

KAJIAN DESAIN STRUKTUR BENDUNG DAN KOLAM OLAKAN DARI BAHAYA REMBESAN (*SEEPAGE*)

Oleh:

ANWAR

Dosen Teknik Sipil Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai

ABSTRAK

Bendung selain digunakan sebagai peninggi elevasi muka air, juga dapat digunakan sebagai alat ukur debit air. Bendung dan bendungan masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. Bendung dibuat sebagai peninggi elevasi muka air sehingga dengan kondisi permukaan air yang telah dibendung air akan dialirkan ke tempat yang diinginkan. Sedangkan bendungan digunakan untuk menampung aliran, bila terjadi over flow diharapkan tidak terjadi banjir besar yang diakibatkan terlalu tingginya elevasi permukaan air yang mengalir pada saluran tersebut, atau dengan kata lain fungsi daripada bendungan tersebut sebagai pengendali banjir. Salah satu masalah yang sering terjadi pada bendung adalah adanya rembesan pada tubuh bendungan tersebut. Rembesan terjadi apabila bangunan harus mengatasi beda tinggi muka air dan jika aliran yang disebabkan meresap masuk ke dalam tanah di sekitar bangunan. Kerusakan bendungan di lokasi penelitian diakibatkan banjir dan *seepage*. Hasil perhitungan curah hujan maksimum rancangan kala ulang 50 tahunan untuk stasiun Basohan adalah 294,097 mm. Hasil perhitungan debit maksimum banjir rancangan dengan berbagai metode adalah sebesar 341,243 m³/dtk dengan metode HSS Snyder. Berdasarkan data debit rancangan yang ada diperoleh ketinggian mercu yang dibutuhkan yaitu tipe bulat dengan elevasi 91,3076 m di hulu dan 90,2958 di hilir bendung. Hasil perhitungan panjang *coveran* untuk mengurangi energi rembesan yaitu sepanjang 3 m. Hasil perhitungan rembesan di dasar tubuh bendung diperoleh sepanjang 29,47 m. Dengan demikian panjang konstruksi dasar bendungan minimal harus sepanjang 29,47 m. Untuk meredam aliran pada saat keluar, maka didesain kolam olakan sepanjang 6 m dengan tebal lantai olak sebesar 0,8 m.

Kata kunci : bending, over flow, banjir, konstruksi, aliran.

I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan kumpulan butir-butiran mineral alam yang melekat tetapi tidak erat, sehingga masih mudah dipisah-pisahkan. Tanah yang lokasinya pindah dari tempat terjadinya akibat aliran air, angin, dan es disebut *transported soil*. Tanah yang tidak pindah lokasinya dari tempat terjadinya disebut *residual soil*. Tanah yang bersifat rembesan kecil dan daya rembes besar

disebabkan ukuran pori-pori dan butiran-butiran tanah yang kecil, sedangkan tanah yang bersifat rembesan besar dan daya rembes kecil disebabkan ukuran pori-pori dan butiran tanah yang besar (Bowles, 1989).

Bendung selain digunakan sebagai peninggi elevasi muka air, juga dapat digunakan sebagai alat ukur debit air. Bendung dan bendungan masing-masing memiliki fungsi yang berbeda. Bendung

dibuat sebagai peninggi elevasi muka air sehingga dengan kondisi permukaan air yang telah dibendung air akan dialirkan ke tempat yang kita inginkan. Sedangkan bendungan digunakan untuk menampung aliran, bila terjadi *over flow* diharapkan tidak terjadi banjir besar yang diakibatkan terlalu tingginya elevasi permukaan air yang mengalir pada saluran tersebut, atau dengan kata lain fungsi daripada bendungan tersebut sebagai pengendali banjir.

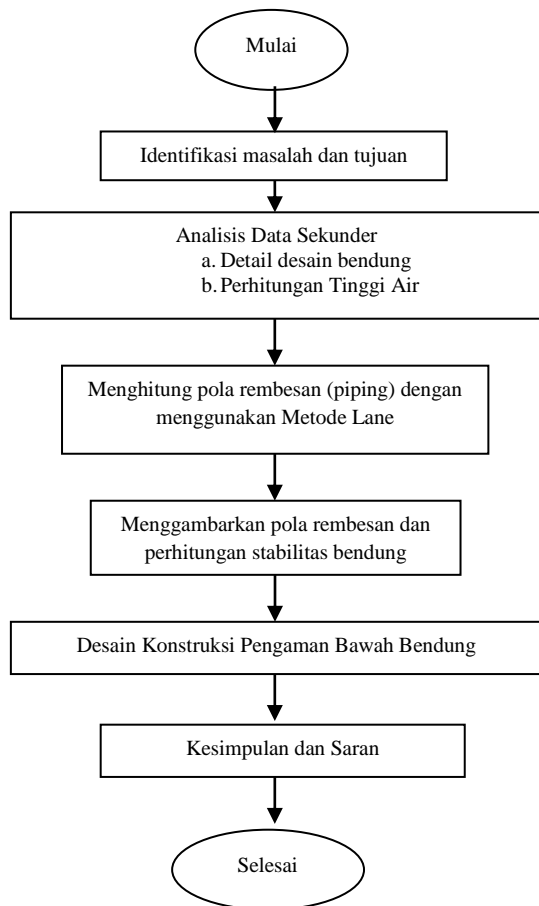
Salah satu masalah yang sering terjadi pada bendung adalah adanya rembesan pada tubuh bendungan tersebut. Rembesan terjadi apabila bangunan harus mengatasi beda tinggi muka air dan jika aliran yang disebabkan meresap masuk ke dalam tanah di sekitar bangunan. Aliran ini mempunyai pengaruh yang dapat merusak stabilitas bangunan karena terangkutnya bahan-bahan halus sehingga dapat menyebabkan erosi bawah tanah (*piping*). Jika erosi bawah tanah sudah terjadi, maka terbentuklah lajur rembesan (jaringan aliran) antara bagian hulu dan hilir bangunan. Air rembesan yang mengalir pada lapisan tanah akan mengangkut butiran tanah yang lebih halus menuju lapisan tanah yang kasar. Erosi butiran mengakibatkan turunnya tahanan aliran

air dan naiknya gradien hidrolis. Bila kecepatan aliran membesar akibat dari pengurangan tahanan aliran yang berangsur-angsur turun, akan terjadi erosi butiran yang lebih besar lagi, sehingga membentuk pipa-pipa di dalam tanah yang dapat mengakibatkan keruntuhan pada tubuh bendung. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian untuk menganalisis pola aliran rembesan pada bendung.

II. METODOLOGI

Penelitian Kajian Desain Struktur Bendung ini dilakukan di Bendung Way Basohan Kabupaten Lampung Barat.

Sumber data yang akan digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah pengumpulan data melalui observasi data sekunder. Sumber data yang diperoleh penulis dalam penelitian ini berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung yang terdiri dari data desain bangunan bendung, dan data tinggi muka air di bendung.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kelengkapan Bangunan Utama Bendung Way Basohan

Kondisi bangunan dan kelengkapan Bangunan Utama Bendung Way Basohan dari hasil investigasi awal dapat dijelaskan secara ringkas sebagai berikut:

Tubuh bendung, dengan mercu berbentuk bulat dengan kemiringan bidang hilir 1 : 1 dan sebelah hulu tegak, kondisi tubuh bendung yang dulunya ada setengah bangunan (tegak) sekarang sudah hancur semuanya.



Gambar 2 Kondisi Tubuh Bendung yang Telah Rusak Berat



Gambar 3 Kondisi Bangunan Pembilas dan Sayap Hilir Bendung Way Basohan yang Sudah Tertutupi Rumput Liar

Tembok pangkal bendung, berupa pasangan batu kali dengan kondisi tembok pangkal bendung pada sebelah kiri sudah mengalami keretakan pada beberapa titik.

Tembok sayap udik, berupa pasangan batu kali yang disatukan dengan tembok pangkal tanggul yang menempel langsung pada tebing sungai, hanya ada

pada bagian kiri. Masih dapat dikatakan dalam kondisi mungkin untuk dipertahankan, walaupun pada pangkalnya terjadi kerusakan.

Tembok sayap hilir, dari pasangan batu kali merupakan tembok perkuatan tebing, dengan kedalaman koperan tembok kaki 2.50 m dari elevasi dasar *coupure*, alinyemen disatukan dengan tembok sayap udik *Bottom Controller*, masih dapat dikatakan baik walaupun perlu penambahan perkuatan jika dipertahankan.

Bangunan Intake Kiri dan Lantai Pembilas, elevasi ambang intake = EL+48.570, tinggi skimming wall = 1.00 m, lebar pintu intake = 2 x 0.6 m dengan pilar 1 x 0.80 m, lahan yang dialiri sekitar 260 Ha. Lantai pembilas berada di bawah intake (*undersluice*) dengan elevasi + 43.036, kondisi saat ini telah pecah-pecah pada bangunan pintu intake dan di belakang pintu tanah telah amblas akibat proses kelongsoran.

Analisis Data Curah Hujan Maksimum

Pada dasarnya, penentuan data curah hujan harian maksimum satu stasiun per tahun dipilih dan dibandingkan dengan curah hujan pada hari yang sama pada stasiun lain. Curah hujan harian

maksimum yang didapat masih merupakan hujan titik (*point rainfall*), sehingga perlu dihitung curah hujan DAS (*area rainfall*). Untuk menghitung curah hujan DAS besaran ini dapat ditempuh dengan beberapa metode yang sampai saat ini lazim digunakan, yaitu dengan rata-rata Aljabar, metode Polygon Thiessen dan Metode Isohyet. Ada lagi satu metode perataan hujan yang terkait dengan metode Hidrograf Satuan yakni dengan menghitung koefisien reduksi B.

Tabel 1 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Basohan

No	Tanggal Kejadian			Curah Hujan (mm)
1	2	April	2015	170.0
2	25	Desember	2014	288.0
3	13	Februari	2013	185.0
4	21	April	2012	182.0
5	6	Januari	2011	180.0
6	13	Februari	2010	231.0
7	26	Januari	2009	74.0
8	31	Agustus	2008	173.0
9	15	Desember	2007	115.0
10	16	Mei	2006	123.0
11	27	April	2005	195.0
12	25	Februari	2004	117.0
13	8	Januari	2003	110.0
14	30	Juni	2002	145.0
15	6	Januari	2001	127.0

Sumber : Diolah Dari Data Curah Hujan Harian (BBWS Mesuji Sekampung)

Jumlah (n = banyaknya data) dan interval tahun pengamatan dari masing-masing stasiun pada penelitian ini tidak sama, hal ini dikarenakan waktu mulai pemakaian alat penakar hujan untuk tiap stasiun berbeda dan terjadinya kerusakan alat

sehingga ada tahun pengamatan yang tidak memiliki data hujan. Dalam proses perhitungan analisis frekuensi, data hujan untuk tiap-tiap durasi nantinya diurutkan dari yang terkecil ke yang besar.

Penentuan Hujan Rancangan

Tabel 2 Perhitungan Sebaran Distribusi Data Hidrologi Stasiun Basohan

No	X_i	$X_i - \bar{X}_{\text{rerata}}$	$(X_i - \bar{X}_{\text{rerata}})^2$	$(X_i - \bar{X}_{\text{rerata}})^3$	$(X_i - \bar{X}_{\text{rerata}})^4$
	(mm)	(mm)	(mm) ²	(mm) ³	(mm) ⁴
1	74.00	-87.0000	7569.0000	-658503.00	57289761.00
2	110.00	-51.0000	2601.0000	-132651.00	6765201.00
3	115.00	-46.0000	2116.0000	-97336.00	4477456.00
4	117.00	-44.0000	1936.0000	-85184.00	3748096.00
5	123.00	-38.0000	1444.0000	-54872.00	2085136.00
6	127.00	-34.0000	1156.0000	-39304.00	1336336.00
7	145.00	-16.0000	256.0000	-4096.00	65536.00
8	170.00	9.0000	81.0000	729.00	6561.00
9	173.00	12.0000	144.0000	1728.00	20736.00
10	180.00	19.0000	361.0000	6859.00	130321.00
11	182.00	21.0000	441.0000	9261.00	194481.00
12	185.00	24.0000	576.0000	13824.00	331776.00
13	195.00	34.0000	1156.0000	39304.00	1336336.00
14	231.00	70.0000	4900.0000	343000.00	24010000.00
15	288.00	127.0000	16129.0000	2048383.00	260144641.00
Σ	2415.0	0.0	40866.0	1391142.0	361942374.0

$$\begin{aligned}
 \bar{X}_{\text{rerata}} &= 161.00 \\
 S_d &= 54.03 \\
 C_k &= 4.3762 \\
 C_s &= 0.7270 & C_s/C_v &= 2.1665 \\
 C_v &= 0.3356
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, kemudian dilanjutkan dengan pemilihan distribusi yang tepat dengan parameter sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil Perhitungan Distribusi

Syarat Pemilihan Distribusi (Sri Harto)				
No	Distribusi	Syarat	Nilai	Keterangan
1	Normal	$C_s = 0$	0.7270	Tidak Memenuhi
		$C_k = 3$	4.3762	Tidak Memenuhi
2	Gumbel	$C_s = 1,1396$	0.7270	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5,4002$	4.3762	Tidak Memenuhi
3	Log Normal	$C_s = 3$ $C_v + C_v^2 = 3$	1.1193	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5,3833$	4.3762	Tidak Memenuhi
3	Log Pearson	$C_s \neq 0$	0.7270	Memenuhi

Karena analisis pemilihan jenis distribusi di atas tidak ada yang memenuhi syarat tersebut, maka digunakan distribusi Log Pearson Tipe III. Dengan nilai sifat statistik seperti tersebut di atas, diperoleh sebaran yang paling cocok yaitu distribusi Log-Pearson Tipe III begitu pula dengan durasi yang lainnya. Penggambaran data pada kertas probabilitas dilakukan dengan cara mengurutkan data hujan dari nilai terkecil sampai ke nilai terbesar kemudian diplotkan pada kertas probabilitas, disajikan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4 Analisis Statistik Data Hidrologi
DAS Basohan dengan Log
Pearson Tipe III

N o	Xi (mm)	Log Xi	Log Xi - Log X _{rerata}	(Log Xi - Log X _{rerata}) ²	(Log Xi - Log X _{rerata}) ³	(Log Xi - Log X _{rerata}) ⁴
1	74.00	1.869 2	-0.31468	0.099 02	- 0.03116	0.009 81
2	110.0 0	2.041 4	-0.14252	0.020 31	- 0.00289	0.000 41
3	115.0 0	2.060 7	-0.12321	0.015 18	- 0.00187	0.000 23
4	117.0 0	2.068 2	-0.11572	0.013 39	- 0.00155	0.000 18
5	123.0 0	2.089 9	-0.09400	0.008 84	- 0.00083	0.000 08
6	127.0 0	2.103 8	-0.08011	0.006 42	- 0.00051	0.000 04
7	145.0 0	2.161 4	-0.02254	0.000 51	- 0.00001	0.000 00
8	170.0 0	2.230 4	0.04654	0.002 17	0.00010	0.000 00
9	173.0 0	2.238 0	0.05414	0.002 93	0.00016	0.000 01
10	180.0 0	2.255 3	0.07136	0.005 09	0.00036	0.000 03
11	182.0 0	2.260 1	0.07616	0.005 80	0.00044	0.000 03
12	185.0 0	2.267 2	0.08326	0.006 93	0.00058	0.000 05
13	195.0 0	2.290 0	0.10613	0.011 26	0.00120	0.000 13
14	231.0 0	2.363 6	0.17970	0.032 29	0.00580	0.001 04
15	288.0 0	2.459 4	0.27548	0.075 89	0.02091	0.005 76
Σ	2415. 00	32.75 86	0.000000	0.306 03	- 0.00927 0	0.017 800
Σ Log Xi =						
32.7586						
Log X _{rerata} =						
2.1839						
Sd =						
0.1479						
Cs =						
-0.2367						

Perhitungan Curah Hujan Rancangan
Curah hujan rancangan didefinisikan sebagai tinggi curah hujan yang secara statistik akan terjadi atau terlampaui satu kali dalam suatu kala ulang tertentu. Untuk memperkirakan besarnya curah hujan dengan kala ulang tertentu digunakan analisis frekuensi sebagai perhitungan atau peramalan suatu peristiwa hujan yang menggunakan data historis dan frekuensi kejadiannya. Hasil perhitungan curah hujan rancangan untuk berbagai kala ulang disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Kala Ulang	P (%)	Log Xi	Sd	K	K . Sd	Log Xt	Xt (mm)
2	50	2.184	0.1479	0.0392	0.0058	2.1897	154.779
5	20	2.184	0.1479	0.8511	0.1258	2.3097	204.054
10	10	2.184	0.1479	1.2532	0.1853	2.3692	233.991
25	4	2.184	0.1479	1.6664	0.2464	2.4303	269.332
50	2	2.184	0.1479	1.9248	0.2846	2.4685	294.097
100	1	2.184	0.1479	2.1508	0.3180	2.5019	317.620
500	0.2	2.184	0.1479	2.4217	0.3581	2.5420	348.309
1000	0.1	2.184	0.1479	2.7604	0.4081	2.5920	390.873

Sumber: Hasil Perhitungan

Penentuan Besarnya Intensitas Hujan

Untuk keperluan pengalihragaman data hujan ke besaran debit banjir (hidrograf banjir) dengan metode hidrograf satuan, diperlukan data hujan jam-jaman. Distribusi hujan jam-jaman dapat diperoleh dari catatan stasiun hujan otomatis. Di daerah studi maupun di DAS terdekat tidak tersedia data hujan jama-jaman. Oleh sebab itu, hujan jam-

jaman akan diperkirakan berdasarkan karakteristik hujan secara umum hasil penyelidikan *Van Breen* di Indonesia, dimana hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam, dengan distribusi 10%, 40%, 40% dan 10%. Dengan anggapan bahwa hujan rancangan untuk berbagai kala ulang memiliki distribusi hujan jam-jaman yang sama seperti tersebut di atas, maka hujan jam-jaman sungai Basohan dapat ditentukan dengan menggunakan metode Mononobe seperti disajikan pada Tabel di bawah ini.

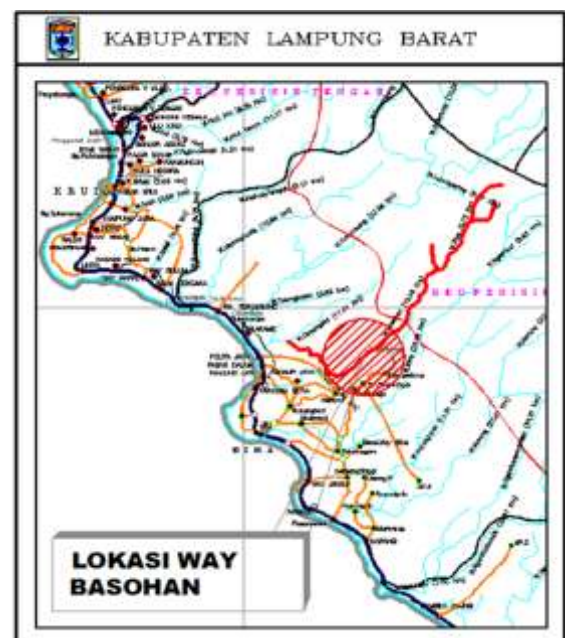
Tabel 4.6 Intensitas Hujan Jam-Jaman dengan Metode Mononobe DAS Basohan

Durasi (menit)	Kala Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	500	1000
5	281.	370.	425.	489.	534.	577.	632.	710.
10	177.	233.	267.	308.	336.	363.	398.	447.
15	135.	178.	204.	235.	256.	277.	304.	341.
20	111.	147.	168.	194.	212.	229.	251.	281.
45	65.0	85.6	98.2	113.	123.	133.	146.	164.
60	53.6	70.7	81.1	93.3	101.	110.	120.	135.
120	33.8	44.5	51.1	58.8	64.2	69.3	76.0	85.3
180	25.7	34.0	38.9	44.8	49.0	52.9	58.0	65.1
240	21.2	28.0	32.1	37.0	40.4	43.6	47.9	53.7
300	18.3	24.1	27.7	31.9	34.8	37.6	41.2	46.3

Perhitungan Debit Banjir Rancangan Sungai Basohan

Di dalam perencanaan bangunan pengairan, debit rencana diperlukan untuk mengetahui kapasitas yang seharusnya dapat terjadi, agar semua debit air dapat ditampung dan teralirkan. Salah satu metode yang umum digunakan untuk memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir atau debit rencana) yaitu Metode Rasional United States Soil Conservation Service (USSCS). Metode ini diaplikasikan dengan menggunakan parameter:

- Koefisien Pengaliran (c)
- Intensitas (I), dan
- Luas DAS (A)



Gambar 4 Peta Lokasi Bendung Basohan

Hasil perhitungan debit banjir rancangan metode rasional pada lokasi penelitian Tabel di bawah ini menunjukkan perhitungan debit banjir rancangan DAS Basohan dengan menggunakan metode Rasional Mononobe.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan Basohan dengan Metode Rasional Mononobe

n	R	V	t	r	α	A	Qn
(Th n)	(mm)	(km/jam)	(jam m)	(mm/jam m)		(km ²)	(m ³ /det t)
2	154.7 788	1.8287	3.42 69	18.885 8	0.75 62	45	178.5 230
5	204.0 539	1.8287	3.42 69	24.898 2	0.75 62	45	235.3 572
10	233.9 908	1.8287	3.42 69	28.551 0	0.75 62	45	269.8 867
25	269.3 320	1.8287	3.42 69	32.863 3	0.75 62	45	310.6 495
50	294.0 970	1.8287	3.42 69	35.885 0	0.75 62	45	333.1 631
100	317.6 198	1.8287	3.42 69	38.755 2	0.75 62	45	366.3 450

Hasil perhitungan debit banjir rancangan dengan menggunakan metode Haspers disajikan di bawah ini.

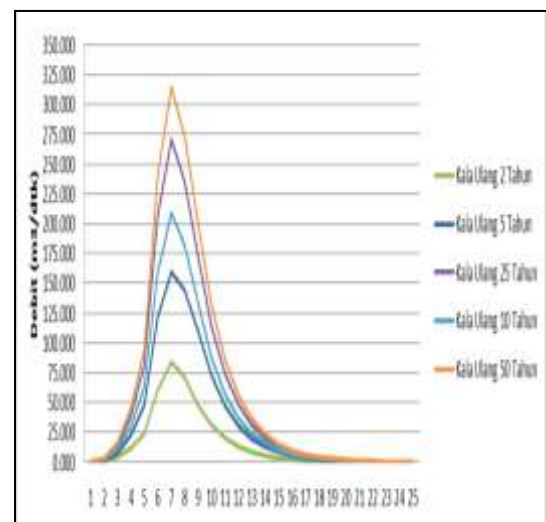
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan Basohan dengan Metode Haspers

n	R _n	t	r	α	β	q _t	A	Qn
(Tahun)	(mm)	(jam)	(mm)			(m ³ /d/km ²)	(km ²)	(m ³ /dt)
2	154.7788	3.4269	77.8799	0.7562	0.8375	6.3129	45	179.9138
5	204.0539	3.4269	102.6736	0.7562	0.8375	8.3226	45	237.1908
10	233.9908	3.4269	117.7369	0.7562	0.8375	9.5437	45	271.9892
25	269.3320	3.4269	135.5195	0.7562	0.8375	10.9851	45	313.0696
50	294.0970	3.4269	147.9804	0.7562	0.8375	11.9952	45	341.1652
100	317.6198	3.4269	159.8164	0.7562	0.8375	12.9546	45	369.1990

Luas DPS	A	=	45.00	km ²				
Panjang Sungai	L	=	27.40	km				
Koefisien Pengaliran	C	=	0.756					
Tenggang Waktu	= Tg1 = 0.21*L ^{0.70}				Untuk L < 15 KM	=	2.131	Jam
Tenggang Waktu	= Tg2 = 0.4+0.058*L				Untuk L > 15 KM	=	1.989	Jam
Tenggang Waktu	= Tg =					=	1.989	Jam
Satuan Waktu Hidro.	= Tr = 0.75*Tg					=	1.492	Jam
Waktu awal s/d banjir	= Tp = Tg+0.8*Tr					=	3.183	Jam
Parameter Hidrograf	= a = (1/Tg) ^{0.47} *(A ^{0.1}) ^{0.25}					=	1.400	
Waktu turun 30% Qp	= T0.3 = a x Tg					=	2.785	Jam
Waktu turun	Qpd.1 = Tp+T0.3					=	5.968	Jam
Waktu turun	Qpd.2 = Tp+1.5*T0.3					=	7.360	Jam
Waktu turun	Qpd.3 = Tp+2.5*T0.3					=	10.145	Jam
Debit Puncak	= Qp = (C.A.Ro)/(3.6*(0.3Tp+T0.3))					=	2528	m ³ /det/mm
Kurva Naik	= Qt = Qp (t/Tp) ^{2.4}				Untuk 0 < t < Tp			
Kurva Turun	= Qt = Qp*0.3*((t-Tp)/T0.3)				Untuk Tp < t < (Tp+T0.3)			
Kurva Turun	= Qt = Qp*0.3*((t-Tp)+0.5*T0.3)/(1.5*T0.3)				Untuk (Tp+T0.3) < t < (Tp+1.5T0.3)			
Kurva Turun	= Qt = Qp*0.3*((t-Tp)+1.5*T0.3)/(2*T0.3)				Untuk t > (Tp+2.5T0.3)			

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan Km. 105+392 dengan Metode HSS Nakayasu

Kala Ulang	t (jam)	U(t,1)	t1	t2	t3	Qtot
5 Tahun	3.183	2.528	122.018	27.519	10.400	159.937
10 Tahun	3.183	2.528	162.676	36.689	9.726	209.092
25 Tahun	3.183	2.528	244.887	55.231	14.641	314.759
50 Tahun	3.183	2.528	244.887	55.231	14.641	314.759
100 Tahun	3.183	2.528	277.433	62.571	16.587	356.591



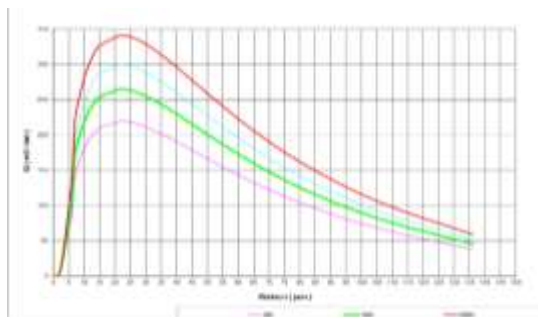
Gambar 5. Hidrograf Satuan Sintetik Metode Nakayasu Sungai Basohan

Metode HSS Snyder

Data :	
A	= 45.00 km ²
L	= 27.40 km
L _c	= 20.00 km
= Jarak antara titik berat daerah pengaliran dengan outlet yang diukur sepanjang aliran utama	
Prosedur Perhitungan :	
t _p	= C ₁ * (L * L _c) ^{0.38}
=	19.90 jam
q _p	= 275 * (C ₂ / t _p)
=	13.822 m ³ /detik/km ²
dimana,	
t _p	= time lag (jam)
q _p	= debit puncak unit hidrograf (m ³ /detik/km ²)
L	= panjang sungai (km)
n, C ₁ , C ₂	= parameter yang harus dikalibrasi
L _c	= panjang sungai dari bag. terhulu sampai ke titik berat daerah aliran (km)
t _e	= t _p / 5.5
=	3.62 jam
t _e	= lama curah hujan efektif (jam)
Untuk lama curah hujan efektif t _e > t _e harus diadakan koreksi :	
t _e '	= t _e + 0.25 * (t _p - t _e)
=	19.24 jam
Sehingga :	
T _p	= t _e ' + 0.5 t _p
=	19.74 jam
T _p	= Peak time (jam)
t _p	= 1 jam
i _{hujan}	= hujan efektif, mm
Q _p	= q _p * i _{hujan} * A
=	0.622 m ³ /detik/mm

Tabel 10. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan Sungai Basohan dengan Metode HSS Snyder

No.	t jam	Tr = 5 Thn	Tr = 10 Thn	Tr = 25 Thn	Tr = 50 Thn
1	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	2	3.4589	4.2239	4.7511	5.3672
5	4	39.3766	47.9178	53.9980	61.0249
10	8	157.6940	190.8824	215.7098	244.4674
12	10	180.5154	218.1402	246.7327	280.2727
16	14	206.5191	249.4336	282.2062	321.0642
20	22	219.4653	265.0200	299.8705	341.2429
23	25	217.7967	262.9416	297.5569	338.7814
31	40	189.4189	228.6085	258.7479	294.7475
37	54	157.2669	189.7663	214.8078	244.7711
45	74	114.8852	138.6172	156.9145	178.8287
55	136	37.7559	45.3061	51.4363	58.9159
Q_{MAKSIMUM}		219.4653	265.0200	299.8705	341.2429



Gambar 6. Hidrograf Satuan Sintetik Metode Snyder Debit Banjir Rancangan untuk Sungai Basohan

Perhitungan Rembesan

Titik	Garis	Panjang Rembesan				ΔH=
Point	Line	Ver	Hor	1/3 Hor	Lw	Lw/C _w
		(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)
A0	A0-A1	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A1	A1-A2	0,00	0,29	0,10	2,00	0,29
A2	A2-A3	3,00	0,00	0,00	2,10	0,30
A3	A3-A4	0,00	0,22	0,07	5,10	0,73
A4	A4-A5	3,00	0,00	0,00	5,17	0,74
A5	A5-A6	0,00	0,29	0,10	8,17	1,17
A6	A6-A7	1,75	0,40	0,13	8,27	1,18
A7	A7-A8	0,00	2,50	0,83	10,15	1,45
A8	A8-A9	0,50	0,00	0,00	10,98	1,57
A9	A9-A10	0,00	0,50	0,17	11,48	1,64
A10	A10-A11	0,25	0,00	0,00	11,65	1,67
A11	A11-A	0,00	2,40	0,80	11,90	1,70
A	A-B	1,50	0,00	0,00	12,70	1,82
B	B-C	0,00	0,14	0,05	14,20	2,03
C	C-D	2,75	0,00	0,00	14,25	2,04
D	D-E	0,00	0,22	0,07	17,00	2,43
E	E-F	2,75	0,00	0,00	17,07	2,44
F	F-G	0,00	4,64	1,55	19,82	2,84
G	G-H	0,50	0,50	0,17	21,37	3,06
H	H-I	0,00	1,00	0,33	22,03	3,15
I	I-J	0,75	0,00	0,00	22,37	3,20
J	J-K	0,45	6,00	2,00	23,12	3,31
K	K-L	1,20	0,50	0,17	25,57	3,66
L	L-M	0,00	1,00	0,33	26,93	3,85
M	M-N	2,20	0,00	0,00	27,27	3,90
N					29,47	4,22

C = 3,00 (kerikil kasar termasuk berangkal)

Δh = 2,10 m

Lw = 29,47 m

Hw = El. muka air hulu - El. ambang kolam olak

= 91,1542 - 86,937

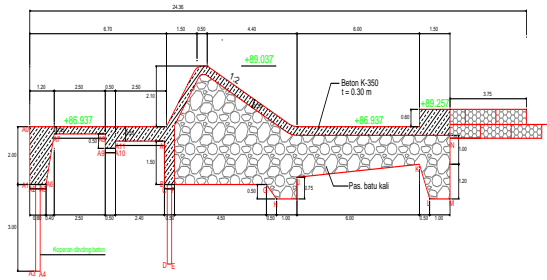
= 4,2172 m

Cw = Lw/Hw

= 6,98732 > C (aman)

Lw > C.Δh

29,47 > 6,3 (ok)



Gambar 7 Perhitungan Rembesan Metode Lane pada Bendung Basohan

Perhitungan Lantai Olak

Tinggi bendung (p) = 2,1 m
Tinggi muka air di hulu (h1) = 2,1172 m

Tebal Lantai Olak :

Tebal lantai olak dipengaruhi oleh tinggi rencana bendung dan tinggi muka air di hulu bendung.

$$\begin{aligned} a &= (0,1-0,2)(0,6 P + 3 H_1 - 1) \\ &= 0,11 \times (0,6 \times 2,1 + 3 \times 2,1172 - 1) \\ &= 0,7273 \\ \text{diambil} &= 0,8 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang Lantai Olak :

Dalam perhitungan panjang lantai olak, faktor-faktor yang mempengaruhi dasar perhitungannya adalah tinggi muka air di hulu bendung dan tinggi rencana dari bendung.

$$\begin{aligned} L &= (1,0-2,0)(P+H_1)-0,2.H_1 \\ &= 1,1 \times (2,1 + 2,1172) - 0,2 \times 2,1172 \\ &= 4,2154 \\ \text{diambil} &= 6,0 \text{ m} \end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis data diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kerusakan bendungan di lokasi penelitian diakibatkan banjir dan *seepage*,
2. Hasil perhitungan curah hujan maksimum rancangan kala ulang 50 tahunan untuk stasiun Basohan adalah 294,097mm

3. Hasil perhitungan debit maksimum banjir rancangan dengan berbagai metode adalah sebesar 341,243 m³/dtk dengan metode HSS Snyder.
4. Berdasarkan data debit rancangan yang ada diperoleh ketinggian mercu yang dibutuhkan yaitu tipe bulat dengan elevasi 91,3076m di hulu dan 90,2958m di hilir bendung.
5. Hasil perhitungan panjang coveran untuk mengurangi energi rembesan yaitu sepanjang 3 m
6. Hasil perhitungan rembesan di dasar tubuh bendung diperoleh sepanjang 29,47 m. Dengan demikian panjang konstruksi dasar bendungan minimal harus sepanjang 29,47m.
7. Untuk meredam aliran pada saat keluar, maka didesain kolam olakan sepanjang 6 m dengan tebal lantai olak sebesar 0,8m.