

BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

1.1 Analisa Curah Hujan

Langkah awal yang di lakukan dalam perencanaan saluran drainase jalan ini yaitu dengan menganalisa hidrologi. Data yang digunakan merupakan data curah hujan harian selama 10 tahun (Tahun 2012 sampai tahun 2021) yang diperoleh dari Stasiun Badan Klimatologi dan Geofisika (BMKG) kelas II di jl. Zentana No.33, Krajen Ngijo, Kec. Karang Ploso Kab.Malang Jawa Timur. Curah hujan yang di gunakan di ambil dari 3 stasiun terdekat dari lokasi perencanaan yaitu stasiun curah hujan Klodan, Sawahan, dan Genjeng. Berikut adalah salah satu contoh data curah hujan.

Nama Pos Hujan ; Blongko/ Klodan
 Lintang : 07°44'38.10" LS
 Bujur : 111°49'41.39" BT
 Elevasi : 680 mdpl
 Lokasi : Desa Blongko, Kec.Ngetos, Kab. Nganjuk

Tabel 4. 1 Tabel Pos Hujan Blongko

No	Tahun	Bulan											
		Jan	Feb	Maret	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
1	2010	435	218	249	169	139	59	0	0	0	11	151	505
2	2011	509	412	313	323	222	387	96	0	0	0	247	291
3	2012	468	269	328	275	68	62	24	0	0	0	64	220
4	2013	293	468	423	194	67	34	0	2	0	0	150	445
5	2014	374	547	382	259	149	192	60	57	173	167	318	202
6	2015	471	511	369	489	77	54	0	0	43	0	259	357
7	2016	333	418	446	101	0	20	0	0	0	0	149	310
8	2017	539	498	421	248	0	0	0	0	0	0	0	417
9	2018	353	603	338	289	197	35	18	7	23	31	325	549
10	2019	732	516	327	169	43	96	6	0	49	36	248	301

Sumber: Perhitungan excel

Data hujan yang di peroleh dari stasiun hujan, merupakan curah hujan yang terhitung dari alat mesin penangkap hujan yang mesinnya hanya di letakan

pada satu titik saja. Sedangkan untuk perhitungan hidrologi di butuhkan 2 sampai 3 titik data hujan di sekitar area kawasan yang di tinjau, sehingga memerlukan lebih dari satu titik stasiun hujan.

1. Perhitungan Curah Hujan Maksimum

Setelah data curah hujan tersebut lengkap, selanjutnya menghitung curah hujan maksimum tahunan daerah dengan menggunakan rumus rata-rata aljabar. Berikut hasil perhitungan keseluruhan untuk curah hujan rata-rata tahunan dari ketiga stasiun curah hujan selama 10 tahun.

Tabel 4. 2 Curah Hujan Maksimum

<u>CURAH HUJAN MAKSIMUM</u>					
No	Tahun	Curah Hujan			Curah Hujan Maksimum
		Klodan	Genjeng	Sawahan	
1	2012	505	564	594	594
2	2013	509	455	594	594
3	2014	468	284	675.9	675.9
4	2015	468	587	797.3	797.3
5	2016	547	350	749.4	749.4
6	2017	511	455	548	548
7	2018	446	324	498.8	498.8
8	2019	539	427	498.8	539
9	2020	603	581	560.1	603
10	2021	732	517	686.5	732

Sumber: Perhitungan excel

2. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Daerah

Selanjutnya perhitungan secara lengkap rata-rata curah hujan Dari data yang ada, perhitungan curah hujan rata-rata daerah dilakukan menggunakan cara rata-rata Aljabar dengan jangka waktu 2012 s/d 2021 berikut nilai maksimumnya sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Perhitungan Curah Hujan rata-rata daerah

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum			Curah Hujan Rerata Daerah (mm)
		Klodan	Genjeng	Sawah	
1	2012	505	564	594	554.33
2	2013	509	455	594	519.33
3	2014	468	284	675.9	475.97
4	2015	468	587	797.3	617.43
5	2016	547	350	749.4	548.80
6	2017	511	455	548	504.67
7	2018	446	324	498.8	422.93
8	2019	539	427	498.8	488.27
9	2020	603	581	560.1	581.37
10	2021	732	517	686.5	645.17

Sumber: Perhitungan excel

3. Analisa Frekuensi

Analisa Frekuensi bertujuan untuk menentukan kategori distribusi yang sesuai dalam mencari curah hujan rencana yang di peroleh dari curah hujan rerata. Pemilihan curah hujan yang sesuai berdasarkan koefesien asimetri, kepengcengan kurtosis (CD.Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987).

Tabel 4. 4 Analisa frekuensi curah hujan

ANALISA FREKUENSI CURAH HUJAN						
No	Tahun	Xi	(Xi- \bar{x})	(Xi- \bar{x}) ²	(Xi- \bar{x}) ³	(Xi- \bar{x}) ⁴
1	2012	554.33	18.507	342.50	6338.47	117304.00
2	2013	519.33	-16.493	272.03	-4486.68	74000.35
3	2014	475.97	-59.860	3583.22	-214491.53	12839462.70
4	2015	617.43	81.607	6659.65	543471.68	44350912.08
5	2016	548.80	12.973	168.31	2183.51	28327.37
6	2017	504.67	-31.160	970.95	-30254.66	942735.36
7	2018	422.93	-112.893	12744.90	-1438814.78	162432596.10
8	2019	488.27	-47.560	2261.95	-107578.51	5116434.09
9	2020	581.37	45.540	2073.89	94445.02	4301026.37
10	2021	645.17	109.340	11955.24	1307185.46	142927658.25
Σ		5358.27	0.000	41032.6	157998.0	373130456.7
\bar{x}		535.82667				

Sumber: Perhitungan excel

Dari Tabel di atas, dapat di hitung parameter statistik sebagai berikut :

1. Rata-rata hitung (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{535827}{10}$$

$$\bar{X} = 535,827 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n iXi^{-2}}{n-1}}$$

$$Sd = \cdot \sqrt{\frac{410326}{10-1}}$$

$$Sd = 172125 \text{ mm}$$

3. Koefesien Kepencengan (Cs)

$$Cs = \frac{(n-1)(n-2) \frac{n}{i=1} \sum n^{(Xi-X)^3}}{Sd^3}$$

$$Cs = \frac{10}{(10-1)(10-2)} (157998)$$

$$Cs = \frac{157998}{172125^3}$$

$$Cs = 2,5723 \text{ mm}$$

4. Koefesien Kurtosis (CK)

$$Ck = \frac{n2 \sum_{i=1}^n (Xi - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4}$$

$$Ck = \frac{(10^2)(3731304567)}{(10-1)(10-2)(10-3)172125^4}$$

$$Ck = 9,7222 \text{ mm}$$

5. Koefesien Variasi (Cv)

$$Cv = Sd_{\bar{X}}$$

$$Cv = 172125_{353827}$$

$$Cv = 0,0321 \text{ mm}$$

Tabel 4. 5 Syarat penentuan distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisa	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	2,5723	Tidak Memenuhi
	$C_k \approx 3$	9,7222	
Log Normal	$C_s = 0,82$	2,5723	Tidak Memenuhi
	$C_k = 4,22$	9,7222	
Log Person Tipe III	$C_s \neq 0$	2,5723	Memenuhi
E.J. Gumbel	$C_s \leq 1,1396$	2,5723	Tidak Memenuhi
	$C_k \leq 5,4002$	9,7222	

Sumber: Perhitungan excel

Hasil perhitungan data di atas di ketahui distribusi frekuensi yang di pilih adalah distribusi *Log Person tipe III*, karena memiliki nilai CS yang memenuhi.

4. Hujan Rencana Log Person Type III

Data curah hujan maksimum yang terhitung sebelumnya, akan digunakan untuk memperkirakan besarnya debit yang nantinya akan ditampung oleh saluran. Penentuan curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu dihitung dengan menggunakan analisa fekuensi metode *Log Person tipe III*, dengan alasan bahwa koefisien puncak dan koefisien kepercengan data yang tersedia memenuhi syarat metode tersebut. Langkah perhitungan metode *Log Person tipe III* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Perhitungan *Log Person Type III*

No	X_i	Log X_i	$(\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{x})$	$(\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{x})^2$	$(\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{x})^3$
1	554.33	2.7438	0.0179	0.000320	0.000006
2	519.33	2.7154	-0.0104	0.000109	-0.000001
3	475.97	2.6776	-0.0483	0.002334	-0.000113
4	617.43	2.7906	0.0647	0.004187	0.000271
5	548.80	2.7394	0.0135	0.000183	0.000002
6	504.67	2.7030	-0.0229	0.000524	-0.000012
7	422.93	2.6263	-0.0996	0.009923	-0.000988
8	488.27	2.6887	-0.0372	0.001386	-0.000052
9	581.37	2.7645	0.0386	0.001487	0.000057
10	645.17	2.8097	0.0838	0.007020	0.000588
Σ	5358.27	27.2589	0.0000	0.027472	-0.000241
\bar{x}	535.82667	2.7259			

Sumber : Perhitungan Excel

1. Hitung rata-rata Log \bar{X} berdasarkan

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{272589}{10}$$

$$\text{Log } \bar{x} = 2,7259 \text{ mm}$$

2. Hitung nilai standar deviasi (Sd)

$$Sd = \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n i^{xi-2}}{n-1}}$$

$$Sd = \cdot \sqrt{\frac{0,027472}{9}}$$

$$Sd = 0,0552 \text{ mm}$$

3. Hitung nilai Koefisien Kepencengan (Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (\log xi - \log X)^3}{(n-1)(n-2)(Sd)^3}$$

$$Cs = \frac{-0000241}{(10-1)(10-2)(0,0552)^3}$$

$$Cs = -0,1987 \text{ mm}$$

Untuk Harga Cs = -0,1987 dan T (Periode Ulang) tertentu maka harga faktor Gt, untuk sebaran Log Person Tipe III hujan rencana 2,5,10 tahun dapat dihitung dalam interpolasi di bawah ini:

Tabel 4. 7 Perhitungan nilai Gt

Cs	Periode Ulang Tahun		
	2	5	10
0.0000	0.0000	0.8420	1.2820
-0.1987	0.0328	0.8499	1.2582
-0.2000	0.0330	0.8500	1.2580

Sumber : Perhitungan Excel

Interpolasi kala Ulang 2 Tahun :

Untuk CS_x = -0,1987

Untuk CS₁ = 0,0 pada probabilitas 50% harga Gt₁ = 0,000

Untuk CS₂ = -0,2 pada probabilitas 50% harga Gt₂ = 0,0330

$$\begin{aligned} \text{Harga } Gt_x &= Gt + \frac{(Gt_2 - Gt_1)}{1_{(Cs_2 - Cs_1)} - 2x} \\ \text{Harga } Gt_x &= \frac{0,000 + (0,0330 - 0,000)}{(-0,2 - (0,0))} x (-0,2 - 0,1987) \\ \text{Harga } Gt_x &= 0,0328 \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 Perhitungan nilai R_T

Kala Ulang	Gt	Log RT	RT (mm)
2	0.0328	2.7277	534.19
5	0.8499	2.7728	592.71
10	1.2582	2.7954	624.31

Sumber : Perhitungan Excel

Perhitungan $\text{Log } R_T$:

$$\begin{aligned} \text{Log } R_T &= \text{Log } x + Gt * Sd \\ \text{Log } R_T &= 2,7954 + (0,0328 * 0,0552) \\ \text{Log } R_T &= 2,7972 \end{aligned}$$

Perhitungan RT dengan antilog:

$$\begin{aligned} R_T &= 10^{\text{Log}RT} \\ R_T &= 102,7969 \\ R_T &= 534,19 \text{ mm} \end{aligned}$$

5. Uji *Smirnov Kolmogrove* Pada *Log Person Tipe III*

Pada probabilitas *Log Person Tipe III* ini data di urutkan dari yang terbesar ke yang terkecil.

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 9,09 \%$$

Untuk mencari nilai P_t :

$$\begin{aligned} yn &= 0,4952 \\ sn &= 0,9496 \end{aligned}$$

$$\text{Log } X_i = 2,7438$$

$$\text{Log } X_i = x_i + (k \times sd)$$

$$2,7438 = 2,7259 + (k \times 0,0552)$$

$$k = \frac{2,7438 - 2,7259}{0,0552}$$

$$k = 0,3242$$

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$0,3242 = \frac{y_t - 0,4952}{0,9496}$$

$$y_t = 0,4952 + (0,3242 \times 0,9496)$$

$$y_t = 0,8030$$

$$Y_t = -Ln - Ln^{T-1} \bar{T}$$

$$0,8030 = -Ln - Ln^{T-1} \bar{T}$$

$$T = 6,4445$$

$$P'(X_i) = \frac{1}{\bar{T}}$$

$$P'(X_i) = \frac{1}{6,4445}$$

$$P'(X_i) = 0,1552$$

Tabel 4. 9 Perhitungan probabilitas

UJI KESESUAIN DISTRIBUSI					
SMIRNOV KOLMOGOROV					
No	LOG Xi	P(Xi)	K	P'(Xi)	$\Delta P = P(x_i) - P'(X_i)$
1	2.7438	0.0909	0.3237	0.1552	-0.0643
2	2.7154	0.1818	-0.1889	0.1712	0.0106
3	2.6776	0.2727	-0.8744	0.2134	0.0594
4	2.7906	0.3636	1.1711	0.3893	-0.0257
5	2.7394	0.4545	0.2449	0.3569	0.0977
6	2.7030	0.5455	-0.4141	0.5227	0.0227
7	2.6263	0.6364	-1.8030	0.5815	0.0549
8	2.6887	0.7273	-0.6738	0.6405	0.0868
9	2.7645	0.8182	0.6980	0.8110	0.0072
10	2.8097	0.9091	1.5165	0.9557	-0.0466
Maksimum					0.0977

Sumber : Perhitungan excel

Dengan $(n) = 10$ dan $(\alpha) = 0,05$ maka harga ΔP kritis = 0,56 (nilai di ambil dari tabel 2.2), karena ΔP maks 0,0977 > ΔP kritis = 0,56 maka dapat di simpulkan bahwa pengujian *Smirnov Kolmogorov* pada metode *Log Person Tipe III* diterima.

6. Uji Chi-Kuadrat Pada Log Person Tipe III

Uji kesesuain distribusi memakai *Chi-Kuadrat* dengan $\alpha = 5\%$

Pembagian kelas data:

- Jumlah Kelas = $1 + (3,322 \times \text{Log } n)$
 $= 1 + (3,322 \times \text{Log } 10)$
 $= 4,3 = 5$
- Menghitung interval kelas

$$I = \frac{58900 - 419,67}{5}$$

$$I = 33,87$$

- Menghitung Jumlah nilai teoritis dengan membagi banyaknya data dengan jumlah kelas yang ada

$$E_j = \frac{10}{2}$$

$$I = 2$$

Tabel 4. 10 Perhitungan pengujian *chi Kuadrat*

UJI KESESUAIN DISTRIBUSI				
CHI KUADRAT				
No	Interval Curah Hujan (mm)	Jumlah		$(QJ - EJ)^2$
		QJ	EJ	EJ
1	419,67 ≤ 453,54	2	2	0.0
2	453,54 ≤ 487,41	2	2	0.0
3	487,41 ≤ 521,28	2	2	0.0
4	521,28 ≤ 555,15	1	2	0.5
5	555,15 ≤ 589,00	3	2	0.5
	Σ	10	10	1.0

Sumber : Perhitungan Excel

Dengan derajat kebebasan :

$$DK = K - P - 1$$

$$= 5 - 2 - 1$$

$$= 2$$

Dengan $DK = 2$ dan $\alpha = 5\%$ maka harga X^2 standart = 5,591 dapat di lihat pada tabel 2.2, sehingga X^2 yang di hitung = 1,0 < X^2 standart = 5,591, Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa uji *chi kuadrat* pada metode *Log Person Tipe III* diterima.

Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa metode distribusi *Log Person Tipe III* dapat dipakai untuk perhitungan curah hujan rencana. Hasil dari perhitungan metode distribusi yang akan digunakan adalah metode distribusi *Log Person Tipe III*. Selanjutnya di pakai nilai sebesar 592,71 mm periode ulang 5 tahun untuk menghitung intensitas curah hujan.

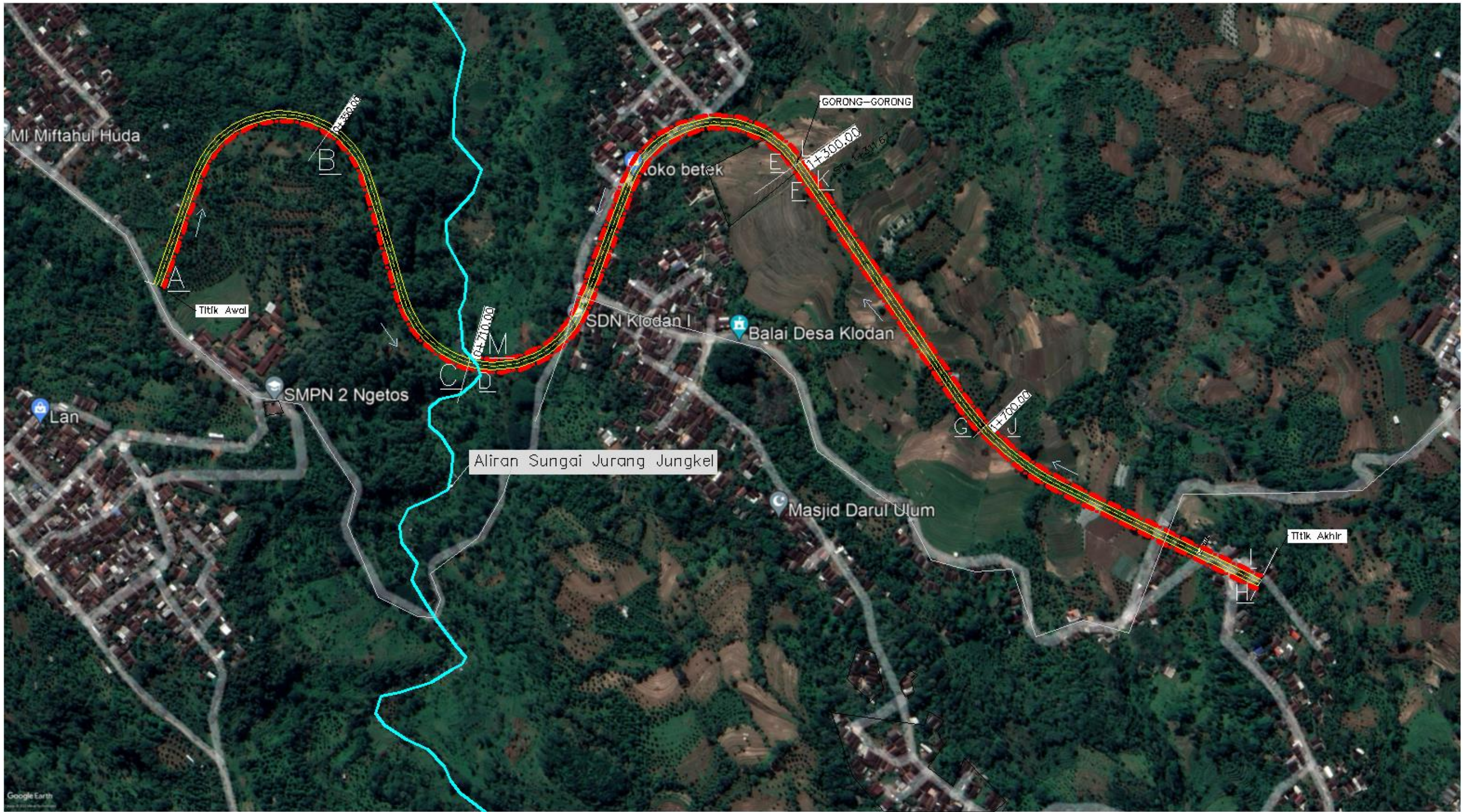
1.2 Perhitungan Debit Rencana Saluran.

Selanjutnya dari hasil analisa debit yang diperoleh dapat di tentukan dimensi saluran samping yang akan direncanakan berdasarkan hasil analisa/perhitungan hidrolika saluran.

1. Perencanaan saluran drainase ruas Jalan Desa Klodan - Bajulan

Berdasarkan tata cara perencanaan Geometrik jalan 1997, untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas memerlukan kemiringan melintang 2-3 % untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton 4-5 % untuk perkerasan kerikil, dan 3–5 % untuk kemiringan bahu jalan normal. Perancangan jalan ini menggunakan kemiringan melintang lajur = 2% (perkerasan aspal) dengan lebar 3m, dan kemiringan 3 % (bahu jalan) dengan lebar 1,5m. untuk saluran drainase akan di tempatkan di samping tepi bahu jalan menyesuaikan kondisi jalan. Rencana arah saluran drainase akan di bawa ke sungai terdekat sebagai pembuangan akhir.

Rencana untuk penempatan posisi saluran akan di letakan di samping tepi bahu jalan 1.5 meter. Untuk lebar saluran ditetapkan maximum 1.2 m sesuai dengan kelas jalan. Arah aliran dari saluran akan di tujukan ke sungai terdekat yaitu area buanagn dari Sungai Jurang Jungkel. Untuk daerah tangkapan air ditentukan dengan melakukan observasi langsung ke lapangan, di karenakan kondisi dari data topografi trase yang kurang akurat. kondisi trase jalan yang dibangun melewati area irigas sawah, sehingga perlu di bangunnya faslilitas jalan yaitu gorong-gorong.



KETERANGAN :

Renc. Trase Jalan



Renc. Saluran



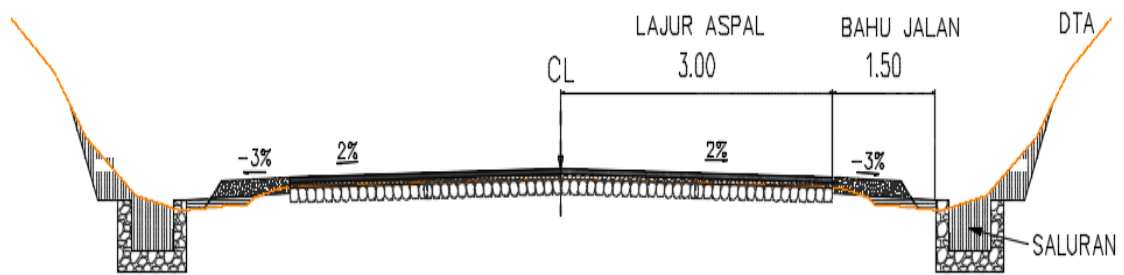
Aliran Sungai Jurang Jungkel



Arah Aliran



Gambar 4. 1 Tata Letak Saluran Drainase[

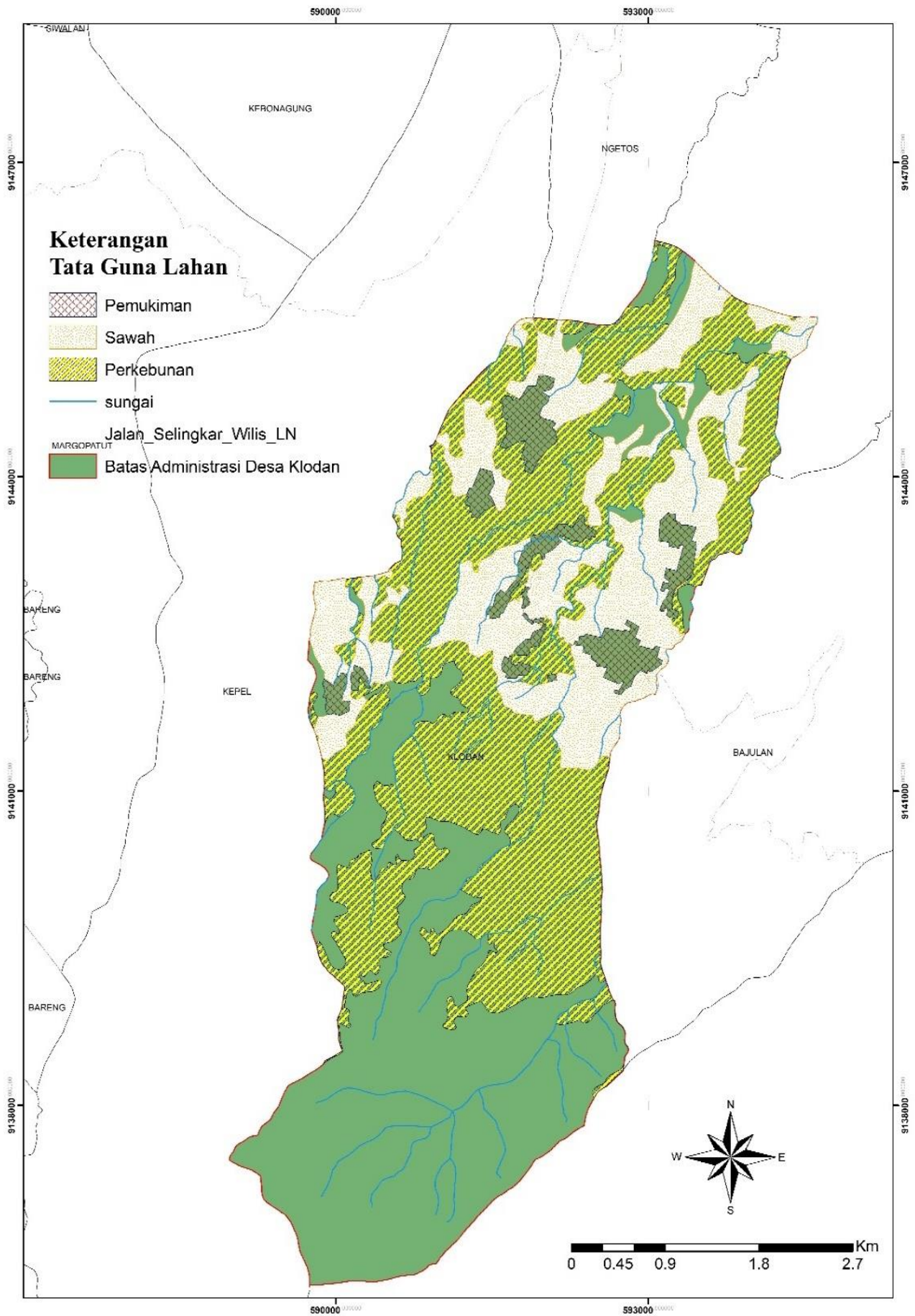


Gambar 4. 2 Potomgan jalan dan salurn

2. Perhitungan saluran drainase ruas A-B

a. Data perhitungan

Dalam perhitungan ini, untuk nilai koefesien pengaliran, di analisis dengan aplikasi GIS untuk penggunaan lahan di peroleh area yang mendominasi di sekitar rencana saluran yaitu area semak belukar. Berdasarkan penggunaan lahan yang ada di sekitar lokasi juga terdapat daerah berupa pemukiman, area sawah, area sekolah/Pendidikan dan area semak pemukiman. kondisi lahan ini berpengaruh terhadap angka koefesien pengaliran suatu daerah (tabel 2.1). Peta tata guna lahan dapat di lihat pada gambar 4.3. Dalam perencanaan ini untuk luas daerah pengaliran dilakukan proses observasi langsung ke lapangan untuk menentukan batas-batas daerah tangkapan air yang kemudian akan di analisis dengan nilai koefesien penggunaan lahan.



Gambar 4. 3 Peta Penggunaan Lahan Desa Klodan

b. Analisa perhitungan

Untuk perhitungan ini, akan ditinjau pada titik A–B dan disesuaikan dengan panjang jalan yaitu 350 m, dengan beda elevasi 1,03 m.

- Kemiringan dasar saluran (S)

Perhitungan kemiringan saluran ditentukan dari tinggi elevasi mengikuti area tinjauan trase, kemudian di kurangi dengan elevasi rendah dibagi dengan Panjang saluran untuk mencari nilai rata-rata.

$$S = \frac{H}{L}$$

$$S = \frac{1,031}{350}$$

$$S = 0,0029$$

- Waktu Konsentrasi

Untuk menentukan titik air hujan yang jatuh dari titik terjauh ke permukaan tanah dalam area DTA ke saluran tinjauan di lakukan perhitungan

$$\begin{aligned} T_c &= \frac{0.0195}{60} x \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77} \\ &= \frac{0.0195}{60} x \left(\frac{350}{\sqrt{0.0019}} \right)^{0.77} \\ &= 0.2787 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 4. 11 Perhitungan nilai Tc

Saluran	Elevasi (m)		Panjang Saluran (m)	Beda Elevasi (m)	Kemiringan Saluran	Tc
	Awal	Akhir				
(A-B)	62.971	61.940	350	1.03	0.0029	0.2787
(B - C)	61.940	61.180	360	0.76	0.0021	0.3238
(E - D)	61.960	61.130	590	0.83	0.0014	0.5538
(G - F)	63.620	61.960	400	1.66	0.0041	0.2707
(H - G)	65.960	63.620	384	2.34	0.0061	0.2263
(I - J)	65.960	63.620	384	2.34	0.0061	0.2263
(J - K)	63.620	61.960	400	1.66	0.0041	0.2707
(L - M)	61.960	61.130	590	0.83	0.0014	0.5538

Sumber: Perhitungan excel

Keterangan:

Elevasi awal dan akhir = Data lapangan primer

Panjang saluran = Data trase jalan

Beda elevasi = Elevasi awal – elevasi akhir

Kemiringan saluran = Beda elevasi dibagi dengan Panjang saluran

Tc = Waktu konsentrasi

- Intensitas curah hujan (I)

Dari hasil perhitungan yang didapat dalam menentukan tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu di gunakan hasil perhitungan log Rt. Dengan periode ulang hujan untuk 5 tahun sebesar 592.71 mm.

$$I = \frac{R24}{24} x \left(\frac{24}{Tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{592.71}{24} x \left(\frac{24}{0,2787} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 481.566 \text{ mm/jam}$$

$$I = 0,00013 \text{ m/dt}$$

- Koefisien Pengaliran (C)

Penentuan koefisien pengaliran di tentukan berdasarkan peta penggunaan lahan yang ada lalu di sesuaikan dengan proses pengamatan langsung dlapangan untuk mendapatkan luas daerah pengaliran. Hasil pengamatan untuk badan jalan sendiri di ambil dari titik CI ke bahu jalan sebelum saluran di dapatkan 4.5 meter di kalikan dengan Panjang jalan A-B, 350 m = 1575 m². Untuk luas pemukiman sebesar 888 m², area semak belukar sebesar 10000 m², dan lahan perkebunan sebesar 3000 m². Perhitungan selengkapnya di cantumkan pade tabel 4.13

$$C = \frac{((0.95 \times 1575) + (0.60 \times 888) + (0.0 \times 10000) + (0.40 \times 3000))}{1575 + 888 + 10000 + 3000}$$

$$= \frac{12229.05}{15463} = 0.7908$$

Tabel 4. 12 Nilai Koefisien (C)

Nama Saluran	Luas Penggunaan Tata Guna Lahan (m ²)						C
	Perkerasan Aspal	Sawah	Pemukiman	Semak Belukar	Pendidikan	Lahan Perkebunan	
(A-B)	1575.00	0.00	888.00	10000.00	0.00	3000.00	0.7909
(B - C)	1620.00	0.00	7000.00	20000.00	314.71	1000.00	0.8116
(E - D)	2655.00	7558.00	5000.00	20000.00	3613.00	16000.00	0.6614
(G - F)	1800.00	4700.00	200.00	350.00	0.00	0.00	0.7043
(H - G)	1728.00	2600.00	100.00	870.00	0.00	0.00	0.7634
(I - J)	1728.00	50.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.9254
(J - K)	1800.00	50.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.9263
(L - M)	2655.00	50.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.9337

Sumber: Perhitungan excel

- Debit banjir rencana (Qr)

Perhitungan besarnya debit yang di perkirakan akan teraliri melalui saluran yang di rencanakan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Qr &= \frac{1}{3,6} x C.I.A \\
 &= \frac{0.7909 x 0.0008 x 15463}{3,6} \\
 &= 0.5132 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 13 Perhitungan debit banjir rencana (Q)

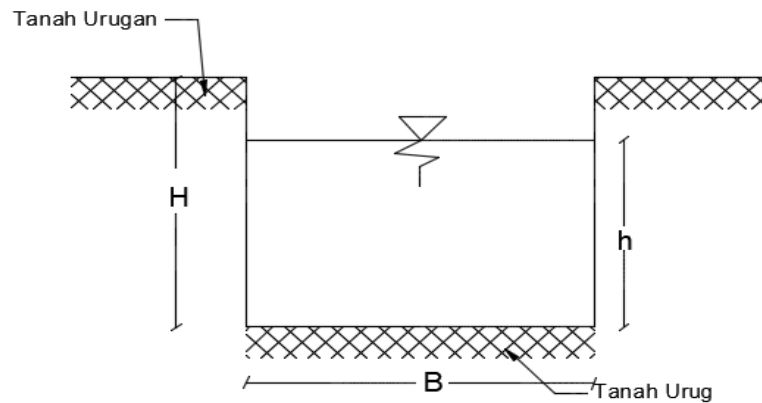
Nama Saluran	C	I (mm/jam)	A (m ²)	Q (m ³ /dt)	Qt (m ³ /dt)
(A - B)	0.7909	0.000141	4963.0	0.1536	0.1536
(B - C)	0.8116	0.000127	14420.0	0.4145	0.5681
(E - D)	0.6614	0.000089	28613.0	0.4687	0.4687
(G - F)	0.7043	0.000144	8050.0	0.2262	0.4253
(H - G)	0.7634	0.000162	5798.0	0.1991	0.1991
(I - J)	0.9254	0.000162	1778.0	0.0740	0.1424
(J - K)	0.9263	0.000144	1850.0	0.0684	0.0684
(L - M)	0.9337	0.000089	2705.0	0.0625	0.0625

Sumber: Perhitungan excel

Pada ruas saluran B-C mengalami pertambahan debit di karenakan buangan air dari ruas A-B akan tersalurkan ke ruas B-C. begitu juga dengan ruas G-F, dan ruas I-J yang mengalami pertambahan debit.

1.3 Perencanaan Saluran

Perencanaan saluran ini akan di bangun dengan bentuk persegi. Untuk mengetahui dimensi daya tampung debit yang akan teraliri, dilakukan dengan perhitungan coba-coba. untuk rencana saluran pada ruas A-B di gunakan percobaan dengan tinggi (h) 0.60 m, dan lebar (B) saluran 0.50 m.



Gambar 4. 4 Bentuk Saluran Persegi

Berikut Analisa perhitungan saluran :

Panjang saluran	= 350 m
Lebar dasar saluran (b)	= 0.50 m
Kedalaman saluran (h)	= 0.60 m
Kemiringan muka air (s)	= 0.0029
Koefesien kekasaran manning (n)	= 0.025

- Menghitung luas penampang (A)

$$A = b \cdot h$$

$$A = 0.6 \times 0.5$$

$$A = 0.3 \text{ m}^2$$

- Menghitung penampang basah saluran (P)

$$P = b + 2 \cdot h$$

$$= 0.6 + 2 \times 0.5$$

$$= 1.6 \text{ m}$$

- Menghitung jari-jari hidrolis (R)

$$R = A/P$$

$$= \frac{0.3}{1.6}$$

$$= 1.875 \text{ m}$$

- Menghitung kecepatan aliran dasar saluran (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0.025} \times 0.1875^{0.667} \times 0.00295^{0.5} \\ &= 0.7112 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

- Menghitung kapasitas saluran (Qks)

$$\begin{aligned} Q_{ks} &= A \times V \\ &= 0.3 \times 0.7112 \\ &= 0.21336 \text{ m}^3 / \text{dt} \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat disimpulkan untuk percobaan penampang dengan tinggi (h) 0.60 m dan lebar (B) 0.50 m, Memenuhi, karena debit rencana (Qr) 0.01708 mm³/dt < debit kapasitas saluran (Qks) 0.2134 mm³/dt.

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 14 Perhitungan kapasitas saluran

Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Dimensi			A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/dt)	Q _s (m ³ /dt)
		b (m)	h (m)	w (m)					
(A-B)	350	0.60	0.50	0.00	0.300	1.600	0.188	0.711	0.2134
(B - C)	360	0.65	0.70	0.12	0.455	2.050	0.222	0.796	0.3621
(E - D)	590	0.70	0.80	0.00	0.560	2.300	0.243	0.847	0.4740
(G - F)	400	0.60	0.50	0.09	0.300	1.600	0.188	0.711	0.2134
(H - G)	384	0.60	0.50	0.00	0.300	1.600	0.188	0.711	0.2134
(I - J)	384	0.50	0.40	0.06	0.200	1.300	0.154	0.623	0.1247
(J - K)	400	0.60	0.40	0.00	0.240	1.400	0.171	0.670	0.1608
(L - M)	590	0.40	0.40	0.00	0.160	1.200	0.133	0.567	0.0907

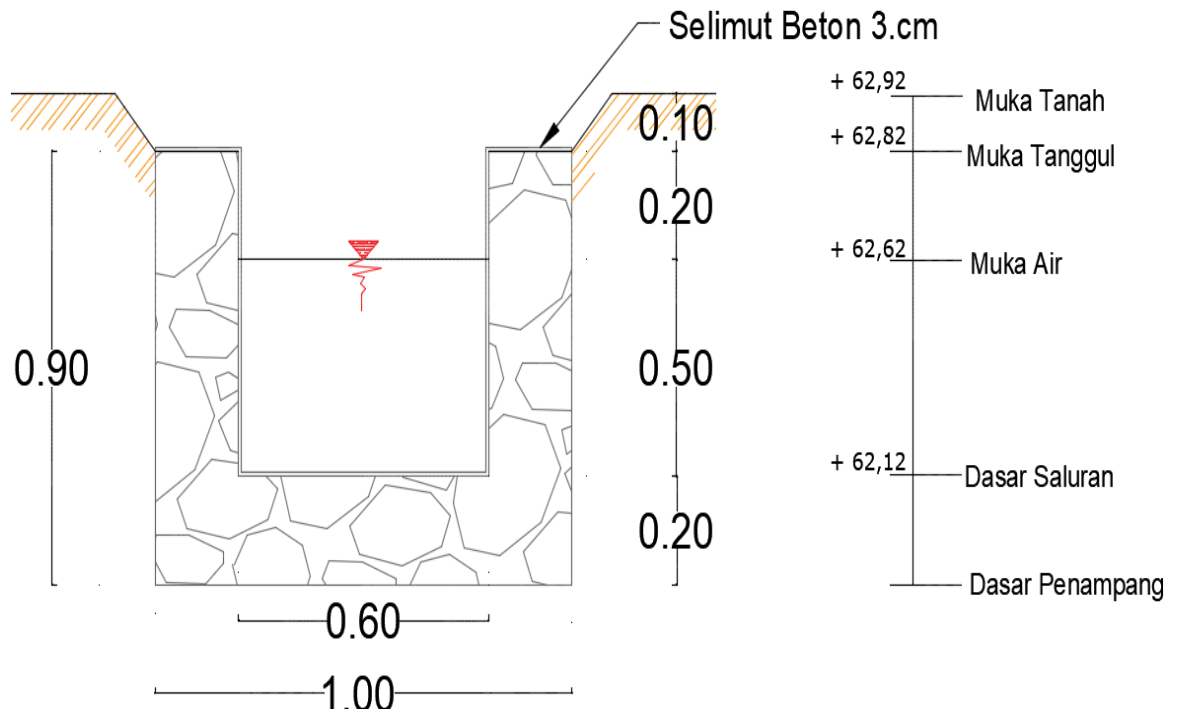
Sumber: Perhitungan excel

- Kemudian di lakukan Analisa kecukupan saluran drainase

Tabel 4. 15 Analisa kecukupan saluran

Nama Saluran	Q _s (m ³ /dt)	Q _t (m ³ /dt)	Keterangan
(A-B)	0.2134	0.1536	Memenuhi
(B - C)	0.5755	0.5681	Memenuhi
(E - D)	0.4740	0.4687	Memenuhi
(G - F)	0.4267	0.4253	Memenuhi
(H - G)	0.2134	0.1991	Memenuhi
(I - J)	0.2855	0.0740	Memenuhi
(J - K)	0.1608	0.1424	Memenuhi
(L - M)	0.0907	0.0625	Memenuhi

Sumber: Perhitungan excel



Gambar 4. 5 Penampang saluran A-B

1.4 Perhitungan gorong-gorong

Gorong-gorong yang adalah saluran tertutup (pendek) yang mengalirkan air melewati jalan bentuk penampang melintang. Gorong-gorong yang di rencanakan adalah yang berbentuk segiempat.

1. Perhitungan gorong-gorong pada titik Sta. 1 + 300

Perhitungan gorong-gorong menggunakan distribusi curah hujan = 5 tahun > 592.71. Untuk debit rencana sendiri di totalkan dari hasil perhitungan debit yaitu pada titik D-E dan titik G-F yang akan masuk ke gorong-gorong yaitu sebesar $0.425 \text{ m}^3/\text{dt}$, dengan kecepatan aliran untuk saluran titik II (V_1) = $0.947 \text{ m}/\text{dt}$ dan untuk saluran Titik III (V_3) = $0.478 \text{ m}/\text{dt}$. Lalu untuk kecepatan aliran (V_2) dalam gorong-gorong diperoleh dari total $V_1 + V_2$ yaitu = $1.425 \text{ m}/\text{dt}$. Saluran gorong-gorong ini akan di bangun menggunakan pasangan batu kali dengan nilai koefesien manning (n) = $0.025 \text{ m}/\text{dt}$.

Analisa perhitungan

- Penampang gorong-gorong

Nilai h, di peroleh dari dimensi saluran

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q}{V_2} \\ &= \frac{0.425}{1.425} \\ &= 0.298 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$A = B \times h$$

$$0.30 = B \times 0.60$$

$$B = 0.497 \text{ m}$$

- Keliling basah

$$P = 3 \text{ h}$$

$$P = 3.00 \times 0.60$$

$$P = 1.80 \text{ m}$$

- Jari-jari hidrolis

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0.298}{1.800} \\ &= 0.166 \text{ m} \end{aligned}$$

- Perhitungan kehilangan energi

- Kehilangan energi pada pemasukan (entrance)

$$\begin{aligned} h_i &= 0.3 \times \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g} \\ &= 0.3 \times \frac{(1.4 - 0.9468^2)}{2 \times 9.81} \\ &= 0.017346 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kehilangan energi pada pemasukan (entrance)

$$h_f = \frac{(V_2^2 \times L)}{K_2 R^{4/3}}$$

$$= \frac{1.4^2 \times 25}{80^2 \times 0.1658^{4/3}}$$

$$= 0.087091 \text{ m}$$

- Akibat pengeluaran

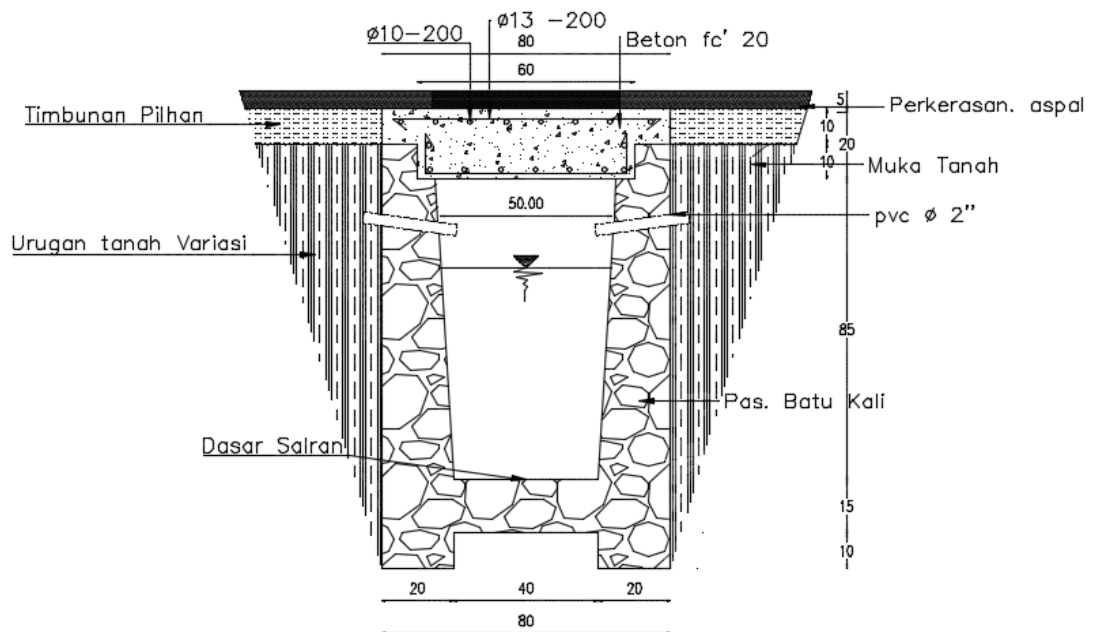
$$h_b = K_b \frac{V_2^2}{2g}$$

$$= 0.11 \frac{1.4^2}{2 \times 9.81}$$

$$= 0.01186$$

$$\text{Kehilangan energi total (Dhc)} = 0.017346 + 0.0870 + 0.011386$$

$$= 0.115823$$



Gambar 4. 6 Sketsa penampang gorong-gorong di titik Sta. 1+300

