

BAB IV

ANALISA DATA PEMBAHASAN

4.1 Data Pencatatan Curah Hujan Rata-Rata

Data Curah hujan yang mewakili daerah Benowo kecamatan Pakal Kota Surabaya adalah :

1. Stasiun penakar curah hujan Kandangan berlokasi di desa Banjar Sugihan Elevasi 1,60 Meter dari SHVP
2. Stasiun penakar curah hujan Banyu Urip berlokasi di Kecamatan Sukomanunggal Elevasi 2,70 Meter dari SHVP
3. Stasiun penakar curah hujan Perak berlokasi di Kalimas Baru Elevasi 1,40 Meter dari SHVP



Gambar 4.1. Lokasi Stasiun Penakaran Hujan

Peruntukan lahan pada daerah ini merupakan daerah Perumahan dan perkampungan, sedangkan saluran pembuang yang dekat dengan lokasi adalah Saluran Primer Kali Benowo yang mempunyai hulu di daerah Tambak Dono dan bermuara ke Kali Lamong.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maksimum Daerah Periode 10 Tahun Das Kali Benowo

TAHUN	TANGGAL	STASIUN PENAKAR HUJAN		
		KANDANGAN	BANYU URIP	PERAK
2010	18-Nov	171	125	89
2011	20-Feb	132	96	109
2012	29-Dec	84	86	113
2013	29-Dec	130	75	59
2014	19-Jan	86	90	88
2015	31-Jan	105	70	20
2016	23-Feb	170	110	125
2017	15-Oct	143	93	117
2018	26-Mar	141	92	87
2019	2-Feb	160	109	117

Sumber: DPU Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya

1.2 Analisis Curah Hujan Rencana

Menghitung curah hujan rata rata menggunakan metode Thiesen dengan memilih data curah hujan Maximum pertahun dengan metode *Thiessen* periode ulang 10 tahun disetiap stasiun penakar hujan.

Tabel 4.2 Perhitungan curah hujan rata rata periode ulang 10 tahun

TAHUN	TANGGAL	STASIUN PENAKAR HUJAN			
		KANDANGAN	BANYU URIP	PERAK	RATA RATA
		1	2	3	$(1+2+3)/3$
2010	18-Nov	171	125	89	128,33
2011	20-Feb	132	96	109	112,33
2012	29-Dec	84	86	113	94,3
2013	29-Dec	130	75	59	88
2014	19-Jan	86	90	88	88
2015	31-Jan	105	70	20	65
2016	23-Feb	170	110	125	135

2017	15-Oct	143	93	117	117,66
2018	26-Mar	141	92	87	106,66
2019	2-Feb	160	109	117	128,66

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.3. Koefisien Pengaruh Thiesen Pada DAS Kali Benowo

STASIUN	SHVP/km	LOKASI	KOEFISIEN
KANDANGAN	1,60	Banjar Sugihan	0.250
BANYU URIP	2,70	Sukomanunggal	0.250
PERAK	1,40	Kalimas Baru	0.250
Sumber : Hasil Perhitungan			0.750

Tabel 4.4. Curah Hujan Dengan Metode Thiesen pada DAS Kali Benowo

TAHUN	TANGGAL	STASIUN PENAKAR HUJAN			
		KANDANGAN	BANYU URIP	PERAK	Total (mm)
		1	2	3	
		0,250	0,250	0,250	(1+2+3)*0,250
2010	18-Nov	171	125	89	96,25
2011	20-Feb	132	96	109	84,25
2012	29-Dec	84	86	113	69,75
2013	29-Dec	130	75	59	66
2014	19-Jan	86	90	88	66
2015	31-Jan	105	70	20	48,75
2016	23-Feb	170	110	125	101,25
2017	15-Oct	143	93	117	88,25
2018	26-Mar	141	92	87	80
2019	2-Feb	160	109	117	96,5

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.5 perhitungan Uji Konsistensi Data Hujan DAS Kali Benowo

No	Tahun	Data Hujan Harian Tahunan (mm)				Konsistensi Stasiun
		Kandungan	Banyu Urip	Perak	Kumulatif	Rata-rata
		1	2	3	1	(2+3)/3
1	2010	171	125	89	171	71,33
2	2011	132	96	109	132	68,34
3	2012	84	86	113	84	66,34
4	2013	130	75	59	130	44,66
5	2014	86	90	88	86	59,33
6	2015	105	70	20	105	30,00
7	2016	170	110	125	170	78,30
8	2017	143	93	117	143	70,00
9	2018	141	92	87	141	59,66
10	2019	82	75	69	82	48,00

Sumber : Hasil Perhitungan

1.3 Analisa Distribusi Curah Hujan Rencana

Analisa frekuensi curah hujan adalah berulangnya curah hujan baik jumlah frekuensi persatuan waktu maupun periode ulangnya. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya curah hujan pada kala ulang tertentu. Untuk menganalisa frekuensi curah hujan ini menggunakan tiga metode sebagai perbandingan, yaitu : Metode Distribusi Gumbel, Metode Distribusi Normal, Metode Distribusi log Normal dan Metode Distribusi Log Pearson Type III.

1.3.1 Metode Distribusi Gumbel

Tabel 4.6 Perhitungan Parameter Statistik Gumbel

NO	Tahun	Curah Hujan X_i (mm)	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$
1	2010	128,33	28	802,5889
2	2011	112,33	12	152,0289
3	2012	94,3	-6	32,49
4	2013	88	-12	-144,00
5	2014	88	-12	-144,00
6	2015	65	-35	-1255,00
7	2016	135	35	-1225,00
8	2017	117,66	17	311,8756

9	2018	106,66	6	36,00
10	2019	128,66	28	821,3956
	Σ	1063,94		1773,399

Sumber : Hasil Perhitungan

- a. Curah hujan Rata rata periode ulang 10 tahun

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

$$\bar{X} = \frac{1063,94}{10}$$

$$= 106,394 \text{ mm}$$

- b. Standart Deviasi (S)

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

$$S = \sqrt{\frac{1773,399}{10-1}}$$

$$= 14,037$$

- c. Perhitungan Nilai K

Jumlah data (n) = 10 didapat :

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Lampiran : 1

Dengan periode ulang (T) = 10 maka didapat :

$$Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T} = 2,2504$$

Dengan Y_n, S_n, Y_t yang sudah didapat dari nilai K diatas adalah :

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

$$K = \frac{2,2504 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 1,8483$$

- d. Menghitung nilai hujan rencana periode ulang 10 Tahun (X_{10}) :

$$X_t = \bar{X} + (S \times K)$$

$$= 106,394 + (14,037 \times 1,8483)$$

$$X_{10} = 132,338 \text{ mm}$$

1.3.2 Distribusi Normal

- a. Curah hujan Rata rata periode ulang 10 tahun

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

$$\bar{X} = \frac{1063,94}{10}$$

$$= 106,394 \text{ mm}$$

- b. Standart Deviasi (S)

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

$$S = \sqrt{\frac{1773,399}{10-1}}$$

$$= 14,037$$

- c. Perhitungan K_t

Nilai K_t dihitung berdasarkan nilai T dari **(Lampiran 2)**

Didapatkan untuk $T = 10$ maka nilai $K_t = 1,28$

- d. Untuk perhitungan nilai hujan rencana periode ulang 10 Tahun (X_{10}):

$$X_t = \bar{X} + (S \times K_t)$$

$$= 106,394 + (14,037 \times 1,28)$$

$$X_{10} = 124,361 \text{ mm}$$

1.3.3 Distribusi Log Normal

Perhitungan Parameter Statistik data Log Normal seperti pada **Tabel 4.6**

Tabel 4.7 Perhitungan Parameter Statistik Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi-Log X) ²
1	2010	128,33	2,1083	0,0083
2	2011	112,33	2,0504	0,0011
3	2012	94,3	1,9745	0,0018
4	2013	88	1,9444	0,0052
5	2014	88	1,9444	0,0052
6	2015	65	1,8129	0,0415
7	2016	135	2,1303	0,0128
8	2017	117,66	2,0706	0,0028
9	2018	106,66	2,0222	0,0054
10	2019	128,66	2,1094	0,0085
	Jumlah	1063,94	20,1683	0,0926
	Rata rata		2,0168	

Sumber : Hasil Perhitungan

- a. Hitung nilai rata rata $\overline{\text{Log X}}$:

$$\begin{aligned}\overline{\text{Log X}} &= \frac{\sum \text{Log Xi}}{N} \\ &= \frac{20,1683}{10} \\ &= 2,0168 \text{ mm}\end{aligned}$$

- b. Hitung S Log X (Deviasi standar dari Log X)

$$\begin{aligned}S \text{ Log X} &= \frac{\sum (\text{Log Xi} - \overline{\text{Log X}})^2}{10-1} \\ &= \frac{0,0926^{0,5}}{9} \\ &= 0,1014\end{aligned}$$

- c. Hitung nilai K_T berdasarkan nilai T dari (**Lampiran 2**)

Didapatkan T = 10 maka nilai $K_T = 1,28$

d. Untuk menghitung nilai hujan rencana periode ulang 10 tahun (X_{10}) yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Log } X_t &= \overline{\text{Log } X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\ &= 2,0168 + (1,28 \times 0,1014) \\ &= 2,1465 \\ X_{10} &= 140,11 \text{ mm} \end{aligned}$$

1.3.4 Distribusi Log Pearson Type III

Perhitungan parameter statistik data Log Pearson Type III

Tabel 4.8 Perhitungan Parameter Statistik Log Pearson Type III

No	Tahun	Curah Hujan Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi- Log X) ²	(Log Xi- Log X) ³
1	2010	128,33	2,1083	0,0083	0,0007
2	2011	112,33	2,0504	0,0011	0,0001
3	2012	94,3	1,9745	0,0018	0,0000
4	2013	88	1,9444	0,0052	-0,0003
5	2014	88	1,9444	0,0052	-0,0003
6	2015	65	1,8129	0,0415	0,0000
7	2016	135	2,1303	0,0128	0,0014
8	2017	117,66	2,0706	0,0028	0,0002
9	2018	106,66	2,0222	0,0054	0,0005
10	2019	128,66	2,1094	0,0085	0,0008
	Jumlah	1063,94	20,1683	0,0926	0,0031
	Rata rata		2,0168		

Sumber : Hasil Perhitungan

a. Hitung nilai rata rata $\overline{\text{Log } X}$:

$$\begin{aligned} \overline{\text{Log } X} &= \frac{\sum \text{Log } X_i}{N} \\ &= \frac{20,1683}{10} \\ &= 2,0168 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Hitung S Log X (Deviasi Standar dari Log X)

$$\begin{aligned}
 S \text{ Log } X &= \frac{\Sigma (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{10-1} \\
 &= \frac{0,0926^{0,5}}{9} \\
 &= 0,1014
 \end{aligned}$$

c. Berdasarkan Tabel 4.8 diperoleh Cs atau G

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{n \times \Sigma (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S \text{ Log } X)^3} \\
 &= \frac{10 (0,0031)}{(10-1)(10-2)(0,1014)^3} \\
 &= \frac{0,031}{0,072}
 \end{aligned}$$

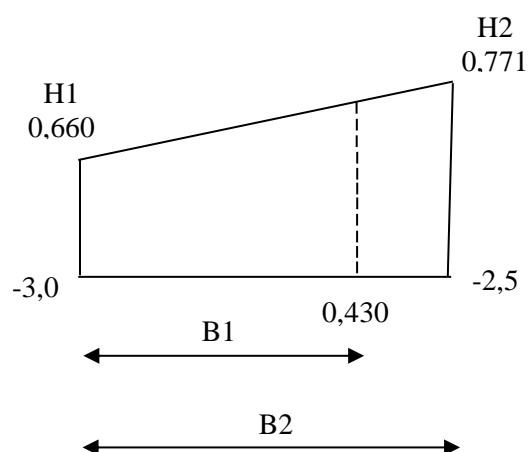
$$C_s = 0,430$$

d. Nilai Cs yang sudah didapat dipakai untuk mencari nilai T pada **(lampiran 3)**

Tabel Frekuensi K_T untuk Distribusi Log Pearson Type III, maka didapat :

T = 10 dan Cs 0,430 maka nilai $K_T = \dots$?

Karena nilai Cs = 0,430 ada di range -2,5 dan - 3,0 maka digunakan rumus Interpolasi untuk mengetahui nilai K_T .



$$H1 : 0,660$$

$$H2 : 0,771$$

$$B1 : 0,430 - (-0,3) = 0,73$$

$$B2 : -0,3 - (-2,5) = 2,2$$

$$X = H1 - \frac{B1}{B2} \times (H1 - H2)$$

$$\begin{aligned} X &= 0,660 - \frac{0,73}{2,2} \times (0,660 - 0,771) \\ &= 0,6968 \end{aligned}$$

Jadi nilai $K_T = 0,6968$

e. Untuk menghitung nilai hujan rencana periode ulang 10 Tahun (X_{10}) yaitu

$$\begin{aligned} \text{Log } X_t &= \overline{\text{Log } X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\ &= 2,0168 + (0,6968 \times 0,1014) \\ &= 2,0874 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi } X_{10} = 122,29 \text{ mm}$$

1.3.5 Uji Normalitas – Chi Kuadrat (X^2)

Uji Chi Kuadrat adalah pengujian hipotesis mengenai perbandingan antara frekuensi observasi nilainya didapat dari hasil percobaan (O_i) yg benar-benar terjadi/aktual dengan frekuensi harapan/ekspektasi nilainya dapat dihitung secara teoritis (E_i).

Keterangan:

O_i = frekuensi hasil pengamatan pada klasifikasi ke-i

E_i = frekuensi yang diharapkan pada klasifikasi ke-i

dk = $K - 1$, dimana k adalah jumlah kategori (variable)

Rumus umum :

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Tabel 4.9 Mencari nilai data hujan terbesar dan terkecil

NO	Xi (mm)	Xi pengurutan nilai dari terbesar sampai nilai terkecil
1	128,33	135
2	112,33	128,66
3	94,3	128,33
4	88	117,66
5	88	112,33
6	65	106,66
7	135	94
8	117,66	88
9	106,66	88
10	128,66	65

Sumber : Hasil Perhitungan

a. Jumlah data

$$n = 10$$

b. Mencari nilai terbesar dan terkecil

$$\text{Nilai Terbesar} = 135$$

$$\text{Nilai Terkecil} = 65$$

c. Mencari nilai rentang (R)

$$R = \text{Xi Terbesar} - \text{Xi Terkecil}$$

$$R = 135 - 65$$

$$= 70$$

d. Mencari banyak kelas (BK)

$$BK = 1 + 3,3 \text{ Log } n$$

$$BK = 1 + 3,3 \text{ Log } 10$$

$$BK = 1 + 3,3 (1)$$

$$BK = 1 + 3,3$$

$$BK = 4,3 \text{ dibulatkan menjadi } 5$$

e. 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, $\alpha = 5\%$ dan Dk = 2 Maka didapat = 5,591 (**Lampiran 4**)

f. Menghitung kelas distribusi

Kelas Distribusi = $\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$ interval distribusi adalah 20%, 40%, 60%, 80%

Presentase 20%

$P_{(x)} = 20\%$ diperoleh $T = \frac{1}{Px} \times 100\% = \frac{1}{20} \times 100 = 5$ Tahun

Presentase 40%

$P_{(x)} = 40\%$ diperoleh $T = \frac{1}{Px} \times 100\% = \frac{1}{40} \times 100 = 2,5$ Tahun

Presentase 60%

$P_{(x)} = 60\%$ diperoleh $T = \frac{1}{Px} \times 100\% = \frac{1}{60} \times 100 = 1,67$ Tahun

Presentase 80%

$P_{(x)} = 80\%$ diperoleh $T = \frac{1}{Px} \times 100\% = \frac{1}{80} \times 100 = 1,25$ Tahun

g. Menghitung kelas interval

a. Distribusi Gumbel

Dengan jumlah data (n) = 10 maka didapat :

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T}$$

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

Sehingga :

$$T = 5$$

$$Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T} = 1,4999$$

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

$$= \frac{(1,4999 - 0,4952)}{0,9496}$$

$$= 1,0558$$

$$\begin{aligned}
T &= 2,5 \\
Y_t &= -\text{Ln} - \text{Ln} \frac{T-1}{T} = 0,6717 \\
K &= \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \\
&= \frac{(0,6717 - 0,4952)}{0,9496} \\
&= 0,1858 \\
T &= 1,67 \\
Y_t &= -\text{Ln} - \text{Ln} \frac{T-1}{T} = 0,0907 \\
K &= \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \\
&= \frac{(0,0907 - 0,4952)}{0,9496} \\
&= -0,4259 \\
T &= 1,25 \\
Y_t &= -\text{Ln} - \text{Ln} \frac{T-1}{T} = -0,4759 \\
K &= \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \\
&= \frac{(-0,4759 - 0,4952)}{0,9496} \\
&= -1,0225
\end{aligned}$$

Nilai $\bar{X} = 106,394$

Nilai $S = 14,037$

Maka nilai interval kelasnya :

$$\begin{aligned}
X_t &= \bar{X} + (S \times K) \\
X_5 &= 106,394 + (14,037 \times 1,0558) &= 121,214 \\
X_{2,5} &= 106,394 + (14,037 \times 0,1858) &= 109,002 \\
X_{1,67} &= 106,394 + (14,037 \times (-0,4259)) &= 100,415 \\
X_{1,25} &= 106,394 + (14,037 \times (-1,0225)) &= 92,041
\end{aligned}$$

b. Distribusi Normal

Nilai K_T berdasarkan nilai T dari (Lampiran) didapatkan :

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

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

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

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

$$\text{Nilai } \bar{X} = 106,394$$

$$\text{Nilai } S = 14,037$$

Maka interval kelasnya

$$X_5 = 106,394 + (14,037 \times 0,84) = 118,185$$

$$X_{2,5} = 106,394 + (14,037 \times 0,25) = 109,903$$

$$X_{1,67} = 106,394 + (14,037 \times (-0,25)) = 102,884$$

$$X_{1,25} = 106,394 + (14,037 \times (-0,84)) = 94,602$$

c. Distribusi Log Normal

Nilai K_T berdasarkan nilai T dari (Lampiran) didapatkan :

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

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

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

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

$$\text{Nilai } \overline{\text{Log } \bar{X}} = 2,0168$$

$$\text{Nilai } S \overline{\text{Log } \bar{X}} = 0,1014$$

Maka interval kelasnya

$$\overline{\text{Log } X_t} = \overline{\text{Log } \bar{X}} + (K_T \times S \overline{\text{Log } \bar{X}})$$

$$X_5 = 2,0168 + (0,84 \times 0,1014) = 2,1019 = \text{Log}$$

$$X_{2,5} = 2,0168 + (0,25 \times 0,1014) = 2,0421$$

$$X_{1,67} = 2,0168 + (-0,25 \times 0,1014) = 1,9914$$

$$X_{1,25} = 2,0168 + (-0,84 \times 0,1014) = 1,9316$$

h. Mencari nilai (i)

$$i = \frac{R}{BK}$$

$$i = \frac{70}{5}$$

$$i = 14$$

i. Membuat table distribusi frekuensi simpang baku (Standar Deviasi)

Tabel 4.10 Distribusi frekuensi simpang Baku

NO	Nilai Interval	f	Nilai Tengah (Xi)	$f Xi$	$Xi - X$	$(Xi-X)^2$	$f(Xi-X)^2$
1	65-70	1	68	68	-74,4	5535,36	5535,36
2	71-76	0	74	74	-68,4	4678,56	4678,56
3	77-82	0	78	78	-64,4	4147,36	4147,36
4	83-88	2	86	172	-56,4	3180,96	6361,92
5	89-94	1	92	92	-50,4	2540,16	2540,16
6	95-100	0	98	98	-44,4	1971,36	1971,36
7	101-106	1	104	104	-38,4	1474,56	1474,56
8	107-112	1	110	110	-32,4	1049,76	1049,76
9	113-118	1	116	116	-26,4	696,96	696,96
10	119-124	0	122	122	-20,4	416,16	416,16
11	125-130	2	128	256	-14,4	207,36	414,72
12	131-136	1	134	134	-8,4	70,56	70,56
Jumlah		10		1424			29357,44

Sumber : Hasil Perhitungan

$$j. S = \sqrt{\frac{\sum_i^n f_i (Xi-X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{29357,44}{9}} = 57,11$$

k. Mencari rata rata (*mean*)

$$X = \frac{\sum f. x_i}{n}$$

$$X = \frac{1424}{10}$$

$$X = 142,4$$

1. Membuat daftar frekuensi yang diharapkan dengan cara sebagai berikut

Tabel 4.11 Menentukan Tepi Bawah dan Tepi Atas Kelas Interval

NO	Kelas Interval	Batas Bawah	Batas Atas
1	65-70	64,5	70,5
2	71-76	70,5	76,5
3	77-82	76,5	82,5
4	83-88	82,5	88,5
5	89-94	88,5	94,5
6	95-100	94,5	100,5
7	101-106	100,5	106,5
8	107-112	106,5	112,5
9	113-118	112,5	118,5
10	119-124	118,5	124,5
11	125-130	124,5	130,5
12	131-136	130,5	136,5

Sumber : Hasil Perhitungan

- m. Mencari nilai Z menggunakan Tepi Bawah dan Tepi Atas Interval

$$Z = \frac{\text{Batas Bawah} - X}{s} \qquad Z = \frac{\text{Batas Atas} - X}{s}$$

$$Z = \frac{64,5 - 142,4}{57,11} = -1,36 \qquad Z = \frac{70,5 - 142,4}{57,11} = -1,25$$

$$Z = \frac{70,5 - 142,4}{57,11} = -1,25 \qquad Z = \frac{76,5 - 142,4}{57,11} = -1,15$$

$$Z = \frac{76,5 - 142,4}{3261,93} = -1,15 \qquad Z = \frac{82,5 - 142,4}{3261,93} = -1,04$$

$$Z = \frac{82,5 - 142,4}{3261,93} = -1,04 \qquad Z = \frac{88,5 - 142,4}{3261,93} = -0,94$$

$$Z = \frac{88,5 - 142,4}{3261,93} = -0,94 \qquad Z = \frac{94,5 - 142,4}{3261,93} = -0,83$$

$$Z = \frac{94,5 - 142,4}{3261,93} = -0,83 \qquad Z = \frac{100,5 - 142,4}{3261,93} = -0,73$$

$$Z = \frac{100,5 - 142,4}{3261,93} = -0,73 \qquad Z = \frac{106,5 - 142,4}{3261,93} = -0,62$$

$$Z = \frac{106,5 - 142,4}{3261,93} = -0,62 \qquad Z = \frac{112,5 - 142,4}{3261,93} = -0,52$$

$$Z = \frac{112,5 - 142,4}{3261,93} = -0,52 \qquad Z = \frac{118,5 - 142,4}{3261,93} = -0,41$$

$$Z = \frac{118,5 - 142,4}{3261,93} = -0,41 \qquad Z = \frac{124,5 - 142,4}{3261,93} = -0,31$$

$$Z = \frac{124,5-142,4}{3261,93} = -0,31 \quad Z = \frac{130,5-142,4}{3261,93} = -0,20$$

$$Z = \frac{130,5-142,4}{3261,93} = -0,20 \quad Z = \frac{136,5-142,4}{3261,93} = -0,10$$

Tabel 4.12 Mencari nilai Z menggunakan Tepi Bawah dan Tepi Atas Interval

NO	Z	Luas 0-Z Bawah
1	-1,36	0,4131
2	-1,25	0,3944
3	-1,15	0,3749
4	-1,04	0,3508
5	-0,94	0,3264
6	-0,83	0,2967
7	-0,73	0,2673
8	-0,62	0,2324
9	-0,52	0,1985
10	-0,41	0,1591
11	-0,31	0,1217
12	-0,20	0,0793

NO	Z	Luas 0-Z Atas
1	-1,25	0,3944
2	-1,15	0,3749
3	-1,04	0,3508
4	-0,94	0,3264
5	-0,83	0,2967
6	-0,73	0,2673
7	-0,62	0,2324
8	-0,52	0,1985
9	-0,41	0,1591
10	-0,31	0,1217
11	-0,20	0,0793
12	-0,10	0,0398

Sumber : Hasil Perhitungan

- n. Mencari selisih luas tiap interval dengan cara mengurangkan nilai-nilai 0-Z tepi bawah dengan tepi atas

Tabel 4.13 Selisih luas Interval 0-Z

NO	Selisih Luas Tepi Bawah - Tepi Atas
1	0,0187
2	0,0195
3	0,0241
4	0,0244
5	0,0297
6	0,0294
7	0,0349
8	0,0339
9	0,0394
10	0,0374
11	0,0424
12	0,0395

Sumber : Hasil Perhitungan

- o. Mencari frekuensi yang diharapkan dengan cara mengalikan selisih luas tiap interval dengan jumlah responden ($n = 10$)

$$E_i = n \times \text{Hasil Selisih Luas}$$

Tabel 4.14 Mencari frekuensi yang diharapkan (E_i)

NO	Selisih Luas Tepi Bawah - Tepi Atas	E_i
1	0,0187	0,187
2	0,0195	0,195
3	0,0241	0,241
4	0,0244	0,244
5	0,0297	0,297
6	0,0294	0,294
7	0,0349	0,349
8	0,0339	0,339
9	0,0394	0,394
10	0,0374	0,374
11	0,0424	0,424
12	0,0395	0,395

Sumber : Hasil Perhitungan

- p. Mencari Chi-Kuadrat Hitung

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Frekuensi yang Diharapkan (E_i) dari Hasil Pengamatan (O_i) untuk Variabel pengujian hipotesis mengenai perbandingan antara frekuensi observasi didapat dari hasil percobaan.

Tabel 4.15 Variabel pengujian Hipotesis frekuensi

NO	Batas Kelas	Z	Luas 0-Z	Luas Tiap Kelas Interval	(E_i)	(O_i)	$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
1	64,5	-1,36	0,4131	0,0187	0,187	1	0,813	0,660	3,529
2	70,5	-1,25	0,3944	0,0195	0,195	0	-0,195	-0,038	-0,194
3	76,5	-1,15	0,3749	0,0241	0,241	0	-0,241	-0,058	-0,240
4	82,5	-1,04	0,3508	0,0244	0,244	2	1,756	3,083	12,635
5	88,5	-0,94	0,3264	0,0297	0,297	1	0,703	0,494	1,663
6	94,5	-0,83	0,2967	0,0294	0,294	0	-0,294	-0,086	-0,292
7	100,5	-0,73	0,2673	0,0349	0,349	1	0,651	0,423	1,212
8	106,5	-0,62	0,2324	0,0339	0,339	1	0,661	0,436	1,286
9	112,5	-0,52	0,1985	0,0394	0,394	1	0,606	0,367	0,931
10	118,5	-0,41	0,1591	0,0374	0,374	0	-0,374	-0,139	-0,371
11	124,5	-0,31	0,1217	0,0424	0,424	2	1,576	2,483	5,856
12	130,5	-0,2	0,0793	0,0395	0,395	1	0,605	0,366	0,926
						$\Sigma O = 10$			26,941

Sumber : Hasil Perhitungan

q. Perbandingan X^2 hitung dengan X^2 Tabel

Dengan membandingkan X^2 hitung dengan nilai X^2 tabel dan derajat kebebasan (Dk) = $K - (p + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$ untuk $\alpha = 0,05$ maka dicari pada tabel Chi-Kuadrat didapat X^2 tabel = 5,591 (**Lampiran 6**)

1.4 Debit Rencana

Diketahui :

- L : 2100 m
- S : 0,00356
- A : 1136 ha = 11,36 km² (Catchment Area Saluran)
- C : 0,70
- R₂₄ :(**Dapat dilihat di Hal 31**)

$$T_c = \left[\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right]^{0,385}$$

$$= \left[\frac{0,87 \times 2100^2}{1000 \times 0,00356} \right]^{0,385}$$

$$= \left[\frac{3,836}{3,56} \right]^{0,385} = 1,02 \text{ jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{TC} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{132,338}{24} \times \left[\frac{24}{1,02} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$= 5,514 \times 8,211 = 45,27 \text{ mm/jam}$$

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

$$= 0,278 \times 0,70 \times 45,27 \times 11,36$$

$$= 100,07 \text{ m}^3/\text{det}$$

1.5 Analisa Debit Existing

1. Data Wilayah

Luas daerah tangkapan (A) = 1136 ha = 11,36 km²

Koefisien aliran (C) = 0,70

2. Data saluran drainase Benowo

Lebar saluran (b) = 7 m

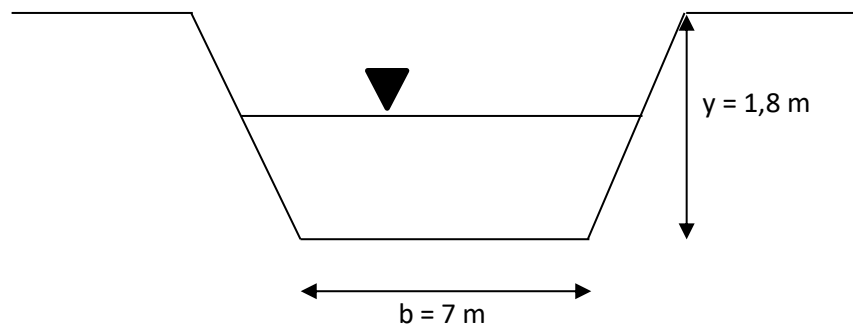
Tinggi saluran (y) = 1,8 m

Panjang (L) = 2000 m

Miring talud (z) = 1

Kemiringan dasar (S) = 0,00356

Koefisien kekasaran (n) = 0,030



Gambar 4.2 Gambar penampang melintang Existing

$$\begin{aligned}
 A &= (b + z \cdot y) \cdot y \\
 &= (7 + 1 \cdot 1,8) \times 1,8 \\
 &= 15,84 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$Z = 1$$

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2y \sqrt{1 + z^2} \\
 &= 7 + 2 \times 1,8 \sqrt{1 + 1^2} \\
 &= 12,07 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{17,6}{12,07} = 1,31$$

$$\text{Kecepatan aliran } \bar{V} = \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dimana $n = 0,030$

$$\begin{aligned}
 &= \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 1,31^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\
 &= 33,33 \times 1,234 \times 0,059 \\
 &= 2,42 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_s &= A \times \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\
 &= 17,6 \times \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 1,31^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\
 &= 17,6 \times 33,33 \times 1,234 \times 0,059 \\
 &= 37,35 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Jadi nilai Q Rencana = $100,07 \text{ m}^3/\text{det}$ > Nilai Q_s Existing = $37,35 \text{ m}^3/\text{det}$
(Kapasitas saluran tidak cukup)

1.6 Tinjauan Rencana Dimensi Saluran

Diketahui : $Q = 100,07 \text{ m}^3/\text{det}$

Direncanakan : Lebar dasar saluran (b) = 7 m

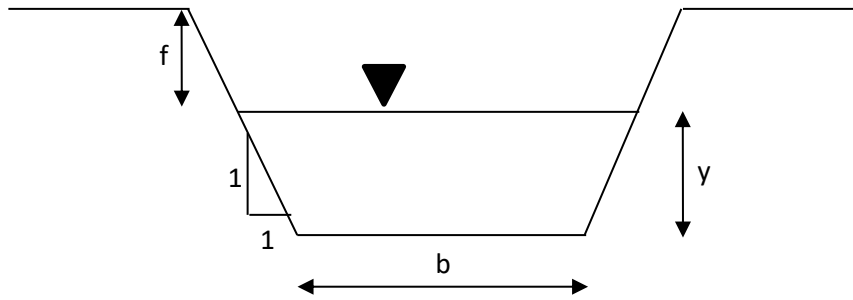
Miring talud (z) = 1

Bentuk penampang trapesium

Tinggi jagaan (f) = 1 m

Koefisien Manning (n) = 0,030

Kemiringan dasar saluran (S) = 0,00356



Gambar 4.3 Tinjauan Dimensi Saluran

Data Wilayah

Luas daerah tangkapan (A) = 1136 ha = 11,36 km²
 Koefisien aliran (C) = 0,70

Data saluran drainase Benowo

Lebar saluran (b) = 7 m
 Tinggi saluran (y) = 1,8 m
 Panjang (L) = 2000 m
 Miring talud (z) = 1
 Kemiringan dasar (S) = 0,00356
 Koefisien Manning (n) = 0,030

Coba ulang dengan trial maka didapat nilai y :

Misal y : 2,0

$$\begin{aligned}
 A &= (b + z \cdot y) \\
 &= (7 + 1 \cdot 2) \times 2 \\
 &= 18 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$Z = 1$$

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2y \sqrt{1 + z^2} \\
 &= 7 + 2 \times 2 \sqrt{1 + 1^2} \\
 &= 12,64 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{18}{12,64} = 1,42$$

$$\text{Kecepatan aliran } \bar{V} = \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dimana n = 0,030

$$\begin{aligned}
&= \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 1,42^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\
&= 33,33 \times 1,264 \times 0,059 \\
&= 2,48 \text{ m/det}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_s &= A \times \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\
&= 18 \times \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 1,42^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\
&= 18 \times 33,33 \times 1,264 \times 0,059 \\
&= 44,85 \text{ m}^3/\text{det}
\end{aligned}$$

Nilai Q Rencana = 100,07 m³/det > Nilai Qs Existing = **44,85** m³/det
(Kapasitas saluran tidak cukup)

Misal y : 2,5

$$\begin{aligned}
A &= (b + z \cdot y) \cdot y \\
&= (7 + 1 \cdot 2,5) \cdot 2,5 \\
&= 23,75 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$Z = 1$$

$$\begin{aligned}
P &= b + 2y \sqrt{1 + z^2} \\
&= 7 + 2 \times 2,5 \sqrt{1 + 1^2} \\
&= 14,05 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{23,75}{14,05} = 1,69$$

$$\text{Kecepatan aliran } \bar{V} = \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dimana n = 0,030

$$\begin{aligned}
&= \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 1,69^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\
&= 33,33 \times 1,421 \times 0,059 \\
&= 2,79 \text{ m/det}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_s &= A \times \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\
&= 23,75 \times \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 1,69^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\
&= 23,75 \times 33,33 \times 1,421 \times 0,059 \\
&= 66,38 \text{ m}^3/\text{det}
\end{aligned}$$

Nilai Q Rencana = 100,07 m³/det > Nilai Qs Existing = **66,38** m³/det
(Kapasitas saluran tidak cukup)

Misal y : 3,0

$$\begin{aligned}A &= (b + z \cdot y) \cdot y \\ &= (7 + 1 \cdot 3) \cdot 3 \\ &= 30 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$Z = 1$$

$$\begin{aligned}P &= b + 2y \sqrt{1 + z^2} \\ &= 7 + 2 \times 3 \sqrt{1 + 1^2} \\ &= 15,46 \text{ m}\end{aligned}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{30}{15,46} = 1,94$$

$$\text{Kecepatan aliran } \bar{V} = \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dimana n = 0,030

$$\begin{aligned}&= \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 1,94^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\ &= 33,33 \times 1,558 \times 0,059 \\ &= 3,06 \text{ m/det}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_s &= A \times \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\ &= 30 \times \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 1,94^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\ &= 30 \times 33,33 \times 1,558 \times 0,059 \\ &= 91,98,63 \text{ m}^3/\text{det}\end{aligned}$$

Nilai Q Rencana = 100,07 m³/det > Nilai Qs Existing = **91,98** m³/det
(Kapasitas saluran tidak cukup)

Misal y : 3,2

$$\begin{aligned}A &= (b + z \cdot y) \cdot y \\ &= (7 + 1 \cdot 3,2) \times 3,2 \\ &= 32,64 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$Z = 1$$

$$\begin{aligned}P &= b + 2y \sqrt{1 + z^2} \\ &= 7 + 2 \times 3,2 \sqrt{1 + 1^2} \\ &= 16,02 \text{ m}\end{aligned}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{32,64}{16,02} = 2,03$$

$$\text{Kecepatan aliran } \bar{V} = \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dimana n = 0,030

$$\begin{aligned} &= \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 2,03^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\ &= 33,33 \times 1,607 \times 0,059 \\ &= 3,16 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= A \times \left[\frac{1}{n} \right] \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\ &= 32,64 \times \left[\frac{1}{0,030} \right] \times 2,03^{2/3} \times 0,00356^{1/2} \\ &= 32,64 \times 33,33 \times 1,607 \times 0,059 \\ &= 103,38 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Nilai Q Rencana = 100,07 m³/det < Nilai Qs Existing = **103,38** m³/det

(Kapasitas saluran Mencukupi)

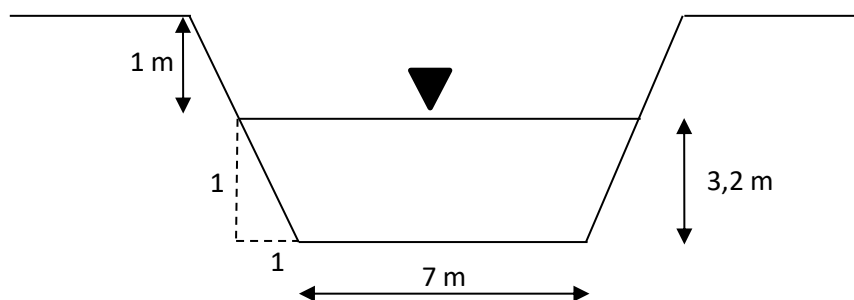
Tabel 4.16 Tabel hasil Coba ulang dengan trial untuk mendapatkan nilai (y)

No	(y)	A	P	R	S	Q _{kapasitas/Existing} (m ³ /det)
1	1,8	15,84	12,076	1,311693	0,00356	37,35854826
2	2,0	18	12,64	1,424051	0,00356	44,85613698
5	2,5	23,75	14,05	1,690391	0,00356	66,38996251
6	3,0	30	15,46	1,940492	0,00356	91,98340089
7	3,2	32,64	16,024	2,036945	0,00356	103,3840517

Sumber : Hasil perhitungan

Jadi di dapatkan Q_{Existing} sebesar 103,38 m³/det dengan nilai y adalah 3,2 m

Jadi rencana dimensi salurannya adalah :



Gambar 4.4 Dimensi Saluran

$Q = 103,38 \text{ m}^3/\text{det}$
 $f = 1 \text{ m}$ (Tinggi Jagaan)
 $n = 0,030$ (Koefisien Manning)
 $b = 7 \text{ m}$ (Lebar Dasar Saluran)
 $y = 3,2$ (Batas Muka Air)
 $m = 1$ (Miring Talud)