

PENGENDALIAN BANJIR SISTEM BENDUNG PUCANG GADING – DOMBO SAYUNG SEMARANG

Rr. Ayu Khrisina Maharani, Septian Dwi Wicaksono
Suharyanto, Robert J.Kodoatie*)

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto,SH., Tembalang, Semarang 50239,
Telp.: (024) 7474770, Fax. : (024) 7460060

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu peristiwa yang cukup sering terjadi di kota Semarang. Kawasan Dombo Sayung Semarang menjadi salah satu area yang sering mengalami banjir. Banjir menimbulkan dampak negatif yang tidak bisa diabaikan, seperti menyebabkan kerusakan sarana infrastruktur kota, yaitu gedung, rumah, jalan dan bahkan mematikan pergerakan di kawasan Dombo Sayung jika genangan yang terjadi cukup tinggi dan memakan waktu yang cukup lama.

Maksud diadakannya Pengendalian Banjir Sistem Bendung Pucang Gading-Dombo Sayung Semarang adalah meminimalisir atau bahkan mencegah terjadinya banjir di Kawasan Dombo Sayung dengan cara merencanakan sistem pengendalian banjir yang mampu mengatasi banjir di kawasan tersebut.

Metode yang digunakan dalam merencanakan Pengendalian Banjir Sistem Bendung Pucang Gading – Dombo Sayung Semarang ini meliputi pengumpulan data primer dan sekunder, melakukan analisis hidrologi pada Bendung Pucang Gading dan analisis hidrolika pada Saluran Dombo Sayung untuk merencanakan dimensi kolam retensi dan dimensi river improvement Saluran Dombo Sayung.

Pengendalian Banjir Sistem Bendung Pucang Gading - Dombo Sayung Semarang menggunakan kolam retensi dengan ukuran $(300 \times 190 \times 7) \text{ m}^3$ untuk volume limpasan saluran sebesar $334.691,643 \text{ m}^3$ dan river improvement Saluran Dombo Sayung menjadi sebesar $(35 \times 6) \text{ m}^2$ untuk debit yang masuk sebesar $300 \text{ m}^3/\text{detik}$

Kata kunci: hidrograf banjir, kolam retensi, river improvement

ABSTRACT

Flood is one of the occasion that quite often happens in Semarang City. Dombo-Sayung is being one of the areas which flood is often happened there. Flood give many negative impacts that can't be ignored, for example is cause damage to infrastructur: buildings, houses, and roads. And even stop the mobility in that area if the flood is happened for a long time.

The purpose of Flood Control of Pucang Gading Weir System-Dombo Sayung, Semarang is to minimize or even avoid the flood happened in Dombo-Sayung Area by designing the flood control system which can overcome the flood problem.

The method that used for Flood Control of Pucang Gading Weir System-Dombo Sayung Semarang are primary and secondary data collection, hydrology analysis such as flood's hydrograph, hydraulics analysis for planning the dimension of retention pond and dimation of river improvement Dombo-Sayung Channels.

*)Penulis Penanggung Jawab

Flood Control of Pucang Gading Weir System- Dombo sayung give result to using retention pond with the size is (300x190x7) m³ for run off volume channels is 334.691,643 m³ and dimension of river improvement Dombo Sayung Channels becoming (35x6) m² for the the income flow is 300 m³.

Key words: *Flood hydrograph, retention pond, river improvement*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Untuk mengendalikan banjir di Kota Semarang bagian Timur, pada awal tahun 1900-an dibuat alur Kali Banjir Kanal Timur (BKT) yang digunakan untuk menampung debit dari sungai-sungai kecil seperti Kali Kedung Mundu, Kali Bajak dan Kali Candi. Debit banjir menuju Kali Banjir Kanal Timur (BKT) merupakan debit banjir dari percabangan Kali Penggaron. Selain dialirkan ke Kali Banjir Kanal Timur (BKT), debit banjir dari Kali Penggaron (Dolok- Penggaron) juga dialirkan ke Kali Babon. Dimana, pada saat kapasitas penampang bagian hilir sungai Dolok-Penggaron (Kali Babon) tidak cukup menampung debit banjir yang ada, akan terjadi banjir di perbatasan Kota Semarang bagian Timur dan Kabupaten Demak bagian Barat. Pada pertemuan antara Kali Penggaron dan Kali Babon dibangun Bendung Pucang Gading (Dinas PSDA, 2003).

Dalam perkembangannya dibuat suatu saluran Banjir Kanal yang mampu menanggulangi banjir di sekitar Bendung Pucang Gading. Akan tetapi saluran banjir ini pun tidak mampu mengatasi jumlah debit maksimum yang dialirkan ke saluran tersebut, sehingga masih terjadi banjir di terutama di kawasan Banjir Kanal Dombo Sayung.

Pada tahun 1997 dilakukan penanganan perbaikan sungai di hulu bendung, dimana banjir dibagi masuk ke Banjir Kanal Dombo Sayung (atau disebut *Flood Way* Dombo Sayung), Kali Babon, dan ke Kali Banjir Kanal Timur. Saat ini pembangunan Banjir Kanal Dombo Sayung belum selesai secara keseluruhan sampai tahun 2008 dan belum bisa difungsikan, sehingga Bendung Pucang Gading masih menerima beban air banjir maksimum karena pintu pembagi debit ke Banjir Kanal Timur hanya dibuka jika Banjir Kanal Timur tidak ada banjir. Pada saat ini *Flood Way* Dombo-Sayung sudah dapat difungsikan, namun masih belum sesuai rencana. Hal ini menyebabkan terjadinya banjir di sekitar Dombo-Sayung.

Maksud

Mengurangi dan menanggulangi banjir yang terjadi di kawasan Dombo Sayung dan sekitarnya.

Tujuan

Merumuskan *system planning* pengendalian banjir Banjir Kanal Dombo Sayung dan Menganalisis penanggulangan banjir yang terjadi di sekitar Dombo Sayung berdasarkan debit banjir rencana.

Lokasi Daerah Studi

Bendung Pucang Gading berada di 3 Kabupaten Semarang, Kota Semarang dan Kabupaten Demak, kurang lebih 17.177 km dari muara kali Babon

METODOLOGI

Pengumpulan Data Primer

^{*})Penulis Penanggung Jawab

Data primer adalah data yang didapatkan dari hasil pengamatan di wilayah studi dan wawancara secara langsung dengan pihak-pihak yang terkait.

Pengumpulan Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang didapatkan dengan mencari informasi secara ilmiah pada instansi atau lembaga yang terkait dalam perencanaan Pengendalian Banjir Sistem Bendung Pucang Gading - Dombo Sayung Semarang.

ANALISIS DATA

Analisis data dibagi menjadi dua yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika.

Analisis Hidrologi

Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Penentuan daerah aliran sungai (DAS) dilakukan berdasarkan pada peta rupa bumi. Adapun cara yang dapat digunakan untuk menentukan luasan DAS dengan menggunakan program *AutoCad* atau mengplotkan pada peta kemudian pengukuran selanjutnya menggunakan perataan *Poligon Thiessen*.

Penentuan luasan pengaruh stasiun sub DAS menggunakan 3 stasiun hujan yaitu Stasiun Pucang Gading, Stasiun Banyumeneng, dan Stasiun Pagersari. Berdasarkan peta Topografi DAS Pucang Gading mempunyai luasan 119,227 km².

Curah Hujan Maksimum dengan Metode POT (*Peak Over Threshold Method*)

Digunakan untuk menghitung Curah Hujan Maksimum harian rata-rata DAS. Sedangkan langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung Curah Hujan Rencana dengan periode ulang T tahun adalah sebagai berikut:

Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Data yang digunakan dalam analisa curah hujan rencana adalah intensitas hujan maksimum harian rata-rata DAS berdasarkan waktu konsentrasi (t_c)

Pengukuran Dispersi

Hasil Perhitungan Dispersi

No	Dispersi	Nilai	
		Statistik	Logaritmik
1	R(rata-rata)	106.526	2.019
2	S	22.402	0.088
3	Cv	0.210	0.043
4	Cs	0.811	0.507
5	Ck	3.061	3.104

Sumber : Hasil Perhitungan

Pemilihan Jenis Sebaran

Pemilihan Jenis Sebaran

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = 0,811$	Kurang Mendekati
	$C_k \approx 3$	$C_k = 3,061$	
Gumbel	$C_s \leq 1,14$	$C_s = 0,811$	Mendekati
	$C_k \leq 5,4$	$C_k = 3,061$	
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s = 0,507$	Kurang Mendekati
	$C_v \approx 0,3$	$C_v = 0,043$	
Log Normal	$C_s = 3 C_v + C_v^3 \approx 0,24$	$C_s = 0,507$	Kurang Mendekati
	$C_v \approx 0,06$	$C_v = 0,043$	

Sumber : Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo dan Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan di atas dengan syarat-syarat tersebut di atas, maka jenis sebaran yang digunakan adalah sebaran *Gumbel*

Uji Kecocokan Sebaran

Dari jenis sebaran/distribusi *Gumbel* yang telah memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokan sebarannya dengan beberapa metode. Hasil uji sebaran menunjukkan sebarannya dapat diterima atau tidak. Uji kecocokan sebaran menggunakan 2 jenis metode yaitu uji sebaran *chi-kuadrat* dan uji sebaran *Smirnov-Kolmogorof*.

Uji Chi-Kuadrat

Nilai Batas Tiap Kelas	O _i	E _i	(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i)/E _i
64,366 < x ≤ 82,997	1.00	3.00	4.00	1.33
82,997 < x ≤ 101,628	8.00	3.00	25.00	8.33
101,628 < x ≤ 120,259	2.00	3.00	1.00	0.33
120,259 < x ≤ 138,890	1.00	3.00	4.00	1.33
138,890 < x ≤ 155,787	3.00	3.00	0.00	0.00
Jumlah	15.00	15.00	34.00	11.33

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil Hipotesa Uji Chi-Kuadrat

Data	15
Signifikan (%)	5
X ² kritis (X ² cr)	21.206
X ²	11.333
Kesimpulan	X ² < X ² cr ; Hipotesa Gumbel memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov

No	Metode	Dmax (%)	Dcr (%)	Syarat	Keterangan
1	Normal	12.917	34.000	Dmax < Dcr	Yang Dipakai
2	Gumbel	13.525			
3	Log Normal	12.083			
4	Log Pearson III	19.222			

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perbandingan di atas yang mendekati syarat $D_{max} < D_{cr}$ adalah hipotesa diterima oleh semua metode, sedangkan untuk hasil Uji *Chi Kuadrat* yang memenuhi syarat adalah Metode *Gumbel*, maka yang dipakai probabilitas Metode *Gumbel*.

Curah Hujan Rencana Metode Gumbel

No	Periode	\bar{X}	S	S_n	Y_n	Y_t	X_t
1	2	106.526	22.402	1.0107	0.5105	0.37	103.335
2	5			1.0240	0.5196	1.50	127.973
3	10			1.0318	0.5245	2.25	143.997
4	25			1.0410	0.5158	3.20	164.254
5	50			1.0471	0.5196	3.90	178.889
6	100			1.0528	0.5210	4.60	193.321

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan metode *Dr. Mononobe* yang merupakan sebuah variasi dari persamaan-persamaan curah hujan jangka pendek, persamaanya sebagai berikut (Soemarto, 1999)

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

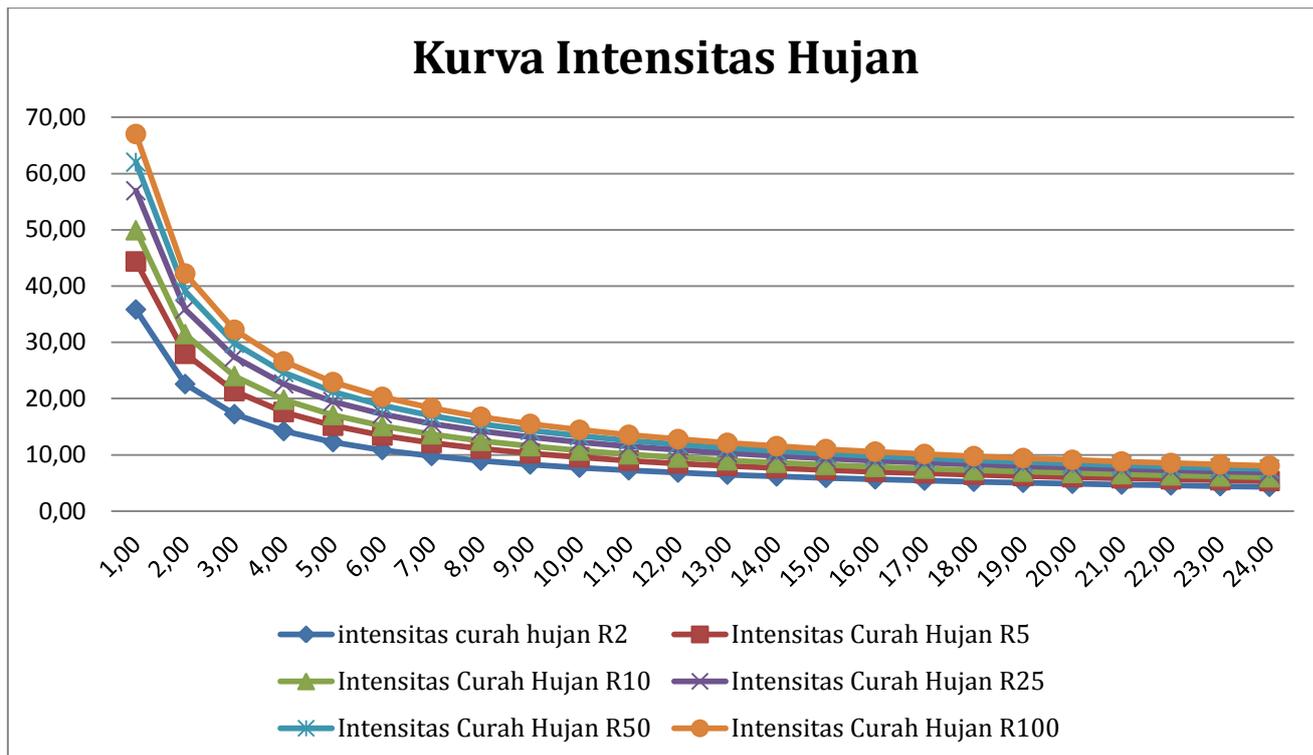
Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = lamanya curah hujan (mm)

R_{24} = curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm)

Kurva Intensitas Hujan dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun dapat dilihat pada Gambar dibawah ini :



Kurva Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tertentu
(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Besarnya debit banjir ditentukan berdasarkan besarnya hujan, intensitas hujan, dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS). Metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana pada perencanaan ini adalah Metode *Harpers* dan Metode *Melchior* Metode *Snyder* Metode *Alekseyev*.

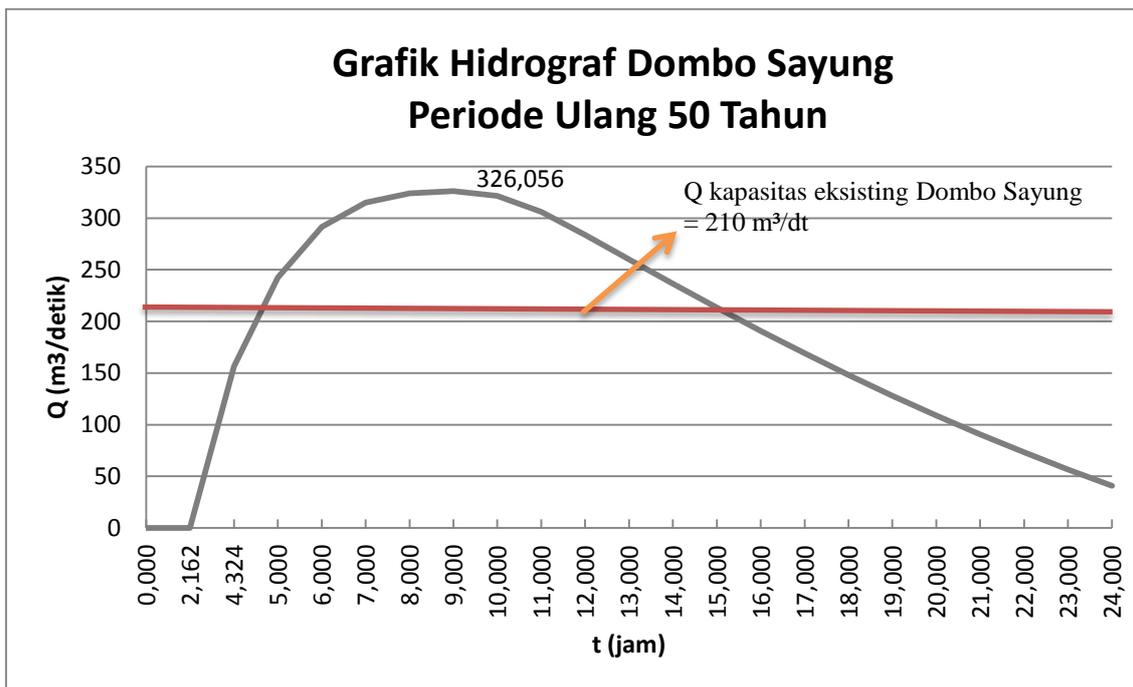
Perbandingan Hasil Debit Banjir Rencana

No	Periode Ulang	R (mm)	Q (m ³ /dt)			
			<i>Harpers</i>	<i>Melchior</i>	<i>Snyder</i>	<i>Eksisting</i>
1	2	103.335	103.755	77.488	276.946	-
2	5	127.973	128.493	95.964	373.102	-
3	10	143.997	144.582	107.980	431.532	-
4	25	159.409	164.921	123.170	514.869	-
5	50	178.889	179.616	134.145	572.056	580
6	100	193.321	194.107	144.967	628.448	-

Sumber : Hasil Perhitungan

*)Penulis Penanggung Jawab

Kemudian untuk perhitungan hidrograf banjir di Dombo Sayung



Hidrograf Snyder Dombo Sayung

Sumber: Perhitungan

ANALISIS HIDROLIKA

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana. Salah satu penyebab banjir adalah karena ketidakmampuan penampang dalam menampung debit banjir yang terjadi.

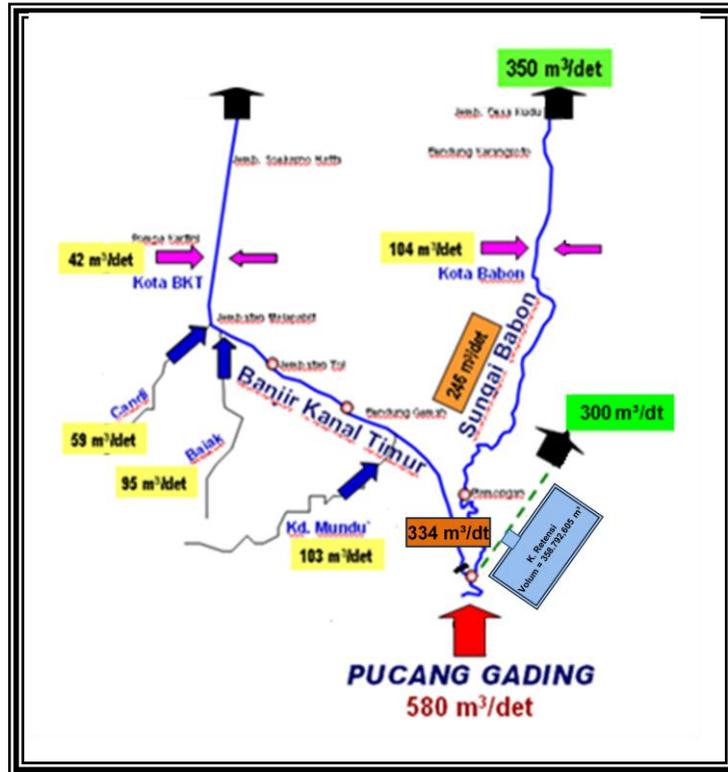
Dalam melakukan analisis penampang ini digunakan dua metode, yaitu metode perhitungan manual (*Passing Capacity*) dan metode perhitungan dengan menggunakan program *HEC-RAS*.

Berdasarkan perhitungan analisa hidrolika berdasarkan hitungan *Passing Capacity* dan *HEC-RAS*, menunjukkan bahwa penampang dari Banjir Kanal Dombo Sayung tidak mampu menahan debit yang masuk sebesar 334 m³/dt sehingga diperlukannya penanganan dan perencanaan pengendalian banjir pada Banjir Kanal Dombo Sayung.

PERENCANAAN TEKNIS BANGUNAN PENGENDALI BANJIR

Untuk menanggulangi banjir pada kawasan Dombo-Sayung, alternatif yang dipilih dengan mempertimbangkan faktor keuntungan dan kerugiannya, dipilih pengendalian banjir dengan Kombinasi *River Improvement* Sungai, Pintu Air, dan Kolam Retensi .

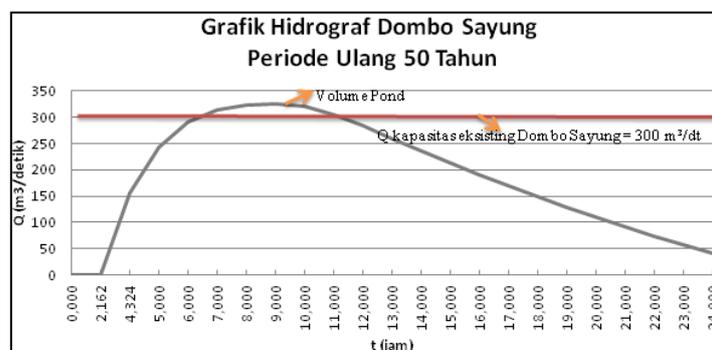
Sistem kerja dan pengoperasian dari alternatif yang dipilih adalah seperti yang dijelaskan di bawah ini.



Skema Pendistribusian Debit dari Pucang Gading Setelah *River Improvement* dan Kolam Retensi (Sumber : Analisa Perencanaan)

Pintu pembagi banjir di BKT ditutup sehingga debit yang sebelumnya ke BKT dialirkan ke BKDS sehingga debit yang masuk menjadi 334 m³/detik. Kapasitas dari sungai yang sebelumnya hanya sebesar 210 m³/detik ditingkatkan menjadi 300 m³/detik. Dengan adanya peningkatan kapasitas sungai, BKDS perlu dilakukan *River Improvement*.

Berdasarkan grafik hidrograf Dombo Sayung, debit banjir maksimum sebesar 326,056 m³/detik. Setelah dilakukan *River Improvement* sungai kapasitas meningkat menjadi 300 m³/detik, kapasitas sungai masih belum dapat menampung debit yang masuk sehingga direncanakan pembangunan Kolam Retensi. Kolam Retensi terletak di bagian hulu dekat dengan pos jaga Bendung Pucang Gading. Pada saat debit yang mengalir ke BKDS melebihi kapasitas dari BKDS, debit di alirkan ke dalam kolam retensi .



Grafik Hidrograf Dombo Sayung Periode Ulang 50 Tahun (Sumber: Analisa Perencanaan)

*)Penulis Penanggung Jawab

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Proyek pengendalian banjir ini menghabiskan dana yang tidak sedikit, yaitu sebesar **Rp 49.201.957.600,00 (Empat Puluh Sembilan Milyar Dua Ratus Satu Juta Sembilan Ratus Lima Puluh Tujuh Ribu Enam Ratus Rupiah)**

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dalam perencanaan pengendalian banjir sistem bendung Pucang Gading-Dombo Sayung, pemilihan alternatif yang diambil adalah *River Improvement* sungai, kombinasi Pintu Air, dan Kolam Retensi. Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan :

- a. *River Improvement* Sungai disesuaikan dengan kapasitas penampang sungai sebesar 300 m³/dt. Penampang sungai setelah *River Improvement* sebagai berikut :

Penampang Sungai per STA setelah *River Improvement*

No STA	Elevasi				Lebar (meter)		
	Tanggul Kiri	Dasar Saluran	Bantaran	Tanggul Kanan	Bantaran Kiri	Sungai Utama	Bantaran Kanan
1	+27,22	+ 19,22	+25,90	+27,22	0,9	35	0,9
2	+ 24,59	+ 18,59	+ 21,59	+ 24,59	1,00	35	1,00
3	+ 24,66	+ 18,66	+ 21,66	+ 24,66	1,00	35	1,00
4	+ 24,73	+ 18,73	+ 21,73	+ 24,73	1,00	35	1,00
5	+ 24,82	+ 18,82	+ 22,82	+ 24,82	1,00	35	1,00
6	+ 24,84	+ 18,84	+ 22,84	+ 24,84	1,00	35	1,00
7	+ 24,98	+18,98	+ 21,98	+ 24,98	1,00	35	1,00
8	+ 25,09	+ 19,09	+ 22,09	+ 25,09	1,00	35	1,00
9	+ 25,21	+ 19,21	+ 22,21	+ 25,21	1,00	35	1,00
10	+ 25,33	+ 19,33	+ 22,33	+ 25,33	1,00	35	1,00
11	+ 25,37	+ 19,37	+ 22,37	+ 25,37	1,00	35	1,00
12	+ 25,46	+ 19,46	+ 22,46	+ 25,46	1,00	35	1,00
13	+ 25,59	+ 19,59	+ 22,59	+ 25,59	1,00	35	1,00
14	+ 25,69	+ 19,69	+ 22,69	+ 25,69	1,00	35	1,00
15	+ 25,78	+ 19,78	+22,78	+ 25,78	1,00	35	1,00
16	+ 25,86	+ 19,86	+ 22,86	+ 25,86	1,00	35	1,00
17	+ 25,93	+ 19, 93	+ 22,93	+ 25,93	1,00	35	1,00
18	+ 26,00	+ 19,00	+ 23,00	+ 26,00	1,00	35	1,00

Sumber : Hasil Perhitungan

- b. Kolam Retensi direncanakan dengan 1 buah kolam dengan spesifikasi sebagai berikut:
Dimensi = 300x190 m
Tinggi kolam = 7 m
Elevasi dasar kolam = + 21,86
Elevasi Tanggul = + 25,86
- c. Pintu Air direncanakan dengan spesifikasi sebagai berikut :
Jumlah pintu = 5 buah
Kemiringan pintu = 1:1 ($\alpha = 90^\circ$)

H bukaan pintu	= 3,25 m
B efektif	= 1,60 m

Saran

1. Untuk mendapatkan perhitungan desain yang benar-benar akurat, maka pemakaian metode perhitungan harus benar-benar tepat dengan kondisi yang ada. Disamping itu data-data yang digunakan dalam perhitungan juga harus dianalisis secara teliti dengan menggunakan berbagai macam teori yang ada.
2. Pelaksanaan *River Improvement* sungai dan pembangunan kolam retensi harus melalui tahap perencanaan yang matang sehingga tujuan pembangunannya dapat tercapai dan mampu memenuhi yang dibutuhkan masyarakat.
3. Perlu pemeliharaan secara berkala terhadap kondisi konstruksi dan komponen pompa agar kerusakan-kerusakan yang terjadi dapat ditangani dengan cepat, sehingga sistem tersebut dapat berfungsi dengan baik selama umur rencana.
4. Pelaksanaan dalam proses konstruksi harus hati - hati dan harus sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan, apabila ada hal - hal yang menyangkut kepentingan masyarakat harus secepatnya diselesaikan secara musyawarah sehingga tidak akan mengakibatkan terhambatnya proses konstruksi.
5. Kolam Retensi yang telah jadi harus dapat dimanfaatkan oleh masyarakat secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo. 1997, *Hidrolika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo. 1996, *Hidrolika I*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Kodoatie, R.J., dan Sugiyanto. 2002, *Banjir ((Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan)*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Loebis, J. 1984, *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- M. Das, Bradja, 1995, *Mekanika Tanah, Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Soemarto, CD, 1999, *Hidrologi Teknik, Edisi Dua*, Erlangga, Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono, 1977, *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soosrodarsono, Suyono, 1977, *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suripin, 2003, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Kamiana, I Made, 2011, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Subarkah, Imam, 1978, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.