

EVALUASI FUNGSI BENDUNG DAN PERENCANAAN KEMBALI BENDUNG KATULAMPA

Dion Kartino Fardiaz, Rita Purwitaningtyas, Sri Eko Wahyuni^{*)}, Robert J. Kodoatie^{*)}

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

ABSTRAK

Jakarta yang kini berkembang menjadi sebuah kota metropolitan membuat masalah banjir menjadi pusat perhatian bagi warga dan pemerintah Jakarta. Sungai Ciliwung merupakan salah satu kontributor yang signifikan untuk banjir di Jakarta. Pengendalian banjir di daerah Jakarta memerlukan usaha yang sangat keras, mengingat kondisi geologinya yang merupakan daerah cekungan dan kondisi hidrologinya sangat rentan terhadap genangan karena dilewati oleh banyak sungai dari bagian hulu. Perubahan tata guna lahan yang dulunya lahan kosong beralih fungsi menjadi pemukiman, perumahan, dan gedung juga telah terjadi baik di daerah hulu maupun hilir di sepanjang sungai-sungai yang melewati Jakarta. Setelah dilakukan evaluasi terhadap DAS Sunter dan DAS Krukut yang merupakan DAS di sekitar Ciliwung, didapatkan bahwa terdapat sungai dari DAS sekitar yang keluar dan masuk ke dalam DAS Ciliwung. Sungai-sungai tersebut memberikan sumbangan banjir sebesar $\pm 25\%$ terhadap DAS Ciliwung yang mengakibatkan luas genangan banjir di Jakarta bertambah. Salah satu upaya penanggulangan banjir di Jakarta adalah pembangunan Bendung Katulampa yang berfungsi sebagai sistem informasi dini terhadap bahaya banjir sungai Ciliwung yang akan memasuki Jakarta. Dari hasil evaluasi terhadap fungsi Bendung Katulampa didapatkan ketinggian air untuk Siaga 1 adalah 200 – 250 cm dengan perkiraan debit banjir menggunakan metode HEC-HMS sebesar $733 \text{ m}^3/\text{s}$. Data mengenai ketinggian air di bendung Katulampa memperkirakan bahwa sekitar 9 – 10 jam kemudian banjir akan sampai di Jakarta. Kemampuan bendung untuk mengalihkan air pada saat mencapai Siaga 1 sebesar 7% dari debit banjir melalui pintu-pintu pengambilan. Untuk dapat mengoptimalkan fungsi bendung dan merencanakan kembali bendung, langkah awal yang dilakukan adalah analisis hidrologi sehingga diketahui besarnya debit andalan, debit kebutuhan air, dan debit banjir. Debit andalan untuk perencanaan Bendung Katulampa adalah debit andalan dengan probabilitas 80 %. Debit kebutuhan air untuk air irigasi dan air baku adalah $6,03 \text{ m}^3/\text{s}$. Debit banjir dengan metode HEC-HMS untuk periode ulang 25 tahun sebesar $733,90 \text{ m}^3/\text{s}$ digunakan sebagai dasar perhitungan mendesain bangunan utama bendung. Bendung Katulampa menggunakan mercu bulat dengan tinggi mercu 2,5 m dan lebar efektif 95,43 m. Saluran kantong lumpur sepanjang 62,5 m dengan lebar dasar saluran sebesar 4,75 m. Pembangunan Bendung Katulampa direncanakan dengan biaya $\pm \text{Rp.4,193,000,000.00}$ Milyar Rupiah, dan rencana waktu pelaksanaan ± 168 hari kerja.

kata kunci : *Evaluasi Bendung Katulampa, Debit Banjir Rencana, Irigasi*

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

ABSTRACT

As Jakarta developed into a metropolitan city, flood problems become the center of attention for its citizens and the government of Jakarta. Ciliwung River is one of the significant contributors to flood discharge in Jakarta. Flood control in Jakarta area requires a very hard effort, considering the geological conditions which is an area of the basin and hydrological conditions are very vulnerable to inundation because bypassed by many rivers from upstream. Changes in land use that was once empty land converted to settlements, housing, and the building also has occurred both in the upstream and downstream along the rivers that pass through Jakarta. After an evaluation of watershed and watershed Krukut Sunter which is around Ciliwung watershed, it was found that there were streams of the watershed around the exit and entry into the Ciliwung watershed. These rivers flood contributed by $\pm 25\%$ of the Ciliwung watershed resulting in widespread inundation in Jakarta increases. One of the efforts to control flooding in Jakarta is the construction of weirs Katulampa which serves as an early information system to flooding Ciliwung will enter Jakarta. From the evaluation of the function obtained Katulampa weir water level to Alert 1 is 200-250 cm to estimate flood discharge using HEC-HMS at 733 m³ / s. Data on the water level in the dam Katulampa estimates that approximately 9-10 hours later flood will arrive in Jakarta. The ability of the dam to divert water when it reaches Alert 1 of 7% of the flood discharge through the doors retrieval. In order to optimize the function of the weir and re-plan the weir, the initial step is the hydrological analysis with the result that be discovered gauge the dependable discharge, needs water discharge and flood discharge. In the Katulampa weir planning dependable discharge used is the discharge with probability 80%. Water needs value to fulfill the irrigation water requirement is 1.87 liters / sec / ha or water needs discharge for water irrigation is 6.03 m³ / sec. Flood discharge by the method of HEC-HMS for the return period of 25 years at 733.90 m³ / sec is used as the basis to design the main building weirs. Katulampa weir using high lighthouse beacon round with effective width of 2.5 m and 95.43 m. Bags of mud along the channel with a width of 62.5 m at 4.75 m channel basis. Katulampa weir construction planned at a cost of $\pm 4,193,000,000.00$ billion rupiah, and planned implementation time ± 168 working days.

keywords: *Evaluation Katulampa Weir, Flood Discharge Plan, Irrigation*

PENDAHULUAN

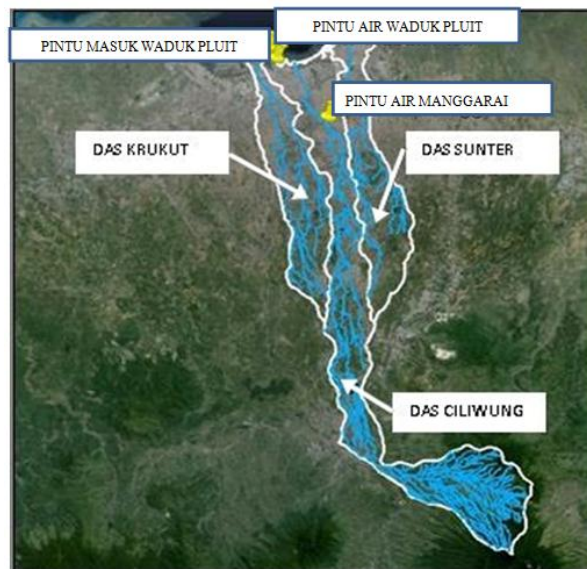
Pada Tahun 1872 banjir besar melanda Jakarta sehingga pada Tahun 1889 pembuatan Bendung Katulampa mulai dikerjakan, tetapi mulai dioperasikan pada Tahun 1911. Banjir saat itu dikabarkan membuat daerah elit Harmoni ikut terendam air luapan Ciliwung. Dari Bendung Katulampa, sebagian air Ciliwung dialirkan lewat pintu air ke Kali Baru Timur, selain itu juga dibangun saluran irigasi pada waktu yang sama untuk mengairi sawah. Dari Bogor bagian Timur, sungai buatan tersebut mengalir ke Jakarta, di sepanjang sisi Jalan Raya Bogor, melalui Cimanggis, Depok, Cilangkap, sebelum bermuara di daerah Kali Besar, Tanjung Priok, Jakarta Utara (Bina Masyarakat Peduli, 2012).

Masalah banjir merupakan masalah yang dihadapi Jabodetabek dari tahun ke tahun, upaya penanggulangan banjir dan genangan di wilayah Jabodetabek yang tercakup dalam DAS Ciliwung–Cisadane dilaksanakan secara terus menerus sebagai bagian usaha menciptakan wilayah yang nyaman dihuni dan dapat memberikan kesejahteraan bagi penghuninya.

Pengendalian banjir di Wilayah Jabodetabek memerlukan usaha yang sangat keras, mengingat kondisi geologinya yang merupakan daerah cekungan dan kondisi hidrologinya sangat rentan terhadap genangan karena dilewati oleh banyak sungai dari bagian hulu. Perubahan tata guna lahan juga telah terjadi baik di daerah hulu maupun hilir di sepanjang sungai-sungai yang melewati Jabodetabek (Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane, 2011).

EVALUASI DAS SEKITAR DAS CILIWUNG

Banjir di Jakarta tidak hanya disebabkan oleh kondisi geologi Jakarta yang lebih rendah dibandingkan daerah lainnya sehingga rentan terhadap genangan (Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane, 2011). Faktor lain yang ternyata menyebabkan bertambahnya genangan di Jakarta yaitu banyak sungai-sungai dari DAS lain yaitu DAS Sunter dan DAS Krukut yang masuk ke dalam DAS Ciliwung. Walaupun pada DAS Ciliwung juga terdapat sungai yang keluar, tetapi presentase debit yang masuk lebih banyak daripada debit yang keluar.

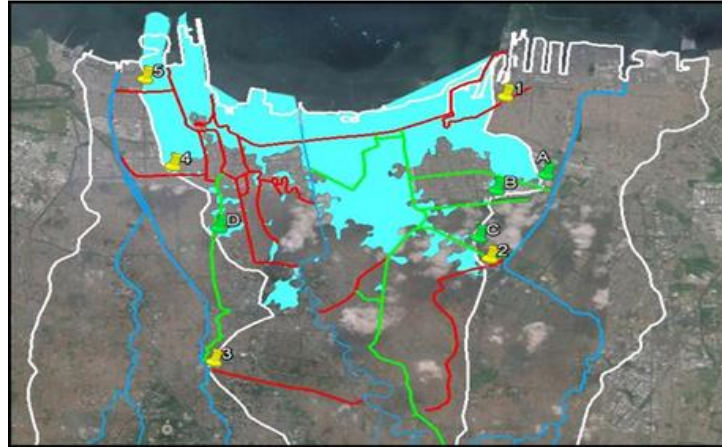


Gambar 1. Posisi DAS Krukut dan DAS Sunter sesuai KepPres No.12 Tahun 2012.



Gambar 2. Sungai yang masuk dan keluar di hilir DAS Ciliwung.

Gambar 1 menunjukkan posisi DAS sekitar Ciliwung yaitu DAS Sunter dan DAS Krukut. Krukut memiliki luas DAS sebesar 176,63 km² dan Sunter memiliki luas DAS sebesar 183,73 km², setelah dilakukan evaluasi seperti pada Gambar 2. terdapat banyak sungai yang masuk dan keluar Ciliwung. Warna hijau menunjukkan sungai yang masuk ke Ciliwung ditandai dengan huruf A,B,C,D, sedangkan warna merah adalah sungai yang keluar Ciliwung dengan angka 1,2,3,4 dan 5.



Gambar 3. Daerah Genangan di Hilir Ciliwung.

Dari Gambar 3 merupakan daerah genangan banjir yang terjadi di hilir Sungai Ciliwung akibat luapan Sungai Ciliwung dan tambahan debit sungai dari DAS lain yang masuk ke DAS Ciliwung. Berdasarkan dari informasi masyarakat yang telah disurvei terdapat kecocokan bahwa daerah-daerah tersebut mengalami banjir setinggi 2-3 meter.

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan dari pembuatan jurnal adalah sebagai berikut :

Maksud : Merencanakan kembali Bendung Katulampa untuk memenuhi kebutuhan air irigasi dan air baku.

Tujuan : 1. Mengoptimalkan fungsi bendung sebagai sistem informasi dini terhadap bahaya banjir di Jakarta.
2. Mengoptimalkan bendung untuk sarana irigasi dan memenuhi kebutuhan air baku

EVALUASI FUNGSI BENDUNG KATULAMAPA

Berbeda dengan pemahaman kebanyakan orang, Katulampa sebenarnya hanya sebuah sistem informasi dini terhadap bahaya banjir Sungai Ciliwung yang akan memasuki Jakarta. Seperti yang disajikan pada Gambar 4 yaitu pemantau tinggi muka air. Berdasarkan hasil survey didapatkan :

Siaga 1 (warna merah) : 250 cm.

Siaga 2 (warna kuning) : 160 – 190 cm.

Siaga 3 (warna biru) : 80 – 130 cm.

Pada saat tinggi muka air di Katulampa mencapai siaga 1, Jakarta harus bersiap – siap menghadapi banjir, karena diperkirakan 9-10 jam kemudian banjir akan sampai di daerah Jakarta (Majalah Tempo, 2014).



Gambar 4. Pemantau Tinggi Muka Air.

RUANG LINGKUP PEMBATASAN MASALAH

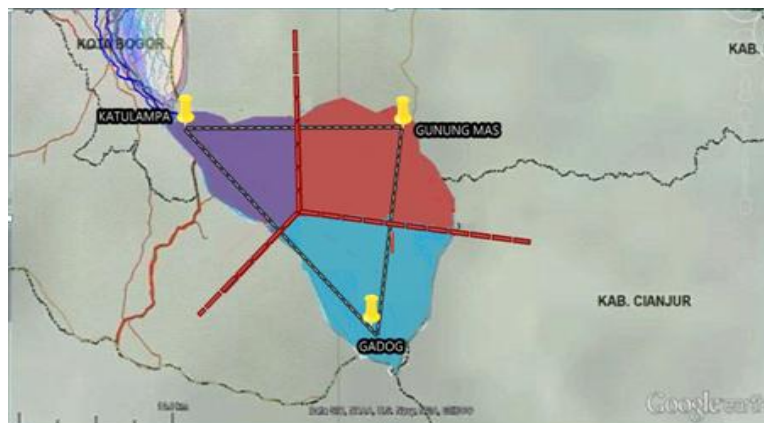
Ruang lingkup pembatasan masalah menitikberatkan pada segi perencanaan Bendung Katulampa yang meliputi :

1. Analisis hidrologi.
2. Desain penempatan tubuh bendung, kolam olak, bangunan pengambil utama, bangunan pembilas dan kantong lumpur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Curah Hujan Maksimum

Pada DAS Ciliwung Hulu terdapat 3 stasiun hujan, yaitu Stasiun Katulampa, Stasiun Gadog dan Stasiun Gunung Mas seperti pada Gambar 6. Setiap stasiun penakar hujan memiliki daerah pengaruh tersendiri terhadap suatu daerah aliran sungai. Salah satu metode yang sering digunakan untuk perhitungan hujan rata-rata DAS adalah menggunakan metode poligon Thiessen. Metode poligon Thiessen memperhitungkan prosentase daerah pengaruh setiap stasiun penakar hujan terhadap luasan di sekitar stasiun tersebut. Metode tersebut digunakan apabila penyebaran stasiun curah hujan pada daerah yang ditinjau tidak merata. Untuk mendapatkan hujan rata-rata daerah, maka dapat dilakukan dengan membagi hasil kali curah hujan dan luas daerah yang berpengaruh dengan luas total daerah aliran sungai. Hasil perhitungan curah hujan rata-rata DAS Ciliwung Hulu disajikan pada Tabel 1.



Gambar 5. Daerah Pengaruh Poligon *Thiessen* DAS Ciliwung Hulu. (Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane, 2011)

Tabel 1. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata DAS dengan Metode Polygon *Thiessen*.

No.	Tahun	Tanggal	Sta	Sta	Sta	RH Rata-Rata	RH Rata-Rata DAS
			Gadog	Katulampa	Gunung Mas		
			mm	mm	mm	mm	mm
		Bobot	0.39	0.26	0.35		
1	1990	18-Jan	86	10	16	41.71	41.71
		9-Aug	0	92	0	23.90	
		14-Oct	0	40	71	35.29	
2	1991	30-Apr	171	0	36	79.25	79.25
		24-Dec	0	115	0	29.87	
		25-Feb	0	0	108	37.87	
3	1992	18-Jan	128	26	10	60.13	60.13
		7-Oct	0	150	48	55.79	
		24-Sep	0	0	130	45.58	
4	1993	4-Jun	120	9	16	54.70	54.70
		13-Apr	0	185	0	48.05	
		7-Mar	8	0	125	46.95	
5	1994	10-Nov	129	0	0	50.26	58.88
		15-Oct	0	85	0	22.08	
		21-Jan	3	57.5	122	58.88	
6	1995	4-Feb	89	9	22	44.73	53.32
		4-May	64	102	0	51.43	
		7-Feb	28	31	98	53.32	
7	1996	4-Jan	141	39	80	93.12	93.12
		13-May	8	130	0	36.88	
		3-Jan	19	75	162	83.69	
8	1997	16-Mar	83	52	0	45.84	46.92
		30-Apr	5	115	5	33.57	
		2-Jan	7	23	109	46.92	
9	1998	11-May	138	110	3	83.39	83.39
		18-Oct	31	122	0	43.77	
		23-Oct	11	45	101	51.39	
10	1999	3-Jan	118	7	50	65.32	85.26
		17-Oct	102	101	55	85.26	
		1-Jul	0	0	148	51.90	
11	2000	12-Nov	127	71	28	77.74	77.74
		10-Oct	50	79	0	40.00	
		28-Jan	3	0	113	40.79	
12	2001	7-Jun	125	102	20	82.21	82.21
		7-Jun	125	102	20	82.21	
		23-Jan	14	0	129	50.69	

Tabel 1. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata DAS dengan Metode Polygon *Thiessen*.
(lanjutan)

13	2002	18-Jan	127	51	25	71.49	79.08
		17-Mar	42	154	10	59.87	
		30-Jan	36	52	147	79.08	
14	2003	29-Apr	161	129	71	121.13	121.13
		29-Apr	161	129	71	121.13	
		10-Dec	0	0	118	41.38	
15	2004	6-Nov	99	91	9	65.36	67.16
		16-May	97	109	3	67.16	
		16-Feb	38	30	78	49.95	
16	2005	18-Jan	154	111	157	143.88	143.88
		18-Jan	154	111	157	143.88	
		18-Jan	154	111	157	143.88	
17	2006	24-Dec	118	60	15	66.82	95.70
		9-Feb	36	71	82	61.22	
		23-Jan	88	65	127	95.70	
18	2007	3-Feb	229	172	156	188.60	188.60
		3-Feb	229	172	156	188.60	
		4-Feb	72	64	247	131.29	
19	2008	6-Feb	156	12	10	67.40	81.84
		13-Nov	85	166	16	81.84	
		13-Mar	4	12	110	43.25	
20	2009	13-Jan	85	52	68	70.47	70.47
		24-Jul	72	112	0	57.14	
		15-Jan	18	16	110	49.74	
21	2010	5-Jul	96	88	5	62.01	107.91
		25-Jun	75	145	117	107.91	
		9-Jun	80	48	110	82.21	
22	2011	22-Nov	74	65	36	58.34	84.74
		24-Dec	73	102	85	84.74	
		15-Sep	25	80	115	70.84	
23	2012	23-Sep	113	136	80	107.40	107.40
		23-Sep	113	136	80	107.40	
		23-Sep	113	136	80	107.40	
24	2013	2-Jan	145	83	52	96.29	96.29
		3-Feb	66	95	77	77.39	
		5-Mar	35	22	120	61.43	

Perhitungan Curah Hujan Rencana

Pada perhitungan hujan rencana, terlebih dahulu dilakukan analisis curah hujan rencana. Hal tersebut bertujuan untuk menentukan dan menguji data sebaran curah hujan rencana. Distribusi curah hujan rencana yang digunakan adalah metode *Log Pearson Tipe III*, kemudian hasil perhitungan curah hujan rencana disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode *Log Pearson Tipe III*.

No.	Periode	Log X	S Log X	Cs	k	Log Xt	X=10 ^{Log Xt} (mm)
1	10	1.91	0.15	0.31	1.31	2.11	127.41
2	25	1.91	0.15	0.31	1.85	2.19	153.75
3	50	1.91	0.15	0.31	2.22	2.24	174.40
4	100	1.91	0.15	0.31	2.55	2.29	195.87
5	200	1.91	0.15	0.31	2.86	2.34	218.39
6	1000	1.91	0.15	0.31	3.54	2.44	275.82

Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana sebagai dasar perhitungan menggunakan beberapa metode, seperti metode Rasional, *Haspers* dan *HEC-HMS*. Rekapitulasi debit banjir rencana disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana.

No.	Tahun	Rasional (m ³ /dt)	<i>Haspers</i> (m ³ /dt)	<i>HEC-HMS</i> (m ³ /dt)	<i>Passing Capacity</i> (m ³ /dt)
1	10	482.32	379.10		
2	25	582.03	457.47	733.90	
3	50	660.23	518.94	907.40	733.48
4	100	741.49	582.81	1017.90	
5	200	826.74	649.81		
6	1000	1044.15	820.70		

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan hasil yang berbeda dari 3 metode yang sudah dilakukan dengan menggunakan rumus pendekatan. Debit yang didapatkan dari metode pendekatan kemudian dibandingkan dengan debit yang dihasilkan dari metode *Passing Capacity* dengan debit sebesar 733,70 m³/det. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh debit banjir rencana yang paling mendekati adalah dengan metode *HEC-HMS* periode ulang 25 tahun yaitu sebesar 733,90 m³/det.

Debit Andalan

Analisis debit andalan (*dependable flow*) merupakan perhitungan debit minimum sungai untuk memenuhi debit yang telah ditentukan agar dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Kemungkinan terpenuhi debit tersebut ditentukan sebesar 80 % sehingga kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah sebesar 20 % . Perhitungan debit andalan menggunakan cara analisis *water balance* dari Dr. F.J.

Mock. Analisis tersebut memperhitungkan keseimbangan air, dimana volume air total adalah tetap sedangkan sirkulasi dan distribusi air yang bervariasi. Rekapitulasi debit andalan disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi Debit Andalan.

No.	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	8.64	12.80	9.30	10.28	9.73	5.94	4.85	4.58	3.86	4.34	7.65	8.16
2	12.46	15.69	10.41	12.66	10.42	6.39	5.34	4.91	4.55	7.97	8.87	10.18
3	13.21	15.91	10.60	12.77	11.18	7.23	5.46	5.10	5.62	8.52	10.70	10.36
4	14.47	17.71	10.77	13.27	11.79	8.36	5.76	5.56	6.18	8.70	12.02	11.26
4.8	14.82	18.45	11.65	13.61	11.83	8.51	6.20	5.74	6.73	8.86	12.84	11.81
5	14.91	18.63	11.87	13.70	11.84	8.55	6.31	5.78	6.87	8.90	13.04	11.95
6	14.99	19.12	13.45	13.75	12.26	8.55	6.64	6.21	7.46	8.97	13.08	12.34
7	15.82	19.43	13.51	14.14	12.36	8.81	7.08	6.29	7.91	9.03	13.47	13.14
8	16.72	19.60	13.89	14.21	12.60	9.11	7.24	6.53	8.34	9.08	13.78	13.19
9	17.01	19.68	14.28	14.54	12.65	9.17	7.83	6.60	8.81	9.93	13.83	14.57
10	17.20	21.39	15.33	14.85	12.81	9.34	8.36	6.76	9.13	11.54	14.38	14.57
11	17.50	21.52	16.17	14.91	13.00	10.41	8.52	7.07	9.53	11.78	14.74	15.01
12	18.20	21.56	16.28	15.45	13.14	11.37	8.60	8.12	9.76	12.07	14.80	15.34
13	18.66	21.62	16.32	16.08	13.23	11.64	10.03	8.86	9.86	12.22	14.91	15.64
14	20.09	22.13	16.60	16.24	13.25	11.93	10.99	8.89	10.35	12.50	15.62	15.64
15	20.91	22.32	16.73	16.41	13.49	11.95	11.18	9.80	10.51	12.72	16.18	15.76
16	21.07	23.08	16.78	16.66	14.74	11.99	11.28	9.98	10.89	13.02	16.76	15.77
17	21.30	23.28	17.19	16.77	14.92	12.66	11.53	10.04	11.24	13.38	16.92	16.21
18	21.34	23.51	17.34	17.01	15.20	13.58	11.70	10.15	11.40	13.42	16.93	16.44
19	21.59	23.63	17.65	17.21	15.64	13.69	12.31	11.41	11.51	16.28	17.07	17.24
20	21.62	24.00	20.80	18.13	16.20	14.09	12.56	12.38	12.45	16.51	17.72	17.36
21	23.30	24.20	20.84	19.10	16.41	15.14	12.87	12.88	12.47	16.79	17.94	18.16
22	24.34	25.78	21.41	19.93	16.81	16.16	14.29	13.99	13.33	17.08	18.14	18.69
23	24.69	27.53	24.31	20.09	17.03	18.19	16.05	14.59	13.36	18.66	19.66	19.70
24	26.89	29.47	29.52	22.08	21.84	22.22	16.15	16.34	21.29	19.86	20.91	20.98

Neraca Air

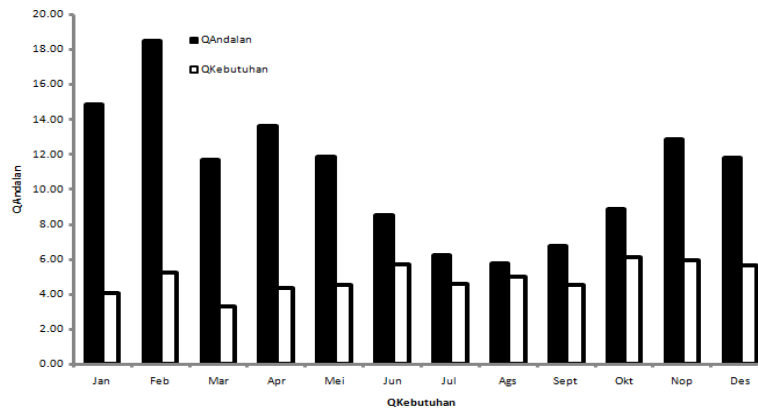
Neraca air (*water balance*) adalah perbandingan kebutuhan pengambilan untuk pola tanam yang digunakan dengan debit andalan dan luas daerah yang bisa dialiri. Jika debit terpenuhi, maka pola tanam yang telah di analisis sebelumnya dapat digunakan. Jika debit andalan kurang dari debit yang dibutuhkan, maka ada 3 hal yang dapat dilakukan, yaitu :

1. Luas daerah irigasi dikurangi.
2. Melakukan modifikasi pola tanam.
3. Memberlakukan rotasi teknis/golongan.

Neraca air diperhitungkan berdasarkan volume ketersediaan air (*inflow*) dan volume kebutuhan air (*outflow*). Hasil perhitungan neraca air disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Neraca Air.

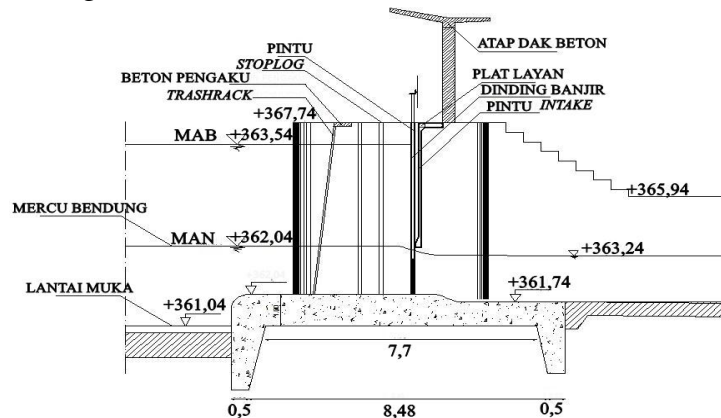
Bulan	QAndalan (m ³ /detik)	QKebutuhan (m ³ /detik)	Surplus / Defisit (m ³ /detik)
Jan	14.82	4.07	10.75
Feb	18.45	5.19	13.26
Mar	11.65	3.27	8.38
Apr	13.61	4.34	9.27
Mei	11.83	4.51	7.32
Jun	8.51	5.68	2.83
Jul	6.20	4.58	1.62
Ags	5.74	5.00	0.73
Sept	6.73	4.53	2.20
Okt	8.86	6.09	2.77
Nop	12.84	5.95	6.89
Des	11.81	5.62	6.19



Gambar 6. Grafik Neraca Air.

Bangunan Pengambilan (*Intake*)

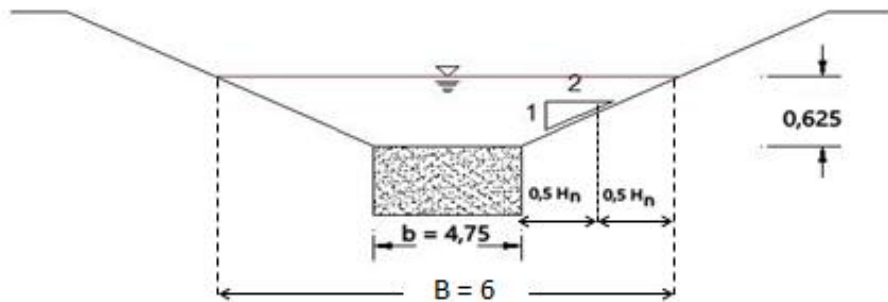
Pintu pengambilan dilengkapi dengan pintu dan bagian depannya terbuka untuk menjaga jika terjadi muka air tinggi selama banjir, besarnya bukaan pintu bergantung kepada kecepatan aliran masuk yang diizinkan. Kecepatan ini bergantung kepada ukuran butir bahan yang dapat diangkut.



Gambar 7. Bangunan Pengambilan.
(Dirjen Pengairan, 1986)

Kantong Lumpur

Kantong lumpur merupakan pembesaran potongan melintang saluran sampai panjang tertentu untuk mengurangi kecepatan aliran dan kesempatan padasedimen untuk mengendap. Untuk menampung endapan sedimen tersebut, dasar bagian saluran tersebut diperdalam dan diperlebar. Tampungannya ini dibersihkan setiap jangka waktu tertentu dengan cara membilas sedimennya kembali ke sungai dengan aliran super kritis. Kantong lumpur ditempatkan dibagian awal dari saluran primer tepat dibagian belakang pengambilan.



Gambar 8. Penampang Saluran Kantong Lumpur.
(Dirjen Pengairan, 1986)

Bangunan Pembilas

Bangunan pembilas adalah salah satu perlengkapan pokok bendung yang terletak di dekat dan menjadi satu kesatuan dengan intake. Berfungsi untuk menghindarkan angkutan muatan sedimen dan mengurangi muatan sedimen layang yang masuk ke intake. Bangunan pembilas yang terdapat pada Bendung Katulampa menggunakan 3 buah bangunan pembilas dengan lebar 3 m dan menggunakan 4 pilar dengan lebar 1 m.

Lebar Efektif Bendung

Lebar sungai pada Bendung Katulampa :

$$B = 1,2 \times \text{lebar sungai rata - rata} \dots \dots \dots (1)$$

$$B = 1,2 \times 80 \text{ m}$$

$$B = 96 \text{ m.}$$

Lebar Efektif Bendung :

$$Be = B - 2(n \cdot K_p + K_a) H_1 \dots \dots \dots (2)$$

$$Be = 96 - 2(2 \times 0,01 + 0,1) H_1$$

$$Be = 96 - 0,24 H_1 \text{ m.}$$

Mercu Bendung

Untuk menghitung tinggi mercu bendung, digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{2}{3} \times C_d \times B_e \times H_1^{1,5} \times \sqrt{\frac{2}{3}g} \dots \dots \dots (3)$$

dimana :

$Q = Q_{25}$ = Debit banjir rencana (m³/det).

C_d = Koefisien debit.

B_e = Lebar efektif bendung (m).

H_1 = Tinggi energi di atas mercu bendung (m).

Dengan mengasumsikan nilai $C_d = 1,3$ maka :

$$Q = \frac{2}{3} \times C_d \times B_e \times H_1^{1,5} \times \sqrt{\frac{2}{3}g}$$

$$733,90 = \frac{2}{3} \times 1,3 \times (96 - 0,24 H_1) \times H_1^{1,5} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times 9,81}$$

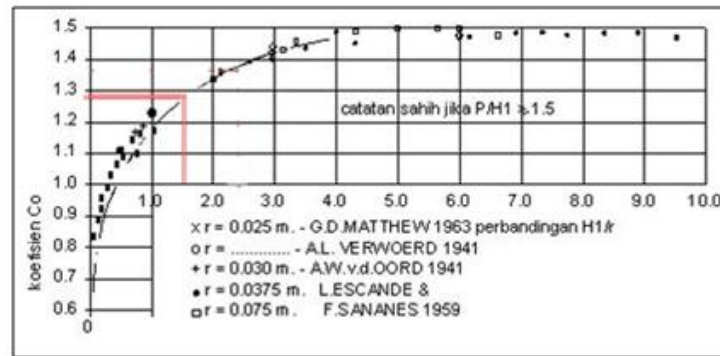
$$733,90 = 2,22 \times 96 H_1^{1,5} - 0,24 H_1^{2,5}$$

$$733,90 = 213,12 H_1^{1,5} - 0,24 H_1^{2,5}$$

$$H_1 = 2,28 \text{ m.} \rightarrow B_e = 95,45 \text{ m}$$

Bendung direncanakan menggunakan mercu bulat dengan 1 jari-jari, di mana nilai $r = 1,5$ m.

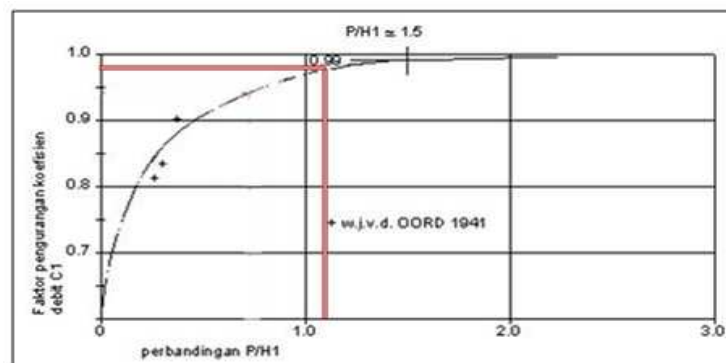
$$\frac{H_1}{r} = \frac{2,28}{1,5} = 1,52 \rightarrow C_0 = 1,29 \text{ (Gambar 10).}$$



Gambar 9. Harga-harga Koefisien C_0 untuk Bendung Ambang Bulat

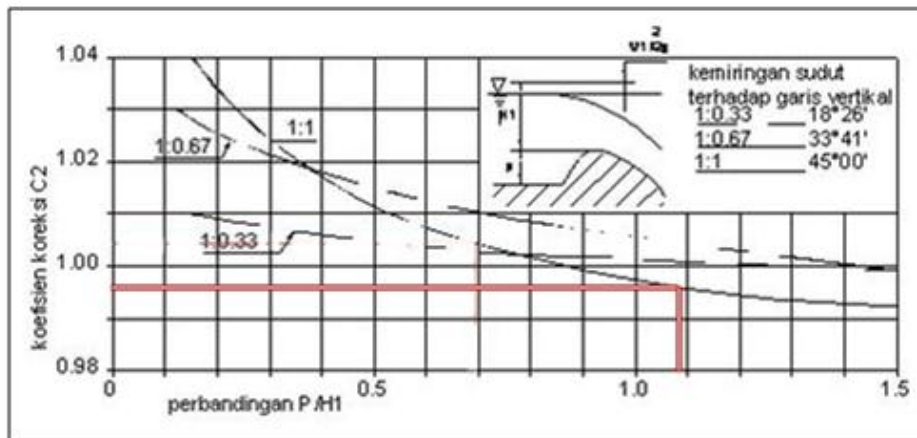
Sebagai Fungsi Perbandingan H_1/r (Dirjen Pengairan, 1986).

$$\frac{p}{H_1} = \frac{2,5}{2,28} = 1,09 < 1,5 \rightarrow C_1 = 0,98 \text{ (Gambar 11).}$$



Gambar 10. Koefisien C_1 Sebagai Fungsi Perbandingan P/H_1 . (Dirjen Pengairan, 1986)

$$\frac{p}{H_1} = \frac{2,5}{2,28} = 1,09 \rightarrow C_2 = 0,99 \text{ (Gambar 12).}$$



Gambar 11. Harga-harga Koefisien C_2 untuk Bendung.
(Dirjen Pengairan, 1986)

$$C_d = C_0 \times C_1 \times C_2 = 1,28 \times 0,98 \times 0,99 = 1,24$$

Maka dilakukan perhitungan ulang sebagai berikut :

$$Q = \frac{2}{3} \times C_d \times B_e \times H_1^{1,5} \times \sqrt{\frac{2}{3} g}$$

$$733,90 = \frac{2}{3} \times 1,24 \times (96 - 0,24 H_1) \times H_1^{1,5} \times \sqrt{\frac{2}{3} \times 9,81}$$

$$733,90 = 2,11 \times 96 H_1^{1,5} - 0,24 H_1^{2,5}$$

$$733,90 = 202,56 H_1^{1,5} - 0,24 H_1^{2,5}$$

$$H_1 = 2,36 \text{ m.} \rightarrow B_e = 95,43 \text{ m}$$

Analisis Stabilitas Bendung

Analisis stabilitas bendung berdasarkan teori yang ada diperhitungkan pada kondisi kosong dan banjir.

Kondisi Kosong

a. Terhadap Guling

$$SF = \frac{\Sigma MT}{\Sigma MG} = \frac{281,56}{57,94} = 4,85 > 1,5 \text{ (Aman)} \dots \dots \dots (4)$$

b. Terhadap Geser..

$$SF = f \frac{\Sigma RV}{\Sigma RH} = 0,75 \times \left(\frac{69,6}{25,15} \right) = 2,1 > 1,5 \text{ (Aman)} \dots \dots \dots (5)$$

c. Terhadap Daya Dukung Tanah

- Eksentrisitas

$$e = \left(\frac{B}{2}\right) - \left(\frac{\Sigma MT - \Sigma MG}{RV}\right) < \frac{B}{6} \dots\dots\dots(6)$$

$$e = \left(\frac{8,58}{2}\right) - \left(\frac{281,56 - 57,94}{69,681}\right)$$

$$e = 1,08 < \frac{B}{6} = 1,43 \text{ (Aman)}$$

– Daya Tekanan Tanah

$$\sigma = \frac{q \text{ ult}}{SF} \dots\dots\dots(7)$$

$$\sigma \text{ ijin} = 66,74 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = \frac{RV}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B}\right) < \sigma_{ijin} \dots\dots\dots(8)$$

$$\sigma = \frac{69,6}{8,58} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 1,08}{8,58}\right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma_{\max} = 14,23 \text{ t/m}^2 < 66,74 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman).}$$

$$\sigma_{\min} = 1,98 \text{ t/m}^2 > 0,00 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman).}$$

Kondisi Banjir

a. Terhadap Guling

$$SF = \frac{\Sigma MT}{\Sigma MG} = \frac{521,42}{187,8} = 2,77 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

b. Terhadap Geser

$$SF = f \frac{\Sigma RV}{\Sigma RH} = 0,75 \times \left(\frac{110,6}{30,52}\right) = 3,62 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

c. Terhadap Daya Dukung Tanah

– Eksentrisitas

$$e = \left(\frac{B}{2}\right) - \left(\frac{\Sigma M = \Sigma MT - \Sigma MG}{RV}\right) < \frac{B}{6}$$

$$e = \left(\frac{8,58}{2}\right) - \left(\frac{521,42 - 187,8}{110,6}\right)$$

$$e = 1,27 < \frac{B}{6} = 1,43 \text{ (Aman)}$$

– Daya Tekanan Tanah

$$\sigma = \frac{q \text{ ult}}{SF}$$

$$\sigma \text{ ijin} = 66,74 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = \frac{RV}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B}\right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma = \frac{110,6}{8,58} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 1,27}{8,58}\right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma_{\max} = 27,88 \text{ t/m}^2 < 66,74 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman).}$$

$$\sigma_{\min} = 1,44 \text{ t/m}^2 > 0,00 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman).}$$

Rencana Anggaran Biaya dan Jadwal Pelaksanaan

Rencana waktu pembangunan yang diperlukan ± 168 hari kerja dengan total anggaran sebesar Rp 4,193,000,000 (Empat Milyar Seratus Sembilan Puluh Tiga Juta Rupiah).

KESIMPULAN

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari evaluasi fungsi bendung dan perencanaan kembali bendung Katulampa antara lain :

1. Perencanaan Bendung Katulampa menggunakan debit banjir periode ulang 25 tahun (Q_{25}) sebesar 733,90 m³/det.
2. Luas area sawah yang akan di air = 500 ha, dengan kebutuhan air sebesar 7,24 m³/det.
3. Data teknis hasil perencanaan Bendung Katulampa :
 - a. Perencanaan Bendung Katulampa dibangun di titik +357,50
 - b. Bendung Katulampa memiliki lebar efektif sebesar 95,43 m.
 - c. Mercu Bendung setinggi 2,5 m dengan menggunakan tipe mercu bulat.

SARAN

Berdasarkan permasalahan yang ada pada bendung Katulampa dapat diambil beberapa saran antara lain :

1. Permasalahan banjir di ibukota Jakarta merupakan permasalahan yang kompleks. Hal ini menjadi kewajiban seluruh pihak terkait, baik itu pemerintah maupun masyarakat agar dapat menciptakan suatu daerah yang bebas banjir.
2. Perlu adanya penghijauan pada DAS mengingat cukup besarnya alih fungsi lahan pada bagian hulu DAS Ciliwung.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Masyarakat Peduli, 2012.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Harto, Sri B.R, 1993. *Hidrologi Terapan*, Gadjah Mada Press University, Yogyakarta.
- Loebis, Joesron, 1992. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane, 2011. *Laporan Final*, Jakarta.
- Soemarto, C.D, 1995. *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data)*, Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda, 1999, *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.