

BAB IV

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 Deskripsi Data Penelitian

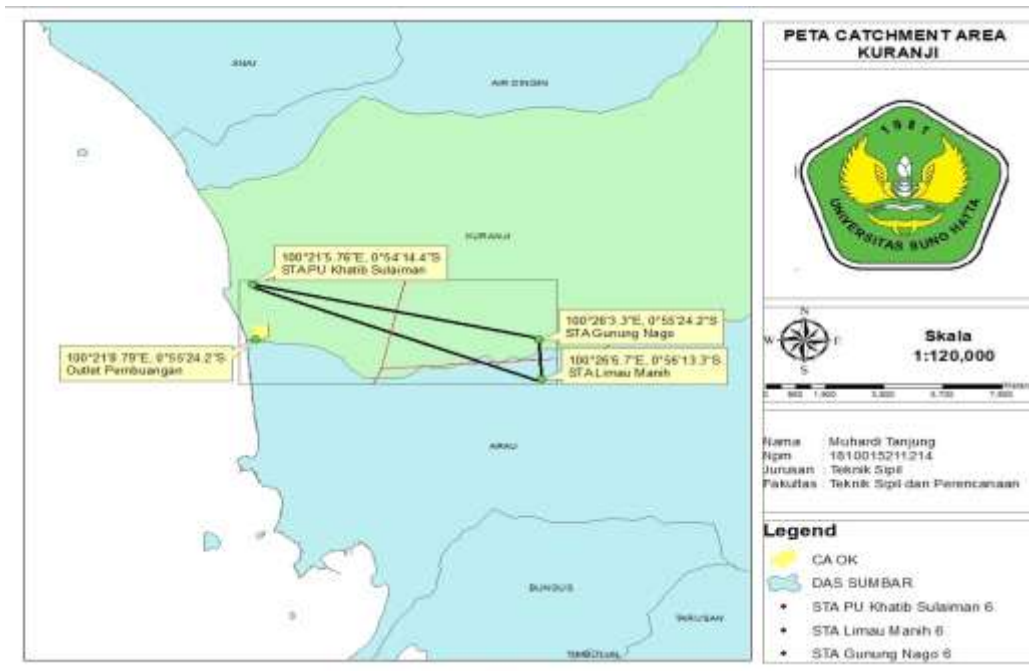
Dalam merencanakan saluran drainase diperlukan data-data lapangan, diantaranya: data curah hujan, data topografi, data penduduk, data lokasi/wilayah dan lain – lain. Disamping itu, juga diperlukan beberapa teori yang menjadi acuan dalam melakukan perencanaan drainase. Perhitungan teknis yang didasarkan pada hal tersebut akan memberikan hasil yang sesuai dengan akurasi keadaan lapangandari daerah studi.

4.1.1 Penentuan Stasiun Curah Hujan

Pada metode Polygon Thiessen ini memberikan proporsi luasan daerah yang berpengaruh pada pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak metode Polygon Thiessen ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 – 5.000 km² Cara ini diperoleh dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian tiap stasiun penakar R_n akan terletak pada suatu poligon tertentu A_n . Dengan menghitung perbandingan luas untuk setiap stasiun yang besarnya = A_n/A , dimana A adalah luas daerah penampungan atau jumlah luas seluruh are yang dicari tinggi curah hujannya. Curah hujan rata-rata diperoleh dengan cara menjumlahkan pada masing-masing penakar yang mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara pos penakar.

Dari hasil yang telah didapatkan maka stasiun hujan yang mempengaruhi daerah penelitian adalah satu STA, yaitu STA PU Khatib Sulaiman dengan luas DAS 18 ha dan luas daerah penelitian yaitu 7,43 ha.

Gambar 4. 1 Cathment Area



4.1.2 Perhitungan Curah Hujan Kawasan

Untuk perhitungan curah hujan rata-rata menggunakan metode polygone thiessen, pengambilan metode ini karena stasiun curah hujan yang mempengaruhi daerah penelitian hanya satu stasiun hujan.

Tabel 4. 1 Data Curah Hujan

No.	Tahun	Curah Hujan Harian (mm)
		St. PU Khatib
1	2011	330
2	2012	140
3	2013	128
4	2014	100
5	2015	206
6	2016	270
7	2017	195
8	2018	147
9	2029	100
10	2020	230
Jumlah		1846

(Sumber: Stasiun Curah Hujan)

4.2 Analisa Frekuensi Curah Hujan Maksimum

Untuk menghitung debit dengan periode ulang tertentu, diperlukan juga hujan maksimum dengan periode ulang tertentu. Hujan maksimum disebut juga hujan rencana. Untuk menghitung hujan rencana penulis menggunakan empat jenis distribusi, yaitu:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi log-pearson III
4. Distribusi Gumbel

4.2.1 Perhitungan Distribusi Normal

Tabel 4. 2 Analisis Curah Hujan Distribusi Normal

NO	Tahun	CurahHujan Maks (Xi) (mm)	(xi-x)	(xi-x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
1	2011	330	145,4	21141	373925	446948646
2	2012	140	-44,6	1989	-88717	3956758
3	2013	128	-56,6	3204	-181321	10262797
4	2014	100	-84,6	7157	-605496	51224939
5	2015	206	21,4	458	9800	209727
6	2016	270	85,4	7293	622836	53190183
7	2017	195	10,4	108	1125	11699
8	2018	147	-37,6	1414	-53157	1998717
9	2029	100	-84,6	7157	-605496	51224939
10	2020	230	45,4	2061	93577	4248381
Jumlah		1846		51982	-432924	623276786
X		184,6				
Cs		-0,137				
Ck		1,869				
S		75,99				

Dari data tabel 4.2 di atas di dapatkan data sebagai berikut:

$$1. X = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n} = 1846/10 = 184,6 \text{ mm}$$

$$2. \text{ Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{51982}{9}} = 75,99 \text{ mm}$$

$$1. Cs = n \sum_{(i=1)}^n \frac{(xi - x)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(-432924)}{(10-1)(10-2)75,99^3} = -0,137$$

$$2. Ck = \sum_{(i=1)}^n \frac{1}{n} \frac{(\text{Log}xi - \text{Log}x)^4}{S^4} = \frac{1}{10} \frac{(623276786)}{75,99^4} = 1,869$$

3. $KT = 0,00$ (Dilihat Dari Tabel 2.2. Halaman 28, Nilai Variabel

4. Perhitungan untuk periode ulang T-tahun

$$XT = X + (KT \times S)$$

$$= 184,6 + (0 \times 75,99)$$

$$= 184,6 \text{ mm}$$

Untuk hasil perhitungan hujan rencana 5,10,20,50 tahun dapat dilihat pada table berikut ini

Tabel 4. 3 Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Normal

No	Periode Ulang (T)	KT	X	S	Curah Hujan (XT)
1	2	0,000	184,6	75,99	184,60
2	5	0,840	184,6	75,99	248,43
3	10	1,280	184,6	75,99	281,86
4	20	1,640	184,6	75,99	309,22
5	50	2,050	184,6	75,99	340,37

4.2.2 Perhitungan Distribusi Gumbel

Tabel 4. 4 Analisis Curah Hujan Distribusi Gumbel

NO	Tahun	CurahHujan Maks (Xi) (mm)	(xi-x)	(xi-x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
1	2011	330	145,4	21141	373925	446948646
2	2012	140	-44,6	1989	-88717	3956758
3	2013	128	-56,6	3204	-181321	10262797
4	2014	100	-84,6	7157	-605496	51224939
5	2015	206	21,4	458	9800	209727
6	2016	270	85,4	7293	622836	53190183
7	2017	195	10,4	108	1125	11699
8	2018	147	-37,6	1414	-53157	1998717
9	2029	100	-84,6	7157	-605496	51224939
10	2020	230	45,4	2061	93577	4248381
Jumlah		1846		51982	-432924	623276786
X		184,6				
Cs		-0,137				
Ck		1,869				
S		75,99				

$$5. \quad C_s = n \sum_{(i=1)}^n \frac{(xi - x)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(-432924)}{(10-1)(10-2)75,99^3} = -0,137$$

$$6. \quad C_k = \sum_{(i=1)}^n \frac{1}{n} \frac{(\text{Log}xi - \text{Log}x)^4}{S^4} = \frac{1}{10} \frac{(623276786)}{75,99^4} = 1,869$$

Analisa Hujan Rencana Gumbel

Untuk T = 2 Tahun

$$Y_n = 0.4952 \text{ (Tabel 2.5 Hal.33)}$$

$$S_n = 0.9496 \text{ (Tabel 2.6 Hal.33)}$$

$$Y_{tr} = 0.3668 \text{ (Tabel 2.7 Hal.34)}$$

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0,1352$$

Dari Tabel 2.6 untuk periode ulang (T) 2 Tahun $Y_{Tr} = 0,3668$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0,135$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 2 tahun

$$X_T = X + K.S = 184,6 + ((-0,135) \times 75,99) = 174,341 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.6 untuk periode ulang (T) 5 Tahun

$$Y_{Tr} = 1,5004$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} = \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496} = 1,059$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 5 tahun

$$X_T = X + K.S = 184,6 + (1,059 \times 75,99) = 265,073 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.6 untuk periode ulang (T) 10 Tahun

$$Y_{Tr} = 2,2510$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} = \frac{2,2510 - 0,4952}{0,9496} = 1,849$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 10 tahun

$$X_T = X + K.S = 184,6 + (1,849 \times 75,99) = 325,105 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.6 untuk periode ulang (T) 25 Tahun $Y_{Tr} = 3,193$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,1993 - 0,4952}{0,9496} = 2,848$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 25 tahun

$$X_T = X + K.S = 184,6 + (2,848 \times 75,99) = 401,019 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2.6 untuk periode ulang (T) 50 Tahun $Y_{Tr} = 3,9028$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,9028 - 0,4952}{0,9496} = 3,588$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 50 tahun

$$X_T = X + K.S = 184,6 + (3,588 \times 75,99) = 457,252 \text{ mm}$$

4.2.3 Perhitungan Distribusi Log Normal

Tabel 4. 5 Analisis Curah Hujan Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi)	(Log Xi)	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ⁴
1	2011	330	2,518	0,252	0,06350	0,0160030	0,00403275
2	2012	140	2,146	-0,120	0,01440	0,0017280	0,00020736
3	2013	128	2,107	-0,159	0,02528	0,0040196	0,00063912
4	2014	100	2	-0,266	0,07075	0,0188210	0,00500641
5	2015	206	2,313	0,047	0,00220	0,0001038	0,00000487
6	2016	270	2,431	0,165	0,02722	0,0044921	0,00074120
7	2017	195	2,290	0,024	0,00057	0,0000138	0,00000033
8	2018	147	2,167	-0,009	0,00980	0,0000007	0,00009605
9	2029	100	2	-0,266	0,07075	0,0188210	0,00500641
10	2020	230	2,361	0,095	0,00902	0,0008573	0,00008145
Jumlah		1846	22,326		0,31329	0,0648603	
X		184,6	22,326		0,031329	0,00648603	
S		0,186					
Cs		0,0058					
Ck		1,3214					

Dari data di atas di dapatkan data sebagai berikut:

1. $X = 1846/10 = 184,6 \text{ mm}$

2. Standar Deviasi = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log xi - \log x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,31329}{9}} = 0,186 \text{ mm}$

3. Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Normal*:

Untuk T = 2 Tahun

7. $KT = 0,00$ (Dilihat Dari Tabel 2.2

$$\text{Log XT} = \text{Log X} + (KT \times S)$$

$$= 2,266 + (0 \times 0,186)$$

$$= 2,266$$

$$\text{XT} = 184,501 \text{ mm}$$

$$Cs = n \sum_{(i=1)}^n \frac{(xi - x)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(0,0648603)}{(10-1)(10-2)0,186^3} = 0,0058$$

$$Ck = \sum_{(i=1)}^n \frac{1}{n} \frac{(\text{Logxi} - \text{Logx})^4}{S^4} = \frac{1}{10} \frac{(0,01581595)}{0,186^4} = 1,3214$$

Untuk hasil perhitungan hujan rencana 5,10,20,50 tahun dapat dilihat pada table berikut ini

Tabel 4. 6 Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log X	Log XT	S	Curah Hujan (XT) (mm)
1	2	0,000	2,266	2,266	0,186	184,501
2	5	0,840	2,266	2,422	0,186	264,240
3	10	1,280	2,266	2,504	0,186	319,153
4	20	1,640	2,266	2,571	0,186	372,391
5	50	2,050	2,266	2,647	0,186	443,608

4.2.4 Perhitungan Distribusi Log Person III

Tabel 4. 7 Analisis Curah Hujan Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi)	(Log Xi)	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ⁴
1	2011	330	2,518	0,252	0,06350	0,0160030	0,00403275
2	2012	140	2,146	-0,120	0,01440	0,0017280	0,00020736
3	2013	128	2,107	-0,159	0,02528	0,0040196	0,00063912
4	2014	100	2	-0,266	0,07075	0,0188210	0,00500641
5	2015	206	2,313	0,047	0,00220	0,0001038	0,00000487

6	2016	270	2,431	0,165	0,02722	0,0044921	0,00074120
7	2017	195	2,290	0,024	0,00057	0,0000138	0,00000033
8	2018	147	2,167	-0,009	0,00980	0,0000007	0,00009605
9	2029	100	2	-0,266	0,07075	0,0188210	0,00500641
10	2020	230	2,361	0,095	0,00902	0,0008573	0,00008145
Jumlah		1846	22,326		0,31329	0,0648603	
X		184,6	22,326		0,031329	0,00648603	
S		0,186					
Cs		0,0058					
Ck		1,3214					

Dari data diatas didapat $X = 1846/10 = 184,6$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log xi - \log x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,31329}{9}} = 0,186 \text{ mm}$$

Menghitung Koefisien Kemencengan

$$Cs = n \sum_{(i=1)}^n \frac{(xi - x)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(0,0648603)}{(10-1)(10-2)0,186^3} = 0,0058$$

$$Ck = \sum_{(i=1)}^n \frac{1}{n} \frac{(\text{Log}xi - \text{Log}x)^4}{S^4} = \frac{1}{10} \frac{(0,01581595)}{0,186^4} = 1,3214$$

Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Person III*

Untuk T = 2 Tahun

KT = 0,132 (Dilihat Dari Tabel 2.2. Halaman 21, Nilai K Untuk Distribusi *Log-Person III*)

Log XT = Log X + (KT.S)
= 2,266 + (0,132 . 0,186) = 2,290

XT = 194,984 mm

Untu hasil perhitungan hujan rencana distribusi Log person III 5, 10, 50, tahun dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 8 Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III

No	Periode Ulang (T)	KT	Log X	Log XT	S	Curah Hujan (XT)
1	2	0,132	2,266	2,290	0,186	194,984
2	5	0,856	2,266	2,425	0,186	266,072
3	10	1,166	2,266	2,482	0,186	303,389
4	20	1,448	2,266	2,535	0,186	342,767
5	50	1,606	2,266	2,564	0,186	366,437

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum

Periode Ulang (T)	Distribusi Normal	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Normal	Distribusi Log Person Type III	Rata-Rata
2	184,60	174,341	184,501	194,984	184,606
5	248,43	265,073	264,240	266,072	260,943
10	281,86	325,105	319,153	303,389	307,376
20	309,22	401,019	372,391	342,767	356,349
50	340,37	457,252	443,608	366,437	401,916

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Penentuan Jenis distribusi

Jenis Distribusi	Perhitungan	Syarat	Kesimpulan
Normal	$C_s = -0,137$	$C_s \approx 0$	Tidak Diterima
	$C_k = 1,869$	$C_k = 3$	
Gumbel	$C_s = -0,137$	$C_s \leq 1,1396$	Diterima
	$C_k = 1,869$	$C_k \leq 5,4002$	
Log Normal	$C_s = 0,0058$	$C_s \neq 0$	Tidak Diterima
	$C_k = 1,3214$		
Log Person III	$C_s = 0,0058$	$C_s \neq 3,227$	Tidak Diterima
	$C_k = 1,3214$		

4.3 Perhitungan Uji Kecocokan (Pengujian Distribusi)

Menurut Suripin (2004) untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang dipakai adalah uji Chi-Square

4.3.1 Uji Chi-Square

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode uji chi kuadrat adalah sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$$

Dimana:

χ^2 = Parameter chi kuadrat terhitung

Ef : =Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

Of = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

1. Menghitung Jumlah Kelas

Jumlah data (n) = 10

Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \text{ Log } n$
= $1 + 3,3 \text{ Log } 10$
= 4,4~5 kelas

2. Menghitung Derajat Kebebasan DK dan X^2_{cr}

- Parameter (P) = 2

- Derajat kebebasan (Dk) = K - (p+1)

$$= 5 - (2+1) = 2$$

- Nilai X^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10 $\alpha = 5\%$ Dk = 2

- $X^2_{cr} = 5,991$

3. Menghitung Kelas Distribusi

- Kelas distribusi = $1/5 \times 100 = 20 \%$
- Interval distribusi adalah 20%, 40%, 60%, 80%
- Persentase 20%
- $P(x) = 20\%$ diperoleh $T = \frac{1}{px} = \frac{1}{0,20} = 5$ tahun
- $P(x) = 40\%$ diperoleh $T = \frac{1}{px} = \frac{1}{0,40} = 2,5$ tahun
- $P(x) = 60\%$ diperoleh $T = \frac{1}{px} = \frac{1}{0,60} = 1,67$ tahun
- $P(x) = 80\%$ diperoleh $T = \frac{1}{px} = \frac{1}{0,80} = 1,25$ tahun

4. Menghitung Interval Kelas

a) Distribusi Probalitas Normal

Nilai K_T berdasarkan T dari Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss
(Tabel 2.3 halaman 22)

$$T = 5 \text{ tahun, } K_T = 0,84$$

$$T = 2,5 \text{ tahun, } K_T = 0,25$$

$$T = 1,67 \text{ tahun, } K_T = -0,25$$

$$T = 1,25 \text{ tahun, } K_T = -0,84$$

Nilai X rata-rata = 184,6

Nilai Standar Deviasi = 75,99

Interval Kelas: $X_t = 184,6 + K_t \times SD$

Perhitungan:

$$X_5 = 184,6 + 0,84 \times 75,99 = 248,43 \text{ mm}$$

Tabel 4. 11 Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal

No	T	Xrata-rata	Sd	KT	XT(mm)
1	5	184,6	75,99	0.84	248,43
2	2.5	184,6	75,99	0.25	203,59
3	1.67	184,6	75,99	-0.25	165,60
4	1.25	184,6	75,99	-0.84	120,76

b) Distribusi Probabilitas Gumbel

Dengan jumlah data (n) = 10 maka didapatkan nilai :

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9676$$

$$Y_t = -Ln(-Ln \frac{T-1}{T})$$

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

Sehingga:

- T = 5, Y_t = 1.4999 maka K = 1,0384
- T = 2,5, Y_t = 0,6717 maka K = 0,1824
- T = 1,67, Y_t = 0,0907 maka K = -0,4181
- T = 1,25, Y_t = -0,4759 maka K = -1,0036

Nilai X rata-rata = 184,6 mm

Nilai Standar Deviasi = 75,99

Maka Interval Kelas:

$$X_T = \bar{X} + SD \times K_t$$

Sehingga:

$$X_T = 184,6 + (75,99 \times 1,0384) = 263,508 \text{ mm}$$

Tabel 4. 12 Perhitungan Distribusi Probabilitas Gumbel

No	T	X(mm)	Y _n	Y _t	S _n	K	SD	X _T (mm)
1	5	184,6	0.4952	1.4999	0.9676	1.0338	75,99	263,508
2	2.5	184,6	0.4952	0.6717	0.9676	0.1779	75,99	198,118
3	1.67	184,6	0.4952	0.0907	0.9676	-0.4226	75,99	152,486
4	1.25	184,6	0.4952	0.4759	0.9676	-1.0081	75,99	107,994

c) Distribusi Log Normal

Nilai T untuk berbagai periode ulang berdasarkan faktor frekuensi
K_T (G atau C_s)

$$T = 5,0 \text{ maka } K_T = 0.84$$

$$T = 2,5 \text{ maka } K_T = 0.25$$

$$T = 1,6 \text{ maka } K_T = 0.25$$

$$T = 1,2 \text{ maka } K_T = -0.84$$

$$\text{Nilai Log } X = 2,266$$

$$\text{Nilai S Log } X = 0,186$$

$$\text{Interval kelas} = \text{Log } X_T = \text{Log } X + (K_T \times S \text{ Log } X)$$

Sehingga:

$$\text{Log } X_T = 2,266 + (0,84 \times 0,186) = 2,422 \text{ mm}$$

$$= 264,240 \text{ mm}$$

Tabel 4. 13 Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal

No	Xt	X Kt X	Sd Log X	Log Xt	Hujan (Xt) mm
1	5	0.84	0,186	2,422	264,240
2	2.5	0.25	0,186	2,312	205,116
3	1.67	-0.25	0,186	2,219	165,576
4	1.25	-0.84	0,186	2,109	128,528

d) Distribusi Probabilitas log Person III

Nilai KT dihitung berdasarkan nilai Cs atau $G = -0.01$ Nilai T untuk faktor frekuensi KT (G atau Cs)

$$T = 5,0 \text{ maka } K_T = 0.848$$

$$T = 2,5 \text{ maka } K_T = 0.321$$

$$T = 1,67 \text{ maka } K_T = -0.644$$

$$T = 1,25 \text{ maka } K_T = -0.745$$

$$\text{Nilai Log X} = 2,266$$

$$\text{Nilai S Log X} = 0,186$$

$$\text{Interval kelas} = \text{Log XT} = \text{Log X} + (K_T \times S \text{ Log X})$$

Sehingga:

$$\text{Log } X_T = 2,266 + (0,848 \times 0,186) = 2,423 \text{ mm}$$

$$= 264,850 \text{ mm}$$

Tabel 4. 14 Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Person III

N0	XT	KT X	Sd Log X	Log XT	Hujan (XT) mm
1	5	0.848	0,186	2,423	264,850
2	2.5	0.321	0,186	2,325	211,348
3	1.67	-0.644	0,186	2,146	139,958
4	1.25	-0.745	0,186	2,127	133,967

5. Perhitungan Nilai X

Tabel 4. 15 Perhitungan Nilai X untuk Distribusi Normal

No	Interval	Ef	Oi	Oi-Ef	$(O_i - E_f)^2 / E_f$
1	>248,43	2	1	-1	0,5
2	203,59 -248,43	2	2	0	0
3	165,60 - 203,59	2	2	0	0
4	120,76 - 165,60	2	3	1	0,5
5	<120,76	2	2	0	0
		10	10	0	1

Tabel 4. 16 Perhitungan Nilai X Distribusi Gumbel

No	Interval	Ef	Oi	Oi-Ef	$(O_i - E_f)^2 / E_f$
1	>263,508	2	2	0	0
2	198,118 -263,508	2	2	0	0
3	152,486- 198,118	2	1	-1	0,5
4	107,994 - 152,486	2	3	1	0,5
5	<107,994	2	2	0	0
		10	10	0	1

Tabel 4. 17 Perhitungan Nilai X Distribusi Log Normal

No	Interval	Ef	Oi	Oi-Ef	$(O_i - E_f)^2 / E_f$
1	>264,240	2	2	0	0
2	205,116 -264,240	2	2	0	0
3	165,576- 205,116	2	1	-1	0,5
4	128,528 - 165,576	2	2	0	0
5	<128,528	2	3	1	0,5
		10	10	0	1

Tabel 4. 18 Perhitungan Nikai X Distribusi Log Person III

No	Interval	Ef	Oi	Oi-Ef	(Oi-Ef) ² /Ef
1	>264,850	2	2	0	0
2	211,348 -264,850	2	1	-1	0,5
3	139,958- 211,348	2	4	2	2
4	133,967 - 139,958	2	0	-2	2
5	<133,967	2	3	1	0,5
		10	10	0	5

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Nilai X² dan X²_{cr}

No	Distribusi Probabilitas	X ² terhitung	X ² kritis	Keterangan
1	Normal	1	5.991	Diterima
2	Gumbel	1	5.991	Diterima
3	Log Normal	1	5.991	Diterima
4	Log Pearson III	5	5.991	Diterima

4.3.2 Uji Smirnov Kolmogrov

1. Distribusi Probabilitas Normal

- Mengurutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil
- Menghitung probabilitas P(Xi) dengan rumus:

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$$

$$P(X_i) = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

- Menghitung f(t)

$$f(t) = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

$$f(t) = \frac{330 - 184,6}{75,99} = 1,913$$

- Dari Hasil f(t)

f(t) = 1,913 maka dari table didapat 0,9852

- Menghitung $P'(x) = 1 - f(t)$

$$P'(x) = 1 - 0,9852 = 0,014$$
- Menghitung $(\Delta p) = P'_x - P_x$

$$\Delta P_1 = 0,014 - 0,091$$

$$= -0,077$$
- Perhitungan selanjutnya ditabelkan pada tabel 4.20
- Dari tabel tersebut cari Δ_{max} didapat $\Delta_{max} = 0,16$
- Membandingkan Δ_{max} dengan nilai kritis Δ_{kritis} . Untuk $n = 10$ dan derajat nyata 5% dari **tabel 2.9** didapat nilai $\Delta_{kritis} = 0,41$
- Karena $\Delta_{max} < \Delta_{kritis} = 0,087 < 0,41$ maka distribusi Probabilitas Normal dapat diterima untuk menganalisis data hujan.

Tabel 4. 20 Perhitungan Distribusi Normal Dengan Smirnov Kolmogrov

NO	Urutan Curah Hujan (mm)	Peringkat (m)	P(xi)	F(t)	Luas Dibawah	P'(Xi)	ΔP
1	330	1	0,091	1,913	0,9852	0,014	-0,077
2	270	2	0,181	1,123	0,8825	0,117	-0,064
3	230	3	0,272	0,597	0,7396	0,260	-0,012
4	206	4	0,363	0,281	0,3542	0,645	0,282
5	195	5	0,454	0,136	0,2654	0,734	0,280
6	147	6	0,545	-0,494	0,2988	0,701	0,156
7	140	7	0,636	-0,586	0,2522	0,747	0,111
8	128	8	0,727	-0,744	0,2012	0,798	0,071
9	100	9	0,818	-1,113	0,1184	0,881	0,063
10	100	10	0,909	-1,113	0,1184	0,881	0,063
Jumlah	1846						
Rata-rata	184,6					$\Delta P_{Max} = 0,087$	
SD	75,99						

2. Probabilitas Gumbel

- Mengurutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil
- Menghitung probabilitas $P(X_i)$ dengan rumus:

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$$

$$P(X_i) = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

- Menghitung $f(t)$

$$f(t) = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

$$f(t) = \frac{330 - 184,6}{75,99} = 1,913$$

- Dari Hasil $f(t)$

$$f(t) = 1,913 \text{ maka dari table didapat } 0,9852$$

- $Y_t = (1,913 \times 0,4952) + 0,9496$
 $= 1,896$

- Menghitung $P'(x) = 1 - f_t$

$$P'(x) = 1 - 0,9852 = 0,014$$

- Menghitung $(\Delta p) = P'_x - P_x$

$$\Delta P_1 = 0,014 - 0,091$$

$$= -0,077$$

- Berdasarkan Tabel 4.23 dapat dilihat bahwa $\Delta_{max} = 0,11$
- Jika jumlah data 11 dan α (drajat kepercayaan) adalah 5 %) maka dari Tabel nilai Δp kritis Smirnov Kolmogorof didapat $\Delta p = 0,41$
- Jadi Δp maksimum (0,087) $<$ Δp kritis (0,41)
- Oleh karena itu, Distribusi Probabilitas Gumbel dapat diterima untuk menganalisis data hujan
- Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 4.22**

Tabel 4. 21 Perhitungan Distribusi Gumbel dengan Smirnov Kolmogrov

NO	Urutan Curah Hujan (mm)	Peringkat (m)	P(xi)	F(t)	Luas Dibawah	P'(Xi)	ΔP
1	330	1	0,091	1,913	0,9852	0,014	-0,077
2	270	2	0,181	1,123	0,8825	0,117	-0,064
3	230	3	0,272	0,597	0,7396	0,260	-0,012
4	206	4	0,363	0,281	0,3542	0,645	0,282
5	195	5	0,454	0,136	0,2654	0,734	0,280
6	147	6	0,545	-0,494	0,2988	0,701	0,156
7	140	7	0,636	-0,586	0,2522	0,747	0,111
8	128	8	0,727	-0,744	0,2012	0,798	0,071
9	100	9	0,818	-1,113	0,1184	0,881	0,063
10	100	10	0,909	-1,113	0,1184	0,881	0,063
Jumlah	1846						
Rata-rata	184,6					ΔP Max = 0,087	
SD	75,99						

3. Probabilitas Log Person III

Langkah perhitungan:

- Mengurutkan data curah hujan dari yang terbesar ke yang terkecil
- Nilai Log curah hujan di urut dari yang terbesar sampai terkecil
- Menghitung probabilitas P(Xi) dengan rumus:

$$P(Xi) = \frac{m}{n+1}$$

$$P(Xi) = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

$$f(t) = \frac{\text{Log}xi - \text{Log}x}{S\text{Log}x}$$

$$f(t) = \frac{2,515 - 2,266}{0,186} = 1,338$$

Dari Tabel Smirnov Didapatkan Nilai F(t) 0,9189

- Menghitung $P'(x) = 1 - 0,9189$

$$= 0,0811$$

- Menghitung (Δp) = $P'x - Px$ dengan contoh:

$$\Delta P1 = 0,0811 - 0,091$$

$$= -0,0099$$

- Perhitungan selanjutnya ditabelkan pada tabel 4.22
- Berdasarkan tabel 4.22 dapat dilihat bahwa $\Delta P \text{ max} = 0,85$
- Jika jumlah data 11 dan α (drajat kepercayaan) adalah 5 %) maka dari Tabel nilai Δp kritis Smirnov Kolmogorof didapat $\Delta p = 0,41$
- Jadi Δp maksimum (0,85) > Δp kritis (0,41) Oleh karena itu, Distribusi Probabilitas Log Person III tidak dapat diterima untuk menganalisis data hujan.

Tabel 4. 22 Perhitungan Distribusi Log Person III dengan Smirnov Kolmogrov

NO	URUTAN CURAH HUJAN	Log (Xi)	Peringkat (m)	p (Xi)	F(t)	Luas Dibawah Kurva Normal	P;(Xi)	ΔP
1	330	2,518	1	0,091	1.338	0.9066	0,0811	-0,0099
2	270	2,146	2	0,181	-0,645	0,2456	0,7544	0,5734
3	230	2,107	3	0,272	-0,854	0,1859	0,8141	0,5421
4	206	2	4	0,363	-1,430	0,0653	0,9347	0,5717
5	195	2,313	5	0,454	0,252	0,4088	0,5912	0,1372
6	147	2,431	6	0,545	0,887	0,8133	0,1867	-0,3583
7	140	2,290	7	0,636	0,129	0,8799	0,1201	-0,5159
8	128	2,167	8	0,727	-0,532	0,2842	0,7158	-0,0112
9	100	2	9	0,818	-1,430	0,0653	0,9347	0,1167
10	100	2,361	10	0,909	0,510	0,2822	0,7178	-0,1912
Jumlah	1846						ΔP Max	0,8546
X	184,6							
Log X	2.266							
S Log x	0.186							
Cs								

4. Probabilitas Log Normal

Langkah perhitungan:

- Mengurutkan data curah hujan dari yang terbesar ke yang terkecil
- Nilai Log curah hujan di urut dari yang terbesar sampai terkecil
- Menghitung probabilitas $P(X_i)$ dengan rumus:

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$$

$$P(X_i) = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

$$f(t) = \frac{\text{Log}x_i - \text{Log}x}{S\text{Log}x}$$

$$f(t) = \frac{2,515 - 2,266}{0,186} = 1,338$$

Dari Tabel Smirnov Didapatkan Nilai $F(t)$ 0,9189

- Menghitung $P'(x) = 1 - 0,9189$
 $= 0,0811$
- Menghitung $(\Delta p) = P'_x - P_x$ dengan contoh:
 $\Delta P_1 = 0,0811 - 0,091$
 $= -0,0099$
- Perhitungan selanjutnya ditabelkan pada tabel 4.22
- Berdasarkan tabel 4.22 dapat dilihat bahwa $\Delta P_{\max} = 0,85$
- Jika jumlah data 11 dan α (drajat kepercayaan) adalah 5 %) maka dari Tabel nilai Δp kritis Smirnov Kolmogorof didapat $\Delta p = 0,41$
- Jadi $\Delta p_{\max} (0,85) > \Delta p_{\text{kritis}} (0,41)$ Oleh karena itu, Distribusi Probabilitas Log Normal tidak dapat diterima untuk menganalisis data hujan.

Tabel 4. 23 Perhitungan Distribusi Log Normal Dengan Smirnov Kolmogrov

NO	URUTAN CURAH HUJAN	Log (Xi)	Peringkat (m)	p (Xi)	F(t)	Luas Dibawah Kurva Normal	P;(Xi)	ΔP
1	330	2,518	1	0,091	1.338	0.9066	0,0811	-0,0099
2	270	2,146	2	0,181	-0,645	0,2456	0,7544	0,5734
3	230	2,107	3	0,272	-0,854	0,1859	0,8141	0,5421
4	206	2	4	0,363	-1,430	0,0653	0,9347	0,5717
5	195	2,313	5	0,454	0,252	0,4088	0,5912	0,1372
6	147	2,431	6	0,545	0,887	0,8133	0,1867	-0,3583
7	140	2,290	7	0,636	0,129	0,8799	0,1201	-0,5159
8	128	2,167	8	0,727	-0,532	0,2842	0,7158	-0,0112
9	100	2	9	0,818	-1,430	0,0653	0,9347	0,1167
10	100	2,361	10	0,909	0,510	0,2822	0,7178	-0,1912
Jumlah	1846						ΔP Max	0,8546
X	184,6							
Log X	2.266							
S Log x	0.186							
Cs								

Tabel 4. 24 Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogrov

No	Distribusi Probabilitas	ΔP terhitung	Δ kritis	Keterangan
1	Normal	0,087	0,41	Diterima
2	Gumbel	0,087	0,41	Diterima
3	Log Normal	0,85	0,41	Tidak Diterima
4	Log Pearson III	0,85	0,41	Tidak Diterima

4.4 Analisa Debit Rencana

Menghitung debit rencana pada penelitian ini digunakan perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan yang pada umumnya adalah suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

4.5 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satu waktuan waktu, umpamanya mm/jam untuk curah hujan jangka pendek, dan besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Beberapa rumus yang menyatakan hubungan antara intensitas dan lamanya curah hujan adalah sebagai berikut:

Metode Mononobe

Rumus untuk mencari intensitas curah hujan Mononobe digunakan:

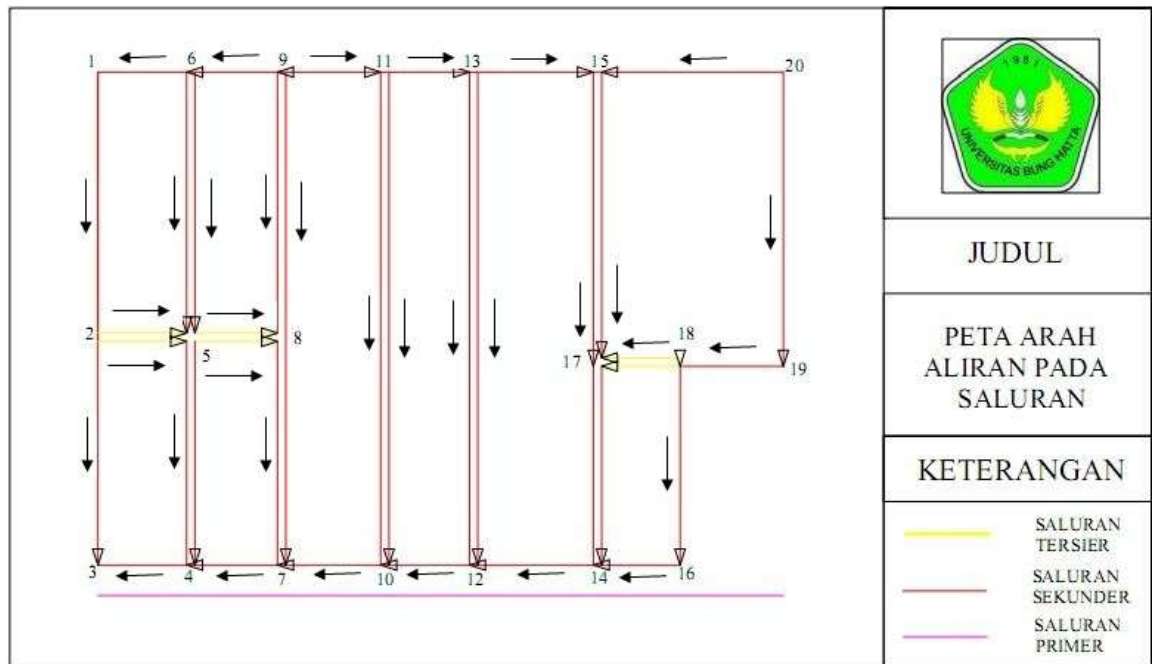
$$I = \frac{R}{24} x \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

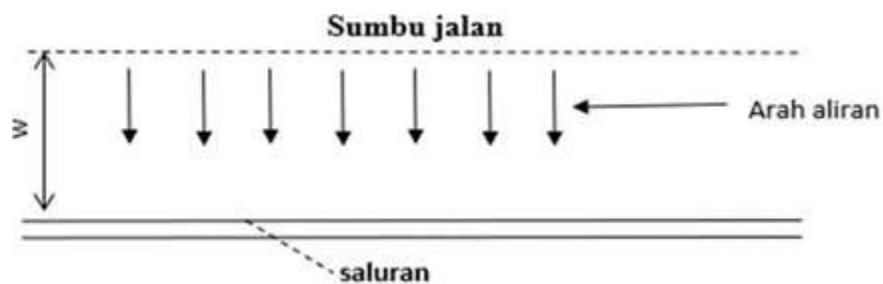
tc = Lamanya curah hujan (menit)

R24 = Curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maksimum dalam 24 jam)



Gambar 4. 2 Arah Aliran

4.5.1 Intensitas Hujan Dari Jalan



Gambar 4. 3 Arah Aliran Pada Jalan

Perhitungan Ruas 1-2

Diketahui: Lebar Jalan : 2,5 meter
 Lebar Bahu Jalan : 0,5 meter
 Kemiringan Melintang Jalan : 2%
 Kemiringan Berm : 5%
 Panjang Jalan : 130

Rumus yang digunakan untuk mencari T_0 untuk permukaan jalan yaitu sebagai berikut:

$$T_0 = 1,44x \left(l_0 x \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,467}$$

Dimana:

l_0 = Jarak dari titik terjauh ke saluran (m)

n_d = Koefisien hambatan

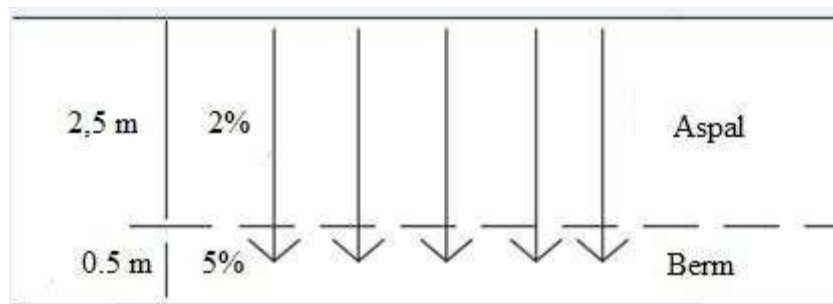
S = Kemiringan daerah pengaliran

Perhitungan:

$$S = \frac{\Delta H}{L} = S = \frac{0,4}{130} = 0,0030 \text{ m}$$

$$\text{Aspal } T_0 = 1,44 \times \left(2,5 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,467} = 0,886 \text{ menit} = 0,014 \text{ jam}$$

$$\text{Berm } T_0 = 1,44 \times \left(0,5 \times \frac{0,10}{\sqrt{0,05}} \right)^{0,467} = 0,715 \text{ menit} = 0,011 \text{ jam}$$



Gambar 4. 4 Sketsa Perhitungan T_0 Ruas 1-2

Waktu menuju saluran $T_0 = T_0 \text{ Aspal} + T_0 \text{ Berm}$

$$= 0,014 + 0,011$$

$$= 0,025 \text{ jam}$$

Selanjut nya rumus untuk menghitung T_d sebagai berikut:

$$T_d = \frac{L}{V \times 60}$$

Dimana:

L = Panjang Saluran (m)

V = Kecepatan didalam saluran (m/dt)

$$T_d = 130 / (1 \times 60)$$

$$= 2,166 \text{ menit} = 0,036 \text{ jam}$$

$$T_c = T_0 + T_d$$

$$= 0,025 + 0,036$$

$$= 0,061 \text{ jam}$$

$$I = \frac{R}{24} x \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} = I = \frac{260,943}{24} x \left(\frac{24}{0,061} \right)^{\frac{2}{3}} = 583,788 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan selanjutnya dengan cara yang sama dapat dilihat pada tabel

4.25 berikut ini:

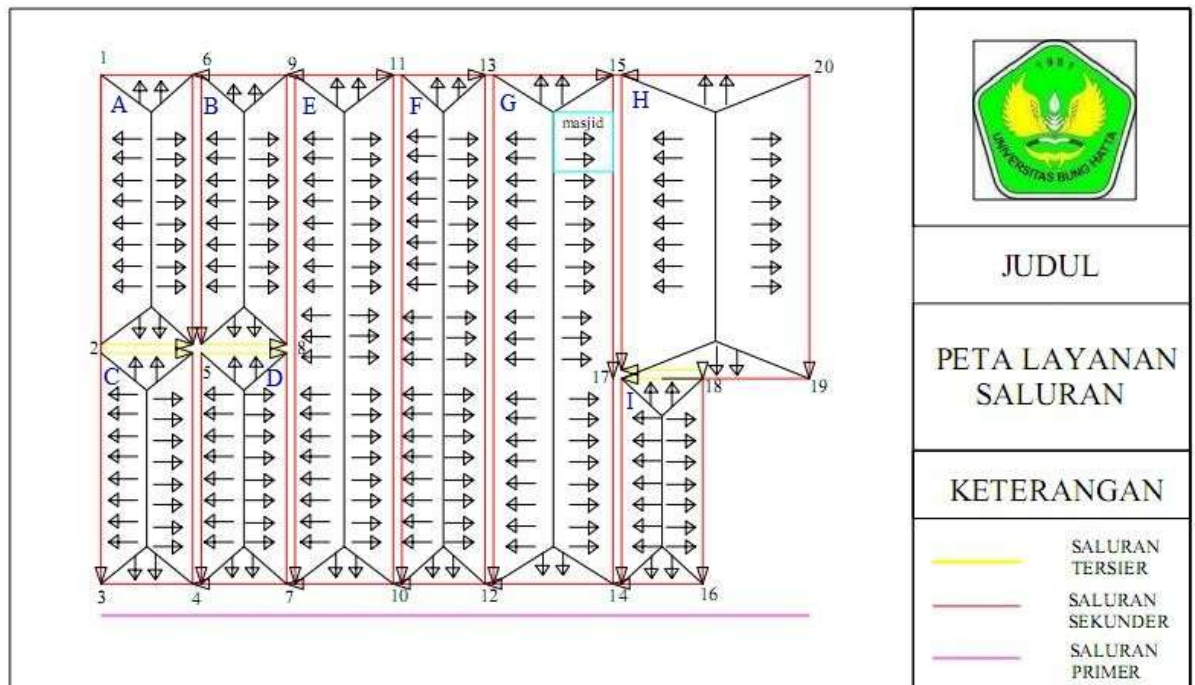
Tabel 4. 25 Intensitas Curah Hujan Jalan

Ruas	ΔH	L	Lebar Jalan	Bahu	T0 Jalan	T0 Berm	T0	Td	Tc	Intensitas
1-2	0.4	130	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.036	0.063	572.557
2-3	0.6	108	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.030	0.057	612.996
3-4	0.2	44	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.012	0.040	768.596
5-4 R	0.2	107	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.030	0.056	615.007
5-4 L	0.2	107	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.030	0.056	615.007
2-5 R	0.2	43	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.012	0.040	772.141
2-5 L	0.2	43	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.012	0.040	772.141
6-5 R	0.2	132	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.037	0.063	569.205
6-5 L	0.2	132	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.037	0.063	569.205
5-8 R	0.2	46	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.013	0.041	761.626
5-8 L	0.2	46	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.013	0.041	761.626
1-6	0.4	47	3.00	0.5	0.016	0.012	0.028	0.013	0.041	760.077
9-6	0.2	40	3.00	0.5	0.016	0.012	0.028	0.011	0.039	785.062
9-11	0.2	50	3.00	0.5	0.016	0.012	0.028	0.014	0.042	749.964
9-8 R	0.6	131	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.036	0.063	570.875
9-8 L	0.6	131	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.036	0.063	570.875
8-7 R	0.2	109	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.030	0.057	611.002
8-7 L	0.2	109	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.030	0.057	611.002
4-7	0.2	43	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.012	0.040	772.141
7-10	0.2	41	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.011	0.040	779.356
11-10 R	0.8	240	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.067	0.093	439.579
11-10 L	0.8	240	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.067	0.093	439.579
11-13	0.1	43	3.00	0.5	0.016	0.012	0.028	0.012	0.040	774.106
10-12	0.2	45	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.013	0.041	765.091
13-12 R	0.9	238	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.066	0.093	441.332

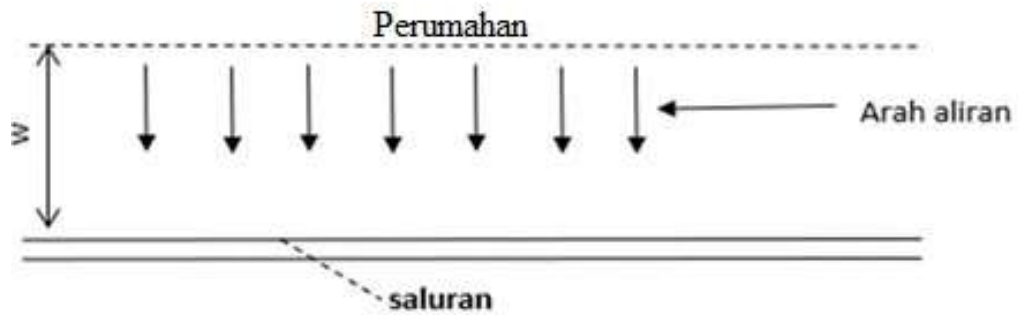
13-12 L	0.9	238	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.066	0.093	441.332
12-14	0.1	45	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.013	0.041	765.091
13-15	0.1	46	3.00	0.5	0.016	0.012	0.028	0.013	0.041	763.525
15-17 R	0.2	152	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.042	0.069	538.187
15-17 L	0.2	152	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.042	0.069	538.187
17-14 R	0.3	85	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.024	0.050	663.858
17-14 L	0.3	85	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.024	0.050	663.858
14-16	0.2	41	2.00	0.8	0.013	0.015	0.028	0.011	0.040	779.356
18-17 R	0.2	40	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.011	0.038	803.130
18-17 L	0.2	40	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.011	0.038	803.130
18-16	0.4	84	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.023	0.050	666.313
19-18	0.2	50	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.014	0.041	766.049
20-19	0.2	142	2.50	0.5	0.015	0.012	0.027	0.039	0.066	553.153
15-20	0.2	91	3.00	0.5	0.016	0.012	0.028	0.025	0.053	638.876

4.5.2 Intensitas Hujan Dari Kawasan

Selanjutnya perhitungan intensitas curah hujan yang berasal dari pemukiman daerah drainase ruas 1-2



Gambar 4. 5 Limpasan Air Dari Kawasan



Gambar 4. 6 Arah Aliran Pada Perumahan

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

Dimana:

ΔH = Elevasi Hulu – Elevasi Hilir

S = Kemiringan Rata-rata Daerah Aliran

L = Panjang Lintas Aliran

Maka:

$$T_0 = 1,44x \left(24x \frac{0,15}{\sqrt{0.03}} \right)^{0,467} = 5.939 \text{ menit} = 0.099 \text{ jam}$$

$$T_d = \frac{130}{1x60} = 2,166 \text{ menit} = 0,036 \text{ jam}$$

$$T_c = 0,099 + 0,036$$

$$= 0,135 \text{ jam}$$

Dari nilai T_c diatas maka dapat dicari intensitas nya dengan rumus:

$$I = \frac{R}{24} x \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} = I = \frac{260,943}{24} x \left(\frac{24}{0,135} \right)^{\frac{2}{3}} = 343.757 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4. 26 Intensitas Hujan Kawasan

Ruas	ΔH	L	T0	Td	Tc	Intensitas
1-2	0,4	24	0.099	0.036	0.135	343.584
2-3	0,6	24	0.099	0.030	0.129	354.352
3-4	0,2	17	0.084	0.012	0.096	430.021
5-4 R	0,2	20	0.091	0.030	0.121	370.535
5-4 L	0,2	22	0.095	0.030	0.125	362.297
2-5 R	0,2	18	0.087	0.012	0.098	424.174
2-5 L	0,2	18	0.087	0.012	0.098	424.174
6-5 R	0,2	22	0.095	0.037	0.132	349.448
6-5 L	0,2	22	0.095	0.037	0.132	349.448
5-8 R	0,2	16	0.082	0.013	0.095	435.443
5-8 L	0,2	16	0.082	0.013	0.095	435.443
1-6	0,4	20	0.091	0.013	0.104	409.146
9-6	0,2	12	0.072	0.011	0.083	476.475
9-11	0,2	20	0.091	0.014	0.105	406.974
9-8 R	0,6	18	0.087	0.036	0.123	365.895
9-8 L	0,6	24	0.099	0.036	0.135	343.114
8-7 R	0,2	20	0.091	0.030	0.121	369.402
8-7 L	0,2	16	0.082	0.030	0.112	388.895
4-7	0,2	17	0.084	0.012	0.096	430.848
7-10	0,2	18	0.087	0.011	0.098	425.776
11-10 R	0,8	22	0.095	0.067	0.162	304.771
11-10 L	0,8	23	0.097	0.067	0.164	302.291
11-13	0,1	13	0.074	0.012	0.086	463.274
10-12	0,2	17	0.084	0.013	0.097	429.197
13-12 R	0,9	20	0.091	0.066	0.157	310.814
13-12 L	0,9	22	0.095	0.066	0.161	305.471
12-14	0,1	18	0.087	0.013	0.099	422.586
13-15	0,1	22	0.095	0.013	0.108	399.322
15-17 R	0,2	20	0.091	0.042	0.133	346.963
15-17 L	0,2	24	0.099	0.042	0.141	333.599
17-14 R	0,3	20	0.091	0.024	0.115	383.602
17-14 L	0,3	20	0.091	0.024	0.115	383.602
14-16	0,2	18	0.087	0.011	0.098	425.776
18-17 R	0,2	16	0.082	0.011	0.093	440.629
18-17 L	0,2	16	0.082	0.011	0.093	440.629
18-16	0,4	20	0.091	0.023	0.114	384.224

19-18	0,2	24	0.099	0.014	0.113	387.314
20-19	0,2	20	0.091	0.039	0.130	351.875
15-20	0,2	14	0.077	0.025	0.102	413.739

4.6 Perhitungan Debit Air Hujan

4.6.1 Perhitungan Debit Air Hujan Jalan

Debit air hujan dihitung berdasarkan luasan masing-masing ruas kawasan Lolong Belanti. Perhitungan debit rencana pada permukaan jalan berdasarkan intensitas hujan rencana yang telah dicari sesuai dengan perhitungan intensitas curah hujan pada permukaan jalan, perhitungan debit ini menggunakan metode Rasional.

$$A = P \times L$$

$$= 130 \times 2,5$$

$$= 325 \text{ m}$$

$$= 0,000325 \text{ km}^2$$

$$Q = 0,278 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0,278 \text{ C.I.A}$$

$$= 0,278 \cdot 0,70 \cdot 572.557 \cdot 0,000325$$

$$= 0,036 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan debit banjir dari permukaan jalan pada ruas 1-2

Tabel 4. 27 Perhitungan Debit Air Hujan Jalan 6

Daerah drainase	L (m)	Lebar Jalan (m)	F	Intesitas hujan (mm)	C koefisien	A (km ²)	Qjalan m ³ /dt
1-2	130	2.50	0.278	572.557	0.7	0.000325	0.036
2-3	108	2.50	0.278	612.996	0.7	0.000270	0.022
3-4	44	2.00	0.278	768.596	0.7	0.000088	0.013
5-4 R	107	2.50	0.278	615.007	0.7	0.000268	0.032
5-4 L	107	2.50	0.278	615.007	0.7	0.000268	0.032
2-5 R	43	2.00	0.278	772.141	0.7	0.000086	0.013
2-5 L	43	2.00	0.278	772.141	0.7	0.000086	0.013

6-5 R	132	2.50	0.278	569.205	0.7	0.000269	0.030
6-5 L	132	2.50	0.278	569.205	0.7	0.000269	0.030
5-8 R	46	2.00	0.278	761.626	0.7	0.000096	0.014
5-8 L	46	2.00	0.278	761.626	0.7	0.000096	0.014
1-6	47	3.00	0.278	760.077	0.7	0.000100	0.015
9-6	40	3.00	0.278	785.062	0.7	0.000086	0.013
9-11	50	3.00	0.278	749.964	0.7	0.000106	0.015
9-8 R	131	2.50	0.278	570.875	0.7	0.000267	0.030
9-8 L	131	2.50	0.278	570.875	0.7	0.000267	0.030
8-7 R	109	2.50	0.278	611.002	0.7	0.000223	0.027
8-7 L	109	2.50	0.278	611.002	0.7	0.000223	0.027
4-7	43	2.00	0.278	772.141	0.7	0.000090	0.014
7-10	41	2.00	0.278	779.356	0.7	0.000086	0.013
11-10 R	240	2.50	0.278	439.579	0.7	0.000485	0.041
11-10 L	240	2.50	0.278	439.579	0.7	0.000485	0.041
11-13	43	3.00	0.278	774.106	0.7	0.000092	0.014
10-12	45	2.00	0.278	765.091	0.7	0.000094	0.014
13-12 R	238	2.50	0.278	441.332	0.7	0.000481	0.041
13-12 L	238	2.50	0.278	441.332	0.7	0.000481	0.041
12-14	45	2.00	0.278	765.091	0.7	0.000094	0.014
13-15	46	3.00	0.278	763.525	0.7	0.000098	0.015
15-17 R	152	2.50	0.278	538.187	0.7	0.000309	0.032
15-17 L	152	2.50	0.278	538.187	0.7	0.000309	0.032
17-14 R	85	2.50	0.278	663.858	0.7	0.000175	0.023
17-14 L	85	2.50	0.278	663.858	0.7	0.000175	0.023
14-16	41	2.00	0.278	779.356	0.7	0.000086	0.013
18-17 R	40	2.50	0.278	803.13	0.7	0.000085	0.013
18-17 L	40	2.50	0.278	803.13	0.7	0.000085	0.013
18-16	84	2.50	0.278	666.313	0.7	0.000173	0.022
19-18	50	2.50	0.278	766.049	0.7	0.000105	0.016
20-19	142	2.50	0.278	553.153	0.7	0.000289	0.031
15-20	91	3.00	0.278	638.876	0.7	0.000188	0.023

4.6.2 Perhitungan Debit Air Hujan Kawasan

Perhitungan debit air hujan kawasan berdasarkan intensitas dan waktu kosentrasi hujan yang telah ditentukan pada tabel 4.26, karena kawasan berupa perkotaan maka koefisien aliran $C = 0,75$ (Hal 31):

$$A = \frac{1}{2} \times T (a+b)$$

$$= \frac{1}{2} \times 24 (130+100)$$

$$= 2800 \text{ m}$$

$$= 0,0028 \text{ km}^2$$

Debit air hujan pada ruas 1-2

$$Q = 0,278 C.I.A$$

$$= 0,278 \cdot 0,75 \cdot 343.584 \cdot 0,0028$$

$$= 0,198 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 4. 28 Debit Air Hujan Kawasan

Daerah drainase	Tinggi (m)	a (m)	b (m)	F	Intesitas hujan (mm)	C koefisien aliran	A (km ²)	Qkawasan m ³ /dt
1-2	24	130	100	0.278	343.584	0.75	0.0028	0.198
2-3	24	108	78	0.278	354.352	0.75	0.0022	0.165
3-4	17	44	-	0.278	430.021	0.75	0.0004	0.034
5-4 R	20	107	77	0.278	370.535	0.75	0.0018	0.142
5-4 L	22	107	77	0.278	362.297	0.75	0.0020	0.153
2-5 R	18	43	-	0.278	424.174	0.75	0.0004	0.034
2-5 L	18	43	-	0.278	424.174	0.75	0.0004	0.034
6-5 R	22	132	102	0.278	349.448	0.75	0.0026	0.188
6-5 L	22	132	102	0.278	349.448	0.75	0.0026	0.188
5-8 R	16	46	-	0.278	435.443	0.75	0.0004	0.033
5-8 L	16	46	-	0.278	435.443	0.75	0.0004	0.033
1-6	20	47	-	0.278	409.146	0.75	0.0005	0.040
9-6	12	40	-	0.278	476.475	0.75	0.0002	0.024
9-11	20	50	-	0.278	406.974	0.75	0.0005	0.042
9-8 R	18	131	101	0.278	365.895	0.75	0.0021	0.159
9-8 L	24	131	101	0.278	343.114	0.75	0.0028	0.199
8-7 R	20	109	79	0.278	369.402	0.75	0.0019	0.145
8-7 L	16	109	79	0.278	388.895	0.75	0.0015	0.122
4-7	17	43	-	0.278	430.848	0.75	0.0004	0.033
7-10	18	41	-	0.278	425.776	0.75	0.0004	0.033
11-10 R	22	240	210	0.278	304.771	0.75	0.0050	0.315

11-10 L	23	240	210	0.278	302.291	0.75	0.0052	0.326
11-13	13	43	-	0.278	463.274	0.75	0.0004	0.036
10-12	17	45	-	0.278	429.197	0.75	0.0005	0.046
13-12 R	20	238	208	0.278	310.814	0.75	0.0045	0.289
13-12 L	22	238	208	0.278	305.471	0.75	0.0049	0.312
12-14	18	45	-	0.278	422.586	0.75	0.0004	0.036
13-15	22	46	-	0.278	399.322	0.75	0.0005	0.042
15-17 R	20	152	122	0.278	346.963	0.75	0.0027	0.198
15-17 L	24	152	122	0.278	333.599	0.75	0.0033	0.229
17-14 R	20	85	55	0.278	383.602	0.75	0.0014	0.112
17-14 L	20	85	55	0.278	383.602	0.75	0.0014	0.112
14-16	18	41	-	0.278	425.776	0.75	0.0004	0.033
18-17 R	16	40	-	0.278	440.629	0.75	0.0003	0.029
18-17 L	16	40	-	0.278	440.629	0.75	0.0003	0.029
18-16	20	84	54	0.278	384.224	0.75	0.0014	0.111
19-18	24	50	-	0.278	387.314	0.75	0.0008	0.063
20-19	20	142	112	0.278	351.875	0.75	0.0025	0.186
15-20	14	91	-	0.278	413.739	0.75	0.0006	0.055

Dari hasil perhitungan dari debit jalan dan kawasan, dapat di jumlah kan kedua nya untuk mendapatkan debit totalnya

Tabel 4. 29 Total Debit Hujan

Ruas	Qkawasan	Qjalan	Qttotal
1-2	0.198	0.036	0.234
2-3	0.165	0.022	0.187
3-4	0.034	0.013	0.047
5-4 R	0.142	0.032	0.174
5-4 L	0.153	0.032	0.185
2-5 R	0.034	0.013	0.047
2-5 L	0.034	0.013	0.047
6-5 R	0.188	0.030	0.218
6-5 L	0.188	0.030	0.218
5-8 R	0.033	0.014	0.047
5-8 L	0.033	0.014	0.047
1-6	0.04	0.015	0.055
9-6	0.024	0.013	0.037
9-11	0.042	0.015	0.057
9-8 R	0.159	0.030	0.189
9-8 L	0.199	0.030	0.229

8-7 R	0.145	0.027	0.172
8-7 L	0.122	0.027	0.149
4-7	0.033	0.014	0.047
7-10	0.033	0.013	0.046
11-10 R	0.315	0.041	0.356
11-10 L	0.326	0.041	0.367
11-13	0.036	0.014	0.050
10-12	0.046	0.014	0.060
13-12 R	0.289	0.041	0.330
13-12 L	0.312	0.041	0.353
12-14	0.036	0.014	0.050
13-15	0.042	0.015	0.057
15-17 R	0.198	0.032	0.230
15-17 L	0.229	0.032	0.261
17-14 R	0.112	0.023	0.135
17-14 L	0.112	0.023	0.135
14-16	0.033	0.013	0.046
18-17 R	0.029	0.013	0.042
18-17 L	0.029	0.013	0.042
18-16	0.111	0.022	0.133
19-18	0.063	0.016	0.079
20-19	0.186	0.031	0.217
15-20	0.055	0.023	0.078

4.7 Perhitungan Debit Air Bersih dan Buangan

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari air kotor buangan rumah tangga, bangunan gedung, instalasi, dan sebagainya. Untuk memperkirakan jumlah air kotor yang akan dialirkan ke saluran drainase harus diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air rata-rata dan jumlah penduduk daerah perencanaan, volume yang dipakai untuk penghuni rumah tinggal menurut “Kementrian PUPR” adalah 144 liter/hari atau 0.144 m³/hari

Besar debit air kotor untuk masing-masing saluran dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 Q_{ab} &= 0,144 (24.60.60) \\
 &= 0,000002 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$Q_{ak} = 43 \times 0,000002$$

$$= 0,00009 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tabel 4. 30 Perhitungan Debit Air Kotor Saluran

Ruas	Qab (m³/dt)	Jumlah penduduk (Jiwa)	Qak Saluran (m³/dt)
1-2	0,000002	43	0,00009
2-3	0,000002	40	0,00008
3-4	0,000002	35	0,00007
5-4 R	0,000002	20	0,00004
5-4 L	0,000002	20	0,00004
2-5 R	0,000002	15	0,00003
2-5 L	0,000002	12	0,00002
6-5 R	0,000002	20	0,00004
6-5 L	0,000002	19	0,00004
5-8 R	0,000002	10	0,00002
5-8 L	0,000002	14	0,00003
1-6	0,000002	30	0,00006
9-6	0,000002	30	0,00007
9-11	0,000002	24	0,00005
9-8 R	0,000002	20	0,00004
9-8 L	0,000002	43	0,00009
8-7 R	0,000002	24	0,00005
8-7 L	0,000002	38	0,00008
4-7	0,000002	20	0,00004
7-10	0,000002	24	0,00005
11-10 R	0,000002	40	0,00008
11-10 L	0,000002	38	0,00008
11-13	0,000002	24	0,00005
10-12	0,000002	20	0,00004
13-12 R	0,000002	29	0,00006
13-12 L	0,000002	29	0,00006
12-14	0,000002	24	0,00005
13-15	0,000002	20	0,00004
15-17 R	0,000002	15	0,00003
15-17 L	0,000002	15	0,00003
17-14 R	0,000002	20	0,00004
17-14 L	0,000002	20	0,00004
18-17 R	0,000002	15	0,00003

18-17 L	0,000002	15	0,00003
14-16	0,000002	24	0,00005
18-16	0,000002	38	0,00008
19-18	0,000002	24	0,00005
20-19	0,000002	34	0,00007
15-20	0,000002	35	0,00007

4.8 Perhitungan Debit Aliran Masuk (*Q Inflow*)

Selain debit air hujan dan debit rencana air buangan, debit inflow perlu dianalisis untuk menghitung total debit banjir rencana. Debit inflow merupakan debit aliran yang masuk pada saluran diluar daerah catchment area. Untuk menghitung besarnya debit inflow yang masuk ke saluran primer dapat digunakan rumus debit:

$$Q = A \times V$$

Dimana:

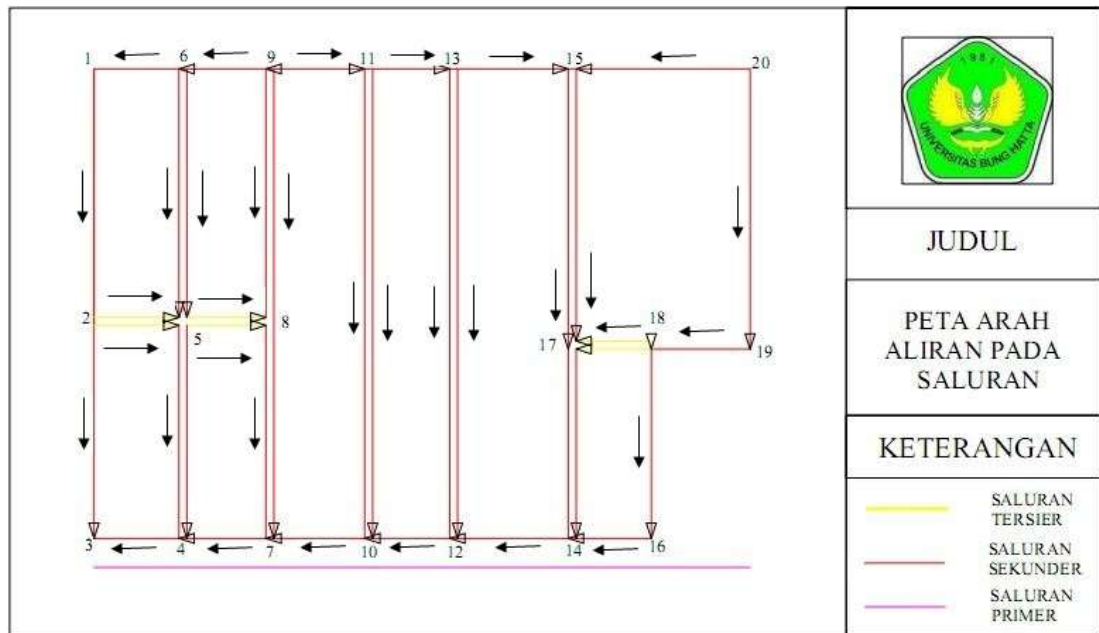
Q = debit inflow yang masuk ke saluran

A = Luas Saluran

V = kecepatan aliran air pada salurandrainase

4.9 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Besarnya debit banjir rencana dihitung dengan menjumlahkan debit air hujanrencana dengan debit air kotor atau air buangan.



Gambar 4. 7 Arah Aliran

Debit banjir rencana dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{br} = Q_{total} + Q_{ak} + Q_{inflow}$$

Dimana: Q_{br} = Debit banjir rencana

Q_{total} = Debit air hujan jalan dan kawasan

Q_{ak} = Debit air kotor atau air buangan

Q_{inf} = Debit aliran masuk (hanya untuk saluran alam yang sudah ada)

Langkah Perhitungan:

$$Q_{br} = Q_{total} + Q_{ak} + Q_{inflow}$$

$$Q_{br} = 0.234 + 0,00009 + 0,05506$$

$$Q_{br} = 0.28915 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4. 31 Perhitungan Debit Banjir Rencana

RUAS	L (m)	Qtotal (m ³ /dt)	Qak Saluran (m ³ /dt)	Q Inflow	Q Banjir (m ³ /dt)
1-2	130	0.234	0,00009	0.05506	0.28915
2-3	108	0.187	0,00008	0	0.18708
3-4	44	0.047	0,00007	0.43911	0.48615

5-4 R	107	0.174	0,00004	0.26507	0.43911
5-4 L	107	0.185	0,00004	0	0.18504
2-5 R	43	0.047	0,00003	0	0.04703
2-5 L	43	0.047	0,00002	0.28915	0.33617
6-5 R	132	0.218	0,00004	0	0.21804
6-5 L	132	0.218	0,00004	0.03707	0.25511
5-8 R	46	0.047	0,00002	0	0.04702
5-8 L	46	0.047	0,00003	0.25511	0.30214
1-6	47	0.055	0,00006	0	0.05506
9-6	40	0.037	0,00007	0	0.03707
9-11	50	0.057	0,00005	0	0.05705
9-8 R	131	0.189	0,00004	0	0.18904
9-8 L	131	0.229	0,00009	0.05705	0.28614
8-7 R	109	0.172	0,00005	0.23606	0.40811
8-7 L	109	0.149	0,00008	0.28614	0.43522
4-7	43	0.047	0,00004	0.40811	0.45515
7-10	41	0.046	0,00005	0.41313	0.45918
11-10 R	240	0.356	0,00008	0.05705	0.41313
11-10 L	240	0.367	0,00008	0	0.36708
11-13	43	0.050	0,00005	0	0.05005
10-12	45	0.060	0,00004	0.38011	0.44015
13-12 R	238	0.330	0,00006	0.05005	0.38011
13-12 L	238	0.353	0,00006	0	0.35306
12-14	45	0.050	0,00005	0.42211	0.47216
13-15	46	0.057	0,00004	0	0.05704
15-17 R	152	0.230	0,00003	0.05704	0.28707
15-17 L	152	0.261	0,00003	0.07807	0.33910
17-14 R	85	0.135	0,00004	0.28707	0.42211
17-14 L	85	0.135	0,00004	0.38113	0.51617
18-17 R	40	0.046	0,00003	0	0.04603
18-17 L	40	0.042	0,00003	0	0.04203
14-16	41	0.042	0,00005	0	0.04205
18-16	84	0.133	0,00008	0.29612	0.42920
19-18	50	0.079	0,00005	0.21707	0.29612
20-19	142	0.217	0,00007	0	0.21707
15-20	91	0.078	0,00007	0	0.07807

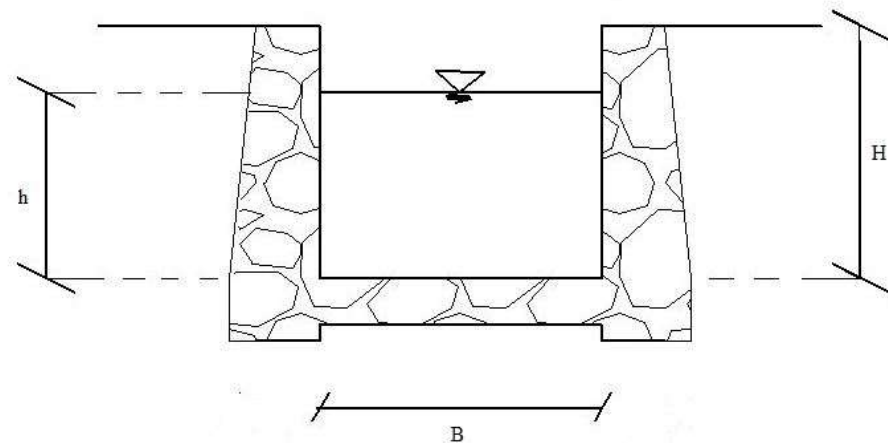
4.10 Analisa Saluran Drainase

Dalam menghitung dimensi saluran drainase untuk kawasan Lolong Belanti penampang saluran yang berbentuk segi empat pada saluran sekunder maupun

saluran primer. Dengan pertimbangan saluran ini dapat menghemat lahan serta mudah dalam pemeliharannya.

Dalam menghitung dimensi saluran digunakan asumsi sebagai berikut:

- Nilai koefisien kekasaran *Manning* dipakai 0,02 (susunan batu dengan adukan semen dan diplester) untuk drainase sekunder dan primer.
- Nilai kemiringan dasar saluran berdasarkan masing-masing ruas.



Gambar 4. 8 Penampang Saluran Drainase

4.10.1 Analisa Saluran Drainase

a) Perhitungan Dimensi ruas 1-2

Data:

$$n = 0,02$$

$$S = 0,0030$$

$$B = 0.80 \text{ m}$$

$$h = 0,45 \text{ m (Trial and Error)}$$

Penampang hidrolis saluran segi empat

$$\text{Luas (A)} = b \times h$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2h$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = R = \frac{A}{P}$$

$$\text{Debit} = V \times A$$

- Luas penampang

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0.80 \times 0.45 \\ &= 0.36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling basah saluran (P)

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0.80 + 2(0,45) \\ &= 1.70 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jari-jari Hidrolis (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ R &= \frac{0.36}{1.70} = 0.212 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kecepatan Aliran (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\ V &= \frac{1}{0,02} \times 0,212^{\frac{2}{3}} \times 0,0030^{\frac{1}{2}} \\ &= 0.973 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

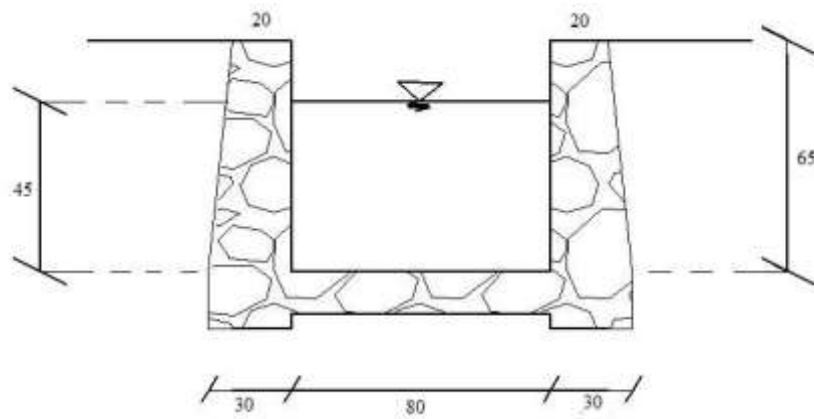
- freeboard umumnya 0,15 m – 0,6 m (Ir. Haryano Sukarto,MSi, Drainase Perkotaan, DPU) ambil F = 0,2 m. maka tinggi saluran

- Tinggi Saluran (H)

$$\begin{aligned}
 H &= h+F \\
 &= 0,45 + 0,2 \\
 &= 0.65 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Debit

$$\begin{aligned}
 Q &= V \times A \\
 &= 0.973 \times 0.36 \\
 &= 0.350 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 9 Penampang Saluran

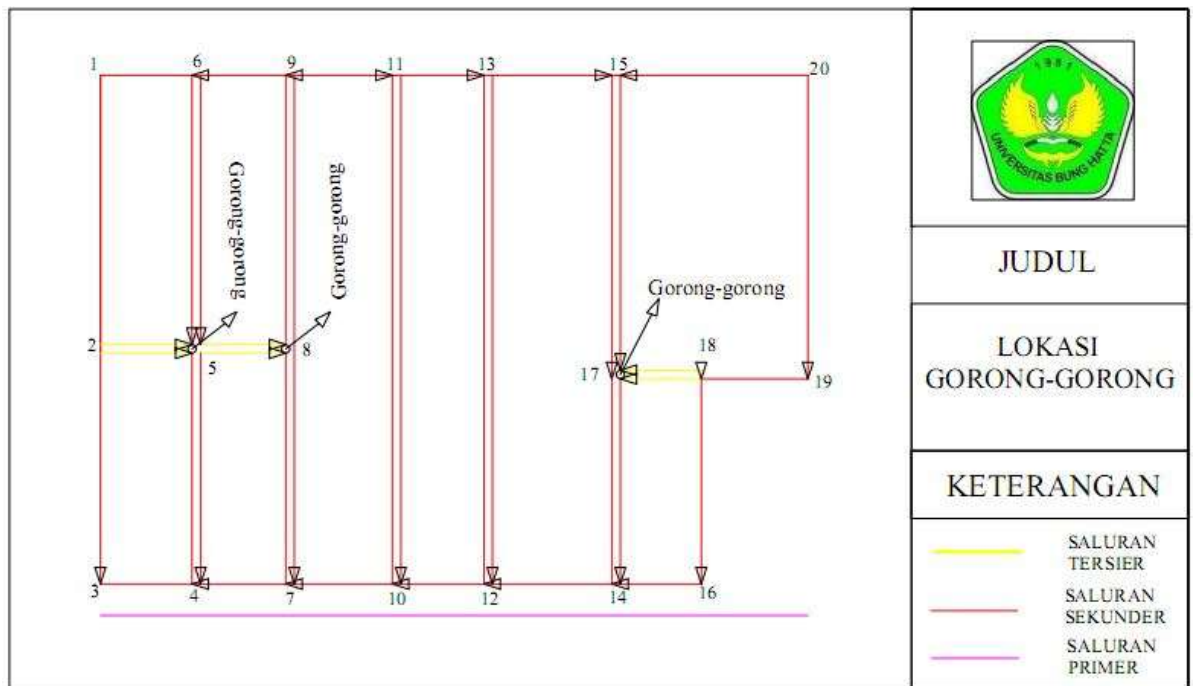
Tabel 4. 32 Hasil Perhitungan Penampang Salurang Menggunakan (*Trial and Error*)

Ruas	S	N	Q Banjir (m ³ /det)	H	B	F	A	H	P	R	V	Q
				(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m/dtk)	(m ³ /det)
1-2	0.0030	0.02	0.28915	0.45	0.80	0.2	0.36	0.65	1.70	0.212	0.973	0.350
2-3	0.0055	0.02	0.18708	0.40	0.60	0.2	0.24	0.60	1.40	0.171	1.144	0.275
3-4	0.0045	0.02	0.48615	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.231	0.492
5-4 R	0.0018	0.02	0.43911	0.70	0.80	0.2	0.56	0.90	2.20	0.255	0.852	0.477
5-4 L	0.0018	0.02	0.18504	0.40	0.80	0.2	0.32	0.60	1.60	0.200	0.725	0.232
2-5 R	0.0046	0.02	0.04703	0.50	0.60	0.2	0.30	0.70	1.60	0.188	1.111	0.333
2-5 L	0.0046	0.02	0.33617	0.45	0.80	0.2	0.36	0.65	1.70	0.212	1.205	0.434
6-5 R	0.0015	0.02	0.21804	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	0.710	0.284
6-5 L	0.0015	0.02	0.25511	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	0.710	0.284
5-8 R	0.0043	0.02	0.04702	0.40	0.80	0.2	0.32	0.60	1.60	0.200	1.121	0.359
5-8 L	0.0043	0.02	0.30214	0.40	0.80	0.2	0.32	0.60	1.60	0.200	1.121	0.359
1-6	0.0085	0.02	0.05506	0.50	0.60	0.2	0.30	0.70	1.60	0.188	1.510	0.453
9-6	0.005	0.02	0.03707	0.50	0.50	0.2	0.25	0.70	1.50	0.167	1.071	0.268
9-11	0.004	0.02	0.05705	0.50	0.60	0.2	0.30	0.70	1.60	0.188	1.036	0.311
9-8 R	0.0045	0.02	0.18904	0.50	0.60	0.2	0.30	0.70	1.60	0.188	1.099	0.330
9-8 L	0.0045	0.02	0.28614	0.50	0.60	0.2	0.30	0.70	1.60	0.188	1.099	0.330
8-7 R	0.0018	0.02	0.40811	0.70	0.80	0.2	0.56	0.90	2.20	0.255	0.852	0.477
8-7 L	0.0018	0.02	0.43522	0.70	0.80	0.2	0.56	0.90	2.20	0.255	0.852	0.477
4-7	0.0046	0.02	0.45515	0.60	0.70	0.2	0.42	0.80	1.90	0.221	1.240	0.521
7-10	0.0048	0.02	0.45918	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.271	0.508

11-10 R	0.0033	0.02	0.41313	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.054	0.422
11-10 L	0.0033	0.02	0.36708	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.054	0.422
11-13	0.0023	0.02	0.05005	0.40	0.60	0.2	0.24	0.60	1.40	0.171	0.740	0.178
10-12	0.0044	0.02	0.44015	0.45	1.00	0.2	0.45	0.65	1.90	0.237	1.270	0.571
13-12 R	0.0037	0.02	0.38011	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.116	0.446
13-12 L	0.0037	0.02	0.35306	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.116	0.446
12-14	0.0022	0.02	0.47216	0.70	0.80	0.2	0.56	0.90	2.20	0.255	0.942	0.527
13-15	0.0021	0.02	0.05704	0.40	0.60	0.2	0.24	0.60	1.40	0.171	0.707	0.170
15-17 R	0.0013	0.02	0.28707	0.60	0.80	0.2	0.48	0.80	2.00	0.240	0.696	0.334
15-17 L	0.0013	0.02	0.33910	0.70	0.80	0.2	0.56	0.90	2.20	0.255	0.724	0.405
17-14 R	0.007	0.02	0.42211	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.535	0.614
17-14 L	0.007	0.02	0.51617	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.535	0.614
18-17 R	0.0048	0.02	0.04603	0.40	0.60	0.2	0.24	0.60	1.40	0.171	1.069	0.257
18-17 L	0.0048	0.02	0.04203	0.40	0.60	0.2	0.24	0.60	1.40	0.171	1.069	0.257
14-16	0.0047	0.02	0.04205	0.40	0.60	0.2	0.24	0.60	1.40	0.171	1.058	0.254
18-16	0.004	0.02	0.42920	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.160	0.464
19-18	0.0014	0.02	0.29612	0.60	0.80	0.2	0.48	0.80	2.00	0.240	0.723	0.347
20-19	0.0021	0.02	0.21707	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	0.841	0.336
15-20	0.0021	0.02	0.07807	0.50	0.60	0.2	0.30	0.70	1.60	0.188	0.751	0.225

4.11 Analisa Bangunan Gorong-Gorong

Gorong-gorong merupakan salah satu bangunan pelengkap dalam sistem drainase. Gorong-gorong adalah sarana penyeberangan aliran air apabila di atasnya terdapat jalan atau pelintasan. Gorong-gorong dapat berbentuk lingkaran atau berbentuk segi empat dengan pelat beton di atasnya sebagai penutup dan penahan dari jalan raya. Kecepatan pengaliran perlu diperhatikan, karena biasanya gorong-gorong terletak di bawah tanah sulit dalam pemeliharannya.



Gambar 4. 10 Denah Gorong-Gorong

Gorong-gorong ini terletak penghubung antara Sekunder 6-5 R dengan dekunder 5-4 R:

Data:

- n = 0,013
- s = 0,0018
- f = 0,20 m
- b = 0.80 m
- h = 0.50 m (*Trial and Error*)

- Luas penampang basah

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0.80 \times 0.50 \\ &= 0.4 \text{ m} \end{aligned}$$

- Keliling basah saluran (P)

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0.80 + (2 \times 0.50) \\ &= 1.80 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jari-jari Hidrolis (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ R &= \frac{0.40}{1.80} = 0,222 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kecepatan Aliran (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\ V &= \frac{1}{0,013} \times 0,222^{\frac{2}{3}} \times 0,0018^{\frac{1}{2}} \\ &= 1.197 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

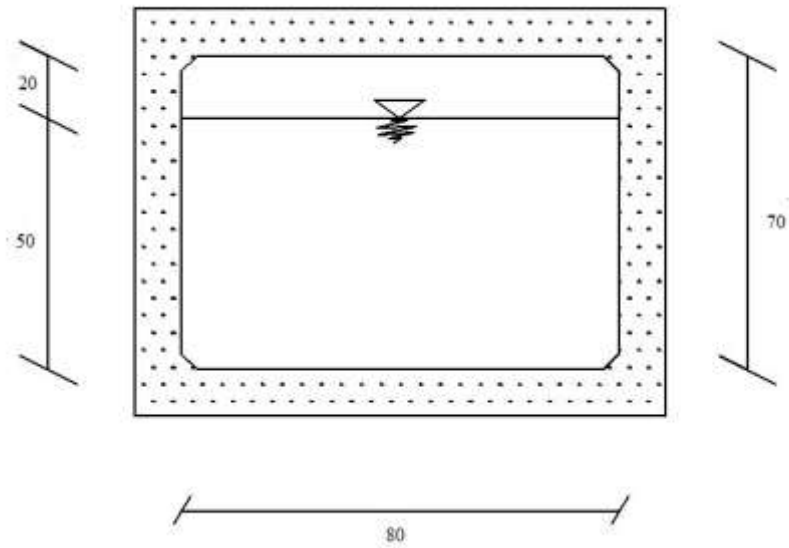
- freeboard umumnya 0,15 m – 0,6 m (Ir. Haryano Sukarto,MSi, Drainase Perkotaan, DPU) ambil F = 0,2 m. maka tinggi saluran

- Tinggi Saluran (H)

$$\begin{aligned} H &= h+F \\ &= 0.50 + 0,2 \\ &= 0.70 \text{ m} \end{aligned}$$

- Debit

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ &= 1,197 \times 0.40 \\ &= 0.479 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$



Gambar 4. 11 Desain Penampang Box Culvert

Tabel 4. 33 Hasil Perhitungan Penampang Gorong-Gorong Menggunakan (*Trial and Error*)

Ruas	S	N	Q Banjir (m ³ /det)	H	B	F	A	H	P	R	V	Q Coba- Coba (m ³ /dt)
				(m)	(m)	(m)	(km ²)	(m)	(m)	(m)	(m/dt)	
5-4 R	0,0018	0,013	0.43911	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.197	0.479
8-7 R	0,0018	0,013	0.40811	0.50	0.80	0.2	0.40	0.70	1.80	0.222	1.197	0.479
17-14 L	0,0070	0,013	0.51617	0.50	0.80	0.2	0.32	0.70	1.60	0.200	2.201	0.704

4.12 Perhitungan Air Balik (*Back Water*)

Debit air dari kawasan Lolong Belanti yang masuk ke sungai Banda Kali. Untuk mengetahui apakah terjadinya back water pada saluran drainase ketika masuk kesungai banda kali, maka perlu di hitung analisa pengaruh aliran balik / *back water* dari sungai Banda kali terhadap Saluran.

Rumus:

$$\frac{h}{a} \geq 1 \text{ maka } L = \frac{2h}{I}$$

$$\frac{h}{a} < 1 \text{ maka } L = \frac{a + h}{I}$$

Dimana:

L= Panjang pengaruh drainase

a = Tinggi air banjir

I = Kemiringan Saluran

h = Tinggi muka air banjir

Perhitungan:

$$a = 0.80 \text{ m}$$

$$h = 0,1 \text{ m}$$

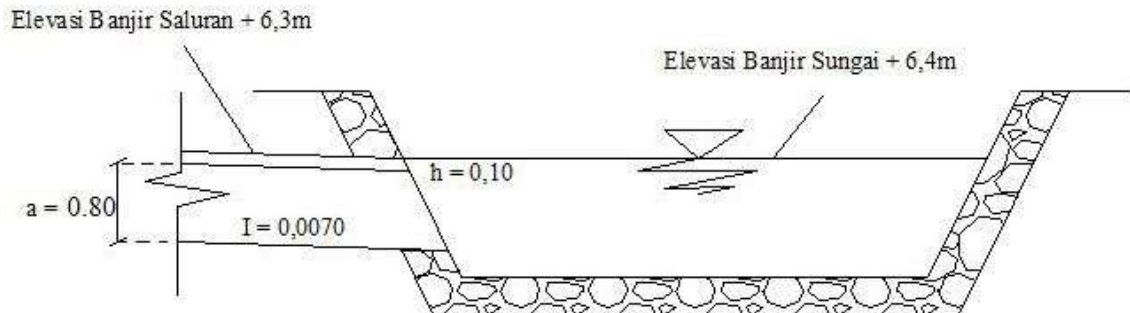
$$I = 0,0070$$

Sehingga:

$$\frac{h}{a} < 1 = \frac{0,1}{0.80} = 0,07 < 1$$

$$L = \frac{a + h}{I}$$

$$= \frac{0.80 + 0,1}{0,0070} = 129 \text{ m}$$



Gambar 4. 12 Back Water Saluran

4.13 Validasi penampang saluran

Setelah didapat desain penampang dan ukuran drainase yang direncanakan, lalu penulis membandingkan ukuran yang dilapangan dengan hasil perhitungan. Berikut tabel tentang perbandingan dimensi yang berada dilapangan dengan yang penulis perhitungkan.

Tabel 4. 34 Perbandingan Dimensi Saluran Drainase

Nama Saluran	Q Saluran Lapangan	Dimensi Saluran Lapangan	Q hasil Perhitungan	Dimensi Hasil Perhitungan	Keterangan	Solusi
Sekunder 1-2	0.28915	B = 0,80	0.350	B = 0,80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe A (Lam 16)
		H = 0,40		H = 0,45		
Sekunder 2-3	0.18708	B = 0,60	0.275	B = 0,60	Cukup	
		H = 0.50		H = 0,40		
Sekunder 3-4	0.48615	B = 0,80	0.492	B = 0,80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe B (Lam 16)
		H = 0.50		H = 0.60		
Sekunder 5-4 R	0.43911	B = 0.80	0.477	B = 0,80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe C (Lam 16)
		H = 0.50		H = 0.70		
	0.18504	B = 0,80	0.232	B = 0,80	Cukup	

Sekunder 5-4 L		H = 0,50		H = 0,40		
Tersier 2-5 R	0.04703	B = 0,60	0.333	B = 0,60	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,50		
Tersier 2-5 L	0.33617	B = 0,80	0.434	B = 0,80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe D (Lam 17)
		H = 0,40		H = 0,45		
Sekunder 6-5 R	0.21804	B = 0,80	0.284	B = 0,80	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,50		
Sekunder 6-5 L	0.25511	B = 0,80	0.284	B = 0,80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe E (Lam 17)
		H = 0,45		H = 0,50		
Tersier 5-8 R	0.04702	B = 0,80	0.359	B = 0,80	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,40		
Tersier 5-8 L	0.30214	B = 0,80	0.359	B = 0,80	Cukup	
		H = 0,40		H = 0,40		
Sekunder 1-6	0.05506	B = 0,60	0.453	B = 0,60	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,50		
Sekunder 9-6	0.03707	B = 0,50	0.268	B = 0,50	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,50		
Sekunder 9-11	0.05705	B = 0,60	0.311	B = 0,60	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,50		
Sekunder 9-8 R	0.18904	B = 0,60	0.330	B = 0,60	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,50		
Sekunder 9-8 L	0.28614	B = 0,60	0.330	B = 0,60	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,50		
Sekunder 8-7 R	0.40811	B = 0,80	0.477	B = 0,80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe F (Lam 17)
		H = 0,50		H = 0,70		
Sekunder 8-7 L	0.43522	B = 0,80	0.477	B = 0,80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe G (Lam 18)
		H = 0,60		H = 0,70		

Sekunder 4-7	0.45515	B = 0.70	0.521	B = 0.70	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe H (Lam 18)
		H = 0.50		H = 0.60		
Sekunder 7-10	0.45918	B = 0,80	0.508	B = 0,80	Cukup	
		H = 0.50		H = 0.50		
Sekunder 11-10 R	0.41313	B = 0,80	0.422	B = 0,80	Cukup	
		H = 0.50		H = 0.50		
Sekunder 11-10 L	0.36708	B = 0,80	0.422	B = 0,80	Cukup	
		H = 0.50		H = 0.50		
Sekunder 11-13	0.05005	B = 0.60	0.178	B = 0.60	Cukup	
		H = 0.50		H = 0,40		
Sekunder 10-12	0.44015	B = 1,00	0.571	B = 1,00	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe I (Lam 18)
		H = 0.40		H = 0.45		
Sekunder 13-12 R	0.38011	B = 0,80	0.446	B = 0,80	Cukup	
		H = 0.50		H = 0.50		
Sekunder 13-12 L	0.35306	B = 0.80	0.446	B = 0.80	Cukup	
		H = 0.50		H = 0,50		
Sekunder 12-14	0.47216	B = 0,80	0.527	B = 0,80	Cukup	
		H = 0.70		H = 0.70		
Sekunder 13-15	0.05704	B = 0.60	0.170	B = 0.60	Cukup	
		H = 0.50		H = 0,40		
Sekunder 15-17 R	0.28707	B = 0.80	0.334	B = 0.80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe J (Lam 19)
		H = 0.50		H = 0.60		
Sekunder 15-17 L	0.33910	B = 0,80	0.405	B = 0,80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe K (Lam 19)
		H = 0.50		H = 0.70		
Sekunder 17-14 R	0.42211	B = 0.80	0.614	B = 0.80	Cukup	
		H = 0.50		H = 0.50		
Sekunder 17-14 L	0.51617	B = 0.80	0.614	B = 0.80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe L (Lam 19)
		H = 0.45		H = 0.50		

Tersier 18-17 R	0.04203	B = 0,60	0.257	B = 0,60	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,40		
Tersier 18-17 L	0.04203	B = 0,60	0.257	B = 0,60	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,40		
Sekunder 14-16	0.04205	B = 0,80	0.254	B = 0,80	Cukup	
		H = 0,50		H = 0,40		
Sekunder 18-16	0.42920	B = 0.80	0.464	B = 0.80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe M (Lam 20)
		H = 0.45		H = 0.50		
Sekunder 19-18	0.29612	B = 0.80	0.347	B = 0.80	Tidak Mencukupi	Perbesar H Penampang tipe N (Lam 20)
		H = 0.50		H = 0.60		
Sekunder 20-19	0.21707	B = 0.80	0.336	B = 0.80	Cukup	
		H = 0.50		H = 0,50		
Sekunder 15-20	0.07807	B = 0.80	0.225	B = 0.80	Cukup	
		H = 0.50		H = 0.50		

BAB IV

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan analisa pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana didapatkan hasil debit banjir tiap saluran untuk debit terendah dan tertinggi yaitu ruas Q 9-6 R = $0.03707 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan Q 3-4 = $0.48218 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan debit banjir yang direncanakan yaitu ruas Q 3-4 = $0.178 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan Q 13-15 = $0.614 \text{ m}^3/\text{dt}$.
2. Dimensi saluran yang efektif untuk menampung debir air pada sistem drainase pada kawasan lolong belanti yaitu dengan penampang terbesar yaitu: B = 0.80 m dan h = 0.70 m.

5.1 Saran

1. Perlunya pemeliharaan rutin pada saluran drainase agar tidak terjadinya banjir.
2. Perlunya edukasi kesadaran diri masyarakat untuk memelihara dan menjaga drainase dengan tidak membuang sampah pada saluran agar aliran air dalam saluran tidak terganggu, sehingga kondisi saluran saluran dapat terjaga dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto, D. (2019). Tinjauan Ulang Perencanaan Drainase Kawasan Perumahan Citra Bungo Pasang Koto Tengah Padang. *Tugas Akhir*.
- Alkatiri, S. S. (2020). Perencanaan Sistem Drainase Prumnas Griya Permai Pulau Buru. *Tugas Akhir*.
- A. Syarifudin. 2018. *“Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan”*, Penerbit Andi, Palembang.

- Fairizi, D. (2015). ANALISIS DAN EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERUMNAS TALANG KOTA PALEMBANG. *Vol. 3, No. 1, Maret 2015, 3, 755-765.*
- Kustamar. 2019. "*Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan*", Penerbit Dream Litera, Malang.
- Nugraheni, I. L. 2020. "*Pengantar Hidrologi*", Penerbit Aura CV. Anugrah Utama Raharja.
- Nurhamidi, A. E. (2015). ANALISIS SISTEM DRAINASE KOTA TONDANO. *Sipil Statik*, 599-612.
- Saputra, P. T. (2020). Analisis Dimensi Saluran Drainase Akibat Genangan air pada badan jalan pati mura . *Tugas Akhir.*
- Setiawan, B. 2015. "*Teori Dan Praktik Pengelolaan DAS Terpadu*", Penerbit Indonesia Programe.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan.
- Suripin. 2019. "*Mekanika Fluida dan Hidraulika Saluran Terbaku Untuk Teknik Sipil*", Edisi Pertama, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Swandy, I. (2020). Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Tanah Enam Ratus Kecamatan Medan Marelan. *Teknik Sipil.*
- Tanjung, A. A. (2019). TINJAUAN PERENCANAAN DRAINASE PADA JALAN KARYA WISATA KECAMATAN MEDAN JOHOR. *Teknik Sipil.*
- Triatmodjo, B. (1993). "Drainase Perkotaan". Malang: Universitas Brawijaya.
- Wahidah. (2016). "*Statistik Untuk Pemodelan Curah Hujan*" Penerbit Universitas Negeri Makasar, Malang.
- Welsi, (2008). "*Drainase Perkotaan*" Penerbit Graha Ilmu.
- Wesli. 2021. "*Drainase Perkotaan*", Edisi Kedua, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.