

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN TULANGAN – KLUDAN MENGGUNAKAN MDP 2024

Melvin Hilman Aqil^[1], Anik Budiati^[2*]
^[1]^[2]Universitas Bhayangkara Surabaya
e-mail: ^[2]Anikbudiati2013@ubhara.ac.id

ABSTRACT

Tulangan – Kludan road section is classified as a primary collector road connecting Kenongo Village, Tulangan District, to Kludan Village, Kludan District, Sidoarjo Regency, East Java Province. The existing condition of the road utilizes flexible pavement with 2 lanes and 2-way traffic, an average road width of 7 meters, and a total length of 6.10 kilometers. There are several damaged points on the road surface. Therefore, this article presents a rigid pavement road design with a planned lifespan of 40 years, using the 2024 Road Pavement Design Manual method. Based on the CBR characteristic data at 90%, a CBR value of 34% was obtained. Road equipment includes street lighting, road markings, and traffic signs. The design results show a pavement thickness of 280 mm, a working slab of 150 mm, and shoulders consisting of rigid pavement with a thickness of 350 mm, a base layer of aggregate A, and 150 mm of structural concrete with an F_c' of 20 MPa. For the geometric design of the road, the horizontal alignment resulted in 8 spiral-circle-spiral curves. For road equipment, 79 points were determined, along with 165 points for single street lighting.

Keywords: Horizontal Alignment, Rigid Pavement, Road Pavement Design

ABSTRAK

Ruas Jalan Tulangan – Kludan termasuk jalan kolektor primer yang menghubungkan dari Desa Kenongo, Kecamatan Tulangan ke Desa Kludan, Kecamatan Kludan, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur. Kondisi eksisting jalan ini menggunakan perkerasan lentur (flexible pavement) dengan 2 jalur 2 arah, lebar jalan rata - rata 7 meter dan panjang total ruas jalan 6,10 kilometer. Terdapat beberapa titik kerusakan pada permukaan jalan. Maka pada artikel ini dilakukan perencanaan jalan rigid pavement dengan umur rencana 40 tahun. Metode yang digunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024. Berdasarkan data CBR nilai karakteristik 90% di dapatkan nilai CBR 34%. Perlengkapan jalan meliputi PJU, marka jalan raya serta rambu – rambu lalu lintas. Dari hasil didapatkan 280 mm, lantai kerja 150 mm dengan bahu jalan berupa perkerasan kaku dengan tebal 350 mm dengan lapis pondasi agregat A dan 150 mm beton struktur $F_c' 20$ Mpa. Pada perencanaan geometri jalan alinyemen horizontal diperoleh 8 lengkung spiral – Circle – Spiral. Pada perlengkapan jalan diperoleh 79 titik dan penerangan jalan umum Tunggal 165 titik.

Kata kunci: Horizontal Alignment, Rigid Pavement, Road Pavement Design

1. PENDAHULUAN

Ruas jalan Kludan – Tulangan merupakan jalan menghubungkan dari desa Kludan kecamatan Tanggulangin, ke desa Kenongo, kecamatan Tulangan yang berada di Kabupaten Sidoarjo provinsi Jawa Timur. Ruas jalan ini termasuk fungsi jalan kolektor dan akses alternatif menuju sidoarjo barat. Wilayah tersebut merupakan permukiman, komersial dan Pendidikan. Berdasarkan survey di lapangan ruas jalan

Kludan – Tulangan eksisting menggunakan perkerasan lentur (Flexible Pavement) dengan lebar jalan 7,00 meter dan Panjang ruas jalan 6,10 kilometer, terdapat bahu jalan dengan lebar 1,5. Data CBR yang dikeluarkan dari CV Padi Cipta Mandiri nilai CBR 26%. Perencanaan perkerasan kaku pada ruas jalan Tulangan – Kludan karena banyaknya kendaraan besar sering melewati sehingga dapat digunakan untuk menahan beban kendaraan yang dilewati. Dan mampu mengurai kemacetan yang berada di sidoarjo kota. Berdasarkan latar belakang, dilakukan perencanaan desain perkerasan kaku (Rigid Pavement) pada ruas jalan Tulangan – Kludan dengan umur rencana 40 tahun, dan mengenai penentuan konstruksi yang diperlukan; tulangan, sambungan dan ketebalan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi antara di ruas jalan Desa Kenongo, Kecamatan Tulangan dan Desa Kludan, Kecamatan Tanggulangin, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. panjang ruas jalan 6,10 kilometer, lebar jalan 7 meter dan terdapat bahu jalan dengan lebar 1,5 meter.



Gambar 1 Peta Administrasi Kabupaten Sidoarjo



Gambar 2 Peta Lokasi Perencanaan

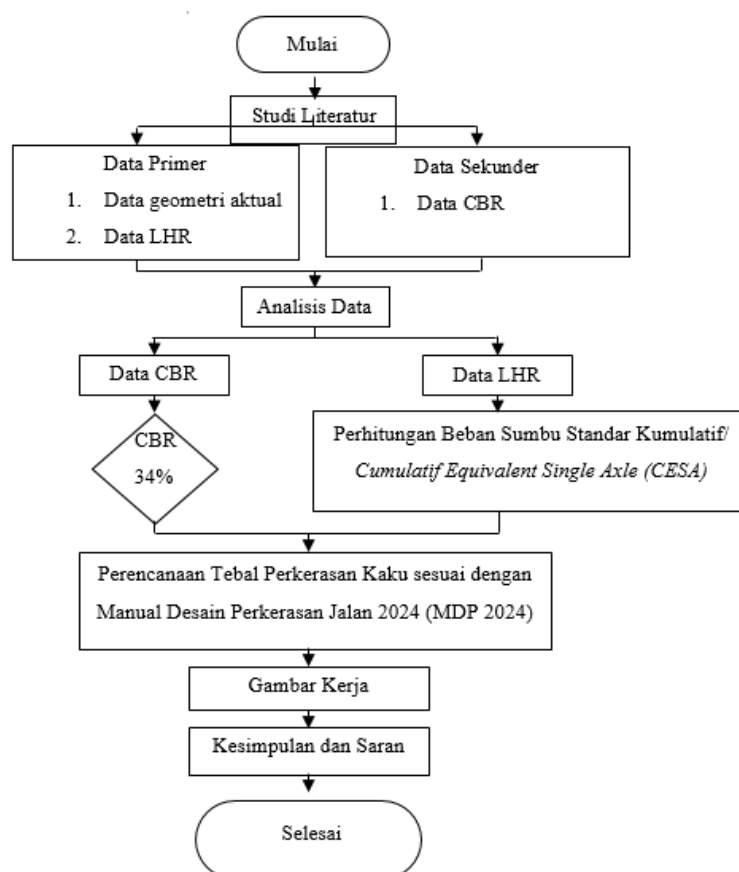
2.2 Data Perencanaan

data perencanaan meliputi :

1. Data Lalu Lintas Harian (LHR)
Data Lalu Lintas Harian (LHR), dilakukan dengan cara survey lapangan secara pada Lokasi studi selama 3 hari mulai jam 06.30 sampai 17.00 dengan pembagian karakteristik golongan kendaraan yang disesuaikan berdasarkan Pd. T-19-2004-B
2. Data Geometri
Data geometri aktual, meliputi lebar badan jalan, bahu jalan, panjang ruas dan kondisi ruas eksisting jalan di Lokasi studi.
3. Data *California Bearing Ratio* (CBR)
Data *California Bearing Ratio* (CBR) diperoleh dari CV. Padi Cipta Mandiri

1.1 Diagram alir

Langkah – Langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. Diagram alir ini menjelaskan secara umum dari awal perencanaan hingga akhir perencanaan.



Gambar 3 Diagram Alir Metode Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data

1. Data Lalu Lintas Harian

Tabel 1 Data LHR di Ruas Jalan Tulangan – Kludan

Golongan	Jenis Kendaraan	LHR (kend/hari) (2 arah)
1	Sepeda motor	17.782
2	Sedan, Jeep	463
3	Suburban, Combi, Minibus	1.400
4	Pick up, Micro truk	1.053
5A	Bus Kecil	2
5B	Bus Besar	3
6A	Truk ringan 2 sumbu	824
6B	Truk sedang 2 sumbu	33
7A	Truk 3 sumbu	29
7B	Truk gandeng	1
7C	Truk semi trailer	2
8	Kendaraan tidak bermotor	72
Jumlah		21.664

(sumber : survey secara langsung)

2. Data Geometri Aktual

- Menggunakan tipe jalan 2 jalur 2 arah terbagi (2/2 UD)
- Panjang ruas jalan yaitu 6,10 kilometer
- Lebar badan jalan 7,00 kilometer

3. Data California Bearing Ratio (CBR)

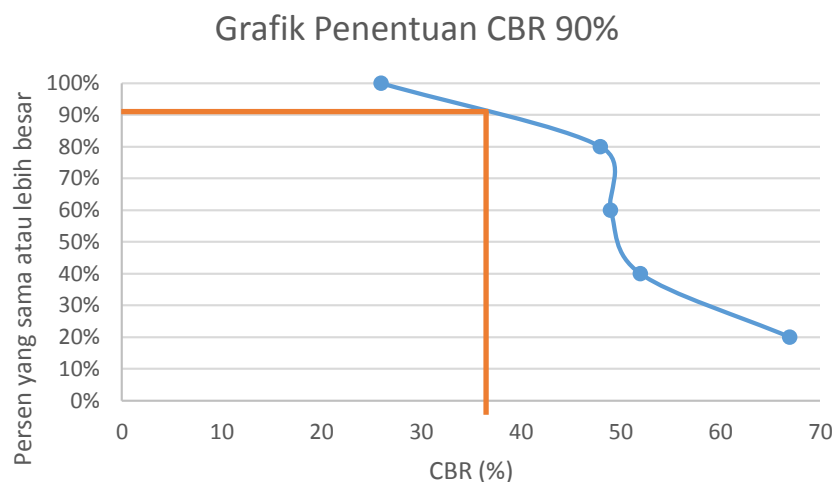
Tabel 2 Data CBR

Titik No	1	2	3	4	5
Nilai CBR (%)	67	49	52	26	48

(sumber : survey secara langsung)

3.2 Analisa Data

1. California Bearing Ratio (CBR)



Gambar 4 Grafik Nilai Karakteristik CBR Tanah Dasar
(sumber : survey secara langsung)

Nilai CBR nilai karakteristik yang digunakan CBR 90% dari data, sehingga didapatkan nilai adalah CBR 34%

2. Lalu Lintas Harian (LHR)

a. Perhitungan Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Faktor pertumbuhan lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan kaku yaitu tahun 2023 – 2063, Ruas jalan tersebut termasuk kategori jalan kolektor dengan nilai faktor pertumbuhan lalu lintas (i) 3,5% untuk 20 tahun pertama dan 4,5% diasumsikan pada sisa tahun perencanaan. Berdasarkan data lalu lintas harian rata – rata, maka dapat dianalisis perhitungan Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (**Tabel 4**).

Tabel 4 Perhitungan Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	LHR (2 arah)	LHR 2024	Jumlah Sumbu	Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (2024)	ESA 5 ('24 – '30)	ESA 5 ('31 – '64)
	(A)	(B) = (A)*(1+3,5%)			(F) = (B)*365*DD*DL*R ⁽²⁴⁻³⁰⁾	(F) = (B)*365*DD*DL*R ⁽³¹⁻⁶⁴⁾
Mobil Penumpang dan Kendaraan Lain	20.870	21.600	-	-	-	-
5A	2	2	2	4	4.948,97	47.942
5B	3	3	2	6	7.423,45	71.913
6A	824	853	2	1706	2.038.974,60	19.752.116
6B	33	34	2	68	81.657,96	791.043
7A	29	30	3	60	71.760,03	695.159
7B	1	1	4	4	4.948,97	47.942

7C	2	2	3	6	7.423,45	71.913
Total					2.217.137,43	21.478.029
					23.695.166,56	

(sumber : Hasil Analisa)

Bedasarkan hasil dari Tabel 4 perhitungan Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN), didapatkan $2,3 \times 10^7$, atau termasuk perkerasan kaku untuk dengan beban lalu lintas berat.

b. Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi

Data lalu lintas diperlukan dalam perencanaan perkerasan beton semen adalah sumbu dan distribusi beban serta jumlah masing – masing jenis sumbu beban yang diperkirakan selama (UR) Umur Rencana.

Tabel 5 Repetisi Sumbu yang Terjadi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Porporasi Beban	Porporasi Sumbu	Lalu Lintas Rencana	Repetisi Yang Terjadi
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G) = (D)*(E)*(F)
STRT	3,06	3	0,3 %	0,50	23.695.166,56	38.424,59
	5,02	1	0,1 %	0,50	23.695.166,56	12.808,20
	6,2	887	96,1 %	0,50	23.695.166,56	11.373.167,07
	6,25	30	3,3 %	0,50	23.695.166,56	384.245,94
	7,56	2	0,2 %	0,50	23.695.166,56	25.616,40
Beban Sumbu		923	100 %			
STRG	5,94	3	0,3 %	0,48	23.695.166,56	38.466,18
	11,3	1	0,1 %	0,48	23.695.166,56	12.808,20
	11,76	2	0,2 %	0,48	23.695.166,56	25.616,40
	12	887	99,3 %	0,48	23.695.166,56	11.360.871,75
Beban Sumbu		893	100 %			
STdRG	18,75	30	93,8 %	0,002	23.695.166,56	384.245,94
	22,68	2	0,63 %	0,002	23.695.166,56	25.616,40
Beban Sumbu		32	100 %			

(sumber : Hasil Analisa)

3.3 Perhitungan Tebal Beton

Data perencanaan :

- Nama Jalan = Ruas Jalan Tulangan – Kludan
- Jenis Perkerasan = Semen bersambung dengan Tulangan (JRCP)
- Klasifikasi Jalan = Kolektor Primer
- Tipe Jalan = 2/2 UD (2 jalur 2 arah tak terbagi)
- Kuat tekan beton (f_c) = f_s 45 kg/cm² = K400 = f_c 33,2 Mpa
- Kuat tarik lentur beton (F_{ct}) = $K \cdot (f_c)^{0,5}$

$$=0,75 \times (33,2)^{0,5}$$

$$=4,32 \text{ Mpa}$$

- Bahu jalan =Ya
- Pondasi Bawah =Beton Kurus Tb. 150 mm
- Lebar Jalan =7,00 Meter
- Umur Rencana (UR) =40 Tahun
- Perkembangan Lalu Lintas =3,50%
- SCBR Tanah Dasar =26%
- Tebal taksiran beton =180 mm
- Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) = $2,3 \times 10^7$

Bedasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 untuk jenis perkerasan Beton Semen bersambung dengan tulangan (JRCP), tebal minimum yaitu 180 mm. sedangkan untuk ketebalan fondasi bawah minimum 150 mm menggunakan beton kurus.

Perhitungan tebal beton yang akan digunakan dengan cara memilih tebal taksiran beto dan analisa total fatik serta kerusakan erosi berdasarkan, komposisi lalu lintas sesuai dengan Umur Rencana (UR). Jika fatik atau erosi lebih dari 100%, maka tebal taksiran dinaikkan dan proses perencanaan diulangi. Tebal rencana merupakan tebal taksiran yang paling kecil atau sama dengan 100% dari total kerusakan fatik atau total kerusakan erosi. Perhitungan analisis fatik dan erosi yang telah ditentukan taksiran ketebalan beton rencana (Tebal taksiran 180 mm) yang akan digunakan sesuai dengan Pd T-14-2003.

Tabel 6 Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi (Tebal beton 180 mm)

Jenis Sumbu	Beban Sumbu Ton		Beban Rencana per Roda	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisi Fatik		Analisi Erosi	
	Ton	KN				Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
STRT	3,06	30,6	17	38.424,59	TE = 1,00 FRT = 0,23 FE = 1,88	10.000.000	0,26	TT	-
	5,02	50,2	28	12.808,20		TT	-	TT	-
	6,2	62,0	34	11.373.167,07		TT	-	TT	-
	6,25	62,5	34	384.245,94		TT	-	TT	-
	7,56	75,6	42	25.616,40		TT	-	TT	-
STRG	5,94	59,4	32,67	38.466,18	TE = 1,5 FRT = 0,35 FE = 2,48	TT	-	TT	-
	11,3	113	31,07	12.808,20		200.000	6,40	1.050.000	1,22
	11,76	117,6	32,34	25.616,40		110.000	23,29	850.000	3,01
	12	120	33	11.360.871,75		90.000	12.623,19	7000.000	1.622,98
STdRG	18,75	187,5	26	384.245,94	TE = 1,25	TT	-	1.100.000	2,33
	22,68	226,8	31	25.616,40	FRT = 0,29	TT	-	6.000.000	6,40
						Analisi Fatik		Analisi Erosi	
						Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak
Beban Sumbu						100	12.653,14	100	1.635,95

(sumber : Hasil Analisa)

Berdasarkan perhitungan faktor analisa fatik dan analisa erosi, ketebalan beton sebesar 180 mm tidak memadai untuk beban lalu lintas sehingga ketebalan beton harus ditambahkan sehingga total dari masing – masing analisa fatik maupun erosi adalah 100%. Maka diperlukan ketebalan sebesar 280 mm.

Tabel 7 Perhitungan analisis fatik dan erosi (Tebal beton 280 mm)

Jenis Sumbu	Beban Sumbu Ton		Beban Rencana per Roda	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisi Fatik		Analisi Erosi	
	Ton	KN				Repetisi Ijin	Persen Rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak
(1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
STRT	3,06	30,6	17	38.424,59	TE = 1,00 FRT = 0,23 FE = 1,88	TT	-	TT	-
	5,02	50,2	28	12.808,20		TT	-	TT	-
	6,2	62,0	34	11.373.167,07		TT	-	TT	-
	6,25	62,5	34	384.245,94		TT	-	TT	-
	7,56	75,6	42	25.616,40		TT	-	TT	-
STRG	5,94	59,4	32,67	38.466,18	TE = 1,5 FRT = 0,35 FE = 2,48	TT	-	TT	-
	11,3	113	31,07	12.808,20		TT	-	TT	-
	11,76	117,6	32,34	25.616,40		TT	-	TT	-
	12	120	33	11.360.871,75		TT	-	TT	-
STdRG	18,75	187,5	26	384.245,94	TE = 1,25	TT	-	TT	-
	22,68	226,8	31	25.616,40	FRT = 0,29	TT	-	TT	-
Beban Sumbu						100	0	100	0

Hasil dari analisa fatik dan erosi pada **tabel 9**, tebal beton yang memadai untuk dilintasi oleh beban lalu lintas pada desain perkerasan kaku ini adalah 280 mm. Bahwa hasil dari presentase analisa fatik dan erosi sebesar 0 % < 100 % (OK).

a. Perhitungan Sambungan

a. Sambungan Memanjang

Sambungan memanjang dipasang *tie bar*, dengan baja tulangan siri BJTs 420A. dengan panjang *tie bar* 700 mm, jarak antar *tier bar* 600 mm, dan diameter *tier bar* minimum 16 mm.

b. Sambungan Melintang

Sambungan Melintang dipasang *dowel*, berupa baja polos BJTP 280, Dengan panjang *dowel* 450 mm, jarak antar tulangan 300 mm, dan diameter *dowel* minimal 38 mm. Untuk *Cutting Rigid Pavement* harus dipotong dengan kedalaman 1/4 – 1/3 tebal beton.

b. Perhitungan Tulangan

Data perencanaan :

- Tebal pelat beton = 280 mm
- Lebar pelat (A_s) = 2 x 3,5 m
- Panjang Pelat (L) = 5,00 m
- Koefisien gesek (μ) = 1,0
- Kuat tarik ijin tulangan ($\phi 8$) = 500 Mpa
- Berat isin beton (M) = 2400 kg/m³
- Gravitasi = 9,81 m/detik²

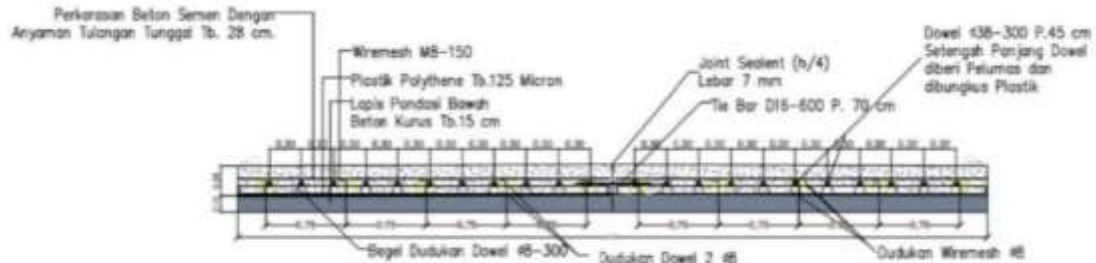
- Tebal beton = 280
- a. Tulangan melintang dan memanjang
- $$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s}$$
- $$A_s = \frac{1,0 \times 5 \times 2400 \times 9,81 \times 0,28}{2 \times 500}$$
- $$A_s = 32,96 \text{ mm}^2/\text{m}$$
- $$A_{s \text{ min}} = 0,1\% \times h \times 1.000$$
- $$A_{s \text{ min}} = 0,1\% \times 280 \times 1.000 = 280 \text{ mm}$$
- 1) Mencari jarak tulangan
- $$s = \frac{b \times 0,25 \pi \times d^2}{A_s}$$
- $$s = \frac{1000 \times 0,25 \times 3,14 \times 8^2}{280} = 179 \text{ mm}$$
- s pilih = 150 mm

$$A_s \text{ pakai} = \frac{b \times 0,25 \pi \times d^2}{s}$$

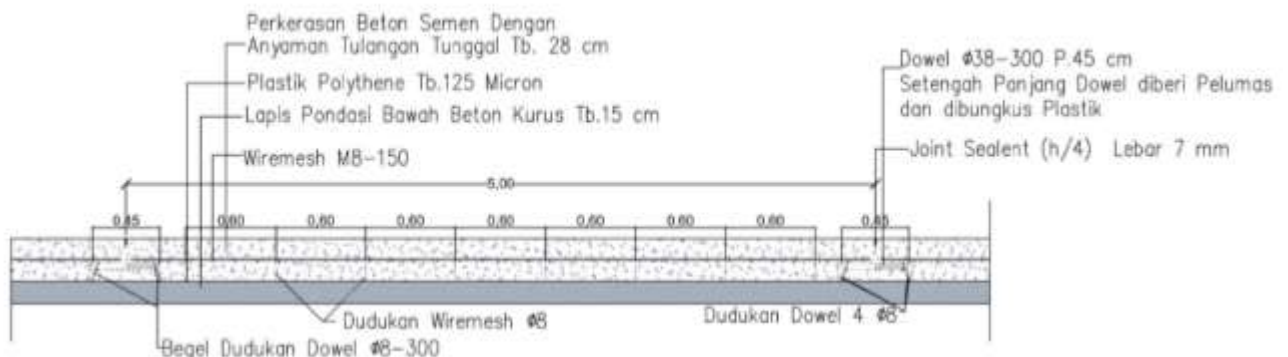
$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 \times 0,25 \times 3,14 \times 8^2}{150} = 334,9 = 335 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Besi Ø8 – 150 $A_s > A_{s \text{ min}}$
 $335 \text{ mm}^2/\text{m} > 280 \text{ mm}^2/\text{m}$ (OK)

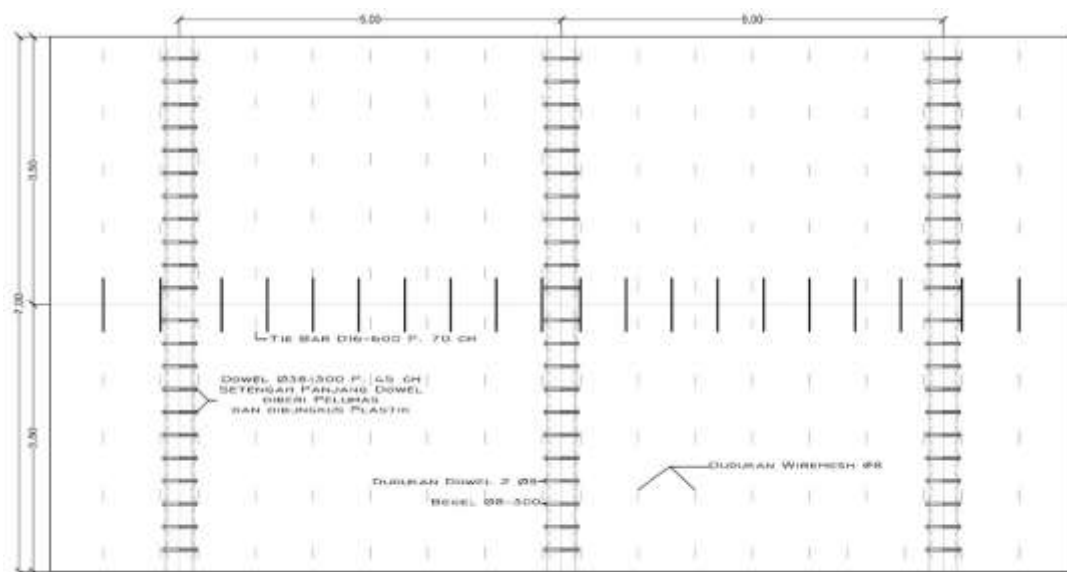
Hasil perencanaan seperti pada Gambar Detail Potongan Melintang, Detail Potongan Memanjang dan Detail Penulangan Perkerasan Beton.



Gambar 5 Detail Pemotongan Melintang



Gambar 6 Detail Penotongan Memanjang



Gambar 7 Detail Penulangan Perkerasan Beton

4. KESIMPULAN

Pada Ruas Jalan Tulangan – Kludan dengan panjang ruas 6,10 kilometer menggunakan desain perkerasan kaku berupa material beton semen Fs 45 kg/cm² dengan ketebalan beton 280 mm dan pondasi bawah menggunakan beton kurus dengan mutu Fc' 8- 11 Mpa dan ketebalan beton 150 mm. Tulangan yang digunakan untuk memanjang dan melintang yaitu Ø8 – 150 mm. sedangkan untuk sambungan melintang (Dowel) menggunakan diameter Ø38 mm, jarak antar sambungan 300 mm dan panjang dowel 450 mm. untuk sambungan memanjang (*Tier bar*) menggunakan diameter Ø16 mm. panjang antar sambungan 700 mm dan jarak antar sambungan 600 mm..

REFERENSI

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 03/M/BM/2024*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat – Direktorat Jenderal Bina Marga.