

ANALISIS HIDROLOGI UNTUK PERENCANAAN DAN PENANGGULANGAN BANJIR (STUDI KASUS SUNGAI CONDONG KABUPATEN CIREBON)

Heri Mulyono dan Bagas Ramadhan

Universitas Swadaya Gunung Jati (UGJ) Cirebon

Email: mulyonoh29@gmail.com

Abstrak

Daerah Aliran Sungai (DAS) Condong adalah salah satu daerah aliran sungai yang terletak di Gunung Jati Kabupaten Cirebon Jawa barat, dan melintasi 5 kecamatan yang ada di Cirebon. Sungai condong meluap dan menggenangi 5 kecamatan yang ada di Cirebon, penyebabnya adalah karena sungai ini tidak dapat menampung debit banjir yang ada dan banyaknya sedimentasi baik di hulu maupun dipertengahan sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan solusi dari bencana banjir yang terjadi pada Sungai Condong. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode pengumpulan dan analisis data. Pengumpulan data primer dan sekunder adalah langkah awal dari penelitian ini. kemudian di analisis guna mendapatkan parameter untuk menentukan debit banjir dan metode pengendaliannya. Berdasarkan hasil analisis diperoleh debit banjir puncak HSS Nakayasu untuk periode ulang 25 tahun sebesar $Q_{25} = 200,129 \text{ m}^3/\text{det}$ pada $t = 1,94$ jam, sedangkan kapasitas tampungan sungai condong sebesar $Q = 188,409 \text{ m}^3/\text{det}$, sehingga. dapat disimpulkan bahwa sungai condong berpotensi banjir. maka perlu di cari solusi untuk pengendalian banjir Sungai Condong, yaitu berupa normalisasi sungai, pembuatan tanggul dan pembuatan kolam retensi.

Kata Kunci : Hidrologi, banjir, Condong, Kolam retensi, Nakayasu.

Pendahuluan

Kabupaten Cirebon adalah salah satu bagian wilayah Provinsi Jawa Barat yang terletak di bagian timur dan merupakan batas sekaligus sebagai pintu gerbang Provinsi Jawa Barat. Kabupaten Cirebon merupakan salah satu daerah produsen beras yang terletak di jalur pantura.

Kabupaten Cirebon berada di daerah pesisir laut jawa. Letak geografis wilayah Kabupaten Cirebon berada pada posisi $6^{\circ}30' - 7^{\circ}00'$ LS dan $108^{\circ}40' - 108^{\circ}48'$ BT. Bagian utara merupakan dataran rendah, sedangkan bagian barat daya merupakan pegunungan. Untuk wilayah yang terletak sepanjang jalur pantura termasuk pada dataran rendah yang memiliki ketinggian antara 0-10 m dari permukaan air laut,

sedangkan untuk wilayah pegunungan memiliki letak ketinggian antara 11-130 m dari permukaan air laut. Kabupaten Cirebon dilewati oleh 2 aliran sungai, yaitu DAS Cisanggarung dan DAS Cimanuk. Luas wilayah untuk DAS Cimanuk Cisanggarung yaitu $\pm 7,711 \text{ km}^2$, terdiri dari 4 sub wilayah sungai, salah satunya adalah sub wilayah Sungai Pantura – Cirebon – Indramayu dengan memiliki luas $\pm 1,820 \text{ km}^2$ yang merupakan kumpulan sungai-sungai kecil.

Sungai utama yang terdapat pada sub wilayah Sungai Pantura – Cirebon – Indramayu salah satunya adalah Sungai Condong. Sungai Condong adalah sungai yang berada di daerah Gunung Jati Kabupaten Cirebon, sungai ini adalah salah satu sungai utama yang memiliki panjang, yaitu 17 km dan memiliki Luas Daerah Aliran Sungai 45 km^2 . Sungai ini merupakan salah satu sungai yang berfungsi untuk mengalirkan dan menampung besarnya air yang berasal dari berbagai anak sungai di hulu dan pertengahan sungai yang kemudian dialirkan ke Laut Jawa. Sungai ini pun berfungsi sebagai tempat bersandarnya perahu - perahu kecil milik nelayan yang bermukim di sekitar Sungai Condong.

Sungai Condong sendiri merupakan sungai yang memiliki bentuk memanjang dengan bagian hulu dan pertengahan sungai yang melebar sedangkan dibagian hilir mengalami penyempitan. Bentuk sungai seperti ini menyebabkan konsentrasi aliran yang cukup panjang ditambah dengan banyaknya anak sungai di hulu dan pertengahan sungai menyebabkan besarnya aliran yang ada serta berpotensi mengalami banjir dibagian hilir. Pada tahun 2018 sungai condong mengalami bencana banjir diakibatkan oleh debit air yang datang dari hulu melebihi kapasitas tampungan sungai yang ada dan ditambah dengan intensitas curah hujan yang tinggi dan banyaknya sedimentasi sehingga sungai ini meluap dan menggenangi ribuan rumah di 5 kecamatan, yakni Kecamatan Kedawung, Plered, Panguragan, Kecamatan Plumbon dan Kecamatan Gunung Jati, terdapat 3 desa yang mengalami banjir terparah yaitu Desa Wanakaya, Desa Astana dan Desa Jatimerta, Kecamatan Gunung Jati, tinggi air yang menggenangi 3 desa ini mencapai 2 m lebih sehingga warga merasa takut dan khawatir dengan keadaan rumahnya yang terendam. Karena adanya kejadian ini para warga di 3 desa tersebut mengalami banyak kerugian material diakibatkan tidak sempat menyelamatkan barang-barang yang ada dirumah masing-masing.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis hidrolika pada Sungai Condong untuk mengetahui besar tampungan yang ada, analisis data curah hujan maksimum tahunan Sungai Condong dan menentukan cara penanganan dengan merencanakan pengendalian banjir pada sungai condong yang meluap, dengan cara melakukan perbaikan dan pengaturan alur – alur sungai dengan cara pembuatan tanggul, normalisasi sungai dan pembuatan kolam retensi banjir.

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, pengumpulan data yang ada dilakukan dengan teknik sebagai berikut :

1. Observasi lapangan

Observasi adalah pengumpulan data dengan cara melakukan langsung pengamatan di lapangan. Tujuannya adalah agar mendapatkan gambaran sebagai pertimbangan untuk menentukan hasil dari pengamatan tersebut.

2. Biografi

Biografi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data melalui dokumen atau arsip terkait dengan penelitian.

3. Wawancara

Teknik ini adalah dengan menanyakan langsung kepada narasumber yang bersangkutan yang berkaitan langsung dengan objek penelitian.

Metode analisis yang dipakai untuk mencari harga rata-rata curah hujan maksimum pada suatu daerah yaitu menggunakan Metode Poligon *Thiessen*. Metode Poligon *Thiessen* ini berkaitan dengan perhitungan luasan DAS , perhitungannya menggunakan *square methode* (Metode Segi Empat). Metode yang digunakan untuk menentukan curah hujan rencana adalah dengan menggunakan metode E.J Gumbel.

Hasil dan Pembahasan

1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi bertujuan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan hujan yang berpengaruh pada besarnya debit Sungai Condong. Analisis dilakukan terhadap data hujan harian antara tahun 1999 sampai 2018 (20 tahun) yang diperoleh dari stasiun pengukuran hujan di tiga lokasi, yaitu:

- a. Stasiun Cangkol
- b. Stasiun Cangkring
- c. Stasiun Sindang Jawa

Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan curah hujan maksimum harian setiap tahun. Kemudian analisis curah hujan maksimum dengan menggunakan metode *thiessen*, setelah itu ditinjau distribusi perhitungan curah hujan rencana yang sesuai dengan meninjau beberapa parameter statistik. Dilakukan uji keselarasan chi kuadrat. Selanjutnya menghitung debit banjir rencana menggunakan metode Der weduwen dan HSS Nakayasu, setelah itu menghitung intensitas hujan Metode Mononobe.

2. Analisis curah hujan maksimum harian rata-rata daerah

Analisis curah hujan maksimum harian rata-rata daerah dilakukan dengan menggunakan metode *thiessen*. Cara ini memperhitungkan luas daerah yang diwakili oleh stasiun yang bersangkutan untuk digunakan sebagai koefisien dalam menghitung hujan maksimum harian rata-rata daerah, atau biasa disebut koefisien *thiessen* (*c*).

Hasil perhitungan koefisien *thiessen* disajikan pada tabel 1.

Tabel 1
Luas Hasil Perhitungan Metode Poligon *Thiessen*

No Sta	Nama Stasiun	Luas DPA (km ²)	Koefi. C
62	Cangkol	3,75 km ²	0,083
43	Cangkring	25 km ²	0,556
46	Sindang Jawa	16,25 km ²	0,361
Luas total		45	1

Tabel 2
Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Harian Maksimum dengan Metode *Thiessen*

No	Tahun	Cangkol		Cangkring		Sindang Jawa		Rh Rencana	
		Sta. 62		Sta. 43		Sta. 46			
		C = 0,083		C = 0,556		C = 0,361			
		Ri	Ri.C	Ri	Ri.C	Ri	Ri.C		
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
1	1999	180	15	180	100,08	170	61,37	176,6275	
2	2000	170	14	150	83,4	165	59,565	157,2961	
3	2001	155	13	140	77,84	150	54,15	145,0569	
4	2002	130	11	120	66,72	155	55,955	133,6133	
5	2003	89	8	90	50,04	130	46,93	104,4413	
6	2004	165	14	117	65,052	120	43,32	122,3105	

No	Tahun	Cangkol		Cangkring		Sindang Jawa		Rh Rencana
		Sta. 62		Sta. 43		Sta. 46		
		C = 0,083		C = 0,556		C = 0,361		
		Ri	Ri.C	Ri	Ri.C	Ri	Ri.C	
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
7	2005	90	8	125	69,5	79	28,519	105,6121
8	2006	107	9	114	63,384	100	36,1	108,5069
9	2007	100	9	82	45,592	100	36,1	90,11994
10	2008	60	5	167	92,852	90	32,49	130,3771
11	2009	60	5	113	62,828	86	31,046	98,91203
12	2010	100	9	143	79,508	100	36,1	124,0359
13	2011	105	9	188	104,528	83	29,963	143,3562
14	2012	120	10	72	40,032	35	12,635	62,84178
15	2013	77	7	113	62,828	70	25,27	94,59256
16	2014	75	6	68	37,808	116	41,876	85,97542
17	2015	80	7	68	37,808	116	41,876	86,40042
18	2016	152	13	120	66,72	76	27,436	107,0212
19	2017	120	10	130	72,28	87	31,407	113,8243
20	2018	216	18	100	55,6	183	66,063	139,8911
							Σ RH	2330,813
							Xr	116,5406

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk – Cisanggarung

3. Analisis Distribusi Curah Hujan

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum metode *thiessen* di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan harian maksimum guna menentukan debit banjir rencana. Untuk penentuan curah hujan yang akan dipakai dalam menghitung besarnya debit banjir rencana berdasarkan analisa distribusi curah hujan awalnya dengan pengukuran dispersi dilanjutkan dengan pengukuran dispersi logaritma dan pengujian kecocokan sebaran. Beberapa macam cara untuk mengukur dispersi diantaranya adalah :

1. Standar deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X-Xr)^2}{n-1}}$$

2. Koefisien skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum(X-Xr)^3}{(n-1) \times (n-2) \times (Sd)^3}$$

3. Koefisien kurtosis (CK)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X - Xr)^4}{S^4}$$

4. Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{Xr}$$

Perhitungan parameter statistik untuk menghitung Sd, Ck, dan Cs dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3
Parameter Statistik Untuk Menghitung Sd, Ck Dan Cs

No	Tahun	Rh Rencana	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
1	1999	176,63	60,087	3610,431	216939,477	13035212,570
2	2000	157,30	40,755	1661,008	67695,153	2758947,489
3	2001	145,06	28,516	813,178	23188,803	661258,265
4	2011	143,36	26,816	719,074	19282,360	517067,125
5	2018	139,89	23,350	545,246	12731,756	297292,809
6	2002	133,61	17,073	291,476	4976,276	84958,317
7	2008	130,38	13,837	191,449	2648,985	36652,696
8	2010	124,04	7,495	56,180	421,083	3156,142
9	2004	122,31	5,770	33,292	192,089	1108,333
10	2017	113,82	-2,716	7,378	-20,042	54,442
11	2006	108,51	-8,034	64,540	-518,497	4165,451
12	2016	107,02	-9,519	90,619	-862,640	8211,815
13	2005	105,61	-10,929	119,434	-1305,238	14264,376
14	2003	104,44	-12,099	146,393	-1771,260	21431,034
15	2009	98,91	-17,629	310,768	-5478,406	96576,688
16	2013	94,59	-21,948	481,718	-10572,792	232052,496
17	2007	90,12	-26,421	698,053	-18443,055	487278,393
18	2015	86,40	-30,140	908,433	-27380,386	825251,036
19	2014	85,98	-30,565	934,233	-28555,047	872791,493
20	2012	62,84	-53,699	2883,568	-154844,306	8314963,004
JUMLAH		2331	0,000	14566,471	98324,313	28272693,973
RERATA (X)		116,5				

Hasil perhitungan dispersi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.4
Hasil Perhitungan Dispersi Statistik

Parameter	Nilai
Sd	27,69
CS	0,271
Ck	2,405
CV	0,237

Selanjutnya dilakukan pengukuran dispersi dengan logaritma. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 5
Pengukuran Dispersi Dengan Logaritma

Tahun	X	Log X	Logxi -Log Xrt	(Logxi -Log Xrt) ²	(Logxi -Log Xrt) ³	(Logxi -Log Xrt) ⁴
1999	176,63	2,25	0,19264	0,03711	0,00715	0,0013771
2000	157,30	2,20	0,14230	0,02025	0,00288	0,0004100
2001	145,06	2,16	0,10712	0,01147	0,00123	0,0001317
2011	143,36	2,16	0,10200	0,01040	0,00106	0,0001082
2018	139,89	2,15	0,09137	0,00835	0,00076	0,0000697
2002	133,61	2,13	0,07143	0,00510	0,00036	0,0000260
2008	130,38	2,12	0,06078	0,00369	0,00022	0,0000136
2010	124,04	2,09	0,03913	0,00153	0,00006	0,0000023
2004	122,31	2,09	0,03304	0,00109	0,00004	0,0000012
2017	113,82	2,06	0,00182	0,00000	0,00000	0,0000000
2006	108,51	2,04	-0,01896	0,00036	-0,00001	0,0000001
2016	107,02	2,03	-0,02495	0,00062	-0,00002	0,0000004
2005	105,61	2,02	-0,03071	0,00094	-0,00003	0,0000009
2003	104,44	2,02	-0,03555	0,00126	-0,00004	0,0000016
2009	98,91	2,00	-0,05917	0,00350	-0,00021	0,0000123
2013	94,59	1,98	-0,07856	0,00617	-0,00048	0,0000381
2007	90,12	1,95	-0,09960	0,00992	-0,00099	0,0000984
2015	86,40	1,94	-0,11790	0,01390	-0,00164	0,0001932
2014	85,98	1,93	-0,12005	0,01441	-0,00173	0,0002077
2012	62,84	1,80	-0,25617	0,06562	-0,01681	0,0043065
JUM LAH RER ATA Xrt	2331	41,08	0,00000	0,21573	-0,00819	0,00700
	117	2,05				

Hasil pengukuran dispersi dengan logaritma dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 6
Hasil Pengukuran Dispersi Logaritma

Parameter	Nilai
Sd	0,11
CS	0,395
Ck	3,175
CV	0,00091

Tabel 7
Perbandingan Hasil Pengukuran Dispersi Dan Pengukuran Dispersi Logaritma

N O	DISPERSI	HASIL DISPERSI	
		PARAMETER STATISTIK	PARAMETER STATISTIK LOGARITMA
1	Sd	27,69	0,11
2	CS	0,270871733	0,3957932
3	CK	2,40511419	3,175855448
4	CV	0,23758716	0,000914316

Hasil uji distribusi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 8
Hasil Uji Distribusi

JENIS DISTRIBUSI	SYARAT	PERHITUNGAN	KESIMPULAN
NORMAL	CS ~0	CS = 0,270	TIDAK MEMENUHI
	CK ~3	CK = 2,405	
GUMBEL	CS ≤ 1,1396	CS = 0,270	MEMENUHI
	CK ≤ 5,4002	CK = 2,405	
LOG PEARSON	CS ≠ 0	CS = 0,395	TIDAK MEMENUHI
LOG NORMAL	CS ~3CV + (CV ²) = 3	CS = 0,395	TIDAK MEMENUHI
	CK = 5,383	CK = 3,175	

Dari hasil perhitungan diatas didapat Cs = 0,270 dan ck = 2,405 maka model distribusi yang digunakan adalah metode gumbel, karena hasil CS dan Ck dianggap paling mendekati parameter.

Perhitungan *chi*-kuadrat dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 9
Hasil Perhitungan *Chi* – Kuadrat

NO	Probabilitas	Jumlah		Oi-Ei	$\frac{(Oi-Ei)^2}{Ei}$
		Oi	Ei		
1	48,62 < x < 77,06	6	4	2	1
2	77,06 < x < 105,5	6	4	2	1
3	105,5 < x < 133,94	4	4	0	0
4	133,94 < x < 162,38	2	4	-2	1
5	162,38 < x < 190,82	2	4	-2	1
Jumlah		20	20		4

Chi-square hitung (Xh ²)	=	4
n	=	20
k	=	5

Derajat Kebebasan (DK) = 3
 DK = Derajat Signifikasi Alpha (%) = 5 %
 Chi – square kritis (Xh^2_{cr}) = 7,815
 $Xh^2 < Xh^2_{cr}$ -----> Hipotesa dapat diterima

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode *chi square* didapat bahwa $(Xh^2) = 4$, sedangkan $(Xh^2_{cr}) = 7,815$ dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 5\%$. Karena $(Xh^2) < (Xh^2_{cr})$ maka data dapat diterima.

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu dilakukan dengan metode gumbel.

Tabel 10
 Analisis Periode Ulang Dengan Menggunakan Metode Gumbel

NO	TAHUN	X	m	$\frac{n+1}{M}$	$\frac{\sum X_r}{(\sum X/n)}$	X-Xr	(X-Xr) ²	X ²
1	1999	176,63	1,00	21,00	116,54	60,09	3610,43	31197,28
2	2011	143,36	2,00	10,50	116,54	26,82	719,07	20551,00
3	2018	139,89	3,00	7,00	116,54	23,35	545,25	19569,53
4	2008	130,38	4,00	5,25	116,54	13,84	191,45	16998,20
5	2017	113,82	5,00	4,20	116,54	-2,72	7,38	12955,97
6	2010	124,04	6,00	3,50	116,54	7,50	56,18	15384,92
7	2006	108,51	7,00	3,00	116,54	-8,03	64,54	11773,76
8	2000	157,30	8,00	2,63	116,54	40,76	1661,01	24742,07
9	2016	107,02	9,00	2,33	116,54	-9,52	90,62	11453,55
10	2005	105,61	10,00	2,10	116,54	-10,93	119,43	11153,91
11	2004	122,31	11,00	1,91	116,54	5,77	33,29	14959,87
12	2009	98,91	12,00	1,75	116,54	-17,63	310,77	9783,59
13	2013	94,59	13,00	1,62	116,54	-21,95	481,72	8947,75
14	2003	104,44	14,00	1,50	116,54	-12,10	146,39	10907,99
15	2002	133,61	15,00	1,40	116,54	17,07	291,48	17852,52
16	2001	145,06	16,00	1,31	116,54	28,52	813,18	21041,51
17	2015	86,40	17,00	1,24	116,54	-30,14	908,43	7465,03
18	2007	90,12	18,00	1,17	116,54	-26,42	698,05	8121,60
19	2014	85,98	19,00	1,11	116,54	-30,57	934,23	7391,77
20	2012	62,84	20,00	1,05	116,54	-53,70	2883,57	3949,09
ΣX		2330				(X-Xr) ²	14566,47	

Perhitungan :

$n = 20$

$\Sigma X = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{20} = 2330$

$$X_r = \frac{\sum x}{n} = \frac{2330}{20.00} = 116$$

Rumus metode gumbel :

$$X_t = X_r + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \times S_d$$

Dimana :

X_r = curah hujan rencana dalam periode ulang n tahun

S_d = standar deviasi

Y_t = *reduce variate*

Y_n = *reduce mean*

S_n = *reduce standard variation*

Perhitungan curah hujan dengan metode gumbel :

$$S_d = \sqrt{\frac{(X - X_r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{14566,471}{20-1}} = 27,68$$

$$X_r = \frac{2331}{20} = 116$$

Dari tabel *reduce standard deviation* dan *reduce mean*, untuk n = 20 tahun adalah :

$S_n = 1,0628$ (dari tabel *reduce standard deviation*)

$Y_n = 0,5236$ (dari tabel *reduce mean*)

Dari tabel *reduce variate*, didapat :

T	= 2 tahun	Y_t	=	0,3665
T	= 5 tahun	Y_t	=	1,4999
T	= 10 tahun	Y_t	=	2,2502
T	= 25 tahun	Y_t	=	3,1985
T	= 50 tahun	Y_t	=	3,9019
T	= 100 tahun	Y_t	=	4,6001

$$X_t = X_r + \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \times S_d$$

Maka didapat hasil :

Perhitungan curah hujan rencana :

$$R_2 = 116 + \frac{0,3665 - 0,5236}{1,0628} \times 27,68 = 112,447 \text{ mm}$$

$$R5 = 116 + \frac{1,4999-0,5236}{1,0628} \times 27,68 = 141,975 \text{ mm}$$

$$R10 = 116 + \frac{2,2502-0,5236}{1,0628} \times 27,68 = 172,552 \text{ mm}$$

$$R25 = 116 + \frac{3,1985-0,5236}{1,0628} \times 27,68 = 200,228 \text{ mm}$$

$$R50 = 116 + \frac{3,9019-0,5236}{1,0628} \times 27,68 = 204,553 \text{ mm}$$

$$R100 = 116 + \frac{4,6001-0,5236}{1,0628} \times 27,68 = 222,743 \text{ mm}$$

Tabel 11
 Hasil Perhitungan Periode Ulang Curah Hujan Metode Gumbel

Periode Ulang	Stasiun cangkring
R2	112,447
R5	141,975
R10	172,552
R25	200,228
R50	204,553
R100	222,743

4. Perhitungan Debit Banjir Rencana

a. Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan analisis debit banjir rencana seharusnya menggunakan data debit dari sungai yang diteliti akan tetapi karena data debit yang dibutuhkan tidak tersedia, maka untuk melakukan analisis debit banjir akan menggunakan data curah hujan. analisis debit banjir rencana menggunakan Analisis Metode Weduwen dan Metode Hss Nakayasu. Sedangkan untuk analisis curah hujan jam-jaman menggunakan Metode Monobe.

b. Metode Weduwen

Metode ini khusus digunakan untuk menghitung debit banjir dengan luas DAS < 100 Km².

Rumus untuk metode weduwen adalah :

$$Q_n = \alpha \times \beta \times q \times A$$

Dimana :

Qn = debit rencana (m³/det)

- α = koefisien run off
- β = koefisien reduksi
- A = luas DPS
- q = curah hujan

Tabel 12
Debit banjir rencana dengan metode weduwen

Tahun	T (jam)	B	q (m ³ /det/km ²)	α	Qn (m ³ /det)
2	9,70	0,883	6,067	0,668	75,511
5	9,70	0,883	6,067	0,668	95,340
10	9,70	0,883	6,067	0,668	115,874
25	9,70	0,883	6,067	0,668	134,459
50	9,70	0,883	6,067	0,668	137,364
100	9,70	0,883	6,067	0,668	149,578

1) Distribusi Hujan Jam – Jaman Metode *Monobe*

Karena tidak tersedianya data curah hujan jam-jaman pada lokasi rencana, maka untuk perhitungan distribusi hujan menggunakan rumus *Monobe*, kemudian untuk lamanya hujan terpusat di Indonesia berkisar 5-7 jam/hari.

- Rata – rata hujan di awal

$$R_t = \left(\frac{R_{24}}{t}\right) \times \left(\frac{t}{T}\right)^{2/3}$$

- Besarnya curah hujan ke – T :

$$RT = t \times R_t - (t - 1) \times R_t$$

Dimana :

- R_t = intensitas hujan rata-rata
- R₂₄ = curah hujan dalam 1 hari (mm)
- t = waktu konsentraasi (6 jam)
- T = waktu mulai hujan (jam)

Tabel 13
Presentase distribusi hujan jam - jaman

T Waktu	Curah Hujan Awal	Distribusi Hujan (%)
1	0,5503	55,03
2	0,1430	14,30
3	0,1003	10,03
4	0,0799	7,99
5	0,0675	6,75
6	0,0590	5,90
JUMLAH	1,0000	100

Tabel 14
Curah hujan efektif sungai condong

Kala Ulang	Curah Hujan Rencana	Koef. Pengaliran	Hujan Efektif
	mm	mm	mm
2	112,45	0,5	56,2235
5	141,98	0,5	70,9875
10	172,55	0,5	86,276
25	200,23	0,5	100,11415
50	204,55	0,5	102,2768
100	222,74	0,5	111,3715

2) Debit Banjir Rencana (HSS Nakayasu)

Untuk mendapatkan debit banjir rencana, maka lengkung naik dan turun hidrograf dilakukan dalam tabel berikut :

Luas DPS (A) = 45 km²

Panjang sungai = 17 km

Tabel 15
Parameter Lengkung Naik Dan Lengkung Turun Metode Nakayasu

Parameter	Satuan	Hasil
$tg = 0,4 + 0,058$		
L	Jam	1,386
$a = 0,47 + (A.L)^{0,25} / tg$		4,134
$tr = (0,5 - 1 tg)$	Jam	0,693
$Tp = tg + 0,8 tr$	Jam	1,940
$T_{0,3} = a . tg$	Jam	5,729
$0,5 \times T_{0,3}$	Jam	2,865
$1,5 \times T_{0,3}$	Jam	8,594
$Tp \times T_{0,3}$	Jam	11,117
$2,0 \times T_{0,3}$	Jam	11,458
$Tp \times T_{0,3}$	Jam	11,117
$Tp + T_{0,3} + 1,5 \times T_{0,3}$	Jam	16,263

Parameter	Satuan	Hasil
$Qp = \frac{1}{3.6} \times Ax \frac{R_0}{(0,3T_p + T_{0,3})}$	m ³ /det	1,981

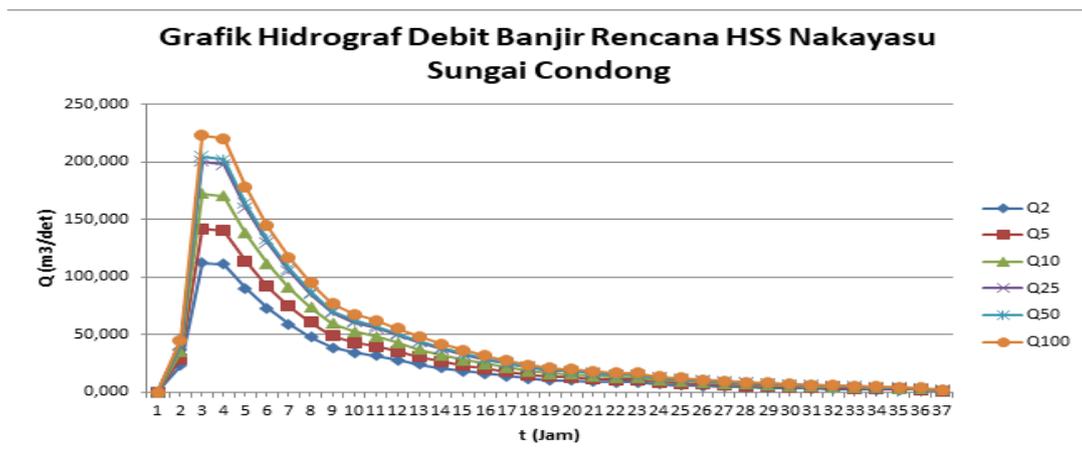
Tabel 16
Debit puncak hidrogram Nakayasu

Tabel 4.18
Debit Puncak Hidrogram Hss Nakayasu

Parameter	Satuan	Hidrogram Satuan
keterangan : lengkung naik (0 < t < Tp)	jam	
$Qa = Qp \left(\frac{t}{TP} \right)^{2.4}$	0	0
	1	0,204
	1,94	1,000
lengkung turun (Tp < t < (Tp+to,s))	2	0,988
$Qd1 = Qp \times 0.3^{(t-Tp)/(T0,3)}$	3	0,800
	4	0,649
	5	0,526
	6	0,426
	7	0,345
	7,6	0,304
[(Tp + T0,3) < t < (Tp + T0,3 + 1,5 x T0,3)]	8	0,280
$Qd2 = Qp \times 0.3^{(t-Tp-0.5T0,3)/(1.5T0,3)}$	9	0,249
	10	0,216
	11	0,188
	12	0,164
	13	0,142
	14	0,124
	15	0,107
	16	0,093
	16,26	0,090
t > (Tp + T0,3 + 1,5 x T0,3)	17	0,081
$Qd3 = Qp \times 0.3^{(t-Tp-1.5T0,3)/(2T0,3)}$	18	0,075
	19	0,075
	20	0,061
	21	0,055
	22	0,049
	23	0,044
	24	0,040
	25	0,036
	26	0,032
	27	0,029
	28	0,026
	29	0,024
	30	0,021
	31	0,019
	32	0,017

Tabel 17
 Resume Perhitungan Debit Banjir Rencana
 Metode Weduwen Dan HSS Nakayasu Untuk Sungai Condong

Kala Ulang	Metode	
	Weduwen	Nakayasu
2	75,51152925	112,3913756
5	95,34046586	141,9047689
10	115,8738374	172,4666434
25	134,459302	200,1292527
50	137,3638705	204,4524131
100	149,5785976	222,6328153



Grafik 4.2 Debit Banjir Rencana Metode Hss Nakayasu

5. Perencanaan Kolam Retensi

a. Data yang dibutuhkan :

- Debit Rencana Banjir Q25 tahun HSS Nakayasu
- Luas daerah genangan banjir lokasi penelitian

b. Langkah Perhitungan kolam retensi :

- 1) Menghitung luas daerah genangan lokasi penelitian.
- 2) Menentukan debit banjir rencana Q25 tahun dari tabel perhitungan *HSS Nakayasu*.
- 3) Mengitung volume air kolam retensi.
- 4) Menentukan dimensi kolam retensi.
- 5) Menentukan kapasitas pompa yang dibutuhkan.
- 6) Membuat grafik antara volume air untuk kolam retensi dan kapasitas pompa.

Analisis Hidrologi untuk Perencanaan dan Penanggulangan Banjir

Untuk melakukan perhitungan kolam retensi data yang dibutuhkan adalah data debit banjir *HSS nakayasu* dengan periode ulang Q25 tahun, dibawah ini adalah tabel resume perhitungan debit banjir HSS nakayasu :

a. Perhitungan menggunakan bantuan *square methode*

- Skala 1 : 60000 cm

Untuk luas 1 kotak memiliki nilai besaran :

$$0,6 \text{ km} \times 0,6 \text{ km} = 0,36 \text{ km}^2$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan melalui peta RBI yang sudah diperbesar ukuranya didapat hasil 62 kotak dari ke 3 desa yang diteliti.

Sehingga untuk luas daerah genangan sungai condong yaitu :

$$62 \text{ kotak} \times 0,36 \text{ km}^2 = 22,32 \text{ km}^2$$

b. Debit banjir rencana Q25 tahun didapat dari tabel 4.27 diatas yaitu sebesar = 200,129 m³/det.

c. Volume air genangan pada Daerah Wanakaya, Astana dan Kalisapu :

$$V_{\text{airgenangan}} = \text{Luas daerah genangan} \times \text{curah hujan periode} \\ 25 \text{ tahun}$$

$$V_{\text{airgenangan}} = 22,32 \text{ km}^2 \times 200,129 \text{ mm} \\ = 22320000 \text{ m}^2 \times 0,200129 \text{ m} \\ = 4.466.879 \text{ m}^3$$

Untuk mengatasi air genangan yang sering terjadi akibat luapan Sungai Condong dan intensitas hujan yang ditinggi direncanakan polder, dengan melihat kondisi langsung dilapangan maka didapat data sebagai berikut :

Panjang (P) = 450 m, lebar (L) = 450 m dan kedalaman (H) = 15 m, sehingga dapat menampung volume air sebesar :

$$V_{\text{polder}} = P \times L \times H \\ = 450 \text{ m} \times 450 \text{ m} \times 15 \text{ m} \\ = 3.037.500 \text{ m}^3$$

Setelah dilakukan perhitungan ternyata kapasitas air yang dapat ditampung oleh polder hanya $3.037.500 \text{ m}^3 < 4.466.879 \text{ m}^3$, untuk membuang kelebihan air yang ada maka digunakan perhitungan kapasitas pompa. Pompa air ini dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas pompa} = \frac{V_{\text{air genangan}} - V_{\text{rencanapolder}}}{\text{waktu (t)}}$$

Dimana :

$V_{\text{air genangan}}$ = volume air genangan pada desa
wanakaya, astana dan kalisapu (m^3)

$V_{\text{rencanapolder}}$ = volume yang dapat ditampung oleh polder (m^3)

(t) = asumsi kinerja pompa dalam 1 hari

Jadi kapasitas pompa yang dibutuhkan dalam 1 hari adalah :

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Kap. pompa } t (1 \text{ hari }) &= \frac{4.466.879 - 3.037.500}{1 \text{ hari } (1 \times 24 \times 3600)} \\ &= \frac{1.429.379}{86400} \\ &= 16,54 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

d. Menentukan Kebutuhan Pompa

Diasumsikan kapasitas 1 pompa yang akan digunakan adalah 1,2 m^3/det , maka untuk jumlah pompa yang harus digunakan dapat di cari dengan rumus berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pompa} &= \frac{\text{kapasitas pompa 1 hari}}{\text{kapasitas 1 buah pompa}} \\ &= \frac{16,54 \text{ m}^3/\text{detik}}{1,2 \text{ m}^3/\text{det}} \\ &= 13,78 \text{ buah pompa} \rightarrow 14 \text{ buah pompa} \end{aligned}$$

Maka jumlah pompa yang dibutuhkan untuk mengalirkan volume air genangan banjir sebesar 1.429.379 m^3 dalam waktu 1 hari adalah 14 buah pompa dengan kapasitas 1,2 m^3/detik .

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat di ambil beberapa kesimpulan antara lain :

1. Sungai Condong sudah tidak bisa menampung debit banjir Q_{25} , karena kapasitas sungai sudah tidak bisa menampung debit banjir sebesar $Q_{25} = 200,129 \text{ m}^3/\text{det}$.
2. Hasil analisis perhitungan debit banjir rencana Metode HSS Nakayasu didapat puncak *hidrograf* yaitu $Q_{25} = 200,129 \text{ m}^3/\text{det}$ dan kapasitas eksisting Sungai Condong $Q = 188,904 \text{ m}^3/\text{det}$, sehingga dapat disimpulkan Sungai Condong mengalami banjir dan harus dilakukan pembuatan tanggul dan normalisasi sungai.

Debit tampungan Sungai Condong setelah dilakukan pembuatan tanggul $Q = 394,281 \text{ m}^3/\text{det}$ dan setelah normalisasi $Q = 335,947 \text{ m}^3/\text{det}$ sehingga Sungai Condong dapat menampung debit banjir sampai Q100 tahun.

3. Metode pengendalian banjir pada Sungai Condong adalah dengan membuat kolam retensi dengan dimensi $P = 450 \text{ m}$, $L = 450 \text{ m}$ dan $H = 15 \text{ m}$ ditambah dengan penggunaan pompa air sebanyak 14 buah dengan kapasitas $1,2 \text{ m}^3/\text{det}$

BIBLIOGRAFI

- Setiawan, Didit. 2014. *Analisis Pengembangan Sistem Pengendalian Banjir Sungai Pangkalan Kabupaten Indramayu*. Fakultas Teknik Unswagati, Cirebon.
- Astuti, Andina Fuji. 2017. *Analisis Penanggulangan Banjir Sungai Kanci*. Fakultas Teknik Unswagati, Cirebon.
- Ardiansyah, Novan. 2017. *Analisis Perencanaan dan Penanggulangan Banjir Studi Kasus Sungai Ciberes Kab. Cirebon*. Fakultas Teknik Unswagati, Cirebon.
- Andayani, Reni Dkk. 2017. *Penanganan Banjir Dengan Kolam Retensi (Retarding Basin) di Kelurahan Gandus Kota Palembang*. Fakultas Teknik Universitas Palembang, Palembang.
- Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk – Cisanggarung, *Data Curah Hujan Tahunan dan Peta*.
- UPTD Provinsi Wilayah Sungai Cimanuk – Cisanggarung, *Data Curah Hujan*. diunduh 19 Mei 2018.
- (Undang-Undang No. 7 Tahun 2004, Sumber Daya Air). Diunduh 19 Mei 2018.
- Kamiana I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha ilmu : Yogyakarta.
- Permen PU No 63 Tahun 1993. *Tentang Daerah Penguasaan Sungai*. Diunduh tgl 20 Mei 2018.
- (<https://bebasbanjir2025.wordpress.com/04-konsep-konsep-DASar/mimpi-tentang-DAS-ciliwung/>), diunduh 20 Mei 2018.
- (<http://harirustianto.blogspot.co.id/2010/12/bagian-bagian-sungai.html>), diunduh 20 Mei 2018.
- (www.hukumonline.com/peraturanpemerintahno.35tahun1991tentangsungai), diunduh 19 Mei 2018.