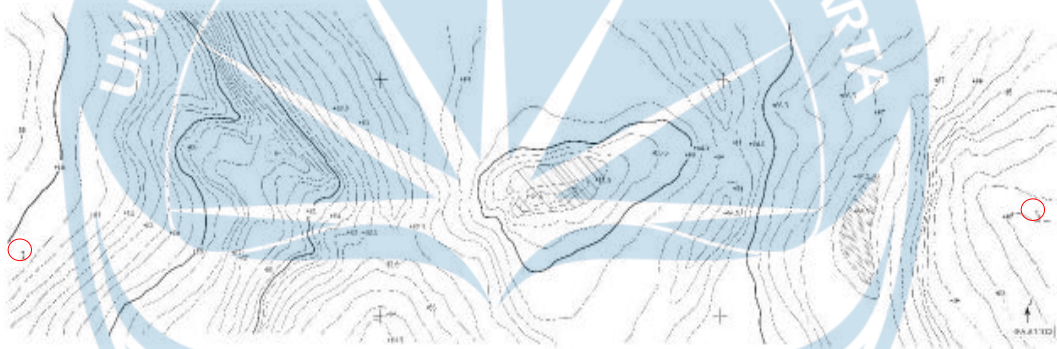


BAB II

Perancangan Jalan

II.1 Data umum proyek

Perancangan jalan raya dari titik A hingga titik B berdasarkan peta kontur lokasi terlampir (Gambar II.1). Data berikut merupakan data sekunder berupa peta kontur tanah. Peta topografi ini digunakan sebagai objek penelitian.



Gambar II.1 Peta kontur lokasi proyek

Titik A berada pada STA 10+195.

Skala peta topografi = 1: 1000

Kelas Jalan = Kelas III

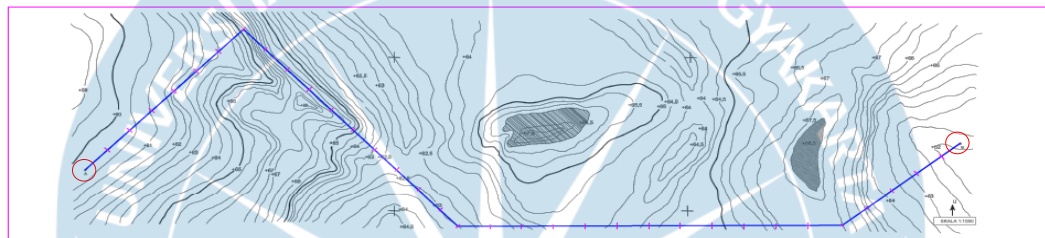
Koordinat titik A (meter) = (10.000,4.200)

Azimuth di titik A = 45°

Elevasi rencana permukaan = timbunan setinggi 0,75 meter di titik A

II.2 Perencanaan trase jalan

Peta terlampir digunakan sebagai acuan untuk menentukan garis kontur perencanaan, garis bantu yang terbentuk dari beberapa titik pada ketinggian yang sama untuk menggambarkan relief tanah sesuai kondisi sebenarnya (Tri Widodo, Winarso and S. Mulyadi, 2021). Perencanaan trase jalan berdasarkan gambaran kontur dan elevasi tanah. Berikut ini adalah rencana penggunaan trase jalan.



Gambar II.2 Trase jalan yang digunakan

II.3 Perencanaan geometrik jalan

Jalan raya direncanakan dengan alinemen vertikal dan alinemen horizontal. Alinemen vertikal merupakan perpotongan bidang vertikal terhadap sumbu jalan (Chasanah, Purwanto and Sudibyoy, 2018), dan diusahakan mendekati muka tanah asli untuk meminimalisir pekerjaan tanah. Proyeksi horizontal sumbu jalan tegak lurus dengan bidang horizontal kertas disebut alinemen horizontal, juga dikenal perencanaan tikungan jalan.

II.3.1 Alinemen vertikal

Trase tersebut direncanakan akan digunakan untuk jalan Kelas III. Dengan panjang kritis jalan 420 m, jalan akan menggunakan kecepatan rencana

kendaraan sebesar 40 km/jam. Analisis alinemen vertikal dilakukan untuk tiga tikungan. Menganalisa alinemen vertikal sehingga diperoleh hasil berikut ini.

Tabel II.1 Hasil perhitungan lengkung vertikal

Lengkung I	A = -3.7 % L = 28.6 m Ev = -6.482 m	PVC = -0,2504 (Sta 10+255) PV1 = -0.0317 (Sta 10+275) PVC = -0,216 (Sta 10+295)
Lengkung II	A = 0.5 % L = 32.4 m Ev = 0.992 m	PVC = 0.021 (Sta 10+365) PV1 = 0.00378 (Sta 10+375) PVC = 0.004 (Sta 10+385)
Lengkung III	A = 2.3 % L = 26.5 m Ev = 3.73 m	PVC = 0.119 (Sta 10+485) PV1 = 0.0305 (Sta 10+495) PVC = 0.021 (Sta 10+505)

II.3.2 Alinemen horizontal

Jari-jari lengkung jalan direncanakan sebesar 105 m. Berdasarkan tetapan Bina Marga, superelevasi digunakan 1,8%. Ditentukan, panjang lengkung = 20 m.

Tabel II.2 Hasil analisis lengkung horizontal

Tikungan I	Xs = 19,982 m Ys = 0,635 m $\theta_s = 5,46^\circ$ $\Delta c = 83,087^\circ$	P = 0,16 m ; K = 10 m Es = 49,2 m Ts = 112,8 m Lc = 152,265 m
Tikungan II	Xs = 19,982 m Ys = 0,635 m $\theta_s = 5,46^\circ$ $\Delta c = 35,08^\circ$	P = 0,16 m ; K = 10 m Es = 9,242 m Ts = 54,638 m Lc = 64,287 m
Tikungan III	Xs = 19,982 m Ys = 0,635 m $\theta_s = 5,46^\circ$ $\Delta c = 32,08^\circ$	P = 0,16 m ; K = 10 m Es = 8,025 m Ts = 51,424 m Lc = 58,79 m

II.4 Pekerjaan tanah

Pekerjaan tanah diperhitungkan untuk memaksimalkan volume tanah tiap pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu pengerjaan dan biaya pelaksanaan (Badrujaman, 2016). Pekerjaan tanah umumnya berupa pekerjaan galian dan timbunan tanah (Roring, 2018), dihitung dengan metode *cross section*. Hasil dari perhitungan, diperoleh total volume galian sebesar 142.453 m³. Untuk pekerjaan timbunan akan terjadi sebesar 232.075 m³. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan kegiatan menimbun tanah sebanyak 89.622 m³.

II.5 Perencanaan perkerasan jalan

Jalan direncanakan dengan perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Lapisan perkerasan jalan direncanakan dapat berumur hingga 15-40 tahun (Maharani and Wasono, 2018). Penyusunan lapisan direncanakan diatas tanah dasar setelah pemadatan (Aziz *et al.*, 2019). Perkerasan jalan dirancang dengan beberapa lapisan bertujuan untuk mendistribusikan beban kendaraan secara merata (Rochmanto *et al.*, 2020).

II.5.1 Perkerasan lentur

Perencanaan perkerasan jalan untuk lapisan lentur, menggunakan jenis LASBUTAG (Lapis Asbuton Campuran Dingin). Untuk jalan dengan 2 jalur dan 2 jurusan, direncanakan akan berumur 20 tahun pemakaian. Lapisan perkerasan diperoleh dengan 3 lapisan. Perencanaan dengan metode analisis komponen.

Data perkerasan lentur:

- Pembangunan dimulai tahun 2021 dan jalan dibuka tahun 2024.
- Faktor Regional $FR = 1$, dan nilai CBR tanah dasar = 4,5%
- Angka pertumbuhan lalu lintas selama pembangunan = 3,5% per tahun
- Pertumbuhan lalu lintas (i) selama umur rencana = 6,5% per tahun

Data lalu lintas harian tahun 2021 (awal pembangunan) sbb:

• Kendaraan ringan 2 ton	(1T 1T)	300 kendaraan
• Bus 8 ton	(3T 5T)	20 kendaraan
• Truk 2 as 10 ton	(4T 6T)	10 kendaraan
LHR 2021		= 330 kendaraan/hari/2 jurusan

Bahan perkerasan:

- Lapis Permukaan = LASBUTAG dengan Roughness > 2000 (mm/km)
- Pondasi atas: batu pecah (CBR 50)
- Pondasi bawah: tanah kepasiran (CBR 20)

Penyelesaian:

- LHR pada tahun 2024 (awal umur rencana), dengan rumus: $(1+i)^n$

Kendaraan ringan 2 ton	$= (1+0,035)^3 \times 300$	$= 332,6$ kendaraan
Bus 8 ton	$= (1+0,035)^3 \times 20$	$= 22,2$ kendaraan
Truk 2 as 10 ton	$= (1+0,035)^3 \times 10$	$= 11,1$ kendaraan
- LHR pada tahun ke 20 (akhir umur rencana), dengan rumus: $(1+i)^n$

Kendaraan ringan 2 ton	$= (1+0,065)^{20} \times 332,6$	$= 1172$ kendaraan
------------------------	---------------------------------	--------------------

$$\text{Bus 8 ton} = (1+0,065)^{20} \times 22,2 = 78,2 \text{ kendaraan}$$

$$\text{Truk 2 as 10 ton} = (1+0,065)^{20} \times 11,1 = 39,1 \text{ kendaraan}$$

- Menghitung angka Ekuivalen (E) masing-masing kendaraan sebagai berikut

Daftar III
Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Gambar II.3 Daftar angka ekuivalen

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton} (1+1) = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$$

$$\text{Bus 8 ton} (3+5) = 0,0183 + 0,1410 = 0,1593$$

$$\text{Truk 2 as 10 ton} (4+6) = 0,0577 + 0,2923 = 0,3500$$

- Menghitung lintas ekuivalen permulaan : $LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$

Daftar II
Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

*) Berat total < 5 ton **) Berat total > 5 ton

Gambar II.4 Daftar koefisien distribusi kendaraan

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton} = 332,6 \times 0,5 \times 0,0004 = 0,066$$

$$\text{Bus 8 ton} = 22,2 \times 0,5 \times 0,1593 = 1,768$$

$$\text{Truk 2 as 10 ton} = 11,1 \times 0,5 \times 0,3500 = 1,943$$

$$\text{LEP} = 3,777$$

- Menghitung lintas ekivalen akhir : $LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j(1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton} = 1172 \times 0,5 \times 0,0004 = 0,234$$

$$\text{Bus 8 ton} = 78,2 \times 0,5 \times 0,1593 = 6,229$$

$$\text{Truk 2 as 10 ton} = 39,1 \times 0,5 \times 0,3500 = 6,843$$

$$LEA_{20} = 13,306$$

- Menghitung lintas ekivalen tengah : $LET = \frac{(LEP+LEA)}{2}$

$$LET_{20} = \frac{1}{2} \times (3,777 + 13,306) = 8,54$$

- Menghitung lintas ekivalen rencana : $LER = LET \times FP = LET \times \frac{UR}{10}$

$$LER_{20} = 8,54 \times 20/10 = 17,08$$

- Mencari ITP :

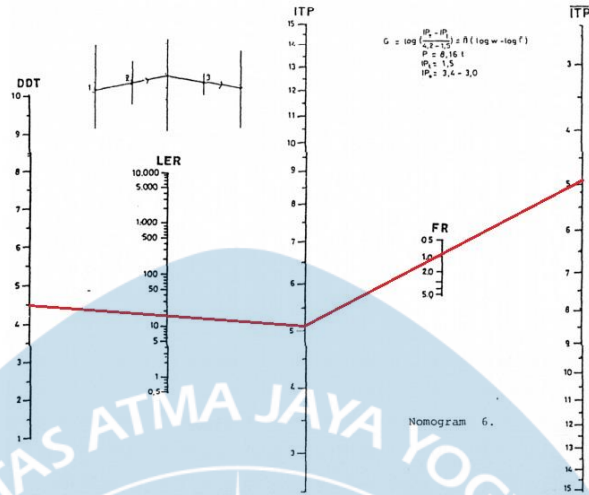
$$\text{CBR tanah dasar} = 4,5\% , \text{ DDT} = 4,5 , \text{ IP} = 1,5 , \text{ FR} = 1,0 ; LER_{20} = 17,08$$

Daftar VI
Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Permukaan	IPo	Roughness *) (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	> 1000
	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	$\leq 2,4$	

Gambar II.5 Daftar indeks permukaan

LASBUTAG dengan Roughness > 2000 (mm/km), maka IPo = 3,4 – 3,0



Gambar II.6 Nomogram

Dari Nomogram tersebut diperoleh nilai $ITP_{20} = 5,15$

- Menetapkan tebal perkerasan dengan menganalisa koefisien kekuatan relative

Daftar VII
Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Ki (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	HRA
0,30	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0,26	-	-	340	-	-	Lapen (mekanis)
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
0,20	-	-	-	-	-	-
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,23	-	-	-	-	
-	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.

Gambar II.7 Daftar koefisien kekuatan relatif

- LASBUTAG = 0,31 = a1
- Batu pecah (CBR 50) = 0,12 = a2
- Tanah kepasiran (CBR 20) = 0,10 = a3

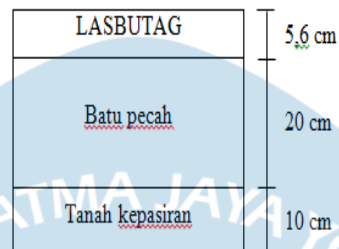
- Menganalisa komponen perkerasan dengan:

$$ITP = (a1 \times D1) + (a2 \times D2) + (a3 \times D3)$$

$$5,15 = (0,31 \times D1) + (0,12 \times 20) + (0,10 \times 10)$$

$$D1 = 5,6 \text{ cm}$$

Hasil perhitungan diperoleh susunan perkerasan sebagai berikut:



Gambar II.8 Lapisan perkerasan lentur

II.5.2 Perkerasan kaku

Lapisan campuran beton yang digunakan sebagai perkerasan pada perencanaan jalan disebut sebagai perkerasan kaku (Maharani and Wasono, 2018; Rochmanto *et al.*, 2020). Perkerasan kaku direncanakan untuk penggunaan hingga 25 tahun. Dengan repetisi sumbu = 27.1×10^6 , dilakukan analisis fatik dan erosi terhadap beton (Ardiansyah and Sudiby, 2020) dengan kuat tarik lentur = 4.5 MPa. Hasil analisis diperoleh angka $0\% < 100\%$, maka diputuskan tebal pelat beton = 17.5 cm selebar 8.75 m, dan panjang = 15 m.

Tabel II.3 Penulangan perkerasan kaku

Perkerasan	Keterangan	Tulangan
BMDT	Koef. Gesek = 1,3 Kuat tekan beton = 285 kg/cm^2 (silinder) Tegangan leleh baja = 3900 kg/cm^2 $E_s/E_c = 6$ ($F_{ct} = 23 \text{ kg/cm}^2$) $F_{cf} = 4,5 \text{ MPa} = 46 \text{ kg/cm}^2$	Ruji: D28 – 30 cm. Sambungan susut spasi 50cm. Dipakai: D16 – 18 cm.

BBDT	Kuat tarik ijin baja = 300 MPa Berat isi beton = 2400 kg/m ³	Dipakai: D13 – 25cm.
------	--	----------------------

II.6 Perencanaan jalur pejalan kaki

Perencanaan akhir berupa perencanaan jalur pejalan kaki (pedestrian). Jalur ini berguna sebagai fasilitas bagi para pejalan kaki untuk beraktivitas dengan aman, karena terpisah dari aktivitas kendaraan di lalu lintas (Kusmalinda, Shazwani and Medtry, 2019). Lintasan pedestrian di lalu lintas berupa trotoar, jalur penyebrangan sebidang maupun tidak sebidang (Ikhsani & Khadiyanta, 2015). Perancangan jalur pedestrian ini berupa trotoar dan penyebrangan sebidang. Analisa trotoar ditetapkan lebar yang digunakan adalah 193 cm. Lebar tersebut akan ditambah 110 cm tiap sisi, dikarenakan lokasi jalan pada area sekolah. Rincian data dalam menganalisis jalur pejalan kaki terlampir pada tabel berikut.

Tabel II.4 Hasil analisis jalur pedestrian

Trotoar			Penyebrangan Sebidang		
Volume pejalan kaki (V)	=	15 orang/menit	Arus lalu lintas penyebrangan (P)	=	850 orang/jam
Lebar tambahan (N)	(daerah pasar)	= 150 cm	Volume lalu lintas kendaraan (V)	=	450 kend/jam
	Fasilitas kotak surat	= 110 cm	$P \cdot V^2$	=	172125000
Lebar minimum (sekolah)	=	200 cm	Jenis (Tabel 4)	=	<i>zebra cross</i>