

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrogi

4.1.1 Distribusi Curah Hujan Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan tugas akhir perencanaan sistem drainase kawasan Jalan K.H Wahid Hasyim merupakan curah hujan rata-rata dari titik pengamatan dalam hal ini adalah stasiun hujan Meteorologi Temindung. Karena Samarinda hanya memiliki 1 (satu) titik pengamatan atau stasiun hujan saja yaitu stasiun hujan Temindung maka tidak diperlukan adanya pengujian.

4.1.2 Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi merupakan analisa mengenai pengulangan suatu kejadian untuk meramalkan atau menentukan periode ulang beserta nilai probabilitasnya. Berikut ini merupakan data hujan harian tahun 2011 - 2020 stasiun hujan Temindung.

Tabel 4.1 Data hujan maximum tahun 2011 - 2020 (10 Tahun)

Tahun	Curah Hujan (Xi) mm
2011	237,94
2012	235,28
2013	366,32
2014	319,48
2015	207,02
2016	249,28
2017	357,95
2018	225,02
2019	202,02
2020	225,02

Sumber : BMKG dan Data Perhitungan

Sebelum memilih distribusi probabilitas yang akan dipakai, dilakukan perhitungan analisa terlebih dahulu terhadap data yang ada. Dalam hal ini perhitungan distribusinya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Perhitungan Distribusi Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan (Xi) mm	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
2011	237,94	-53,76	2890,50	-155402,7	8354967
2012	235,28	-56,423333	3183,592544	-179628,9	10135261
2013	366,32	74,6166667	5567,646944	415439,3	30998692
2014	319,48	27,7766667	771,5432111	21430,9	595279
2015	207,02	-84,683333	7171,266944	-607286,8	51427070
2016	249,28	-42,423333	1799,739211	-76350,9	3239061
2017	357,95	66,2466667	4388,620844	290731,5	19259993
2018	225,02	-66,683333	4446,666944	-296518,6	19772847
2019	202,02	-89,683333	8043,100278	-721332,0	64691462
2020	225,02	-66,683333	4446,666944	-296518,6	19772847
Jumlah Σ	2625,33	-	42709,34	-1605436,86	228247479,7
Rata-rata (X)	291,70	-	-	-	-

Sumber : Data Perhitungan

Parameter-parameter statistik yang dimiliki data diatas adalah :

- Nilai rata-rata (mean) :

$$X = \frac{\Sigma \bar{X}_i}{n-1} = \frac{2625,33}{9} = 291,70$$

- Standar Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma (\bar{X}_i - X)^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{42709,34}{9}} = 68,887$$

- Koefisien variasi :

$$Cv = \frac{S}{X} = \frac{68,887}{291,70} = 0,236$$

- Koefisien Kemencengan :

$$Cs = \frac{n \Sigma (X_i - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-1605436,86)}{9 \times 8 \times (68,887)^3} = -0,682$$

- Koefisienan Ketajaman :

$$Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \times (228247479,7)}{9 \times 8 \times 7 \times (68,887)^4} = 2,011$$

Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik tersebut, didapatkan harga koefisien kemencengan (Cs) = -0,682 dan harga koefisien ketajaman (Ck) = 2,011. Maka persamaan distribusi yang dipilih untuk diuji sebagai perbandingan adalah.

1. Distribusi Gumbel karena mempunyai harga Cs dan Ck yang fleksibel.
2. Distribusi Log Person Tipe III karena mempunyai harga Cs yang berada pada kisaran nilai 0.
3. Distribusi Gumbel, karena mempunyai harga $Cs \leq 1,1396$ dan $Ck \leq 5,4002$.
4. Distribusi Log Person Tipe III, karena nilai Cs berada diantara 0 s/d 0,9 ($0 < Cs < 0,9$).

4.1.3 Perhitungan Distribusi

4.1.3.1 Distribusi E.J Gumbel

Perhitungan Distribusi E.J Gumbel dihitung dengan menggunakan persamaan pada Tabel 4.3. berikut ini :

Tabel 4. 3 Data hujan harian rata-rata tahun 2011 – 2020 (10 Tahun)

Tahun	Curah Hujan (Xi) mm	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
2011	237,94	-53,76	2890,50	-155402,7	8354967
2012	235,28	-56,423333	3183,592544	-179628,9	10135261
2013	366,32	74,6166667	5567,646944	415439,26	30998692
2014	319,48	27,7766667	771,5432111	21430,90	595278,9
2015	207,02	-84,683333	7171,266944	-607286,789	51427069,59
2016	249,28	-42,423	1799,739211	-76350,93647	3239061,22801
2017	357,95	66,2466667	4388,620844	290731,5022	19259992,916
2018	225,02	-66,683333	4446,666944	-296518,6	19772847
2019	202,02	-89,683333	8043,100278	-721332,0	64691462
2020	225,02	-66,683333	4446,666944	-296518,6	19772847
Jumlah Σ	2625,33	-	42709,34	-1605436,86	228247479,7
Rata-rata (X)	291,70	-	-	-	-

Sumber : Data Perhitungan

$$X = 291,70$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$n = 10$$

$$S_n = 0,9497$$

$$Y_t = 2 \text{ Tahun} = 0,36651$$

$$5 \text{ Tahun} = 1,49994$$

$$10 \text{ Tahun} = 2,25030$$

$$20 \text{ Tahun} = 2,97020$$

$$50 \text{ Tahun} = 3,90194$$

Standar Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{42709,34}{9}} = 68,887$$

$$\text{Nilai Faktor Frekuensi (K) : } K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

- Nilai Faktor Frekuensi 2 tahun :

$$K_2 = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{0,36651 - 0,4952}{0,9497} = -0,1355$$

- Nilai Faktor Frekuensi 5 tahun :

$$K_5 = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{1,49994 - 0,4952}{0,9497} = 1,0580$$

- Nilai Faktor Frekuensi 10 tahun :

$$K_{10} = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{2,2503 - 0,4952}{0,9497} = 1,8481$$

- Nilai Faktor Frekuensi 20 tahun :

$$K_{20} = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{2,9702 - 0,4952}{0,9497} = 2,6061$$

- Nilai Faktor Frekuensi 50 tahun :

$$K_{50} = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{3,90194 - 0,4952}{0,9497} = 3,5872$$

Tabel 4.4 Nilai Faktor Frekuensi

Tahun	Nilai Faktor Frekuensi
2	-0,1355
5	1,0580
10	1,8481
20	2,6061
50	3,5872

Sumber : Data Perhitungan

Periode ulang T tahun

$$X_T = X + K \times S$$

- Periode ulang 2 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (-0,1355 \times 68,887) \\ &= 282,369 \end{aligned}$$

- Periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (1,0580 \times 68,887) \\ &= 364,583 \end{aligned}$$

- Periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (1,8481 \times 68,887) \\ &= 419,011 \end{aligned}$$

- Periode ulang 20 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (2,6061 \times 68,887) \\ &= 471,230 \end{aligned}$$

- Periode ulang 50 tahun

$$\begin{aligned} X_T &= 291,70 + (3,5872 \times 68,887) \\ &= 538,815 \end{aligned}$$

Maka besarnya curah hujan rencana periode ulang T tahun dengan metode Distribusi E.J Gumbel dapat di tabelkan sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Curah Hujan Rencana Periode Ulang T tahun dengan Metode Distribusi E.J Gumbel

Tahun	Hujan Rencana XT/MM
2	282,369
5	364,583
10	419,011
20	471,230
50	538,815

Sumber : Data Perhitungan

4.1.4 Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III dihitung dengan menggunakan persamaan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data hujan harian rata-rata tahun 2011 – 2020 (10 Tahun)

Tahun	Curah Hujan (Xi) mm	Curah Hujan (log Xi)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ⁴
2011	237,94	2,38	0,090301	-0,0271	0,0082
2012	235,28	2,37	0,093259	-0,0285	0,0087
2013	366,32	2,56	0,012793	-0,0014	0,0002
2014	319,48	2,50	0,029765	-0,0051	0,0009
2015	207,02	2,32	0,130289	-0,0470	0,0170
2016	249,28	2,40	0,078557	-0,0220	0,0062
2017	357,95	2,55	0,015165	-0,0019	0,0002
2018	225,02	2,35	0,105461	-0,0342	0,0111
2019	202,02	2,31	0,138067	-0,0513	0,0191
2020	225,02	2,35	0,105461	-0,0342	0,0111
Jumlah Log		24,09	0,7991	-0,2529	0,0826
Rata-rata (Log X)		2,68			

Sumber : Data Perhitungan

Parameter statistik dari Distribusi Log Pearson Tipe III yang dimiliki data pada Tabel 4.6. adalah :

- Nilai Rata-rata (*Mean*) :

$$\text{Log}X = \frac{\sum \text{Log} X}{(n-1)} = \frac{24,09}{9} = 2,68$$

- Standar Deviasi :

$$\begin{aligned} S_{\text{Log}X} &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}Xi - \text{Log}X)^2}{(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{0,7991}{9}} \\ &= 0,30 \end{aligned}$$

- Koefisien Variasi :

$$Cv = \frac{S_{\text{Log}X}}{\text{Log}X} = \frac{0,30}{2,68} = 0,11$$

- Koefisien Kemencengan :

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log} Xi - \text{Log} X)^3}{(n-1)(n-2)S_{\text{Log}X}^3}$$

$$= \frac{10 \times (-0,2529)}{9 \times 8 \times (0,30)^3}$$

$$= -0,06$$

- Koefisien Ketajaman :

$$C_k = \frac{n^2 \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_{\log X}^4}$$

$$= \frac{10^2 \times (0,0826)}{9 \times 8 \times 7 (0,30)^4}$$

$$= 0,41$$

4.1.5 Uji Kecocokan Chi-Square

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

Berikut ini prosedur uji chi-kuadrat distribusi gumbel dan Log person Tipe III

1. Urutkan data pengamatan dari besar ke kecil atau sebaliknya.
2. Hitung jumlah kelas (K).

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

Keterangan :

K = jumlah kelas

n = jumlah data

3. Hitung Derajat kebebasan (Dk).

$$Dk = K - (R+1)$$

Keterangan :

Dk = Derajat kebebasan

K = Jumlah kelas

R = Banyaknya keterikatan

4. Mencari harga χ^2_{α} dilihat dari derajat kebebasan (Dk) dan signifikansi (X).

5. Hitung nilai yang di harapkan (EF).

$$EF = \frac{n}{K}$$

Keterangan :

EF = Nilai yang diharapkan.

n = Jumlah data.

K = Jumlah kelas.

6. Hitung X^2Cr .

$$X^2Cr = \sum \frac{(EF-OF)^2}{EF}$$

Keterangan :

Cr = Koefisien Skewne

X = Taraf signifikasi

EF = Nilai yang diharapkan

OF = Nilai yang diamati

7. Bandingkan C^2Cr hasil Tabel dengan X^2Cr hasil hitungan.

Syarat : X^2Cr hitungan < X^2Cr Tabel

8. Hitung Koefisien skewnes (Cs).

$$Cs = \frac{n \cdot \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Keterangan :

Cs = Koefisien skewness

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

X = Harga rata-rata

S = Standard deviasi

9. Hitung Koefisien variasi (Cv).

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

10. Hitung Koefisien Kwitosis (Ck).

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

Maka perhitungannya sebagai berikut :

1. Urutkan data pengamatan dari kecil ke besar atau sebaliknya.

Tabel 4. 7 Data hujan harian rata-rata tahun 2011 – 2020 (10 Tahun)

Tahun	Curah Hujan (Xi) mm	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
2013	366,32	74,62	5567,65	415439,3	30998692
2017	357,95	66,24666667	4388,620844	290731,5	19259993
2014	319,48	27,77666667	771,5432111	21430,9	595279
2018	225,02	-66,68333333	4446,666944	-296518,6	19772847

2016	249,28	-42,42333333	1799,739211	-76350,9	3239061
2011	237,94	-53,76333333	2890,496011	-155402,7	8354967
2012	235,28	-56,42333333	3183,592544	-179628,9	10135261
2020	225,02	-66,68333333	4446,666944	-296518,6	19772847
2015	207,02	-84,68333333	7171,266944	-607286,8	51427070
2019	202,02	-89,68333333	8043,100278	-721332,0	64691462
Jumlah Σ	2625,33	-	42709,34	-1605436,86	228247479,7
Rata-rata (X)	291,70	-	-	-	-

Sumber : Data Perhitungan

2. Menentukan batas kelas untuk distribusi Gumbel

$$\Delta x = \frac{(X_i \max - X_i \min)}{K-1} = \frac{(366,32 - 202,02)}{5-1} = 41,075$$

$$\begin{aligned} X_{awal} &= X_{min} - \frac{1}{2} \Delta x \\ &= 202,02 - 0,5 \times 41,075 \\ &= 181,483 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Batas kelas E.J Gumbel

Nilai Batas Tiap Kelas	EF	OF	(EF-OF) ²	(EF-OF) ² / EF
181,483 - 222,558	2	2	0	0
222,558 - 263,633	2	5	9	4,5
263,633 - 304,708	2	0	4	2
304,708 - 345,7825	2	1	1	0,5
345,7825 - 386,8575	2	2	0	0
Jumlah Σ	10	10	-	7

Sumber : Data Perhitungan

3. Bandingkan X^2 Cr hasil table dengan X^2 Cr hasil hitungan

$$X^2 \text{ Cr table} = 14,067$$

$$X^2 \text{ Cr hitungan} = 7$$

Syarat :

$$X^2 \text{ Cr hitungan} < X^2 \text{ Cr table}$$

$$7 < 14,067$$

Tabel 4.9 Nilai Kritis Distribusi CHI - SQUARE

df	0,1	0,05	0,025	0,001	0,005
1	2,705543	3,841459	5,023886	6,634897	7,879439
2	4,605170	5,991465	7,377759	9,210340	10,596635
3	6,251389	7,814728	9,348404	11,344867	12,838156
4	7,779440	9,487729	11,143287	13,276704	14,860259
5	9,236357	11,070498	12,832502	15,086272	16,749602
6	10,644641	12,591587	14,449375	16,811894	18,547584
7	12,017037	14,067140	16,012764	18,475307	20,277740
8	13,361566	15,507313	17,534546	20,090235	21,954955
9	14,683657	16,918978	19,022768	21,665994	23,589351
10	15,987179	18,307038	20,483177	23,209251	25,188180

- Hitung Koefisien Skewnes (Cs)

$$Cs = \frac{n^2 (\sum Xi - X)^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{10^2 (-1605436,86)}{(10-1)(10-2) \times (68,887)^3} = -6,82$$

- Hitung Koefisien Kwitosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 (\sum Xi - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = \frac{10^2 (228247479,7)}{(10-1)(10-2)(10-3) \times (68,887)^4} = 2,011$$

Kesimpulan :

Maka distribusi E.J Gumbel diterima

4.4.1.1 Distribusi Log Person Tipe III

1. Urutkan data pengamatan dari kecil ke besar atau sebaliknya

**Tabel 4.10 Data pengamatan dari besar ke kecil Uji Chi Kuadrat Log
Person Tipe III**

Tahun	Curah Hujan (Xi) mm	Curah Hujan (log Xi)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ⁴
2013	366,32	2,56	0,012793	-0,0014	0,0002
2017	357,95	2,55	0,015165	-0,0019	0,0002
2014	319,48	2,50	0,029765	-0,0051	0,0009
2018	225,02	2,35	0,105461	-0,0342	0,0111
2016	249,28	2,40	0,078557	-0,0220	0,0062
2011	237,94	2,38	0,090301	-0,0271	0,0082
2012	235,28	2,37	0,093259	-0,0285	0,0087
2020	225,02	2,35	0,105461	-0,0342	0,0111
2015	207,02	2,32	0,130289	-0,0470	0,0170
2019	202,02	2,31	0,138067	-0,0513	0,0191

Jumlah Log		24,09	0,7991	-0,2529	0,0826
Rata-rata (Log X)		2,68			

Sumber : Data Perhitungan

2. Menentukan batas kelas untuk distribusi log person III

$$\Delta x = \frac{(X_i \text{ max} - X_i \text{ min})}{K-1} = \frac{(2,56-2,31)}{5-1} = 0,065$$

$$\begin{aligned} X_{awal} &= X_{min} - \frac{1}{2} \Delta x \\ &= 2,31 - 0,5 \times 0,065 \\ &= 2,27 \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Batas kelas Log person III

Nilai Batas Tiap Kelas	EF	OF	(EF-OF) ²	(EF-OF) ² / EF
2,27 - 2,34	2	2	0	0
2,34 - 2,40	2	5	9	4,5
2,40 - 2,47	2	0	4	2
2,47 - 2,53	2	1	1	0,5
2,53 - 2,60	2	2	0	0
Jumlah Σ	10	10	-	7

Sumber : Data Perhitungan

Untuk menentukan curah hujan yang akan dipakai, maka hasil perhitungan curah hujan rencana periode T tahun pada dua metode tersebut harus dinamis dengan syarat-syarat jenis sebaran di bawah ini :

Tabel 4.12 Pemilihan Jenis Sebaran

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Gumbel	$C_s \leq 1,1396$	$-6,82 \leq 1,1396$	Memenuhi
		$C_k \leq 5,4002$	$2,011 \leq 5,4002$	
2	Log Person III	$C_s \neq 0$	$C_s = -0,06$	Tidak Memenuhi

Sumber : Data Perhitungan

Dari hasil perhitungan di atas yang memenuhi persyaratan adalah jenis sebaran Distribusi Gumbel.

Tabel 4. 13 Curah hujan rencana Gumbel

Tahun	Hujan Rencana XT/MM
2	282,369
5	364,583

10	419,011
20	471,230
50	538,815

Sumber : Data Perhitungan

Kesimpulan :

Untuk perhitungan curah hujan rencana yang dipakai yaitu metode Distribusi Gumbel.

4.1.6 Waktu Konsentrasi

Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan waktu konsentrasi adalah :

Panjang Saluran (L) = 0,2 km = 200 m

Kemiringan Lahan (S) = 0,00556

$$\begin{aligned} \text{Waktu Konsentrasi (Tc)} &= \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \\ &= \left(\frac{0,87 \times 0,2^2}{1000 \times 0,00556} \right)^{0,385} \\ &= 0,15 \text{ jam} \end{aligned}$$

4.1.7 Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan sangat diperlukan dalam menganalisis frekuensi curah hujan. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus mononobe adalah sebagai berikut :

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

Intensitas hujan rencana periode ulang :

- 2 Tahun

$$R_{24} = 282,369 \text{ mm/24 jam}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \\ &= \frac{282,369}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3} \\ &= 346,752 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

- 5 Tahun

$$R_{24} = 364,583 \text{ mm/24 jam}$$

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

$$= \frac{364,583}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3}$$

$$= 447,712 \text{ mm/jam}$$

- 10 Tahun

$$R_{24} = 419,011 \text{ mm/24 jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{419,011}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3}$$

$$= 514,550 \text{ mm/jam}$$

- 20 Tahun

$$R_{24} = 471,230 \text{ mm/24 jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{471,230}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3}$$

$$= 578,675 \text{ mm/jam}$$

- 50 Tahun

$$R_{24} = 538,815 \text{ mm/24 jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{538,815}{24} \left(\frac{24}{0,15} \right)^{2/3}$$

$$= 661,670 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan pada periode ulang yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.14 sebagai berikut :

Tabel 4.14 Hasil perhitungan intensitas hujan kala ulang (Tahunan)

Periode ulang (Tahun)	Xi Max (mm)	tc (jam)	I (mm/jam)
2	282,369	0,15	346,752
5	364,583	0,15	447,712
10	419,011	0,15	514,550
20	471,230	0,15	578,675
50	538,815	0,15	661,670

Sumber : Data Perhitungan

Nilai koefisien pengaliran (C) yang dipakai dalam penelitian ini adalah 0,95 karena deskripsi lahan yang ada di lapangan adalah bisnis perkotaan

4.1.7.1 Debit banjir Rancang (Q Banjir)

Perhitungan Debit rancang dihitung dengan metode rasional yaitu :

$$Q_{\text{ranc}} = 0,278 \times C \times I \times A$$

Data – data yang dibutuhkan dalam perhitungan debit rencana adalah :

$$\text{Koefisien pengaliran (C)} = 0,95$$

$$\text{Catchment Area (A)} = 14,8 \text{ ha} = 0,148 \text{ km}^2$$

$$\text{Curah Hujan Maksimum (R)} = 538,815 \text{ mm}$$

$$\text{Waktu konsentrasi (Tc)} = 0,15 \text{ jam}$$

$$\text{Intensitas hujan (I)} = 661,702 \text{ mm/jam}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_{\text{ranc}2} &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,95 \times 346,752 \times 0,148 \\ &= 13,553 \text{ m}^3/\text{Detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ranc}5} &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,95 \times 447,712 \times 0,148 \\ &= 17,500 \text{ m}^3/\text{Detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ranc}10} &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,95 \times 514,550 \times 0,148 \\ &= 20,112 \text{ m}^3/\text{Detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ranc}20} &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,95 \times 578,765 \times 0,148 \\ &= 22,619 \text{ m}^3/\text{Detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ranc}50} &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,95 \times 661,670 \times 0,148 \\ &= 25,863 \text{ m}^3/\text{Detik} \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Debit Rancang kala ulang (Tahunan)

Periode ulang (Tahun)	R max (mm)	I (mm/jam)	C	A (Km)	Qranc (m/detik)
2	282,368	346,750	0,95	0,148	13,553
5	364,591	447,721	0,95	0,148	17,500
10	419,025	514,567	0,95	0,148	20,112
20	471,249	578,699	0,95	0,148	22,619
50	538,841	661,702	0,95	0,148	25,863

Sumber : Data Perhitungan

4.2 Analisa Hidrolika

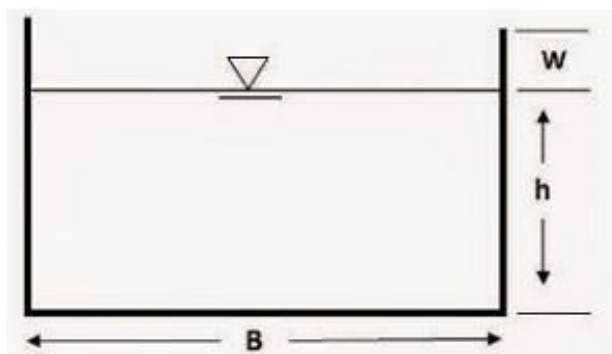
Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera di alirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat penampungan. Sehingga penentuan kapasitas tampung harus berdasarkan atas besarnya debit air hujan. Analisa hidrolika yang dimaksud adalah analisis besarnya dimensi yang paling ekonomis untuk penampang saluran drainase (Triadmodjo, 1993).

4.2.1 Bentuk Saluran yang Paling Ekonomis

Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekerasan dan kemiringan dasar tertentu (Suripin, 2004).

1. Penampang Berbentuk Persegi

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h , luas penampang basah $A = B \times h$ dan keliling basah P . Maka bentuk penampang persegi paling ekonomis adalah jika kedalaman setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.



Gambar 4. 1 Penampang persegi panjang (Suripin, 2004).

Untuk penampang persegi paling ekonomis:

- Luas penampang (A) :
 $A = B \times h$
- Keliling basah (P) :
 $P = (2 \times h) + B$
- Jari-jari hidrolisik R :

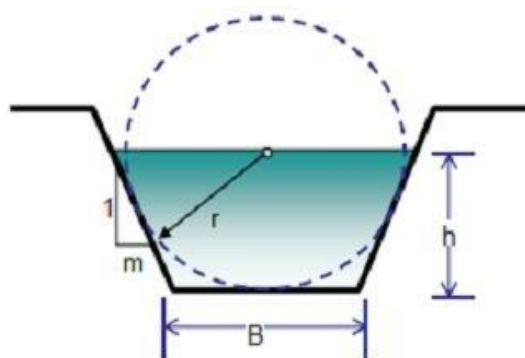
$$R = \frac{A}{P}$$

- Kecepatan aliran (V) :

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

2. Penampang Berbentuk Trapesium

Luas penampang melintang A dan Keliling basah P, saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b, kedalaman h dan kemiringan dinding 1 m (Gambar 4) dapat dirumuskan sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Penampang trapesium (Suripin, 2004).

Untuk penampang trapesium paling ekonomis:

- Luas penampang (A) :

$$A = (B + mh) h$$

- Keliling basah (P) :

$$P = B + 2h \sqrt{m^2 + 1}$$

- Jari-jari hidrolik (R) :

$$R = \frac{A}{P}$$

- Kecepatan aliran (V) :

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

- Dimensi Saluran

Menurut (Triadmodjo, 1993). Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran (Q_s dalam m^3/det) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan

rencana (Q_T dalam m^3/det). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan Persamaan.

$$Q_s \geq Q_T$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan Persamaan.

$$Q_s = A \cdot V$$

Dimana:

Q_s = debit aliran pada saluran (m^3/det).

A = luas penampang basah (m^2).

V = kecepatan aliran (m/det).

Untuk mencari nilai kecepatan aliran dapat menggunakan manning.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/det).

n = koefisien kekasaran manning.

R = jari-jari hidrolis (m).

S = kemiringan dasar saluran.

Nilai R dapat dicari dengan menggunakan

$$R = \frac{A}{P}$$

Dimana:

R = jari-jari hidrolis (m).

A = luas penampang basah (m^2).

P = keliling penampang basah (m).

Nilai koefisien kekasaran manning n , untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Koefisien kekasaran manning (Triadmodjo, 1993)

No.	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang lapis	0,014
2	Kaca	0,010
3	Saluran beton	0,013

4	Bata dilapis mortar	0,015
5	Pasangan batu disemen	0,025
6	Saluran tanah bersih	0,022
7	Saluran tanah	0,030
8	Saluran dengan dasar baru dan tebing rumput	0,040
9	Saluran pada galian batu padas	0,040

Tabel 4. 17 Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN: 979 – 8382 – 49 – 8, 1994).

No.	Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
1	Batuan/ cadas	0
2	Tanah lumpur	0,25
3	Lempung keras/ tanah	0,5 – 1
4	Tanah dengan pasangan batuan	1
5	Lempung	1,5
6	Tanah berpasir lepas	2
7	Lumpur berpasir	3

4.2.2 Perhitungan Kapasitas Drainase Sebelum Perbaikan

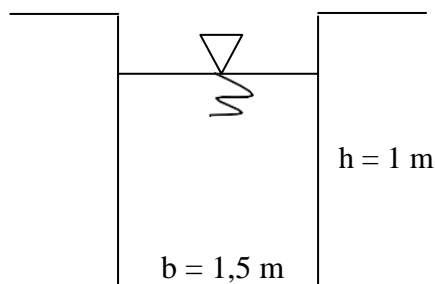
Evaluasi sistem jaringan drainase yang ada digunakan untuk mengetahui saluran-saluran yang tidak mampu menampung debit air hujan dengan intensitas tertentu sebagai penyebab terjadinya genangan. Jika $Q_{ranc} > Q_{kap}$ maka saluran perlu untuk direncanakan ulang, sedangkan jika $Q_{ranc} < Q_{kap}$ maka tidak perlu dilakukan perencanaan ulang. Dengan cara membandingkan antara debit banjir rancangan (Q_{ranc}) dengan kapasitas saluran (Q_{kap}). Akan tetapi perlu dicari terlebih dahulu kapasitas saluran yang sudah ada.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil survei drainase sebelum diperbaiki di Jalan K.H Wahid Hasyim

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)		
1	Drainase Jalan K.H Wahid Hasyim	1,5	1	0,2	Beton

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase dan dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Saluran Drainase sebelum Perbaikan

Perhitungan Saluran Jalan K.H Wahid Hasyim sebelum diperbaiki diketahui:

Luas penampang (A)

$$A = b \times h \\ = 1,5 \times 1,0 = 1,5 \text{ m}^2$$

- Keliling Basah (P)

$$P = (2 \times h) + b \\ = (2 \times 1) + 1,5 = 3,5 \text{ m}$$

- Jari – jari Hidraulis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1,5}{3,5} = 0,43 \text{ m}$$

- Kecepatan (Manning) :

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran beton = 0,013 dilihat dari tabel 4.16.

$$V = \frac{1}{n} (R)^{\frac{2}{3}} (S)^{\frac{1}{2}} \\ V = \frac{1}{0,013} (0,43)^{\frac{2}{3}} (0,00556)^{\frac{1}{2}} \\ = 3,260 \text{ m/det}$$

- Kapasitas (Qkap)

$$Q_{kap} = A \times V \\ = 1,5 \times 3,260 \\ = 4,891 \text{ m/detik}$$

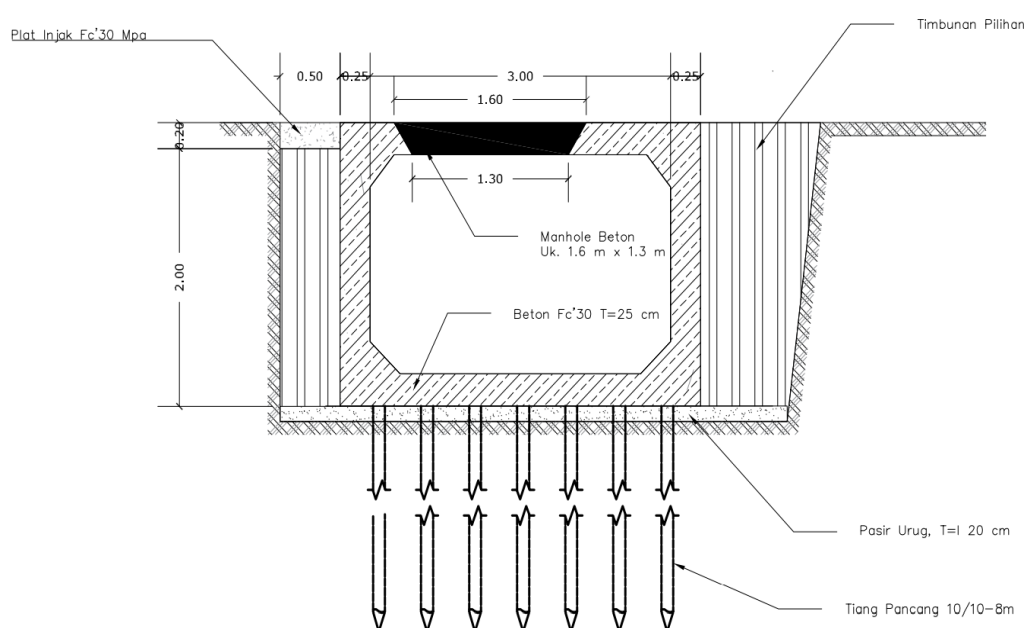
Sehingga dapat kita bandingkan Qkap dengan Qranc yaitu pada tabel dibawah

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Kapasitas Drainase Sebelum Perbaikan

Periode T (Tahun)	Q _{kap}	Q _{ranc}	Q _{kap} - Q _{ranc}	Kondisi
2	4,891	13,553	-8,663	Tidak Aman
5	4,891	17,500	-12,609	Tidak Aman
10	4,891	20,112	-15,221	Tidak Aman
20	4,891	22,619	-17,729	Tidak Aman
50	4,891	25,863	-20,972	Tidak Aman

Sumber : Data Perhitungan

4.2.3 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Setelah Perbaikan



Gambar 4.4 Perencanaan Drainase di Jalan K.H Wahid Hasyim

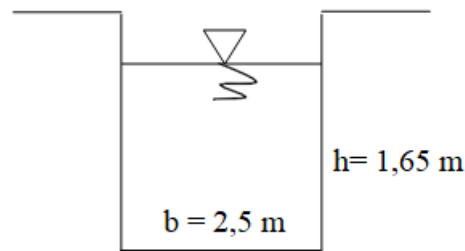
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Hasil survei drainase setelah diperbaiki di Jalan K.H Wahid Hasyim

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)		
1	Drainase Jalan K.H Wahid Hasyim	2,5	1,65	0,2	Beton

Sumber : Data Perhitungan

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase dan dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Saluran Drainase setelah Diperbaiki

a. Perhitungan Saluran Jalan K.H Wahid Hasyim setelah diperbaiki diketahui:

- Luas Permukaan (A) :

$$A = b \times h$$

$$A = 2,5 \times 1,65$$

$$A = 4,125 \text{ m}^2$$

- Keliling Basah (P):

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 1,65) + 2,5$$

$$P = 5,8 \text{ m}$$

- Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{4,125}{5,8}$$

$$R = 0,711 \text{ m}$$

- Kecepatan (Manning):

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran beton = 0,013

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,013} \times 0,711^{\frac{2}{3}} \times 0,00556^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 4,570 \text{ m/det}$$

- Kapasitas (Qkap)

$$Q = V \times A$$

$$Q = 4,570 \times 4,125$$

$$Q = 18,852 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q analisis tampungan penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Kapasitas Drainase Setelah Perbaikan

Periode T (Tahun)	Q _{kap}	Q _{ranc}	Q _{kap} - Q _{ranc}	Kondisi
2	18,852	13,553	5,298	Aman
5	18,852	17,500	1,352	Aman
10	18,852	20,112	-1,260	Tidak Aman
20	18,852	22,619	-3,767	Tidak Aman
50	18,852	25,863	-7,011	Tidak Aman

Sumber : Data Perhitungan

4.2.4 Perhitungan perencanaan ulang Kapasitas Saluran Drainase jalan

K.H Wahid Hasyim

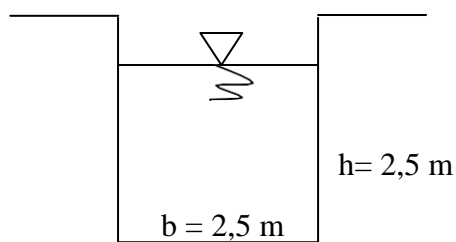
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Hasil survei drainase stelah diperbaiki di Jalan K.H Wahid Hasyim

No	Saluran	Ukuran Saluran		Panjang Saluran (Km)	Kondisi Eksisting Saluran
		B (meter)	H (meter)		
1	Drainase Jalan K.H Wahid Hasyim	2,5	2,5	0,2	Beton

Sumber : Data Perhitungan

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase dan dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Perencanaan Ulang Saluran Drainase

a. Perhitungan Saluran Jalan K.H Wahid Hasyim setelah diperbaiki diketahui:

- Luas Permukaan (A) :

$$A = b \times h$$

$$A = 2,5 \times 2,5$$

$$A = 6,25 \text{ m}^2$$

- Keliling Basah (P):

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 2,5) + 2,5$$

$$P = 7,5 \text{ m}$$

- Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{6,25}{7,5}$$

$$R = 0,83 \text{ m}$$

- Kecepatan (Manning):

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran beton = 0,013 dilihat dari tabel 4.16.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,013} (0,83)^{\frac{2}{3}} (0,00556)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 5,079 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah

$$Q = V \times A$$

$$Q = 5,079 \times 6,25$$

$$Q = 31,746 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q analisis tampungan penampang diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.23.

**Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Perencanaan Ulang Kapasitas Drainase di
Jalan K.H Wahid Hasyim**

Periode T (Tahun)	Qkap	Qranc	Qkap - Qranc	Kondisi
2	31,746	13,553	18,192	Aman
5	31,746	17,500	14,246	Aman
10	31,746	20,112	11,634	Aman
20	31,746	22,619	9,127	Aman
50	31,746	25,863	5,883	Aman

Sumber : Data Perhitungan