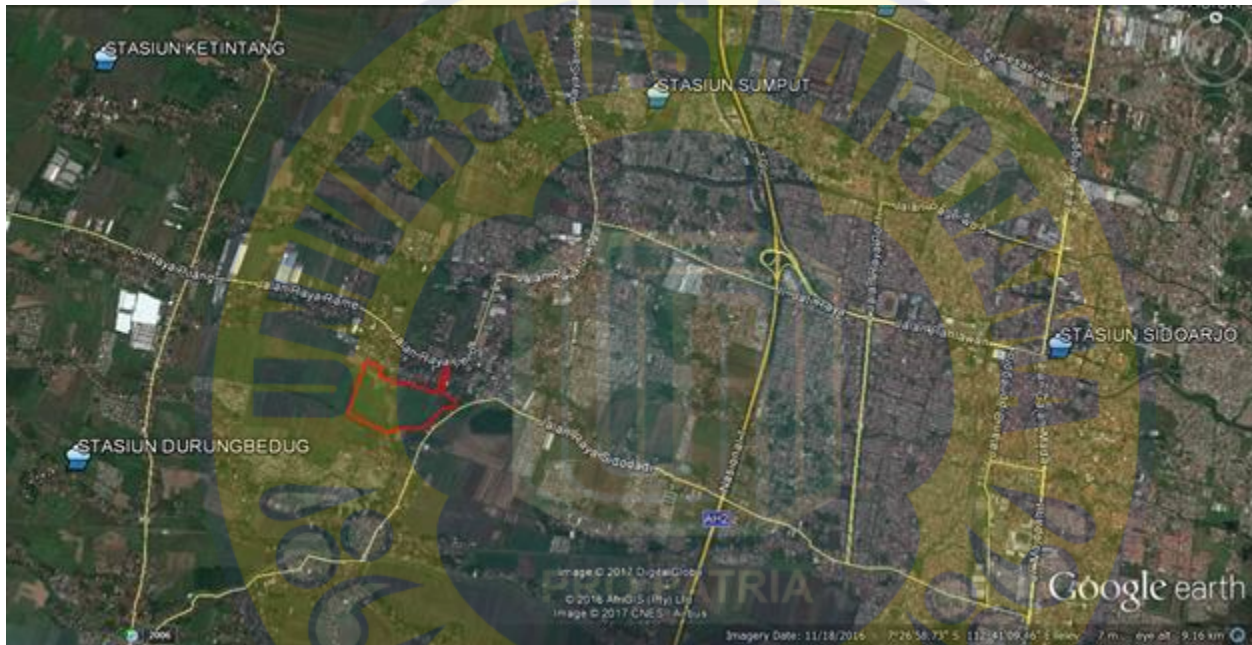


BAB IV

ANALISIS PEMBAHASAN

4.1. Distribusi Curah Hujan Wilayah

Curah hujan yang digunakan untuk merencanakan sistem drainase Perumahan Graha Wisata Sidoarjo adalah Stasiun Durungbedug, Ketintang, Sidoarjo dan Sumput.



Gambar 4.1 Lokasi Penakaran Air Hujan

4.2. Analisa Hidrologi

Analisa Hidrologi yang digunakan untuk merencanakan sistem drainase Perumahan Graha Wisata Sidoarjo adalah sebagai berikut :

4.2.1. Data Curah Hujan Maksimum

Tabel 4.1 Data Curah Hujan 10 Tahun Terakhir

2006	BULAN													
NAMA STASIUN														
HUJAN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	TGL
DURUNGBEDUG	91	115	86	52	62	25	0	0	0	0	0	130	130	29-Dec
KETINTANG	35	50	30	20	45	10	0	0	0	0	0	85	85	29-Dec
SIDOARJO	55	80	70	45	61	2	0	0	0	0	0	46	80	26-Feb
SUMPUT	89	110	90	67	61	4	0	0	0	3	0	61	110	13-Feb

2007	BULAN													
NAMA STASIUN														
HUJAN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	TGL
DURUNGBEDUG	48	42	86	45	35	18	30	0	0	0	12	67	86	8-Mar
KETINTANG	30	40	75	75	15	5	25	0	0	0	35	70	75	8-Mar
SIDOARJO	46	59	78	87	17	15	80	0	0	3	15	82	87	5-Apr
SUMPUT	76	60	76	63	15	21	85	0	0	0	20	85	85	5-Dec

2008	BULAN													
NAMA STASIUN														
HUJAN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	TGL
DURUNGBEDUG	105	101	47	34	61	0	30	0	0	5	23	83	105	31-Jan
KETINTANG	115	87	65	40	30	0	25	0	0	8	45	75	115	31-Jan
SIDOARJO	110	70	67	17	24	0	80	0	0	8	40	44	110	31-Jan
SUMPUT	95	44	69	34	45	0	85	0	0	26	48	45	95	31-Jan

2009	BULAN													
NAMA STASIUN														
HUJAN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	TGL
DURUNGBEDUG	96	121	170	63	93	41	0	0	0	0	0	61	170	6-Mar
KETINTANG	75	17	90	85	50	59	0	0	0	0	19	50	90	6-Mar
SIDOARJO	64	100	71	34	80	0	0	0	0	0	27	82	100	23-Feb
SUMPUT	85	88	51	24	63	57	0	0	0	0	0	38	88	23-Feb

2010	BULAN													
NAMA STASIUN														
HUJAN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	TGL
DURUNGBEDUG	64	85	39	81	17	20	29	103	28	143	62	52	143	15OKT
KETINTANG	60	90	30	80	30	30	20	95	20	125	90	40	125	15OKT
SIDOARJO	57	59	27	35	49	32	38	80	24	168	41	49	168	15OKT
SUMPUT	68	47	60	64	51	19	26	112	20	160	89	70	160	15OKT

2011	BULAN													
NAMA STASIUN														
HUJAN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	tgl
DURUNGBEDUG	58	56	72	91	80	0	5	0	0	8	108	141	141	26-Dec
KETINTANG	50	74	60	60	40	30	13	0	0	0	105	80	105	9-Nov
SIDOARJO	55	110	113	67	105	1	9	0	0	0	54	0	113	28-Mar
SUMPUT	53	51	136	64	85	0	19	0	6	0	71	141	141	26-Dec

2012	BULAN													
NAMA STASIUN														
HUJAN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	tgl
DURUNGBEDUG	68	82	62	26	21	59	0	0	0	12	21	73	82	2-Feb
KETINTANG	85	30	50	55	18	17	0	0	0	2	15	50	85	15-Jan
SIDOARJO	68	69	61	34	19	44	0	0	0	6	27	84	84	18-Dec
SUMPUT	115	68	59	19	22	30	0	0	0	0	12	89	115	15-Jan

2013	BULAN													
NAMA STASIUN														
HUJAN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	tgl
DURUNGBEDUG	122	57	43	56	47	66	35	0	0	0	47	0	122	2-Jan
KETINTANG	80	52	42	60	25	90	34	0	0	0	77	0	90	6-Jun
SIDOARJO	96	74	95	27	66	78	5	0	0	0	70	0	96	2-Jan
SUMPUT	135	54	62	43	52	54	34	0	0	0	65	0	135	2-Jan

2014	BULAN													
NAMA STASIUN														
HUJAN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	tgl
DURUNGBEDUG	58	68	113	30	37	86	15	4	0	0	23	113	113	13-Mar
KETINTANG	25	20	129	28	25	80	10	0	0	0	3	87	129	13-Mar
SIDOARJO	63	62	76	69	48	47	0	0	0	0	0	0	76	8-Mar
SUMPUT	40	20	75	39	50	64	13	0	0	0	19	75	75	17-Dec

2015	BULAN													
NAMA STASIUN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	tgl
HUJAN														
DURUNGBEDUG	72	62	100	40	54	23	0	0	0	0	19	80	100	19-Mar
KETINTANG	85	82	80	65	5	15	0	0	0	0	30	60	85	20-Jan
SIDOARJO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1-Jan
SUMPUT	42	77	77	37	62	27	0	0	0	0	20	53	77	19-Mar

2016	BULAN													
NAMA STASIUN	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	STA MAX	tgl
HUJAN														
DURUNGBEDUG	55	84	82	37	54	37	40	26	20	176	66	0	176	10-Oct
KETINTANG	25	114	85	45	65	23	12	13	24	123	20	0	123	10-Oct
SIDOARJO	58	170	50	0	0	0	0	0	0	170	47	0	170	9-Feb
SUMPUT	32	150	72	100	52	29	31	30	63	167	99	0	167	10-Oct

Sumber : Dinas Perairan Kabupaten Sidoarjo

Tabel 4.2 Data Rekap Hujan

TAHUN	TANGGAL	STASIUN HUJAN			
		DURUNGBEDUG	KETINTANG	SIDOARJO	SUMPUT
2006	29-Dec	130	85	8	36
	29-Dec	130	85	8	36
	26 Feb	115	25	80	104
	13 Feb	62	40	65	110
2007	8-Mar	86	75	78	76
	8-Mar	86	75	78	76
	5-Apr	40	75	87	63
	5-Dec	52	75	50	85
2008	31-Jan	105	115	110	95
	31-Jan	105	115	105	95
	31-Jan	105	115	110	95
	31-Jan	105	115	110	95
2009	6-Mar	170	90	71	13
	6-Mar	170	90	71	13
	23-Feb	0	0	100	88
	23-Feb	0	0	100	88
2010	15-Oct	143	125	168	160
	15-Oct	143	125	168	160
	15-Oct	143	125	168	160
	15-Oct	143	125	168	160
2011	26-Dec	141	75	0	141
	9-Nov	108	105	54.5	71
	28-Mar	14	30	113	34
	26-Dec	141	75	0	141
2012	2-Feb	82	30	51.5	44

	15-Jan	68	85	53	115
	18-Dec	68	50	84	86
	15-Jan	68	85	53	115
2013	2-Jan	122	81	96	135
	6-Jun	66	90.7	78.7	52
	2-Jan	122	81	96	135
	2-Jan	122	81	96	135
2014	13-Mar	113	129	18	74
	13-Mar	113	129	18	74
	8-Mar	0	0	76.5	0
	17-Dec	113	88	0	75
2015	19-Mar	100	80	0	77
	20-Jan	34	85	0	42
	1-Jan	6	2	0	2
	19-Mar	100	80	0	77
2016	10-Oct	176	176	170	167
	10-Oct	176	123	170	167
	9-Feb	68	15	170	120
	10-Oct	176	167	170	167

4.2.2. Perhitungan Curah Hujan Metode Thiessen

Dalam perencanaan ini metode yang digunakan adalah poligon thiesen.

Cara penggunaan metode ini adalah dengan menggunakan peta hidrologi yang dibuat poligon lalu ditarik garis hingga menghubungkan stasiun stasiun tersebut. Setelah luas pengaruh didapat. Koefisien C dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$C = A_i / A_{\text{total}}$$

Dengan :

C : Koefisien Thiessen

A : Luas

Tabel 4.3 Koefisien Stasiun Penakar Hujan

STASIUN	LUAS	KOEFISIEN
DURUNGBEDUG	4.20	0.297
KETINTANG	4.05	0.286
SIDOARJO	2.35	0.166
SUMPUT	3.55	0.251
TOTAL	14.150	1.000

Tabel 4.4 Tabel Perhitungan Metode Thiessen

TAHUN	TANGGAL	STASIUN HUJAN				TOTAL
		DURUNGBEDUG	KETINTANG	SIDOARJO	SUMPUT	
		0.297	0.286	0.166	0.251	
2006	26 Feb	115	25	80	104	80.668
2007	8-Mar	86	75	78	76	79.014
2008	31-Jan	105	115	110	95	106.184
2009	6-Mar	170	90	71	13	91.272
2010	15-Oct	143	125	168	160	146.265
2011	26-Dec	141	75	0	141	98.693
2012	15-Jan	68	85	53	115	82.166
2013	2-Jan	122	81	96	135	109.208
2014	13-Mar	113	129	18	74	92.018
2015	19-Mar	100	80	0	77	71.898
2016	10-Oct	176	176	170	167	172.746

4.2.3. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Metode yang digunakan dalam perhitungan ini adalah sebagai berikut:

- Metode Gumbel
- Metode Distribusi Log Pearson III

4.2.3.1. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Gumbel

Adapun Langkah – langkah perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Gumbel adalah sebagai berikut:

1. Hitung Standar Deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - Xr)^2}{n - 1}}$$

(Loebis, 1984)

Dimana : Sx = Standar deviasi

Xi = Curah hujan rata-rata

Xr = Harga rata-rata

n = Jumlah data

Tabel 4.5 Perhitungan Metode Gumbel

No	Tahun	Tanggal	Xi	Xi - Xr	(Xi - Xr)^2
1	2015	19-Mar	71.898	-30.842	951.206
2	2007	8-Mar	79.014	-23.725	562.877
3	2006	26 Feb	80.668	-22.071	487.143
4	2012	15-Jan	82.166	-20.573	423.252
5	2009	6-Mar	91.272	-11.467	131.494
6	2014	13-Mar	92.018	-10.721	114.950
7	2011	26-Dec	98.693	-4.047	16.375
8	2008	31-Jan	106.184	3.445	11.865
9	2013	2-Jan	109.208	6.469	41.852
10	2010	15-Oct	146.265	43.526	1894.500
11	2016	10-Oct	172.746	70.006	4900.899
Xr	102.739				
Jumlah					9536.414
Sx					30.8810844

2. Hitung nilai faktor frekuensi (K)

$$K = \frac{Yt - Yn}{Sn}$$

(Loebis,1984)

Dimana : K = Faktor frekuensi

Y_n = Harga rata-rata reduce mean (tabel

2.1)

S_n = Reduced standard deviation (tabel

2.2)

Y_t = Reduced variated (tabel 2.3)

Jumlah data dalam perhitungan curah hujan rencana periode ulang T tahun adalah 20 tahun, sehingga nilai Y_n dan S_n adalah sebagai berikut.

$$n = 11$$

$$y_n = 0.5128$$

$$s_n = 1.0206$$

3. Menghitung Hujan dalam periode ulang T tahun

$$X_t = X_r + (K.S_x)$$

(Loebis,1984)

Dimana : X_t = Hujan dalam periode ulang tahun

X_r = Harga rata-rata

K = Faktor Frekuensi

S_x = Standar deviasi

Sehingga perhitungan curah hujan rencana periode ulang T tahun dengan data curah hujan diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Perhitungan Periode Ulang Metode Gumbel

Periode ulang	yt	k	Xr	Sx	Xt
2	0.3668	-0.143053106	102.739	30.88108	98.32152333
5	1.5004	0.967666079	102.739	30.88108	132.6217362
10	2.251	1.703115814	102.739	30.88108	155.3332216
20	2.9709	2.408485205	102.739	30.88108	177.1157932
25	3.1993	2.632275132	102.739	30.88108	184.0266689
50	3.9028	3.321575544	102.739	30.88108	205.3130131
75	4.3117	3.722222222	102.739	30.88108	217.685417
100	4.6012	4.005878895	102.739	30.88108	226.4450426

Jadi besarnya curah hujan rencana periode ulang T tahun dengan Metode Gumbel dapat disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4.7 Curah Hujan Metode Gumbel

Periode Ulang	Curah hujan Rencana
2	98.32152333
5	132.6217362
10	155.3332216
20	177.1157932
25	184.0266689
50	205.3130131
75	217.685417
100	226.4450426

4.2.3.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log

Pearson Tipe III

Distribusi Log Pearson Tipe III digunakan untuk analisis frekuensi distribusi dari debit minimum (low flows). Koefisien kemencengan dalam metode distribusi Log Pearson Tipe III adalah $CS \neq 0$

Langkah –langkah perhitungan kurva distribusi Log Pearson III adalah:

1. Tentukan logaritma dari semua nilai variat x
2. Hitung nilai rata – ratanya :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X}{n}$$

Dengan : n = Jumlah data

(CD.Soemarto,1999)

3. Hitung nilai deviasi standarnya dari log x

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n - 1}}$$

(CD.Soemarto,1999)

4. Hitung nilai koefisien kemencengan

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

Tabel 4.8 Perhitungan Metode Log Pearson Tipe III

No	Tahun	Tanggal	Xi	Log Xi	log x - log xi	(log x - log xi) ²	(log x - log xi) ³
1	2015	19-Mar	71.89753	1.856714	-0.139755802	0.019531684	-0.002729666
2	2007	8-Mar	79.01413	1.897705	-0.098764965	0.009754518	-0.000963405
3	2006	26 Feb	80.66784	1.9067	-0.089769299	0.008058527	-0.000723408
4	2012	15-Jan	82.16608	1.914693	-0.081777195	0.00668751	-0.000546886
5	2009	6-Mar	91.27208	1.960338	-0.03613178	0.001305506	-4.71702E-05
6	2014	13-Mar	92.01767	1.963871	-0.032598529	0.001062664	-3.46413E-05
7	2011	26-Dec	98.69258	1.994285	-0.002185251	4.77532E-06	-1.04353E-08
8	2008	31-Jan	106.1837	2.026058	0.02958829	0.000875467	2.59036E-05
9	2013	2-Jan	109.2085	2.038256	0.041786614	0.001746121	7.29645E-05
10	2010	15-Oct	146.265	2.16514	0.168670717	0.028449811	0.00479865
11	2016	10-Oct	172.7456	2.237407	0.240937201	0.058050735	0.013986581
Total			1130.131	21.96117	0.000000000	0.135527317	0.013838913

$$2. \log \bar{X} = \frac{\sum \log X}{n}$$

$$\log \bar{X} = \frac{21.96117}{11} = 1.99647$$

3. Hitung nilai deviasi standarnya dari log x

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$S \log X = \sqrt{\frac{0.135527317}{11 - 1}} = 0.11641$$

4. Hitung nilai koefisien kemencengan

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

$$Cs = \frac{11 \cdot 0.013838}{(11 - 1)(11 - 2)(0.11641)^3} = 1.072042$$

Jadi untuk besarnya nilai curah hujan periode ulang T tahun dengan menggunakan metode Log Pearson Type III dapat disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.9 Curah hujan rencana periode ulang T tahun dengan

Metode Log Pearson Type III

periode ulang	KT	RT
2	-0.17499	94.64518
5	0.748454	121.2277
10	1.33946	142.038
25	2.058309	172.2226
50	2.571537	197.6234
100	3.066846	225.6838

4.2.4. Pengujian Kecocokan Distribusi Data

Untuk pengujian parameter maka diperlukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan

4.2.4.1. Uji Chi Kuadrat

Langkah – langkah perhitungan sebaran :

1. Mencari data kecil dan data besar
2. Menghitung jumlah kelas (K)

$$K = 1 + 3.322 \log n$$

(Soewarno, 1995)

Dengan : K = jumlah kelas

n = jumlah data = 11

$$k = 1 + 3.322 \log 11$$

$$k \approx 5$$

3. Hitung Derajat kebebasan (DK)

$$DK = K - 1$$

$$DK = 5 - 1$$

$$DK = 4$$

4. Mencari harga X^2_{Cr} dilihat dari derajat kebebasan dengan melihat tabel 2.5 = 9.488

5. Menghitung Range

$$R = \text{Data besar} - \text{Data kecil}$$

6. Menghitung Interval Kelas

$$I = R/K$$

Dengan: R= Range

K= Jumlah kelas

7. Hitung nilai yang diharapkan (EF)

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

Dimana : EF = Nilai yang diharapkan

n = Jumlah data

K = Jumlah kelas

$$EF = \frac{11}{5} = 2.2$$

8. Hitung X^2_{Cr}

Tabel 4.10 uji Chi Kuadrat

No	Interval Kelas	Ef	Of	Of - Ef	(Of-Ef) ²	X^{2h}
1	71.898-92.067	2.2	6	3.8	14.44	6.563636
2	92.067-112.237	2.2	2	-0.2	0.04	0.018182

3	112.237- 132.406	2.2	1	-1.2	1.44	0.654545
4	132.406- 152.576	2.2	1	-1.2	1.44	0.654545
5	152.576- 172.746	2.2	1	-1.2	1.44	0.654545
JUMLAH		11	11			8.545455

9. Membandingkan X2Cr hasil tabel dengan X2Cr hasil hitungan

Hasil 8.545455 < 9.488

Maka dapat disimpulkan data tersebut memenuhi syarat

Untuk mempermudah perhitungan dalam menentukan sebaran data curah hujan metode thiesen dapat disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.11 Perhitungan Penentuan Sebaran

No	Tahun	Tanggal	Xi	Xi - Xr	Xi - Xr 2	Xi - Xr 3	Xi - Xr 4
1	2015	19-Mar	71.898	-30.842	951.2063	-29337	904793.3418
2	2007	8-Mar	79.014	-23.725	562.8768	-13354	316830.2562
3	2006	26 Feb	80.668	-22.071	487.1429	-10752	237308.2
4	2012	15-Jan	82.166	-20.573	423.2516	-8707.6	179141.9563
5	2009	6-Mar	91.272	-11.467	131.4938	-1507.8	17290.61315
6	2014	13-Mar	92.018	-10.721	114.9504	-1232.4	13213.58505
7	2011	26-Dec	98.693	-4.047	16.3748	-66.262	268.1340912
8	2008	31-Jan	106.184	3.445	11.8652	40.8707	140.7825221
9	2013	2-Jan	109.208	6.469	41.8521	270.755	1751.60076
10	2010	15-Oct	146.265	43.526	1894.5004	82459.8	3589131.871
11	2016	10-Oct	172.746	70.006	4900.8995	343094	24018815.86
Xr			102.739	0.000	9536.4137	360909	29278686.2

10. Hitungan koefisien skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - Xr)^3}{(n - 1)(n - 2) Sx^3}$$

(Soewarno,1995)

Dengan : Cs = Koefisien skewness

Xi = Curah hujan rata rata

Xr = Harga rata rata

Sx = Standar deviasi

Maka :

$$Xr = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1130.131}{11} = 102.739$$

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (Xi - Xr)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{9536.4137}{10}} = 30.881$$

$$Cs = \frac{11.360909}{(10)(9)30.881^3} = 1.498$$

11. Hitung koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sx}{Xr}$$

(Soewarno,1995)

Dengan : Sx = Standar Deviasi

Xr = Harga rata rata

Cv = Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{30.881}{102.739} = 0.3006$$

12. Hitung koefisien kwitosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - Xr)^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)Sx^4} = \frac{11^2 \cdot 29278686,2}{10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 30,881^4} = 5,411$$

Untuk menentukan curah hujan yang dipakai dalam perencanaan saluran drainase perumahan ini dapat digambarkan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4.12 Penentuan Uji Sebaran

No	Jenis Distribusi	syarat	Hasil	Kesimpulan
1	Gumbel	Cs < 1.1396 Ck < 5.4002	1.49786 5.42	Tidak memenuhi
2	Log Pearson Type III	CS ≠ 0	1.4978	Memenuhi

Kesimpulan :

Perhitungan curah hujan yang digunakan dalam curah hujan rencana adalah menggunakan metode Log Pearson Type III

4.2.5. Analisis Debit Rencana

4.2.5.1. Intensitas Hujan Rancangan

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

Dengan :

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

t = Lama hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimal

Tabel 4.13 Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type 3

Waktu	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
	94.6452	121.228	142.038	172.223	197.623	225.684

1	32.8117	42.0273	49.2418	59.7063	68.5122	78.2402
2	20.67	26.4755	31.0204	37.6126	43.16	49.2882
3	15.7742	20.2046	23.673	28.7038	32.9372	37.614
4	13.0213	16.6785	19.5416	23.6944	27.1891	31.0496
5	11.2214	14.3731	16.8405	20.4193	23.4308	26.7578
6	9.93712	12.7281	14.9131	18.0822	20.7492	23.6953
7	8.96663	11.485	13.4566	16.3163	18.7227	21.3812
8	8.20291	10.5068	12.3105	14.9266	17.1281	19.56
9	7.58344	9.71337	11.3808	13.7993	15.8346	18.0829
10	7.06906	9.05451	10.6088	12.8633	14.7605	16.8563
11	6.63386	8.49708	9.95571	12.0714	13.8518	15.8186
12	6.25999	8.01821	9.39464	11.3911	13.0711	14.9271
13	5.93471	7.60156	8.90646	10.7992	12.3919	14.1515
14	5.64862	7.23513	8.47713	10.2786	11.7946	13.4693
15	5.3947	6.90988	8.09605	9.81655	11.2644	12.8638
16	5.16751	6.61889	7.7551	9.40315	10.79	12.3221
17	4.96282	6.35671	7.44792	9.03068	10.3626	11.834
18	4.77727	6.11904	7.16945	8.69304	9.97515	11.3915
19	4.60814	5.90241	6.91563	8.38528	9.622	10.9882
20	4.45323	5.70398	6.68314	8.10339	9.29854	10.6188
21	4.31071	5.52144	6.46926	7.84405	9.00095	10.279
22	4.17907	5.35283	6.27171	7.60451	8.72609	9.9651
23	4.05704	5.19652	6.08857	7.38246	8.47129	9.67412
24	3.94355	5.05116	5.91825	7.17594	8.23431	9.40349

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.5.2. Koefisien Aliran Permukaan

Berdasarkan tabel 2.7 Koefisien Aliran (C) maka nilai yang digunakan untuk menentukan debit rencana pada lahan perumahan ini adalah Multiunit tergabung dengan nilai 0.60

4.2.5.3. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi sebagai waktu yang diperlukan air hujan dititik hulu dengan titik hilir ataupun kemiringan lahan yang ada

Rumus yang digunakan :

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times s} \right)^{0.385}$$

Dimana :

T_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (km)

S_o = kemiringan rata – rata saluran

4.2.5.4. Perhitungan Debit Limpasan DAS Afvoer Sidokare

Perhitungan debit rencana dalam perencanaan ini menggunakan metode Nakayasu untuk mendapatkan debit puncak banjir (m^3/dt)

$$Q_p = \frac{12. A. R}{3,68. (0,3. T_p + T_{0,3})}$$

Dimana :

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/dt)

R_0 = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir jam

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak

$T_p = T_g + 0.8 T_r$

$T_g = 0,4 + 0,058 \cdot L \longrightarrow L > 15 \text{ km}$

$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g$

Dengan :

L = Panjang alur sungai (km)

T_g = waktu konsentrasi (jam)

T_r = satuan waktu diambil 0,75 jam

α = daerah pengaliran

Maka

Data Parameter Daerah Aliran Sungai :

Luas = 16.8 km²

Panjang Sungai = 20 km

Kemiringan rerata = 0,0002

Koefisien pengaliran = 2

Parameter T_g

$T_g = 0,4 + (0,058 \cdot L)$

$T_g = 1,56$ jam

Parameter T_r

$T_r = 0,75 \text{ } T_g$

$T_r = 1,17$ jam

Parameter T_p

$T_p = T_g + 0,8 \text{ } T_r$

$T_p = 2,496$ jam

Parameter $T_{0,3}$

$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g$

$T_{0,3} = 2 \cdot 1,56 = 3,12$ jam

$T_p + T_{0,3} = 2,496 + 3,12 = 5,616$ jam

$T_p + T_{0,3} + 1,5 \cdot T_{0,3} = 5,616 + 1,5 \cdot 3,12 = 10,296$ jam

Parameter Qp (debit puncak)

$$Qp = \frac{12. A. R}{3,68. (0,3. Tp + T0,3)}$$

$$Qp = 1,436 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Mencari Ordinatif hidrograf

1. $0 < t < Tp$ $\Rightarrow 0 < t < 2,496$

$$Qt = Q_{\max} (t/Tp)^{2,4}$$

2. $Tp < t < (Tp + T0,3)$ $\Rightarrow 2,496 < t < 5,616$

$$Qt = Q_{\max} (0,3)^{(t-Tp/T0,3)}$$

3. $(Tp + T0,3) < t < Tp + T0,3 + 1,5 \cdot T0,3$ $\Rightarrow 5,616 < t < 10,296$

$$Qt = Q_{\max} (0,3)^{((t-Tp)+0,5 T0,3)/1,5 T0,3)}$$

4. $t > (Tp + T0,3 + 1,5 \cdot T0,3)$ $\Rightarrow t > 10,296$

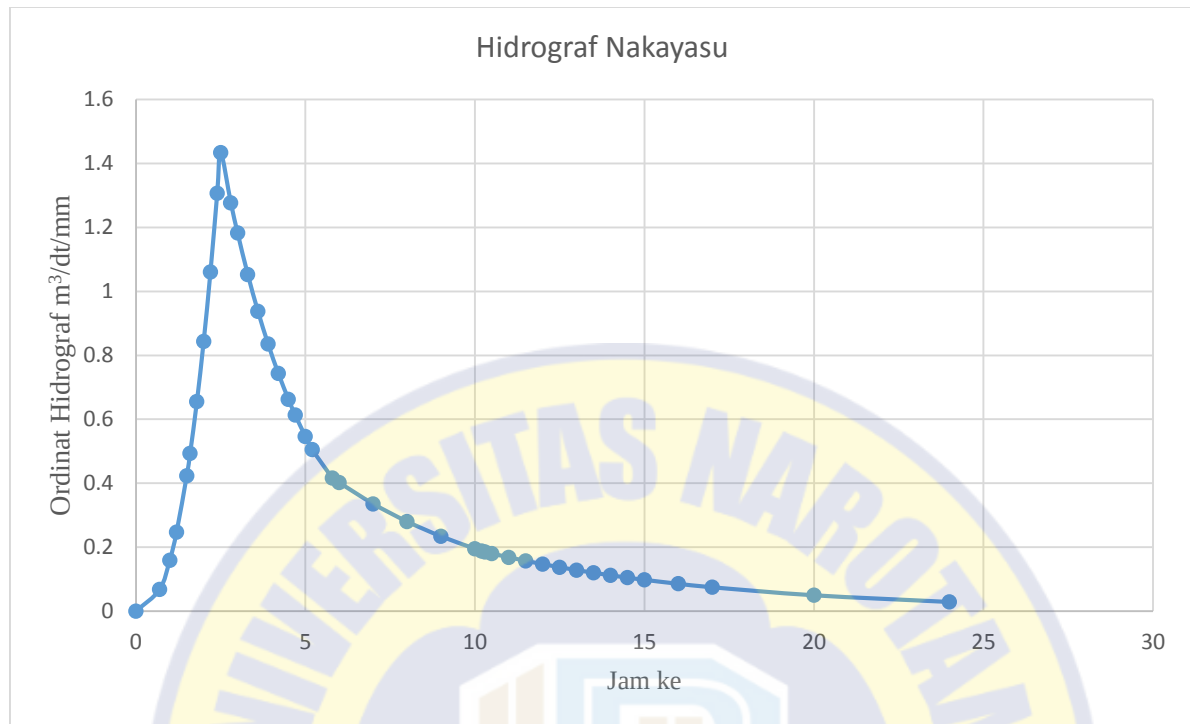
$$Qt = Q_{\max} (0,3)^{((t-Tp)+1,5 T0,3)/2 T0,3)}$$

Tabel 4.14 ordinat hidrograf

t	Q	ket
0	0	Qa
0.7	0.067920288	
1	0.159868986	
1.2	0.247627693	
1.5	0.423041763	
1.6	0.493914959	
1.8	0.655266904	
2	0.843793569	
2.2	1.060666019	
2.4	1.3069868	
2.5	1.433774521	Q2
2.8	1.277038692	
3	1.182187023	
3.3	1.052953967	
3.6	0.937848272	
3.9	0.835325579	

4.2	0.744010351	Q3
4.5	0.662677424	
4.7	0.613457255	
5	0.546395992	
5.2	0.505812592	
5.8	0.416767111	
6	0.40203518	
7	0.335828191	
8	0.280524141	
9	0.23432754	
10	0.195738577	Q4
10.2	0.188819587	
10.3	0.185485729	
10.5	0.180546246	
11	0.168765385	
11.5	0.157753238	
12	0.147459648	
12.5	0.137837727	
13	0.128843648	
13.5	0.120436443	
14	0.112577819	
14.5	0.105231979	
15	0.098365465	
16	0.085947346	
17	0.075096948	
20	0.050094696	
24	0.02919786	

Sumber : Perhitungan



Gambar 4.2 Pola Ordinat Nakayasu

Perhitungan Penampang Afvoer :

Nama Saluran = Afvoer Sidokare

Panjang = 20000 meter

Lebar = 10 meter

Tinggi (h) = 4.172 m

$$\begin{aligned}
 \text{Kemiringan dinding (m)} &= \sqrt{\frac{h^2}{2} + h^2} \\
 &= \sqrt{\frac{4.712^2}{2} + 4.712^2} \\
 &= 4.66 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Elevasi hulu = 12 m

Elevasi Hilir = -11 m

Kemiringan saluran (S) = 0.0011

$$K = 70$$

$$m = 5$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Penampang} &= (B+mh)h = (10+4.66 \times 4.172) \cdot 4.172 \\ &= 122.90 \text{ m}^2\end{aligned}$$

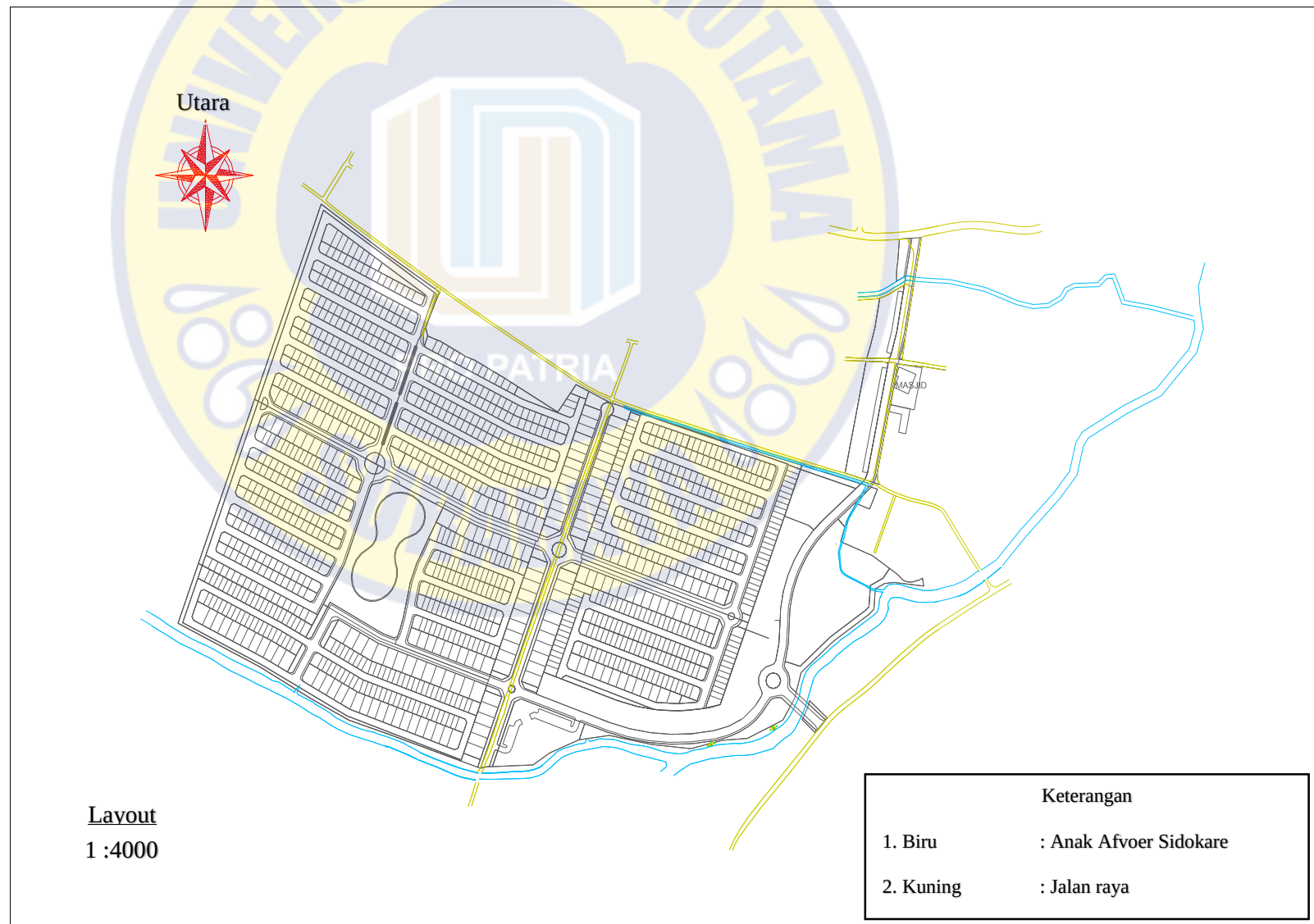
$$\begin{aligned}\text{Keliling basah (P)} &= B + 2h (m^2+1)^{0.5} = 10+2 \cdot 4.172 \cdot ((4.66^2)+1)^{0.5} \\ &= 49.80\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jari Jari Hidrolis (R)} &= A/P = 122.9/49.8 \\ &= 2.50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan Aliran (V)} &= K \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = 70 \times 2.5^{\frac{2}{3}} \times 0.0011^{\frac{1}{2}} \\ &= 4.37261 \text{ m/det}\end{aligned}$$

$$\text{Debit saluran (Q)} = V \cdot A = 4.37 \cdot 122.9 = 537.393 \text{ m}^3/\text{det}$$

Debit banjir pada kala ulang 25 tahun yang terjadi pada anak Afvoer Sidokare adalah 536,38 m³/dt sedangkan kapasitas Afvoer pada lokasi perumahan dengan dimensi 10 x 4,172 sebesar 537,39 m³/dt maka penampang saluran Anak Afvoer Sidokare tidak mengalami Overflow



Gambar 4.3 Layout Kawasan Perumahan

4.3. Analisis Hidrolika Saluran

Salah satu penyebab banjir adalah ketidakmampuan penampang dalam menampung debit hujan. Sehingga penentuan kapasitas tampungan air harus berdasarkan besarnya debit hujan.

4.3.1. Analisis Saluran Trapezium

Contoh perhitungan Q kapasitas saluran

Saluran 01 -02 :

Lebar dasar saluran (B) = 0,6 m

x panjang lebar atas muka air = 0,2 m

h tinggi saluran = 0.6 m

Panjang saluran = 142 m

$$\begin{aligned}\text{Kemiringan dasar saluran (S)} &= \frac{t_1 - t_2}{L} \\ &= \frac{-1,2 - (-1,23)}{0,142} = 0.000211268\end{aligned}$$

- Luas Penampang

$$\begin{aligned}A &= \frac{(B+x)}{2} \times h \\ &= \frac{0,6+0,2}{2} \times 0.6 \\ &= 0,24 \text{ m}^2\end{aligned}$$

- Penampang Basah (p)

$$\begin{aligned}P &= B + 2h\sqrt{1 + x^2} \\ P &= 0.6 + 2 \cdot 0.6\sqrt{1 + 0.2^2} \\ &= 1,824 \text{ m}\end{aligned}$$

- **Jari jari hidrolis (R)**

$$\begin{aligned} R &= A/P \\ &= 0,24/1,824 \\ &= 0,132 \end{aligned}$$

- **Kecepatan aliran saluran (V)**

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{2}{3}} \\ V &= \frac{1}{0,013} \times 0,132^{\frac{2}{3}} \times 0,000211268^{\frac{2}{3}} \\ V &= 0,29 \end{aligned}$$

- **Debit Saluran (Q)**

$$\begin{aligned} Q &= A.V \\ Q &= 0,24 \cdot 0,29 \\ &= 0,069424 \end{aligned}$$

Kemampuan penampang saluran harus dapat menampung debit banjir yang terjadi

Maka $Q \text{ debit rencana} < Q \text{ Debit Saluran}$

Q debit rencana

- Waktu konsentrasi

$$\begin{aligned} t_c &= \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \\ &= \left(\frac{0,87 \times 0,142^2}{1000 \times 0,001} \right)^{0,385} \\ &= 0,211 \end{aligned}$$

- Intensitas hujan (I)

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

$$= \frac{121,227}{24} \left(\frac{24}{0,211} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 118,635$$

- Luas daerah pengaliran (A) = 0,0035 km²

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$C = \text{berdasarkan Tabel 2.7 Koefisien Aliran } C = 0.6$$

$$Q = 0,278 \cdot 0,6 \cdot 118,635 \cdot 0,0035 = 0,069259$$

$$Q \text{ debit rencana } (0,069259) < Q \text{ debit saluran } (0,069424)$$

4.3.2. Kapasitas Tampung Saluran dan Bozem

Agar tidak membebani Anak Afvoer Sidokare maka perlu dibuatkan sistem drainase pada perumahan tersebut. Agar tidak menambah debit pada saat waktu puncak hujan.

Diketahui :

$$\text{Luas} = 470.000 \text{ m}^2 = 0,47 \text{ km}^2$$

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \cdot 0,6 \cdot 121,22773 \cdot 0,47$$

$$= 9,5037 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pada keadaan hujan tinggi} &= \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \\
 &= \left(\frac{0,87 \times 1,225^2}{1000 \times 0,007} \right)^{0,385} \\
 &= 0,531 \text{ jam} = 32 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka volume run off} &= 32 \times 9,5037 \times 60 \\
 &= 18247 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas Tampung saluran} = 7124,163 \text{ m}^3$$

Kapasitas tampungan busem 1

Dimensi busem dengan luasan 6200 m² kedalaman 2,5 m

$$\text{Maka diasumsikan } 6200 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} = 15500 \text{ m}^3$$

Kapasitas Tampungan busem 2

Dimensi busem dengan luasan 60 m x 20 m kedalaman 2,5 m

$$\text{Maka diasumsikan } 1200 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} = 3000 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total kapasitas tampungan busem} &= 7124,163 \text{ m}^3 + 15500 \text{ m}^3 + 3000 \text{ m}^3 \\
 &= 25624 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Jadi daya tampung total 25624 m³ > 40 % dari volume run off (18247 m³)