

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data Primer

Ruas jalan Juwetkenongo – Krembung merupakan jalan yang menghubungkan Kec. Porong dan Kec. Krembung, ruas jalan ini juga untuk akses menuju jalan Arteri Porong. Kondisi eksisting ruas Jalan Juwetkenongo – Krembung hanya memiliki lebar 6,5 meter, dua jalur dan dua arah, dan kondisi eksisting saat ini ada beberapa segmen yang retak buaya dan banyak lubang-lubang di beberapa titik. Dari data tersebut, ruas jalan ini di kategorikan jalan rusak sedang hingga rusak ringan.

4.1.2 Data Sekunder

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Sumber Daya Air Kabupaten Sidoarjo, diperoleh data CBR 90 % sebesar 2,6%. Untuk data LHR diperoleh 6609 Kend/jam atau 2138 SMP/jam. Adapun data CBR, LHR & data curah hujan dapat dilihat pada Lampiran 2, Lampiran 3 dan Lampiran 4.

4.2 Perencanaan Tebal Pelat Beton

4.2.1 Umur rencana

Bersumber dari Direktorat Jenderal Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Tabel 2.9 umur rencana perkerasan jalan baru (UR) adalah 40 tahun.

4.2.2 Pertumbuhan lalu lintas

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 faktor pertumbuhan lalu lintas dilihat berdasarkan data – data pertumbuhan (*historical growth data*) dari Tabel faktor laju pertumbuhan lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan jalan tahun 2021 – 2042. Jalan Juwetkenongo – Krembung merupakan jalan kabupaten yang terletak di luar area perkotaan (rural). Jalan yang direncanakan dapat di kategorikan sebagai kolektor rural dengan nilai faktor pertumbuhan lalu lintas (i) 3.50%.

4.2.3 Data Lalu Lintas Rencana

Data lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan jalan mengacu data sekunder dari Dinas PU Bina Marga dan Sumber Daya Air yaitu data LHR tahun 2017 kemudian dilakukan forecasting dengan pertumbuhan lalu lintas 3,5% per tahun sesuai dengan Manual Desain Perkerasan 2017. Adapun data LHR tersaji pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Data LHR Rencana

No	Jenis Kendaraan	Beban (T)	Sd	St	Sb	Volume 2017	
1	Mobil Penumpang	2	1		1	3086	Kendaraan
2	Bus Kecil	9	3,06		5,94	45	Kendaraan
3	Truck Ringan 2 Sumbu	14	6		8	291	Kendaraan
4	Truck 3 Sumbu	21	6	7,5	7,5	97	Kendaraan
						3519	Kendaraan

Dari Tabel 4.1 diatas dihitung kumulatif beban (ESA 5) untuk umur rencana 40 tahun (2022 – 2042 dengan menggunakan angka pertumbuhan lalu lintas regional dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan VDF berdasarkan Tabel 2.3.

Perhitungan lalu lintas:

- I = 3,50% (faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%))
 DD = 0,5 (faktor distribusi arah untuk jalan 2 arah)
 DL = 100% (faktor distribusi lajur untuk jumlah lajur setiap arah)
 (3) = (2) x (1+0.035)⁵
 (4) dan (5) = dari Tabel 2.3
 (6) = (2) x (4) x 365 x 0,50 x 1 x R₍₂₀₁₇₋₂₀₂₂₎
 (7) = (3) x (5) x 365 x 0,50 x 1 x R₍₂₀₂₂₋₂₀₄₂₎

faktor pengali pertumbuhan lalu lintas R₍₂₀₁₇₋₂₀₂₂₎ dan R₍₂₀₂₂₋₂₀₄₂₎ dihitung dari rumus

$$R = \frac{(1+0,01 \times i)^{UR} - 1}{0,01 \times i} \text{ dengan UR masing-masing sama dengan 5 dan 40 tahun}$$

$$R_{(2017-2022)} = 5,00$$

$$R_{(2022-2042)} = 40,27$$

Tabel 4. 2 Perhitungan Kumulatif Beban (ESA5)

Jenis Kendaraan	LHR	LHR	VDF 5	VDF 5	ESA 5	ESA 5
	(2)	(3)				
	2017	2022	Faktual	Normal	Tahun '17-'22	Tahun '22-'42
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Mobil penumpang dan kendaraan ringan lain	3.131	3.718	-	-	-	-
6A	291	345	0,5	0,5	132.768,75	1.261.501,01
7A1	97	115	14,4	6,4	1.274.580,00	12.110.409,69
Jumlah ESA5					1.407.348,75	13.371.910,70

4.2.4 Pemilihan Jenis Perkerasan

Berdasarkan hasil analisis lalu lintas didapatkan Lalu Lintas rencana 13.371.910,70 ESA5, pada Tabel 2.1 dapat direncanakan perkerasan kaku dengan lalu lintas berat mengacu pada Bagan Desain 4 MDP-2017.

4.2.5 Desain Pondasi Bawah

Berdasarkan Bagan Desain tabel 2.11 untuk perkerasan kaku, tanah dasar kategori SG2,5 untuk desain struktur pondasi > 4 juta ESA diperlukan 300 mm tebal lapis penopang.

Data CBR tanah dasar : 2,6%

Tanah Dasar < 6% maka perlu perbaikan tanah dasar hingga CBR min 6%

Perbaikan Tanah Dasar Subgrade:

CBR tanah dasar distabilisasi : $CBR_{\text{tanah asli}} \times 2$ (tebal lapis distabilisasi dalam mm/150)
: $2,6 \times 2 (300/150) = 10,4\%$

CBR tanah dasar distabilisasi : $10,4 > 6\%$ (OK)

4.2.6 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Data Perencanaan:

- Lebar jalan = 8,00 m
- Klasifikasi jalan = Kolektor
- Tipe jalan = 2 jalur 2 arah tak terbagi (2/2 UD)
- Perkembangan lalu lintas (i) = 3,50%
- Umur rencana (UR) = 40 Tahun
- Jalan dibuka tahun = 2022

Kelompok sumbu:

- (4) = (2) x (3)
- (5) = (4) x 365 x 0,5 x 1 x R₄₀
- $R_{40} = \frac{(1+0,01 \times i)^{UR} - 1}{0,01 \times i}$

Tabel 4. 3 Kumulatif Kelompok Sumbu Kendaraan Berat

Jenis Kendaraan	Jumlah Kelompok Sumbu	LHR 2022	Kelompok Sumbu 2022	Jumlah Kelompok Sumbu 2022 - 2042
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Mobil penumpang dan kendaraan ringan lain	-	3.131	-	-
6A	2	345	690	5.070.990,75
7A1	2	115	230	1.690.330,25
Kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat 2022 - 2042				6.761.330,00

Dari perhitungan jumlah sumbu masing-masing jenis kendaraan dapat di direncanakan tebal perkerasan beton menggunakan Tabel 2.6.

Perkerasan beton semen untuk kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat desain 6.761.33,00 = R₂ (6,76) < 8,6 struktur untuk lalu lintas dengan jumlah kelompok sumbu kendaraan berat adalah:

Tebal pelat beton	: 275 mm
Lapis beton kurus (LMC)	: 100 mm
Lapis fondasi	: 300 mm
Sambungan	: dengan dowel



Gambar 4. 1 Struktur Perkerasan Kaku

Kuat beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural Strength*) umur 28 hari, yang dapat dihasilkan dari pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 4,5 MPa.

Kuat tarik lentur juga dapat ditentukan dari hasil uji kuat tarik belah beton yang dilakukan menurut SNI 03-2491-1991.

4.3 Perencanaan Sambungan dan Tulangan

4.3.1 Sambungan Memanjang (Tie Bar)

Bersumber dari Pd T-14-2003 pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 – 4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter 16 mm.

Ukuran batang pengikat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_t = 204 \times b \times h \text{ dan}$$

$$I = (38,3 \times \phi) + 60$$

Keterangan:

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2)

b = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi

- perkerasan (m)
- h = Tebal pelat (m)
- I = Panjang batang pengikat (mm)
- Φ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm)

Dari persamaan diatas didapat nilai sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 1. \quad A_t &= 204 \times b \times h \\
 &= 204 \times 0,600 \times 0,275 \\
 &= 33,66 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

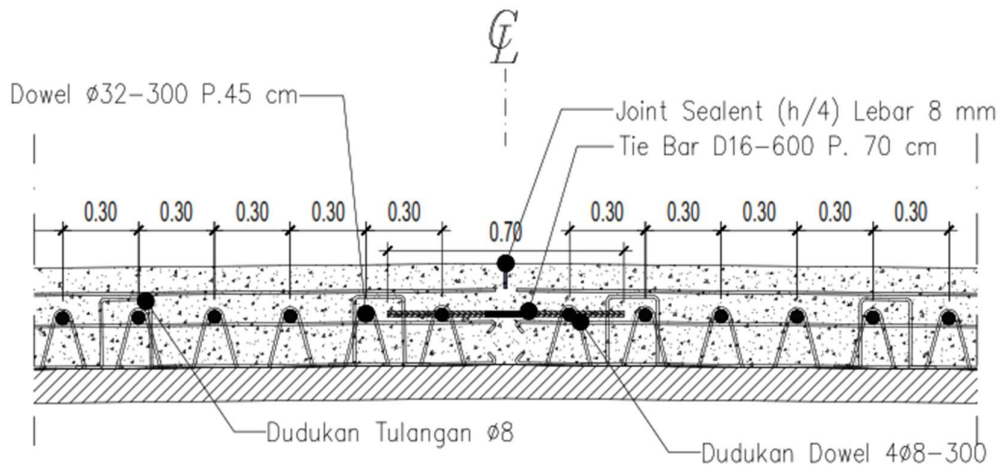
Direncanakan menggunakan tulangan ulir diameter 16 mm

$$\begin{aligned}
 A_{ljin} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 \\
 &= 200,96 \text{ mm}^2 > 33,66 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad I &= (38,3 \times \phi) + 60 \\
 &= (38,3 \times 16) + 60 \\
 &= 687,8 \text{ mm digunakan } 700 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi dari perhitungan diatas didapat nilai sebagai berikut:

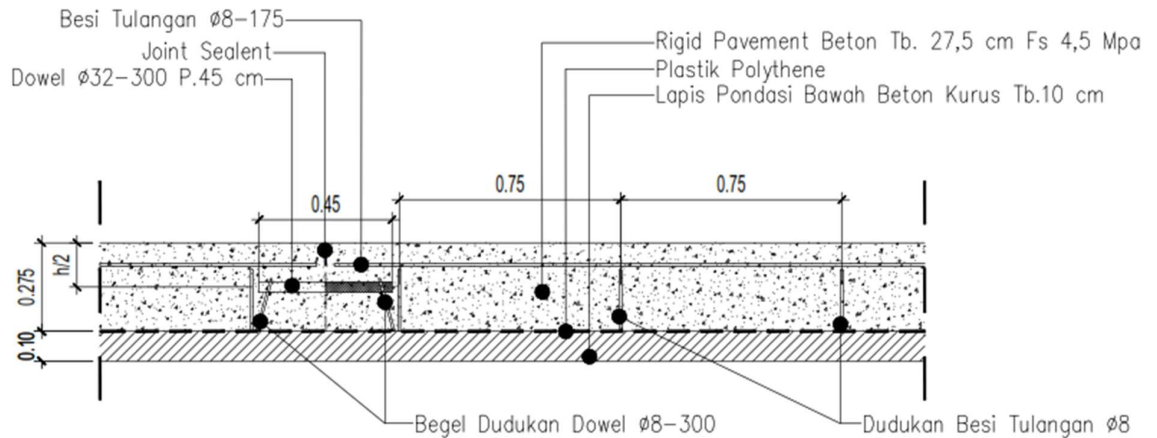
- Diameter tie bar = 16 mm
- Jarak antar tie bars = 600 mm
- Panjang tie bars = 700 mm



Gambar 4. 2 Sambungan Memanjang (Tie Bar)

4.3.2 Sambungan Susut Melintang (Dowel)

Bersumber dari Pd T-14-2003 sambungan susut melintang (Dowel) harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm dengan jarak antar ruji 30 cm dan digunakan besi berdiameter 32 mm dengan jarak sambungan 5 m bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat menyusut.



Gambar 4.3 Sambungan Susut Melintang (Dowel)

4.3.3 Tulangan memanjang

Bersumber dari Pd T-14-2003 untuk perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan, luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_s = \frac{\mu.L.M.g.h}{2.f_s}$$

Keterangan:

- A_s : luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat)
- f_s : kuat Tarik ijin tulangan (Mpa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh
- g : grafitasi (m/detik^2)
- L : jarak antar sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)
- M : berat per satuan volume pelat (kg/m^3)
- μ : koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah
- h : tebal pelat beton (m)
- d : diameter tulangan (mm)

Data perencanaan:

- Tebal pelat beton (h) = 275 mm
- Lebar pelat (A_s) = 2,00 x 4,00 m
- Panjang pelat (L) = 5,00 m

- Koefisien gesek (μ) = 1,0 (sumber Pd-T-14 2003)
- Masa jenis beton bertulang $M = 2.400 \text{ kg/m}^3$
- Kuat tarik tulangan f_s (Bj37) = 370 MPa (kuat tarik ijin tulangan $\varnothing 8 \text{ mm}$)
- Gravitasi = 9,81 m/detik².

$$As = \frac{\mu.L.M.g.h}{2.f_s}$$

$$As = \frac{1,00 \times 5,00 \times 2.400 \times 9,81 \times 0,275}{2 \times 370}$$

$$As = 43,74 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ min} = 0,10\% \times h \times 1000$$

$$As \text{ min} = 0,10\% \times 275 \times 1000$$

$$As \text{ min} = 275 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mencari jarak tulangan

$$s = \frac{b \times 2,5 \pi \times d^2}{As}$$

$$s = \frac{1000 \times 2,5 \pi \times 8^2}{275}$$

$$s = 182,69 \text{ mm}$$

$$s \text{ pilih} = 175 \text{ mm}$$

kontrol As pakai

$$As \text{ pakai} = \frac{b \times 2,5 \pi \times d^2}{s}$$

$$As \text{ pakai} = \frac{1000 \times 2,5 \pi \times 8^2}{175}$$

$$As \text{ pakai} = 287,09 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Dipakai besi $\varnothing 8 - 175$ dengan $As = 287,09 \text{ mm}^2/\text{m} > As \text{ min} = 275 \text{ mm}^2/\text{m}$

4.3.4 Tulangan melintang

Bersumber dari Pd T-14-2003 untuk perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan, luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$As = \frac{\mu.L.M.g.h}{2.f_s}$$

Keterangan:

As : luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat)

f_s : kuat Tarik ijin tulangan (Mpa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh

- g : gravitasi (m/detik²)
 L : jarak antar sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)
 M : berat per satuan volume pelat (kg/m³)
 μ : koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah
 h : tebal pelat beton (m)
 d : diameter tulangan (mm)

Data perencanaan:

- Tebal pelat beton (h) = 275 mm
- Lebar pelat (A_s) = 2,00 x 4,00 m
- Panjang pelat (L) = 5,00 m
- Koefisien gesek (μ) = 1,0 (sumber Pd-T-14 2003)
- Masa jenis beton bertulang M = 2.400 kg/m³
- Kuat tarik tulangan f_s (Bj37) = 370 MPa (kuat tarik ijin tulangan ø 8 mm)
- Gravitasi = 9,81 m/detik².

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s}$$

$$A_s = \frac{1,00 \times 5,00 \times 2.400 \times 9,81 \times 0,275}{2 \times 370}$$

$$A_s = 43,74 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = 0,10\% \times h \times 1000$$

$$A_s \text{ min} = 0,10\% \times 275 \times 1000$$

$$A_s \text{ min} = 275 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mencari jarak tulangan

$$s = \frac{b \times 2,5 \pi \times d^2}{A_s}$$

$$s = \frac{1000 \times 2,5 \pi \times 8^2}{275}$$

$$s = 182,69 \text{ mm}$$

$$s \text{ pilih} = 175 \text{ mm}$$

kontrol A_s pakai

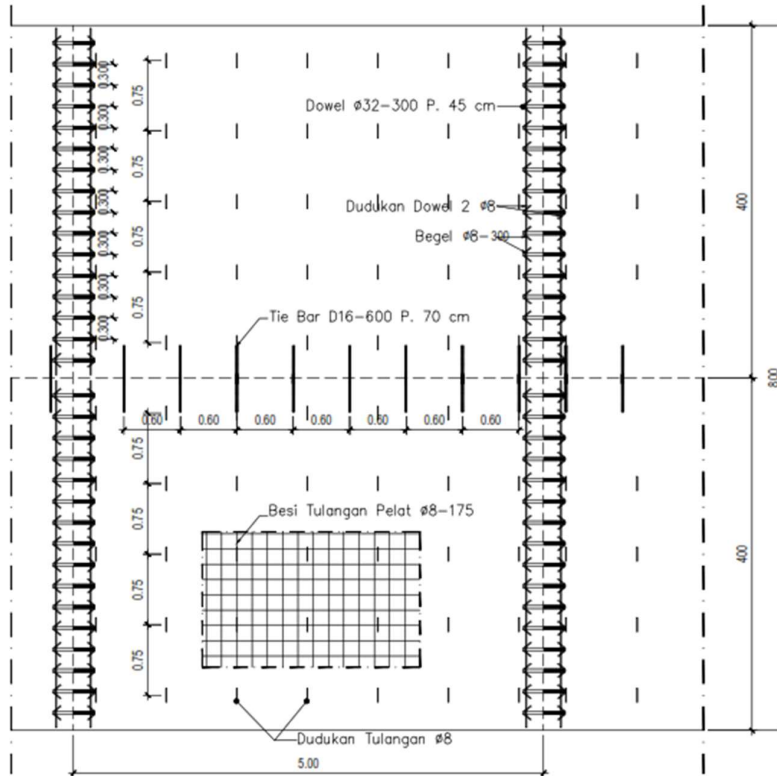
$$A_s \text{ pakai} = \frac{b \times 2,5 \pi \times d^2}{s}$$

$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 \times 2,5 \pi \times 8^2}{175}$$

$$A_s \text{ pakai} = 287,09 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Dipakai besi $\phi 8 - 175$ dengan $A_s = 287,09 \text{ mm}^2/\text{m} > A_s \text{ min} = 275 \text{ mm}^2/\text{m} \dots\dots\dots$

(OK)



Gambar 4. 3 Detail Penulangan Memanjang dan Melintang.

4.4 Analisa Data Geometrik Jalan

Bersumber dari Pedoman Geometrik Jalan 2021, Alinyemen horizontal adalah garis sumbu jalan yang tegak lurus pada petas biasa disebut dengan tikungan maupun belokan. Untuk mencari radius tikung yang memenuhi syarat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$R = \frac{V^2}{127(e \text{ maks} + f \text{ Maks})}$$

Keterangan:

R = radius tikungan, m

V = kecepatan kendaraan, dalam satuan Km/Jam

e maks = superelevasi perkerasan, m/m

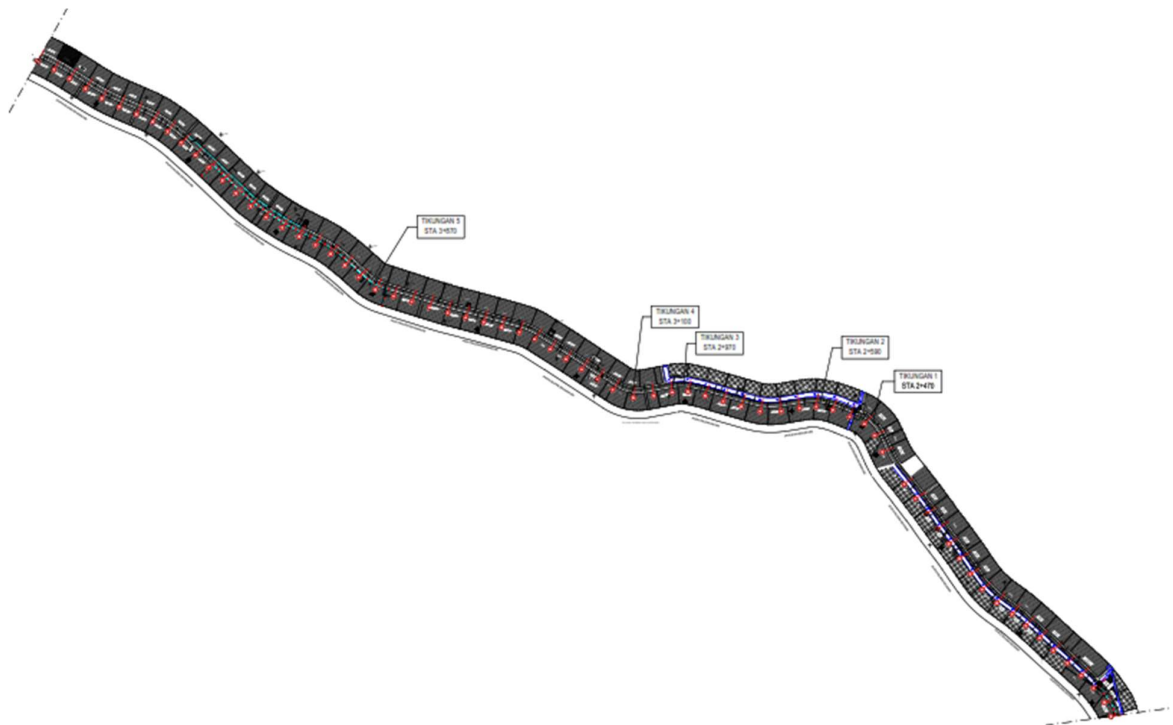
f maks = kekesatan melintang antara ban dan perkerasan.

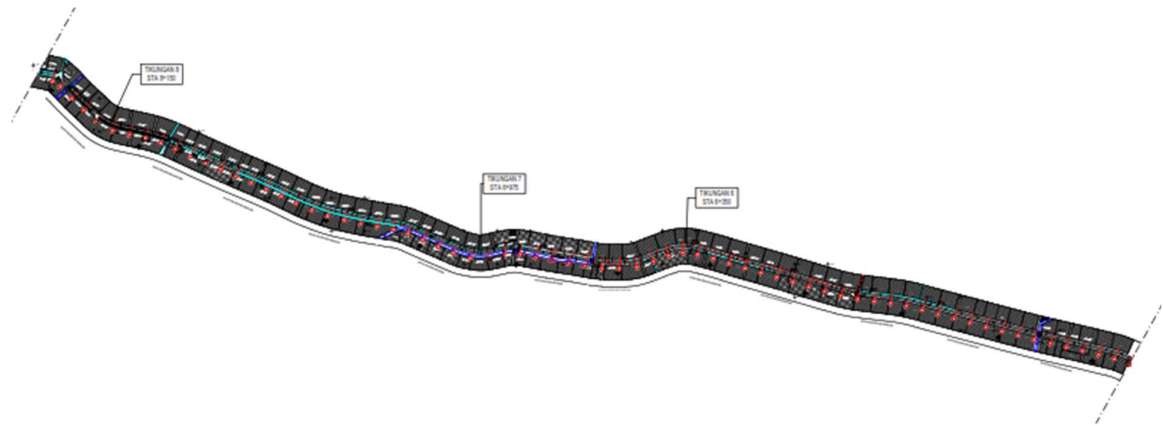
Dari data survey yang didapatkan pada Jl. Juwetkenongo – Krembung pada STA 1+400 sampai dengan STA 7+390 terdapat 8 tikungan dan dapat dilihat pada Tabel 4.4:

Tabel 4. 4 Radius Tikungan

Tikungan	Titik STA	Radius
Tikungan 1	2+425	120,00
Tikungan 2	2+590	150,00
Tikungan 3	2+970	120,00
Tikungan 4	3+100	97,00
Tikungan 5	3+870	130,00
Tikungan 6	6+350	155,00
Tikungan 7	6+975	105,00
Tikungan 8	8+150	145,00

(Sumber: Survey Lapangan)





Gambar 4. 4 Layout Eksisting

Berikut adalah control geometrik alinyemen horizontal:

a. Tikungan 1 (STA 2+425)

Ruas Jalan Juwetkenongo – Krembung masuk dalam kategori jalan kolektor primer 3, kecepatan pada Kawasan pemukiman maksimal adalah 40 km/jam.

Diperoleh data eksisting jalan sebagai berikut:

R = 120m

Emaks = 4%

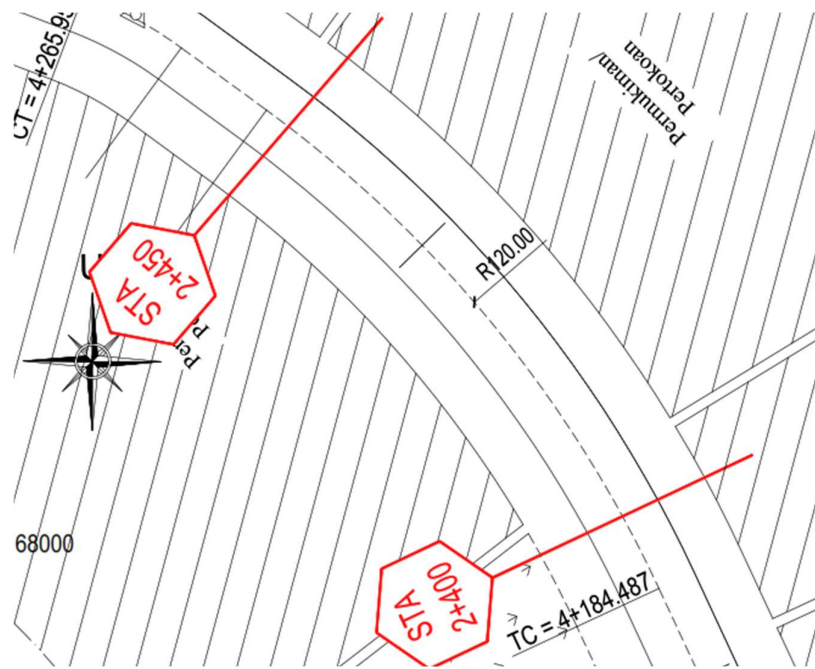
Fmaks = 0,17

V = 40 km/jam

Rmin = 60 m (*Tabel 2.16 Radius Minimum Lengkung Horizontal*)

Syarat = Rmin < Reksisting

=60 < 120 (OK).



Gambar 4. 5 Layout Eksisting Tikungan 1 STA 2+425

b. Tikungan 2 (STA 2+590)

R = 150m

Emaks = 4%

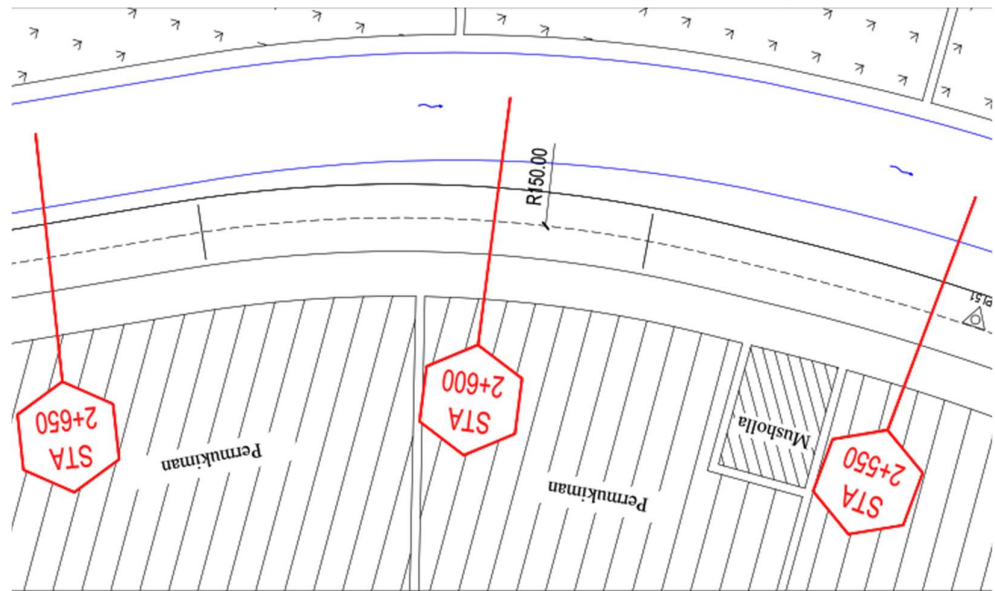
Fmaks = 0,17

V = 40 km/jam

Rmin = 60 m (*Tabel 2.16 Radius Minimum Lengkung Horizontal*)

Syarat = Rmin < Reksisting

=60 < 150 (OK).



Gambar 4. 6 Layout Eksisting Tikungan 2 STA 2+590

c. Tikungan 3 (STA 2+970)

R = 120m

Emaks = 4%

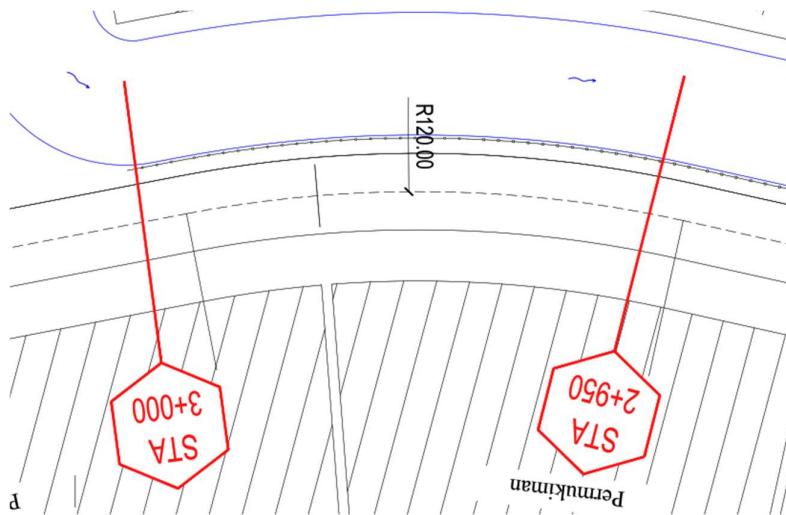
Fmaks = 0,17

V = 40 km/jam

Rmin = 60 m (*Tabel 2.16 Radius Minimum Lengkung Horizontal*)

Syarat = Rmin < Reksisting

=60 < 120 (OK).



Gambar 4. 7 Layout Eksisting Tikungan 3 STA 2+970

d. Tikungan 4 (STA 3+100)

R = 97m

Emaks = 4%

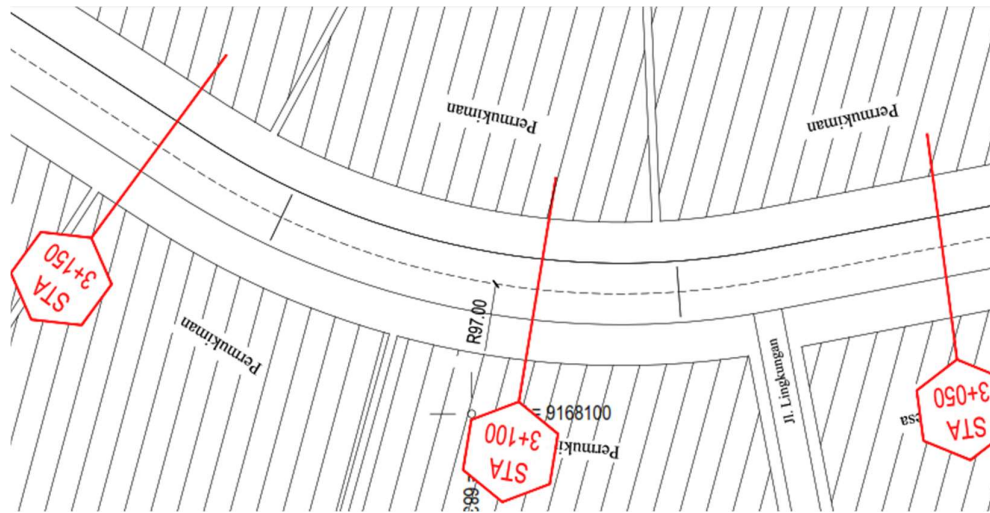
Fmaks = 0,17

V = 40 km/jam

Rmin = 60 m (*Tabel 2.16 Radius Minimum Lengkung Horizontal*)

Syarat = Rmin < Reksisting

=60 < 97 (OK).



Gambar 4. 8 Layout Eksisting Tikungan 4 STA 3+100

e. Tikungan 5 (STA 3+870)

R = 130m

Emaks = 4%

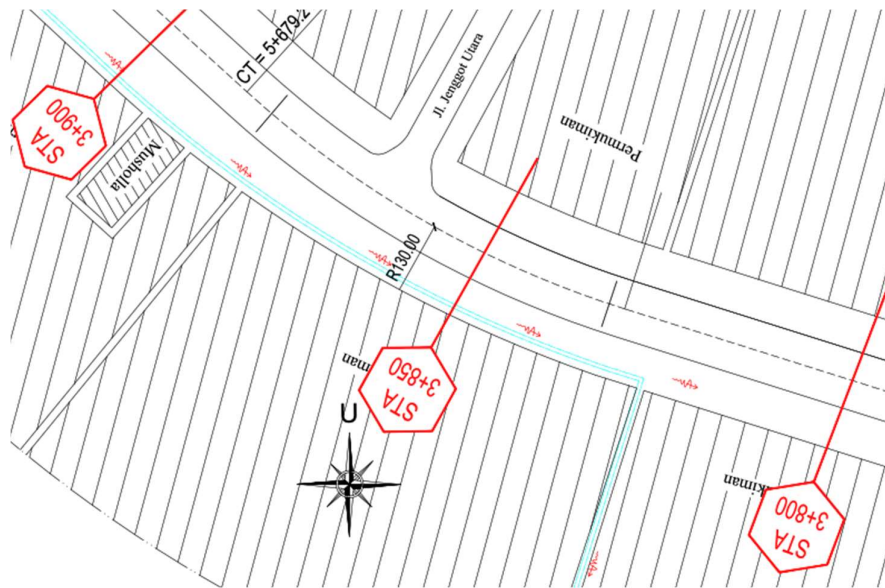
Fmaks = 0,17

V = 40 km/jam

Rmin = 60 m (*Tabel 2.16 Radius Minimum Lengkung Horizontal*)

Syarat = Rmin < Reksisting

=60 < 130 (OK).



Gambar 4. 9 Layout Eksisting Tikungan 5 STA 3+870

f. Tikungan 6 (STA 6+350)

R = 155m

Emaks = 4%

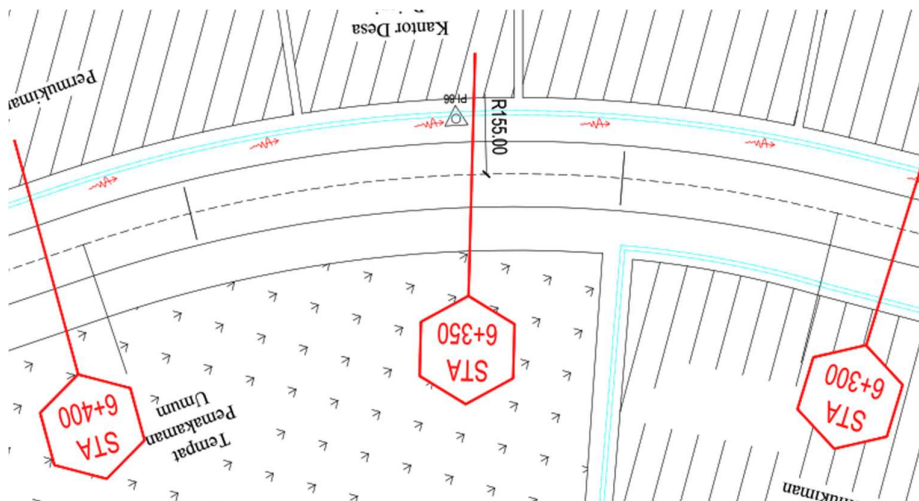
Fmaks = 0,17

V = 40 km/jam

Rmin = 60 m (*Tabel 2.16 Radius Minimum Lengkung Horizontal*)

Syarat = Rmin < Reksisting

=60 < 155 (OK).



Gambar 4. 10 Layout Eksisting Tikungan 6 STA 6+350

g. Tikungan 7 (STA 6+975)

R = 105m

Emaks = 4%

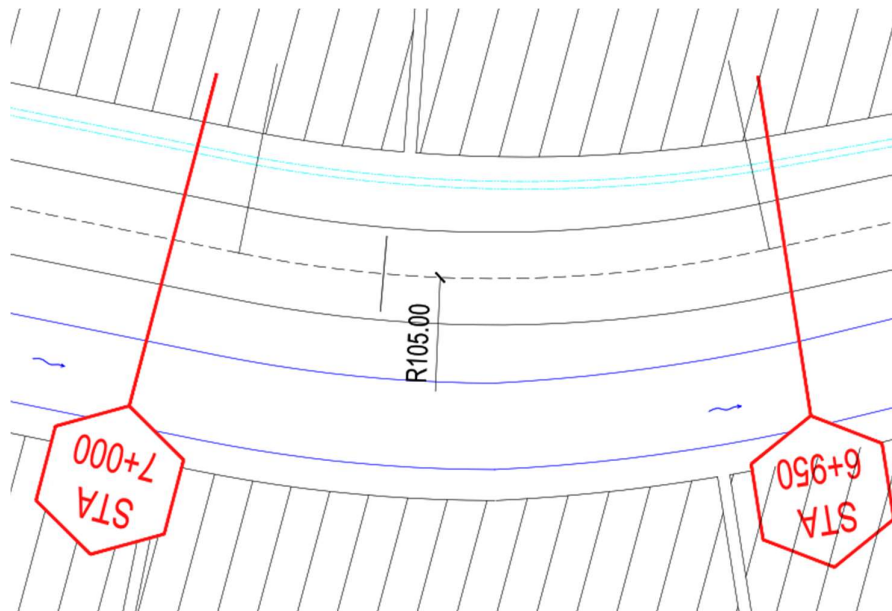
Fmaks = 0,17

V = 40 km/jam

Rmin = 60 m (*Tabel 2.16 Radius Minimum Lengkung Horizontal*)

Syarat = Rmin < Reksisting

$$=60 < 105 \text{ (OK).}$$



Gambar 4. 11 Layout Eksisting Tikungan 7 STA 6+975

h. Tikungan 8 (STA 8+150)

R = 145m

Emaks = 4%

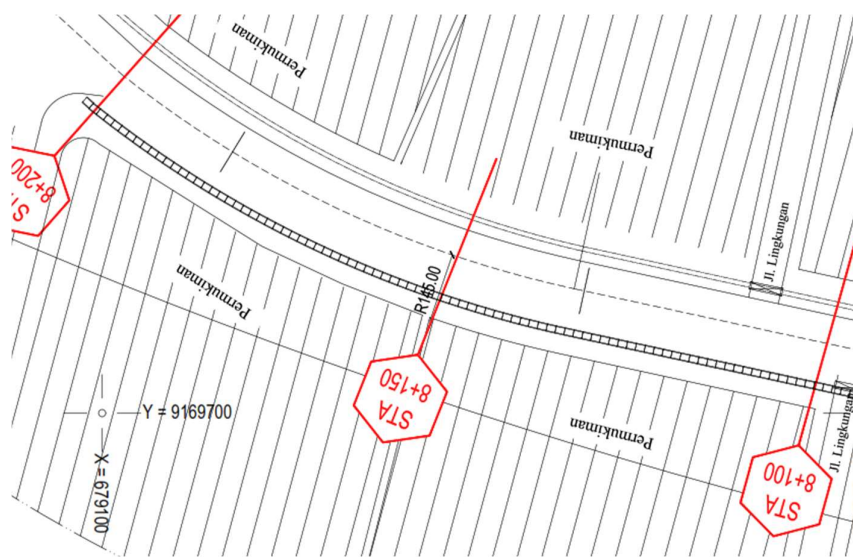
Fmaks = 0,17

V = 40 km/jam

Rmin = 60 m (*Tabel 2.16 Radius Minimum Lengkung Horizontal*)

Syarat = Rmin < Reksisting

$$=60 < 145 \text{ (OK).}$$

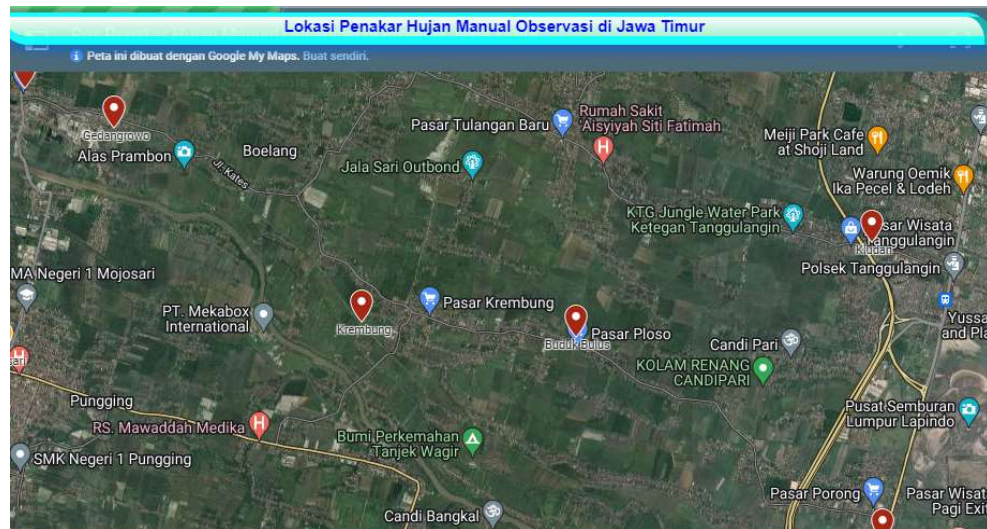


Gambar 4. 12 Layout Eksisting Tikungan 8 STA 8+150.

4.4 Analisa Drainase Jalan

4.4.1 Gambaran Umum

Pada wilayah pekerjaan drainase di ruas Jalan Juwetkenongo - Krembung stasiun curah hujan yang berada paling dekat dengan lokasi pekerjaan yaitu stasiun curah hujan Krembung dan stasiun curah hujan Budug bulus. Untuk lokasi stasiun curah hujan Krembung dan Budug bulus dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Lokasi Pekerjaan dan Stasiun Curah Hujan

Sumber: <https://karangploso.jatim.bmkg.go.id/>

Bersumber pada data curah hujan di dua stasiun 10 tahun terakhir dapat dilihat pada Tabel 4.5. Sehingga pada analisis curah hujan rancangan akan digunakan curah hujan dari stasiun hujan tersebut mulai dari tahun 2012 sampai tahun 2021.

Tabel 4.5 Curah Hujan Tahunan Maksimum Stasiun Hujan

Tahun	Stasiun		Rata-rata Curah Hujan
	Kremlung (mm)	Budug Bulus (mm)	
2012	125	117	121,00
2013	87	84	85,50
2014	61	69	65,00
2015	123	113	118,00
2016	118	148	133,00
2017	68	72	70,00
2018	123	116	119,50
2019	61	69	65,00
2020	72	134	103,00
2021	97	91	94,00
		Total	974,00
		Rata-rata	97,40

4.4.2 Analisa Distribusi

Analisa distribusi ini bertujuan untuk mengetahui pemilihan distribusi yang tepat untuk menghitung curah hujan rancangan berdasarkan nilai C_s dan C_k . Untuk perhitungan pemilihan analisa distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Perhitungan Nilai Cs dan Ck untuk Pemilihan Distribusi

TAHUN	CH WILAYAH (mm)	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
2012	121,00	23,60	556,96	13144,26	310204,44
2013	85,50	-11,90	141,61	-1685,16	20053,39
2014	65,00	-32,40	1049,76	-34012,22	1101996,06
2015	118,00	20,60	424,36	8741,82	180081,41
2016	133,00	35,60	1267,36	45118,02	1606201,37
2017	70,00	-27,40	750,76	-20570,82	563640,58
2018	119,50	22,10	488,41	10793,86	238544,33
2019	65,00	-32,40	1049,76	-34012,22	1101996,06
2020	103,00	5,60	31,36	175,62	983,45
2021	94,00	-3,40	11,56	-39,30	133,63
JUMLAH	974,00	876,60	5771,90	-12346,17	5123834,72
RATA-RATA	97,40				
STANDAR DEVIASI	25,32				

a) Standart Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}}$$

Keterangan:

S = standart deviasi

X_i = nilai varian ke i

X = nilai rata-rata varian

N = jumlah data

S = 25,32

b) Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Keterangan:

Cs = koefisien skewness

X_i = nilai varian ke i

X = nilai rata-rata varian

N = jumlah data

S = standart deviasi

$$C_s = -0,11$$

c) Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

Keterangan:

C_k = koefisien kurtosis

X_i = nilai varian ke i

X = nilai rata-rata varian

N = jumlah data

S = standart deviasi

$$C_k = 2,71$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai C_s sebesar -0,11 dan C_k sebesar 2,71. Sehingga distribusi yang sesuai menurut syarat yang berlaku yaitu distribusi Gumbel dan Log Pearson III.

a. Analisa Distribusi Gumbel

Berikut merupakan Tabel Perhitungan analisa distribusi metode Gumbel:

Tabel 4. 7 Analisa Distribusi Gumbel

TAHUN	CH WILAYAH (mm)	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
2012	121,00	23,60	556,96	13144,26	310204,44
2013	85,50	-11,90	141,61	-1685,16	20053,39
2014	65,00	-32,40	1049,76	-34012,22	1101996,06
2015	118,00	20,60	424,36	8741,82	180081,41
2016	133,00	35,60	1267,36	45118,02	1606201,37
2017	70,00	-27,40	750,76	-20570,82	563640,58
2018	119,50	22,10	488,41	10793,86	238544,33
2019	65,00	-32,40	1049,76	-34012,22	1101996,06
2020	103,00	5,60	31,36	175,62	983,45
2021	94,00	-3,40	11,56	-39,30	133,63
JUMLAH	974,00	876,60	5771,90	-12346,17	5123834,72
RATA- RATA	97,40				
STANDAR DEVIASI	25,32				

Dengan jumlah data yang digunakan sebanyak 10 tahun, maka nilai Y_n dan σ_n sesuai dengan ketentuan yaitu untuk Y_n adalah 0,4952 dan σ_n adalah 0,9497 diperoleh curah hujan rancangan dengan metode gumbel adalah sebagai berikut:

$$X_t = X + S / S_n (Y_t - Y_n)$$

$$Y_t = -\ln [-\ln((T-1)/T)]$$

Dimana:

X_t = curah hujan dengan periode ulang (T) tahun

X = hujan maksimum rata-rata

S = standar deviasi

Y_t = nilai reduksi varian

T = periode ulang

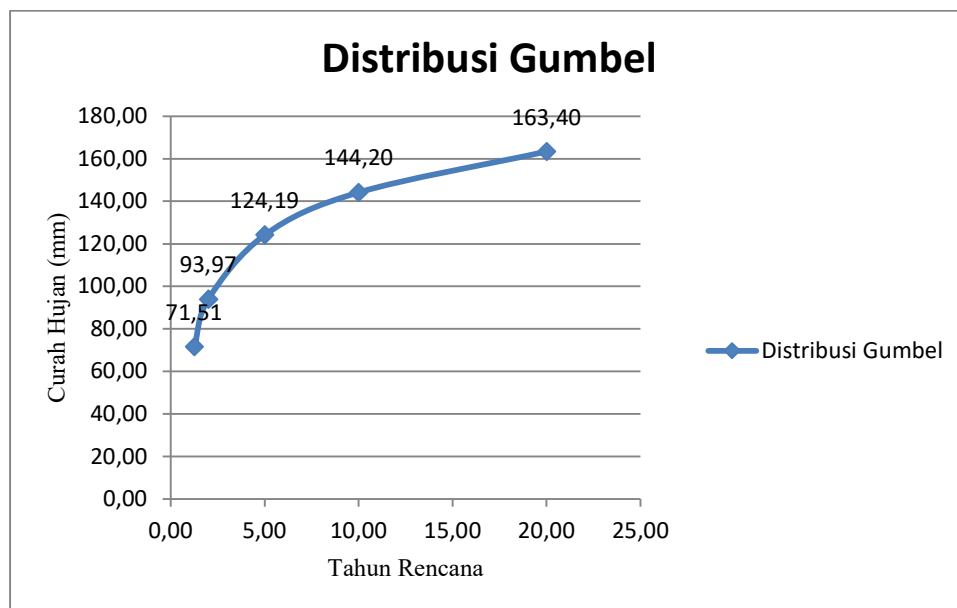
Y_n = nilai rata-rata dari reduksi varian

S_n = deviasi standar dari reduksi varian

Untuk curah hujan rancangan distribusi gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan grafik distribusi gumbel dapat dilihat pada Gambar 4.14:

Tabel 4. 8 Curah Hujan Rancangan Distribusi Gumbel

Tr	Peluang	Yt	Yn	σ_n	(Yt-Yn)	k (Yt-Yn/ σ_n)	Xt
1,25	0,950	-0,48	0,4952	0,9497	-0,97	-1,02	71,51
2,00	0,700	0,37			-0,13	-0,14	93,97
5,00	0,300	1,50			1,00	1,06	124,19
10,00	0,250	2,25			1,76	1,85	144,20
20,00	0,200	2,97			2,47	2,61	163,40



Gambar 4. 14 Grafik Distribusi Gumbel

b. Analisa Distribusi Log Pearson III

Perhitungan pemilihan Analisa distribusi metode Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 4.9:

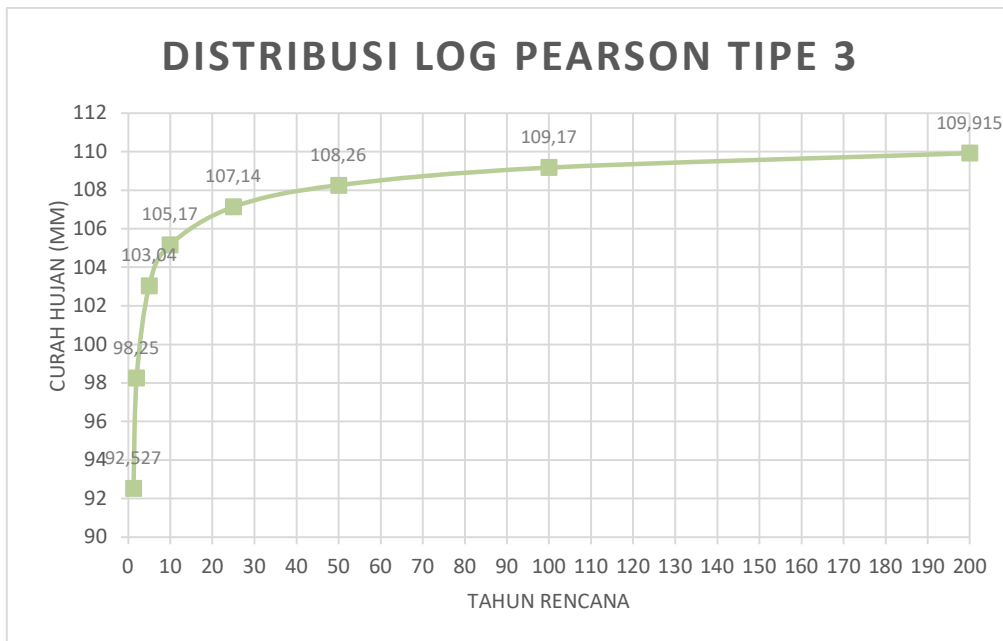
Tabel 4. 9 Analisa Distribusi Log Pearson III

TAHUN	CH Rata-rata (mm)	Log Xi	(LogXi-LogX)	(LogXi-LogX) ²
2012	121,00	2,08	0,09422641	0,00887862
2013	85,50	1,93	-0,05659284	0,00320275
2014	65,00	1,81	-0,17564560	0,03085138
2015	118,00	2,07	0,08332305	0,00694273
2016	133,00	2,12	0,13529268	0,01830411
2017	70,00	1,85	-0,14346092	0,02058103
2018	119,50	2,08	0,08880895	0,00788703
2019	65,00	1,81	-0,17564560	0,03085138
2020	103,00	2,01	0,02427827	0,00058943
2021	94,00	1,97	-0,01543110	0,00023812
JUMLAH	974,00	19,74	-0,14084670	0,12832658
RATA-RATA	97,40	1,99		

Untuk perhitungan curah hujan rancangan distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan grafik distribusi log pearson III dapat dilihat pada Gambar 4.15:

Tabel 4. 10 Curah Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III

No	CH Max (MM)	Periode Ulang (Tahun)	Peluang (%)
1	92,527	1,25	80
2	98,25	2	50
3	103,04	5	20
4	105,17	10	10
5	107,14	25	4
6	108,26	50	2
7	109,17	100	1
8	109,915	200	0,5



Gambar 4.15 Grafik Distribusi Log Pearson III.

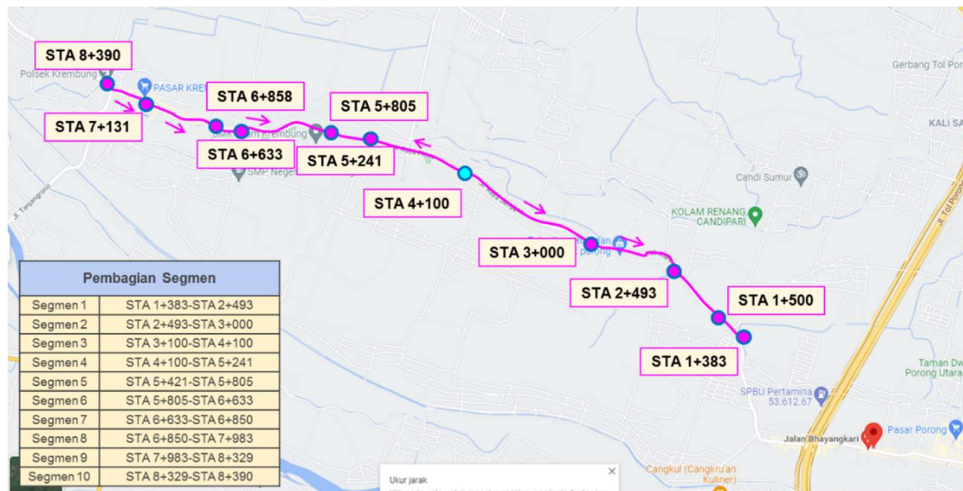
4.4.3 Analisa Debit Banjir Rancangan

Analisa debit banjir rancangan untuk saluran drainase jalan Juwetkenongo - Krembung akan menggunakan debit banjir rancangan metode Rasional. Luas *catchment area* sesuai dengan Pedoman Perencanaan Drainase jalan tahun 2006, untuk sistem drainase yang hanya menampung debit banjir dari badan jalan, akan diambil sesuai dengan panjang jalan dan lebar kawasan 10 m dari luar badan jalan.

Rencana drainase samping jalan didasarkan pada letak outlet dan arah aliran saluran drainase rencana sesuai dengan topografi pada lokasi, saluran drainase dibagi menjadi 10 ruas. Pembagian ruas dan perhitungan debit banjir rancangan pada perencanaan saluran Jl. Juwetkenongo – Krembung dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan gambar arah aliran rencana drainase dapat dilihat pada Gambar 4.16:

Tabel 4. 11 Pembagian Ruas

Titik Tinjauan	Batas STA	Panjang Ruas (m)
Ruas 1	STA 1+383-STA 2+493	1110
Ruas 2	STA 2+493-STA 3+000	507
Ruas 3	STA 3+100-STA 4+100	1000
Ruas 4	STA 4+100-STA 5+241	1141
Ruas 5	STA 5+241-STA 5+805	464
Ruas 6	STA 5+805-STA 6+633	828
Ruas 7	STA 6+633-STA 6+850	217
Ruas 8	STA 6+850-STA 7+983	1133
Ruas 9	STA 7+983-STA 8+329	346
Ruas 10	STA 8+329-STA 8+390	61



Gambar 4. 16 Arah Aliran Rencana Drainase

Berdasarkan gambar arah aliran rencana drainase dapat dihitung pada Tabel 4.12:

Tabel 4. 12 Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Titik Tinjauan	CA (km ²)	L (km)	i	Tc (jam)	R (mm)	I (mm/jam)	C	Q (m ³ /det)
					5 Tahun	5 Tahun		5 Tahun
Segmen 1	0,02997	1,11	0,0006	2,8	132,0	23,2	0,9	0,17
Segmen 2	0,01369	0,51	0,0004	0,8	132,0	53,8	0,9	0,18
Segmen 3	0,02700	1,00	0,0006	3,1	132,0	21,5	0,9	0,15
Segmen 4	0,03081	1,14	0,0012	1,0	132,0	45,0	0,9	0,35
Segmen 5	0,01037	0,38	0,0011	0,4	132,0	79,8	0,9	0,21
Segmen 6	0,02236	0,83	0,0022	0,6	132,0	63,8	0,9	0,36
Segmen 7	0,00586	0,22	0,0010	0,3	132,0	104,8	0,9	0,15
Segmen 8	0,03059	1,13	0,0006	1,3	132,0	39,1	0,9	0,30
Segmen 9	0,00934	0,35	0,0002	0,7	132,0	57,2	0,9	0,13
Segmen 10	0,00165	0,06	0,0000	0,5	132,0	69,4	0,9	0,03

Keterangan:

- CA = Catchment Area (km²)
- L = Panjang Ruas (km)
- i = Kemiringan Saluran Memanjang
- Tc = Waktu Konsentrasi (jam)
- R = Curah Hujan Rancangan (mm)
- I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
- C = Koefisien Pengaliran
- Q = Debit Air (m³/det).

4.4.4 Dimensi Rancangan Saluran Drainase

Pada perencanaan saluran drainase di ruas Jalan Juwetkenongo - Krembung ini memperhitungkan debit hujan kala ulang 5 tahun (Q₅). Dari hasil perhitungan debit banjir yang berasal dari *catchment area* dan saluran drainase eksisting dapat dihitung dimensi saluran sesuai dengan Tabel 4.13 dan perhitungan tinggi muka air jagaan dapat dilihat pada Tabel 4.14:

Tabel 4. 13 Perhitungan Dimensi Saluran Rencana

Titik Tinjauan	Dimensi Saluran Rencana								
	B	H	A	P	R	i	n	V	Q
	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)			(m/det)	(m ³ /det)
Segmen 1	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,06%	0,013	0,80	0,51
Segmen 2	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,04%	0,013	0,65	0,42
Segmen 3	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,06%	0,013	0,80	0,51
Segmen 4	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,12%	0,013	1,10	0,71
Segmen 5	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,11%	0,013	1,07	0,68
Segmen 6	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,22%	0,013	1,49	0,95
Segmen 7	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,10%	0,013	1,03	0,66
Segmen 8	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,06%	0,013	0,79	0,50
Segmen 9	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,02%	0,013	0,50	0,32
Segmen 10	0,8	0,8	0,6	2,400	0,27	0,00%	0,013	0,13	0,08

Tabel 4. 14 Perhitungan Tinggi Muka Air Saluran Drainase Rencana

Titik Tinjauan	Tinggi Muka Air									tinggi jagaan
	B	H	A	P	R	i	n	V	Q5	
	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)			(m/det)	(m ³ /det)	m
Segmen 1	0,8	0,51	0,4	1,818	0,22	0,0006	0,013	0,71	0,29	0,29
Segmen 2	0,8	0,41	0,3	1,626	0,20	0,0004	0,013	0,54	0,18	0,39
Segmen 3	0,8	0,56	0,5	1,927	0,23	0,0006	0,013	0,73	0,33	0,24
Segmen 4	0,8	0,78	0,6	2,351	0,26	0,0012	0,013	1,10	0,68	0,20
Segmen 5	0,8	0,32	0,3	1,443	0,18	0,0011	0,013	0,82	0,21	0,48
Segmen 6	0,8	0,37	0,3	1,547	0,19	0,0022	0,013	1,20	0,36	0,43
Segmen 7	0,8	0,26	0,2	1,319	0,16	0,0010	0,013	0,72	0,15	0,54
Segmen 8	0,8	0,73	0,6	2,262	0,26	0,0006	0,013	0,77	0,45	0,17
Segmen 9	0,8	0,40	0,3	1,591	0,20	0,0002	0,013	0,41	0,13	0,40
Segmen 10	0,8	0,37	0,3	1,533	0,19	0,0000	0,013	0,10	0,03	0,43

Keterangan:

B = Lebar Penampang Saluran (m)

H = Tinggi Penampang Saluran (m)

- A = Luas Penampang (m^2)
P = Keliling Basah (m)
R = Jari – Jari Hidrolis (m)
I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
n = Koefisien Kekasaran
V = Kecepatan Air Rata – Rata (m/det)
Q5 = Debit Aliran (m^3/det)

Berdasarkan kapasitas tampung maksimum saluran rencana dengan dimensi 0,8 m x 0,8 m adalah 0,08 m^3/det hingga 0,95 m^3/det sehingga debit banjir rancangan mampu tertampung pada saluran rencana. Selain itu kecepatan aliran maksimum juga masih berada di bawah kecepatan maksimum ijin untuk saluran beton, yaitu kurang dari 2 m/det. Jika total debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun dan debit pada saluran drainase eksisting terjadi, maka tinggi muka air maksimum di saluran rencana yaitu 2-54 cm.

4.5 Perencanaan Perlengkapan Jalan

4.5.1 Marka Jalan

Bersumber dari Peraturan Menteri Perhubungan tentang marka jalan Pemenuhan No. 34 Tahun 2014, marka meliputi garis bujur, garis lintang, kerucut lalu lintas dan lambing lainnya yang ditempatkan diatas jalan yang mengatur lalu lintas agar sesuai dengan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Untuk ukuran marka membujur putus – putus yaitu 3 meter dengan jarak tiap marka 5 meter dengan lebar garis minimal 12 cm. Untuk rencana marka jalan dan penempatan marka jalan dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.5.2 Penerangan Jalan Umum











Bersumber dari Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 27 Tahun 2018 tentang Alat Penerangan Jalan disebutkan bahwa Alat Penerangan Jalan adalah lampu penerangan jalan yang berfungsi untuk memberi penerangan pada ruang lalu lintas. Ruas Jl. Juwetkenongo – Krembung memiliki panjang 7 kilo meter. Berdasarkan peraturan SNI 7391 Tahun 2008 standart jarak pemasangan antar tiang penerangan jalan umum adalah sepanjang 30 meter, jadi

untuk ruas jalan Juwetkenongo – Krembung memiliki 466 titik tiang penerangan jalan umum. Berdasarkan SNI 7391: 2008 Tentang Spesifikasi Penerangan Jalan Perkotaan lampu penerangan jalan menggunakan 6 lux dengan ketinggian tiang lampu 8 meter. Penempatan titik tiang penerangan jalan umum Jl. Juwetkenongo – Krembung dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.5.3 Rambu Lalu Lintas

Bersumber dari Pedoman Desain Geometrik Jalan N0. 13/P/BM/2021, rambu lalu lintas digolongkan menjadi empat, yaitu rambu peringatan, rambu larangan, rambu perintah, dan rambu petunjuk. Disamping itu, masih ada rambu sementara. Penempatan titik rambu di Jl. Juwetkenongo – Krembung dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Titik Rambu Lalu Lintas

No.	Nama	Simbol	Titik STA					Jumlah
1	Rambu Peringatan							
			1+500	2+490	5+240	6+630	8+829	5
			2+425	2+590	2+970	3+100	3+870	8
			6+350	6+975	8+150			
			8+205					1
			6+490	6+875	7+750			3
			1+510	2+200	2+475	3+020	3+070	18
			3+870	4+210	4+505	4+655	4+810	
			5+100	5+150	5+235	5+250	6+150	
			7+180	7+810	8+200			
			1+550	5+000	6+115	6+205	6+640	7
			7+770	7+950				
2	Rambu Petunjuk							
			5+515					1
			2+385	3+155	3+895	4+100	4+660	8
			5+455	7+540	8+050			
			1+550	5+000	6+115	6+205	6+640	7
			7+770	7+950				
			1+620					1
Jumlah							65	