

BAB V

ANALISA DATA

5.1 UMUM

Perencanaan sebuah konstruksi bangunan dapat dilakukan apabila data-data yang diperlukan dianalisis secara seksama. Hal utama yang dianalisis pada perencanaan bangunan-bangunan air adalah data-data hidrologi. Data curah hujan adalah data yang sangat diperlukan dalam setiap analisis hidrologi, terutama untuk menghitung debit banjir rencana baik secara rasional empiris maupun metode statistik.

Penetapan besarnya debit banjir rencana adalah permasalahan pertimbangan hidro-ekonomis, karena itu besarnya debit banjir rencana tidak diambil terlalu kecil sehingga bangunan menjadi berkurang fungsinya atau tidak menjadi aman karena konstruksi yang tidak kuat dan juga debit banjir rencana tidak terlalu besar sehingga menjadi tidak ekonomis.

5.2 ANALISA HIDROLOGI

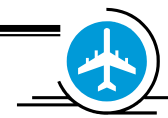
5.2.1 Data Curah Hujan

Dalam menentukan debit banjir rencana diperlukan suatu harga intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan umumnya berhubungan dengan kejadian dan lamanya hujan turun, yang disebut *Duration Frequency*. Oleh karena itu diperlukan data curah hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 10 menit, 15 menit, 30 menit dan seterusnya. Data curah hujan jangka pendek ini hanya didapatkan dari data pengamatan Curah Hujan Otomatis (Penakar Hujan Otomatis).

Pada perhitungan debit banjir rencana ini digunakan data-data curah hujan pada 36 tahun terakhir pengamatan dari pos stasiun hujan BMG Bandara Ahmad Yani Semarang. Adapun data curah hujan jangka pendek stasiun Bandara Udara Ahmad Yani Semarang dapat di lihat pada Tabel 5.1 berikut :

Dari hasil perhitungan waktu konsentrasi (T_c) dengan metode *Kirpich* 1940 :

$$\begin{aligned}
 T_c &= \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \\
 &= \left(\frac{0,87 \times 3468^2}{1000 \times 0,0026} \right)^{0,385} = 24,42 \text{ menit}
 \end{aligned}$$



Dimana :

L : panjang saluran utama dari hulu sampai hilir

S : kemiringan rata-rata saluran utama

Maka diambil data kedalaman curah hujan dengan durasi 30 menit

Tabel 5.1 Kedalaman Curah Hujan Jangka Pendek di Bandara Ahmad Yani Semarang

No.	Tahun	Durasi (menit)										1 hari	2 hari
		5	10	15	30	45	60	120	180	360	720		
1	1960	18,00	22,00	32,00	46,00	46,00	47,00	51,00	57,00	67,00	71,00	87,00	115,00
2	1961	21,00	26,00	28,00	40,00	43,00	44,00	50,00	66,00	87,00	116,00	124,00	-
3	1962	11,00	20,00	25,00	30,00	35,00	38,00	45,00	52,00	73,00	76,00	100,00	-
4	1963	22,00	-	25,00	38,00	40,00	40,00	44,00	62,00	70,00	118,00	120,00	-
5	1964	21,00	31,00	42,00	62,00	78,00	80,00	89,00	91,00	98,00	100,00	100,00	-
6	1965	11,00	15,00	18,00	28,00	38,00	40,00	41,00	44,00	91,00	125,00	166,00	270,00
7	1966	27,00	30,00	34,00	43,00	50,00	54,00	72,00	80,00	90,00	91,00	-	-
8	1976	17,00	20,00	32,00	43,00	59,00	75,00	107,00	107,00	135,00	183,00	206,00	249,00
9	1978	17,00	25,00	36,00	60,00	72,00	85,00	98,00	102,00	115,00	115,00	115,00	149,00
10	1979	15,00	24,00	29,00	37,00	50,00	56,00	99,00	114,00	126,00	126,00	126,00	126,00
11	1980	14,00	28,00	62,00	82,00	82,00	91,00	175,00	185,00	192,00	192,00	192,00	192,00
12	1981	20,00	40,00	50,00	65,00	70,00	80,00	113,00	120,00	204,00	228,00	253,00	260,00
13	1982	10,00	10,00	16,00	47,00	-	69,00	80,00	103,00	131,00	131,00	157,00	247,00
14	1983	18,00	36,00	54,00	73,00	-	93,00	93,00	96,00	96,00	96,00	96,00	116,00
15	1984	15,00	27,00	35,00	47,00	61,00	67,00	79,00	83,00	85,00	91,00	91,00	128,00
16	1985	15,00	25,00	35,00	55,00	71,00	95,00	149,00	149,00	149,00	247,00	253,00	282,00
17	1986	31,00	46,00	62,00	72,00	-	100,00	105,00	123,00	129,00	130,00	130,00	130,00
18	1987	27,00	32,00	37,00	60,00	-	88,00	93,00	93,00	96,00	138,00	138,00	155,00
19	1988	15,00	26,00	36,00	51,00	71,00	81,00	102,00	101,00	117,00	174,00	174,00	198,00
20	1989	16,00	26,00	30,00	44,00	55,00	80,00	100,00	100,00	108,00	142,00	142,00	226,00
21	1990	10,00	21,00	31,00	52,00	59,00	59,00	65,00	68,00	81,00	100,00	115,00	123,00
22	1991	12,00	20,00	31,00	41,00	48,00	50,00	62,00	89,00	130,00	137,00	137,00	185,00
23	1992	15,00	22,00	32,00	58,00	80,00	85,00	92,00	100,00	103,00	104,00	104,00	135,00
24	1993	24,00	32,00	43,00	80,00	90,00	98,00	116,00	118,00	151,00	211,00	276,00	429,00
25	1994	20,00	30,00	36,00	55,00	56,00	68,00	78,50	78,50	78,50	78,50	-	-
26	1995	15,00	22,00	35,00	60,00	67,30	78,50	100,00	100,00	100,00	100,00	-	-
27	1996	25,00	37,00	40,50	66,40	84,80	109,90	116,20	116,20	116,20	116,20	-	-
28	1997	20,00	30,00	36,00	60,00	75,50	85,60	160,50	184,90	192,60	193,10	-	-
29	1998	20,00	26,50	32,00	46,00	49,00	57,50	97,50	99,40	100,90	102,20	-	-
30	1999	17,50	20,00	30,00	56,00	65,00	70,00	80,00	85,30	93,30	93,30	-	-
31	2000	20,00	20,00	30,00	40,50	60,00	60,00	138,00	144,90	170,00	175,20	-	-
32	2001	20,00	30,00	40,00	50,00	70,00	90,00	100,00	108,00	111,20	112,20	-	-



33	2002	10,00	20,00	30,00	40,00	45,00	85,00	97,00	97,90	97,90	97,90	-	-
----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---	---

**Tabel 5.1 Kedalaman Curah Hujan Jangka Pendek di Bandara Ahmad Yani Semarang
(Lanjutan)**

No.	Tahun	Durasi (menit)										1 hari	2 hari
		5	10	15	30	45	60	120	180	360	720		
34	2003	10,00	20,00	27,00	40,00	48,00	48,00	90,00	97,40	97,40	97,00	-	-
35	2004	10,00	20,00	30,00	60,00	77,00	80,00	81,70	82,00	82,00	82,00	-	-
36	2005	10,00	20,00	30,00	35,00	70,00	80,00	94,00	94,00	94,00	94,00	-	-

Sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika Semarang

5.2.2 Analisis Curah Hujan Rencana

Data yang digunakan dalam analisis curah hujan rencana adalah intensitas hujan rata-rata maksimum 30 menit dalam setahun berdasarkan waktu konsentrasi (t_c).

5.2.2.1 Pengukuran Dispersi

Sudah menjadi kenyataan bahwa tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya. Besarnya dispersi dapat dilakukan dengan pengukuran dispersi, yakni melalui perhitungan parametrik statistik untuk $(X_i - X_{rt})$, $(X_i - X_{rt})^2$, $(X_i - X_{rt})^3$, $(X_i - X_{rt})^4$ terlebih dahulu. Pengukuran dispersi ini digunakan untuk analisa distribusi Normal dan Gumbel.

Dimana :

X_i : Besarnya curah hujan daerah (mm).

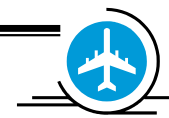
X_{rt} : Rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm).

Perhitungan parametrik statistik dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini :



Tabel 5.2 Parameter Statistik Intensitas Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	X_i (mm)	$(X_i - X_r)$ (mm)	$(X_i - X_r)^2$ (mm)	$(X_i - X_r)^3$ (mm)	$(X_i - X_r)^4$ (mm)
1	1960	46,00	-5,75	33,03	-189,83	1091,02
2	1961	40,00	-11,75	138,00	-1621,08	19043,24
3	1962	30,00	-21,75	472,94	-10285,17	223673,83
4	1963	38,00	-13,75	188,99	-2598,03	35715,75
5	1964	62,00	10,25	105,12	1077,77	11050,10
6	1965	28,00	-23,75	563,93	-13391,78	318017,68
7	1966	43,00	-8,75	76,51	-669,28	5854,38
8	1976	43,00	-8,75	76,51	-669,28	5854,38
9	1978	60,00	8,25	68,11	562,08	4638,75
10	1979	37,00	-14,75	217,48	-3207,23	47297,80
11	1980	82,00	30,25	915,23	27688,27	837646,98
12	1981	65,00	13,25	175,64	2327,67	30848,05
13	1982	47,00	-4,75	22,54	-106,98	507,88
14	1983	73,00	21,25	451,68	9599,47	204015,33
15	1984	47,00	-4,75	22,54	-106,98	507,88
16	1985	55,00	3,25	10,58	34,42	111,95
17	1986	72,00	20,25	410,18	8307,18	168243,54
18	1987	60,00	8,25	68,11	562,08	4638,75
19	1988	51,00	-0,75	0,56	-0,42	0,31
20	1989	44,00	-7,75	60,02	-464,98	3602,33
21	1990	52,00	0,25	0,06	0,02	0,00
22	1991	41,00	-10,75	115,50	-1241,33	13340,89
23	1992	58,00	6,25	39,10	244,47	1528,59
24	1993	80,00	28,25	798,22	22551,92	637154,29
25	1994	55,00	3,25	10,58	34,42	111,95
26	1995	60,00	8,25	68,11	562,08	4638,75
27	1996	66,40	14,65	214,70	3146,01	46097,76
28	1997	60,00	8,25	68,11	562,08	4638,75
29	1998	46,00	-5,75	33,03	-189,83	1091,02
30	1999	56,00	4,25	18,09	76,92	327,11
31	2000	40,50	-11,25	126,50	-1422,77	16002,25
32	2001	50,00	-1,75	3,05	-5,33	9,32
33	2002	40,00	-11,75	138,00	-1621,08	19043,24
34	2003	40,00	-11,75	138,00	-1621,08	19043,24
35	2004	60,00	8,25	68,11	562,08	4638,75
36	2005	35,00	-16,75	280,47	-4697,08	78663,11
ΣX_i		1862,90		6197,31	33789,32	2768688,92
X_r		51,75				
N		36				



Dari perhitungan Tabel 5.2 diatas didapatkan :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{6197,31}{36-1}} = 13,31$$

$$C_v = \frac{S_x}{\bar{X}} = \frac{13,31}{51,75} = 0,26$$

$$C_s = \frac{n * (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) * (n-2) * S_x^3} = \frac{36 * (33789,32)}{(36-1) * (36-2) * 13,31^3} = 0,43$$

$$C_k = \frac{n^2 * (X_i - \bar{X})^4}{(n-1) * (n-2) * (n-3) * S_x^4} = \frac{36^2 * (2768688,92)}{(36-1) * (36-2) * (36-3) * 13,31^4} = 2,91$$

Sedangkan untuk pengukuran besarnya dispersi Logaritma dilakukan melalui perhitungan parametrik statistik untuk $(\text{Log } X_i - \bar{X})$, $(\text{Log } X_i - \bar{X})^2$, $(\text{Log } X_i - \bar{X})^3$, $(\text{Log } X_i - \bar{X})^4$ terlebih dahulu. Pengukuran dispersi ini digunakan untuk analisa distribusi Log Normal dan Log Pearson III.

Dimana :

$\text{Log } X_i$: Besarnya logaritma curah hujan daerah (mm).

\bar{X} : Rata-rata logaritma curah hujan maksimum daerah (mm).

Perhitungan parameter statistik (logaritma) intensitas curah hujan maksimum dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini :



Tabel 5.3 Parameter Statistik (Logaritma) Intensitas Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	X_i (mm)	(Log X_i) (mm)	X_r (mm)	(Log $X_i - X_r$) (mm)	(Log $X_i - X_r$) ² (mm)	(Log $X_i - X_r$) ³ (mm)	(Log $X_i - X_r$) ⁴ (mm)
1	1960	46,00	1,6628	1,6998	-0,0371	0,0014	-0,0001	0,0000
2	1961	40,00	1,6021	1,6998	-0,0978	0,0096	-0,0009	0,0001
3	1962	30,00	1,4771	1,6998	-0,2227	0,0496	-0,0110	0,0025
4	1963	38,00	1,5798	1,6998	-0,1200	0,0144	-0,0017	0,0002
5	1964	62,00	1,7924	1,6998	0,0926	0,0086	0,0008	0,0001
6	1965	28,00	1,4472	1,6998	-0,2527	0,0638	-0,0161	0,0041
7	1966	43,00	1,6335	1,6998	-0,0664	0,0044	-0,0003	0,0000
8	1976	43,00	1,6335	1,6998	-0,0664	0,0044	-0,0003	0,0000
9	1978	60,00	1,7782	1,6998	0,0783	0,0061	0,0005	0,0000
10	1979	37,00	1,5682	1,6998	-0,1316	0,0173	-0,0023	0,0003
11	1980	82,00	1,9138	1,6998	0,2140	0,0458	0,0098	0,0021
12	1981	65,00	1,8129	1,6998	0,1131	0,0128	0,0014	0,0002
13	1982	47,00	1,6721	1,6998	-0,0277	0,0008	0,0000	0,0000
14	1983	73,00	1,8633	1,6998	0,1635	0,0267	0,0044	0,0007
15	1984	47,00	1,6721	1,6998	-0,0277	0,0008	0,0000	0,0000
16	1985	55,00	1,7404	1,6998	0,0405	0,0016	0,0001	0,0000
17	1986	72,00	1,8573	1,6998	0,1575	0,0248	0,0039	0,0006
18	1987	60,00	1,7782	1,6998	0,0783	0,0061	0,0005	0,0000
19	1988	51,00	1,7076	1,6998	0,0078	0,0001	0,0000	0,0000
20	1989	44,00	1,6435	1,6998	-0,0564	0,0032	-0,0002	0,0000
21	1990	52,00	1,7160	1,6998	0,0162	0,0003	0,0000	0,0000
22	1991	41,00	1,6128	1,6998	-0,0870	0,0076	-0,0007	0,0001
23	1992	58,00	1,7634	1,6998	0,0636	0,0040	0,0003	0,0000
24	1993	80,00	1,9031	1,6998	0,2033	0,0413	0,0084	0,0017
25	1994	55,00	1,7404	1,6998	0,0405	0,0016	0,0001	0,0000
26	1995	60,00	1,7782	1,6998	0,0783	0,0061	0,0005	0,0000
27	1996	66,40	1,8222	1,6998	0,1223	0,0150	0,0018	0,0002
28	1997	60,00	1,7782	1,6998	0,0783	0,0061	0,0005	0,0000
29	1998	46,00	1,6628	1,6998	-0,0371	0,0014	-0,0001	0,0000
30	1999	56,00	1,7482	1,6998	0,0484	0,0023	0,0001	0,0000
31	2000	40,50	1,6075	1,6998	-0,0924	0,0085	-0,0008	0,0001
32	2001	50,00	1,6990	1,6998	-0,0009	0,0000	0,0000	0,0000
33	2002	40,00	1,6021	1,6998	-0,0978	0,0096	-0,0009	0,0001
34	2003	40,00	1,6021	1,6998	-0,0978	0,0096	-0,0009	0,0001
35	2004	60,00	1,7782	1,6998	0,0783	0,0061	0,0005	0,0000
36	2005	35,00	1,5441	1,6998	-0,1558	0,0243	-0,0038	0,0006
$\Sigma \text{Log} X_i$			61,1935			0,4461	-0,0067	0,0139
X_r			1,6998					
N			36					



Dari perhitungan Tabel 5.3 diatas didapatkan :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,446}{36-1}} = 0,1129$$

$$C_v = \frac{S_x}{\bar{X}} = \frac{0,1129}{1,6998} = 0,0664$$

$$C_s = \frac{n * (\text{Log } X_i - \bar{X})^3}{(n-1) * (n-2) * S_x^3} = \frac{36 * (-0,0067)}{(36-1) * (36-2) * 0,1129^3} = -0,1400$$

$$C_k = \frac{n^2 * (\text{Log } X_i - \bar{X})^4}{(n-1) * (n-2) * (n-3) * S_x^4} = \frac{36^2 * (0,0139)}{(36-1) * (36-2) * (36-3) * 0,1129^4} = 2,8235$$

Hasil perhitungan dispersi dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut :

Tabel 5.4 Hasil Pengukuran Dispersi

No	Dispersi	Hasil Dispersi	
		Parameter Statistik	Parameter Statistik Logaritma
1	S	13,31	0,1129
2	Cv	0,26	0,0664
3	Cs	0,43	-0,1400
4	Ck	2,91	2,8235

5.2.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Periode Ulang Tertentu

Tahun periode ulang yang direncanakan adalah 5 tahun karena luas *catchment area* dari daerah studi kurang dari 5 km². Hal ini berdasarkan pada Tabel 5.5 berikut ini :

Tabel 5.5 Tahun Periode Ulang

Luas <i>Catchment Area</i> (km ²)	Tahun Periode Ulang (tahun)
Kurang dari 0,1	1
0,1 – 1,0	2
1,0 – 5,0	5
Lebih dari 5,0	10

Sumber: JICA (Japan International Cooperation Agency) tahun 2000

◆ Perhitungan Periode Ulang Distribusi Normal



$$\text{Rumus : } X_t = X_{rt} + k * S$$

Dimana :

- X_t : curah hujan rencana
 X_{rt} : curah hujan rata-rata
 k : koefisien untuk distribusi normal (Tabel 5.6)
 S : standar deviasi

Tabel 5.6 Nilai Variabel (k) Reduksi Gauss

Periode Ulang (Tahun)					
2	5	10	25	50	100
0,000	0,840	1,280	1,708	2,050	2,330

Sumber : Soewarno 1995

**Tabel 5.7 Curah Hujan Rencana dengan Periode Ulang Tertentu
(Distribusi Normal)**

No	T (Tahun)	X_{rt} (mm)	S	K	X_t (mm)
				Normal	
1	2	51,75	13,31	0,000	51,75
2	5	51,75	13,31	0,840	62,93
3	10	51,75	13,31	1,280	68,79
4	25	51,75	13,31	1,708	74,48
5	50	51,75	13,31	2,050	79,04
6	100	51,75	13,31	2,330	82,76

◆ Perhitungan Periode Ulang Distribusi Gumbel

Rumus :

$$X_t = X_n + \left(\frac{Y - Y_n}{S_n} \right) * S$$

Dimana :

- X_t : curah hujan rencana
 X_{rt} : curah hujan rata-rata
 S : standar deviasi
 S_n : standar deviasi ke n (Tabel 5.8)
 Y : koefisien untuk distribusi Gumbel (Tabel 5.9)
 Y_n : koefisien untuk distribusi Gumbel ke n (Tabel 5.8)



Tabel 5.8 Nilai S_n dan Y_n

n	S_n	Y_n
36	1,1313	0,5410

(Sumber : Dr. Ir. Suripin, M. Eng. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan hal 51)

Tabel 5.9 Nilai Variabel (Y) Reduksi Gumbel

Periode Ulang (Tahun)					
2	5	10	25	50	100
0,3665	1,4999	2,2504	3,1255	3,9019	4,6001

(Sumber : Dr. Ir. Suripin, M. Eng. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan hal 52)

Tabel 5.10 Curah Hujan Rencana dengan Periode Ulang Tertentu

(Distribusi Gumbel)

No	T (Tahun)	X_t (mm)	S	$K = \frac{Y - Y_n}{S_n}$	X_t (mm)
				Gumbel	
1	2	51,75	13,31	-0,154	49,70
2	5	51,75	13,31	0,848	63,04
3	10	51,75	13,31	1,511	71,86
4	25	51,75	13,31	2,285	82,16
5	50	51,75	13,31	2,971	91,29
6	100	51,75	13,31	3,588	99,51

◆ Perhitungan Periode Ulang Distribusi Log Normal

Rumus :

$$\log X_t = \log X_{rt} + k \cdot S$$

$$X_t = 10^{\log X_t}$$

Dimana :

X_t : curah hujan rencana

X_{rt} : curah hujan rata-rata

k : koefisien untuk distribusi Normal (Tabel 5.11)

S : standar deviasi

Tabel 5.11 Nilai Variabel (k) Reduksi Gauss

Periode Ulang (Tahun)



2	5	10	25	50	100
0,000	0,840	1,280	1,708	2,050	2,330

Sumber : Soewarno 1995

**Tabel 5.12 Curah Hujan Rencana dengan Periode Ulang Tertentu
(Distribusi Log Normal)**

No	T (Tahun)	X _{rt} (mm)	S	K	Log X _t (mm)	X _t (mm)
				Log Normal		
1	2	1,6998	0,1129	0,000	1,6998	50,10
2	5	1,6998	0,1129	0,840	1,7946	62,32
3	10	1,6998	0,1129	1,280	1,8443	69,87
4	25	1,6998	0,1129	1,708	1,8926	78,10
5	50	1,6998	0,1129	2,050	1,9312	85,36
6	100	1,6998	0,1129	2,330	1,9629	91,80

◆ Perhitungan Periode Ulang Distribusi Log Pearson III

Rumus :

$$\text{Log}X_t = \text{Log}X_{rt} + k * S$$

$$X_t = 10^{\text{Log}X_t}$$

Dimana :

X_t : curah hujan rencana

X_{rt} : curah hujan rata-rata

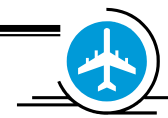
k : koefisien untuk distribusi Log Pearson III (Tabel 5.13)

S : standar deviasi

Tabel 5.13 Nilai k Distribusi Log Pearson III

Cs	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
-0,100	0,017	0,846	1,270	1,716	1,998	2,252
-0,200	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,140	0,023	0,848	1,265	1,701	1,977	2,222

Sumber : Soewarno 1995



**Tabel 5.14 Curah Hujan Rencana dengan Periode Ulang Tertentu
(Distribusi Log Pearson III)**

No	T (Tahun)	X (mm)	S	K	Log X_t	X_t
				Log Pearson III	(mm)	(mm)
1	2	1,6998	0,1129	0,023	1,7024	50,40
2	5	1,6998	0,1129	0,848	1,7955	62,44
3	10	1,6998	0,1129	1,265	1,8426	69,61
4	25	1,6998	0,1129	1,701	1,8919	77,96
5	50	1,6998	0,1129	1,977	1,9230	83,75
6	100	1,6998	0,1129	2,222	1,9507	89,27

5.2.2.3 Pemilihan Jenis Sebaran

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa jenis distribusi. Dalam kajian ini digunakan beberapa jenis distribusi yang kemudian dipilih salah satu distribusi yang memenuhi syarat.

Distribusi tersebut diantaranya adalah:

- Distribusi Normal (*Gauss*)
- Distribusi Gumbel
- Distribusi Log Normal dan
- Distribusi Log Pearson III

Dari hasil dispersi pada Tabel 5.4 kemudian dibandingkan dengan dispersi persyaratan yang kemudian digunakan untuk memilih jenis sebaran yang dipakai. Jenis distribusi yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 5.15

Tabel 5.15 Pemilihan Jenis Sebaran

No	Metode	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = 0,43$	Kurang Memenuhi
		$C_k \sim 3$	$C_k = 2,91$	
2	Log Normal	$C_v \sim 0,06$	$C_v = 0,0664$	Memenuhi
		$C_s \sim 3C_v + C_v^2 = 0,204$	$C_s = -0,14$	
3	Gumbel	$C_s \leq 1,14$	$C_s = 0,43$	Kurang Memenuhi



		$C_k \leq 5,40$	$C_k = 2,91$	
4	Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s = -0,14$	Kurang Memenuhi
		$C_v \sim 0,3$	$C_v = 0,0664$	

Dari hasil perbandingan diatas metode yang paling mendekati dengan persyaratan adalah metode **Log Normal**. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa distribusi data yang digunakan adalah distribusi **Log Normal**.

5.2.2.4 Plotting Data

Sebelum dilakukan penggambaran, data harus diurutkan dari yang terkecil ke yang terbesar dahulu. Penggambaran posisi (*plotting positions*) yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh *Weibull* dan *Gumbel* yaitu :

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} * 100\%$$

Dimana :

$P(X_m)$: data sesudah dirangking dari kecil ke besar

m : nomor urut

n : jumlah data : 36

Tabel 5.16 Perhitungan Peringkat-peringkat Periode Ulang

Tahun	R_{max} (mm)	Rangking M	R_{max} (mm)	P (Xm) (%)
1960	46,00	1	28,00	2,70
1961	40,00	2	30,00	5,41
1962	30,00	3	35,00	8,11
1963	38,00	4	37,00	10,81
1964	62,00	5	38,00	13,51
1965	28,00	6	40,00	16,22
1966	43,00	7	40,00	18,92
1976	43,00	8	40,00	21,62
1978	60,00	9	40,50	24,32
1979	37,00	10	41,00	27,03
1980	82,00	11	43,00	29,73
1981	65,00	12	43,00	32,43
1982	47,00	13	44,00	35,14
1983	73,00	14	46,00	37,84
1984	47,00	15	46,00	40,54
1985	55,00	16	47,00	43,24
1986	72,00	17	47,00	45,95
1987	60,00	18	50,00	48,65
1988	51,00	19	51,00	51,35



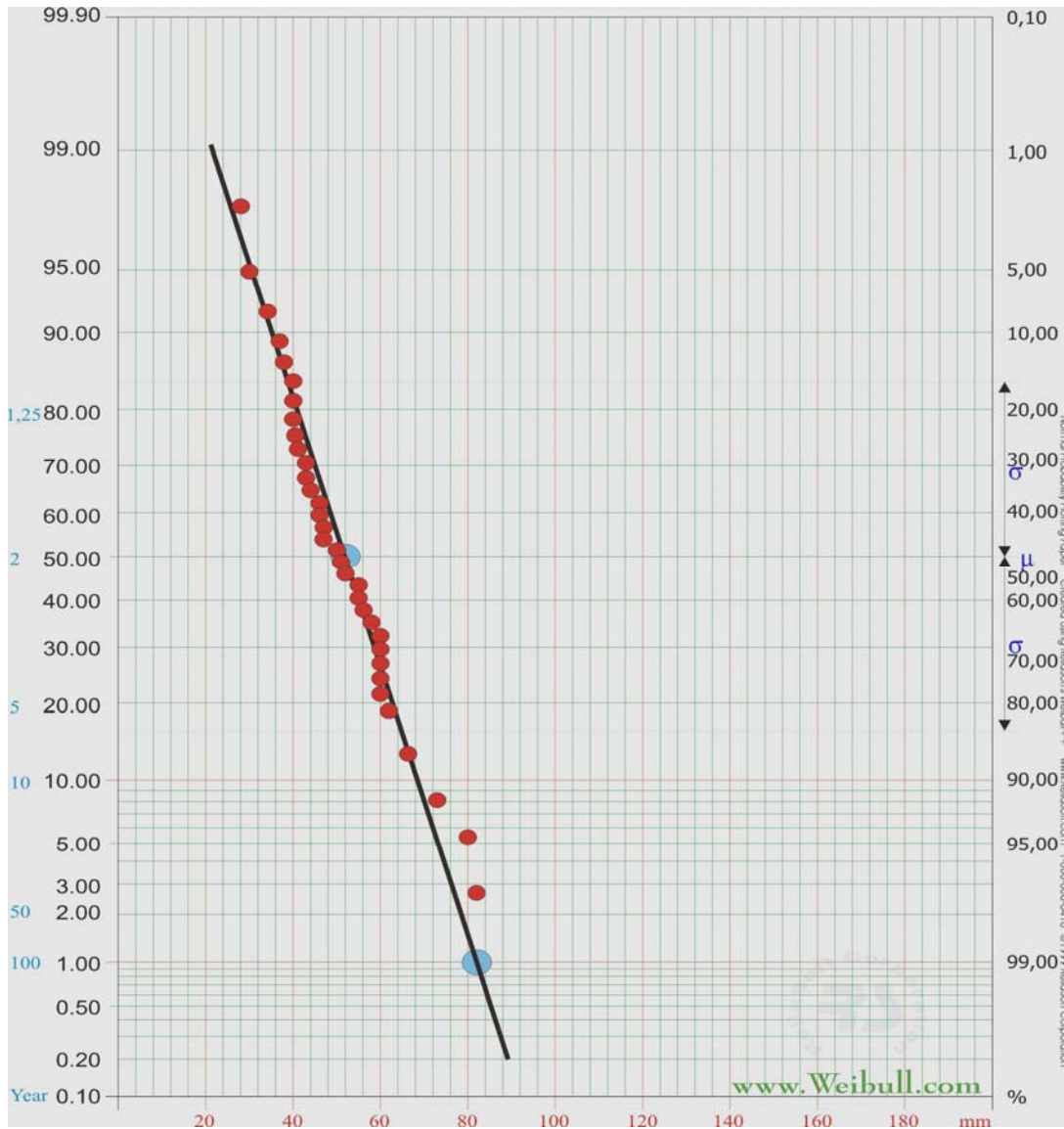
1989	44,00	20	52,00	54,05
1990	52,00	21	55,00	56,76
1991	41,00	22	55,00	59,46

Tabel 5.16 Perhitungan Peringkat-peringkat Periode Ulang (Lanjutan)

Tahun	R _{max} (mm)	Rangking M	R _{max} (mm)	P (X _m) (%)
1992	58,00	23	56,00	62,16
1993	80,00	24	58,00	64,86
1994	55,00	25	60,00	67,57
1995	60,00	26	60,00	70,27
1996	66,40	27	60,00	72,97
1997	60,00	28	60,00	75,68
1998	46,00	29	60,00	78,38
1999	56,00	30	62,00	81,08
2000	40,50	31	65,00	83,78
2001	50,00	32	66,40	86,49
2002	40,00	33	72,00	89,19
2003	40,00	34	73,00	91,89
2004	60,00	35	80,00	94,59
2005	35,00	36	82,00	97,30
Jumlah			1862,90	
R _{max} rata-rata			51,75	
N			36,00	

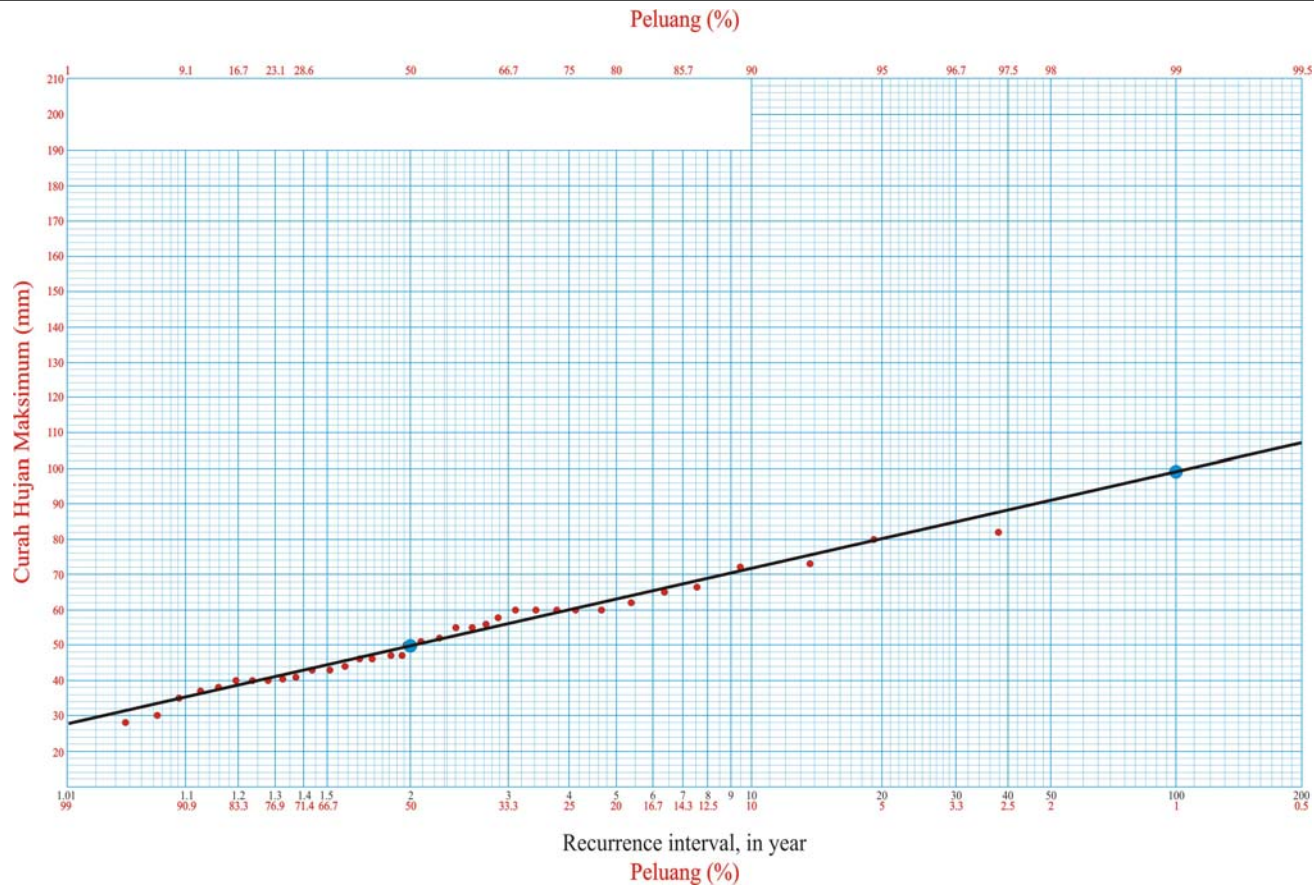
Kemudian setelah data diurutkan dilakukan plotting pada kertas probabilitas Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III. Dalam kertas probabilitas titik-titik plotting merupakan nilai $P(X_m) = \{ m/(n+1) \} * 100\%$ sedangkan garis lurus merupakan curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu $\{X_t = X_{rt} + k * S\}$. Plotting data dilakukan pada kertas probabilitas Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III bertujuan untuk mencocokkan rangkaian data dengan jenis sebaran yang dipilih, dimana kecocokan dapat dilihat dengan persamaan garis yang membentuk garis lurus. Hasil penggambaran plotting dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.4 berikut :





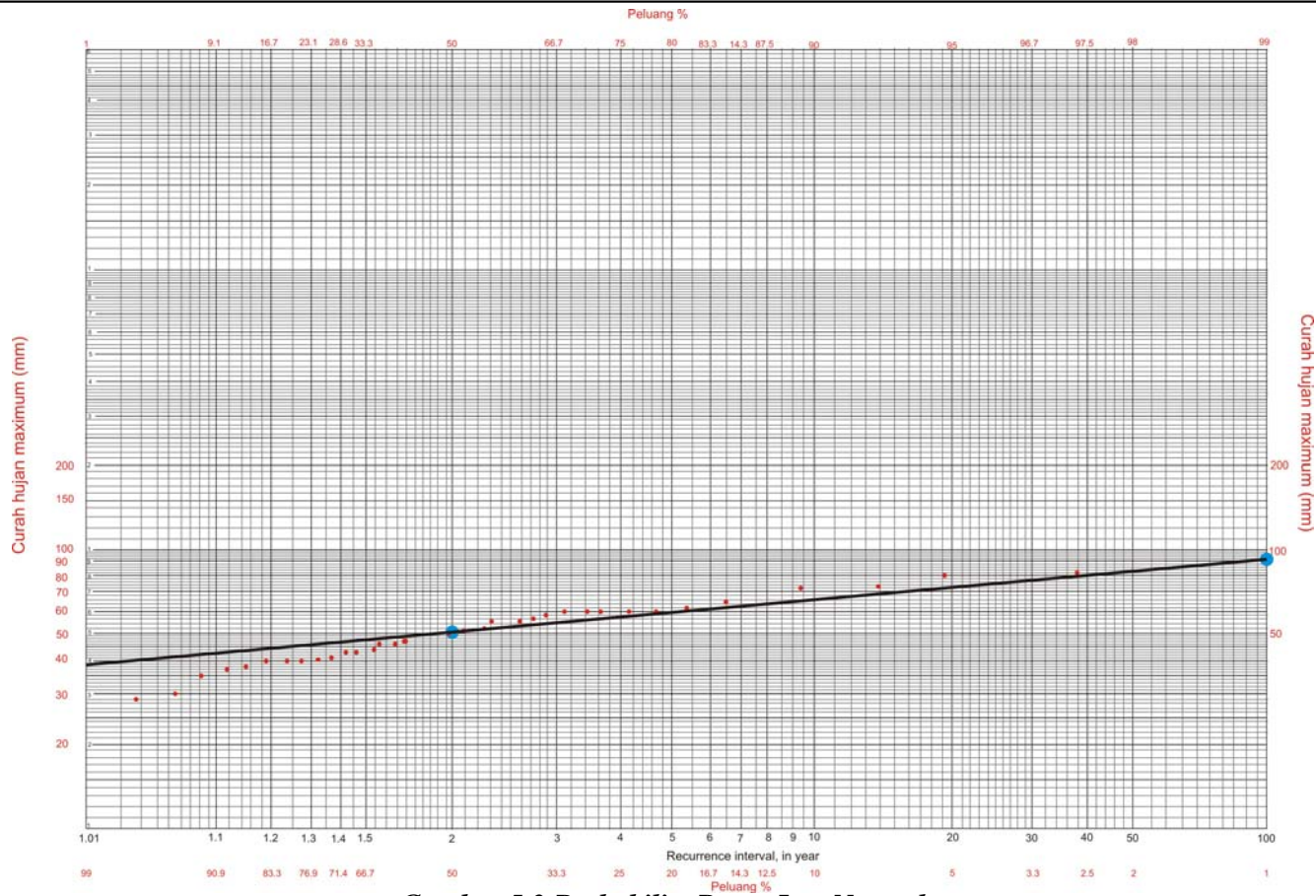
Gambar 5.1 Probability Paper Normal





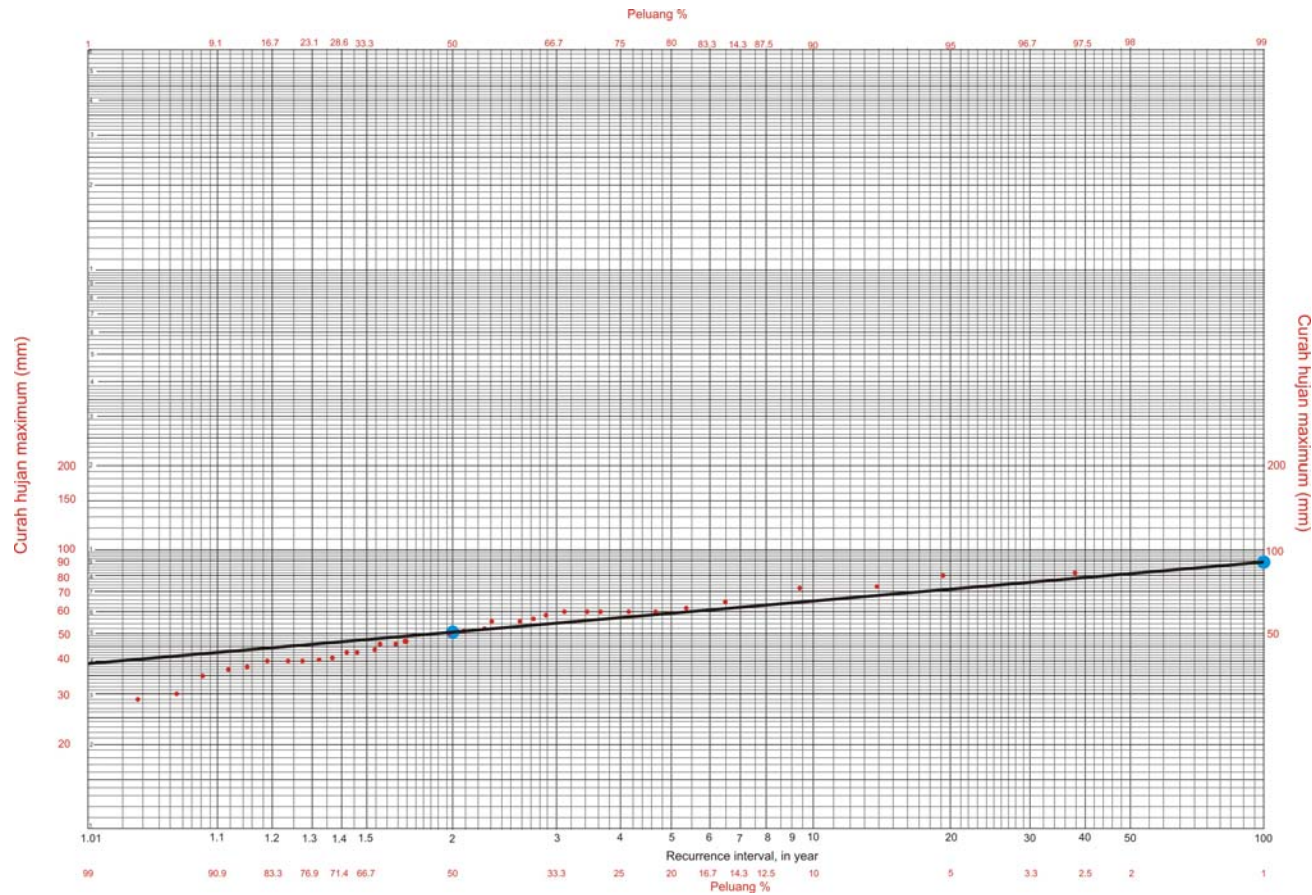
Gambar 5.2 Probability Paper Gumbel





Gambar 5.3 Probability Paper Log Normal





Gambar 5.4 Probability Paper Log Pearson III



5.2.2.5 Uji Kecocokan

Setelah plotting data dilakukan kemudian dilakukan uji kecocokan. Dalam hal ini digunakan uji *Chi-Square*.

Tabel 5.17 Rangka Data Hujan dari yang Terbesar ke yang Terkecil

No	T (menit)	Xr (mm)	Sx	K	Log Xt (mm)	Xt (mm)
				Log Normal		
1	5	1,2141	0,1403	0,8400	1,3320	21,48
2	10	1,3931	0,1254	0,8400	1,4984	31,50
3	15	1,5250	0,1197	0,8400	1,6256	42,23
4	30	1,6998	0,1129	0,8400	1,7947	62,32
5	45	1,7754	0,1096	0,8400	1,8675	73,70
6	60	1,8434	0,1255	0,8400	1,9489	88,89
7	120	1,9454	0,1498	0,8400	2,0712	117,81
8	180	1,9792	0,1341	0,8400	2,0918	123,54
9	360	2,0343	0,1227	0,8400	2,1374	137,20
10	720	2,0819	0,1396	0,8400	2,1992	158,19

Pengujian kecocokan sebaran digunakan untuk menguji sebaran data apakah memenuhi syarat untuk data perencanaan. Pengujian kecocokan sebaran digunakan metode chi-khuadrat dengan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

X^2 = Harga Chi-Kuadrat

G = Jumlah sub-kelompok

Of = Frekwensi yang terbaca pada kelas yang sama

Ef = Frekwensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya

Perhitungan :

G = 1 + 1,33 ln N, diman N adalah jumlah data

G = 1 + 1,33 ln 10

G = 4,322 diambil 5

dk = G - (R + 1)

Untuk distribusi Log Normal digunakan R =2

dk = 5 - (2 + 1) = 2



Tabel 5.18 Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Square

Dk	α Derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838

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

$$E_f = \frac{N}{G}$$

$$E_f = \frac{10}{5} = 2$$

$$\Delta X = (X_{maks} - X_{min}) / (G - 1)$$

$$\Delta X = (2,1992 - 1,3320) / (5 - 1)$$

$$\Delta X = 0,2168$$

$$X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} * \Delta X$$

$$= 1,3320 - \frac{1}{2} * 0,2168 = 1,2236$$

$$X_{akhir} = X_{mak} + \frac{1}{2} * \Delta X$$

$$= 2,1992 + \frac{1}{2} * 0,2168 = 2,3076$$

Tabel 5.19 Perhitungan Chi-Square

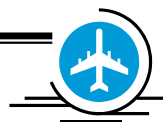
No	Nilai Batas Tiap Kelas	Ef	Of	$(E_f - O_f)^2$	$(E_f - O_f)^2 / E_f$
1	1,2236 < X < 1,4404	2	1	1	0,5
2	1,4404 < X < 1,6572	2	2	0	0
3	1,6572 < X < 1,8740	2	2	0	0
4	1,8740 < X < 2,0908	2	2	0	0
5	2,0908 < X < 2,3076	2	3	1	0,5
Jumlah		10	10		1

Dari perhitungan Chi Kuadrat diatas didapatkan :

$$\text{Jumlah nilai } ((E_f - O_f)^2) / E_f = 1$$

Syarat $\alpha = 0,05$ dengan dk = 2 adalah 5,991 (Tabel 5.18)

Sehingga $1 < 5,991$ (memenuhi syarat)



5.2.3 Uji Intensitas Curah Hujan

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana periode ulang 5 tahun metode distribusi Log Normal pada lampiran tabel didapatkan :

Tabel 5.20 Curah Hujan Rencana Periode Ulang 5 Tahun
Metode Distribusi Log Normal

No	T (menit)	Xr (mm)	Sx	Cv	K Log Normal	Log Xt (mm)	Xt (mm)
1	5	1,21	0,14	0,12	0,84	1,33	21,48
2	10	1,39	0,13	0,09	0,84	1,50	31,50
3	15	1,53	0,12	0,08	0,84	1,63	42,23
4	30	1,70	0,11	0,07	0,84	1,79	62,32
5	45	1,78	0,11	0,06	0,84	1,87	73,70
6	60	1,84	0,13	0,07	0,84	1,95	88,89
7	120	1,95	0,15	0,08	0,84	2,07	117,81
8	180	1,98	0,13	0,07	0,84	2,09	123,54
9	360	2,03	0,12	0,06	0,84	2,14	137,20
10	720	2,08	0,14	0,07	0,84	2,20	158,19



Tabel 5.21 Perhitungan Deras Hujan Perjam Periode Ulang 5 tahun

TAHUN ULANG	5 menit	10 menit	15 menit	30 menit	45 menit	60 menit	120 menit	180 menit	360 menit	720 menit
Xt (mm)	21,48	31,50	42,23	62,32	73,70	88,89	117,81	123,54	137,20	158,19
T (TAHUN)	Xt (60/5)	Xt (60/10)	Xt (60/15)	Xt (60/30)	Xt (60/45)	Xt (60/60)	Xt (60/120)	Xt (60/180)	Xt (60/360)	Xt (60/720)
5	257,72	189,02	168,92	124,65	98,27	88,89	58,90	41,18	22,87	13,18

Tabel 5.22 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Untuk Periode Ulang 5 tahun

No	T (menit)	I (mm/jam)	I * T	I ²	I ² * T	Log T	Log I	Log T * Log I	T ^{0,5}	I * T ^{0,5}	I ² * T ^{0,5}	(Log T) ²
1	5	257,72	1288,62	66421,78	332108,90	0,70	2,41	1,69	2,24	576,29	148523,61	0,49
2	10	189,02	1890,20	35728,69	357286,91	1,00	2,28	2,28	3,16	597,73	112984,04	1,00
3	15	168,92	2533,77	28533,40	428000,99	1,18	2,23	2,62	3,87	654,22	110509,38	1,38
4	30	124,65	3739,45	15537,20	466116,00	1,48	2,10	3,10	5,48	682,73	85100,75	2,18
5	45	98,27	4422,05	9656,53	434544,04	1,65	1,99	3,29	6,71	659,20	64778,00	2,73
6	60	88,89	5333,39	7901,42	474085,03	1,78	1,95	3,47	7,75	688,54	61204,11	3,16
7	120	58,90	7068,34	3469,54	416344,99	2,08	1,77	3,68	10,95	645,25	38006,92	4,32
8	180	41,18	7412,14	1695,67	305220,93	2,26	1,61	3,64	13,42	552,47	22749,82	5,09
9	360	22,87	8231,96	522,88	188236,65	2,56	1,36	3,47	18,97	433,86	9920,94	6,53
10	720	13,18	9491,18	173,77	125114,45	2,86	1,12	3,20	26,83	353,72	4662,74	8,16
Jumlah		1063,60	51411,10	169640,88	3527058,88	17,53	18,82	30,43	99,38	5844,00	658440,33	35,06



Rumus Intensitas yang sering digunakan ada tiga, sebagai perbandingan yang nantinya akan diambil nilai yang paling mendekati.

a. Metode Talbot

Rumus :

$$I = \frac{a}{T + b}$$

$$a = \frac{[I * T][I^2] - [I^2 * T][I]}{N * [I^2] - [I][I]}$$

$$b = \frac{[I][I * T] - N[I^2 * T]}{N[I^2] - [I][I]}$$

Dimana :

I : Intensitas curah hujan (mm/jam).

T : Waktu (durasi) curah hujan (menit).

a,b : Konstanta yang tergantung dari keadaan setempat.

Tabel 5.23 Perhitungan Nilai a dan b (Rumus Talbot)

PERIODE (Tahun)	I (mm/jam)	I * T	I ²	I ² * T	a	b
5	1063,60	51411,10	169640,88	3527058,88	8793,96	34,34

Tabel 5.24 Intensitas Hujan Periode Ulang 5 Tahun (Rumus Talbot)

No	T (Menit)	$I = \frac{a}{T+b}$
1	5	223,51
2	10	198,31
3	15	178,22
4	30	136,67
5	45	110,83
6	60	93,21
7	120	56,98
8	180	41,03
9	360	22,30
10	720	11,66

b. Metode Sherman

Rumus :

$$I = \frac{a}{T^n}$$



$$\text{Log } a = \frac{\sum (\log I) * \sum (\log T)^2 - \sum (\log T * \log I) * \sum (\log T)}{N \sum (\log T)^2 - (\sum \log T) * (\sum \log T)}$$

$$n = \frac{\sum (\log I) * \sum (\log T) - N \sum (\log T * \log I)}{N \sum (\log T)^2 - (\sum \log T) * (\sum \log T)}$$

Dimana :

- I : Intensitas curah hujan (mm / jam).
 T : Waktu (durasi) curah hujan (menit).
 a : Konstanta yang tergantung pada lama curah hujan di daerah aliran.

Tabel 5.25 Perhitungan Nilai a dan n (Rumus Sherman)

PERIODE (Tahun)	I (mm/jam)	Log T	Log I	Log T * Log I	Log T ²	Log a	a	n
5	1063,60	17,53	18,82	30,43	35,06	2,92	828,26	0,59

Tabel 5.26 Intensitas Hujan Periode Ulang 5 Tahun (Rumus Sherman)

No	T (Menit)	$I = \frac{a}{T^n}$
1	5	319,82
2	10	212,29
3	15	167,04
4	30	110,88
5	45	87,24
6	60	73,60
7	120	48,85
8	180	38,44
9	360	25,51
10	720	16,94

c. Metode Ishiguro

Rumus :

$$I = \frac{a}{\sqrt{T+b}}$$

Dengan :

$$a = \frac{\sum (I * \sqrt{T}) * \sum (I^2) - \sum (I^2 * \sqrt{T}) * (\sum I)}{N \sum (I^2) - (\sum I)^2}$$



$$b = \frac{(\sum I) * \sum (I * \sqrt{T}) - N \sum (I^2 * \sqrt{T})}{N \sum (I^2) - (\sum I)^2}$$

Dimana :

I : Intensitas curah hujan (mm / jam).

T : Waktu (durasi) curah hujan (menit).

a,b : Konstanta yang tergantung pada lam curah hujan di daerah aliran.

Tabel 5.27 Perhitungan Nilai a dan b (Rumus Ishiguro)

PERIODE (Tahun)	I (mm/jam)	I ²	T ^{0,5}	I * T ^{0,5}	I ² * T ^{0,5}	a	b
5	1063,60	169640,88	99,38	5844,00	658440,33	515,01	-0,65

Tabel 5.28 Intensitas Hujan Periode Ulang 5 Tahun (Rumus Ishiguro)

No	T (Menit)	$I = \frac{a}{\sqrt{T} + b}$
1	5	325,21
2	10	205,19
3	15	159,91
4	30	106,74
5	45	85,04
6	60	72,60
7	120	49,99
8	180	40,35
9	360	28,11
10	720	19,67

Tabel 5.29 Perbandingan Kecocokan Rumus-rumus Intensitas Hujan

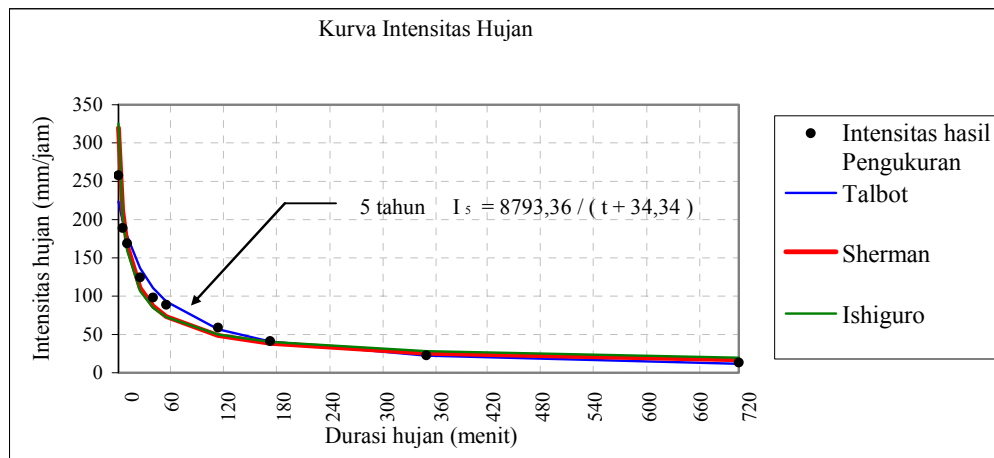
No	T (Menit)	I (mm/jam)	Talbot	Talbot - I	Sherman	Sherman - I	Ishiguro	Ishiguro - I
1	5	257,72	223,51	-34,21	319,82	62,10	325,21	67,48
2	10	189,02	198,31	9,29	212,29	23,27	205,19	16,17
3	15	168,92	178,22	9,30	167,04	-1,88	159,91	-9,01
4	30	124,65	136,67	12,02	110,88	-13,77	106,74	-17,91
5	45	98,27	110,83	12,57	87,24	-11,03	85,04	-13,22
6	60	88,89	93,21	4,32	73,60	-15,29	72,60	-16,29



Tabel 5.29 Perbandingan Kecocokan Rumus-rumus Intensitas Hujan (Lanjutan)

No	T (Menit)	I (mm/jam)	Talbot	Talbot - I	Sherman	Sherman - I	Ishiguro	Ishiguro - I
7	120	58,90	56,98	-1,93	48,85	-10,05	49,99	-8,91
8	180	41,18	41,03	-0,15	38,44	-2,74	40,35	-0,83
9	360	22,87	22,30	-0,57	25,51	2,65	28,11	5,24
10	720	13,18	11,66	-1,52	16,94	3,75	19,67	6,49
Jumlah		1063,60	1072,72	9,12	1100,60	37,00	1092,82	29,22
Deviasi Rata-rata				0,91		3,70		2,92

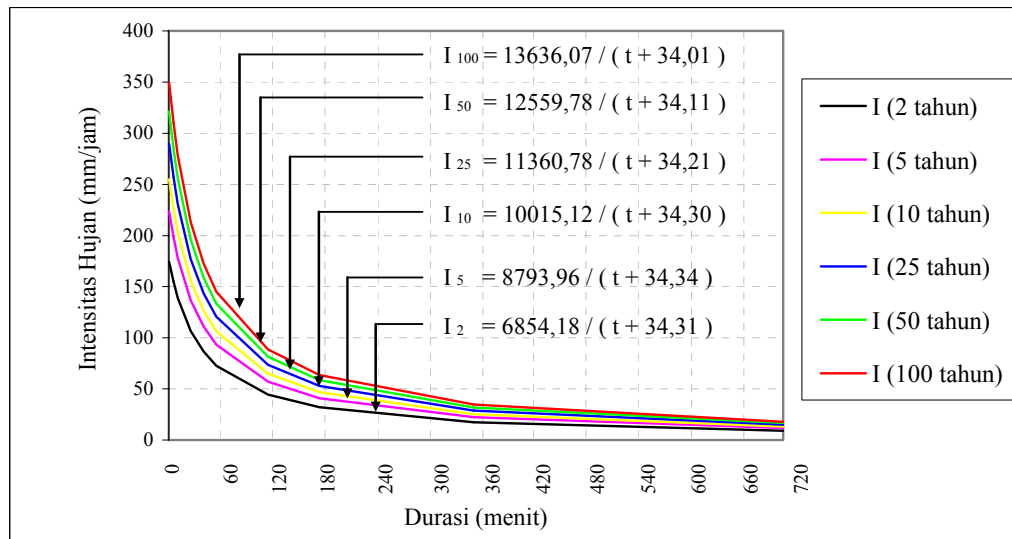
Dari tabel diatas yang memberikan Deviasi rata-rata terkecil dianggap sebagai rumus paling cocok yaitu dengan menggunakan rumus **Talbot**.



Gambar 5.5 Plotting Data Pengukuran dan Prediksi dengan Tiga Jenis Kurva Intensitas Hujan

Tabel 5.30 Intensitas Hujan Untuk Berbagai Periode Ulang
Berdasarkan Rumus Talbot

No	T (menit)	I 2 tahun (mm/jam)	I 5 tahun (mm/jam)	I 10 tahun (mm/jam)	I 25 tahun (mm/jam)	I 50 tahun (mm/jam)	I 100 tahun (mm/jam)
1	5	174,35	223,51	254,86	289,73	321,17	349,51
2	10	154,68	198,31	226,09	256,96	284,76	309,81
3	15	139,00	178,22	203,16	230,85	255,77	278,20
4	30	106,58	136,67	155,76	176,93	195,92	213,01
5	45	86,42	110,83	126,30	143,42	158,77	172,58
6	60	72,68	93,21	106,21	120,59	133,46	145,04
7	120	44,42	56,98	64,91	73,67	81,50	88,54
8	180	31,98	41,03	46,73	53,04	58,66	63,72
9	360	17,38	22,30	25,40	28,82	31,87	34,61
10	720	9,09	11,66	13,28	15,06	16,66	18,08
Jumlah		836,57	1072,72	1222,69	1389,07	1538,53	1673,10



Gambar 5.6 Kurva dan Rumus Intensitas Hujan Untuk Berbagai Periode Ulang
Berdasarkan Rumus Talbot



5.2.4 Analisa Debit Banjir Rencana

Perhitungan dalam analisa debit banjir maksimum dengan menggunakan metode EPA SWMM (*Storm Water Management Model*) Version 5.0. Dimana distribusi hujan dihitung dalam bentuk kumulatif yang kemudian digunakan dalam perhitungan EPA SWMM 5.0. Dalam analisa debit banjir rencana digunakan data curah hujan maksimum komulatif selama 30 menit dalam sehari (Tabel 5.32). Berdasarkan perhitungan pada curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu metode distribusi log normal (Tabel 5.12) didapatkan :

Tabel 5.31 Curah Hujan Rencana Periode Ulang Tertentu
Distribusi Log Normal

No	T (Tahun)	X _{rt} (mm)	S	K	Log X _t (mm)	X _t (mm)
				Log Normal		
1	2	1,6998	0,1129	0,0000	1,6998	50,10
2	5	1,6998	0,1129	0,8400	1,7946	62,32
3	10	1,6998	0,1129	1,2800	1,8443	69,87
4	25	1,6998	0,1129	1,7080	1,8926	78,10
5	50	1,6998	0,1129	2,0500	1,9312	85,36
6	100	1,6998	0,1129	2,3300	1,9629	91,80

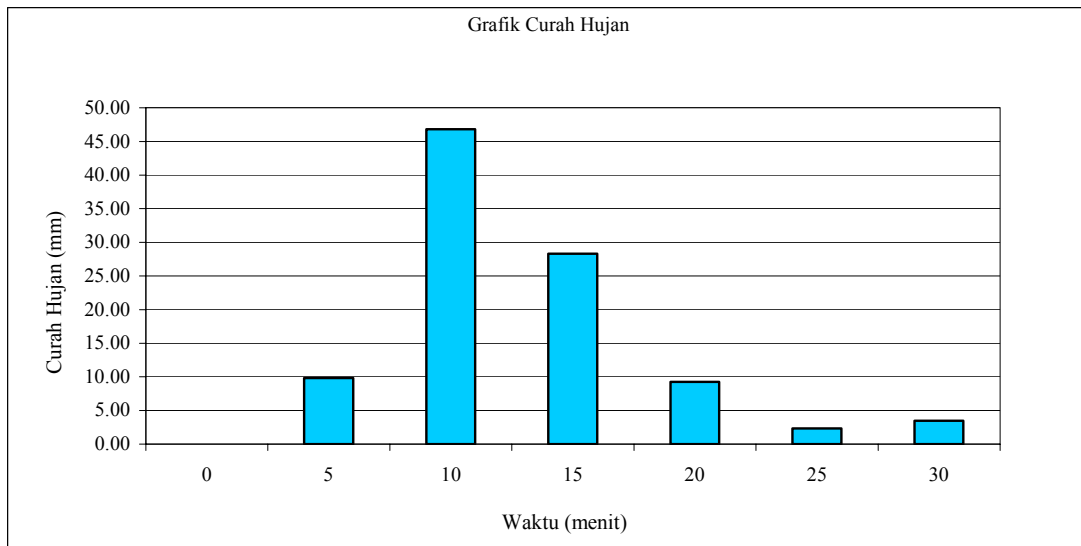
Tabel 5.32 Perhitungan Distribusi Hujan Komulatif 30 Menit

No	Durasi (menit)	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (%)	Curah Hujan Kumulatif (%)	Distribusi hujan				
					5 th	10 th	25 th	50 th	100th
					(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	5	8,50	9,83	9,83	6,12	6,87	7,67	8,39	9,02
3	10	40,50	46,82	56,65	35,30	39,58	44,24	48,35	52,00
4	15	24,50	28,32	84,97	52,95	59,37	66,36	72,53	78,00
5	20	8,00	9,25	94,22	58,72	65,83	73,59	80,43	86,49
6	25	2,00	2,31	96,53	60,16	67,45	75,39	82,40	88,62
7	30	3,00	3,47	100,00	62,32	69,87	78,10	85,36	91,80

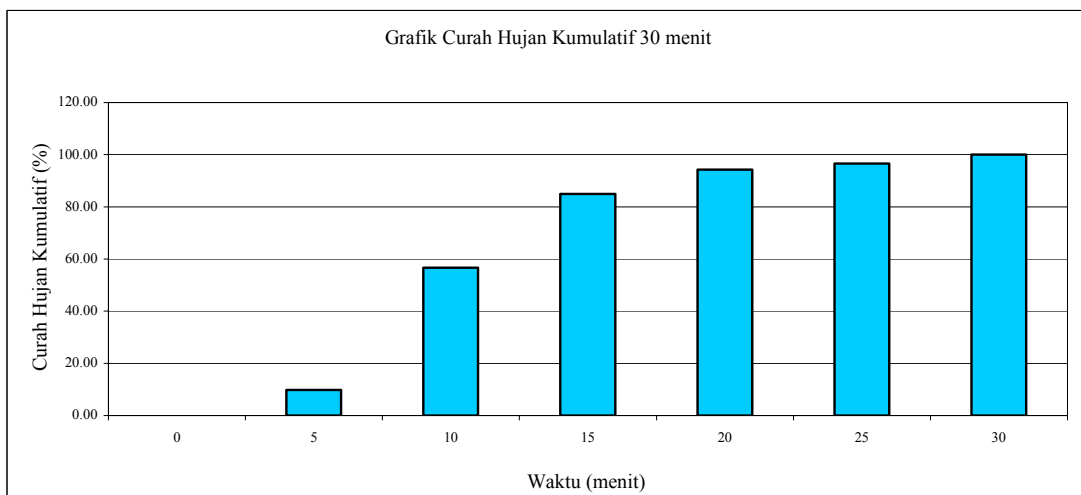
Dimana :

- ⊕ Durasi : durasi hujan (30 menit)
- ⊕ Curah Hujan(Xi) : curah hujan maksimum selama 30 menit dalam sehari (mm) (sumber BMG Semarang)
- ⊕ Curah Hujan : $(X_i / \sum X_i) * 100$ (%)
- ⊕ Curah Hujan Kumulatif (Xk) : nilai kumulatif dari Xi (%)
- ⊕ Distribusi Hujan : $(X_k * T) / 100$ (mm)





Gambar 5.7 Grafik Curah Hujan



Gambar 5.8 Grafik Prosentase Curah Hujan Kumulatif

Hasil distribusi hujan untuk selanjutnya digunakan untuk menghitung debit banjir menggunakan EPA SWMM 5.0 sesuai dengan periode ulang. Distribusi hujan 30 menit digunakan untuk menghitung debit banjir rencana DAS Bandar Udara Ahmad Yani Semarang.



A. Skema Jaringan Drainase Rencana

◆ Jaringan Drainase I

Lokasinya berada disebelah utara Bandara Ahmad Yani dengan daerah tangkapan disekitar kawasan terminal, landasan pacu (*runway*) dan *apron* . Jaringan drainase I dilengkapi dengan kolam penampungan yang luasnya 10 ha dan pompa air, jaringan ini bermuara di Sungai Siangker.

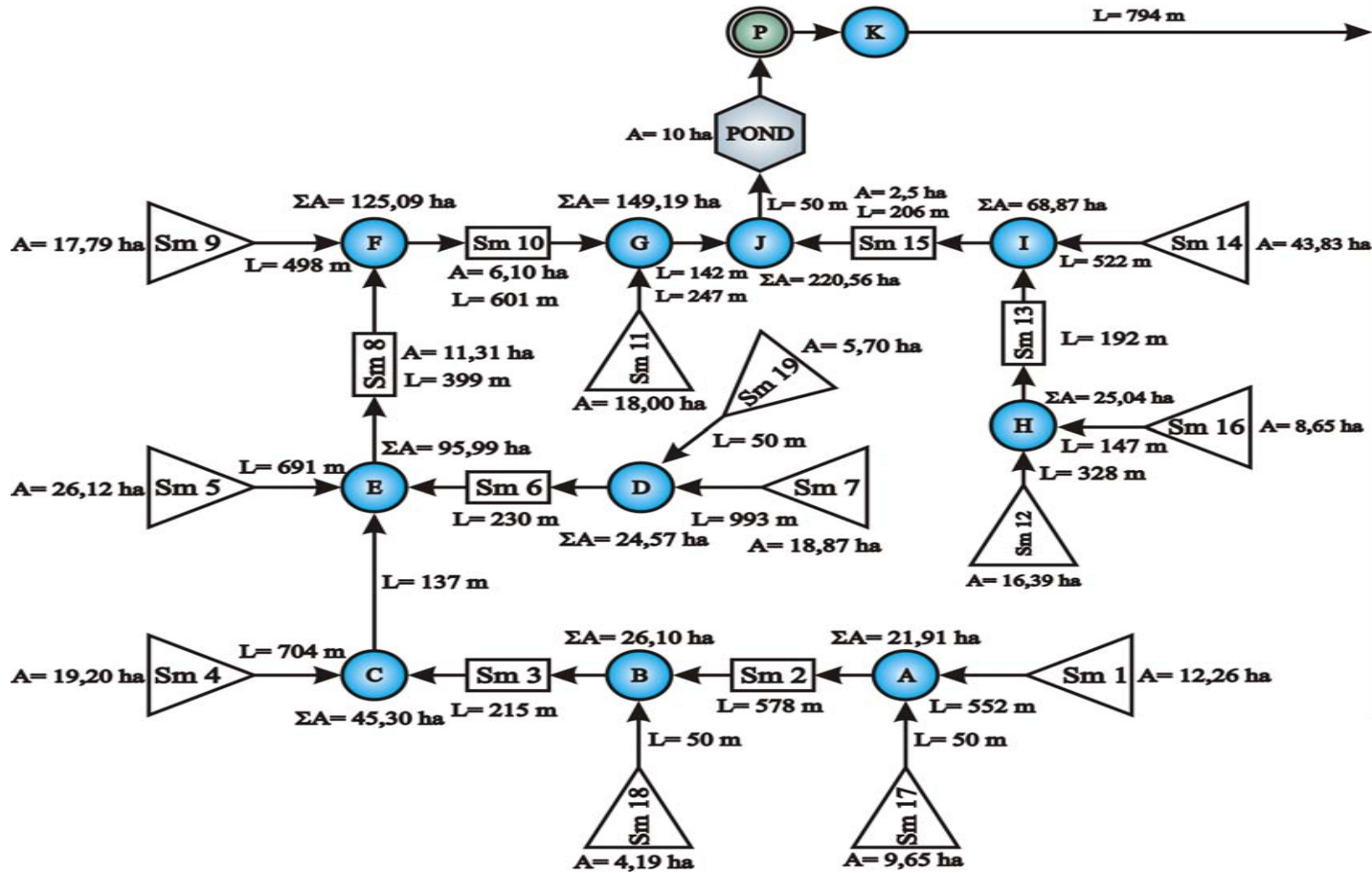
◆ Jaringan Drainase II

Jeringan drainase II berada disebelah timur landasan pacu (*runway*) dengan daerah tangkapan meliputi daerah sekitar kawasan terminal lama, kawasan Lanumad, dan kawasan di sepanjang sisi selatan landasan pacu. Jaringan drainase II dilengkapi dengan kolam penampungan yang luasnya 0,36 ha dan pompa air. Jaringan ini bermuara di Sungai Siangker.



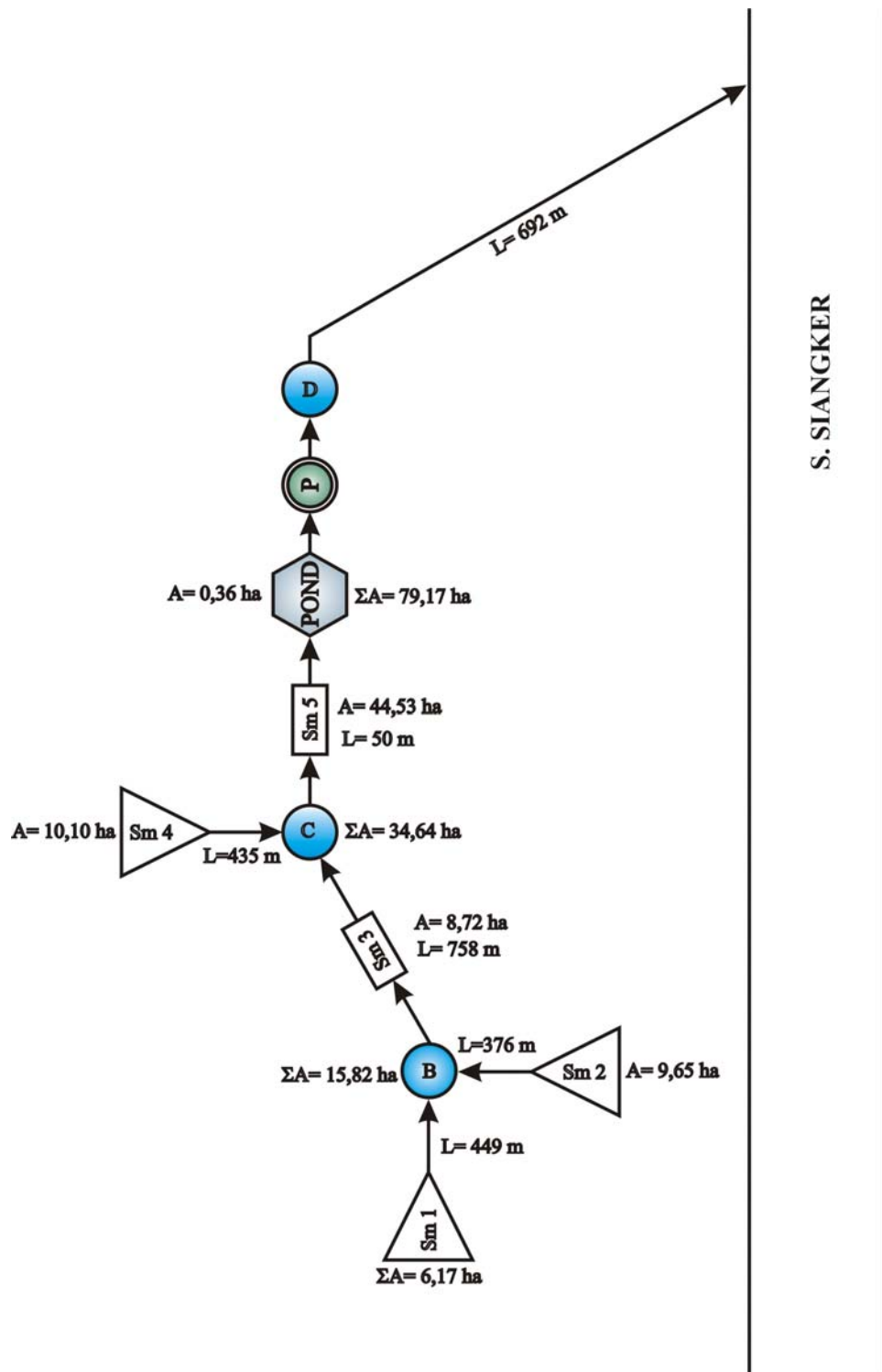
 #
 #
 LKL#`#KXKVS]K#NK^K#

 # # # # # # #
 ###97

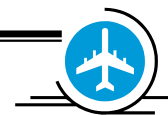


Gambar 5.9 Skema Jaringan Drainase 1





Gambar 5.10 Skema Jaringan Drainase 2



B. Parameter Input Data SWMM 5.0

◆ Input Data Daerah Tangkapan (*Subcatchment*)

Dalam analisa debit banjir rencana dengan EPA SWMM, daerah tangkapan dibagi lagi dalam sub-DAS dan masing-masing sub-DAS dianalisa sesuai data yang ada. Berikut adalah input data yang dipakai untuk menganalisa debit banjir rencana untuk daerah tangkapan DAS Bandara Ahmad Yani Semarang.

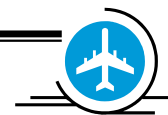
- a) Prosentase *impervious* (lahan yang kedap air) untuk daerah industri dan pemukiman padat diambil 80 %, untuk daerah pemukiman diambil 30–70 % tergantung masing-masing sub-DAS, untuk daerah persawahan diambil 20 % dan untuk daerah tambak diambil 10 %.
- b) Prosentase kemiringan lahan diambil berdasarkan kondisi sub-DAS dilapangan.
- c) *Depression storage* adalah bagian dari permukaan *pervious* dan *impervious* yang terdapat genangan air, sehingga berpotensi menjadi limpasan. Nilai *depression storage* untuk *depression storage impervious* diambil 2,5 mm dan *depression storage pervious* diambil 3 mm. Hal ini sesuai dengan tabel nilai *depression storage* berikut :

Tabel 5.33 Nilai Depression Storage

<i>Typical Depression Storage Values</i>		
Impervious surfaces	0,05 – 0,10 inches	1,27 – 2,54 mm
Lawns	0,10 – 0,20 inches	2,54 – 5,08 mm
Pasture	0,20 inches	5,08 mm
Forest litter	0,30 inches	7,62 mm

Sumber : EPA SWMM 5.0

- d) Nilai kekasaran *manning* aliran permukaan untuk *manning impervious* dan *manning pervious* diambil berdasarkan tabel berikut :



Tabel 5.34 Nilai Kekasaran Manning (n) untuk Aliran Permukaan

Surface	n
Smooth asphalt	0,011
Smooth concrete	0,012
Ordinary concrete lining	0,013
Good wood	0,014
Brick with cement mortar	0,014
Vitrified clay	0,015
Cast iron	0,015
Corrugated metal pipes	0,024
Cement rubble surface	0,024
Fallow soils (no residue)	0,050
Cultivated soils	
Residue cover < 20%	0,06
Residue cover > 20%	0,17
Range (natural)	0,13
Grass	
Short, prarie	0,15
Dense	0,24
Bermuda grass	0,41
Woods	
Light underbrush	0,40
Dense underbrush	0,80

Sumber : EPA SWMM 5.0

- e) Infiltrasi yang dipakai adalah Horton. Jenis tanah diasumsikan kondisinya masih bagus yaitu lempung gundul dengan nilai f_o diambil 210 mm/jam, f_c diambil 10 mm/jam dan k diambil 2 menit (0,0333 detik).

Tabel 5.35 Nilai Infiltrasi Horton

Jenis tanah		F_o (mm/jam)	F_c (mm/jam)	K (menit ⁻¹)
Pertanian Baku	Gundul	280	6 – 220	1,6
	Berakar Rambut	900	20 – 290	0,8
Gambut		325	2 – 20	1,8
Berpasir Halus Lempung	Gundul	210	2 – 25	2,0
	Berakar rambut	670	10 – 30	1,4

Sumber : Wilson, 1993

Keterangan Tabel 5.35

f_o : Laju peresapan pada sebarang waktu t



fc : Daya resap pada nilai besar t

K : Tetapan untuk tanah dan permukaan tertentu

f) Luas daerah tangkapan

Luas daerah tangkapan diambil berdasarkan luas sebenarnya dilapangan, dalam hal ini digunakan hasil pengukuran luas pada AutoCad.

g) Outlet

Merupakan nama node yang menerima aliran air pada subcatchment.

h) Lebar daerah tangkapan

Diambil berdasarkan lebar daerah tangkapan sebenarnya dilapangan.

◆ Input Data Saluran (*Conduits*)

Conduits adalah penghubung yang mengalirkan air dari suatu *node* ke *node* lainnya dalam sistem pengaliran dalam hal ini dapat berupa saluran terbuka ataupun tertutup. Penampang melintang saluran dapat ditentukan melalui tabel yang telah disediakan. Selain itu bentuk saluran alam yang tidak beraturan juga dapat digunakan.

Masukan untuk *Conduits* :

- Nama *node* masuk dan *node* keluar
- Panjang saluran
- Bilangan kekasaran *manning*

Nilai kekasaran *manning* untuk saluran terbuka dapat diambil sesuai dengan tabel dibawah ini :

Tabel 5.36 Nilai Kekasaran Manning (n) untuk Saluran Terbuka

Channel Type	Manning n
Lined Channels	
• Asphalt	0,013 – 0,017
• Brick	0,012 – 0,018
• Concrete	0,011 – 0,020
• Rubble or riprap	0,020 – 0,035
• Vegetal	0,030 – 0,400
Excavated or dredged	
• Earth, straight and uniform	0,020 – 0,030
• Earth, windind, fairly uniform	0,025 – 0,040
• Rock	0,030 – 0,045
• Unmaintained	0,050 – 0,140
Natural channels (minor streams, top width at flood stage < 100 ft)	



• Fairly regular section	0,030 – 0,070
• Irregular section with pools	0,040 – 0,100

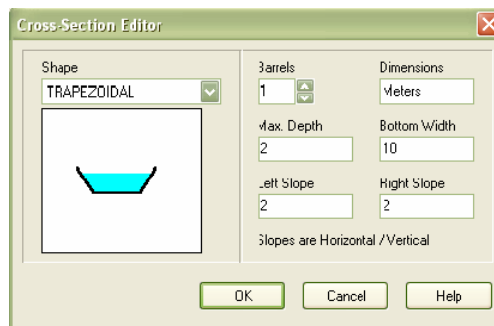
Sumber : EPA SWMM 5.0

Tabel 5.37 Nilai Kekasaran Manning (n) untuk Saluran Tertutup

Conduit Material	Manning n
Asbestos-cement pipe	0,011 – 0,015
Brick	0,013 – 0,017
Cast iron pipe	
• Cement-lined & seal coated	0,011 – 0,015
Concrete (monolithic)	
• Smooth forms	0,012 – 0,014
• Rough forms	0,015 – 0,017
• Concrete pipe	0,011 – 0,015
Corrugated-metal pipe (1/2-in. x 2-2/3-in. corrugations)	
• Plain	0,022 – 0,026
• Paved invert	0,018 – 0,022
• Spun asphalt lined	0,011 – 0,015
• Plastic pipe (smooth)	0,011 – 0,015
Vitrified clay	
• Pipes	0,011 – 0,015
• Liner plates	0,013 – 0,017

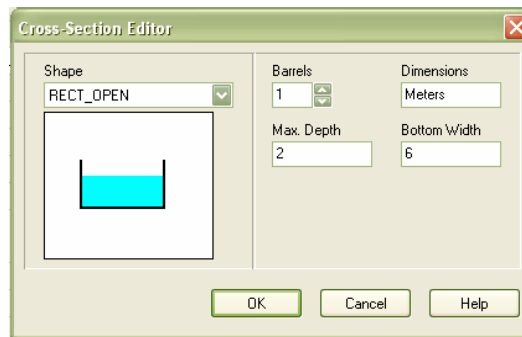
Sumber : EPA SWMM 5.0

d) Geometri penampang melintang

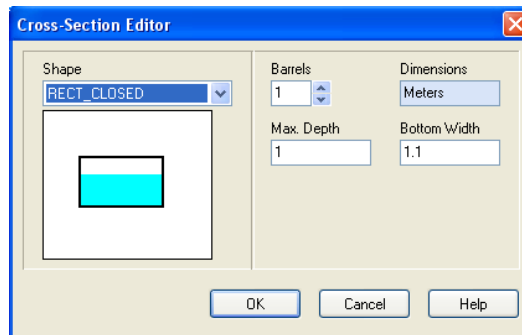


Gambar 5.11 Penampang Melintang Saluran Berbentuk Trapesium





Gambar 5.12 Penampang Melintang Saluran Berbentuk Persegi



Gambar 5.13 Penampang Melintang Saluran Berbentuk Persegi Tertutup

◆ Input Data *Junction*

a. Nama *junction*

Nama *junction* diberikan sesuai dengan nama initial *junction*.

b. Elevasi dasar *junction*

Elevasi dasar *junction* diambil berdasarkan kondisi sebenarnya dilapangan.

c. Kedalaman air maksimal.

Kedalaman air maksimal diambil berdasarkan tinggi air maksimal pada saluran (*conduit*).

C. Hasil Analisa Debit Banjir

Hasil analisa debit banjir rencana untuk DAS Bandara Ahmad Yani Semarang yang dilengkapi kolam penampungan dengan periode ulang tertentu disajikan pada tabel dibawah ini.



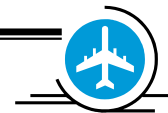
Tabel 5.38 Debit Banjir Rencana

NO	TITIK <i>junction</i>	SALURAN <i>conduit</i>	LUAS SUB-DAS (ha)	JARAK (m)	DEBIT PUNCAK (Q) (m ³ /dt) 5 th
	J_01				
1		C_01	19,20	704	2,46
	J_02				
2		C_02	26,10	215	1,30
	J_03				
3		C_03	21,91	578	0,69
	J_04				
4		C_04	12,26	552	1,19
	J_05				
	J_02				
5		C_05	45,30	137	3,41
	J_06				
	J_06				
6		C_06	26,12	691	7,89
	J_07				
	J_08				
7		C_07	18,87	993	2,37
	J_09				
	J_06				
8		C_08	24,57	230	2,93
	J_08				
	J_06				
9		C_09	107,30	399	5,68
	J_11				
10		C_10	17,79	498	3,03
	J_12				
	J_11				
11		C_11	131,19	601	4,27
	J_13				
12		C_12	18	247	5,29
	J_26				



Tabel 5.38 Debit Banjir Rencana (Lanjutan)

NO	TITIK <i>junction</i>	SALURAN <i>conduit</i>	LUAS SUB-DAS (ha)	JARAK (m)	DEBIT PUNCAK (Q) (m ³ /dt) 5 th
	J 13				
13		C 13	149,19	142	6,55
	J 14				
	J 17				
14		C 14	16,39	328	0,51
	J 18				
	J 15				
15		C 15	25,04	192	1,58
	J 17				
	J 15				
16		C 16	43,83	522	1,67
	J 16				
	J 14				
17		C 17	71,37	206	3,14
	J 15				
	J 20				
18		C 18	6,17	252	1,40
	J 21				
	J 22				
20		C 20	24,54	758	3,91
	J 23				
21		C 21	10,10	435	1,79
	J 24				
	J 14				
22		C 22	220,56	50	9,68
	POND 01				
	J 23				
23		C 23	79,17	50	8,06
	POND 02				
	J 25				
24		C 24	79,17	692	6,10
	ANKER 02				
	J 19				
25		C 25	220,56	794	7,68
	ANKER 01				



Tabel 5.38 Debit Banjir Rencana (Lanjutan)

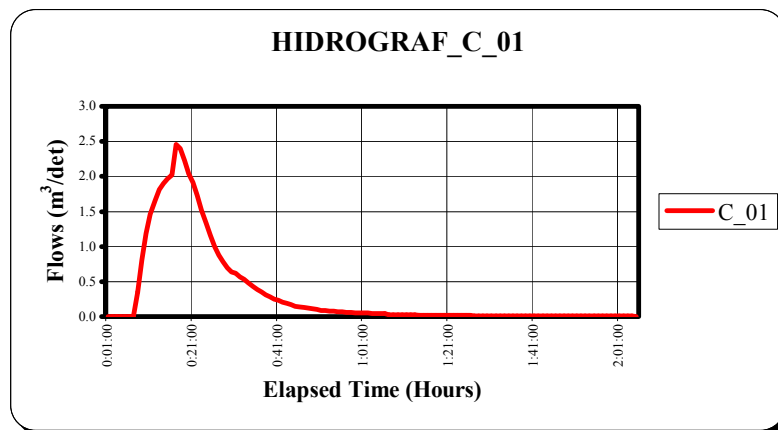
NO	TITIK <i>junction</i>	SALURAN <i>conduit</i>	LUAS SUB-DAS (ha)	JARAK (m)	DEBIT PUNCAK (Q) (m ³ /dt) 5 th
	J_27				
26		C_26	9,65	50	2,62
	J_04				
	J_28				
27		C_27	4,19	50	1,09
	J_03				
	J_29				
28		C_28	5,70	50	1,22
	J_08				
	J_30				
29		C_29	8,65	147	1,25
	J_17				
	J_31				
30		C_30	9,65	376	1,37
	J_22				



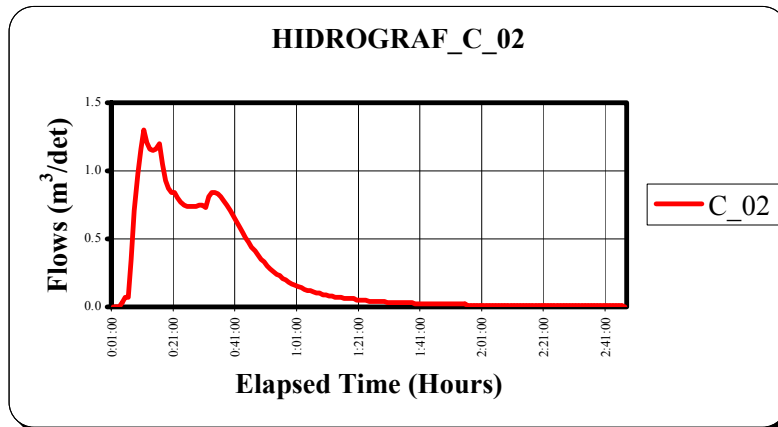
D. Hidrograf Banjir

Gambar berikut adalah hidrograf banjir dengan kolam tampungan periode ulang 5 tahun. Untuk perencanaan detail drainase Bandara Ahmad Yani Semarang, debit banjir 5 tahunan yang terletak disetiap *conduit* digunakan sebagai debit rencana persegmen saluran.

◆ Hidrograf Banjir Skema Jaringan Drainase

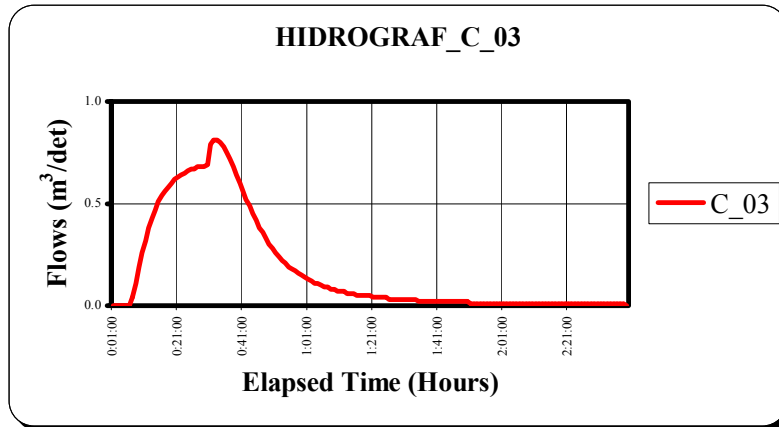


Gambar 5.14 Hidrograf Conduit 01

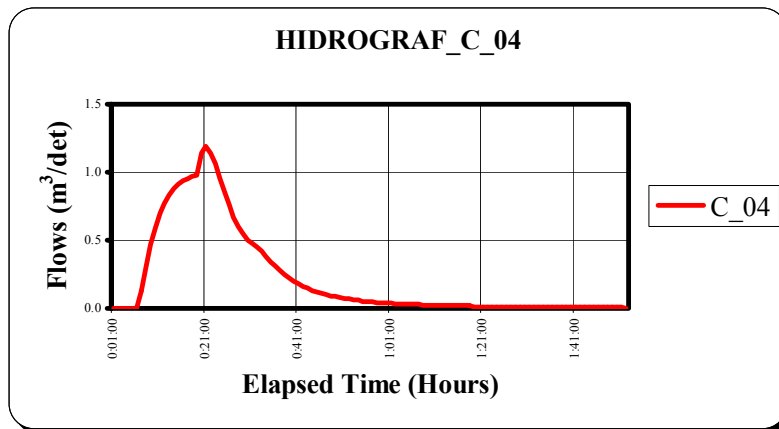


Gambar 5.15 Hidrograf Conduit 02



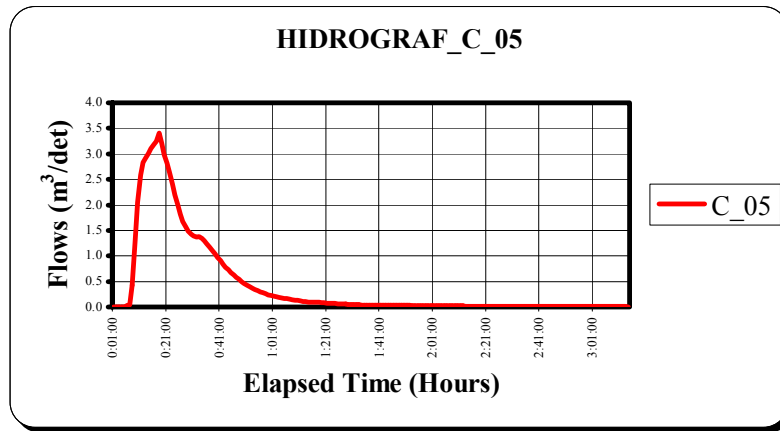


Gambar 5.16 Hidrograf Conduit 03

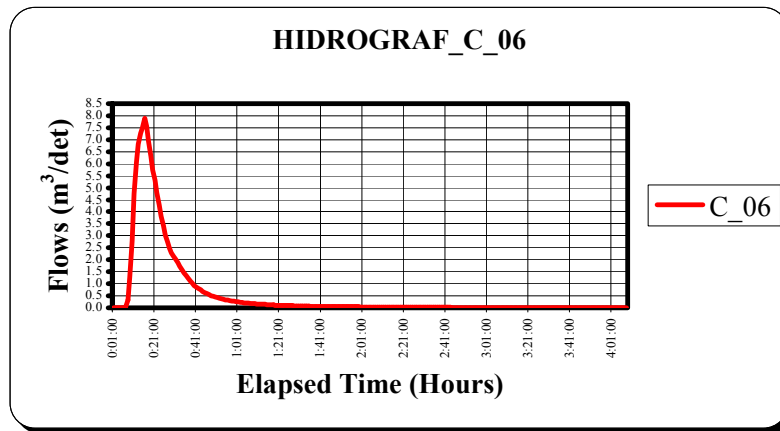


Gambar 5.17 Hidrograf Conduit 04

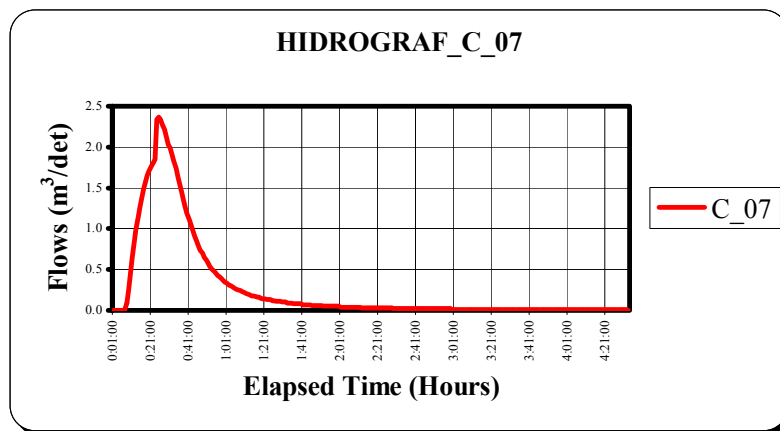




Gambar 5.18 Hidrograf Conduit 05

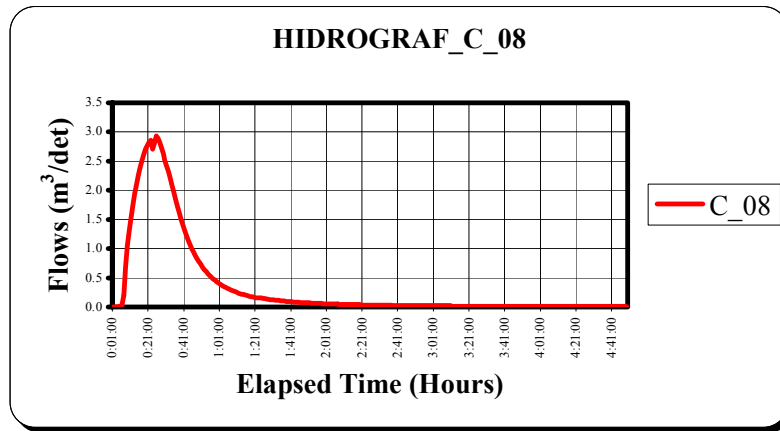


Gambar 5.19 Hidrograf Conduit 06

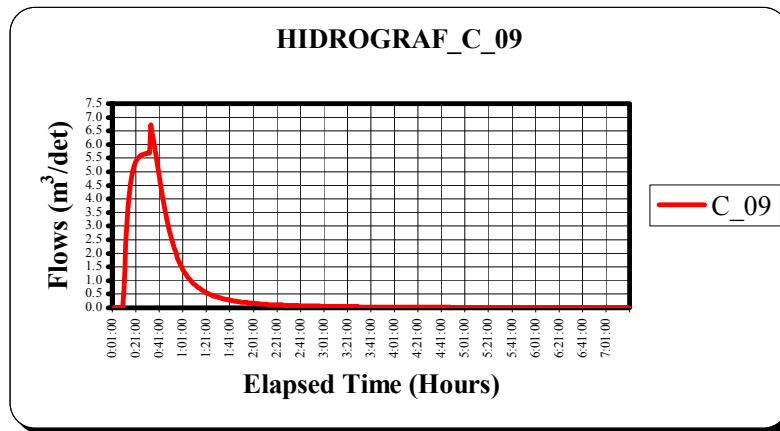


Gambar 5.20 Hidrograf Conduit 07

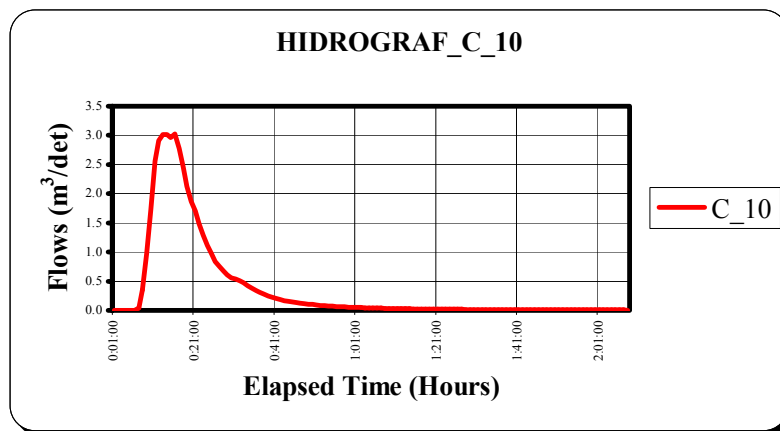




Gambar 5.21 Hidrograf Conduit 08

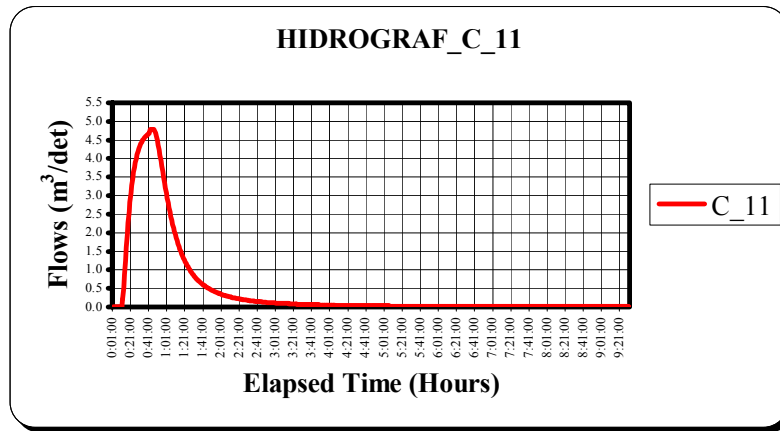


Gambar 5.22 Hidrograf Conduit 09

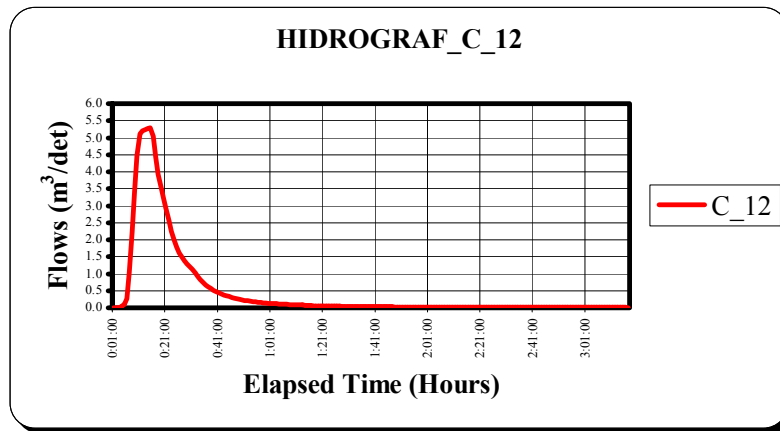


Gambar 5.23 Hidrograf Conduit 10

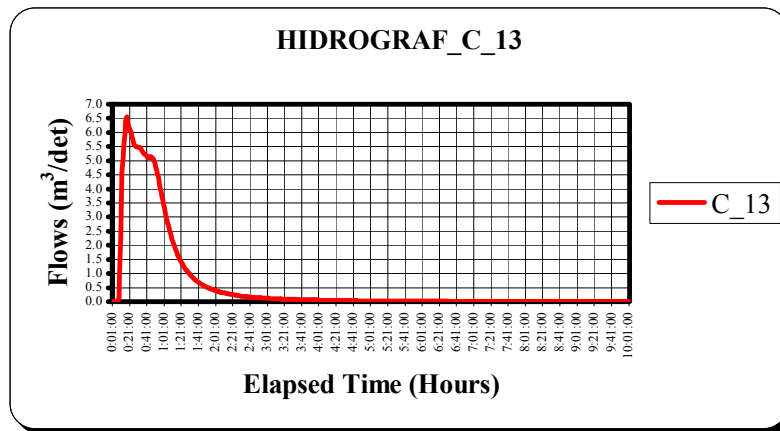




Gambar 5.24 Hidrograf Conduit 11

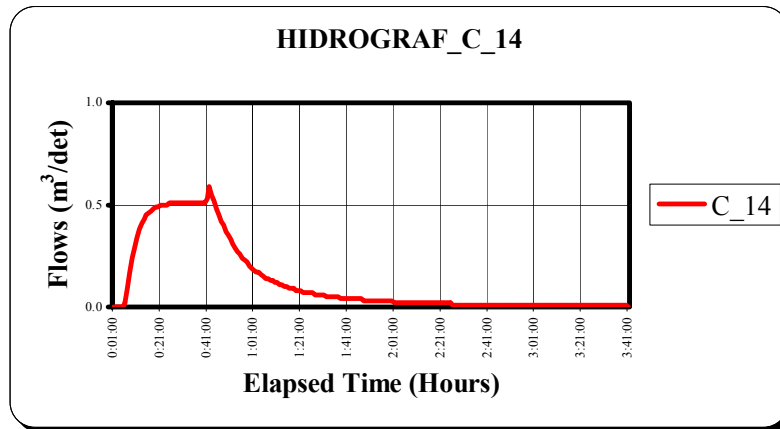


Gambar 5.25 Hidrograf Conduit 12

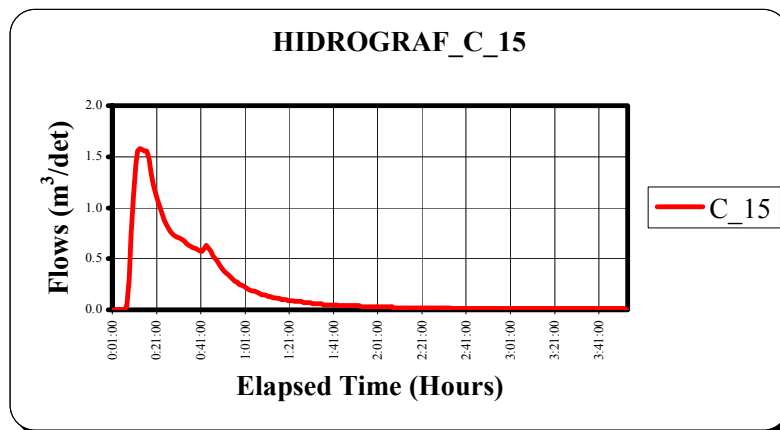


Gambar 5.26 Hidrograf Conduit 13

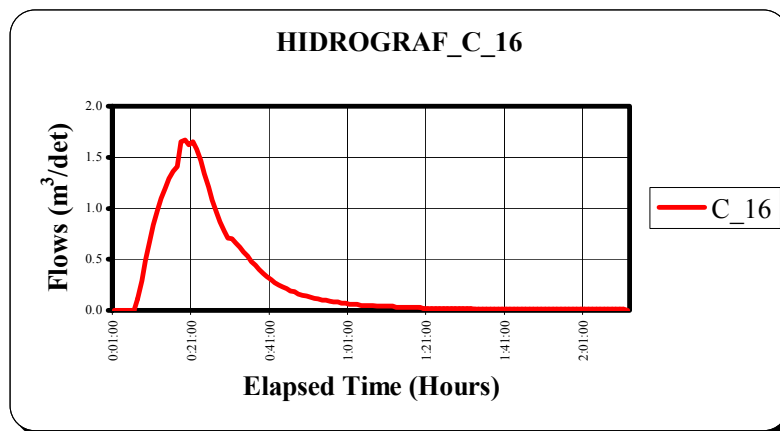




Gambar 5.27 Hidrograf Conduit 14

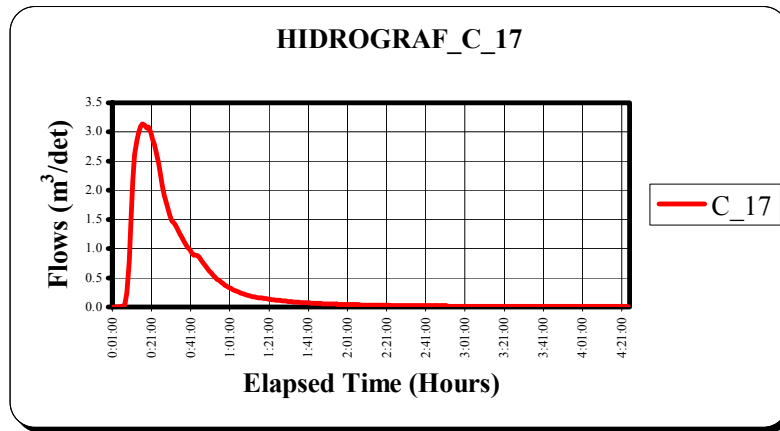


Gambar 5.28 Hidrograf Conduit 15

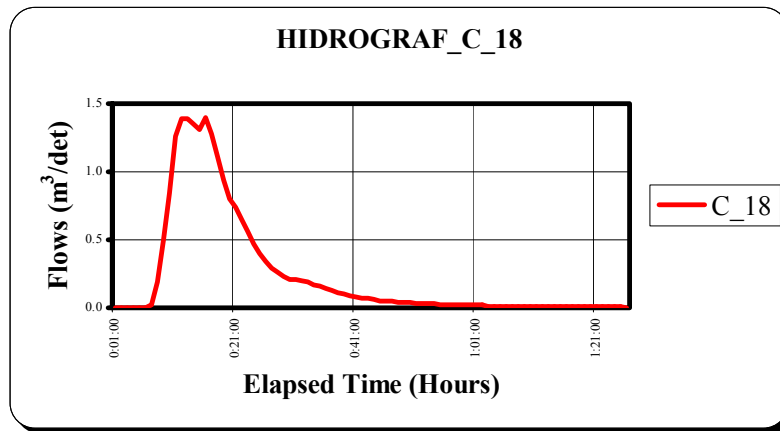


Gambar 5.29 Hidrograf Conduit 16

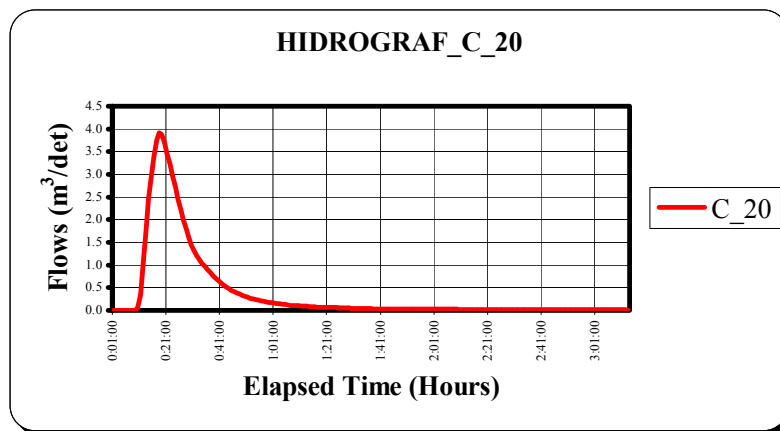




Gambar 5.30 Hidrograf Conduit 17

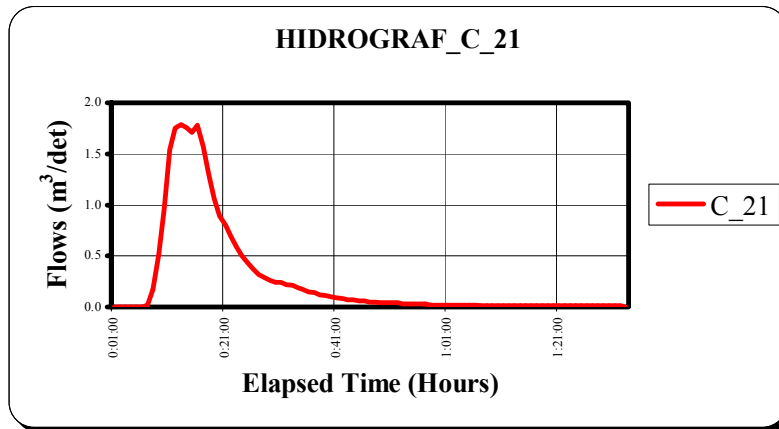


Gambar 5.31 Hidrograf Conduit 18

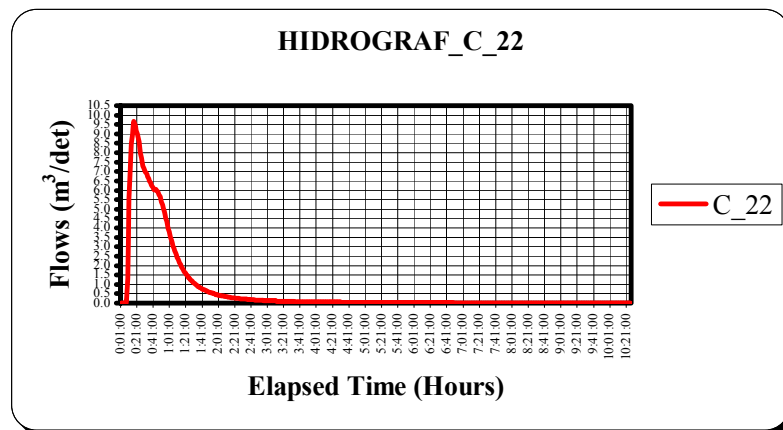


Gambar 5.32 Hidrograf Conduit 20

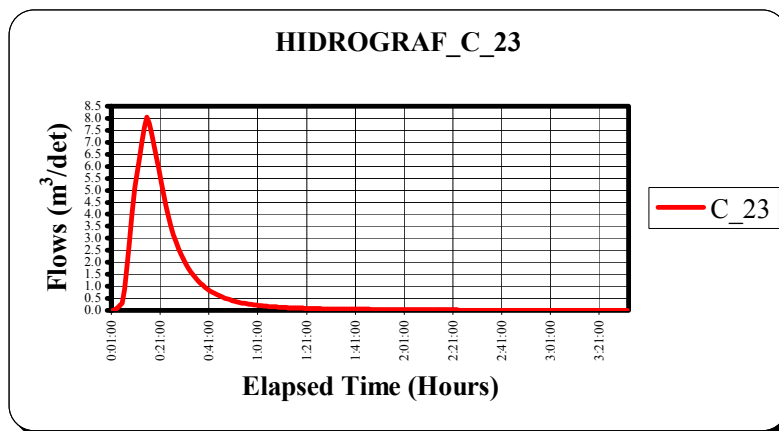




Gambar 5.33 Hidrograf Conduit 21

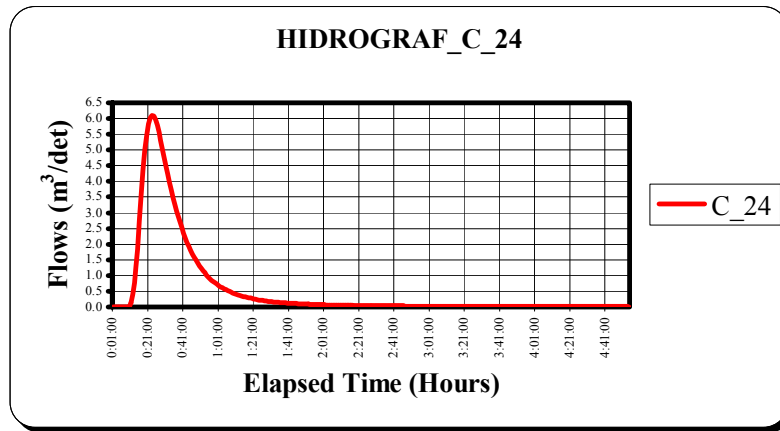


Gambar 5.34 Hidrograf Conduit 22

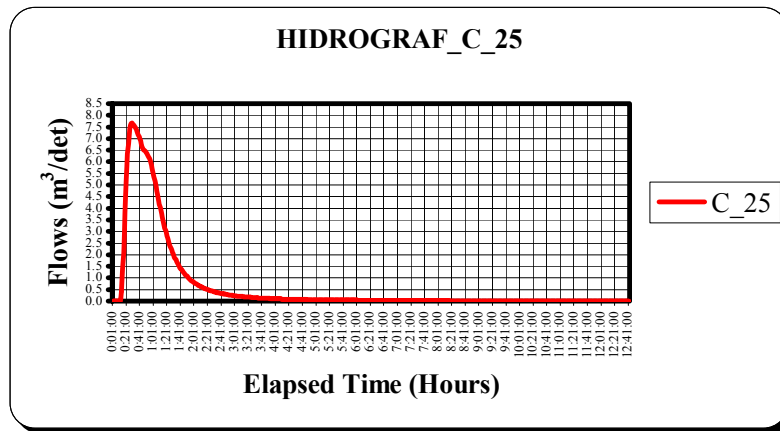


Gambar 5.35 Hidrograf Conduit 23

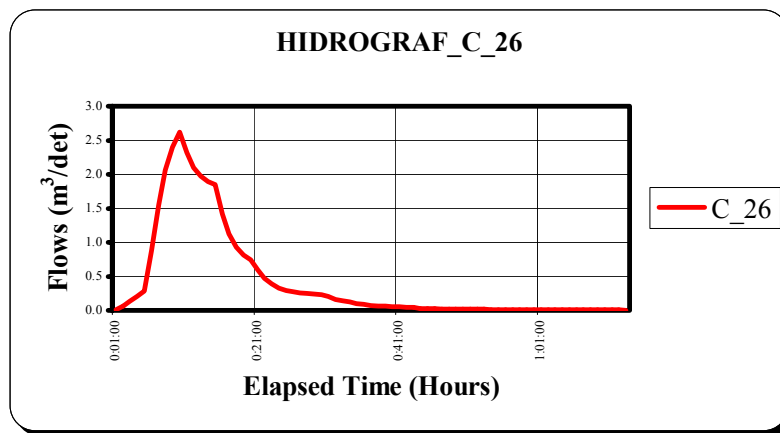




Gambar 5.36 Hidrograf Conduit 24

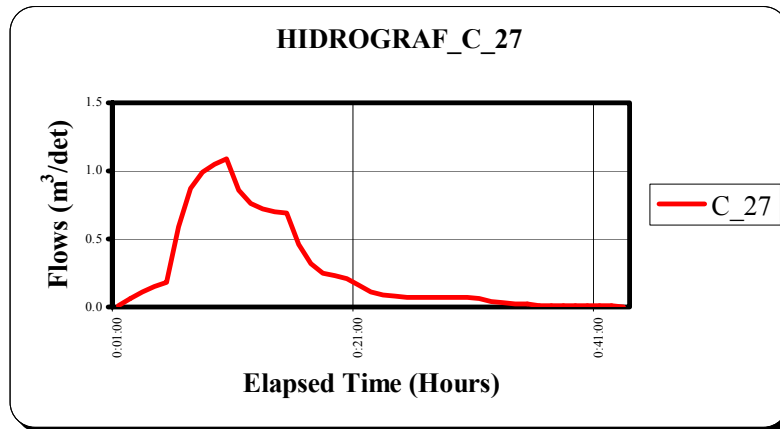


Gambar 5.37 Hidrograf Conduit 25

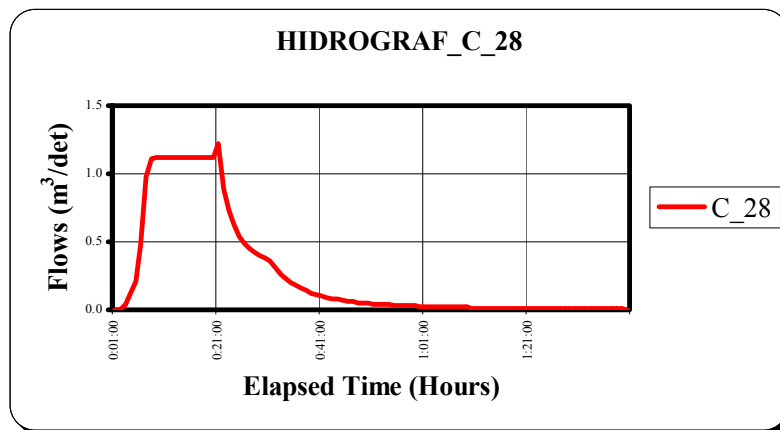


Gambar 5.38 Hidrograf Conduit 26

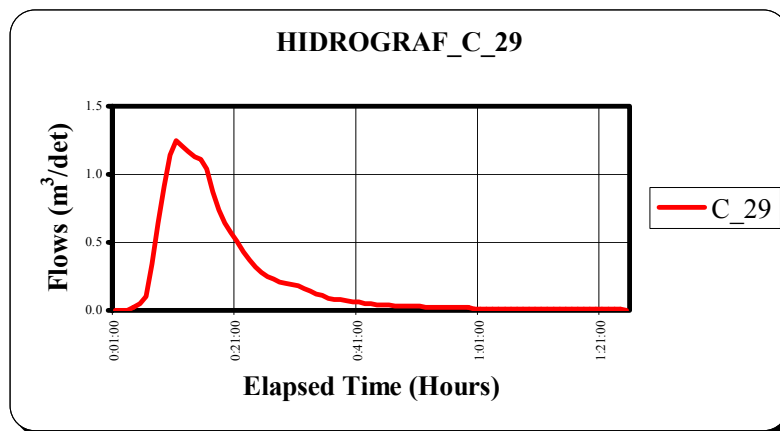




Gambar 5.39 Hidrograf Conduit 27

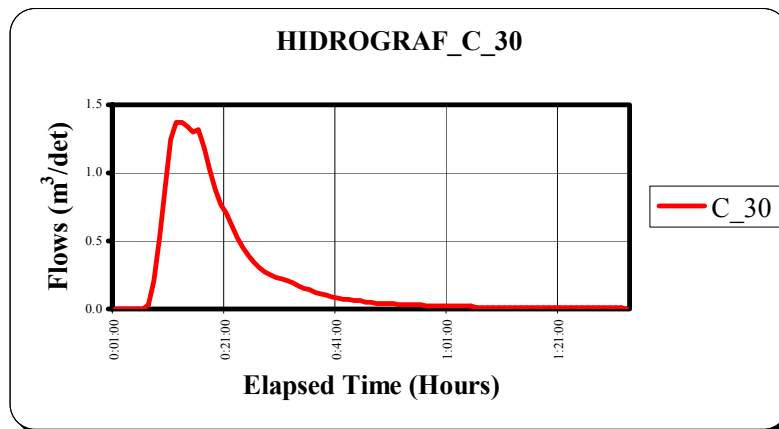


Gambar 5.40 Hidrograf Conduit 28



Gambar 5.41 Hidrograf Conduit 29





Gambar 5.42 Hidrograf Conduit 30

5.3 ANALISA HIDROLIKA

5.3.1 Perencanaan Saluran

Berdasarkan kondisi yang ada di lapangan perencanaan drainase disesuaikan dengan ketersediaan lahan yang ada. Bentuk penampang saluran untuk sistem drainase Bandar Udara Ahmad Yani direncanakan menggunakan tiga bentuk penampang yaitu :

- Bentuk trapesium dari tanah mulai dari muara (Sungai Sianger) sampai dengan Pond_01 dan Pond_02
- Bentuk persegi terbuka dari pasangan batu kali dibuat untuk saluran yang berada di sebelah utara pagar Bandara Ahmad Yani
- Bentuk persegi tertutup dari beton bertulang dibuat untuk saluran yang berada di dalam area Bandara Ahmad Yani

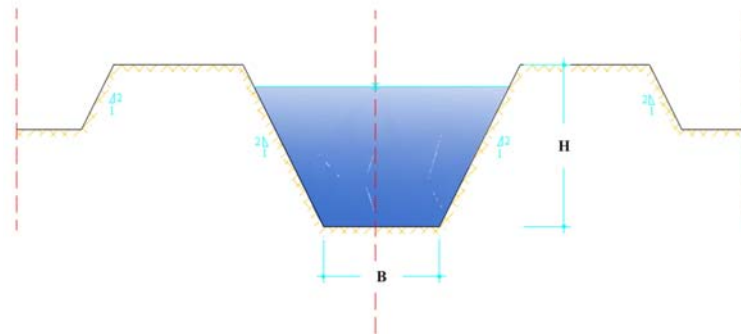
Dimensi saluran dihitung dengan menggunakan prinsip aliran mantap tidak seragam dengan menggunakan debit banjir puncak. Dalam perhitungan dimensi saluran diusahakan menggunakan bentuk ideal, yaitu bentuk yang paling efisien. Berdasarkan tinjauan hidrolis, dimensi ideal untuk penampang persegi terbuka dan persegi tertutup adalah jika lebar dasar saluran dua kali kedalaman air. Sedangkan untuk penampang trapesium dimensi idealnya adalah jika memiliki kemiringan dinding saluran 2 : 1 dan memiliki lebar dasar saluran sebesar $\frac{2}{3}\sqrt{3} H$. Disamping pertimbangan hidrolis, juga mempertimbangkan ketersediaan lahan dan kedalaman yang memungkinkan, mengingat lokasi studi merupakan daerah hilir yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

Dasar perhitungan dimensi mengambil asumsi-asumsi sebagai berikut :

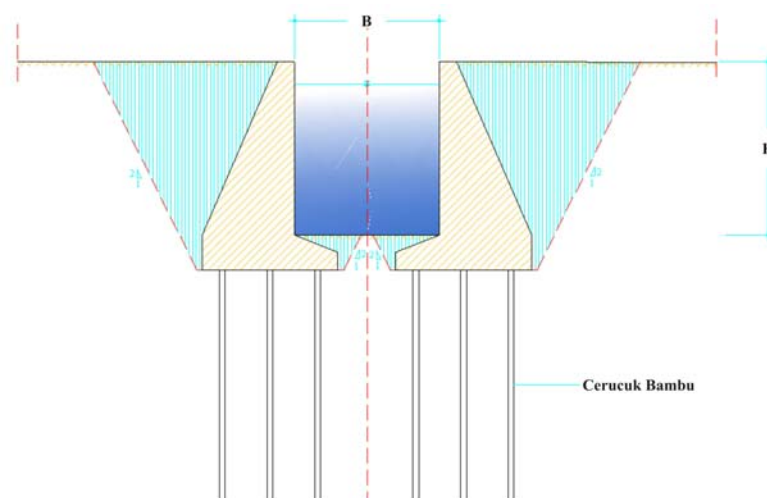


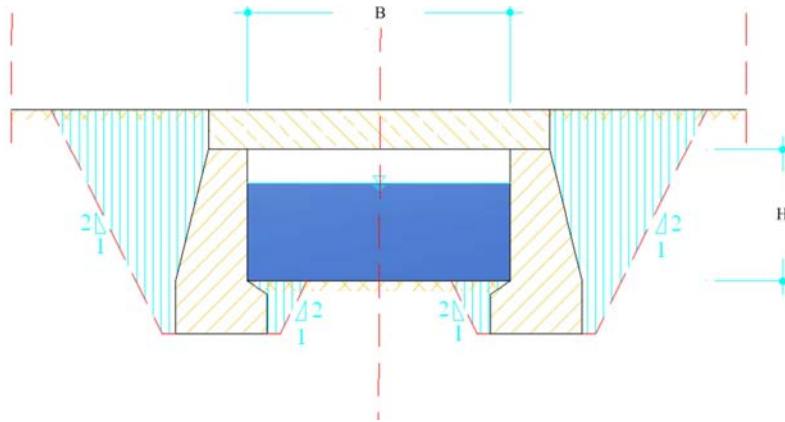
- ❖ Saluran yang berupa galian tanah, penampangnya berbentuk trapesium dengan kemiringan dinding 2 : 1, angka kekasaran Manning diambil 0,030
- ❖ Saluran yang diperkuat dengan pasangan batu kali, penampangnya berbentuk persegi terbuka, nilai kekasaran Manning diambil 0,017
- ❖ Saluran dengan penampang berbentuk persegi tertutup yang terbuat dari beton bertulang, nilai kekasaran Manning diambil 0,017

Kapasitas penampang saluran diperhitungkan untuk debit banjir dengan kala ulang 5 tahunan. Sedimentasi di saluran diharapkan tidak akan terjadi karena semua aliran banjir ditampung terlebih dahulu di Pond yang fungsinya untuk mengurangi aliran banjir, mengendapkan sedimen dan sampah. Selain itu dasar saluran dan dinding saluran juga diperkuat dengan pasangan batu kali maupun beton bertulang yang berguna untuk mengurangi adanya erosi yang bisa mengakibatkan sedimentasi pada saluran. Dengan demikian akan memudahkan operasi dan pemeliharaan sistem atau saluran induk drainasenya.



Gambar 5.43 Penampang Saluran Trapesium



Gambar 5.44 Penampang Saluran Persegi Terbuka**Gambar 5.45 Penampang Saluran Persegi Tertutup**

5.3.2 Analisa Air Balik (Back Water)

HEC-RAS model dipakai untuk menganalisa kapasitas saluran yang dipengaruhi air balik akibat air pasang atau ROB. Berdasarkan kriteria kapasitas saluran diperhitungkan untuk debit banjir dengan kala ulang 5 tahunan. Pada perencanaan tinggi air pasang maksimum di laut digunakan + 0,60 m.

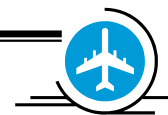
5.3.3 Analisa Kapasitas Saluran dengan HEC-RAS

Pada perencanaan kapasitas saluran drainase Bandar Udara Ahmad Yani, debit banjir yang digunakan adalah :

- Debit banjir disaluran C_01 yaitu 2,46 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_01
- Debit banjir disaluran C_02 yaitu 1,30 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_02
- Debit banjir disaluran C_03 yaitu 0,69 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_03
- Debit banjir disaluran C_04 yaitu 1,19 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_04
- Debit banjir disaluran C_05 yaitu 3,41 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_05
- Debit banjir disaluran C_06 yaitu 7,89 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_06



-
- Debit banjir disaluran C_07 yaitu 2,37 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_07
 - Debit banjir disaluran C_08 yaitu 2,93 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_08
 - Debit banjir disaluran C_09 yaitu 5,68 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_09
 - Debit banjir disaluran C_10 yaitu 3,03 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_10
 - Debit banjir disaluran C_11 yaitu 4,27 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_11
 - Debit banjir disaluran C_12 yaitu 5,29 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_12
 - Debit banjir disaluran C_13 yaitu 6,55 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_13
 - Debit banjir disaluran C_14 yaitu 0,51 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_14
 - Debit banjir disaluran C_15 yaitu 1,58 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_15
 - Debit banjir disaluran C_16 yaitu 1,67 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_16
 - Debit banjir disaluran C_17 yaitu 3,14 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_17
 - Debit banjir disaluran C_18 yaitu 1,40 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_18
 - Debit banjir disaluran C_20 yaitu 3,91 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_20
 - Debit banjir disaluran C_21 yaitu 1,79 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_21
 - Debit banjir disaluran C_22 yaitu 9,68 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_22
 - Debit banjir disaluran C_23 yaitu 8,06 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_23



- Debit banjir disaluran C_24 yaitu 6,10 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_24
- Debit banjir disaluran C_25 yaitu 7,68 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_25
- Debit banjir disaluran C_26 yaitu 2,62 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_26
- Debit banjir disaluran C_27 yaitu 1,09 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_27
- Debit banjir disaluran C_28 yaitu 1,22 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_28
- Debit banjir disaluran C_29 yaitu 1,25 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_29
- Debit banjir disaluran C_30 yaitu 1,37 m³/det digunakan untuk mendesain saluran drainase_30

Pada perencanaan kapasitas saluran drainase Bandar Udara Ahmad Yani Semarang, dimensi penampang saluran rencana yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.39 Dimensi Penampang Saluran Rencana

NO	TITIK <i>junction</i>	SALURAN <i>conduit</i>	JARAK (m)	DEBIT PUNCAK 5 Th (Q) (m ³ /dt)	BENTUK PENAMPANG	DIMENSI (m)		m
						B	H	
	J 01							
1	J 02	C 01	704	2,46	Persegi Tertutup	1,2	1	
	J 03							
2	J 04	C 02	215	1,30	Persegi Tertutup	1	1	
	J 05							
3	J 06	C 03	578	0,69	Persegi Tertutup	1	1	
	J 07							
4	J 08	C 04	552	1,19	Persegi Tertutup	1	0,9	
	J 09							
	J 02							
5	J 06	C 05	137	3,41	Persegi Tertutup	3	1,8	
	J 07							
	J 06							
6	J 07	C 06	691	7,89	Persegi Tertutup	3,6	1,8	
	J 08							
	J 08							



7	J 09	C 07	993	2,37	Persegi Tertutup	2	1	
	J 06							
8	J 08	C 08	230	2,93	Persegi Tertutup	3,5	1,5	
	J 06							
9	J 11	C 09	399	5,68	Persegi Tertutup	4	2	

Tabel 5.39 Dimensi Penampang Saluran Rencana (Lanjutan)

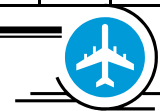
NO	TITIK Junction	SALURAN conduit	JARAK (m)	DEBIT PUNCAK 5 Th (Q) (m ³ /dt)	BENTUK PENAMPANG	DIMENSI (m)		m
						B	H	
	J 11							
10	J 12	C 10	498	3,03	Persegi Terbuka	2	1	
	J 11							
11	J 13	C 11	601	4,27	Persegi Terbuka	4,2	1,8	
12	J 26	C 12	247	5,29	Persegi Tertutup	2,9	1,6	
	J 13							
13	J 14	C 13	142	6,55	Persegi Terbuka	3,5	2	
	J 17							
14	J 18	C 14	328	0,51	Persegi Tertutup	1	0,9	
	J 15							
15	J 17	C 15	192	1,58	Persegi Tertutup	1	1	
	J 15							
16	J 16	C 16	522	1,67	Persegi Terbuka	2	1	
	J 14							
17	J 15	C 17	206	3,14	Persegi Terbuka	3	2	
	J 20							



18	J 21	C 18	449	1,40	Persegi Tertutup	2	1	
	J 22							
19	J 23	C 20	758	3,91	Persegi Tertutup	3	1,5	
20	J 24	C 21	435	1,79	Persegi Tertutup	3	1,5	
	J 14							
21	POND 01	C 22	50	9,68	Persegi Terbuka	4,5	3	

Tabel 5.39 Dimensi Penampang Saluran Rencana (Lanjutan)

NO	TITIK <i>Junction</i>	SALURAN <i>conduit</i>	JARAK (m)	DEBIT PUNCAK 5 Th (Q) (m ³ /dt)	BENTUK PENAMPANG	DIMENSI (m)		m
						B	H	
	J 23							
22	POND 02	C 23	50	8,06	Persegi Terbuka	2,5	2	
	J 25							
23	ANGKER 02	C 24	692	6,10	Trapesium	1,8	2,5	2
	J 19							
24	ANGKER 01	C 25	794	7,68	Trapesium	5	3	1,7
	J 27							
25	J 04	C 26	50	2,62	Persegi Tertutup	1	1	
	J 28							
26	J 03	C 27	50	1,09	Persegi Tertutup	1	1	
	J 29							
27	J 08	C 28	50	1,22	Persegi Tertutup	1,5	1	
	J 30							
28	J 17	C 29	147	1,25	Persegi Tertutup	1	1	
	J 31							
29		C 30	376	1,37	Persegi Tertutup	2	1	

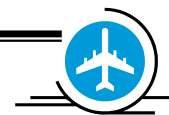


	J 22							
--	------	--	--	--	--	--	--	--

Data yang telah direncanakan digunakan untuk input dalam menganalisa kapasitas saluran dengan HEC-RAS.

5.3.3.1 Hasil Analisa Kapasitas Saluran

Hasil analisa kapasitas saluran dapat dilihat pada tabel dibawah ini :



#

#

L K L # ' # K X K V S] K # N K ^ K #

###130#

#

DRAINASE_07	PONDING_01	900	Max WS	0,4	-1,37	-1,12		0,25	-1,09	0,001587	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	899,5	Max WS	0,4	-1,37	-1,12		0,25	-1,09	0,001605	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	850		Culvert										

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W,S, Elev (m)	Crit W,S, (m)	Hydr Depth C (m)	E,G, Elev (m)	E,G, Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
DRAINASE_07	PONDING_01	800,5	Max WS	0,4	-1,49	-1,24		0,25	-1,21	0,001569	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	800,*	Max WS	0,4	-1,49	-1,24		0,25	-1,21	0,001586	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	799,5	Max WS	0,4	-1,49	-1,24		0,25	-1,21	0,001604	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	750		Culvert										
DRAINASE_07	PONDING_01	700,5	Max WS	0,4	-1,61	-1,36		0,25	-1,33	0,001574	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	700,*	Max WS	0,4	-1,61	-1,36		0,25	-1,33	0,001585	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	699,5	Max WS	0,4	-1,61	-1,36		0,25	-1,33	0,001603	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	650		Culvert										
DRAINASE_07	PONDING_01	600,5	Max WS	0,4	-1,73	-1,48		0,25	-1,45	0,001573	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	600,*	Max WS	0,4	-1,73	-1,48		0,25	-1,45	0,00159	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	599,5	Max WS	0,4	-1,73	-1,48		0,25	-1,45	0,001602	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	550		Culvert										
DRAINASE_07	PONDING_01	500,5	Max WS	0,4	-1,85	-1,6		0,25	-1,57	0,001572	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	500,*	Max WS	0,4	-1,85	-1,6		0,25	-1,57	0,001589	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	499,5	Max WS	0,4	-1,85	-1,6		0,25	-1,57	0,001607	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	450		Culvert										
DRAINASE_07	PONDING_01	400,5	Max WS	0,4	-1,97	-1,72		0,25	-1,69	0,001571	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	400,*	Max WS	0,4	-1,97	-1,72		0,25	-1,69	0,001589	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	399,5	Max WS	0,4	-1,97	-1,72		0,25	-1,69	0,001606	0,8	0,5	2	0,51
DRAINASE_07	PONDING_01	350		Culvert										
DRAINASE_07	PONDING_01	300,5	Max WS	0,4	-2,09	-1,79		0,3	-1,77	0,000924	0,67	0,6	2	0,39
DRAINASE_07	PONDING_01	300,*	Max WS	0,4	-2,09	-1,79		0,3	-1,77	0,00093	0,67	0,59	2	0,39
DRAINASE_07	PONDING_01	299,5	Max WS	0,4	-2,09	-1,79		0,3	-1,77	0,000936	0,67	0,59	2	0,39

Tugas Akhir

Perencanaan Sistem Drainase Bandar Udara Ahmad Yani Semarang



#

#

L K L # ` # K X K V S] K # N K ^ K #

###133#

#

DRAINASE_05	PONDING_01	0	Max WS	0,13	-2,5	-1,78		0,72	-1,78	0,000003	0,06	2,17	3	0,02
DRAINASE_04	PONDING_01	552	Max WS	0,05	-0,54	-0,44		0,1	-0,43	0,002025	0,5	0,1	1	0,51

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W,S, Elev (m)	Crit W,S, (m)	Hydr Depth C (m)	E,G, Elev (m)	E,G, Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
DRAINASE_04	PONDING_01	551,5	Max WS	0,05	-0,54	-0,44		0,1	-0,43	0,002064	0,51	0,1	1	0,51
DRAINASE_04	PONDING_01	550	Culvert											
DRAINASE_04	PONDING_01	500,5	Max WS	0,05	-0,61	-0,51		0,1	-0,5	0,002299	0,52	0,1	1	0,54
DRAINASE_04	PONDING_01	500	Max WS	0,05	-0,61	-0,51		0,09	-0,5	0,002343	0,53	0,09	1	0,55
DRAINASE_04	PONDING_01	499,5	Max WS	0,05	-0,61	-0,51		0,09	-0,5	0,00239	0,53	0,09	1	0,55
DRAINASE_04	PONDING_01	450	Culvert											
DRAINASE_04	PONDING_01	400,5	Max WS	0,05	-0,73	-0,63		0,1	-0,62	0,002023	0,5	0,1	1	0,51
DRAINASE_04	PONDING_01	400,*	Max WS	0,05	-0,73	-0,63		0,1	-0,62	0,00206	0,51	0,1	1	0,51
DRAINASE_04	PONDING_01	399,5	Max WS	0,05	-0,73	-0,63		0,1	-0,62	0,0021	0,51	0,1	1	0,52
DRAINASE_04	PONDING_01	350	Culvert											
DRAINASE_04	PONDING_01	300,5	Max WS	0,05	-0,85	-0,75		0,1	-0,74	0,001789	0,48	0,1	1	0,48
DRAINASE_04	PONDING_01	300,*	Max WS	0,05	-0,85	-0,75		0,1	-0,74	0,001804	0,48	0,1	1	0,48
DRAINASE_04	PONDING_01	299,5	Max WS	0,05	-0,85	-0,75		0,1	-0,74	0,001837	0,49	0,1	1	0,49
DRAINASE_04	PONDING_01	250	Culvert											
DRAINASE_04	PONDING_01	200,5	Max WS	0,05	-0,97	-0,87		0,11	-0,86	0,001662	0,47	0,11	1	0,46
DRAINASE_04	PONDING_01	200,*	Max WS	0,05	-0,97	-0,87		0,11	-0,86	0,001675	0,47	0,11	1	0,47
DRAINASE_04	PONDING_01	199,5	Max WS	0,05	-0,97	-0,87		0,11	-0,86	0,001691	0,47	0,11	1	0,47
DRAINASE_04	PONDING_01	150	Culvert											
DRAINASE_04	PONDING_01	100,5	Max WS	0,05	-1,1	-1		0,1	-0,99	0,002115	0,51	0,1	1	0,52
DRAINASE_04	PONDING_01	100	Max WS	0,05	-1,1	-1		0,1	-0,99	0,002154	0,51	0,1	1	0,52
DRAINASE_04	PONDING_01	99,5	Max WS	0,05	-1,1	-1		0,1	-0,99	0,002176	0,51	0,1	1	0,53
DRAINASE_04	PONDING_01	50	Culvert											



#

#

L K L # ` # K X K V S] K # N K ^ K #

###134#

#

DRAINASE_04	PONDING_01	0,5	Max WS	0,05	-1,22	-1,08		0,15	-1,07	0,000629	0,34	0,15	1	0,29
DRAINASE_04	PONDING_01	0	Max WS	0,05	-1,22	-1,08		0,14	-1,07	0,000632	0,34	0,14	1	0,29
DRAINASE_03	PONDING_01	578	Max WS	0,06	-1,22	-1,08		0,14	-1,07	0,000911	0,41	0,14	1	0,35

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W,S, Elev (m)	Crit W,S, (m)	Hydr Depth C (m)	E,G, Elev (m)	E,G, Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
DRAINASE_03	PONDING_01	577,5	Max WS	0,06	-1,22	-1,08		0,14	-1,07	0,000916	0,41	0,14	1	0,35
DRAINASE_03	PONDING_01	550	Culvert											
DRAINASE_03	PONDING_01	500,5	Max WS	0,06	-1,24	-1,09		0,15	-1,08	0,000865	0,41	0,15	1	0,34
DRAINASE_03	PONDING_01	500	Max WS	0,06	-1,24	-1,09		0,15	-1,08	0,00087	0,41	0,15	1	0,34
DRAINASE_03	PONDING_01	499,5	Max WS	0,06	-1,24	-1,09		0,15	-1,08	0,000875	0,41	0,15	1	0,34
DRAINASE_03	PONDING_01	450	Culvert											
DRAINASE_03	PONDING_01	400,5	Max WS	0,06	-1,27	-1,12		0,15	-1,11	0,000903	0,41	0,15	1	0,35
DRAINASE_03	PONDING_01	400,*	Max WS	0,06	-1,27	-1,12		0,14	-1,11	0,000909	0,41	0,14	1	0,35
DRAINASE_03	PONDING_01	399,5	Max WS	0,06	-1,27	-1,12		0,14	-1,11	0,000914	0,41	0,14	1	0,35
DRAINASE_03	PONDING_01	350	Culvert											
DRAINASE_03	PONDING_01	300,5	Max WS	0,06	-1,3	-1,15		0,15	-1,14	0,000847	0,4	0,15	1	0,33
DRAINASE_03	PONDING_01	300,*	Max WS	0,06	-1,3	-1,15		0,15	-1,14	0,000846	0,4	0,15	1	0,33
DRAINASE_03	PONDING_01	299,5	Max WS	0,06	-1,3	-1,15		0,15	-1,14	0,000851	0,4	0,15	1	0,34
DRAINASE_03	PONDING_01	250	Culvert											
DRAINASE_03	PONDING_01	200,5	Max WS	0,06	-1,32	-1,17		0,15	-1,16	0,000791	0,39	0,15	1	0,32
DRAINASE_03	PONDING_01	200,*	Max WS	0,06	-1,32	-1,17		0,15	-1,16	0,000795	0,39	0,15	1	0,32
DRAINASE_03	PONDING_01	199,5	Max WS	0,06	-1,32	-1,17		0,15	-1,16	0,000794	0,39	0,15	1	0,32
DRAINASE_03	PONDING_01	150	Culvert											
DRAINASE_03	PONDING_01	100,5	Max WS	0,06	-1,35	-1,2		0,15	-1,19	0,000824	0,4	0,15	1	0,33
DRAINASE_03	PONDING_01	100	Max WS	0,06	-1,35	-1,2		0,15	-1,19	0,000829	0,4	0,15	1	0,33
DRAINASE_03	PONDING_01	99,5	Max WS	0,06	-1,35	-1,2		0,15	-1,2	0,000833	0,4	0,15	1	0,33
DRAINASE_03	PONDING_01	50	Culvert											

Tugas Akhir

Perencanaan Sistem Drainase Bandar Udara Ahmad Yani Semarang



#

#

L K L # ` # K X K V S] K # N K ^ K #

###135#

#

DRAINASE_03	PONDING_01	0,5	Max WS	0,06	-1,38	-1,27		0,11	-1,25	0,002027	0,54	0,11	1	0,51
DRAINASE_03	PONDING_01	0	Max WS	0,06	-1,38	-1,27		0,11	-1,25	0,002059	0,54	0,11	1	0,52
DRAINASE_02	PONDING_01	215	Max WS	0,06	-1,38	-1,27		0,11	-1,25	0,002059	0,54	0,11	1	0,52

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W,S, Elev (m)	Crit W,S, (m)	Hydr Depth C (m)	E,G, Elev (m)	E,G, Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
DRAINASE_02	PONDING_01	214,5	Max WS	0,06	-1,38	-1,27		0,11	-1,25	0,002075	0,54	0,11	1	0,52
DRAINASE_02	PONDING_01	150		Culvert										
DRAINASE_02	PONDING_01	108	Max WS	0,06	-1,89	-1,78		0,11	-1,77	0,002224	0,55	0,11	1	0,54
DRAINASE_02	PONDING_01	107,5*	Max WS	0,06	-1,89	-1,78		0,11	-1,77	0,002263	0,56	0,11	1	0,54
DRAINASE_02	PONDING_01	107	Max WS	0,06	-1,89	-1,78		0,11	-1,77	0,002303	0,56	0,11	1	0,55
DRAINASE_02	PONDING_01	50		Culvert										
DRAINASE_02	PONDING_01	0,5	Max WS	0,06	-2,4	-1,78		0,62	-1,78	0,000015	0,1	0,62	1	0,04
DRAINASE_02	PONDING_01	0	Max WS	0,06	-2,4	-1,78		0,62	-1,78	0,000015	0,1	0,62	1	0,04
DRAINASE_01	PONDING_01	704	Max WS	0,07	-0,3	-0,19		0,11	-0,18	0,001979	0,53	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	703,5	Max WS	0,07	-0,3	-0,19		0,11	-0,18	0,002013	0,54	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	650		Culvert										
DRAINASE_01	PONDING_01	600,5	Max WS	0,07	-0,6	-0,49		0,11	-0,48	0,00196	0,53	0,13	1,2	0,51
DRAINASE_01	PONDING_01	600	Max WS	0,07	-0,6	-0,49		0,11	-0,48	0,001978	0,53	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	599,5	Max WS	0,07	-0,6	-0,49		0,11	-0,48	0,002011	0,54	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	550		Culvert										
DRAINASE_01	PONDING_01	500,5	Max WS	0,07	-0,9	-0,79		0,11	-0,78	0,001959	0,53	0,13	1,2	0,51
DRAINASE_01	PONDING_01	500,*	Max WS	0,07	-0,9	-0,79		0,11	-0,78	0,001976	0,53	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	499,5	Max WS	0,07	-0,9	-0,79		0,11	-0,78	0,002009	0,54	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	450		Culvert										
DRAINASE_01	PONDING_01	400,5	Max WS	0,07	-1,2	-1,09		0,11	-1,08	0,001957	0,53	0,13	1,2	0,51
DRAINASE_01	PONDING_01	400,*	Max WS	0,07	-1,2	-1,09		0,11	-1,08	0,001973	0,53	0,13	1,2	0,52

Tugas Akhir

Perencanaan Sistem Drainase Bandar Udara Ahmad Yani Semarang



#

#

L K L # ' # K X K V S] K # N K ^ K #

###136#

#

DRAINASE_01	PONDING_01	399,5	Max WS	0,07	-1,2	-1,09		0,11	-1,08	0,002008	0,54	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	350		Culvert										
DRAINASE_01	PONDING_01	300,5	Max WS	0,07	-1,5	-1,39		0,11	-1,38	0,001956	0,53	0,13	1,2	0,51

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W,S, Elev (m)	Crit W,S (m)	Hydr Depth C (m)	E,G, Elev (m)	E,G, Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
DRAINASE_01	PONDING_01	300,*	Max WS	0,07	-1,5	-1,39		0,11	-1,38	0,001971	0,53	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	299,5	Max WS	0,07	-1,5	-1,39		0,11	-1,38	0,002006	0,54	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	250		Culvert										
DRAINASE_01	PONDING_01	200,5	Max WS	0,07	-1,8	-1,69		0,11	-1,68	0,001954	0,53	0,13	1,2	0,51
DRAINASE_01	PONDING_01	200,*	Max WS	0,07	-1,8	-1,69		0,11	-1,68	0,001987	0,53	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	199,5	Max WS	0,07	-1,8	-1,69		0,11	-1,68	0,002003	0,54	0,13	1,2	0,52
DRAINASE_01	PONDING_01	150		Culvert										
DRAINASE_01	PONDING_01	100,5	Max WS	0,07	-2,1	-1,78		0,32	-1,78	0,000075	0,18	0,39	1,2	0,1
DRAINASE_01	PONDING_01	100,*	Max WS	0,07	-2,1	-1,78		0,32	-1,78	0,000075	0,18	0,39	1,2	0,1
DRAINASE_01	PONDING_01	99,5	Max WS	0,07	-2,1	-1,78		0,32	-1,78	0,000075	0,18	0,39	1,2	0,1
DRAINASE_01	PONDING_01	50		Culvert										
DRAINASE_01	PONDING_01	0,5	Max WS	0,07	-2,4	-1,78		0,62	-1,78	0,000012	0,09	0,75	1,2	0,04
DRAINASE_01	PONDING_01	0	Max WS	0,07	-2,4	-1,78		0,62	-1,78	0,000012	0,09	0,75	1,2	0,04

DRAINASE_30	PONDING_02	376	Max WS	0,02	-0,33	-0,3		0,03	-0,29	0,002558	0,3	0,07	2	0,53
DRAINASE_30	PONDING_02	375,5	Max WS	0,02	-0,33	-0,3		0,03	-0,29	0,002558	0,3	0,07	2	0,53
DRAINASE_30	PONDING_02	350		Culvert										
DRAINASE_30	PONDING_02	300,5	Max WS	0,02	-0,58	-0,55		0,04	-0,54	0,001434	0,25	0,08	2	0,4
DRAINASE_30	PONDING_02	300	Max WS	0,02	-0,58	-0,55		0,04	-0,54	0,00143	0,25	0,08	2	0,4
DRAINASE_30	PONDING_02	299,5	Max WS	0,02	-0,58	-0,55		0,04	-0,54	0,001466	0,25	0,08	2	0,41
DRAINASE_30	PONDING_02	250		Culvert										
DRAINASE_30	PONDING_02	200,5	Max WS	0,02	-0,92	-0,89		0,03	-0,88	0,002476	0,3	0,07	2	0,52

Tugas Akhir

Perencanaan Sistem Drainase Bandar Udara Ahmad Yani Semarang



#

#

L K L # ' # K X K V S] K # N K ^ K #

###137#

#

DRAINASE_30	PONDING_02	200,*	Max WS	0,02	-0,92	-0,89		0,03	-0,88	0,002551	0,3	0,07	2	0,53
DRAINASE_30	PONDING_02	199,5	Max WS	0,02	-0,92	-0,89		0,03	-0,88	0,002551	0,3	0,07	2	0,53
DRAINASE_30	PONDING_02	150	Culvert											

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W,S, Elev (m)	Crit W,S (m)	Hydr Depth C (m)	E,G, Elev (m)	E,G, Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
DRAINASE_30	PONDING_02	100,5	Max WS	0	-1,25	-1,2		0,06	-1,2	0,000002	0,01	0,11	2	0,02
DRAINASE_30	PONDING_02	100	Max WS	0	-1,25	-1,2		0,06	-1,2	0,000001	0,01	0,11	2	0,01
DRAINASE_30	PONDING_02	99,5	Max WS	0	-1,25	-1,2		0,06	-1,2	0,000001	0,01	0,11	2	0,01
DRAINASE_30	PONDING_02	50	Culvert											
DRAINASE_30	PONDING_02	0,5	Max WS	0	-1,59	-1,2		0,39	-1,2	0	0	0,78	2	0
DRAINASE_30	PONDING_02	0	Max WS	0	-1,59	-1,2		0,39	-1,2	0	0	0,78	2	0
DRAINASE_29	PONDING_01	147	Max WS	0,02	-0,24	-0,18		0,06	-0,17	0,000625	0,31	0,06	1	0,39
DRAINASE_29	PONDING_01	146,5	Max WS	0,02	-0,24	-0,18		0,06	-0,17	0,000616	0,31	0,06	1	0,39
DRAINASE_29	PONDING_01	125	Culvert											
DRAINASE_29	PONDING_01	100,5	Max WS	0,02	-0,34	-0,17		0,17	-0,17	0,000033	0,12	0,17	1	0,09
DRAINASE_29	PONDING_01	100	Max WS	0	-0,34	-0,33		0,01	-0,33	0,000448	0,07	0,01	1	0,25
DRAINASE_29	PONDING_01	99,5	Max WS	0,02	-0,34	-0,27		0,07	-0,27	0,000469	0,28	0,07	1	0,34
DRAINASE_29	PONDING_01	50	Culvert											
DRAINASE_29	PONDING_01	0,5	Max WS	0,02	-0,55	-0,27		0,28	-0,27	0,000007	0,07	0,28	1	0,04
DRAINASE_29	PONDING_01	0	Max WS	0,02	-0,55	-0,27		0,28	-0,27	0,000007	0,07	0,28	1	0,04
DRAINASE_28	PONDING_01	50	Max WS	0,03	-2,03	-1,78		0,25	-1,78	0,000008	0,08	0,38	1,5	0,05
DRAINASE_28	PONDING_01	49,5	Max WS	0,03	-2,03	-1,78		0,25	-1,78	0,000008	0,08	0,38	1,5	0,05
DRAINASE_28	PONDING_01	25	Culvert											
DRAINASE_28	PONDING_01	0,5	Max WS	0,03	-2,45	-1,78		0,67	-1,78	0,000001	0,03	1,01	1,5	0,01
DRAINASE_28	PONDING_01	0	Max WS	0,03	-2,45	-1,78		0,67	-1,78	0,000001	0,03	1,01	1,5	0,01

Tugas Akhir

Perencanaan Sistem Drainase Bandar Udara Ahmad Yani Semarang



