

**STUDI PERENCANAAN HIDROLIS PELIMPAH SAMPING
DAM SAMPEAN LAMA SITUBONDO**

LAPORAN PROYEK AKHIR

Oleh :

**Eko Prasetyo
NIM 001903103045**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2005**

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**STUDI PERENCANAAN HIDROLIS PELIMPAH SAMPING
DAM SAMPEAN LAMA SITUBONDO**

Oleh :

Eko Prasetyo
NIM: 001903103045

Mengetahui,

Jurusan Teknik Sipil
Ketua,

Program Studi D III Teknik Sipil
Ketua,

Ir. Hernu Suyoso
NIP 131660768

Jojok Widodo S., S.T., M.T.
NIP 132258074

Program Studi Teknik
Universitas Jember
Ketua,

Dr. Ir. R. Sudaryanto, DEA.
NIP 320002358

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**STUDI PERENCANAAN HIDROLIS PELIMPAH SAMPING
DAM SAMPEAN LAMA SITUBONDO**

Diajukan sebagai Syarat Yudisium pada Program Studi Diploma III
Jurusan Teknik Sipil – Program Studi Teknik
Universitas Jember

Oleh :

Eko Prasetyo
NIM: 001903103045

Telah Diuji dan Disetujui Oleh

Wiwik Yunarni, S.T.

Dosen Pembimbing I / Ketua Sidang

Tanggal :

Gusfan Halik, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II / Sek. Sidang

Tanggal :

Ir. Hernu Suyoso

Anggota Sidang

Tanggal :

Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.

Anggota Sidang

Tanggal :

Ir. Krisnamurti

Anggota Sidang

Tanggal :

RINGKASAN

**Studi Perencanaan Hidrolis Pelimpah Samping Dam Sampean Lama
Situbondo, Eko Prasetyo, 001903103045, 2005, 111 hal.**

Curah hujan yang cukup tinggi sebesar 280 mm pada daerah tangkapan hujan Sungai Sampean. Debit yang terjadi sebesar $1960 \text{ m}^3/\text{det}$, kapasitas di hilir Bendungan Sampean baru tidak mampu menerima debit sebesar itu. Besar debit yang tidak dapat ditampung sebesar $600 \text{ m}^3/\text{det}$ debit tersebut melimpas dan meruntuhkan tanggul di hulu sebelah kanan Dam Sampean Lama yang kapasitasnya sebesar $1360 \text{ m}^3/\text{det}$. Mengakibatkan banjir dan genangan di Kota Situbondo, ratusan rumah hancur, ribuan hektar sawah rusak dan beberapa buah jembatan putus dan tergerus pondasinya. Untuk itu sebagai salah satu alternative untuk memperkecil timbulnya kerugian akibat banjir tersebut dengan pembangunan Pelimpah Samping pada bagian hulu Dam Sampean Lama.

Perencanaan ini terdiri dari beberapa analisis yang meliputi: analisis hidrologi, hidrolika dan analisa stabilitas. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rancangan sebagai dasar perencanaan bangunan pelimpah, sedangkan untuk mengetahui karakteristik aliran sepanjang bangunan pelimpah dilakukan analisis hidrolika. Disamping itu perlu dilakukan kontrol stabilitas untuk memenuhi syarat-syarat keamanan bangunan.

Dari hasil perencanaan bangunan pelimpah ini diperoleh besar debit banjir rancangan yang merupakan penjumlahan debit total dari debit banjir rencana DAS Sampean Lama ditambah debit hasil penelusuran lewat sungai dari outflow pelimpah Bendungan Sampean Baru pada $Q_{50\text{th}}$ sebesar $2076 \text{ m}^3/\text{det}$. Debit yang dilimpahkan melalui Pelimpah Samping sebesar $716 \text{ m}^3/\text{det}$ pada elevasi + 43,170 m. Sedangkan untuk $Q_{100\text{th}}$ sebesar $2309 \text{ m}^3/\text{det}$ pada elevasi + 43,655 m dengan debit yang dilimpahkan sebesar $949 \text{ m}^3/\text{det}$ Lebar total Pelimpah Samping direncanakan 36 m dengan tinggi ambang pelimpah 2,8 m. Untuk kontrol stabilitas tubuh pelimpah dengan daya dukung tanah ijin $\bar{\sigma} = 436,636 \text{ t/m}^2$, ditinjau pada kondisi air kosong, normal dan banjir dengan keadaan gempa dan

tanpa gempa, stabilitas terhadap guling, geser, daya dukung tanah dan piping aman.

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisa data dan pembahasan adalah Pelimpah Samping dengan bentuk ambang tipe Ogee dan kolam olakan USBR IV dengan debit banjir rancangan Q_{50th} dan dikontrol pada debit banjir rancangan Q_{100th} , aman digunakan untuk perencanaan Pelimpah Samping.

Teknik Sipil, Program Studi Diploma III Teknik, Universitas Jember.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Analisa Hidrologi	4
2.1.1 Curah Hujan Rerata Harian Daerah Maksimum	4
2.1.2 Analisis Frekuensi	6
2.1.3 Analisis Curah Hujan Rancangan	6
2.1.4 Uji Kesesuaian Distribusi	7
2.1.5 Perhitungan Distribusi Curah Hujan Jam-jaman	9
2.1.6 Curah Hujan Netto	10
2.1.7 Debit Banjir Rancangan	11
2.2 Analisa Hidrolika	14
2.2.1 Perencanaan Bendung Samping	14
2.2.2 Penelusuran Banjir Lewat Sungai	14
2.2.3 Sifat Aliran Di Atas Bendung Samping	16
2.2.4 Teori Bendung Samping	18
2.2.5 Kemiringan Dasar Sungai	20

2.2.6	Dimensi Penampang Saluran	21
2.2.7	Profil Pelimpah	22
2.2.8	Tinggi Muka Air Di Atas Pelimpah	25
2.2.9	Peredam Energi	26
2.2.10	Panjang Lantai Peredam Energi	27
2.2.11	Panjang Lantai Lindung	30
2.2.12	Tinggi Jagaan dan Lebar Mercu Tanggul	30
2.3	Analisa Stabilitas Pelimpah	33
2.3.1	Stabilitas Terhadap Guling	33
2.3.2	Stabilitas Terhadap Geser	33
2.3.3	Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah	34
2.3.4	Daya Dukung Tanah Ijin	35
2.3.5	Kontrol Terhadap Bahaya Piping	37
2.4	Analisa Pembebanan	38
2.4.1	Gaya Akibat Tekanan Air	39
2.4.2	Berat Sendiri Bangunan	40
2.4.3	Tekanan Tanah	41
2.4.4	Gaya Akibat Gempa	42
2.4.5	Gaya Tekan Ke Atas	42
BAB 3.	METODOLOGI	44
3.1	Langkah-Langkah Pengerjaan Studi	43
3.2	Lokasi Studi dan Data Teknis Pelimpah Sampling	44
BAB 4.	DATA DAN ANALISA	48
4.1	Analisa Hidrologi	48
4.1.1	Data Hidrologi	48
4.1.2	Curah Hujan Rerata Harian Daerah Maksimum	48
4.1.3	Analisis Frekuensi Data Curah Hujan	48
4.1.4	Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Tipe III	49
4.1.5	Uji Kesesuaian Distribusi	51
4.1.6	Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jaman	53

4.1.7	Perhitungan Koefisien Pengaliran	55
4.1.8	Perhitungan Curah Hujan Netto Jam-jaman	55
4.1.9	Perhitungan Debit Banjir Rancangan	56
4.2	Analisa Hidrolika	62
4.2.1	Data Perencanaan	62
4.2.2	Penelusuran Banjir Lewat Sungai	62
4.2.3	Kemiringan Dasar Saluran	63
4.2.4	Perhitungan Dimensi Penampang Saluran dan Tinggi Muka Air Rencana	63
4.2.5	Perhitungan Energi Spesifik	76
4.2.6	Penentuan Tinggi Mercu Bendung	76
4.2.7	Perhitungan Lebar Bendung	78
4.2.8	Perhitungan Profil Pelimpah	84
4.2.9	Perhitungan Tinggi Muka Air Di Atas Pelimpah	86
4.2.10	Perencanaan Kolam Peredam Energi	86
4.2.11	Perhitungan Lantai Lindung	88
4.2.12	Tinggi Jagaan dan Lebar Mercu Tanggul	89
4.3	Analisa Stabilitas Konstruksi	90
4.3.1	Umum	90
4.3.2	Perhitungan Gaya-Gaya Yang Bekerja	90
4.3.3	Perhitungan Daya Dukung Tanah Ijin	92
4.3.4	Kontrol Terhadap Bahaya Piping	93
4.3.5	Kontrol Stabilitas Tubuh Pelimpah	96
BAB 5.	PENUTUP	109
5.1	Kesimpulan	109
5.2	Saran	110

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Syarat Pemilihan Agihan Frekuensi	6
Tabel 2.2 Nilai c untuk Berbagai Kondisi Daerah	11
Tabel 2.3 Harga-Harga faktor Penampang untuk Aliran Seragam dalam Saluran Empat Persegi dan Trapesium	23
Tabel 2.4 Hubungan tanpa Dimensi untuk Kedalaman Kritis dalam Saluran Trapesium	24
Tabel 2.5 Hubungan Debit Banjir Rancangan dengan Lebar Standar Mercu Tanggul	32
Tabel 2.6 Hubungan Debit Banjir Rancangan dengan Tinggi Jagaan	32
Tabel 2.7 Faktor Bentuk Pondasi	36
Tabel 2.8 Koefisien Daya Dukung dari Ohsaki	36
Tabel 2.9 Nilai Banding Rayapan Kritis Lane	37
Tabel 2.10 Nilai Banding Rayapan Kritis Bligh	38
Tabel 4.1 Curah Hujan Rerata Daerah Maksimum	50
Tabel 4.2 Perhitungan Nilai Cs dan Ck	50
Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson III	51
Tabel 4.4 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson III	51
Tabel 4.5 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov	52
Tabel 4.6 Perhitungan Uji Chi Kuadrat	53
Tabel 4.7 Perhitungan Curah Hujan Netto	55
Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Netto Jam-Jaman	56
Tabel 4.9 Ordinat Hidrograf Satuan Nakayasu	58
Tabel 4.10 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 50 Tahun	59
Tabel 4.11 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 100 Tahun	60
Tabel 4.12 Mencari S untuk Q ₅₀ Tahun	66
Tabel 4.13 Mencari Hidrograf Debit Keluar untuk Q ₅₀ Tahun	68
Tabel 4.14 Debit Total Banjir Rencana Kala Ulang 50 Tahun	70
Tabel 4.15 Mencari S untuk Q ₁₀₀ Tahun	71

Tabel 4.16	Mencari Hidrograf Debit Keluar untuk Q_{100} Tahun	73
Tabel 4.17	Debit Total Banjir Rencana Kala Ulang 100 Tahun	75
Tabel 4.18	Kedalaman Kritis hc_1	64
Tabel 4.19	Perhitungan Kedalaman dan Energi	77
Tabel 4.20	Perhitungan Lebar Pelimpah Samping dengan Kontrol Debit untuk Q_{50} Tahun	82
Tabel 4.21	Perhitungan Lebar Pelimpah Samping dengan Kontrol Debit untuk Q_{100} Tahun	83
Tabel 4.22	Kedalaman Kritis hc_2	79
Tabel 4.23	Perhitungan Profil Lengkung Bagian Belakang	85
Tabel 4.24	Perhitungan Berat Air Di Atas Pelimpah	94
Tabel 4.25	Perhitungan Berat Sendiri Konstruksi Ambang Pelimpah	94
Tabel 4.26	Perhitungan Gaya ke Atas (<i>Uplift</i>) pada Tiap Titik	95
Tabel 4.27	Perhitungan Gaya ke Atas (<i>Uplift</i>) pada Masing-masing Pias	95
Tabel 4.28	Perhitungan Gaya Vertikal, Gaya Horisontal, Momen Tahan dan Momen Guling (kondisi kosong dengan gempa)	101
Tabel 4.29	Perhitungan Gaya Vertikal, Gaya Horisontal, Momen Tahan dan Momen Guling (kondisi normal tanpa gempa)	102
Tabel 4.30	Perhitungan Gaya Vertikal, Gaya Horisontal, Momen Tahan dan Momen Guling (kondisi normal dengan gempa)	103
Tabel 4.31	Perhitungan Gaya Vertikal, Gaya Horisontal, Momen Tahan dan Momen Guling (kondisi banjir tanpa gempa)	104
Tabel 4.32	Perhitungan Gaya Vertikal, Gaya Horisontal, Momen Tahan dan Momen Guling (kondisi banjir dengan gempa)	105

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	12
Gambar 2.2 Profil Muka Air Tipe I	16
Gambar 2.3 Profil Muka Air Tipe II	17
Gambar 2.4 Profil Muka Air Tipe III	18
Gambar 2.5 Sketsa Bendung Samping dengan Puncak Tajam yang Mengalirkan Debit ke Saluran yang Dipasang Tegak Lurus terhadap Saluran Utama	19
Gambar 2.6 Faktor Penampang Z_1 untuk Saluran Berbentuk Trapesium ...	23
Gambar 2.7 Kedalaman Kritis di Dalam Saluran Bentuk Trapesium	24
Gambar 2.8 Pelimpah Ogee Tipe I	25
Gambar 2.9 Grafik Hubungan Antara Panjang Loncatan (L_j) dengan F_1	29
Gambar 2.10 Distribusi Tekanan Air Statis	39
Gambar 2.11 Distribusi Tekanan Air Dinamis	40
Gambar 2.12 Distribusi Tekanan Tanah Aktif dan Pasif	41
Gambar 3.1 Flowchart Studi Perencanaan Hidrolis Pelimpah Samping	45
Gambar 3.2 Peta Lokasi	46
Gambar 3.3 Lokasi Rencana Penanganan Darurat dan Permanen Pasca Bencana Banjir di Kabupaten Situbondo	47
Gambar 4.1 Extreme Probability Paper	54
Gambar 4.2 Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu	61
Gambar 4.3 Hubungan Faktor Penimbang dan Tampungan untuk Mencari K	67
Gambar 4.4 Hubungan Debit Inflow dengan Outflow Q_{50} Tahun	69
Gambar 4.5 Hubungan Faktor Penimbang dan Tampungan untuk Mencari K	72
Gambar 4.6 Hubungan Debit Inflow dengan Outflow Q_{100} Tahun	74
Gambar 4.7 Hubungan Kedalaman dan Energi	77
Gambar 4.8 Bentuk Ambang Pelimpah	85

Gambar 4.9	Kolam Olakan USBR Tipe IV	87
Gambar 4.10	Diagram Tekanan Angkat	106
Gambar 4.11	Skema Pembebanan Pada Tubuh Pelimpah	107
Gambar 4.12	Potongan Memanjang Konstruksi Pelimpah Samping	108

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Distribusi Log Pearson Type III (nilai G)
- Lampiran 2. Harga X^2 untuk Uji Chi Square
- Lampiran 3. Nilai Kritis Smirnov Kolmogorof
- Lampiran 4. Diagram Energi tanpa Dimensi untuk Saluran
Bentuk Trapesium

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut Asma Allah SWT dan memanjatkan puji beserta syukur atas segala rahmat, hidayah dan petunjukNya yang tak terhitung. Salawat dan salam selalu terlimpah atas Nabi akhir zaman Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia kepada kehidupan yang lebih baik.

Tugas akhir atau proyek akhir adalah sebuah karya tulis ilmiah yang wajib disusun oleh seorang mahasiswa pada jenjang Diploma III sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Ahli madya (A.md). Proyek akhir tersebut nantinya akan diuji dihadapan tim penguji sehingga dapat dipertanggung jawabkan dan yang bersangkutan dinyatakan lulus.

Dalam bidang teknik sipil terdapat beberapa bidang ilmu yang antara lain bidang transportasi, geoteknik, hidroteknik, analisa struktur, manajemen proyek dan struktur bahan. Dalam hal ini penulis mengambil bidang ilmu hidroteknik dengan judul proyek akhir “Studi Perencanaan Hidrolis Pelimpah Samping Dam Sampean Lama Situbondo”.

Penyusunan laporan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Dr. Ir. R. Sudaryanto, DEA., selaku Ketua Program Studi Teknik;
2. Ir. Henu Suyoso, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil;
3. Jujuk Widodo S., S.T., M.T., selaku Ketua PS Diploma III Teknik Sipil;
4. Wiwik Yunarni, S.T., selaku dosen pembimbing I yang telah banyak mengarahkan dan memberi masukan demi kesempurnaan laporan proyek akhir ini;
5. Gusfan Halik, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah banyak mengarahkan dan memberi masukan demi kesempurnaan laporan proyek akhir ini;
6. seluruh dosen Teknik Sipil yang dengan senang hati memberikan bekal ilmu dan petuahnya;

7. rekan-rekanku di Taman Kampus Estate dan sahabatku Renggo, Gunawan, Andre, Budi, Zackyroti dan Sulen yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan laporan ini;
8. teman-teman seangkatan dan seperjuangan “Teknik Sipil 2000” dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih untuk kalian semua.

Dengan mengabadikan berbagai pihak lewat tulisan ini, penulis berharap mudah-mudahan semuanya mendapatkan ridha Allah SWT. Sangat disadari bahwa tiada satupun hasil jerih payah manusia yang sempurna, begitu juga tulisan ini tidak lepas dari kekurangan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membantu kesempurnaan laporan ini.

Jember, Agustus 2005

Penulis

Tabel 4.10 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 50 Tahun Sampean Lama.

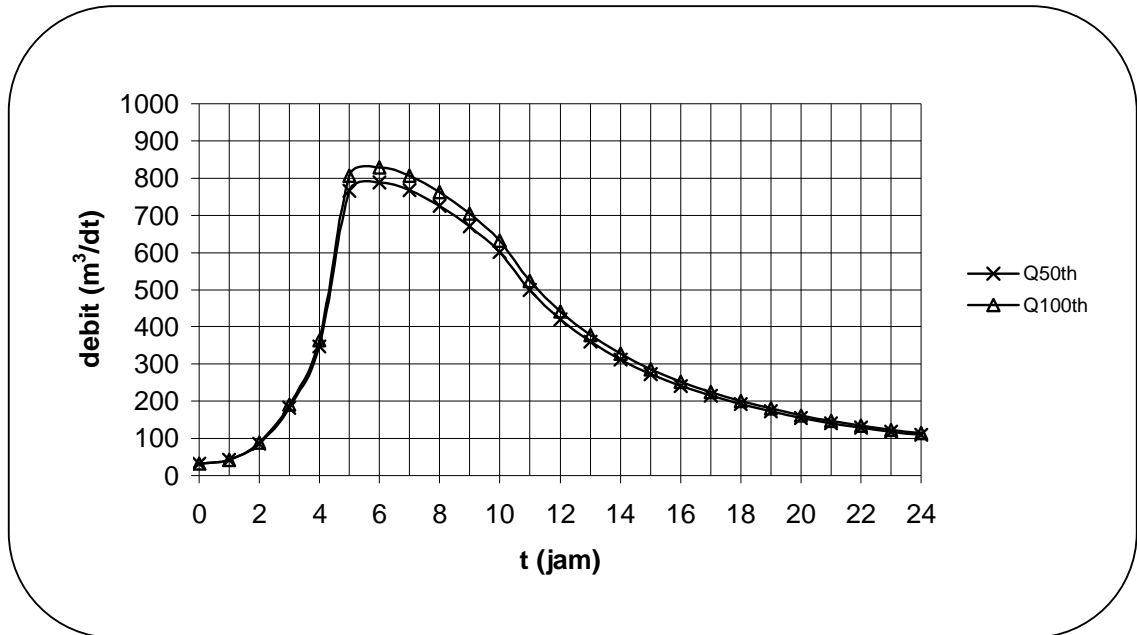
Waktu (jam)	Unit hidrograf (m ³ /dt/mm)	Hujan Jam-Jaman (mm)						Total (m ³ /dt)
		41,849	10,653	7,609	6,087	5,326	4,565	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	32,000
1	0,232	9,709	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	41,709
2	1,222	51,140	2,471	0,000	0,000	0,000	0,000	85,611
3	3,234	135,341	13,017	1,765	0,000	0,000	0,000	182,123
4	6,450	269,928	34,450	9,298	1,412	0,000	0,000	347,089
5	15,104	632,092	68,709	24,608	7,439	1,236	0,000	766,082
6	12,394	518,680	160,895	49,078	19,686	6,509	1,059	787,908
7	10,171	425,649	132,027	114,926	39,262	17,225	5,579	766,669
8	8,346	349,274	108,347	94,306	91,941	34,355	14,765	724,987
9	6,849	286,626	88,906	77,391	75,445	80,448	29,447	670,263
10	5,620	235,193	72,959	63,505	61,913	66,014	68,956	600,540
11	4,612	193,009	59,867	52,114	50,804	54,174	56,584	498,551
12	3,894	162,961	49,129	42,763	41,691	44,453	46,435	419,432
13	3,413	142,832	41,481	35,093	34,210	36,480	38,103	360,198
14	2,991	125,171	36,357	29,629	28,074	29,934	31,268	312,434
15	2,622	109,729	31,862	25,970	23,704	24,565	25,658	273,486
16	2,298	96,170	27,931	22,759	20,776	20,741	21,056	241,431
17	2,014	84,284	24,479	19,951	18,207	18,179	17,778	214,878
18	1,766	73,906	21,454	17,485	15,961	15,931	15,582	192,319
19	1,548	64,783	18,812	15,325	13,988	13,966	13,655	172,529
20	1,356	56,748	16,490	13,437	12,260	12,240	11,970	155,145
21	1,201	50,261	14,445	11,779	10,750	10,727	10,491	140,453
22	1,088	45,532	12,794	10,318	9,423	9,406	9,195	128,667
23	0,985	41,222	11,590	9,138	8,254	8,245	8,062	118,512
24	0,893	37,371	10,493	8,279	7,311	7,222	7,067	109,743

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.11 Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 100 Tahun Sampean Lama.

Waktu (jam)	Unit hidrograf (m ³ /dt/mm)	Hujan Jam-Jaman (mm)						Total (m ³ /dt)
		44,1257	11,232	8,0229	6,4183	5,616	4,8137	
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	32,000
1	0,232	10,237	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	42,237
2	1,222	53,922	2,606	0,000	0,000	0,000	0,000	88,527
3	3,234	142,703	13,726	1,861	0,000	0,000	0,000	190,289
4	6,450	284,611	36,324	9,804	1,489	0,000	0,000	364,228
5	15,104	666,475	72,446	25,946	7,843	1,303	0,000	806,013
6	12,394	546,894	169,648	51,748	20,757	6,863	1,117	829,026
7	10,171	448,802	139,209	121,178	41,398	18,162	5,882	806,632
8	8,346	368,273	114,241	99,436	96,942	36,223	15,568	762,682
9	6,849	302,217	93,742	81,601	79,548	84,824	31,048	704,981
10	5,620	247,986	76,928	66,959	65,281	69,605	72,706	631,465
11	4,612	203,508	63,124	54,949	53,567	57,120	59,661	523,929
12	3,894	171,825	51,802	45,089	43,959	46,871	48,960	440,506
13	3,413	150,601	43,737	37,002	36,071	38,464	40,175	378,050
14	2,991	131,980	38,335	31,241	29,601	31,562	32,969	327,688
15	2,622	115,698	33,595	27,382	24,993	25,901	27,053	286,622
16	2,298	101,401	29,450	23,996	21,906	21,869	22,201	252,823
17	2,014	88,869	25,811	21,036	19,197	19,167	18,745	224,825
18	1,766	77,926	22,621	18,437	16,829	16,797	16,429	201,039
19	1,548	68,307	19,836	16,158	14,749	14,725	14,398	180,173
20	1,356	59,834	17,387	14,168	12,926	12,906	12,622	161,844
21	1,201	52,995	15,231	12,419	11,335	11,311	11,062	146,352
22	1,088	48,009	13,490	10,879	9,936	9,918	9,695	133,926
23	0,985	43,464	12,220	9,636	8,703	8,694	8,501	123,218
24	0,893	39,404	11,064	8,729	7,708	7,615	7,452	113,972

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.2 Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu