI}_1 = +79,00$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi di titik PVI}'_1 &= \text{Elevasi PVI}_1 + Ev \\ &= 79,00 + 2.68 \\ &= 81.68 \end{aligned}$$

Jadi, elevasi titik PVI'₁ = +81.68

$$\begin{aligned} \text{- Jarak 1 - PLV}_1 &= (\text{Jarak 1 - PVI}_1) - (0,5 \cdot Lv) \\ &= 586.85 \text{ m} - (0,5 \cdot 292.792) \\ &= 440.455 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, titik PLV₁ berada di STA 0+440.455 m

$$\begin{aligned} \text{Elevasi di titik PLV}_1 &= \text{Elevasi PVI}_1 + (g_1 \cdot 0,5 \cdot Lv) \\ &= 79 + (0.1056 \cdot 0,5 \cdot 292.72) \\ &= 94.47 \end{aligned}$$

Jadi, elevasi titik PLV₁ = +94.47

$$\begin{aligned} \text{- Jarak 1 - PTV}_1 &= (\text{Jarak 1 - PVI}_1) + (1/2 \cdot Lv) \\ &= 586.85 + (\frac{1}{2} \cdot 292.72) \\ &= 735.25 \end{aligned}$$

Jadi, titik PTV₁ berada di STA 0+735.25 m

$$\begin{aligned} \text{Elevasi di titik PTV}_1 &= \text{Elevasi PVI}_1 - (g_2 \cdot 0,5 \cdot Lv) \\ &= 79 - (0,0324 \cdot 0,5 \cdot 292,72) \\ &= 74,25 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, elevasi titik PLV}_1 = +74,25$$

➤ Lengkung Vertikal Cembung 1

Diketahui:

$$\text{Kecepatan Rencana (V}_R) = 30 \text{ km/jam}$$

$$\text{Klasifikasi Jalan} = \text{Kolektor (Antar Kota)}$$

$$F_p = 0,400$$

$$A = |g_3 - g_2|$$

Dimana :

$$g_2 = \frac{79-68}{338,99} \times 100\% = -3,24\%$$

$$g_3 = \frac{68-25}{407,29} \times 100\% = -10,56\%$$

$$A = |g_3 - g_2| = |-3,24 - (-10,56)| = 7,32\%$$

- Berdasarkan Jh

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Jh} &= 0,694 \times V_R + 0,0004 \times \frac{V_R^2}{f_p} \\ &= 0,694 \times 30 + 0,0004 \times \frac{30^2}{0,400} \\ &= 29,82 \end{aligned}$$

- Panjang Lengkung Vertikal (Lv)

$$V_R = 30 \text{ km/jam}$$

$$Jh = 29,82 \text{ m}$$

$$h_1 = 1,20 \text{ m}$$

$$h_2 = 0,10$$

$$Jh < LV ; LV = \frac{A \times Jh^2}{100(\sqrt{2 \times h_1} + \sqrt{2 \times h_2})^2}$$

$$Jh < LV ; LV = \frac{7,32 \times 29,82^2}{100(\sqrt{2 \times 1,20} + \sqrt{2 \times 0,10})^2} = 16,32 \text{ m (ditolak)}$$

$$Jh > LV ; LV = 2 \times Jh - \frac{100(\sqrt{2 \times h_1} + \sqrt{2 \times h_2})^2}{A}$$

$$Jh > LV ; LV = 2 \times 29.82 - \frac{100(\sqrt{2 \times 1.20} + \sqrt{2 \times 0.10})^2}{7.32}$$

$$= 5.14 \text{ m (diterima)}$$

- Berdasarkan Jarak Pandang Mendahului

$$d1 = 0.278 \times T1 \left(Vr - m + \frac{a \times T1}{2} \right)$$

$$\text{dengan : } T1 = 2,12 + 0.26 \times Vr$$

$$= 2.12 + 0.026 \times 30 = 2.90 \text{ detik}$$

$$a = 2.052 + 0.0036 \times Vr$$

$$= 2.052 + 0.0036 \times 30 = 2.16 \text{ km/jam}$$

$m = 15 \text{ km/jam}$ (beda kecepatan pada kendaraan menyiap dan kendaraan yang disiap)

$$d1 = 0.278 \times 3.16 \left(30 - 15 + \frac{2.16 \times 2.90}{2} \right) = 14.13 \text{ m}$$

$$d2 = 0.278 \times Vr \times T2$$

dengan :

$$T2 = 6.56 + 0,048 \times Vr$$

$$= 6.56 + 0,048 \times 30 = 8.00 \text{ detik}$$

$$d2 = 0.278 \times 30 \times 8.00 = 66.72 \text{ m}$$

$$d3 = 50 \text{ m (diambil } 30 - 100 \text{ m)}$$

$$d4 = 2/3 \times d2 = 2/3 \times 66.72 = 44.48 \text{ m}$$

$$\text{Maka, } Jd = d1 + d2 + d3 + d4$$

$$= 14.13 + 66.72 + 50 + 44.48 = 175.33 \text{ m}$$

$$Jd < LV ; LV = \frac{A \times Jd^2}{100(\sqrt{2 \times h1} + \sqrt{2 \times h2})^2}$$

$$Jd < LV ; LV = \frac{7.32 \times 175.33^2}{100(\sqrt{2 \times 1.20} + \sqrt{2 \times 1.20})^2}$$

$$= 234.39 \text{ m (diterima)}$$

$$Jd > LV ; LV = 2 \times Jd - \frac{100(\sqrt{2 \times h1} + \sqrt{2 \times h2})^2}{A}$$

$$Jd > LV ; LV = 2 \times 175.33 - \frac{100(\sqrt{2 \times 1.20} + \sqrt{2 \times 1.20})^2}{7.32}$$

$$= 219.51 \text{ m (ditolak)}$$

Berdasarkan Kenyamanan Perjalanan

$$L_v = 3 \text{ detik} \times V_R$$

$$= 3 \text{ detik} \times 30 \text{ km/jam} \times 1000/3600 = 25 \text{ m}$$

Berdasarkan Ketentuan Drainasi

$$LV = 40 \times A$$

$$LV = 40 \times 7.32 = 292.72 \text{ m}$$

Berdasarkan Keluwesan Bentuk

$$LV = \frac{A \times V_R^2}{380}$$

$$LV = 17.32 \text{ m}$$

Nilai LV yang diambil :

- Berdasarkan kebutuhan drainase $L_v = \underline{292.79 \text{ m}}$, dapat diterima karena sudah memenuhi J_h , J_d , kenyamanan perjalanan, kebutuhan drainase, dan keluwesan bentuk.

$$EV = \frac{A \times L_v}{800}$$

$$= \frac{7.32 \times 292.72}{800}$$

$$= 2.68$$

Elevasi dan Stasioning

$$- \text{ Jarak } 1 - PVI_2 = 925.82 \text{ m}$$

Jadi, titik PVI_2 berada di STA 0+925.82 m

$$\text{Elevasi di titik } PVI_2 = +68,00$$

$$\text{Elevasi di titik } PVI'_2 = \text{Elevasi } PVI_2 + Ev$$

$$= 68,00 - 2.68$$

$$= 65.32$$

$$\text{Jadi, elevasi titik } PVI'_2 = +65.32$$

$$- \text{ Jarak } 1 - PLV_2 = (\text{Jarak } 1 - PVI_2) - (0,5 \cdot L_v)$$

$$= 925.82 \text{ m} - (0,5 \cdot 292.72)$$

$$= 779.45 \text{ m}$$

Jadi, titik PLV₂ berada di STA 0+779.45 m

$$\begin{aligned}\text{Elevasi di titik PLV}_2 &= \text{Elevasi PVI}_2 + (g_2 \cdot 0,5 \cdot L_v) \\ &= 68 + (0,0324 \cdot 0,5 \cdot 292,72) \\ &= 72,75\end{aligned}$$

Jadi, elevasi titik PLV₂ = +72.75

$$\begin{aligned}- \text{ Jarak 1 - PTV}_2 &= (\text{ Jarak 1 - PVL}_2) + (1/2 \cdot L_v) \\ &= 925,82 + (1/2 \cdot 292,72) \\ &= 1072,25\end{aligned}$$

Jadi, titik PTV₂ berada di STA 1+072.25 m

$$\begin{aligned}\text{Elevasi di titik PTV}_2 &= \text{Elevasi PVI}_2 - (g_3 \cdot 0,5 \cdot L_v) \\ &= 68 - (0,1056 \cdot 0,5 \cdot 292,72) \\ &= 52,54\end{aligned}$$

Jadi, elevasi titik PLV₂ = +52.54

➤ **Lengkung Vertikal Cekung 2**

Diketahui:

Kecepatan Rencana (V_R) = 30 km/jam

Klasifikasi Jalan = Kolektor (Antar Kota)

f_p = 0,400

A = $|g_4 - g_3|$

Dimana :

$$g_3 = \frac{68-25}{407,29} \times 100\% = -10,56\%$$

$$g_4 = \frac{25-14}{271,22} \times 100\% = -4,06\%$$

$$A = |g_4 - g_3| = |-10,56 - (-4,06)| = 6,50\%$$

- Berdasarkan Jarak Sinar Lampu Besar Kendaraan

$$\begin{aligned}• J_h &= 0,694 \times V_R + 0,0004 \times \frac{V_R^2}{f_p} \\ &= 0,694 \times 30 + 0,0004 \times \frac{30^2}{0,400} \\ &= 29,82\end{aligned}$$

- Panjang Lengkung Vertikal (L_v)

$$V_R = 30 \text{ km/jam}$$

$$J_h = 29,82 \text{ m}$$

$$Jh < LV ; LV = \frac{A \times Jh^2}{120 + 3,5 \times Jh}$$

$$Jh < LV ; LV = \frac{6.50 \times 29.82^2}{120 + 3,5 \times 29.82} = 25.76 \text{ m (ditolak)}$$

$$Jh > LV ; LV = 2 \times Jh - \frac{120 + 3,5 \times Jh}{A}$$

$$Jh > LV ; LV = 1 \times 29.82 - \frac{120 + 3,5 \times 29.82}{6.50} \\ = 25.08 \text{ m (diterima)}$$

- Berdasarkan Kenyamanan Perjalanan

$$Lv = 3 \text{ detik} \times VR$$

$$= 3 \text{ detik} \times 30 \text{ km/jam} \times 1000/3600 = 25 \text{ m}$$

- Berdasarkan Ketentuan Drainasi

$$LV = 40 \times A$$

$$LV = 40 \times 6.50 = 260 \text{ m}$$

- Berdasarkan Keluwesan Bentuk

$$LV = \frac{A \times VR^2}{380}$$

$$LV = 15.40 \text{ m}$$

Nilai LV yang diambil :

- Berdasarkan kebutuhan drainase $Lv = \mathbf{260 \text{ m}}$, dapat diterima karena sudah memenuhi Jh, kenyamanan perjalanan, kebutuhan drainase, dan keluwesan bentuk.

$$EV = \frac{A \times Lv}{800}$$

$$= \frac{6.50 \times 260}{800}$$

$$= 2.11$$

Elevasi dan Stasioning

$$- \text{ Jarak } 1 - PVI_3 = 1333.15 \text{ m}$$

Jadi, titik PVI₃ berada di STA 1+333.15 m

$$\text{Elevasi di titik PVI}_3 = +25,00$$

$$\text{Elevasi di titik PVI}'_3 = \text{Elevasi PVI}_3 + Ev$$

$$= 25,00 + 2.11$$

$$= 27.11$$

Jadi, elevasi titik PVI₃ = +27.11

$$\text{- Jarak 1 - PLV}_3 = (\text{Jarak 1 - PVI}_3) - (0,5 \cdot Lv)$$

$$= 1333.15 \text{ m} - (0,5 \cdot 260)$$

$$= 1203.113 \text{ m}$$

Jadi, titik PLV₃ berada di STA 1+203.113 m

$$\text{Elevasi di titik PLV}_3 = \text{Elevasi PVI}_3 + (g_3 \cdot 0,5 \cdot Lv)$$

$$= 25 + (0.1056 \cdot 0,5 \cdot 260)$$

$$= 38.73$$

Jadi, elevasi titik PLV₃ = +38.73

$$\text{- Jarak 1 - PTV}_3 = (\text{Jarak 1 - PVI}_3) + (1/2 \cdot Lv)$$

$$= 1333.15 + (1/2 \cdot 260)$$

$$= 1463.19$$

Jadi, titik PTV₃ berada di STA 1+463.19 m

$$\text{Elevasi di titik PTV}_3 = \text{Elevasi PVI}_3 - (g_4 \cdot 0,5 \cdot Lv)$$

$$= 25 - (0.0.406 \cdot 0,5 \cdot 260)$$

$$= 19.73$$

Jadi, elevasi titik PLV₃ = +19.73

D. Estimasi Galian dan Timbunan

Pada lokasi studi ini, terdapat galian dan timbunan untuk meratakan medan jalan sesuai dengan perencanaan elevasi subgrade

a) Luas Pekerjaan

$$\text{Luas} = (\text{Lebar Jalan}) + (2 \times \text{bahu jalan}) \times \text{Panjang Jalan}$$

$$= (6 \text{ m} + 2 \text{ m}) \times 1604.37 \text{ m}$$

$$= 12.8324,96 \text{ m}^2$$

b) Perhitungan Volume

• Volume Galian

1. STA 0+000 – 0+412.85

$$\text{Panjang} = 412.85 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi} = 19.32 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Galian 1

$$= \left(\frac{1}{2} \times p \times t \right) \times L$$

$$= \left(\frac{1}{2} \times 412.85 \text{ m} \times 19.32 \text{ m} \right) \times 8 \text{ m}$$

$$= 31905.04 \text{ m}^3$$

2. STA 0+412.85 – 0+438.85

$$\text{Panjang} = 26 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi(a)} = 19.32 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi(b)} = 16.07 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Galian 2

$$= \left(\frac{a + b}{2} \times \text{panjang} \right) \times L$$

$$= \left(\frac{19.32 + 16.07}{2} \times 26 \text{ m} \right) \times 8 \text{ m}$$

$$= 4246.8 \text{ m}^3$$

3. STA 0+438.85 – 0+586.85

$$\text{Panjang} = 148.01 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi(a)} = 16.07 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi(b)} = 21.7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Galian 3

$$= \left(\frac{a + b}{2} \times \text{panjang} \right) \times L$$

$$= \left(\frac{16.07 + 21.7}{2} \times 148.01 \text{ m} \right) \times 8 \text{ m}$$

$$= 31875.43 \text{ m}^3$$

4. STA 0+586.85 – 0+604.85

$$\text{Panjang} = 18 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi(a)} = 21.7 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi(b)} = 8.49 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Galian 4

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{a + b}{2} \times \text{panjang} \right) \times L \\ &= \left(\frac{21.7 + 8.49}{2} \times 18 \text{ m} \right) \times 8 \text{ m} \\ &= 2535.96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$5. \text{ STA } 0+604.85 - 0+626.65$$

$$\text{Panjang} = 21.79 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi} = 21.7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Galian 5

$$\begin{aligned} &= (p \times l \times t) \\ &= (21.79 \text{ m} \times 21.7 \text{ m} \times 8 \text{ m}) \\ &= 4305.70 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$6. \text{ STA } 0+626.65 - 0+745.77$$

$$\text{Panjang} = 119.12 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi} = 9.2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Galian 6

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{1}{2} \times p \times t \right) \times L \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 119.12 \text{ m} \times 9.2 \text{ m} \right) \times 8 \text{ m} \\ &= 4530.81 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

• **Perhitungan Volume Timbunan**

$$1. \text{ STA } 0+745.77 - 0+860.11$$

$$\text{Panjang} = 114.34 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} = 12.23 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Timbunan 1

$$= \left(\frac{1}{2} \times p \times t \right) \times L$$

$$= \left(\frac{1}{2} \times 114.34 \text{ m} \times 12.23 \text{ m} \right) \times 8 \text{ m}$$

$$= 5593.51 \text{ m}^3$$

2. STA 0+860.11 – 0+925.82

$$\text{Panjang} = 65.74 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi} = 11.2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Timbunan 2

$$= (p \times l \times t)$$

$$= (65.74 \text{ m} \times 11.2 \text{ m} \times 8 \text{ m})$$

$$= 4312.54 \text{ m}^3$$

3. STA 0+925.82 – 0+986.59

$$\text{Panjang} = 60.74 \text{ m}$$

$$\text{Tebal (a)} = 11.2 \text{ m}$$

$$\text{Tebal (b)} = 26.98 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Timbunan 3

$$= \left(\frac{a + b}{2} \times \text{panjang} \right) \times L$$

$$= \left(\frac{11.2 + 26.98}{2} \times 60.74 \text{ m} \right) \times 8 \text{ m}$$

$$= 7749.01 \text{ m}^3$$

4. STA 0+986.59 – 1+004.59

$$\text{Panjang} = 18 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi} = 25.88 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Timbunan 4

$$= (p \times l \times t)$$

$$= (18 \text{ m} \times 25.88 \text{ m} \times 8 \text{ m})$$

$$= 3526.77 \text{ m}^3$$

5. STA 1+004.59 – 1+178.75

$$\text{Panjang} = 174.16 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi} = 16.8 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Timbunan 4

$$= (p \times l \times t)$$

$$= (174.16 \text{ m} \times 16.8 \text{ m} \times 8 \text{ m})$$

$$= 23407.10 \text{ m}^3$$

6. STA 1+178.75 – 1+333.15

$$\text{Panjang} = 121.47 \text{ m}$$

$$\text{Tebal (a)} = 16.8 \text{ m}$$

$$\text{Tebal (b)} = 8.7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Timbunan 6

$$= \left(\frac{a+b}{2} \times \text{panjang} \right) \times L$$

$$= \left(\frac{16.8 + 6.7}{2} \times 121.47 \text{ m} \right) \times 8 \text{ m}$$

$$= 12189.94 \text{ m}^3$$

7. STA 1+333.15 – 1+604.37

$$\text{Panjang} = 271.22 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi} = 6.7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 8 \text{ m}$$

Volume Timbunan 7

$$= (p \times l \times t)$$

$$= (271.22 \text{ m} \times 6.7 \text{ m} \times 8 \text{ m})$$

$$= 14537.39 \text{ m}^3$$

Total Volume Galian 79399.74 m^3 (Tanah Asli) dan Total Volume Timbunan 71316.26 m^3 (Tanah Padat).

c) Faktor Konversi

$$\text{Faktor Lepas} = 1.25$$

$$\text{Faktor Padat} = 0.90$$

d) Konversi Volume

Volume Galian dalam keadaan lepas

$$= \text{Volume Galian Asli} \times \text{factor lepas}$$

$$= 79399.74 \times 1.25$$

$$= 99249.68 \text{ m}^3 \text{ (tanah lepas)}$$

Volume Timbunan dalam keadaan lepas

$$= \frac{\text{volume timbunan padat}}{\text{faktor padat}} \times \text{faktor lepas}$$

$$= \frac{71316.26}{0.9} \times 1.25$$

$$= 99050.36 \text{ cm}^3 \text{ (tanah lepas)}$$

Selisih galian timbunan

$$= \text{Volume galian} - \text{volume timbunan}$$

$$= 99249.68 - 99050.46$$

$$= 199.31 \text{ m}^3$$

Dengan demikian kebutuhan dapat dipenuhi dari hasil galian dengan sisa volume galian 199.31 m^3 .

4.2.3 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perhitungan ketebalan Perkerasan fleksibel pada perencanaan ini menggunakan Metode Analisis Komponen Departemen Pekerjaan Umum 1987. Data LHR survey tahun 2018 dan 2019 disajikan pada tabel 4. 2, jalan dibuka pada 2025 dengan umur rencana (n) 10 tahun.

- Menganalisis Pertumbuhan Lalu Lintas

Untuk pertumbuhan lalu lintas dapat dianalisis setelah diperoleh data LHR hasil survei, LHR pada tahun rencana, serta informasi mengenai umur rencana jalan. Pada tabel 4. 2 Data LHR tersebut akan dipergunakan untuk menganalisis pertumbuhan lalu lintas di ruas jalan Kalitekuk - Pantai Modangan, Kabupaten Malang.

Kendaraan ringan 2 ton

$$\text{LHR} = 1253 \text{ (Tahun 2018)}$$

$$\text{LHR} = 1377 \text{ (Tahun 2019)}$$

$$n = 2019 - 2018 = 1$$

Berdasarkan data tersebut, diperoleh laju pertumbuhan lalu lintas sebagai berikut:

$$Pt = Po \times (1 + i)^n$$

$$1377 = 1253 x (1 + i)^1$$

$$i = \left(\sqrt[1]{\frac{1377}{1253}} \right) - 1 = 0.0483$$

$$= 0.0483 \times 100\%$$

$$= 4.83\%$$

Bus 8 ton

$$\text{LHR} = 25 \text{ (Tahun 2018)}$$

$$\text{LHR} = 27 \text{ (Tahun 2019)}$$

$$n = 2019 - 2018 = 1$$

Berdasarkan data tersebut, diperoleh laju pertumbuhan lalu lintas sebagai berikut:

$$Pt = Po x (1 + i)^n$$

$$27 = 25 x (1 + i)^1$$

$$i = \left(\sqrt[1]{\frac{27}{25}} \right) - 1 = 0.0392$$

$$= 0.0392 \times 100\%$$

$$= 3.92\%$$

- Perhitungan LHR

Perhitungan LHR awal tahun rencana (Tahun 2025)

$$\text{Kendaraan ringan} = LHR_{2019} (1 + i)^n$$

$$= 1377 (1 + 4.83\%)^6 = 1828 \text{ (kend/Hari/2 Lajur)}$$

$$\text{Bus 8 ton} = LHR_{2019} (1 + i)^n = 27 (1 + 3.92\%)^6 =$$

$$34 \text{ (kend/Hari/2 Lajur)}$$

Perhitungan LHR akhir tahun rencana (Tahun 2035)

$$\text{Kendaraan ringan} = LHR_{2025} (1 + i)^n$$

$$= 1828 (1 + 4.83\%)^{10} = 2930 \text{ (kend/Hari/2 Lajur)}$$

$$\text{Bus 8 ton} = LHR_{2025} (1 + i)^n = 47 (1 + 3.92\%)^{10} =$$

$$50 \text{ (kend/Hari/2 Lajur)}.$$

Tabel 4. 11 LHR 2025 dan 2035

Jenis Kendaraan	LHR 2025 (Kend/Hari/2 Lajur)	LHR 2035 (Kend/Hari/2 Lajur)
Kendaraan Ringan (1+1) ton	1828	2930
Bus 8 Ton (3+5) ton	34	50

- Angka Ekuivalen (E)

Untuk Angka Ekuivalen dapat dianalisis menurut golongan daya tekan sumbu setiap kendaraan serta posisi di tiap titik berat kendaraan, yang menyalurkan persentase beban yang dapat berupa sumbu tunggal atau ganda pada roda depan dan belakang. Angka masing-masing beban sumbu dijumlahkan agar mendapatkan Nilai ekuivalen yang dapat dilihat pada tabel ini

Tabel 4. 12 Angka Ekuivalen

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000		0,0002	--
2000		0,0036	0,0003
3000		0,0183	0,0016
4000		0,0577	0,0050
5000		0,1410	0,0121
6000		0,2923	0,0251
7000		0,5415	0,0466
8000		0,9238	0,0794
8160		1,0000	0,0860
9000		1,4798	0,1273
10000		2,2553	0,1940
11000		3,3022	0,2840
12000		4,6770	0,4022
13000		6,4419	0,5540
14000		8,6647	0,7452
15000		11,4184	0,9820
16000		14,7815	1,2712

Sumber: Silvia Sukirman (1994)

Tabel 4. 13 Nilai Ekivalen

Jenis Kendaraan		Nilai ekivalen
Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	0.0002+0.0002	0.0004
Bus 8 ton (3+5)	0.0183+0.1410	0.1593

- Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Untuk Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dapat dianalisis berdasarkan koefisien distribusi (C) terlihat pada pada tabel 4. 14. LHR tahun 2025 (awal tahun rencana) dan angka nilai ekivalen didapatkan pada tabel 4. 13, data tersebut dikalikan sehingga menghasilkan nilai LEP yang disajikan pada Tabel 4.15

Tabel 4. 14 Koefisien Distribusi ke Lajur Rencana

Jumlah lajur	Kendaraan ringan*		Kendaraan berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur		0,30		0,45
5 lajur		0,25		0,425
6 lajur		0,20		0,40

* berat total < 5 ton, misalnya sedan, pick up
 ** berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, traktor, trailer, dan lain-lain

Sumber: Silvia Sukirman (1994)

Tabel 4. 15 Lintas Ekivalen Permulaan

Jenis Kendaraan	LHR 2025	C	Ekivalen	LEP
Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	1828	0.5	0.0004	0.366
Bus 8 ton (3+5)	34	0.5	0.15930	2.709
Jumlah =				3.07

- Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Untuk Lintas Ekivalen Akhir (LEA) dapat dianalisis menurut koefisien distribusi (C). LHR 2035 (akhir tahun rencana) dan angka nilai ekivalen didapatkan pada tabel 4. 14, data tersebut dikalikan sehingga menghasilkan nilai LEA yang disajikan pada tabel 4. 17

Tabel 4. 16 Koefisien Distribusi ke Lajur Rencana

Jumlah lajur	Kendaraan ringan*		Kendaraan berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur		0,30		0,45
5 lajur		0,25		0,425
6 lajur		0,20		0,40

* berat total < 5 ton, misalnya sedan, pick up
 ** berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, traktor, trailer, dan lain-lain

Sumber: Silvia Sukirman (1994)

Tabel 4. 17 Lintas Ekivalen Akhir

Jenis Kendaraan	LHR 2035	C	Ekivalen	LEA
Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	2930	0.5	0.0004	0.586
Bus 8 ton (3+5)	50	0.5	0.15930	3.981
Jumlah =				4.87

- Lintas Ekivalen Akhir Tengah (LET)

Untuk Lintas Ekivalen Akhir Tengah (LET) bisa dianalisis berdasarkan nilai LEP dan LEA yang didapat dari tabel 4. 15 dan tabel 4. 17, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$LET_{10} = \frac{1}{2} x (LEP + LEA)$$

$$LET_{10} = \frac{1}{2} x (3.07 + 4.87)$$

$$LET_{10} = 4.03 \text{ Kendaraan}$$

- Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Untuk Lintas Ekivalen Rencana (LER) dapat diperhitungkan dari nilai LET dikalikan umur rencana dan dibagi sepuluh, sehingga didapatkan hasil sedemikian :

$$LER_{10} = LET x \frac{UR}{10}$$

$$LER_{10} = 4.03 x \frac{10}{10}$$

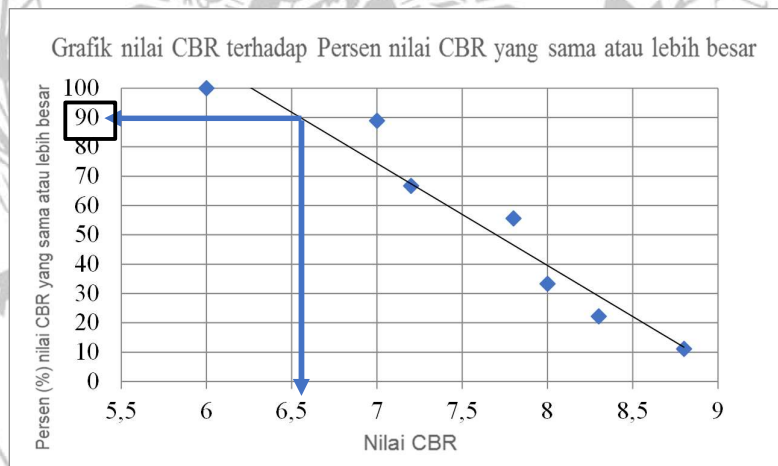
$$LER_{10} = 4.03 \text{ kendaraan}$$

- Nilai Daya Dukung Tanah (DDT)

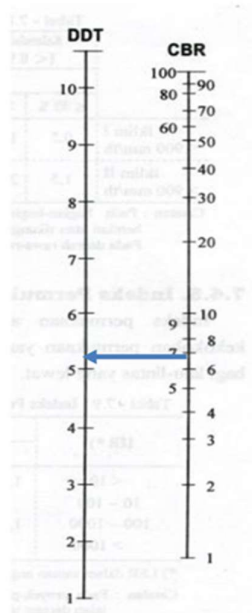
Guna menghasilkan nilai daya dukung tanah didapatkan korelasi antara nilai DDT serta CBR seperti pada Gambar 4. 10 yang menghasilkan nilai daya dukung tanah (DDT) 5.1% dengan CBR 6.53%.

Tabel 4. 18 Hasil Data CBR

CBR%	Jumlah data dengan nilai CBR yang sama atau lebih besar	Persen data yang sama atau lebih besar
6	9	100
7	8	88.89
7.2	6	66.67
7.8	5	55.56
8	3	33.33
8.3	2	22.22
8.8	1	11.11



Gambar 4. 9 Grafik nilai CBR terhadap persen nilai CBR



Sumber: Silvia Sukirman (1994)

Gambar 4. 10 Korelasi Nilai DDT serta CBR

- Faktor Regional (FR)

Menentukan faktor regional yaitu dengan ditentukan persen kendaraan berat, curah hujan serta kelandaian. Perhitungan persentase kendaraan besar berdasarkan data LHR rencana tahun 2035 yang ada pada tabel 4. 11, sehingga didapatkan hasil:

$$\begin{aligned} \%Kendaraan\ Berat &= \frac{\text{jumlah kendaraan besar}}{\text{jumlah semua kendaraan}} \times 100\% \\ &= \frac{27}{487} \times 100\% \\ &= 5.54\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 19 Faktor Regional

	Kelandaian I (< 6 %)		Kelandaian II (6 - 10 %)		Kelandaian III (> 10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,5 - 2,0	1,5	2,0 - 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2,5	3,0 - 3,5

Sumber: Silvia Sukirman (1994)

Dari tabel 4. 32 didapatkan curah hujan sebesar 252,701 mm/tahun kemudian dari tabel 4. 19 termasuk kategori curah hujan < 900 mm/tahun dan persentase kendaraan berat yaitu 5.54%, sehingga didapatkan iklim I dan nilai FR 1,0.

- Indeks Permukaan Awal (IPo)

Perencanaan perkerasan yang digunakan adalah Laston MS 340 berdasarkan tabel 4. 20 diperoleh lapisan permukaan Laston MS 340 roughness ≤ 1000 mm/km serta IPo ≥ 4 .

Tabel 4. 20 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana

Jenis Permukaan	IPo	Roughness *) (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Sumber: Silvia Sukirman (1994)

- Indeks Permukaan Akhir (IPt)

Indeks permukaan akhir (IPt) berdasarkan data berikut :

- Klasifikasi = Kolektor
- LER_{10} = 4.03 kendaraan

Tabel 4. 21 Indeks Permukaan Akhir Umum Rencana

LER = Lintas Ekivalen Rencana *)	Klasifikasi Jalan			
	lokal	kolektor	arteri	tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

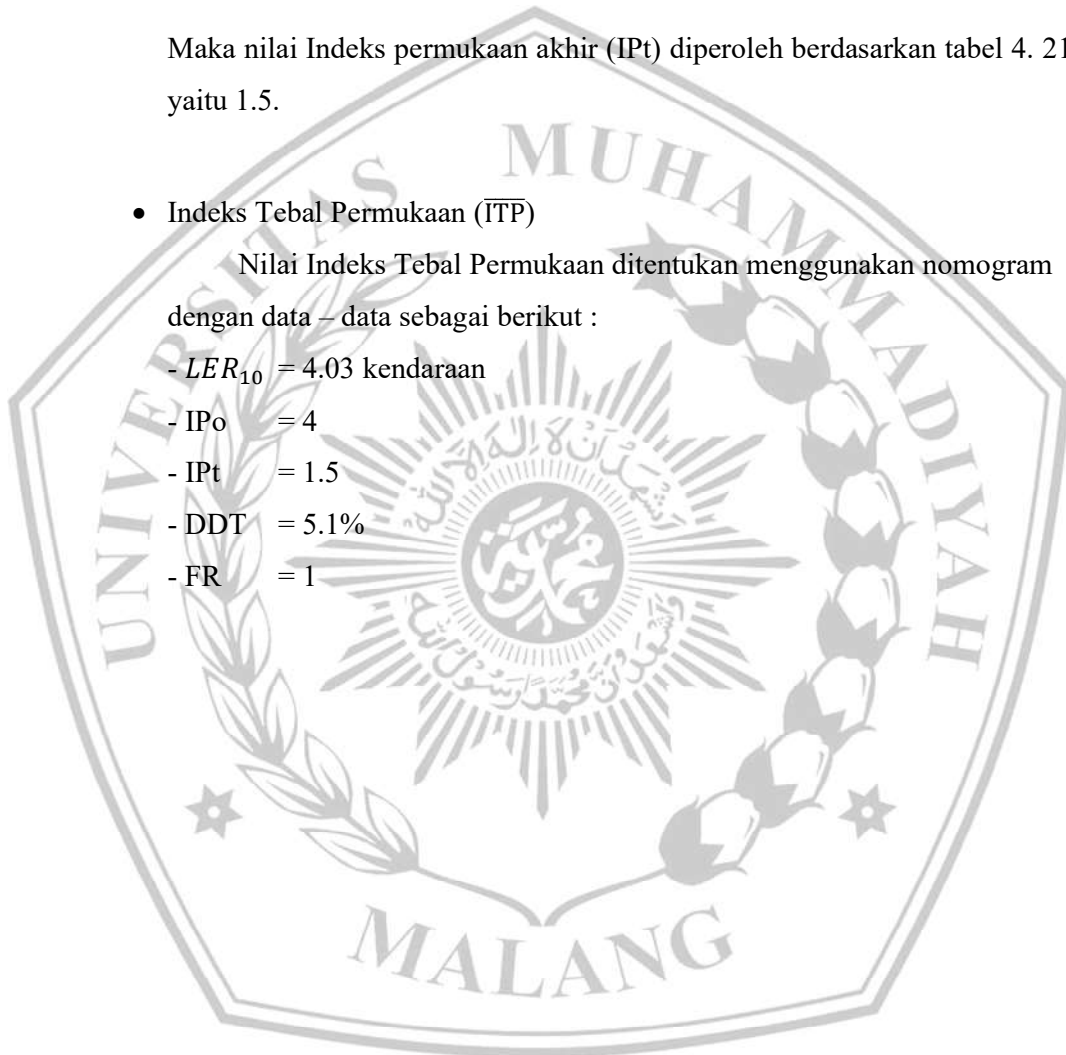
Sumber: Silvia Sukirman (1994)

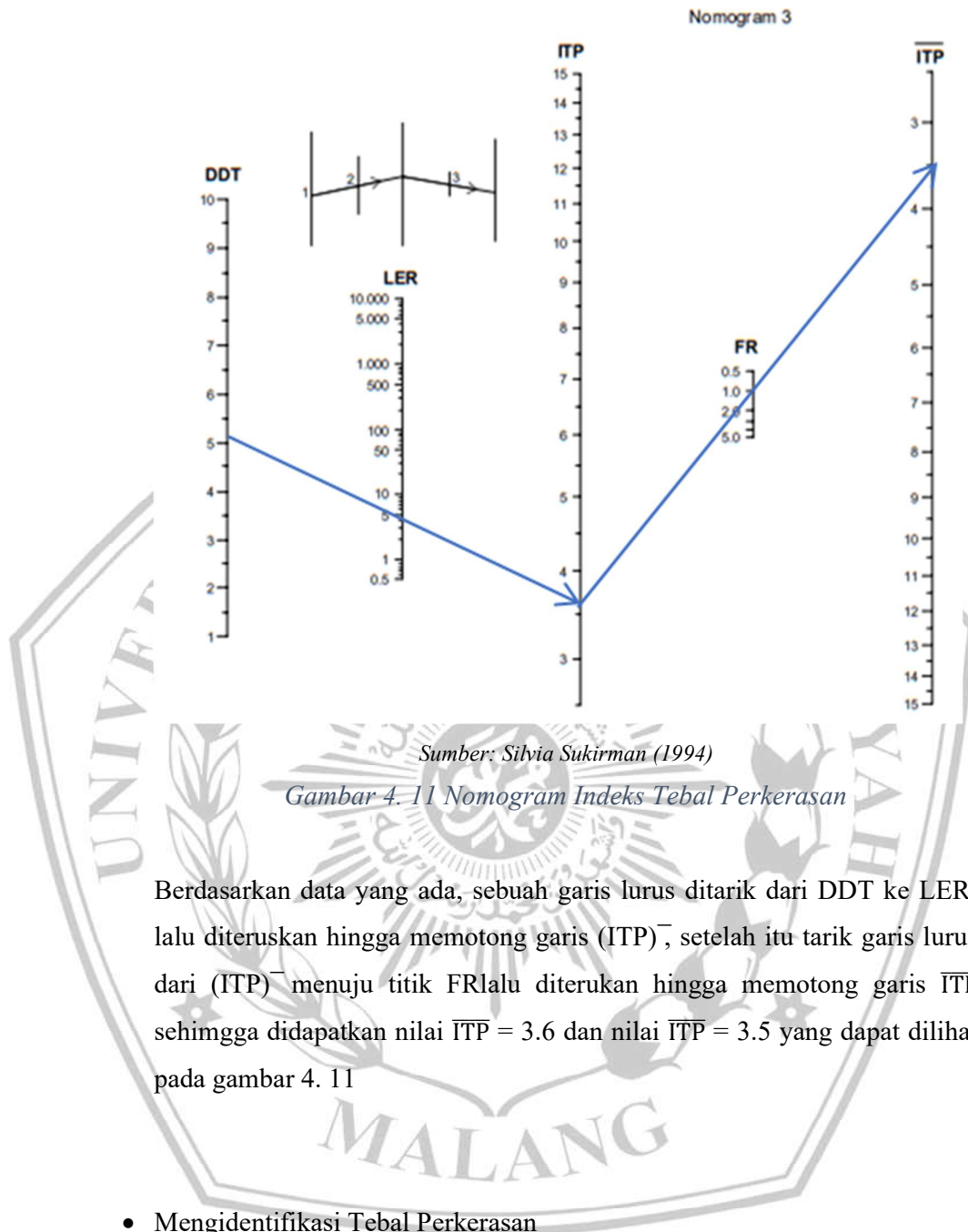
Maka nilai Indeks permukaan akhir (IPt) diperoleh berdasarkan tabel 4. 21 yaitu 1.5.

- Indeks Tebal Permukaan (\overline{ITP})

Nilai Indeks Tebal Permukaan ditentukan menggunakan nomogram dengan data – data sebagai berikut :

- LER_{10} = 4.03 kendaraan
- IPo = 4
- IPt = 1.5
- DDT = 5.1%
- FR = 1





Berdasarkan data yang ada, sebuah garis lurus ditarik dari DDT ke LER, lalu diteruskan hingga memotong garis $(ITP)^-$, setelah itu tarik garis lurus dari $(ITP)^-$ menuju titik FR lalu diteruskan hingga memotong garis \overline{ITP} sehingga didapatkan nilai $\overline{ITP} = 3.6$ dan nilai $\overline{ITP} = 3.5$ yang dapat dilihat pada gambar 4. 11

- Mengidentifikasi Tebal Perkerasan

Tebal lapisan perkerasan menggunakan Metode Analisis Komponen Bina Marga 1987 yang dimana sebagai berikut :

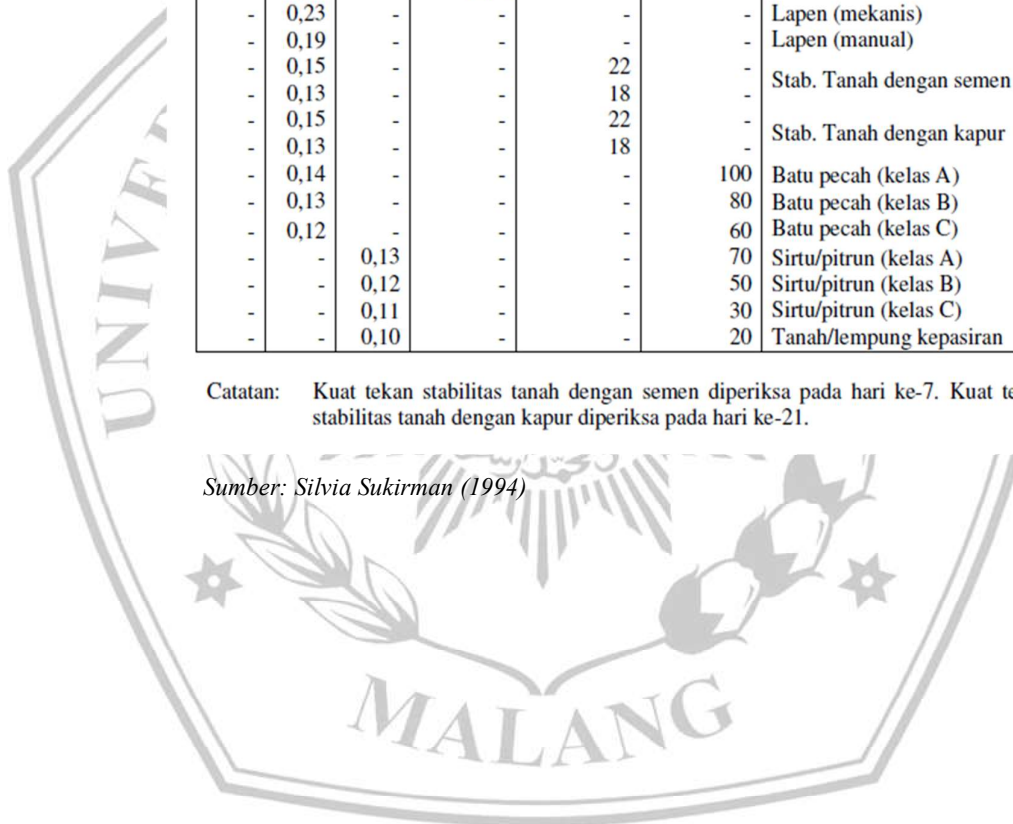
- a_1, a_2, a_3 = Koefisien relative material perkerasan
- D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapis permukaan

Tabel 4. 22 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Catatan: Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke-7. Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21.

Sumber: Silvia Sukirman (1994)



Tabel 4. 23 Batas Minimum Tebal Perkerasan

1. Lapis Permukaan:

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

2. Lapis Pondasi:

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
7,50 – 9,99	10	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
10 – 12,14	15	Laston Atas
	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas

3. Lapis Pondasi Bawah:

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm

Sumber: Silvia Sukirman (1994)

Perencanaan tebal lapisan D3 menggunakan rumus \overline{ITP} . Karena ;
Jika D1 dan D2 menggunakan rumus \overline{ITP} hasilnya kurang dari ketentuan minimum masing masing lapisan, sehingga koefisien relative dan tebal lapisan diugnakan sebagai berikut :

- Lapis permukaan menggunakan Laston MS 340 maka berdasarkan tabel 4. 20 didapat nilai $a_1 = 0,30$ cm. Dikarenakan nilai $(\overline{ITP}) = 3,5$ Sehingga diambil tebal lapisan minimum lapis permukaan berdasarkan tabel 4. 23 yaitu $D_1 = 5$ cm.
- Lapis pondasi atas memakai agregat/batu pecah kelas C maka berdasarkan tabel 4. 20 didapatkan nilai $a_2 = 0,12$ cm dengan nilai $(\overline{ITP}) = 3,5$ sehingga diambil tebal lapis pondasi atas berdasarkan tabel 4. 23 yaitu $D_2 = 20$ cm.

Maka dengan nilai $ITP = 3,2$ tebal perkerasan D3 didapatkan dengan cara berikut :

$$\overline{ITP} = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2) + (a_3 \times D_3)$$

$$3,2 = (0,30 \times 5) + (0,12 \times 20) + (0,11 \times D3)$$

$$3,2 = (0,11 \times D3) + 3,9$$

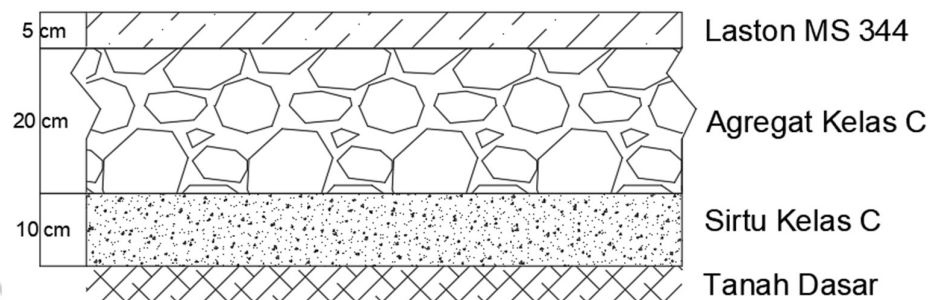
$$D3 = 6,36 \text{ cm}$$

Dengan hasil perhitungan diatas tidak memenuhi syarat batas minimum tebal perkerasan untuk pondasi bawah yaitu 10 cm terdapat pada table 4. 23. Sehingga ditetapkan tebal pondasi bawah mengikuti syarat yaitu 10 cm.

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan hasil dari tebal masing-masing jenis lapisan.

Tabel 4. 24 Tebal Perkerasan

No	Jenis Lapisan Perkerasan	Koefisien Kekuatan Relatif	Tebal Lapisan (cm)
1	Laston MS 340	0,30	5
2	Agregat Kelas C	0,12	20
3	Sirtu Kelas C	0,11	10



Gambar 4. 12 Skema Susunan Tebal Perkerasan

4.2.4 Perencanaan Sistem Drainase

Untuk desain drainase jalan bertujuan guna menyalurkan air hujan dari saluran di sisi jalan mengarah ke tempat pembuangan akhir. Saluran samping dirancang dengan bentuk persegi yang dibangun dengan pasangan batu kali

A. Analisis Data Curah Hujan

Penganalisisan data hidrologi curah hujan didapatkan dari stasiun hujan yang terletak di sekitar area penelitian, disajikan pada tabel 4. 25

Tabel 4. 25 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)

Tahun/Bulan	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Januari	111	132	71	57	62	63	44	85	48	51
Februari	21	56	101	168	35	62	51	92	59	155
Maret	39	50	56	33	41	113	76	90	88	67
April	47	57	99	44	24	10	90	27	40	72
Mei	15	18	67	8	0	2	90	2	88	18
Juni	2	0	92	93	0	12	50	68	49	63
Juli	39	0	65	33	0	0	42	75	11	118
Agustus	18	0	53	22	0	0	8	49	11	11
September	0	0	81	22	19	0	136	20	55	8
Oktober	0	0	91	125	0	0	73	117	318	0
November	0	55	88	70	34	13	60	115	69	65
Desember	132	71	177	90	85	7	38	112	167	80
Jumlah	132	132	177	168	85	113	136	117	318	155

Sumber: BMKG Stasiun Klimatologi Jawa Timur

Tabel 4. 26 Perhitungan Analisa Frekuensi Curah Hujan (Metode Normal)

No.	Tahun	Xi (mm)	Xi-X	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	2014	132	-21.3	453.7	-9663.6	205834.6
2	2015	132	-21.3	453.7	-9663.6	205834.6
3	2016	177	23.7	561.7	13312.1	315495.7
4	2017	168	14.7	216.1	3176.5	46694.9
5	2018	85	-68.3	4664.9	-318612.0	21761198.7
6	2019	113	-40.3	1624.1	-65450.8	2637668.3
7	2020	136	-17.3	299.3	-5177.7	89574.5
8	2021	117	-36.3	1317.7	-47832.1	1736306.9
9	2022	318	164.7	27126.1	4467667.0	735824758.7
10	2023	155	1.7	2.9	4.9	8.4
Total		1533	-1.13687E-13	36720.1	4027760.6	762823375.3

Sumber: Hasil Perhitungan

a. Menghitung rata-rata data Curah Hujan

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} = \frac{1533}{10} = 153,3$$

b. Menghitung Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{36720,1}{10-1}} = 63,9$$

c. Menghitung Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{x}} = \frac{63,9}{153,3} = 0,417$$

d. Menghitung Koefisien Kepencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{10 \times (4027760,6)}{(10-1)(10-2)63,9^3} = 2,144$$

e. Menghitung Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n \sum (Xi - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} = \frac{10 \times (762823375,3)}{(10-1)(10-2)(10-3)63,9^4} = 0,908$$

Tabel 4. 27 Perhitungan Frekuensi Curah Hujan (Metode Log Normal)

No.	Tahun	X (mm)	Log Xi	Log Xi - Log \bar{x}	(Log Xi - Log \bar{x}) ²	(Log Xi - Log \bar{x}) ³	(Log Xi - Log \bar{x}) ⁴
1	2014	132	2,121	-0,039	0,00149	-0,0000574	0,0000022124
2	2015	132	2,121	-0,039	0,00149	-0,0000574	0,0000022124
3	2016	177	2,248	0,089	0,00789	0,0007010	0,0000622702
4	2017	168	2,225	0,066	0,00438	0,0002897	0,0000191688
5	2018	85	1,929	-0,230	0,05277	-0,0121230	0,0027849150
6	2019	113	2,053	-0,106	0,01125	-0,0011931	0,0001265466
7	2020	136	2,134	-0,026	0,00066	-0,0000168	0,0000004296
8	2021	117	2,068	-0,091	0,00827	-0,0007525	0,0000684402
9	2022	318	2,502	0,343	0,11785	0,0404546	0,0138875068
10	2023	155	2,190	0,031	0,00097	0,0000303	0,0000009464
Total			21,591		0,207012	0,027276	0,016955

Sumber: Hasil Perhitungan

a. Perhitungan nilai rata-rata Log Xi

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} = \frac{21,591}{10} = 2,159 \text{ mm}$$

b. Perhitungan Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,207012}{10-1}} = 0,152$$

c. Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{x}} = \frac{0,152}{2,159} = 0,070$$

d. Perhitungan Koefisien Kepencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{10 \times (0,027276)}{(10-1)(10-2)0,152^3} = 1,086$$

e. Perhitungan Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n \sum (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} = \frac{10 \times (0,016955)}{(10-1)(10-2)(10-3)0,152^4} = 0,636$$

Tabel 4. 28 Rekapitulasi Perhitungan Parameter Statistik

Metode Distribusi	Syarat	Nilai yang didapat	Keterangan
Distribusi Normal	Cs ≈ 0 Ck = 3	Cs = 2,144 Ck = 0,908	Tidak memenuhi
Distribusi Log Normal	Cs = 3 Cv dan Cs selalu positif	Cs = 1,086 Ck = 0,636	Tidak memenuhi
Distribusi Gumbel	Cs = 1,1396 Ck = 5,4002	Cs = 2,144 Ck = 0,908	Tidak memenuhi
Distribusi Log Pearson III	Jika tidak ada nilai yang sesuai	Memenuhi	

Tabel 4. 29 Perhitungan Analisa Frekuensi Curah Hujan (Metode Log Pearson III)

No.	Tahun	X (mm)	Log Xi	Log Xi - Log \bar{x}	(Log Xi - Log \bar{x}) ²	(Log Xi - Log \bar{x}) ³
1	2014	132	2.121	-0.038567	0.001487	-0.000057
2	2015	132	2.121	-0.038567	0.001487	-0.000057
3	2016	177	2.248	0.088832	0.007891	0.000701
4	2017	168	2.225	0.066168	0.004378	0.000290
5	2018	85	1.929	-0.229722	0.052772	-0.012123
6	2019	113	2.053	-0.106063	0.011249	-0.001193
7	2020	136	2.134	-0.025602	0.000655	-0.000017
8	2021	117	2.068	-0.090955	0.008273	-0.000752
9	2022	318	2.502	0.343286	0.117845	0.040455
10	2023	155	2.190	0.031191	0.000973	0.000030
Total			21,591		0,207012	0,027276

Sumber: Hasil Perhitungan

a. Perhitungan nilai Log Xi rata-rata

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{21,591}{10} = 2,159 \text{ mm}$$

b. Menghitung Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,207012}{10-1}} = 0,152$$

c. Perhitungan koefisien kepengangan (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{10 \times (0,027276)}{(10-1)(10-2)0,152^3} = 1,086 \approx 1,1$$

Tabel 4. 30 Konstanta (G) Log Pearson III

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.360	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.075	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.937	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	0.017	0.836	1.270	1.761	2.000	2.252	2.482	3.950
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.166	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	1.995	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.607	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber: Soewarno (1995)

Tabel 4. 31 Interpolasi Nilai Cs

CS	2	5	10	25	50	100
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,9	-0,304	0,652	1,340	2,241	2,920	3,594
1,8	-0,288	0,663	1,340	2,219	2,878	3,530
1,7	-0,273	0,675	1,340	2,197	2,836	3,467
1,6	-0,257	0,686	1,340	2,175	2,794	3,403
1,5	-0,242	0,698	1,340	2,153	2,752	3,340
1,4	-0,226	0,709	1,340	2,131	2,710	3,276
1,3	-0,211	0,721	1,340	2,109	2,668	3,213
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,1	-0,180	0,744	1,340	2,065	2,584	3,086
1,09	-0,178	0,745	1,340	2,063	2,580	3,079
1,08	-0,176	0,746	1,340	2,061	2,576	3,073
1,07	-0,175	0,747	1,340	2,058	2,571	3,066
1,06	-0,173	0,748	1,340	2,056	2,567	3,060
1,05	-0,172	0,749	1,340	2,054	2,563	3,054
1,04	-0,170	0,750	1,340	2,052	2,559	3,047
1,03	-0,169	0,752	1,340	2,050	2,555	3,041
1,02	-0,167	0,753	1,340	2,047	2,550	3,035
1,01	-0,166	0,754	1,340	2,045	2,546	3,028
1,00	-0,164	0,755	1,340	2,043	2,542	3,022

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 32 Curah Hujan Rancangan Dengan Kala Ulang

Tr (Tahun)	Pt %	G	Sd	G.Sd	Log XT	XT (mm)
2	50	-0,180	0,152	-0,027	2,100	125,998
5	20	0,744	0,152	0,113	2,403	252,701
10	10	1,340	0,152	0,203	2,598	396,221
25	4	2,065	0,152	0,313	2,835	684,456
50	2	2,584	0,152	0,392	3,005	1012,271
100	1	3,086	0,152	0,468	3,170	1477,468

Sumber: Hasil Perhitungan

B. Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran

1. Menentukan Waktu Aliran Puncak

Waktu Aliran Puncak adalah durasi yang harus dipenuhi air untuk mengalir dari titik saluran terjauh menuju titik yang dianalisis, hingga mencapai debit maksimum.

a. Daerah Pengaliran

L1 = 3 m (Pekerasan)

L2 = 1 m (Bahu Jalan)

Hubungan kondisi permukaan dan kondisi hambatan (nd)

- Aspal jalan atau lapisan beton = 0,020
- Bahu Jalan = 0,20

Tabel 4. 33 Besaran Koefisien Hambatan (nd)

Kondisi Lapis Permukaan	Koefisien Hambatan (nd)
Aspal jalan atau lapisan beton	0,013 – 0,020
Lapisan jalan paving blok/bahu jalan	0,20 – 0,030

Sumber: Riyanto Haribowo Suhardjono (2022)

b. Kemiringan Daerah Pengaliran (s)

Tabel 4. 34 Kemiringan Melintang Perkerasan serta Bahu Jalan

No.	Jenis Lapisan Perkerasan Jalan	Kemiringan Melintang (%)
1.	Aspal, Beton	2 – 3
2.	Japat (jalan yang dipadatkan)	2 – 4
3.	Kerikil	3 – 6
4.	Tanah	4 - 6

Sumber: Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan (2006)

Diambil:

Perkerasan Aspal = 2%

Bahu Jalan (Tanah) = 4%

c. Kecepatan Aliran yang Diizinkan

Mengacu pada jenis materialnya, yaitu pasangan batu kali, maka kecepatan aliran yang diizinkan adalah 1,50 (m/detik)

Tabel 4. 35 Kecepatan Aliran Berdasar Bahan Pembuat Saluran

No.	Jenis Bahan Saluran	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/det)
1.	Pasangan batu	1,50
2.	Beton	1,50
3.	Beton bertulang	1,50

Sumber: Riyanto Haribowo Suhardjono (2022)

Perhitungan Tc adalah berikut ini :

$$\begin{aligned}t_1 (\text{Perkerasan}) &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \\ &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,020}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 0,988 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t_1 (\text{Bahu Jalan}) &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \\ &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,04}} \right)^{0,167} \\ &= 1,140 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$t_1 (\text{Total}) = 0,988 + 1,140$$

$$= 2,127 \text{ menit}$$

$$t_2 \text{ (Conduit Time)} = \frac{Ls}{60 V_{sat}}$$

$$t_2 = \frac{198,49}{60 \times 1,5}$$

$$= 2,205 \text{ menit}$$

$$T_c = t_1 + t_2$$

$$= 2,127 \text{ menit} + 2,205 \text{ menit}$$

$$= 4,333 \text{ menit}$$

2. Menentukan Intensitas Hujan

$$\text{Intensitas Hujan (I) mm/jam} = \left\{ \frac{R^2}{24} \right\} \times \left\{ \frac{24}{T} \right\}^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \left\{ \frac{252,701}{24} \right\} \times \left\{ \frac{24}{4,333} \right\}^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 505,212 \text{ mm/jam}$$

3. Mengidentifikasi Hubungan Koefisien Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran dapat ditetapkan berdasarkan bahan yang akan dipakai, yaitu:

Tabel 4. 36 Besaran Koefisien Limpasan

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Limpasan (C)
1.	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
2.	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3.	Bahu jalan: <ul style="list-style-type: none"> • Tanah berbutir halus • Tanah berbutir kasar • Batuan massif keras • Batuan massif lunak 	0,40 – 0,65 0,10 – 0,20 0,70 – 0,85 0,60 – 0,75

Sumber: Riyanto Haribowo Suhardjono (2022)

- Jalan beton dan jalan aspal (C) = 0,95
- Tanah berbutir kasar (C) = 0,20

Perhitungan Luas Daerah Pengaliran:

$$- A_1 \text{ (Perkerasan)} = 3 \text{ m} \times 198,49 \text{ m} = 595,47 \text{ m}^2 = 0,00059547 \text{ km}^2$$

$$- A_2 (\text{Bahu Jalan}) = 1 \text{ m} \times 198,49 \text{ m} = 198,49 \text{ m}^2 = 0,00019849 \text{ km}^2$$

Perhitungan Cgabungan :

$$\begin{aligned} C_{\text{gabungan}} &= \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2}{A_1 + A_2} \\ &= \frac{(0,95 \times 0,00059547) + (0,20 \times 0,00019849)}{0,00059547 + 0,00019849} \\ &= 0,76 \end{aligned}$$

4. Menentukan Debit Air

$$\begin{aligned} Q (\text{m}^3/\text{det}) &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,76 \times 505,212 \times 0,00079396 \\ &= 0,0850 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

5. Menentukan Dimensi Saluran

Bentuk dan ukuran penampang ditetapkan dengan terlebih dahulu menghitung luas profil saluran (F). luas profil saluran tergantung pada besarnya debit yang dialirkan. Tinggi saluran dan lebar saluran ditentukan memakai metode *trial and error* dengan bantuan *software excel*.

Tabel 4. 37 Metode Trial and Error

b	h	P	Luas Penampang Basah	w	R
		b + 2d	F = b x d		A/P
0,4	0,4	1,2	0,16	0,3	0,13

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan diatas, maka ukuran saluran yang dipilih adalah h (Tinggi Saluran) = 0,4 meter, b (lebar saluran) = 0,4 meter, Tinggi jagaan = 0,3 meter

- Luas Penampang Basah

$$\begin{aligned} F &= b \times h \\ &= 0,4 \times 0,4 \\ &= 0,16 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling Penampang basah

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,4 + 2(0,4) \\ &= 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tinggi Jagaan (w)

Tabel 4. 38 Tinggi Jagaan

No.	Debit (m ³ /det)	Tinggi air h (m)	Tinggi jagaan fb (m)
1.	Kurang dari 2,00	< 1,00	0,30
2.	2,00 – 10,00	1,00 – 2,00	0,60
3.	Lebih dari 10,00	> 2,00	0,80

Sumber: Riyanto Haribowo Suhardjono (2022)

Diambil:

$$w = 0,30$$

- Jari -Jari Hidrolis

$$R = \frac{F}{P}$$

$$= \frac{0,16}{1,2}$$

$$= 0,13$$

6. Kontrol Menentukan Kecepatan Aliran

Tabel 4. 39 Besaran Angka Kekasaran Manning (n)

No.	Bahan pembuat dasar dan dinding saluran	n
A.	Saluran tertutup dengan aliran Sebagian penuh	
1.	Gorong – gorong dari beton pracetak	0,011 – 0,015
2.	Gorong – gorong dari pracetak	0,013 – 0,017
3.	Gorong – gorong dari baja	0,021 – 0,030
4.	Gorong – gorong tanah liat bakar	0,021, - 0,013
B.	Saluran terbuka	
1.	Pleseteran semen	0,011 – 0,015
2.	Beton	0,014 – 0,019
3.	Pasangan batan	0,012 – 0,018
4.	Pasangan batu kali	0,017 – 0,030
5.	Tanah asli bersih	0,016 – 0,020
6.	Tanah berumput	0,025 – 0,033
7.	Batu padas	0,025 – 0,040
8.	Tanah tidak terawat	0,050 – 0,150

Sumber: Riyanto Haribowo Suhardjono (2022)

Kecepatan aliran dapat ditentukan melalui persamaan

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{S}$$

Berikut data yang dibutuhkan :

$$V_{\text{ijin maks}} = 1,50 \text{ m/detik}$$

$$n = 0,030$$

$$R = 0,133 \text{ m}$$

$$S = 0,003$$

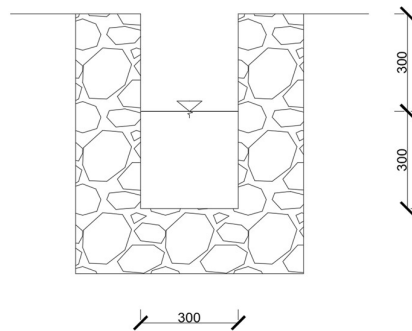
$$V = \frac{1}{0,03} \times 0,1333^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{0,003}$$
$$= 0,4765 \text{ m/detik}$$

Kontrol :

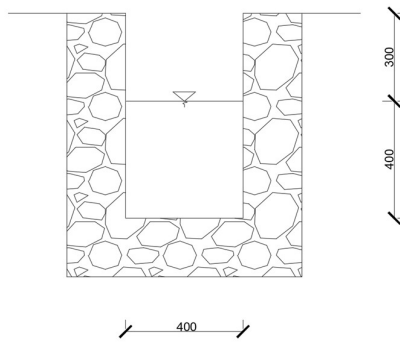
$$V_{\text{rencana}} \leq V_{\text{ijin}}$$

$$0,4765 \leq 1,5 \text{ m/detik OK!}$$

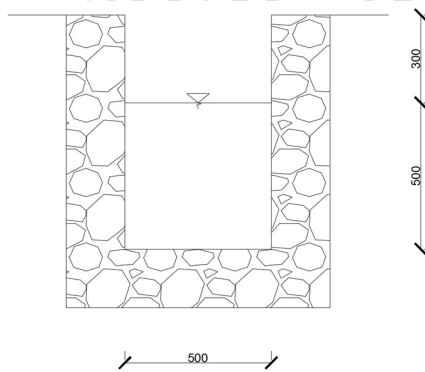
Untuk analisis drainase lainnya disajikan pada tabel 4. 41 – tabel 4. 44
sedangkan gambar dimensi saluran terdapat pada gambar 4. 13 – 4. 15



Gambar 4. 13 Dimensi Saluran Tipe I



Gambar 4. 14 Dimensi Saluran Tipe II



Gambar 4. 15 Dimensi Saluran Tipe III

Tabel 4. 40 Rekapitulasi Dimensi Saluran

Segmen		STA		Dimensi (m)		
				B	h	W
A1 + A2	A3 + A4	0+000	0+198,49	0,3	0,3	0,3
A5 + A6	A7 + A8	0+198,49	0+346,44	0,3	0,3	0,3
A9 + A10	A11 + A12	0+346,44	0+412,85	0,3	0,3	0,3
A13 + A14	A15 + A16	0+412,85	0+503,77	0,3	0,3	0,3
A17 + A18	A19 + A20	0+503,77	0+586,85	0,3	0,3	0,3
A21 + A22	A23 + A24	0+586,85	0+644,65	0,4	0,4	0,3
A25 + A26	A27 + A28	0+644,65	0+728,16	0,4	0,4	0,3
A29 + A30	A31 + A32	0+728,16	0+860,11	0,4	0,4	0,3
A33 + A34	A35 + A36	0+860,11	0+925,85	0,4	0,4	0,3
A37 + A38	A39 + A40	0+925,85	1+004,59	0,4	0,4	0,3
A41 + A42	A43 + A44	1+004,59	1+079,62	0,5	0,5	0,3
A45 + A46	A47 + A48	1+079,62	1+178,75	0,5	0,5	0,3
A49 + A50	A51 + A52	1+178,75	1+211,67	0,5	0,5	0,3
A53 + A54	A55 + A56	1+211,67	1+333,15	0,5	0,5	0,3
A57 + A58	A59 + A60	1+333,15	1+604,37	0,5	0,5	0,3

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 41 Rekapitulasi Debit Banjir Saluran Kanan

Area	Lebar (L _o)		Panjang saluran (L)		Luas Area (A)			nd (Perkerasan Aspal)	nd (Bahu Jalan)	Koefisien				t1	t2	Tc	Hujan rencana R5 Tahun	Intensitas Hujan (I)	Debit (Q)	
	Jalan	Bahu Jalan	(m)	(m)	Perkerasan (m ²)	Bahu Jalan (m ²)	Perkerasan (km ²)			Bahu Jalan (km ²)	s	v	C (Aspal)	C (Tanah Kasar)	C (Gabungan)	menit				menit
A1 + A2	3	1	198.49	595.47	198.49	0.00059547	0.00019849	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	2.205	4.333	252.701	505.212	0.0850
A5 + A6	3	1	147.95	444	147.95	0.00044385	0.00014795	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.644	3.771	252.701	554.198	0.0695
A9 + A10	3	1	66.41	199.23	66.41	0.00019923	0.00006641	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.738	2.865	252.701	665.609	0.0375
A13 + A14	3	1	90.92	272.76	90.92	0.00027276	0.00009092	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.010	3.137	252.701	626.511	0.0483
A17 + A18	3	1	83.08	249.24	83.08	0.00024924	0.00008308	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.923	3.050	252.701	638.383	0.0450
A21 + A22	3	1	57.8	173.4	57.8	0.00017340	0.00005780	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.642	2.769	252.701	680.851	0.0334
A25 + A26	3	1	83.31	250.53	83.31	0.00025053	0.00008331	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.928	3.055	252.701	637.718	0.0452
A29 + A30	3	1	131.95	395.85	131.95	0.00039585	0.00013195	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.466	3.593	252.701	572.330	0.0640
A33 + A34	3	1	65.74	197.22	65.74	0.00019722	0.00006574	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.730	2.858	252.701	666.765	0.0372
A37 + A38	3	1	78.74	236.22	78.74	0.00023622	0.00007874	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.875	3.002	252.701	645.202	0.0431
A41 + A42	3	1	75.03	225.09	75.03	0.00022509	0.00007503	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.834	2.961	252.701	651.176	0.0414
A45 + A46	3	1	99.13	297.39	99.13	0.00029739	0.00009913	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.101	3.229	252.701	614.654	0.0517
A49 + A50	3	1	32.92	98.76	32.92	0.00009876	0.00003292	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.366	2.493	252.701	730.298	0.0204
A53 + A54	3	1	121.48	364.44	121.48	0.00036444	0.00012148	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.350	3.477	252.701	585.027	0.0603
A57 + A58	3	1	271.22	813.66	271.22	0.00081366	0.00027122	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	3.014	5.141	252.701	450.772	0.1037

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 42 Rekapitulasi Debit Banjir Saluran Kiri

Area	Lebar (L _o)		Panjang saluran (L)		Luas Area (A)			nd (Perkerasan Aspal)	nd (Bahu Jalan)	Koefisien				t1	t2	Tc	Hujan rencana R5 Tahun	Intensitas Hujan (I)	Debit (Q)	
	Jalan (m)	Bahu Jalan (m)	(m)	(m)	Perkerasan (m ²)	Bahu Jalan (m ²)	Perkerasan (km ²)			Bahu Jalan (km ²)	s	v	C (Aspal)	C (Tanah Kasar)	C (Gabungan)	menit				menit
A3 + A4	3	1	198.49	595.47	198.49	0.00059547	0.00019849	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	2.205	4.333	252.701	505.212	0.0850
A7 + A8	3	1	147.95	444	147.95	0.00044385	0.00014795	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.644	3.771	252.701	554.198	0.0695
A11 + A12	3	1	66.41	199.23	66.41	0.00019923	0.00006641	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.738	2.865	252.701	665.609	0.0375
A15 + A16	3	1	90.92	272.76	90.92	0.00027276	0.00009092	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.010	3.137	252.701	626.511	0.0483
A19 + A20	3	1	83.08	249.24	83.08	0.00024924	0.00008308	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.923	3.050	252.701	638.383	0.0450
A23 + A24	3	1	57.8	173.4	57.8	0.00017340	0.00005780	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.642	2.769	252.701	680.851	0.0334
A27 + A28	3	1	83.51	250.53	83.51	0.00025053	0.00008351	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.928	3.055	252.701	637.718	0.0452
A31 + A32	3	1	131.95	395.85	131.95	0.00039585	0.00013195	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.466	3.593	252.701	572.330	0.0640
A35 + A36	3	1	65.74	197.22	65.74	0.00019722	0.00006574	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.730	2.858	252.701	666.765	0.0372
A39 + A40	3	1	78.74	236.22	78.74	0.00023622	0.00007874	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.875	3.002	252.701	645.202	0.0431
A43 + A44	3	1	75.03	225.09	75.03	0.00022509	0.00007503	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.834	2.961	252.701	651.176	0.0414
A47 + A48	3	1	99.13	297.39	99.13	0.00029739	0.00009913	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.101	3.229	252.701	614.654	0.0517
A51 + A52	3	1	32.92	98.76	32.92	0.00009876	0.00003292	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	0.366	2.493	252.701	730.298	0.0204
A55 + A56	3	1	121.48	364.44	121.48	0.00036444	0.00012148	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	1.350	3.477	252.701	585.027	0.0603
A59 + A60	3	1	271.22	813.66	271.22	0.00081366	0.00027122	0.02	0.2	Perkerasan 2% & Bahu Jalan 4%	1.5	0.95	0.20	0.76	2.127	3.014	5.141	252.701	450.772	0.1037

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 43 Rekapitulasi dimensi dan kontrol saluran kanan

STA	Area	Panjang Saluran		Debit (Q5)		Dimensi Saluran						Kapasitas Saluran				Tipe Saluran		
		m	m	m ³ /det	m ³ /det	B (m)	h (m)	F (m ²)	P (m)	R (m)	sloop	n	V rencana (m ³ /det)	V ijin (m ³ /det)	V ren < V Ijin		Q saluran (m ³ /det)	Q5 < Q saluran
0+000	A1 + A2	198.49	198.49	0.0850	0.0850	0.3	0.3	0.09	0.9	0.100	0.02	0.03	1.0156	1.5	TRUE	0.0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
0+198.49	A5 + A6	147.95	147.95	0.0695	0.0695	0.3	0.3	0.09	0.9	0.100	0.02	0.03	1.0156	1.5	TRUE	0.0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
0+346.44	A9 + A10	66.41	66.41	0.0375	0.0375	0.3	0.3	0.09	0.9	0.100	0.02	0.03	1.0156	1.5	TRUE	0.0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
0+412.85	A13 + A14	90.92	90.92	0.0483	0.0483	0.3	0.3	0.09	0.9	0.100	0.02	0.03	1.0156	1.5	TRUE	0.0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
0+503.77	A17 + A18	83.08	83.08	0.0450	0.0450	0.3	0.3	0.09	0.9	0.100	0.02	0.03	1.0156	1.5	TRUE	0.0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
0+586.85	A21 + A22	57.8	57.8	0.0334	0.0334	0.4	0.4	0.16	1.2	0.133	0.003	0.03	0.4765	1.5	TRUE	0.0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
0+644.65	A25 + A26	83.51	83.51	0.0452	0.0452	0.4	0.4	0.16	1.2	0.133	0.003	0.03	0.4765	1.5	TRUE	0.0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
0+728.16	A29 + A30	131.95	131.95	0.0640	0.0640	0.4	0.4	0.16	1.2	0.133	0.003	0.03	0.4765	1.5	TRUE	0.0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
0+860.11	A33 + A34	65.74	65.74	0.0372	0.0372	0.4	0.4	0.16	1.2	0.133	0.003	0.03	0.4765	1.5	TRUE	0.0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
0+925.85	A37 + A38	78.74	78.74	0.0431	0.0431	0.4	0.4	0.16	1.2	0.133	0.003	0.03	0.4765	1.5	TRUE	0.0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
1+004.59	A41 + A42	75.03	75.03	0.0414	0.0414	0.5	0.5	0.25	1.5	0.167	0.002	0.03	0.4515	1.5	TRUE	0.1129	TRUE	Pasangan Batu Kali
1+079.62	A45 + A46	99.13	99.13	0.0517	0.0517	0.5	0.5	0.25	1.5	0.167	0.002	0.03	0.4515	1.5	TRUE	0.1129	TRUE	Pasangan Batu Kali
1+178.75	A49 + A50	32.92	32.92	0.0204	0.0204	0.5	0.5	0.25	1.5	0.167	0.002	0.03	0.4515	1.5	TRUE	0.1129	TRUE	Pasangan Batu Kali
1+211.67	A53 + A54	121.48	121.48	0.0603	0.0603	0.5	0.5	0.25	1.5	0.167	0.002	0.03	0.4515	1.5	TRUE	0.1129	TRUE	Pasangan Batu Kali
1+333.15	A57 + A58	271.22	271.22	0.1037	0.1037	0.5	0.5	0.25	1.5	0.167	0.002	0.03	0.4515	1.5	TRUE	0.1129	TRUE	Pasangan Batu Kali

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 44 Rekapitulasi dimensi dan kontrol saluran kiri

	STA		Area	Panjang Saluran m	Debit (Q5) m ³ /det	Dimensi Saluran						Kapasitas Saluran					Tipe Saluran	
						B (m)	h (m)	F (m ²)	P (m)	R (m)	sloop	n	V rencana (m ³ /det)	V ijin (m ³ /det)	V ren < V ijin	Q saluran (m ³ /det)		Q5 < Q saluran
K	0+000	0+198,49	A3 + A4	198,49	0,0850	0,3	0,3	0,09	0,9	0,100	0,02	0,03	1,0156	1,5	TRUE	0,0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
	0+198,49	0+346,44	A7 + A8	147,95	0,0695	0,3	0,3	0,09	0,9	0,100	0,02	0,03	1,0156	1,5	TRUE	0,0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
	0+346,44	0+412,85	A11 + A12	66,41	0,0375	0,3	0,3	0,09	0,9	0,100	0,02	0,03	1,0156	1,5	TRUE	0,0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
	0+412,85	0+503,77	A15 + A16	90,92	0,0483	0,3	0,3	0,09	0,9	0,100	0,02	0,03	1,0156	1,5	TRUE	0,0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
	0+503,77	0+586,85	A19 + A20	83,08	0,0450	0,3	0,3	0,09	0,9	0,100	0,02	0,03	1,0156	1,5	TRUE	0,0914	TRUE	Pasangan Batu Kali
I	0+586,85	0+644,65	A23 + A24	57,8	0,0334	0,4	0,4	0,16	1,2	0,133	0,003	0,03	0,4765	1,5	TRUE	0,0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
	0+644,65	0+728,16	A27 + A28	83,51	0,0452	0,4	0,4	0,16	1,2	0,133	0,003	0,03	0,4765	1,5	TRUE	0,0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
R	0+728,16	0+860,11	A31 + A32	131,95	0,0640	0,4	0,4	0,16	1,2	0,133	0,003	0,03	0,4765	1,5	TRUE	0,0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
	0+860,11	0+925,85	A35 + A36	65,74	0,0372	0,4	0,4	0,16	1,2	0,133	0,003	0,03	0,4765	1,5	TRUE	0,0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
I	0+925,85	1+004,59	A39 + A40	78,74	0,0431	0,4	0,4	0,16	1,2	0,133	0,003	0,03	0,4765	1,5	TRUE	0,0762	TRUE	Pasangan Batu Kali
	1+004,59	1+079,62	A43 + A44	75,03	0,0414	0,5	0,5	0,25	1,5	0,167	0,002	0,03	0,4515	1,5	TRUE	0,1129	TRUE	Pasangan Batu Kali
	1+079,62	1+178,75	A47 + A48	99,13	0,0517	0,5	0,5	0,25	1,5	0,167	0,002	0,03	0,4515	1,5	TRUE	0,1129	TRUE	Pasangan Batu Kali
	1+178,75	1+211,67	A51 + A52	32,92	0,0204	0,5	0,5	0,25	1,5	0,167	0,002	0,03	0,4515	1,5	TRUE	0,1129	TRUE	Pasangan Batu Kali
	1+211,67	1+333,15	A55 + A56	121,48	0,0603	0,5	0,5	0,25	1,5	0,167	0,002	0,03	0,4515	1,5	TRUE	0,1129	TRUE	Pasangan Batu Kali
	1+333,15	1+604,37	A59 + A60	271,22	0,1037	0,5	0,5	0,25	1,5	0,167	0,002	0,03	0,4515	1,5	TRUE	0,1129	TRUE	Pasangan Batu Kali

Sumber : Hasil Perhitungan



4.2.5 Manajemen Konstruksi

A. Analisis Anggaran Biaya

Untuk analisis anggaran biaya dibutuhkan untuk menghitung total harga yang dibutuhkan untuk pengembangan ruas jalan Kalitekuk-Pantai Modangan, Kabupaten Malang, mulai dari Sta 0+000 hingga 1+604,37. Perencanaan anggaran biaya ini didasarkan pada volume pekerjaan pembangunan jalan yang mencakup berbagai aspek:

A. Pekerjaan Tanah

- Pekerjaan pengupasan dan pembersihan Semak
- Pekerjaan penggalian tanah
- Pekerjaan timbunan dari sumber galian

B. Pekerjaan Lapis Pondasi

- Pekerjaan lapisan pondasi atas menggunakan agregat kelas C
- Pekerjaan lapisan pondasi bawah menggunakan sirtu kelas C

C. Pekerjaan Perkerasan Aspal

- Pekerjaan lapis resap pengikar (prime coat)
- Pekerjaan AC-WC

D. Pekerjaan Drainase

- Pekerjaan pembangunan saluran samping dengan memakai susunan batu kali
- Pekerjaan pasangan batu kali dengan mortar

E. Pekerjaan Minor

- Pemasangan patok pengarah
- Pemasangan rambu jalan Tunggal dengan permukaan pemantul Engineering Grade
- Pemasangan patok kilometer

B. Analisis Volume Pekerjaan

a. Pekerjaan Tanah

Pada pekerjaan tanah mencakup pekerjaan penggalian dan timbunan. Untuk penghitungan volume dilakukan pada tiap jarak potongan di setiap tikungan. Luas profil melintang untuk penggalian dan timbunan dihitung dengan bantuan *Software AutoCAD*.

- Pengupasan dan pembersihan

Berikut adalah analisis volume pekerjaan pembersihan lahan :

$$\text{Lebar Jalan} = 3 \text{ m} \times 2 = 6 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Bahu} = 1 \text{ m} \times 2 = 2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Saluran Tepi} = 1,5 \text{ m} \times 2 = 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Total} = 11 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume keseluruhan} &= 1604,37 \text{ m} \times 11 \text{ m} \\ &= 17648,07 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Galian

Pada volume penggalian dihitung menggunakan *Software AutoCAD*.

Tabel 4. 45 berikut adalah rekapitulasi perhitungannya.

Tabel 4. 45 Volume Galian

Titik	STA	Volume Galian (m ³)
G1	0+000 - 0+412.85	31905.05
G2	0+412.85 - 0+438.85	4246.80
G3	0+438.85 - 0+586.85	31875.43
G4	0+586.85 - 0+604.85	2535.96
G5	0+604.85 - 0+626.65	4305.70
G6	0+626.65 - 0+745.77	4530.81
Total Volume Galian		79399.75

- Timbunan

Pada volume timbunan dihitung menggunakan *Software AutoCAD*.

Tabel 4. 46 berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungannya.

Tabel 4. 46 Volume Timbunan

Titik	STA	Volume Timbunan (m ³)
T1	0+745.77 - 0+860.11	5593.51
T2	0+860.11 - 0+925.82	4312.54
T3	0+925.85 - 0+986.59	7749.01
T4	0+986.59 - 1+004.59	3526.77
T5	1+004.59 - 1+178.75	23407.1
T6	1+178.75 - 1+333.15	12189.94
T7	1+333.15 - 1+604.37	14537.39
Total Volume Timbunan		71316.26

Faktor Konversi

Diketahui :

Jenis Tanah di daerah studi yaitu sand clay/tanah biasa. Faktor konversi tanah lepas dan padat yaitu:

- Faktor Lepas = 1,25

- Faktor Padat = 0,9

Konversi Volume

- Volume Galian dalam Keadaan Lepas

= Volume galian (asli) x Faktor Lepas

= 79399,74 m³ x 1,25

= 99249,68 m³

- Volume Timbunan dalam Keadaan Lepas

= (Volume Timbunan (Padat))/(Faktor Padat) x Faktor Lepas

= (71316,26 m³)/0,90 x 1,25

= 99050,37 m³

Selisih Galian dan Timbunan

= Volume Galian (Lepas) – Volume Timbunan (Lepas)

= 99249,68 m³ - 99050,37 m³

= 199,31 m³

b. Pekerjaan Lapisan Pondasi

- Pekerjaan lapisan pondasi atas menggunakan Agregat Kelas C

- Tebal Lapisan = 0,2 m

- Volume = tebal lapis x lebar perkerasan x Panjang jalan

$$= 0,2 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 1604,37 \text{ m}$$

$$= 1925,244 \text{ m}^3$$

- Pekerjaan lapisan pondasi bawah menggunakan Sirtu Kelas C

- Tebal Lapisan = 0,1090 m

- Volume = tebal x lebar perkerasan x Panjang jalan

$$= 0,1090 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 1604,37 \text{ m}$$

$$= 1049,257 \text{ m}^3$$

c. Pekerjaan Perkerasan Aspal

- Pekerjaan lapis permukaan AC-WC (Laston MS 744)

- Tebal Lapisan = 0,05 m

- Bj Aspal = 2,3

- Volume = Tebal lapisan x lebar perkerasan x Panjang jalan x Bj Aspal

$$= 0,05 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 1604,37 \text{ m} \times 2,3$$

$$= 1107,0153 \text{ ton}$$

- Pekerjaan lapisan perekat menggunakan Tack Coat dihitung berdasarkan data-data berikut ini:

Lebar = 3 m

Panjang = 1604,37 m

Kebutuhan 1 m² tack coat adalah 0,32 liter (sesuai Spesifikasi umum 2018 (revisi 2) PU Bina Marga)

Volume = (2 x 3) x 1604,37 x 0,32

$$= 3080,3904 \text{ liter/m}^2$$

- Pekerjaan lapis resap pengikat dengan Prime Coat dihitung berdasarkan data-data berikut ini:

Lebar = 3 m

Panjang = 1604,37 m

Kebutuhan 1 m² Prime coat adalah 1,3 liter (sesuai Spesifikasi umum 2018 (revisi 2) PU Bina Marga)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (2 \times 3) \times 1604,37 \times 1,3 \\ &= 12514,086 \text{ liter/m}^2 \end{aligned}$$

d. Pekerjaan Drainase

Pekerjaan konstruksi saluran samping dilakukan dengan memakai batu kali sebagai bahan pasangan, dengan ukuran yang tertera dalam tabel yang menjadi bagian dari lampiran penghitungan volume saluran samping.

- Pekerjaan galian tanah untuk drainase dihitung menurut data-data berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Lebar galian} &= 0,8 \text{ m} \\ \text{Tinggi galian} &= 1 \text{ m} \\ \text{Luas galian} &= b \times h \\ &= 0,8 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 0,8 \text{ m}^2 \\ \text{Panjang galian} &= 1604,37 \text{ m} \times 2 \\ &= 3208,74 \text{ m} \\ \text{Volume galian} &= \text{Luas galian} \times \text{Panjang galian} \\ &= 0,8 \text{ m} \times 3208,74 \text{ m} \\ &= 2566,99 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Pekerjaan pasangan batu dengan mortar
Pekerjaan konstruksi saluran samping dilakukan dengan memakai pasangan batu kali yang memiliki ukuran tertentu pada tabel 4. 47

Tabel 4. 47 Volume Saluran Samping

Tipe Saluran	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)	Jumlah	Volume
Saluran Tipe 1	586.65	0.7	0.8	0.56	2	445.854
		0.3	0.6	0.18		
				0.38		
Saluran Tipe 2	417.74	0.8	0.9	0.72	2	367.6112
		0.4	0.7	0.28		
				0.44		
Saluran Tipe 3	599.78	0.9	1	0.9	2	599.78
		0.5	0.8	0.4		
				0.5		

Dengan demikian, volume saluran samping yang menggunakan material pasangan batu kali adalah

$$V = 445,854 + 367,6112 + 599,78$$

$$= 1413,245 \text{ m}^3$$

C. Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi

Untuk harga satuan dasar mengacu pada harga satuan pekerjaan konstruksi di wilayah Kabupaten Malang. Sedangkan harga satuan untuk upah, material, dan alat dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 4. 48 Harga Satuan Upah

HARGA SATUAN TENAGA KERJA			
KODE	URAIAN	SATUAN	HARGA
L.01	Pekerja	Jam	17,484
L.02.b	Tukang Batu	Jam	25,064
L.03	Kepala Tukang	Jam	22,513
L.04	Mandor	Jam	23,690

Tabel 4. 49 Harga Satuan Bahan

HARGA SATUAN BAHAN			
M.001	Pasir Urug	m ³	138,900
M.001.a	Pasir	m ³	352,000
M.004	Sirtu	m ³	162,451
M.008	Tanah Timbun	m ³	126,564
M.008.a	Tanah Urug Taman/Katel	m ³	115,000
M.261.e	Aspal	kg	12,533
M.261.a	Aspal Emulsi	kg	12,533
M.813	Asbuton Halus	Ton	376,802
M.261.c	Batu Bara	Kg	1,285
M.262	Aspal Cement (Pelabuhan)	kg	15,640
M.263	Beton 1:2:3	m ³	1,202,629
M.263.a	Patok Beton K-175	bh	107,079
M.264	Campuran beton	m ³	1,202,629
M.264.a	Beton mutu, f _{lc} =14,5 Mpa (K175)	m ³	1,141,352
M.264.b	Campuran beton f _c '=19,3 Mpa	m ³	1,202,629
M.264.c	Campuran beton, f _c '≥ 20 Mpa	m ³	1,080,705
M.264.d	Campuran beton ready mix	m ³	1,202,629
M.264.e	Beton K-300	m ³	1,258,569
M.264.n	Box Culvert monolit 400 x 400 mm	m ¹	984,431
M.31a	Aspal Emulsi CSS-1 atau SS-1	Ltr	15,381
M.31b	Aspal Emulsi CRS-1 atau RS-1	Ltr	15,381
M.284	Agregat A	m ³	235,310
M.284.a	Agregat Kasar	m ³	196,106
M.284.d	Agregat 0-5	m ³	202,570
M.284.e	Agregat 5-10	m ³	202,570
M.284.f	Agregat 10-15	m ³	194,813
M.284.g	Agregat pecah mesin (0-5)	m ³	202,570
M.284.h	Agregat pecah mesin (5-9,5)	m ³	198,260
M.284.i	Agregat pecah mesin (9,5-19)	m ³	194,813
M.284.j	Agregat Halus	m ³	323,946
M.284.k	Bahan Agr.Base Kelas A	m ³	235,310
M.284.l	Bahan Agr.Base Kelas B	m ³	192,942
M.284.m	Bahan Agr.Base Kelas C	m ³	230,271
M.284.o	Agregat Pecah Mesin 5 - 10 & 10 - 20 mm	m ³	197,469
M.284.p	Agregat Pecah Mesin 20 - 30 mm	m ³	287,969

Tabel 4. 50 Harga Sewa Alat

HARGA SATUAN ALAT			
E.01	Asphalt Mixing Plant (Amp)	Jam	11,345,433.00
E.02	Asphalt Finisher	Jam	631,284
E.03	Asphalt Sprayer	Jam	70,695
E.04	Bulldozer 100-150 Hp	Jam	596,071
E.05	Compressor 4000-6500 L/M	Jam	277,200
E.05.a	Air Compressor	Jam	305,840
E.06	Concrete Mixer 0.3-0.6 M ³	Jam	244,240
E.08	Dump Truck 3-4 M ³ , 3.5 Ton	Jam	407,410
E.09	Dump Truck 10 Ton	Jam	721,083
E.10	Excavator 80-140 Hp	Jam	730,638
E.10.a	Excavator Standard	Jam	275,730
E.10.b	Excavator (Long Arm)	Jam	386,022
E.10.d	Excavator 1 (Long Arm) + Ponton 1	Jam	716,898
E.12	Generator Set (Genset)	Jam	507,800
E.13	Motor Grader >100 Hp	Jam	577,700
E.15	Wheel Loader 1.0-1.6 M ³	Jam	480,873
E.16	Three Wheel Roller 6-8 T	Jam	297,099
E.17	Tandem Roller 6-8 T.	Jam	482,513
E.18	Tire Roller 8-10 T.	Jam	536,816
E.18.a	Pneumatic Tire Roller	Jam	527,378
E.19	Vibratory Roller 5-8 T.	Jam	418,100
E.20	Concrete Vibrator	Jam	43,840
E.23	Water Tanker 3000-4500 L.	Jam	236,600
E.34	Asphalt Liquid Mixer	Jam	45,000
E.41	Asphalt Distributor	Jam	520,594
E.42	Slip Form Paver	Jam	857,500
(E85)	Thermoplastic Road Marking Machine	Jam	68,353

D. Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Untuk analisis harga satuan pokok pekerjaan dibagi atas masing-masing pekerjaan yang tersaji pada Tabel 4. 51 dibawah ini Sumber AHSP Bidang Bina Marga 2024.

Tabel 4. 51 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

BAB I PEKERJAAN TANAH					
Pembersihan dan Pengupasan Lahan					
No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1.	Pekerja	Jam	0.0319	Rp 17,484.00	Rp 557.74
2.	Mandor	Jam	0.0032	Rp 23,690.00	Rp 75.81
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 633.55
B	BAHAN				
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp -
C	PERALATAN				
1.	Bulldozer 100-150 Hp	Jam	0.0048	Rp 596,071.00	Rp 2,861.14
2	Track Loader 75-100 Hp	Jam	0.0032	Rp 443,473.00	Rp 1,419.11
3	Dump Truck 3.5 Ton	Jam	0.0055	Rp 721,083.00	Rp 3,965.96
4	Alat Bantu		1.0000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 8,246.21
D	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)				Rp 8,879.76
E	OVERHEAD & PROFIT			0.10	Rp 887.98
F	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				Rp 9,767.73

Galian tanah biasa					
No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1.	Pekerja	Jam	0.0327	Rp 17,484.00	Rp 571.73
2.	Mandor	Jam	0.0163	Rp 23,690.00	Rp 386.15
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 957.87
B	BAHAN				
JUMLAH HARGA BAHAN					
C	PERALATAN				
1.	Excavator 8-10 HP	Jam	0.0163	Rp 730,638.00	Rp 11,909.40
2.	Dump Truck 3.5 Ton	Jam	0.0597	Rp 721,083.00	Rp 43,048.66
3	Alat Bantu		1.000		
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 54,958.05
D	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)				Rp 55,915.93
E	OVERHEAD & PROFIT			0.10	Rp 5,591.59
F	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				Rp 61,507.52

Timbunan Biasa dari Sumber Galian					
No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.0153	Rp 17,484.00	Rp 267.51
2.	Mandor	Jam	0.0038	Rp 23,690.00	Rp 90.02
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 357.53
B. BAHAN					
1.	Bahan Timbunan Biasa (Tanah Urug)	M3	1.1655	Rp 115,000.00	Rp 134,032.50
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 134,032.50
C. PERALATAN					
1	Excavator 80-140 Hp	Jam	0.0105	Rp 730,638.00	Rp 7,671.70
2	Dump Truck 3.5 Ton	Jam	0.0624	Rp 407,410.00	Rp 25,422.38
3	Motor Grader >100 Hp	Jam	0.0038	Rp 577,700.00	Rp 2,195.26
4	SheepFoot Roller	Jam	0.0095	Rp 448,721.02	Rp 4,262.85
5	Tandem Roller 6-8 T.	Jam	0.0052	Rp 482,513.00	Rp 2,509.07
6	Water Tanker 3000-4500 L.	Jam	0.0070	Rp 236,600.00	Rp 1,656.20
7	Alat Bantu	Jam	1.0000		
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 43,717.46
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 178,107.49
E. OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 17,810.75
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 195,918.24

BAB II PEKERJAAN LAPIS PONDASI DAN BAHU JALAN

Lapis Pondasi Atas Agregat Kelas C

No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.0427	Rp 27,643.54	Rp 1,180.38
2.	Mandor	Jam	0.0071	Rp 33,312.62	Rp 236.52
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 1,416.90
B. BAHAN					
1.	0-25mm rescreen Scalping Screen	M3	1.3034	Rp 273,873.41	Rp 356,966.60
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 356,966.60
C. PERALATAN					
1	Wheel Loader 1.0-1.6 MP	Jam	0.0071	Rp 480,873.00	Rp 3,414.20
2	Dump Truck 3-4 MP, 3.5 Ton	Jam	0.1920	Rp 407,410.00	Rp 78,222.72
3	Motor Grader >100 Hp	Jam	0.0100	Rp 577,700.00	Rp 5,777.00
4	Vibratory Roller 5-8 T.	Jam	0.0138	Rp 245,510.00	Rp 3,388.04
5	Alat Bantu	Ls	1.0000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 90,801.96
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 449,185.46
E. OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 44,918.55
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 494,104.00

Lapis Pondasi Bawah Sirtu Kelas C

No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.0427	Rp 27,643.54	Rp 1,180.38
2.	Mandor	Jam	0.0071	Rp 33,312.62	Rp 236.52
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 1,416.90
B. BAHAN					
1.	0-25mm rescreen Scalping Screen	M3	1.3034	Rp 273,873.41	Rp 356,966.60
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 356,966.60
C. PERALATAN					
1	Wheel Loader 1.0-1.6 MP	Jam	0.0071	Rp 480,873.00	Rp 3,414.20
2	Dump Truck 3-4 MP, 3.5 Ton	Jam	0.1920	Rp 407,410.00	Rp 78,222.72
3	Motor Grader >100 Hp	Jam	0.0100	Rp 577,700.00	Rp 5,777.00
4	Vibratory Roller 5-8 T.	Jam	0.0138	Rp 245,510.00	Rp 3,388.04
5	Alat Bantu	Jam	1.0000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 90,801.96
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 449,185.46
E. OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 44,918.55
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 494,104.00

BAB III PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL

Lapis resap pengikat (prime coat)

No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1	Pekerja	Jam	0.0071	Rp 17,484.00	Rp 124.14
2	Mandor	Jam	0.0018	Rp 23,690.00	Rp 42.64
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 166.78
B. BAHAN					
1	Aspal Emulsi CSS-1 atau SS-1	Liter	1.7895	Rp 10,500.00	Rp 18,789.75
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 18,789.75
C. PERALATAN					
1.	Asphalt Distributor	Jam	0.0018	Rp 520,594.00	Rp 921.45
2.	Compressor 4000-6500 L/M	Jam	0.0040	Rp 277,200.00	Rp 1,117.12
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 2,038.57
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 20,995.10
E. OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 2,099.51
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 23,094.61

AC-WC

No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1	Pekerja	Jam	0.2008	Rp 17,484.00	Rp 3,510.79
2	Mandor	Jam	0.0201	Rp 23,690.00	Rp 476.17
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 3,986.96
B. BAHAN					
1	Agregat Pecah Mesin 5 - 10 & 10 - 20 mm	M3	0.3332	Rp 197,469.00	Rp 65,796.67
2	Agregat pecah mesin (0-5)	M3	0.4225	Rp 202,570.00	Rp 85,585.83
3	Semen	Kg	9.5880	Rp 1,600.00	Rp 15,340.80
4	Aspal	Kg	61.7100	Rp 13,034.00	Rp 804,328.14
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 971,051.44
C. PERALATAN					
1	Wheel Loader 1.0-1.6 M3	Jam	0.0128	Rp 480,873.00	Rp 6,155.17
2	Asphalt Mixing Plant (Amp)	Jam	0.0201	Rp 11,345,433.00	Rp 228,043.20
3	Generator Set (Genset)	Jam	0.0201	Rp 507,800.00	Rp 10,206.78
4	Asphalt Finisher	Jam	0.0945	Rp 631,284.00	Rp 59,656.34
5	Dump Truck 10 Ton	Jam	0.0125	Rp 721,083.00	Rp 9,013.54
6	Tandem Roller 6-8 T.	Jam	0.0127	Rp 482,513.00	Rp 6,127.92
7	Pneumatic Tire Roller	Jam	0.0140	Rp 527,378.00	Rp 7,383.29
8	Alat Bantu	Ls	1.0000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 326,586.24
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 1,301,624.63
E. OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 130,162.46
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 1,431,787.10

BAB IV PEKERJAAN DRAINASE

Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air

No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.2914	Rp 17,484.00	Rp 5,094.84
2.	Mandor	Jam	0.0486	Rp 23,690.00	Rp 1,151.33
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 6,246.17
B. BAHAN					
JUMLAH HARGA BAHAN					
C. PERALATAN					
1.	Excavator Standard	Jam	0.0486	Rp 275,730.00	Rp 13,400.48
2.	Dump Truck 3-4 M3, 3.5 Ton	Jam	0.1137	Rp 407,410.00	Rp 46,322.52
3	Alat Bantu	Ls	1.000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 59,723.00
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 65,969.17
E. OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 6,596.92
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 72,566.08

Pasangan Batu dengan Mortar Untuk Drainase dan Saluran Air					
No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1	Pekerja	Jam	1.6064	Rp 17,484.00	Rp 28,086.30
2	Tukang Batu	Jam	0.6426	Rp 23,064.00	Rp 16,106.13
3	Mandor	Jam	0.0803	Rp 23,690.00	Rp 1,902.31
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 46,094.73
B. BAHAN					
1	Batu Kali	M3	1.6078	Rp 211,300.00	Rp 339,728.14
2	Portland Cement (PC)	Kg	165.38	Rp 1,686.00	Rp 278,830.68
3	Pasir	M3	0.63	Rp 352,000.00	Rp 221,760.00
4	Air	Ltr	105.75	Rp 50.00	Rp 5,287.50
5	Peralatan Dia 2 inch PVC	M	2.56	Rp 23,000.00	Rp 58,880.00
6	Kayu	M3	0.0192	Rp 4,926,810.00	Rp 94,594.75
7	Paku	Kg	0.2821	Rp 16,640.00	Rp 4,694.14
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 1,003,775.22
C. PERALATAN					
1.	Concrete Mixer 0.3-0.6 MP	Jam	0.0803	Rp 244,240.00	Rp 19,612.47
2.	Water Tarker 3000-4500 L.	Jam	0.0221	Rp 236,600.00	Rp 5,228.86
3	Alat Bantu	Ls	1.000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 24,841.33
D JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 1,074,711.28
E OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 107,471.13
F HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 1,182,182.41

BABIV PEKERJAAN MINOR

Marka Jalan Termoplastik (Manual)					
No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1	Pekerja Biasa	Jam	0.8400	Rp 17,484.00	Rp 14,686.56
2	Mandor	Jam	0.0840	Rp 23,690.00	Rp 1,989.96
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 16,676.52
B. BAHAN					
1	Cat Marka Thermoplastik	Kg	3.2895	Rp 88,875.00	Rp 292,354.31
2	Glass Bead	Kg	0.4590	Rp 91,878.00	Rp 42,172.00
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 334,526.31
C. PERALATAN					
1	Mein Cat Marka Jalan Thermoplastic	Jam	0.0840	Rp 55,146.00	Rp 4,632.26
2	Compressor 4000-6500 L/M	Jam	0.0840	Rp 277,200.00	Rp 23,284.80
3	Truck 2 Ton	Jam	0.0840	Rp 343,527.27	Rp 28,856.29
4	Alat Bantu	Ls	1.000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 56,773.35
D JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 407,976.19
E OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 40,797.62
F HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 448,773.81

Marka jalan bukan termoplastik					
No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1	Pekerja Biasa	Jam	0.6000	Rp 17,484.00	Rp 10,490.40
2	Tukang	Jam	0.2250	Rp 21,336.00	Rp 4,800.60
3	Mandor	Jam	0.0750	Rp 23,690.00	Rp 1,776.75
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 17,067.75
B. BAHAN					
1	Cat Marka	Kg	0.2609	Rp 74,955.00	Rp 19,555.76
2	Blass Bit	Kg	0.0870	Rp 160,945.65	Rp 14,002.27
3	Thinner	Liter	0.4500	Rp 21,840.00	Rp 9,828.00
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 43,386.03
C. PERALATAN					
1	Compressor 4000-6500 L/M	Jam	0.0750	Rp 277,200.00	Rp 20,790.00
2	Cold Paint Spray Machine	Jam	0.0750	Rp 53,983.00	Rp 4,048.73
3	Dump Truck 3-4 MP, 3.5 Ton	Jam	0.0750	Rp 407,410.00	Rp 30,555.75
4	Alat Bantu	Ls	1.000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 55,394.48
D JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 115,848.26
E OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 11,584.83
F HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 127,433.08

Pemasangan Rambu Jalan Tunggal dengan permukaan pemantul Engineering Grade					
No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1	Pekerja Biasa	Jam	0.5100	Rp 17,484.00	Rp 8,916.84
2	Tukang	Jam	0.0850	Rp 21,336.00	Rp 1,813.56
3	Mandor	Jam	0.0850	Rp 23,690.00	Rp 2,013.65
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 12,744.05
B. BAHAN					
1	Pelat Rambu (Eng. Grade)	Buah	1.0000	Rp 280,072.00	Rp 280,072.00
2	Pipa Galvanis Dia. 5"	Batang	1.0000	Rp 74,955.00	Rp 74,955.00
3	Beton Struktur fc' 20 MPa	M3	0.0160	Rp 2,035,241.00	Rp 32,563.86
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 387,590.86
C. PERALATAN					
1	Dump Truck 3-4 M ³ , 3.5 Ton	Jam	0.0850	Rp 407,410.00	Rp 34,629.85
2	Alat Bantu	Ls	1.0000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 34,629.85
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 434,964.76
E. OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 43,496.48
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 478,461.23

Patok Pengarah					
No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.7204	Rp 17,484.00	Rp 12,595.47
2.	Tukang	Jam	0.3602	Rp 21,336.00	Rp 7,685.23
3.	Mandor	Jam	0.0901	Rp 23,690.00	Rp 2,134.47
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 22,415.17
B. BAHAN					
1.	Beton Struktur fc' 20 MPa	M3	0.0343	Rp 2,035,241.00	Rp 69,808.77
2.	Baja Tulangan	Kg	4.2820	Rp 13,000.00	Rp 55,666.00
3.	Cat	0.05	0.0504	Rp 48,672.00	Rp 2,453.07
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 127,927.84
C. PERALATAN					
1.	Dump Truck 3-4 M ³ , 3.5 Ton	Jam	0.0214	Rp 407,410.00	Rp 8,718.57
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 8,718.57
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 159,061.58
E. OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 15,906.16
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 174,967.74

Patok kilometer					
No	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS PERKIRAAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1.	Pekerja	Jam	0.5320	Rp 17,484.00	Rp 9,301.49
2.	Tukang	Jam	0.1773	Rp 21,336.00	Rp 3,782.87
3.	Mandor	Jam	0.1773	Rp 23,690.00	Rp 4,200.24
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 17,284.60
B. BAHAN					
1.	Beton Struktur fc' 20 MPa	M3	0.1440	Rp 2,035,241.00	Rp 293,074.70
2.	Baja Tulangan	Kg	7.3440	Rp 13,000.00	Rp 95,472.00
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 388,546.70
C. PERALATAN					
1	Dump Truck 3-4 M ³ , 3.5 Ton	Jam	0.1773	Rp 407,410.00	Rp 72,233.79
2	Alat bantu	Ls	1.0000	Rp -	Rp -
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 72,233.79
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN, DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 478,065.09
E. OVERHEAD & PROFIT				0.10	Rp 47,806.51
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					Rp 525,871.60

E. Rekapitulasi Analisis Anggaran Biaya

Perkiraan biaya merupakan perhitungan total pengeluaran yang dibutuhkan untuk material, tenaga kerja, penyewaan peralatan, dan biaya lain yang terkait dengan pelaksanaan proyek. Ringkasan biaya tersebut dapat dilihat pada tabel 4.52.

Tabel 4. 52 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Bobot (%)
1	2	3	4	5	6	7
BAB I : PEKERJAAN TANAH						
1	Pengupasan dan Pembersihan Semak	17648.07	m ²	Rp 9.767.73	Rp 172.381.659.55	0.5704
2	Galian tanah biasa	99249.68	m ³	Rp 61.507.52	Rp 6.104.601.789.75	20.2001
3	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	99050.37	m ³	Rp 195.918.24	Rp 19.405.773.789.22	64.2136
					Rp 25.682.757.238.52	84.9841
JUMLAH BAB I : PEKERJAAN TANAH						
BAB II : PEKERJAAN LAPIS PONDASI DAN BAHU JALAN						
1	Lapis Pondasi Atas Agregat Kelas C	1925.24	m ³	Rp 494.104.00	Rp 951.270.767.96	3.1478
2	Lapis Pondasi Bawah Sirtu Kelas C	1049.26	m ³	Rp 494.104.00	Rp 518.442.568.54	1.7155
					Rp 1.469.713.336.50	4.8633
JUMLAH BAB II : PEKERJAAN LAPIS PONDASI DAN BAHU JALAN						
BAB III : PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL						
1	Lapis resap pengikat (prime coat)	12511.20	Liter	Rp 23.024.61	Rp 288.941.226.56	0.9561
2	AC-WC	481.31	m ³	Rp 1.431.787.10	Rp 689.134.878.74	2.2803
					Rp 978.076.105.29	3.2364
JUMLAH BAB III : PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL						
BAB IV : PEKERJAAN DRAINASE						
1	Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	2566.99	m ³	Rp 72.566.08	Rp 186.276.410.07	0.6164
2	Pasangan Batu dengan Mortar Untuk Drainase dan Saluran Air	1413.25	m ³	Rp 1.182.182.41	Rp 1.670.713.375.64	5.5284
					Rp 1.856.989.785.71	6.1448
JUMLAH BAB IV : PEKERJAAN DRAINASE						
BAB V : PEKERJAAN MINOR						
1	Mirka jalan termoplastik (V.imal)	385.04	m ²	Rp 448.773.81	Rp 172.795.867.07	0.5718
2	Mirka jalan bukan termoplastik	385.04	m ²	Rp 127.433.08	Rp 49.066.833.76	0.1624
3	Pemangan Rambu Jalan Tunggal dengan permukaan pemantul Engineering Grade	14	Unit	Rp 478.461.23	Rp 6.698.457.24	0.0222
4	Patok Pengarah	14	Unit	Rp 174.967.74	Rp 2.449.548.32	0.0081
5	Patok kilometer	4	Unit	Rp 525.871.60	Rp 2.103.486.42	0.0070
					Rp 233.114.192.81	0.7714
JUMLAH BAB V : PEKERJAAN MINOR						
TOTAL RENCANA ANGGARAN BIAYA					Rp 30.220.650.658.82	
REKAPITULASI						
BAB I : PEKERJAAN TANAH					Rp 25.682.757.238.52	
BAB II : PEKERJAAN LAPIS PONDASI DAN BAHU JALAN					Rp 1.469.713.336.50	
BAB III : PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL					Rp 978.076.105.29	
BAB IV : PEKERJAAN DRAINASE					Rp 1.856.989.785.71	
BAB V : PEKERJAAN MINOR					Rp 233.114.192.81	
JUMLAH					Rp 29.987.536.466.01	
PPN 15%					Rp 4.498.130.469.90	
JUMLAH TOTAL					Rp 34.485.666.935.91	
Dibulatkan					Rp 34.485.700.000	
TIGA PULUH EMPAT MILYAR EMPAT RATUS DELAPAN PULUH LIMA TUJUH RATUS RIBU RUPIAH						

F. Rencana dan Durasi

Berikut adalah keseluruhan rencana dan durasi :

Tabel 4. 53 Rencana dan Durasi

PERENCANAAN DAN DURASI										
BAB I : PEKERJAAN TANAH										
Keputusan Pemerintah Kabupaten Malang (HSK 2022)										
Perencanaan dan Pembersihan Semak										
Satuan Pembayaran = m ²										
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI
1	Pelajar	org/tr	17648.07	0.0319	Rp 17.484.00	10	Rp 557.74	Rp 134.840.00	313.36	Jam Hari Minggu
2	Mendoc	org/tr		0.0082	Rp 22.650.00	1	Rp 76.81	Rp 22.820.00		
Jumlah =						11	Rp 633.55	Rp 198.500.00		57 9 2
Galian tanah biasa										
Satuan Pembayaran = m ³										
1	Pelajar	org/tr	99249.68	0.0327	Rp 17.484.00	20	Rp 571.73	Rp 246.880.00	389.79	Jam Hari Minggu
2	Mendoc	org/tr		0.0162	Rp 22.650.00	1	Rp 386.15	Rp 22.820.00		
Jumlah =						21	Rp 957.87	Rp 373.370.00		255 37 6
Timbunan Biasa dari Sumber Galian										
Satuan Pembayaran = m ³										
1	Pelajar	org/tr	99050.37	0.0153	Rp 17.484.00	10	Rp 247.51	Rp 134.840.00	555.29	Jam Hari Minggu
2	Mendoc	org/tr		0.0088	Rp 22.650.00	1	Rp 90.02	Rp 22.820.00		
Jumlah =						11	Rp 337.53	Rp 198.500.00		179 26 4
BAB II : PEKERJAAN LAPIS PONDASI DAN BAHU JALAN										
Lapis Pondasi Atas Agregat Kelas C										
Satuan Pembayaran = m ³										
1	Pelajar	org/tr	1925.24	0.0427	Rp 22.642.54	5	Rp 1.180.38	Rp 138.217.70	121.06	Jam Hari Minggu
2	Mendoc	org/tr		0.0071	Rp 33.312.62	1	Rp 234.52	Rp 33.312.62		
Jumlah =						6	Rp 1.416.90	Rp 171.800.32		16 3 1
Lapis Pondasi Bawah Sirtu Kelas C										
Satuan Pembayaran = m ³										
1	Pelajar	org/tr	1049.26	0.0427	Rp 22.642.54	5	Rp 1.180.38	Rp 138.217.70	121.06	Jam Hari Minggu
2	Mendoc	org/tr		0.0071	Rp 33.312.62	1	Rp 234.52	Rp 33.312.62		
Jumlah =						6	Rp 1.416.90	Rp 171.800.32		9 2 1

BAB III - PEKERJAAN PEKERJASAN ASPAL												
Lapis resas oemkat (prime coat)												
Satuan Pembayaran = Liter												
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI		
1	Pekerja	org/hr	12511.20	0.0071	Rp. 17.484.00	4	Rp. 124.14	Rp. 69.384.00	561.38	Jam	Hari	Minggu
2	Mandor	org/hr		0.0018	Rp. 23.620.00	1	Rp. 42.64	Rp. 23.620.00		23	4	1
Jumlah =						5	Rp. 166.78	Rp. 93.026.00				
AC-WC												
Satuan Pembayaran = m ²												
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI		
1	Pekerja	org/hr	481.21	0.2008	Rp. 17.484.00	4	Rp. 3.510.79	Rp. 69.384.00	23.48	Jam	Hari	Minggu
2	Mandor	org/hr		0.0201	Rp. 23.620.00	1	Rp. 474.17	Rp. 23.620.00		21	3	1
Jumlah =						5	Rp. 3.986.96	Rp. 93.026.00				
BAB IV - PEKERJAAN DRAINASE												
Galian Untuk Selokan Drainase dan Saluran Air												
Satuan Pembayaran = m ³												
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI		
1	Pekerja	org/hr	2566.99	0.2914	Rp. 17.484.00	6	Rp. 5.024.84	Rp. 106.904.00	20.59	Jam	Hari	Minggu
2	Mandor	org/hr		0.0486	Rp. 23.620.00	1	Rp. 1.161.33	Rp. 23.620.00		125	18	3
Jumlah =						7	Rp. 6.246.17	Rp. 128.524.00				
Pasangan Batu Beton Mortar Untuk Drainase dan Saluran Air												
Satuan Pembayaran = m ²												
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI		
1	Pekerja	org/hr	1413.25	1.5064	Rp. 17.484.00	15	Rp. 28.085.30	Rp. 242.260.00	9.44	Jam	Hari	Minggu
2	Tulang Batu	org/hr		0.6426	Rp. 25.054.00	5	Rp. 16.106.13	Rp. 125.320.00				
3	Mandor	org/hr		0.0802	Rp. 23.620.00	2	Rp. 1.902.31	Rp. 47.380.00		150	22	4
Jumlah =						22	Rp. 46.094.73	Rp. 434.960.00				
BAB V - PEKERJAAN MINOR												
Marka jalan termodontik (Almanah)												
Satuan Pembayaran = m ²												
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI		
1	Pekerja	org/hr	385.04	0.8400	Rp. 17.484.00	10	Rp. 14.685.55	Rp. 176.840.00	13.33	Jam	Hari	Minggu
2	Mandor	org/hr		0.084	Rp. 23.620.00	2	Rp. 1.989.56	Rp. 47.380.00		29	5	1
Jumlah =						12	Rp. 16.676.82	Rp. 222.220.00				
Marka jalan bukaan termodontik												
Satuan Pembayaran = m ²												
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI		
1	Pekerja Biasa	org/hr	385.04	0.6000	Rp. 17.484.00	10	Rp. 10.480.40	Rp. 176.840.00	17.88	Jam	Hari	Minggu
2	Tulang	org/hr		0.2260	Rp. 21.326.00	5	Rp. 4.800.60	Rp. 106.680.00				
3	Mandor	org/hr		0.075	Rp. 23.620.00	1	Rp. 1.778.75	Rp. 23.620.00		22	4	1
Jumlah =						16	Rp. 17.067.75	Rp. 306.210.00				
Penanaman Rambu Jalan Tunas dan bukaan oemkat Elemen-elemen Grade												
Satuan Pembayaran = Unit												
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI		
1	Pekerja Biasa	org/hr	14.00	0.5100	Rp. 17.484.00	1	Rp. 8.916.84	Rp. 17.484.00	4.91	Jam	Hari	Minggu
2	Tulang	org/hr		0.0850	Rp. 21.326.00	1	Rp. 1.813.56	Rp. 21.326.00				
3	Mandor	org/hr		0.082	Rp. 23.620.00	1	Rp. 2.013.65	Rp. 23.620.00		3	1	1
Jumlah =						3	Rp. 12.744.05	Rp. 62.510.00				
Patok Penarah												
Satuan Pembayaran = Unit												
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI		
1	Pekerja	org/hr	14.00	0.7204	Rp. 17.484.00	1	Rp. 12.595.47	Rp. 17.484.00	2.79	Jam	Hari	Minggu
2	Tulang	org/hr		0.3802	Rp. 21.326.00	1	Rp. 7.682.23	Rp. 21.326.00				
3	Mandor	org/hr		0.0901	Rp. 23.620.00	1	Rp. 2.134.47	Rp. 23.620.00		6	1	1
Jumlah =						3	Rp. 22.416.17	Rp. 62.510.00				
Patok kilometer												
Satuan Pembayaran = Unit												
NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	TENAGA	KOEF*UPAH	UPAH * PEKERJA	PRODUKTIVITAS	DURASI		
1	Pekerja	org/hr	4.00	0.5320	Rp. 17.484.00	1	Rp. 6.501.49	Rp. 17.484.00	3.62	Jam	Hari	Minggu
2	Tulang	org/hr		0.1773	Rp. 21.326.00	1	Rp. 3.782.87	Rp. 21.326.00				
3	Mandor	org/hr		0.1773	Rp. 23.620.00	1	Rp. 4.200.24	Rp. 23.620.00		2	1	1
Jumlah =						3	Rp. 17.284.60	Rp. 62.510.00				

Tabel 4. 54 Kurva S

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga	Bobot %	Durasi		Bulan ke-1 Minggu				Bulan ke-2 Minggu				Bulan ke-3 Minggu				Bulan ke-4 Minggu				Bulan ke-5 Minggu				Kontrol
				Hari	Minggu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	BAB I : PEKERJAAN TANAH	Rp 26.682.757.239	84,984	72	10																				100%	
2	Pencusutan dan Pembersihan Semak	Rp 172.381.660	0,570	9	2	0,285	0,285																			
4	Galian tanah biasa	Rp 6.104.601.790	20,200	37	6			3,367	3,367	3,367	3,367	3,367	3,367													
5	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	Rp 19.405.773.789	64,214	26	4																					
6	BAB II : PEKERJAAN LAPIS PONDASI DAN BAHU JALAN	Rp 1.469.713.336	4,863	5	1																					
7	Lapis Pondasi Atas Agregat Kelas C	Rp 951.270.768	3,148	3	1									3,148												
8	Lapis Pondasi Bawah Sirtu Kelas C	Rp 518.442.569	1,716	2	1										1,72											
9	BAB III : PEKERJAAN PERKERASAN ASPAL	Rp 978.076.105	3,236	7	1																					
10	Lapis resap pengikat (prime coat)	Rp 288.941.227	0,956	4	1													0,96								
12	AC-WC	Rp 689.134.879	2,280	3	1														2,280							
13	BAB IV : PEKERJAAN DRAINASE	Rp 1.856.989.786	6,145	40	6																					
14	Galian Untuk Salokan Drainase dan Saluran Air	Rp 186.276.410	0,616	18	3										0,205	0,205	0,205									
15	Pasangan Batu dengan Mortar Untuk Drainase dan Saluran Air	Rp 1.670.713.376	5,528	22	4													1,382	1,382	1,382	1,382					
16	BAB V : PEKERJAAN MINOR	Rp 233.114.193	0,771	12	2																					
17	Marka jalan termoplastik (Mamaal)	Rp 172.795.867	0,572	5	1																		0,572			
18	Marka jalan bukan termoplastik	Rp 49.066.834	0,162	4	1																		0,162			
19	Pemasangan Rambu Jalan Tunjral dengan pemasangan pemantul Engrinaasine G	Rp 6.698.457	0,022	1	1																		0,022			
20	Patok Pemasrah	Rp 2.449.548	0,008	1	1																		0,008			
21	Patok kilometer	Rp 2.103.486	0,007	1	1																		0,007			
Jumlah		Rp 30.720.650.659	100,000	136	19	0,29	0,29	3,37	3,37	3,37	19,42	19,42	19,42	16,05	3,15	1,92	1,16	3,87	1,38	1,38	1,38	0,77	0,00	0,00	0,00	
Kumulatif						0,29	0,57	3,94	7,30	10,67	30,09	49,51	68,93	84,98	88,13	90,05	91,21	95,08	96,46	97,85	99,23	100,00	100,00	100,00	100,00	



4.3 Permasalahan dan Upaya Pemecahan Masalah

Dalam permasalahan perencanaan pengembangan ruas jalan kalitekuk - pantai modangan ini masih memiliki keterbatasan data. Upaya pemecahan masalahnya dengan menggunakan metode yang menghasilkan data yang diperlukan.

