BAB IV
METODE PERHITUNGAN DAN SOFTWARE

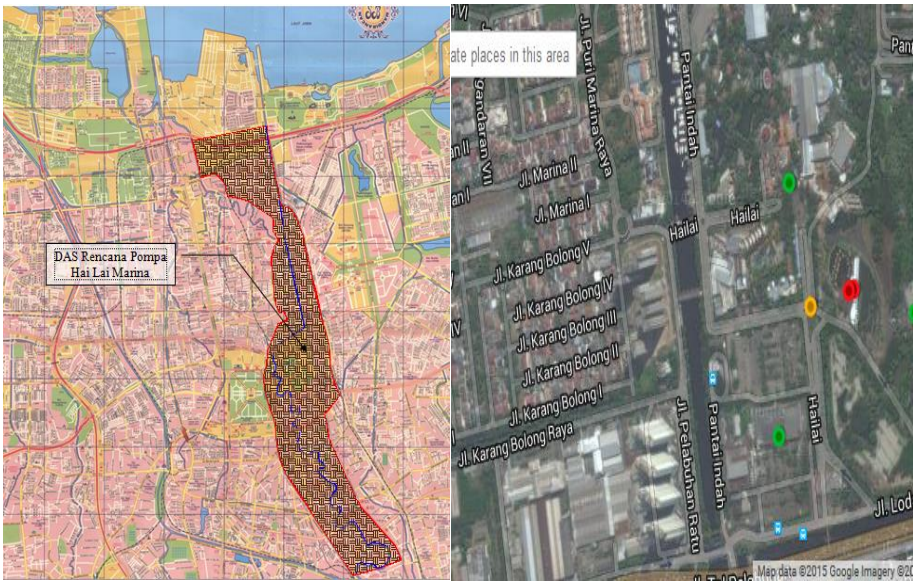
4.1 TINJAUAN UMUM

Dalam menangulangi permasalahan banjir di Hailai Marina khususnya jakarta utara, sebagai langkah awal dilakukan pengumpulan data-data. Data tersebut sebagai dasar perhitungan awal dari curah hujan yang diperoleh dilakukan analisis hidrologi yang akan menghasilkan debit banjir rencana, yang kemudian di lakukan perhitungan efektifitas dan kapasitas suatu pompa untuk mengendalikan muka air banjir. Langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

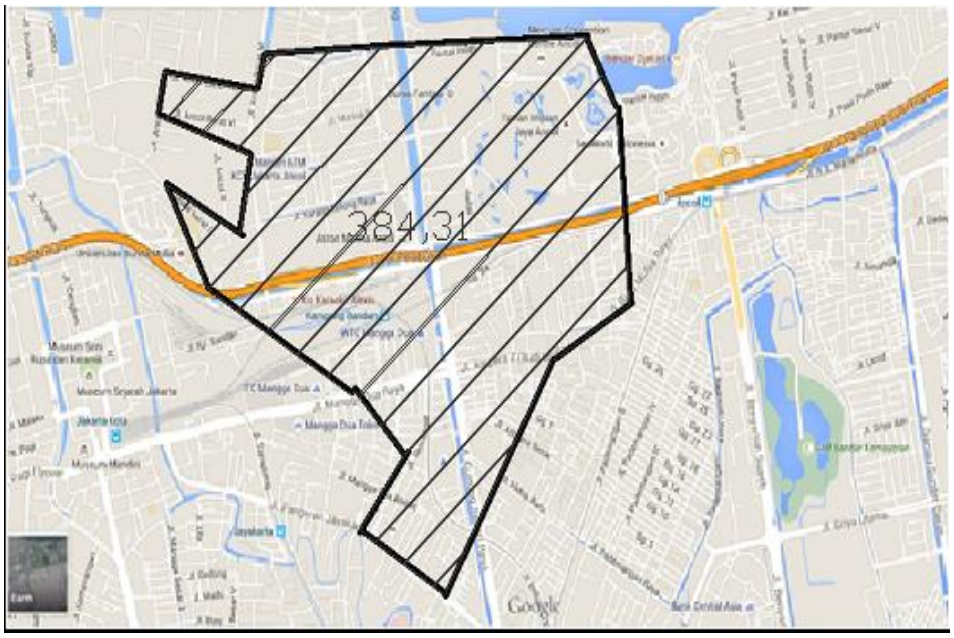
a. Menentuka Daerah Aliran Sungai (DAS).
b. Menentukan daerah pengaruh stasiun-stasiun penakar hujan
c. Menghitung curah hujan harian maksimum tiap tahunnya dari data curah hujan yang ada.
d. Menganalisis curah hujan rencana dengan priode ulang T tahun.
e. Menghitung debit banjir rencana sesuai dengan rencana yang di prediksi
f. Mengsimulasikan debit ke software Hec-Ras untuk mengetahui seberapa efektif pompa yang di gunakan dan mengetahui kapasitas pompa yang akan digunakan

4.2 DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)

Daerah Aliran Sungai ata yang sering di sebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan di alirkan menuju laut secara alami.



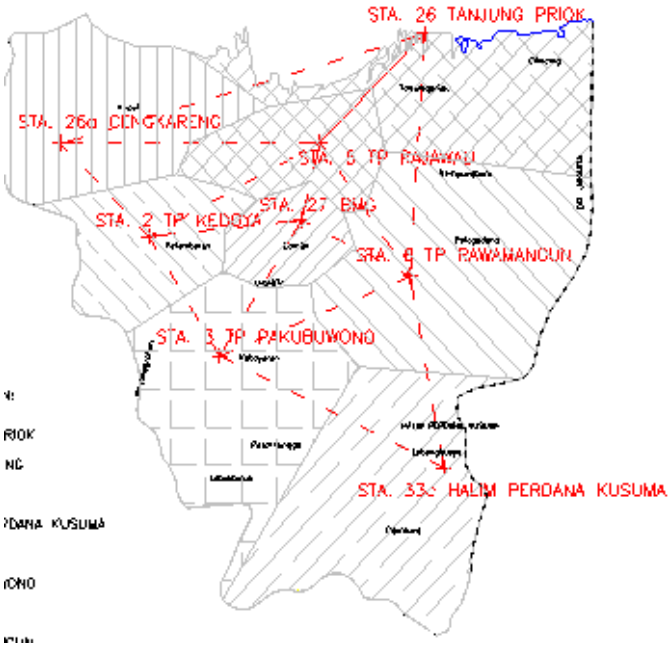
Gambar IV-1 Penentuan Daerah Aliran Sungai



Gambar IV-2 Luasan DAS Sungai

4.3 PEMILIHAN STASIUN HUJAN

Stasiun hujan berjumlah tiga buah stasiun yaitu Stasiun 27 BMKG, Stasiun Cengkareng, dan Stasiun 26 tj.priok. dikarenakan ke tiga stasiun hujan ini yang paling dekat dan bisa mewakilkan area lokasi yang di tinjau.



Gambar IV-3 Penentuan Stasiun Hujan

4.4 ANALISIS CURAH HUJAN

Dalam perhitungan hujan wilayah jumlah stasiun yang digunakan yang masuk dalam lokasi DAS berjumlah tiga buah stasiun yaitu Sta.27 BMKG, Sta.Cengkareng, dan Sta. 26 tj.priok. data yang di dapatkan dilihat di bawah ini:

Tabel IV-1 Data Curah Harian Maksimum Stasiun 27 BMKG

No.	TAHUN	STASIUN 27 BMKG
1	1998	162.20
2	1999	147.10
3	2000	68.00
4	2001	82.30
5	2002	168.10
6	2003	88.70
7	2004	129.30
8	2005	160.00
9	2006	72.00
10	2007	234.70
11	2008	193.00
12	2009	202.66
13	2010	191.78
14	2011	191.13
15	2012	177.07

Tabel IV-2 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Cengkareng

No.	TAHUN	STASIUN Cengkareng
1	1998	90.00
2	1999	130.00
3	2000	103.00
4	2001	104.00
5	2002	88.00
6	2003	39.00
7	2004	114.00
8	2005	158.10
9	2006	60.00
10	2007	153.00
11	2008	166.44
12	2009	84.00
13	2010	106.00
14	2011	110.00
15	2012	101.00

Tabel IV-3 Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun 26 Tj. Priok

No.	TAHUN	STASIUN 26 Tj. Priok
1	1998	110.90
2	1999	106.00
3	2000	97.76
4	2001	97.93
5	2002	115.22
6	2003	90.83
7	2004	121.40
8	2005	110.00
9	2006	90.00
10	2007	181.20
11	2008	91.00
12	2009	148.90
13	2010	88.00
14	2011	79.00
15	2012	75.00

4.4.1 ANALISIS DATA KOSONG

Untuk melengkapi data curah hujan yang hilang atau rusak dari suatu stasiun hujan maka diperlukan data dari suatu stasiun lain yang memiliki data yang lengkap dan stasiun paling dekat untuk memperhitungkan data curah hujan yang hilang menggunakan rumus seperti di bawah ini:

1. Meghitung curah hujan yang hilang pada Sta 27 BMKG (Rcl) tahun 2009
   - Curah hujan Cengkareng 2009 (Rcp) : 84.00 mm
   - Rata-rata Cengkareng (Rcp') : 107.10 mm
   - Curah hujan 26 tj.priok 2009 (Rms) : 148.90 mm
   - Rata-rata Curah hujan tj.priok (Rms') : 106.88 mm
   - Rata-rata 27 BMKG (Rcl') : 136.85 mm

$$Rcl = \frac{1}{2}\left\{\left(\frac{Rcl'}{Rcp'}Rcp\right) + \left(\frac{Rcl'}{Rms'}Rms'\right)\right\}$$

$$Rcl = \frac{1}{2}\left\{\left(\frac{136.85}{107.10} * 84\right) + \left(\frac{136.85}{106.88} * 148.90\right)\right\}$$

$Rcl_{2009} = 202.66$

Tabel IV-4 Curah Hujan Kosong

No.	TAHUN	STASIUN 27 BMKG	STASIUN Cengkareng	STASIUN 26 Tj. Priok
1	1998	162.20	90.00	110.90
2	1999	147.10	130.00	106.00
3	2000	68.00	103.00	97.76
4	2001	82.30	104.00	97.93
5	2002	168.10	88.00	115.22
6	2003	88.70	39.00	90.83
7	2004	129.30	114.00	121.40
8	2005	160.00	158.10	110.00
9	2006	72.00	60.00	90.00
10	2007	234.70	153.00	181.20
11	2008	193.00	166.44	91.00
12	2009		84.00	148.90
13	2010		106.00	88.00
14	2011		110.00	79.00
15	2012		101.00	75.00
Rata-rata		136.85	107.10	106.88

Tabel IV-5 Pengisian Curah Hujan

No.	TAHUN	STASIUN 27 BMKG	STASIUN Cengkareng	STASIUN 26 Tj. Priok
1	1998	162.20	90.00	110.90
2	1999	147.10	130.00	106.00
3	2000	68.00	103.00	97.76
4	2001	82.30	104.00	97.93
5	2002	168.10	88.00	115.22
6	2003	88.70	39.00	90.83
7	2004	129.30	114.00	121.40
8	2005	160.00	158.10	110.00
9	2006	72.00	60.00	90.00
10	2007	234.70	153.00	181.20
11	2008	193.00	166.44	91.00
12	2009	202.66	84.00	148.90
13	2010	191.78	106.00	88.00
14	2011	191.13	110.00	79.00
15	2012	177.07	101.00	75.00
Rata-rata		151.20	107.10	106.88

4.4.2 ANALISIS CURAH HUJAN KAWASAN

Analisis dimaksud untuk mengetahui hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan (*catchment area*) tersebut, penentuan luas hujan wilayah ini dengan menggunakan Metode Arithmatik dikarenakan lokasi pengamatan tempat yang datar dan stasiun hujannya tersebar merata.

$$\overline{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 ..... + R_n}{n}$$

Dimana :

$\overline{R}$ = curah hujan rata-rata (mm)

R1,....,Rn = besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun (mm)

n = banyaknya stasiun hujan

$$\overline{R} = \frac{2268,04 + 1606,54 + 1603,14}{3}$$

$$\overline{R} = 1825,91 \text{ mm}$$

Adapun cara perhitungan dispersi antara lain :

1. Perhitungan Harga Rata-rata ($\overline{X}$)

Rumus:

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

Di mana :

$\overline{X}$ = curah hujan rata – rata (mm)

Xi = curah hujan di stasiun hujan ke i (mm)

n = jumlah data

$$\overline{X} = \frac{1825,91}{15} = 121,73\,\text{mm}$$

2. Standar Deviasi (SD)

Rumus:

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

Di mana :

SD = standar deviasi

$\overline{X}$ = curah hujan rata-rata (mm)

X_i = curah hujan di stasiun hujan ke i (mm)

n = jumlah data

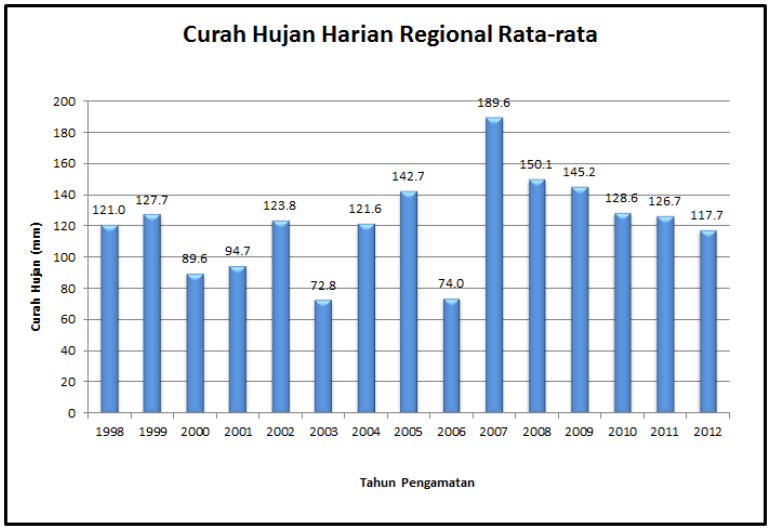
$$SD = \sqrt{\frac{(1825,91 - 121,73)^2}{15-1}} = 30,43$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan :

Tabel IV-5 Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum Regional

TAHUN	S T A S I U N 27 BMKG	S T A S I U N Cengkareng	S T A S I U N 26 Tj.priok	Curah Hujan Regional
1998	162.20	90.00	110.90	121.03
1999	147.10	130.00	106.00	127.70
2000	68.00	103.00	97.76	89.59
2001	82.30	104.00	97.93	94.74
2002	168.10	88.00	115.22	123.77
2003	88.70	39.00	90.83	72.84
2004	129.30	114.00	121.40	121.57
2005	160.00	158.10	110.00	142.70
2006	72.00	60.00	90.00	74.00
2007	234.70	153.00	181.2	189.63
2008	193.00	166.44	91.00	150.15
2009	202.66	84.00	148.90	145.19
2010	191.78	106.00	88.00	128.59
2011	191.13	110.00	79.00	126.71
2012	177.07	101.00	75.00	117.69
Maximum	234.70	166.44	181.20	189.63
Rerata	151.20	107.10	106.88	121.73
Minimum	68.00	39.00	75.00	72.84
Standar Deviasi	52.17	34.77	27.65	30.43

Dari tabel perhitungan diatas maka dapat diperoleh suatu diagram untuk menerangkan besarnya curah hujan harian rata-rata di daerah hailai marina seperti terlihat di bawah ini:



Gambar IV-4 Diagram Curah Hujan Regional

4.5 ANALISIS FREKUENSI CURAH HUJAN RENCANA

Tujuan dari analisis frekuensi curah hujan adalah untuk memperoleh curah hujan dengan beberapa perioda ulang. Pada analisis ini digunakan beberapa metoda untuk memperkirakan curah hujan dengan periode ulang tertentu, yaitu:

a. Metoda Distribusi Normal
b. Metoda Distribusi Log Normal 2 Parameter
c. Metoda Distribusi Log Normal 3 Parameter
d. Metoda Distribusi Pearson Type III
e. Metoda Distribusi Log Pearson Type III
f. Metoda Distribusi Gumbel.

Metoda yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Uraian masing-masing dari metoda yang dipakai adalah sebagai berikut :

Dari hasil analisa frekuensi untuk masing-masing stasiun curah hujan diatas, diperoleh intensitas curah hujan untuk beberapa periode ulang yang lazim digunakan untuk perencanaan.

4.5.2 ANALISIS JENIS SEBARAN FREKUENSI HUJAN

1. Metoda Distribusi Normal

Persamaan Distribusi Normal sebagai berikut :

$$X_{Tr} = \overline{X} + K_T S$$

Di mana:

X_{Tr} = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang Tahunan, (mm)

$\overline{X}$ = nilai rata-rata hitung variat, (mm)

S = deviasi standar nilai variat,

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Contoh perhitungan distribusi normal :

X_{Tr} = 121,73 + (-3,05x 30,43)

X_{Tr} = 28,91 mm

Berikut adalah hasil analisis persamaan distribusi normal :

Tabel IV-6 Perhitungan Analisis Distribusi Normal

No.	Tahun	No. Urut	X	X_{urut}	Tr (thn)
1	1998	10	121.03	189.63	16.00
2	1999	6	127.70	150.15	8.00
3	2000	13	89.59	145.19	5.33
4	2001	12	94.74	142.70	4.00
5	2002	8	123.77	128.59	3.20
6	2003	15	72.84	127.70	2.67
7	2004	9	121.57	126.71	2.29
8	2005	4	142.70	123.77	2.00
9	2006	14	74.00	121.57	1.78
10	2007	1	189.63	121.03	1.60
11	2008	2	150.15	117.69	1.45
12	2009	3	145.19	94.74	1.33
13	2010	5	128.59	89.59	1.23
14	2011	7	126.71	74.00	1.14
15	2012	11	117.69	72.84	1.07

Jumlah data	n	15
Nilai rata-rata	$\overline{X}$	121.73
Standard deviasi	S_X	30.43

Tr (tahun)	K_{Tr}	X_{Tr} (mm)	Peluang
1	-3.05	28.91	1.00
2	0.00	121.73	0.50
5	0.84	147.29	0.20
10	1.28	160.68	0.10
25	1.64	171.64	0.04
50	2.05	184.11	0.02
100	2.33	192.64	0.01

2. Metoda Distribusi Log Normal 2 Parameter

Perhitungan Distribusi Log Normal 2 Parameter sebagai berikut :

Koefisien variasi (Cv)

Rumus:

$$Cv = \frac{SD}{\overline{X}}$$

Di mana :

Cv = koefisien Variasi

SD = standar deviasi

$\overline{X}$ = curah hujan rata-rata (mm)

$$Cv = \frac{30,43}{121,73}$$

$$Cv = 0,250$$

Persamaan Distribusi Log Normal 2 sebagai berikut :

$$X_{Tr} = \overline{X} + K_T S$$

di mana:

X_{Tr} = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang Tahunan, (mm)

$\overline{X}$ = nilai rata-rata hitung variat, (mm)

S = deviasi standar nilai variat,

K_T = nilai karakteristik distibusi Log Normal 2 Parameter yang nilainya bergantung dari koefisien variasi (CV)

Contoh perhitungan distribusi log normal 2:

X_{Tr} = 121,73 + (-0,1189 x 30,43)

X_{Tr} = 118,11 mm

Berikut adalah hasil analisis persamaan distribusi log normal 2:

Tabel IV-7 Perhitungan Analisis Distribusi log Normal 2 Parameter

No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	1998	10	121	190	16.00
2	1999	6	128	150	8.00
3	2000	13	90	145	5.33
4	2001	12	95	143	4.00
5	2002	8	124	129	3.20
6	2003	15	73	128	2.67
7	2004	9	122	127	2.29
8	2005	4	143	124	2.00
9	2006	14	74	122	1.78
10	2007	1	190	121	1.60
11	2008	2	150	118	1.45
12	2009	3	145	95	1.33
13	2010	5	129	90	1.23
14	2011	7	127	74	1.14
15	2012	11	118	73	1.07

Jumlah data	n	15
Standar deviasi	S_X	30.43
Nilai rata-rata	$\overline{X}$	121.73
Koefisien Variasi	C_V	0.250

Tr (tahun)	K_{Tr}	X_{Tr} (mm)	Peluang
2	-0.1189	118.11	0.50
5	0.7786	145.42	0.20
10	1.3191	161.87	0.10
25	1.9190	180.13	0.04
50	2.4328	195.76	0.02
100	2.8791	209.35	0.01

3. Metoda Distribusi Log Normal 3 Parameter

Perhitungan Distribusi Log Normal 3 Parameter sebagai berikut :

Koefisien Skewness (Cs)

Rumus:

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

Di mana :

Cs = koefisien Skewness

S = standar deviasi

$\overline{X}$ = curah hujan rata-rata (mm)

X_i = curah hujan di stasiun hujan ke i (mm)

n = jumlah data

$$Cs = \frac{(1825,91 - 121,73)^3}{(15 - 1) \text{ x } (15 - 2) \text{ x } 30,43^3}$$

$$Cs = 0,235$$

Persamaan Distribusi Log Normal 3 sebagai berikut :

$$X_{Tr} = \overline{X} + K_T S$$

Di mana:

X_{Tr} = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang Tahunan, (mm)

$\overline{X}$ = nilai rata-rata hitung variat, (mm)

S = deviasi standar nilai variat,

K_T = nilai karakteristik distibusi Log Normal 3 Parameter yang nilainya bergantung dari koefisien Skewness (CS)

Contoh perhitungan distribusi normal :

$X_{Tr} = 121,73 + (-0,0627 \text{ x } 30,43)$

X_{Tr} = 119,82 mm

Berikut adalah hasil analisis persamaan distribusi normal 3:

Tabel IV-8 Perhitungan Analisis Distribusi log Normal 3 Parameter

No.	Tahun	No. Urut	X	X urut	Tr (thn)
1	1998	10	121.03	189.63	16.00
2	1999	6	127.70	150.15	8.00
3	2000	13	89.59	145.19	5.33
4	2001	12	94.74	142.70	4.00
5	2002	8	123.77	128.59	3.20
6	2003	15	72.84	127.70	2.67
7	2004	9	121.57	126.71	2.29
8	2005	4	142.70	123.77	2.00
9	2006	14	74.00	121.57	1.78
10	2007	1	189.63	121.03	1.60
11	2008	2	150.15	117.69	1.45
12	2009	3	145.19	94.74	1.33
13	2010	5	128.59	89.59	1.23
14	2011	7	126.71	74.00	1.14
15	2012	11	117.69	72.84	1.07

Jumlah data	n	15
Standar deviasi "X"	S_X	30.43
Nilai rata-rata "X"	X	121.73
Koefisien kemencengan	C_s	0.235

Tr (tahun)	K_{Tr}	X_{Tr} (mm)	Peluang
2	-0.0627	119.82	0.50
5	0.8455	147.46	0.20
10	1.3496	162.80	0.10
25	1.8561	178.21	0.04
50	2.2587	190.47	0.02
100	2.5790	200.21	0.01

4. Distribusi Pearson Type III

Persamaan Distribusi Pearson Type III sebagai berikut :

$$X_t = X_i + K_T.S_i$$

Dimana:

X_i = Nilai Rata-rata

S_i = Standar deviasi

C_s = Koefisien skewness

K_T = Faktor sifat distribusi Pearson Type III, yang merupakan fungsi dari besarnya Cs yang ditunjukan pada tabel.

Contoh perhitungan distribusi normal :

X_t = 121,73 + (-0,042 x 30,43)

X_t = 120.46 mm

Berikut adalah hasil analisis persamaan distribusi normal :

Tabel IV-9 Perhitungan Analisis Distribusi Pearson III

No.	Tahun	X	$(X_i - X)^2$
1	1998	121.03	0
2	1999	127.70	213
3	2000	89.59	-33,201
4	2001	94.74	-19,648
5	2002	123.77	9
6	2003	72.84	-116,814
7	2004	121.57	0
8	2005	142.70	9,225
9	2006	74.00	-108,716
10	2007	189.63	313,133
11	2008	150.15	22,954
12	2009	145.19	12,911
13	2010	128.59	324
14	2011	126.71	124
15	2012	117.69	-66

Jumlah data yang dipergunakan	n	15
Jumlah nilai data	ΣX	1825.91
Nilai rata-rata	$\overline{X}$	121.73
Standard deviasi	S_X	30.43
koefisien kemencengan	C_s	0.235

Tr (tahun)	K_{Tr}	X_{Tr} (mm)	Peluang
2	-0.042	120.46	0.50
5	0.842	147.36	0.20
10	1.332	162.27	0.10
25	1.852	178.08	0.04
50	2.206	188.85	0.02
100	2.525	198.57	0.01

5. Log Pearson Type III

Perhitungan Distribusi Log Pearson Type III sebagai berikut :

Rata – rata Log

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log Xi}{N}$$

$$\overline{\log X} = \frac{31,051}{15} = \mathbf{2,072}$$

Standar Deviasi

$$Si = \sqrt{\frac{(\log Xi - \log X)^2}{N-1}}$$

$$Si = \sqrt{\frac{(0,181)^2}{15-1}}$$

Si = 0,114

Koefisien Skewness

$$Cs = \frac{\sum(\log Xi - \log X)^2}{(N-1).(N-2)Si^3}$$

$$Cs = \frac{(0,181)^2}{(15-1).(15-2)0,114^3}$$

Cs = -0,497

Persamaan Distribusi Log Pearson Type III sebagai berikut :

$$\log Xt = \overline{\log} Xi + KT.Si$$

Dimana:

KT = Koefisien frekuensi didapat dari tabel.

log Xt = 2.085 + (0,078.0,114)

log Xt = 2,0808

Berikut adalah hasil analisis persamaan distribusi Log Pearson Type III :

Tabel IV-10 Perhitungan Analisis Distribusi Log Pearson III

No.	Tahun	X	log X	$(\log X_i - \overline{\log X})^2$	$(\log X_i - \overline{\log X})^3$
1	1998	121.03	2.0829	0.00012	0.00000
2	1999	127.70	2.1062	0.00117	0.00004
3	2000	89.59	1.9522	0.01435	-0.00172
4	2001	94.74	1.9765	0.00912	-0.00087
5	2002	123.77	2.0926	0.00042	0.00001
6	2003	72.84	1.8624	0.04395	-0.00921
7	2004	121.57	2.0848	0.00016	0.00000
8	2005	142.70	2.1544	0.00679	0.00056
9	2006	74.00	1.8692	0.04113	-0.00834
10	2007	189.63	2.2779	0.04239	0.00873
11	2008	150.15	2.1765	0.01092	0.00114
12	2009	145.19	2.1619	0.00808	0.00073
13	2010	128.59	2.1092	0.00138	0.00005
14	2011	126.71	2.1028	0.00095	0.00003
15	2012	117.69	2.0707	0.00000	0.00000

Jumlah data yang dipergunakan	n	15
Jumlah nilai 'log X'	$\Sigma \log X$	31.081
Nilai rata-rata 'log X' (mean)	$\overline{\log X}$	2.072
Jumlah selisih dengan mean pangkat 2	$\Sigma(\log X_i - \log X)^2$	0.181
Standard deviasi 'log X'	$S_{\log X}$	0.114
Jumlah selisih dengan mean pangkat 3	$\Sigma(\log X_i - \log X)^3$	-0.009
koefisien kemencengan	C_s	-0.497

Tr (tahun)	K_{Tr}	$\log X_{Tr}$	X_{Tr} (mm)
2	0.078	2.0808	120.46
5	0.888	2.1730	148.92
10	1.245	2.2136	163.53
25	1.602	2.2541	179.53
50	1.813	2.2781	189.70
100	1.978	2.2969	198.11

6. Metoda Distribusi Gumbel

Perhitungan Metoda Distribusi Gumbel sebagai berikut :

Faktor Frekuensi

$$K = (yt - yn)/Sn.$$

K = (0,3665 – 0,5128)/1,0206

K = -0,1433

Persamaan Distribusi Log Pearson Type III sebagai berikut :

$$Xtr = X + K. Sx$$

Dimana:

Xtr = Curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm).

X = Curah hujan maksimum rata-rata

Sx = Standar deviasi

K = Faktor frekuensi

Sn, Yn = Faktor pengurangan deviasi standar rata-rata sebagai fungsi dari jumlah data.

Xtr = 121,73 + 0,3665. 30,43

Xtr = 117,37

Berikut adalah hasil analisis persamaan distribusi Gumbel :

Tabel IV-11 Perhitungan Analisis Distribusi Gumbel

No.	Tahun	X	$(X_i - \overline{X})^2$	X_{urut}	Tr (tahun)
1	1998	121.03	0.48	189.63	16.00
2	1999	127.70	35.68	150.15	8.00
3	2000	89.59	1033.01	145.19	5.33
4	2001	94.74	728.12	142.70	4.00
5	2002	123.77	4.19	128.59	3.20
6	2003	72.84	2389.62	127.70	2.67
7	2004	121.57	0.03	126.71	2.29
8	2005	142.70	439.86	123.77	2.00
9	2006	74.00	2277.88	121.57	1.78
10	2007	189.63	4611.26	121.03	1.60
11	2008	150.15	807.67	117.69	1.45
12	2009	145.19	550.35	94.74	1.33
13	2010	128.59	47.15	89.59	1.23
14	2011	126.71	24.83	74.00	1.14
15	2012	117.69	16.30	72.84	1.07

Jumlah data yang dipergunakan	n	15
Jumlah nilai data	ΣX	1825.91
Nilai rata-rata	$\overline{X}$	121.73
Jumlah selisih dengan mean pangkat 2	$\Sigma(X_i - \overline{X})^2$	12966.41
Standard deviasi	S_X	30.43
Koefisien y_n (reduced mean)	Y_n	0.5128
Koefisien s_n (reduced S_d)	S_n	1.0206

Tr (tahun)	Y_{Tr}	X_{Tr} (mm)	Peluang
2	0.3665	117.37	0.50
5	1.4999	151.16	0.20
10	2.2504	173.54	0.10
25	3.1985	201.81	0.04
50	3.9019	222.79	0.02
100	4.6001	243.61	0.01

Dari hasil analisa frekuensi untuk masing-masing Lokasi Pekerjaan diatas, diperoleh intensitas curah hujan untuk beberapa periode ulang yang lazim digunakan untuk perencanaan.

Resume perhitungan intensitas curah hujan untuk beberapa periode ulang ini disajikan dalam tabel dan grafik berikut ini.

Tabel IV-12 Intensitas Curah Hujan Hailai Marina

Periode Ulang	Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana (mm)					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
2	121.73	118.11	119.82	117.37	120.46	120.46
5	147.29	145.42	147.46	151.16	147.36	148.92
10	160.68	161.87	162.80	173.54	162.27	163.53
25	171.64	180.13	178.21	201.81	178.08	179.53
50	184.11	195.76	190.47	222.79	188.85	189.70
100	192.64	209.35	200.21	243.61	198.57	198.11

4.5.3 PENGUJIAN KECOCOKAN

Pengujian kecocokan sebaran dengan metode Smirnov-Kolmogorov adalah untuk menguji apakah sebaran yang dipilih dalam pembuatan duration curve cocok dengan sebaran empirisnya. Prosedur dasarnya mencakup perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulat teori. Secara lengkap urutan pengerjaan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov yang dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Data curah hujan harian diurutkan dari kecil ke besar.
- Menghitung besarnya harga probabilitas dengan persamaan Weibull.
- Dari grafik pengeplotan data curah hujan di kertas probabilitas akan didapat perbedaan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris yang disebut dengan Δhit. Harga Δhit tersebut kemudian dibandingkan dengan Δcr yang didapat dari tabel Smirnov-Kolmogorov untuk suatu derajat tertentu (Δ), di mana untuk bangunan-bangunan air harga Δ diambil 5 %.
- Bila harga Δhit < Δcr, maka dapat disimpulkan bahwa penyimpangan yang terjadi masih dalam batas-batas yang diijinkan.

Perhitungan uji kecocokan distribusi intensitas curah hujan ini menggunakan perhitungan metode Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

Tabel IV-13 Uji Kecocokan Curah Hujan Regional

No.	Selisih Untuk Nilai Kritis 5 %					
	Normal	Log Normal 2 Paramater	Log Normal 3 Paramater	Gumbell	Pearson III	Log Pearson III
1	24.57	19.15	18.46	**1.48**	18.68	17.97
2	5.18	3.94	3.98	**16.33**	4.19	4.07
3	8.00	0.68	1.03	**8.12**	0.57	0.35
4	0.58	5.00	5.61	**0.89**	4.98	4.17
5	7.67	3.83	3.01	**7.11**	3.78	5.24
6	3.29	0.41	0.58	**1.25**	0.30	2.41
7	0.64	2.24	3.38	**3.79**	2.40	0.33
8	2.05	2.46	3.73	**6.41**	2.67	0.67
9	10.50	3.04	4.42	**9.45**	3.28	0.63
10	17.97	5.00	6.48	**14.02**	5.27	0.81
11	22.64	3.91	5.48	**15.76**	4.22	0.77
12	6.59	16.98	15.33	**1.95**	16.64	22.14
13	30.92	20.24	18.52	**1.49**	19.88	25.86
14	4.67	34.08	32.28	**10.61**	33.69	40.13
15	5.24	33.60	31.74	**3.18**	33.20	40.07
Selisih Maks	30.92	34.08	32.28	16.33	33.69	40.13
Uji Kecocokan	35.00					
Korelasi	Diterima	Diterima	Diterima	**Diterima**	Diterima	Ditolak

Pengujian kecocokan sebaran adalah untuk menguji apakah sebaran yang di pilih dalam pembuatan duration curve cocok dengan sebaran empirisnya.

Pada analisis ini dilakukan uji kecocokan sebaran data menggunakan metode standar deviasi. Dari beberapa metode yang dilakukan kemudian dipilih sebaran yang cocok atau memenuhi standar deviasi.

Dari hasil perhitungan resume uji kecocokan curah hujan regional di atas, maka dipilih metoda distribusi gumbel. Karena jumlah perhitungan gumbel lebih kecil dengan selisih untuk nilai kritis 5 %, dan gumbel memiliki nilai selisih lebih kecil dengan metoda distribusi lainya.

4.6 ANALISIS INTENSITAS HUJAN

Bermacam-macam metoda untuk menentukan intensitas hujan, terutama untuk intensitas hujan dalam waktu yang pendek. Ditinjau sifat data yang dipakai, metoda tersebut terbagi atas:

- Memakai data intensitas hujan yang dicatat dalam waktu yang pendek.
- Memakai curah hujan harian maksimum untuk berbagai periode ulang sebagai data basis

Untuk memperoleh kurva IDF (Intensity Duration Frequency), digunakan metoda dari Prof. Talbot yang menggunakan data harian maksimum untuk mendapatkan intensitas hujan dengan rumus sebagai berikut:

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

Di mana:

a,b = konstanta tak berdimensi

t = durasi hujan (menit)

I = intensitas hujan (mm/jam)

Untuk memperoleh konstanta a dan b digunakan rumus sebagai berikut:

$$a = \frac{[It]x[I^2] - [I^2t]x[I]}{Nx[I^2] - [I]x[I]} \quad ; \quad b = \frac{[It]x[I] - [I^2t]xN}{Nx[I^2] - [I]x[I]}$$

dengan:

N = jumlah data

I = intensitas curah hujan (mm)

Tabel IV-14 Intensitas Hujan Hailai Marina

No	Tahun	Curah Hujan (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)
1	2	117.37	26.4
2	5	151.16	34.0
3	10	173.54	39.0
4	25	201.81	45.4
5	50	222.79	50.1
6	100	243.61	54.8

4.7 ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA

Penentuan debit banjir rencana, dilakukan menurut ketentuan Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana, SNI. Penentuan debit banjir yang dilakukan adalah dengan Metode Unit Hidrograf (Hidrograf Sintetik).

Pada analisis ini digunakan metode hidrograf satuan sintetis nakayasu untuk menyelesaikan perhitungan analisis debit banjir rencana. Berikut perhitungan debit banjir nakayasu.

Parameter Unit Hidrograf yang dibutuhkan :

1. Panjang Sungai/Saluran

L = 2,720 km

2. Luas DAS

F_{DAS} = 384,31 ha

= 3,8431 km

3. Koef. Pengaliran DAS

CW_{DAS} = 0,800

Data CW_{DAS} di dapat kan dari tabel Angka Koefisien Aliran Untuk Tata Guna Lahan, tabel bisa dilihat sebagai berikut :

Tabel IV-15 Angka Koefisien Aliran (C)

(Sumber: McGueen 1989 dalam Suripin 2003)

Tata guna lahan		*C*			C_{avg}
Kawasan Perdagangan	Komersial	0.70	~	0.95	0.83
	Sekitar komersial	0.50	~	0.70	0.60
Kawasan Industri	Industri kurang padat	0.50	~	0.80	0.65
	Industri padat	0.50	~	0.90	0.70
Kawasan Pemukiman	Pemukiman padat	0.65	~	0.80	0.73
	Pemukiman sedang	0.50	~	0.70	0.60
	Pemukiman tidak padat	0.30	~	0.50	0.40
Daerah hijau dan lain-lain	Lahan hijau	0.10	~	0.25	0.18
	Lapangan olahraga	0.20	~	0.35	0.28
	Lapangan golf	0.20	~	0.40	0.30
	Sawah dan hutan	0.10	~	0.30	0.20

Penetapan angka koefisien aliran ini mempersentasikan efek daerah aliran sungai terhadap kehilangan air hujan menjadi aliran permukaan, dimana angka koefisien aliran itu sendiri tergantung pada kondisi alam permukaan tanah. Maka untuk analasis debit banjir rencana angak koefisien aliran adalah 0,80 dilihat dari kondisi alam permukaan tanah di daerah pengaliran pemukiman, dengan tata guna lahan berupa pemukiman yang padat dengan rata-rata nilai koefisien pada 0,65-0,80, dan karena kawasan Hailai Marina itu sendiri adalah kawasan berpemukiman yang padat.

4. Time Tag (Tg)/Waktu Konsentrasi

Tg = 0,423 jam

Tg adalah time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam). Untuk perhitungan Time Tag(Tg) harus mengikuti syarat sebagai berikut:

Untuk L < 15 Km Nilai $Tg = 0{,}21\ L^{0{,}70}$

Untuk L > 15 Km Nilai $Tg = 0{,}40 + 0{,}058\ L$

Maka, Perhitungan Time Tag(Tg) pada Analisis ini adalah :

$$Tg = 0{,}21\ L^{0{,}70} = 0{,}21 * 2{,}720^{*0{,}70} = 0{,}423 \text{ jam}$$

Dikarenakan nilai L dalam analisis ini kurang dari 15 Km.

5. Satuan Waktu Hujan (tr)

tr = 0,317 jam

Untuk perhitungan Satuan Waktu Hujan atau Waktu Hujan Efektif (Tr) harus mengikuti syarat sebagai berikut:

tr = 0,50Tg sampai 1,0Tg (jam)

maka, perhitungan peritungan Satuan Waktu Hujan (tr) pada Analisis ini adalah :

tr = 0,75 * 0,423 = 0,317 jam

di ambil nilai 0,75 dikarenakan nilai tengahnya.

6. Peak Time(Tp)/Tenggang Waktu

Tp = Tg + 0,8.tr = 0,68 jam

Untuk perhitungan Peak Time (Tp)/ Nilai tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir di hitung dengan persamaan di atas. Maka apabila diuraikan persamaan perhitungan Peak Time (Tp) tersebut adalah :

Tp = 0,423 + 0,8 * 0,317 = 0,68 jam

Jadi hasil perhitungan Peak Time(Tp)/Nilai Tenggang waktu pada analisis hidrograf nakayasu ini adalah 0,677 jam.

7. Parameter Hidrograf

Parameter Alfa (α) = 2

Nilai α merupakan faktor koefisien yang ditetapkan berdasarkan bentuk hidrograf banjir yang terjadi pada daerah aliran sungai. Dengan besarnya α :

α = 2,0 Untuk daerah pengaliran biasa

α = 1,5 Untuk bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat

α = 3,0 Untuk bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat

jadi, ditentukan nilai α = 2,0 pada analisis hidrograf ini, karena kondisi aslinya berupa daerah pengaliran biasa

$T_{0,3}$ = 0,846

Parameter di atas adalah waktu yang diperlukan penurunan debit, dari debit puncak sampai 30% (jam) dengan penurunan debit $T_{0,30}$ dihitung dengan persamaan :

$T_{0,30} = \alpha \times Tg,$

Maka apabila diuraikan persamaan perhitungan $T_{0,30}$ tersebut adalah :

$T_{0,30} = 2,0 \times 0,423 = 0,846$

$0,5T_{0,3}$ = 0,42 jam

Maka apabila diuraikan persamaan perhitungan $0,5T_{0,30}$ tersebut adalah :

0,5 * 0,846 = 0,423 jam

$1,5T_{0,3}$ = 1,27 jam

c

$2,0T_{0,3}$ = 1,69 jam

Maka apabila diuraikan persamaan perhitungan $2,0T_{0,30}$ tersebut adalah :

2,0 * 0,846 = 1,692 jam

8. Curah Hujan Spesifik (R_0)

R_0 = 1 mm

Parameter untuk Curah Hujan Spesifik (R_0) atau hujan satuan (mm) sudah di tentukan dengan nilai 1 mm.

9. Debit Puncak

Qp = 0,81 m^3/dt/mm

Penentuan debit banjir yang dilakukan adalah dengan Metode Unit Hidrograf (Hidrograf Sintetik) dengan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Qp = \frac{CA \,.\, Ro}{3{,}6(0{,}3Tp + T_{0,3})}$$

Maka apabila diuraikan persamaan perhitungan Qp tersebut adalah :

$$Qp = \frac{0{,}80 \text{ x } 3{,}843 \text{ x } 1}{3{,}6(0{,}3 \text{ x } 0{,}68 + 0{,}846)} = 0{,}81 \text{ m}^3\text{/dt/mm}$$

10. Base Flow

Qb = 0,41 m³/dt/mm

Maka apabila diuraikan persamaan perhitungan Base Flow atau aliran dasar tersebut adalah :

Qb = 0,5 * Qp = 0,5 * 0,81 = 0,41 m³/dt/mm

Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu adalah sebagai berikut :

1. Bagian lengkung naik (rising limb) hidrograf satuan mempunyai persamaan :

$0 \leq t \leq Tp$

$$Q_t = Q_p\left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4}$$

Dimana:

Q_t = Debit limpasan sebelum sampai puncak banjir (jam)

t = waktu (jam)

Persamaan tersebut apabila diuraikan menggunakan parameter yang sudah ada menjadi :

$$Q_t = 0{,}81\left(\frac{0{,}25}{0{,}68}\right)^{2,4} = 0{,}073 \text{ m}^3\text{/dt}$$

2. Bagian lengkung turun (decreasing limb) hidrograf satuan mempunyai persamaan:

$T_P \leq t \leq T_P + T_{0,30}$

$$Q_t = Q_p * 0.3^{\frac{t - T_P}{T_P}}$$

Persamaan tersebut apabila diuraikan menggunakan parameter yang sudah ada menjadi :

$$Q_t = 0{,}81 * 0.3^{\frac{1 - 0{,}68}{0.68}} = 0{,}243 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$T_p + T_{0,3} \leq t \leq T_p + T_{0,3} + 1{,}5\ T_{0,3}$

$$Q_t = Q_p * 0{,}3^{\frac{t - T_p + 0{,}5 T_{0,3}}{1{,}5 T_{0,3}}}$$

Persamaan tersebut apabila diuraikan menggunakan parameter yang sudah ada menjadi :

$$Q_t = 0{,}81 * 0{,}3^{\frac{1.25 - 0{,}68 + 0{,}423}{1{,}269}} = 0{,}316 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$t \geq T_p + T_{0,3} + 1{,}5\ T_{0,3}$

$$Q_t = Q_p * 0.3^{\frac{t - T_p + 1{,}5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}}}$$

Persamaan tersebut apabila diuraikan menggunakan parameter yang sudah ada menjadi :

$$Q_t = 0{,}81 * 0.3^{\frac{1{,}75 - 0{,}68 + 1{,}269}{1{,}692}} = 0{,}153 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Berikut perhitungan debit banjir nakayasu.

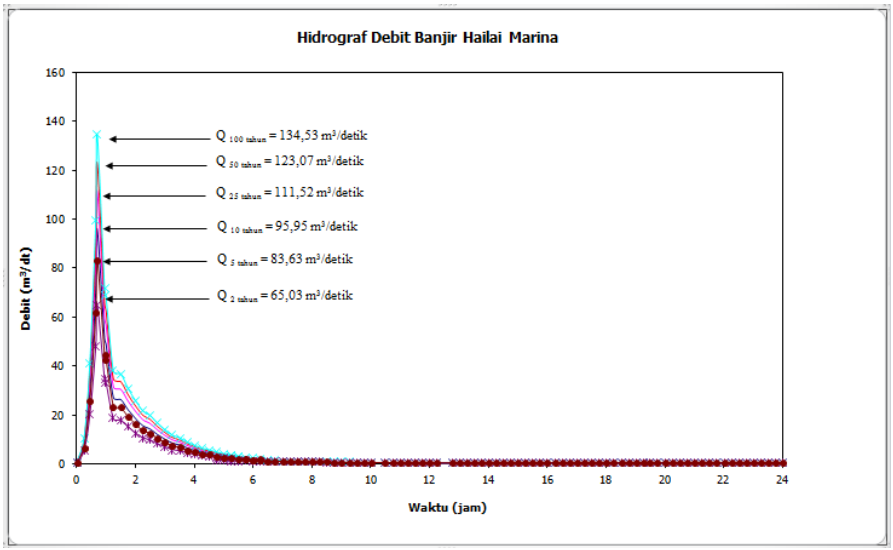
Tabel IV-16 Perhitungan Unit Hidrograf

No	Parameter Unit Higrograf			
1	Panjang sungai/saluran (L)			
	L	=	2.720	km
2	Luas DAS			
	F_{DAS}	=	3.843	km^2
3	Koef. Pengaliran DAS			
	Cw_{DAS}	=	0.800	
4	Time tag (Tg)			
	Tg	=	0.423	jam
	Syarat :			
	L < 15 km; Tg = 0,4 +0,058L			
	L > 15 km; Tg = $0,21L^{0,7}$			
5	Satuan waktu hujan (tr)			
	tr	=	0.317	jam
	Syarat :			
	tr = 0,5 tg s.d 1,0 tg			
6	Peak time (Tp)			
	Tp = tg + 0,8.tr	=	0.68	jam
7	Parameter hidrograf			
	Parameter alfa (a)	=	2	
	$T_{0,3}$	=	0.846	
	$0,5T_{0,3}$	=	0.42	jam
	$1,5T_{0,3}$	=	1.27	jam
	$2,0T_{0,3}$	=	1.69	jam
8	Curah hujan spesifik (R_0)			
	R_0	=	1	mm
9	Debit puncak			
	Qp	=	0.81	$m^3/dt/mm$
10	Base flow			
	Qb	=	0.41	$m^3/dt/mm$

Berikut adalah hasil Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu yang mana penentuan parameter dan penguraian persamaan perhitungannya sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.

Tabel IV-17 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Waktu	Lengkung Naik	Lengkung Turun			Jumlah	Debit Unit Hidrograf
	$0 < t < Tp$	$Tp < t < T_{0,3}$	$T_{0,3} < t < 1{,}5T_{0,3}$	$1{,}5T_{0,3} < t < 24$		
t	$(t/Tp)^{2.4}$	$\frac{(t-Tp)}{T_{0,3}}$	$\frac{(t-Tp+0.5T_{0,3})}{(1.5T_{0,3})}$	$\frac{(t-Tp+1.5T_{0,3})}{(2T_{0,3})}$	Koef.	Qt
jam						m^3/dt
1	2	3	4	5	6=2+3+4+5	7
0.00	0.00				0.00	0.000
0.25	0.09				0.09	0.074
0.45	0.38				0.38	0.305
0.65	0.91				0.91	0.738
0.68	1.00				1.00	0.813
0.70		0.03			0.03	0.787
0.84		0.19			0.19	0.644
0.95			0.55		0.55	0.419
1.00			0.59		0.59	0.400
1.26			0.80		0.80	0.312
1.25				1.08	1.08	0.220
1.50				1.23	1.23	0.184
1.75				1.38	1.38	0.154
2.00				1.53	1.53	0.129
2.25				1.68	1.68	0.108
2.50				1.82	1.82	0.090
2.75				1.97	1.97	0.076
3.00				2.12	2.12	0.063
3.25				2.27	2.27	0.053
3.50				2.42	2.42	0.044
3.75				2.56	2.56	0.037
4.00				2.71	2.71	0.031
4.25				2.86	2.86	0.026
4.50				3.01	3.01	0.022
4.75				3.16	3.16	0.018
5.00				3.30	3.30	0.015
5.25				3.45	3.45	0.013
5.50				3.60	3.60	0.011
5.75				3.75	3.75	0.009
6.00				3.90	3.90	0.007
6.25				4.04	4.04	0.006
6.50				4.19	4.19	0.005
6.75				4.34	4.34	0.004
7.00				4.49	4.49	0.004
7.25				4.63	4.63	0.003
7.50				4.78	4.78	0.003
7.75				4.93	4.93	0.002
8.00				5.08	5.08	0.002
8.25				5.23	5.23	0.002
8.50				5.37	5.37	0.001
8.75				5.52	5.52	0.001
9.00				5.67	5.67	0.001
9.25				5.82	5.82	0.001
9.50				5.97	5.97	0.001
9.75				6.11	6.11	0.001
10.00				6.26	6.26	0.000
10.50				6.56	6.56	0.000
10.75				6.71	6.71	0.000
11.00				6.85	6.85	0.000
11.25				7.00	7.00	0.000
11.50				7.15	7.15	0.000
11.75				7.30	7.30	0.000
12.00				7.45	7.45	0.000
12.25				7.59	7.59	0.000
12.75				7.89	7.89	0.000
13.00				8.04	8.04	0.000
13.25				8.19	8.19	0.000
13.50				8.33	8.33	0.000
13.75				8.48	8.48	0.000
14.00				8.63	8.63	0.000
14.25				8.78	8.78	0.000
14.50				8.92	8.92	0.000
14.75				9.07	9.07	0.000
15.00				9.22	9.22	0.000
15.25				9.37	9.37	0.000
15.50				9.52	9.52	0.000
15.75				9.66	9.66	0.000
16.00				9.81	9.81	0.000
16.25				9.96	9.96	0.000
16.50				10.11	10.11	0.000
16.75				10.26	10.26	0.000
17.00				10.40	10.40	0.000
17.25				10.55	10.55	0.000
17.50				10.70	10.70	0.000
17.75				10.85	10.85	0.000
18.00				11.00	11.00	0.000
18.25				11.14	11.14	0.000
18.50				11.29	11.29	0.000
18.75				11.44	11.44	0.000
19.00				11.59	11.59	0.000
19.25				11.74	11.74	0.000
19.50				11.88	11.88	0.000
19.75				12.03	12.03	0.000
20.00				12.18	12.18	0.000
20.25				12.33	12.33	0.000
20.50				12.48	12.48	0.000
20.75				12.62	12.62	0.000
21.00				12.77	12.77	0.000
21.25				12.92	12.92	0.000
21.50				13.07	13.07	0.000
21.75				13.21	13.21	0.000
22.00				13.36	13.36	0.000
22.25				13.51	13.51	0.000
22.50				13.66	13.66	0.000
22.75				13.81	13.81	0.000
23.00				13.95	13.95	0.000
23.25				14.10	14.10	0.000
23.50				14.25	14.25	0.000
23.75				14.40	14.40	0.000
24.00				14.55	14.55	0.000



Gambar 0-5 Grafik Hidrograf Debit Banjir Hailai Marina

4.8 PEMODELAN MENGGUNAKAN HEC RAS

Untuk mengetahui fenomena perilaku hidraulika aliran di dalam saluran long storage yang menjadi objek perencanaan, diperlukan suatu simulasi/analisa numerik yang mampu menggambarkan kondisi saluran eksisting maupun rencana.

Analisis dilakukan dengan menggunakan program pemodelan matematik HEC-RAS 4.1.0. Prosedur penggunaan *sofware* tersebut dilakukan sesuai dengan prosedur pengerjaan HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center's-River Analysis System*) dirancang untuk membuat simulasi aliran sutu dimensi. Perangkat lunak ini menyediakan fungsi-fungsi sebagai berikut:

- Manajemen File
- Input Data dan Pengeditan
- Analisa Hidraulika
- Keluaran (Tabel, Grafik, Gambar)

Pada HEC RAS analisis hidraulika yang disediakan meliputi dua analisis yaitu *steady flow dan unsteady flow*. Perangkat lunak ini dapat menangani analisis pada saluran bercabang atau saluran tunggal pengaruh dari berbagai bangunan seperti jembatan, gorong-gorong, bendung dapat dimasukan pada sistem.

Analisis yang dilakukan meliputi analisis kemampuan saluran eksisting maupun rencana. Analisis dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran dalam mengalirkan debit langkah-langkah pemodelan adalah sebagai berikut:

a. Membuat skematik jaringan irigasi yang akan dimodelkan berdasarkan hasil pengukuran lapangan
b. Memasukan data geometri saluran
c. Mendefinisikan kondisi-kondisi batas/boundary condition yang akan digunakan dalam analisis.
d. Menjalankan program pemodelan
e. Mencetak hasil/*output*

4.9 PEMODELAN POMPA HAILAI MARINA

Pemodelan pompa Hailai Marina ini dilakukan untuk mendapatkan kapasitas pompa yang diperlukan untuk mengetahui evaluasi kapasitas pompa yang ada di sesuaikan dengan data debit banjir rencana yang dihitung berdasarkan data hidrologi serta koefisien pengaliran yang sesuai dengan kondisi yang ada saat ini serta perkiraan perkembangan lahan beberapa tahun kedepan. Kebutuhan kapasitas pompa direncanakan terhadap banjir periode ulang rencanaan 25 tahun.

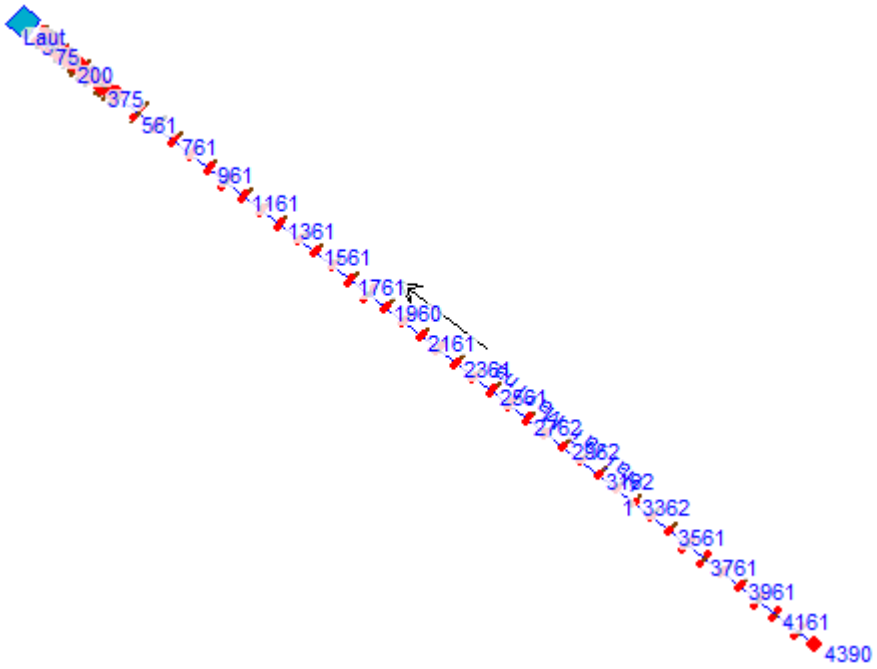
4.9.1 SKEMATIK PEMODELAN POMPA HAILAI MARINA

Tujuan utama pemodelan yang ingin dicapai adalah untuk mendapatkan tinggi muka air maksimum dalam *long storage* pompa serta kapasitas pompa yang diperlukan untuk mengetahui seberapa besar efektifitas pompa yang ada sesuai dengan pola operasi pompa saat ini.

Langkah pertama dalam melakukan pemodelan adalah membuat skematik long storage serta kapasitas pompa yang di rencanakan. Skematik long storage dibuat berdasarkan titik-titik koordinat as saluran hasil pengukuran lapangan dalam survey topografi. Skematik pemodelan dapat diperhatikan pada pompa ini.

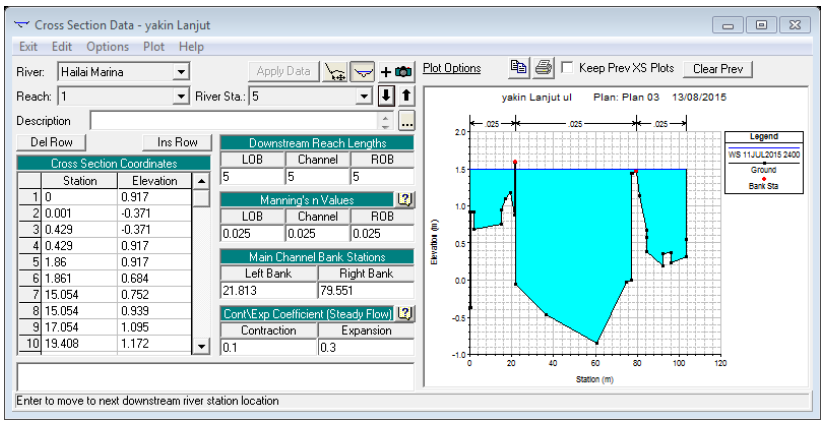
4.9.2 DATA GEOMETRI

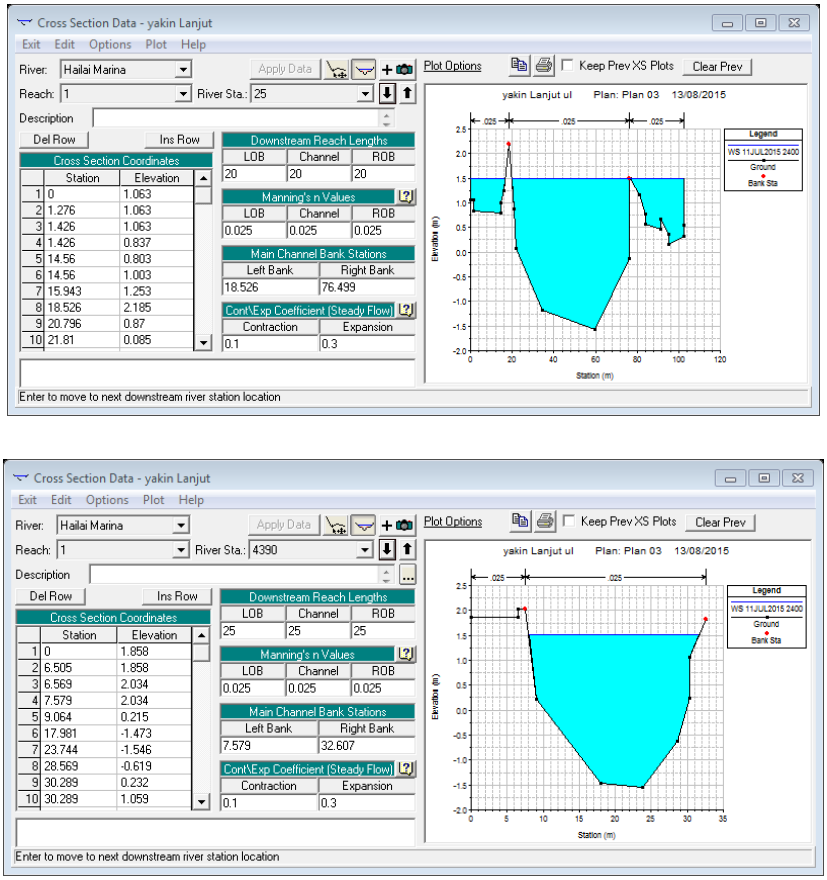
Data geometri long storage dimasukan melalui data potongan melintang. Dari data cross hasil pengukuran lapang selanjutnya dihitung elevasi tiap titik cross dan jarak kumulatif dari setip titik pengukuran lapangan yang direncanakan dengan kondisi perencanaan tertentu. Hasil dari perencanaan inilah yang menjadi input data potongan melintang. Elevasi dasar sampai tanggul longstorage yang di rencankan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas suatu pompa yang di gunakan, kapasitas pompa beserta level operasi yang direncanakan merupakan bagian dalam input geometri data.



Gambar IV-6 Geometri Long Storage

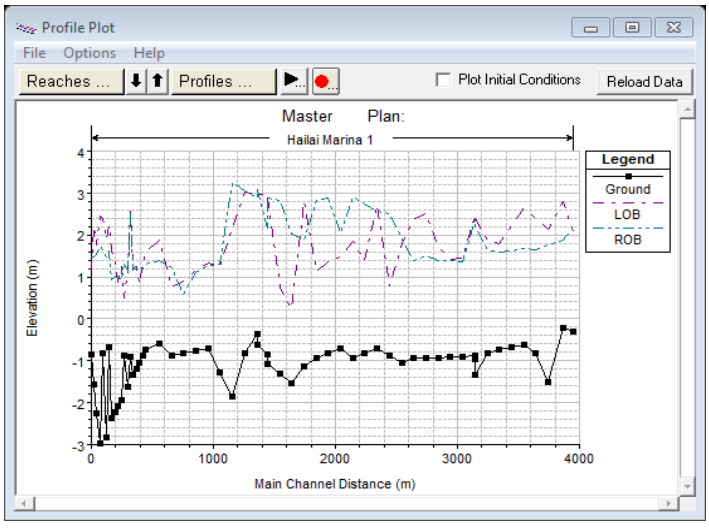
Berikut ini contoh *input cross section* data potongan melintang dan potongan memanjang *long storage* rencana :





Gambar IV-7 Potongan Melintang Long Storage

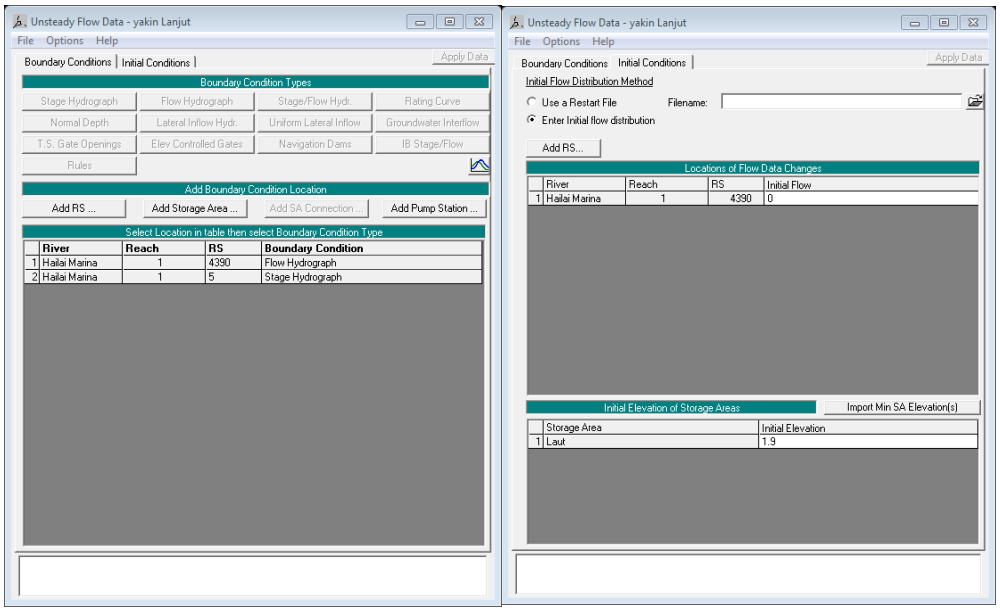
Gambar potongan memanjang *long storage* yang dimodelkan dapat di lihat sebagai berikut:



Gambar IV-8 Potongan Memanjang Long Storage

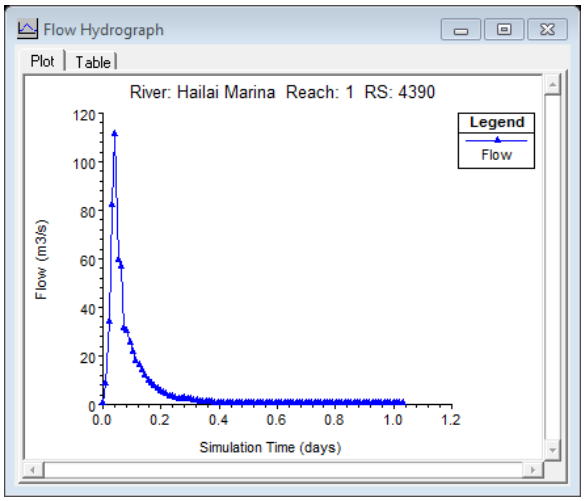
4.9.3 DATA FLOW BOUNDARY CONDITION

Besarnya debit yang harus dilayani oleh long storage dan pompa yang direncanakan akan berlaku sebagai boundary condition dalam pemodelan matematik ini. Besaran debit yang digunakan sebagai input merupakan debit banjir dengan periode ulang 25 tahun yang didistribusikan dalam bentuk hidrograf debit. Analisis dilakukan dengan unsteady flow analysis. Berikut ini contoh input data boudery condition:



Gambar IV-9 Flow Data Boundary Condition

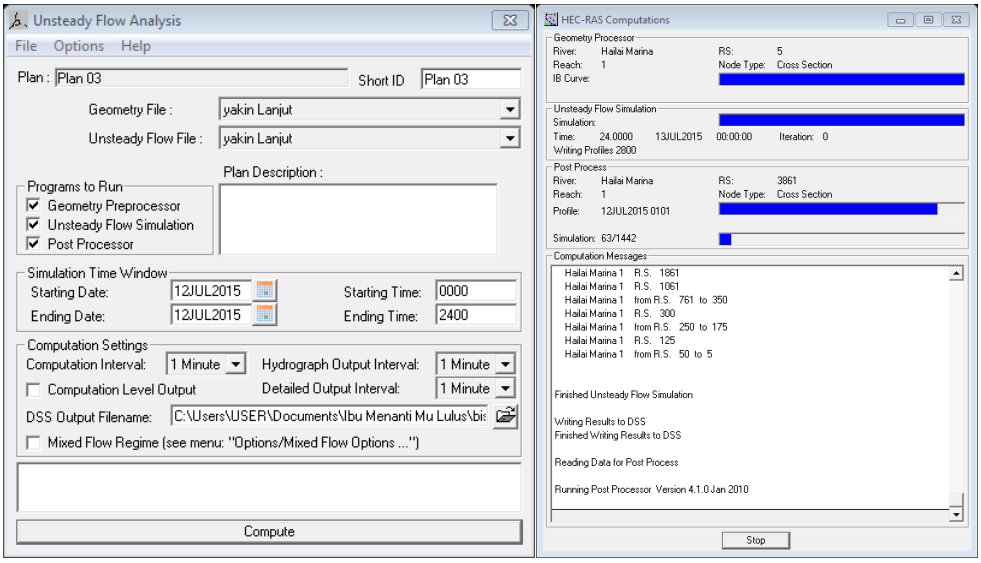
Adapun hidrograf banjir rencana periode ulang 25 tahun yang akan dilayani pompa Hailai Marina dapat di perhatikan pada gambar di bawah ini:



Gambar IV-10 Hidrograf Debit Banjir

4.9.4 RUNNING PROGRAM

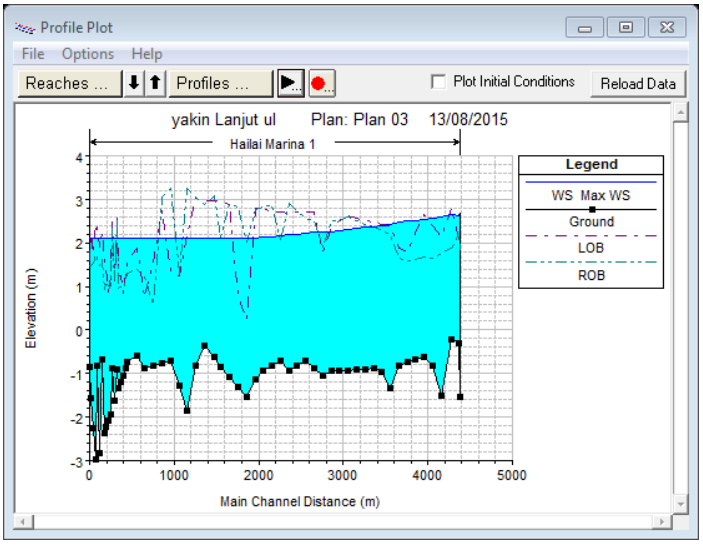
Proses running atau eksekusi program untuk kondisi rencana ini seperti gambar di bawah ini.



Gambar IV-11 Proses Running

4.9.5 HASIL RUNNING / OUTPUT

Apabila semua proses mulai dari awal sampai dengan akhir telah dilakukan dengan benar, maka akan diperoleh hasil pemodelan berupa profil muka air setiap selang waktu tertentu sesuai dengan yang telah ditetapkan saat eksekusi program dijalankan untuk setiap penampang *long storage* di sepanjang *long storage*, juga debit dan kecepatan di tiap-tiap segmen *long storage*. Berikut ini adalah profil muka dalam *long storage* yang diperoleh dari hasil running pada saat debit banjir rencana.

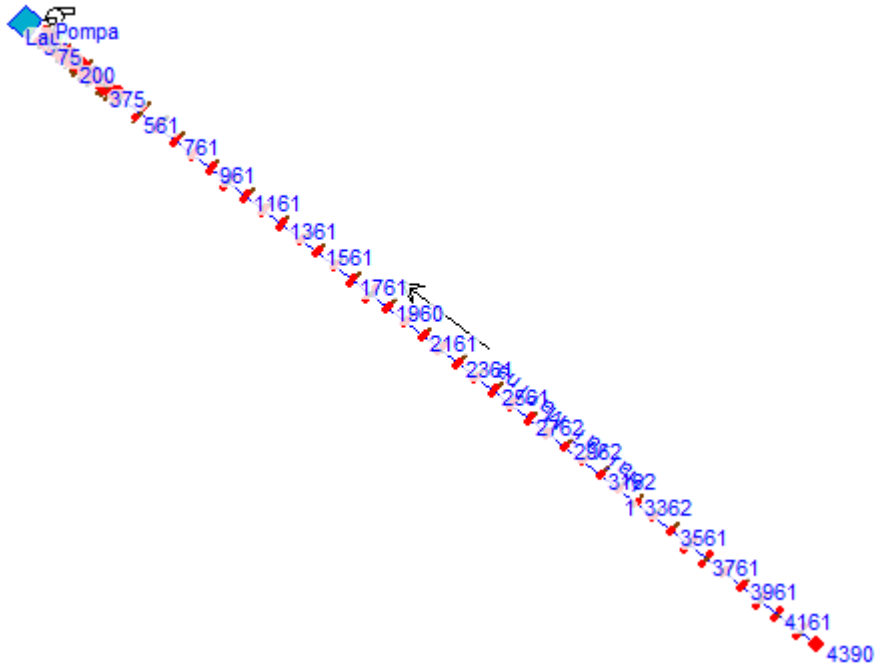


Gambar IV-12 Profil Muka Air Long Storage Hailai Marina Kondisi Awal

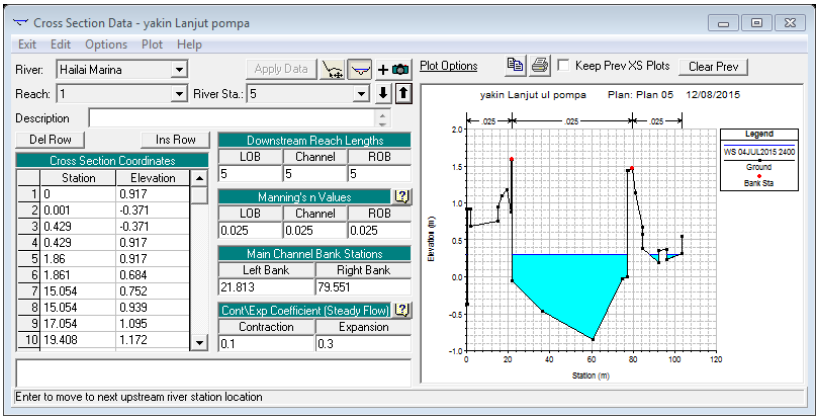
Dari gambar profil aliran/muka air hasil simulasi tersebut terlihat bahwa pada kondisi muka air maksimum, air melewati batas tanggul terlihat bahwa simulasi diatas menunjukan di beberapa titik penampang waduk mengalami kebanjiran.

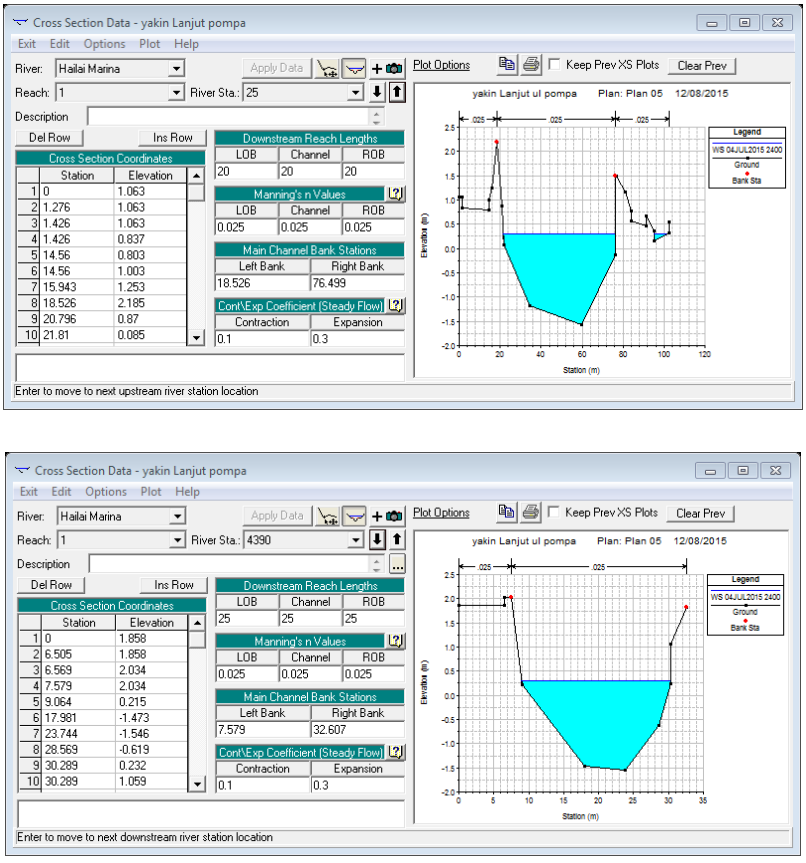
4.9.6 ALTERNATIF KAPASITAS DAN EFEKTIFITAS

Dari hasil memodelkan awal debit yang di berikan pada long storage di beberapa titik terjadi banjir di karenakan meluap pada tanggul oleh sebab itu di rencanakan untuk alternatif nya dengan memasang pompa untuk mengurangi debit yang masuk pada long storge.

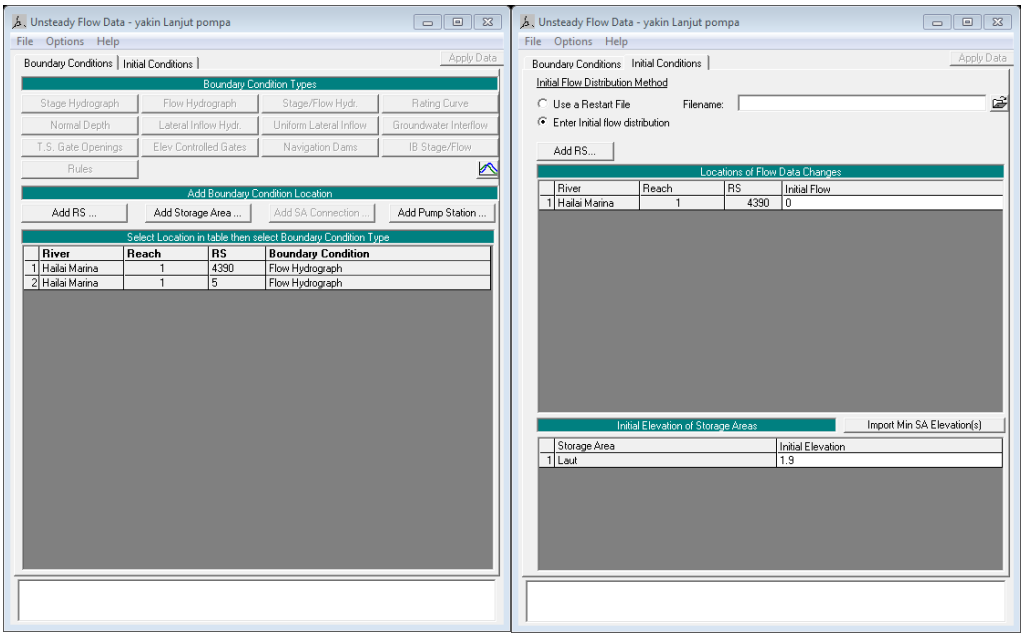


Gambar IV-13 Geometri Long Storage Dengan pompa

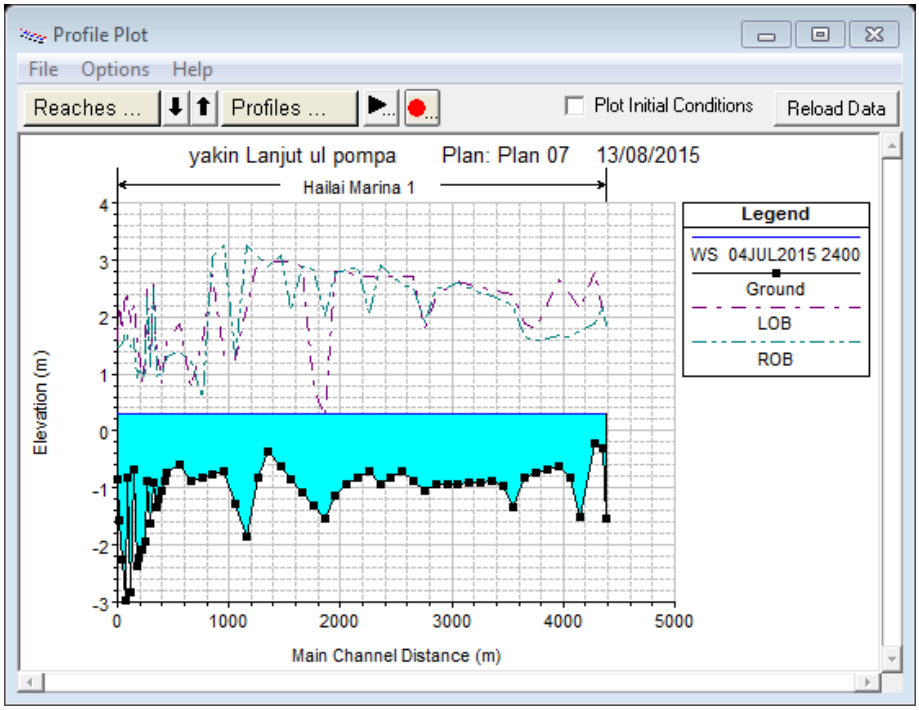




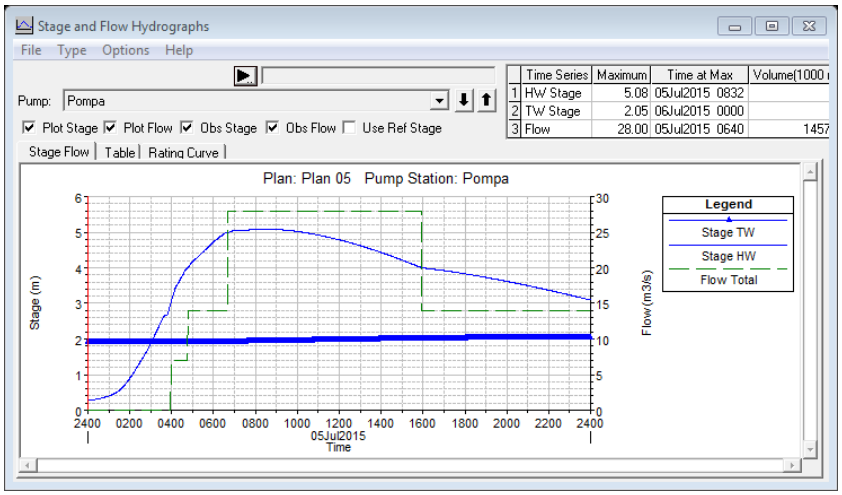
Gambar IV-14 Potongan Melintang Long Storage Dengan Pompa



Gambar IV-15 Flow Data Boundary Condition



Gambar IV-16 Profil Muka Air Long Storage Hailai Marina Kondisi Pompa



Gambar IV-17 Pola Operasi Dan Kapasitas Pompa Rencana

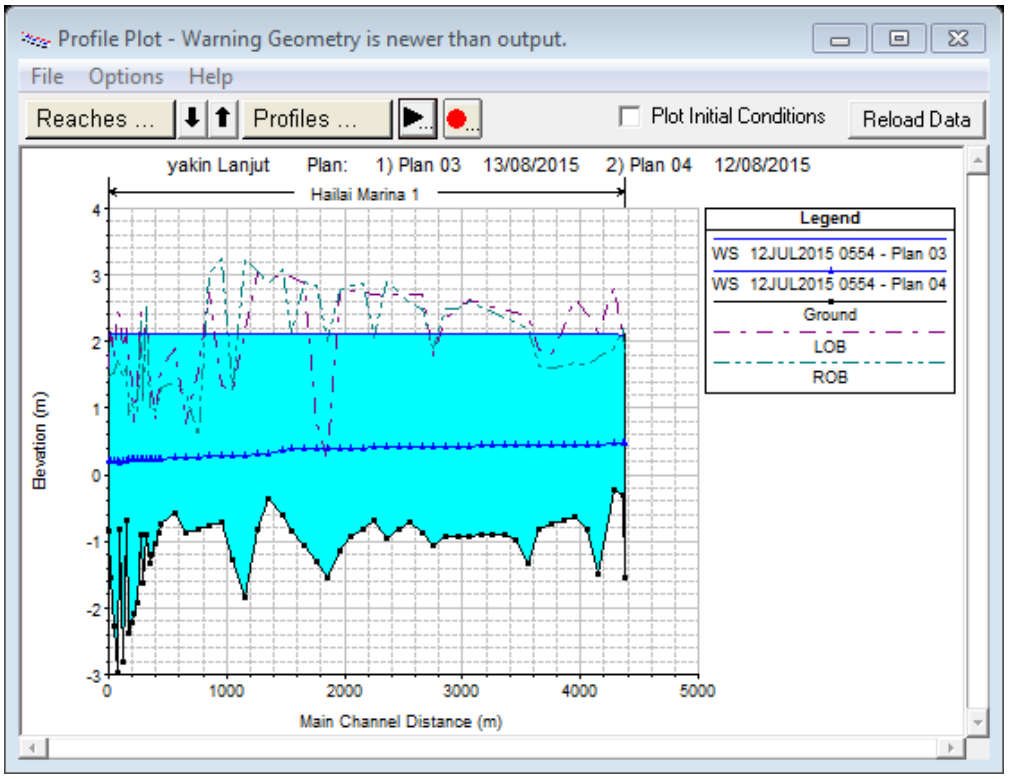
Dalam perencanaan kapasitas pompa dan efektifitas pompa yang diperlukan, besaran kapasitas direncanakan dengan cara intrasi terhadap kapasitas dan pola operasi pompa. Dalam perencanaan awal, kapasitas total pompa direncanakan sebesar 42.0 m3/det, terdiri dari 6 unit pompa kapasitas total pompa direncanakan sebesar 7.0 m/det, adapun pola operasi pompa sebagai berikut :

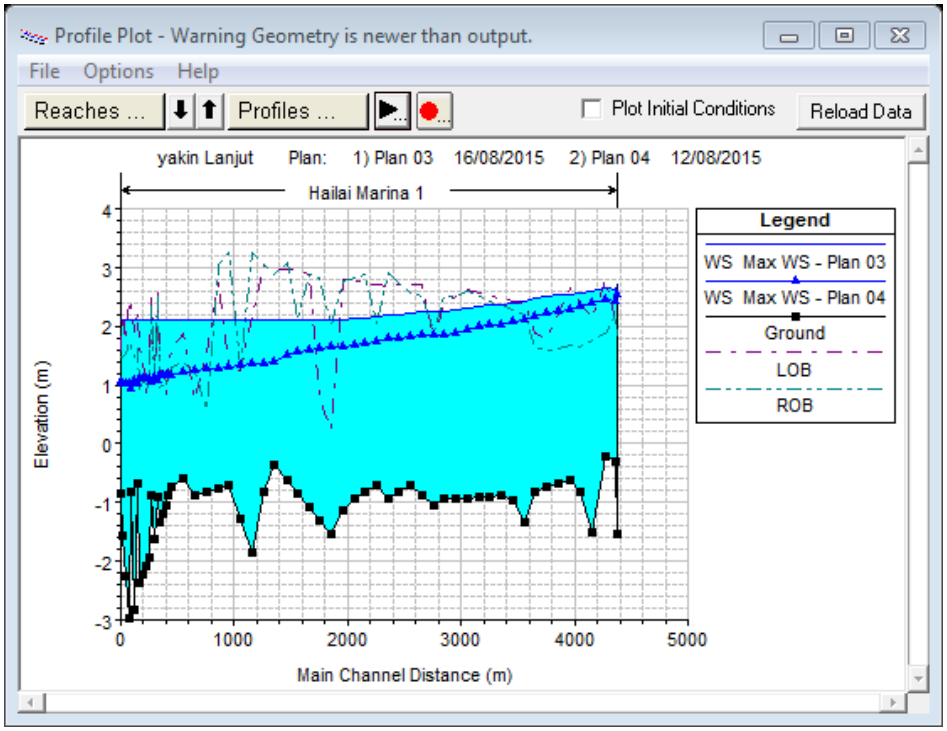
Tabel IV-18 Pola Operasi Pompa Untuk Kondisi Rencana

No. Pompa	Operasi Pompa		Kapasitas pompa (m^3/s)	Total Kapasitas pompa (m^3/s)
	On	Off		
1	0.5	0.2	7.0	7.0
2	0.6	0.3	7.0	14.0
3	0.7	0.4	7.0	21.0
4	0.8	0.5	7.0	28.0
5	0.9	0.6	7.0	35.0
6	1	0.7	7.0	42.0

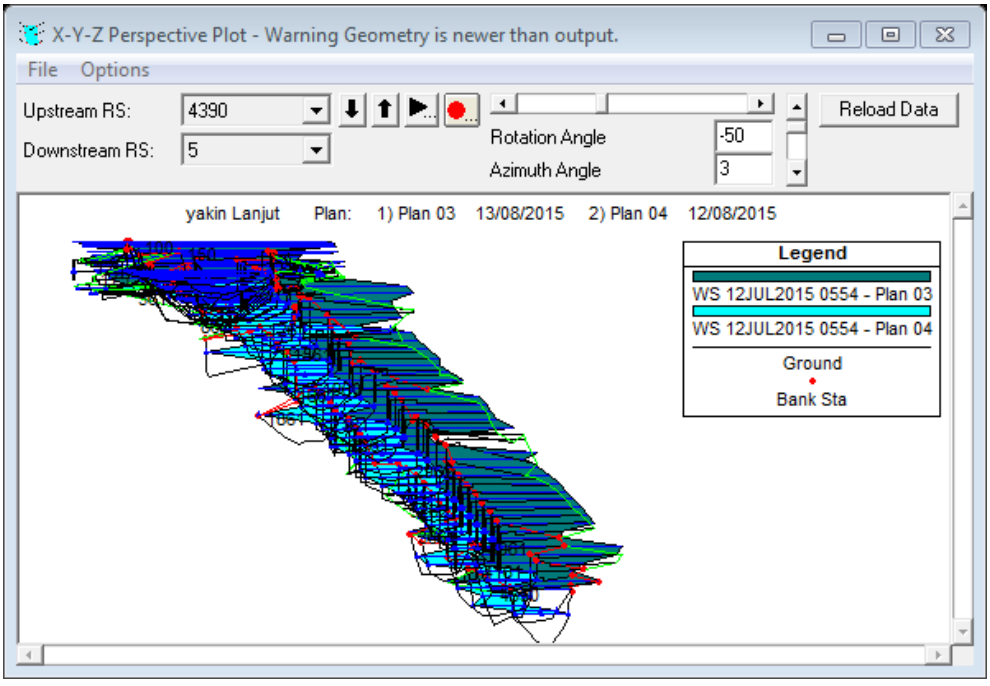
Tabel di atas ini menggambarkan pola pengoprasian pompa mulai dari on sampai dengan off, satuan oprasi pompa m^3/s. On dan of ini beda selisihnya 0.3 setiap pengoprasiannya.

Analisis kapasitas dan efektifitas pompa dilakukan dengan menggunakan software hecras untuk mendapatkan pemodelan langsung yang terjadi. Penggambaran model bisa dilihat antara perbandingan sebelum dan sesudah ada pompa yang di gunakan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.





Gambar IV-18 Perbandingan Kondisi pemodelan awal Dan Kondisi Menggunakan Pompa



Gambar IV-19 Bentuk Profil Penampang X-Y-Z