



Analisis Kapasitas Kolam Retensi untuk Pengendali Banjir di Perumahan Siliwangi Green Residence Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung

Iing Rustandi¹, Raisa Fadhila², Rully Savitri Nurvita³

¹Universitas Faletehan, Indonesia

^{2,3}Universitas Langlangbuana, Indonesia

Abstract. *The synthetic unit hydrograph methods of Nakayasu, HEC-HMS (Snyder), SCS, ITB-1, and ITB-2 are used to calculate peak discharge and flood hydrograph shape in this Kadumalik Dam study. The maximum daily rainfall data analysis used the Thiessen Polygon and Arithmetic Mean methods. Of these two frequency analysis methods, the Thiessen Polygon method was chosen. Rainfall transformation into runoff using the FJ MOCK and NRECA methods has been applied in the Kadumalik Dam analysis. Compared to NRECA, the FJ MOCK method with the Thiessen Polygon method for frequency rainfall analysis provided a better performance rating with calibration values of 0.911 for R2, 0.627 for NSE, 0.606 for RSR, 18.141 for RMSE, and 30.764 for PBIAS. The validation values were 0.911 for R2, 0.661 for NSE, 0.582 for RSR, 16.086 for RMSE, and 34.420 for PBIAS. The Kadumalik Dam uses a side-channel spillway model with an ogee spillway crest type. Technically, it is planned based on the design flood discharge Q_{100} and controlled by discharging the flood discharge Q_{1000} and Q_{PMF} . The purpose of this study is to determine the hydraulic flow behavior that occurs in the numerical model based on CFD with ANSYS Fluent and CFX, along with Flow 3D in the diversion, regulation, and launching channels, to obtain the optimum design of the structures, where the flow classification is steady and transient. From the numerical analysis results, it was found that the water velocity streamline in the launch channel for Q_{100} with steady flow is 0.1644 – 0.2643 m.s-1, for Q_{1000} it is 0.2176 – 0.2869 m.s-1, and for Q_{PMF} it is 0.1592 – 0.2262 m.s-1. For transient flow, the water velocity streamline in the launch channel for Q_{100} is 0.1555 – 0.2250 m.s-1, for Q_{1000} it is 0.1541 – 0.2232 m.s-1, and for Q_{PMF} it is 0.1559 – 0.2255 m.s-1. Wet, normal, and dry hydraulic conditions are used in the analysis of the Kadumalik Dam operation pattern. The wet hydraulic condition before the reservoir had an average discharge of 25.51 m³/s, and after the reservoir, the average discharge was 26.89 m³/s, an increase of 5.125%. The normal hydraulic condition before the reservoir had an average discharge of 15.54 m³/s, and after the reservoir, the average discharge was 18.75 m³/s, an increase of 17.105%. The dry hydraulic condition before the reservoir had an average discharge of 1.74 m³/s, and after the reservoir, the average discharge was 7.97 m³/s, an increase of 78.157%.*

Keywords: CFD, FJ Mock, Flow-3D, NRECA, POW.

Abstrak. Metoda hidrograf satuan sintetis cara Nakayasu, HEC-HMS (Snyder), SCS, ITB-1, ITB-2 digunakan untuk menghitung debit puncak dan bentuk hidrograf banjir dalam kajian Bendungan Kadumalik ini. Dengan analisis data curah hujan harian maksimum yang digunakan adalah metode Poligon Thiesen dan Aritmatic Mean. Dari kedua analisis frekwensi ini yang terpilih adalah Metode Poligon Thiesen. Transformasi curah hujan menjadi limpasan dengan Metode FJ MOCK dan NRECA telah diterapkan dalam analisis Bendungan Kadumalik. Dibandingkan dengan NRECA, Metode FJ MOCK dengan metode poligon thiesen untuk analisis frekwensi curah hujannya memberi performance rating lebih baik dengan nilai kalibrasi 0.911 untuk R2, 0.627 untuk NSE, 0.606 untuk RSR, 18.141 untuk RMSE dan 30.764 PBIAS. Sedangkan nilai validasi adalah 0.911 untuk R2, 0.661 untuk NSE, 0.582 untuk RSR, 16.086 untuk RMSE dan 34.420 PBIAS. Bendungan Kadumalik menggunakan model side-channel-spillway (pelimpah samping) dengan tipe ambang pelimpah ogee. Secara teknis direncanakan berdasarkan debit banjir rancangan Q_{100} dan dikontrol dengan mengalirkan debit banjir Q_{1000} dan Q_{PMF} . Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perilaku aliran hidrolika yang terjadi pada model numerik berbasis CFD dengan ANSYS Fluent dan CFX, beserta Flow 3D di bagian saluran pengarah, pengatur dan peluncur, sehingga diperoleh desain bangunan yang optimum yang terjadi, klasifikasi aliran ini berupa steady dan transient. Dari hasil analisis numerik diketahui bahwa Water velocity strimeline di saluran peluncur untuk Q_{100} dengan aliran steady adalah 0.1644 – 0.2643 m.s-1, Q_{1000} adalah 0.2176 – 0.2869 m.s-1, Q_{PMF} adalah 0.1592 – 0.2262 m.s-1, untuk aliran transient, Water velocity strimeline di saluran peluncur untuk Q_{100} adalah 0.1555 – 0.2250 m.s-1, Q_{1000} adalah 0.1541 – 0.2232 m.s-1, Q_{PMF} adalah 0.1559 – 0.2255 m.s-1. Kondisi hidrolis basah, normal dan kering yang dipakai dalam analisis penyusunan pola operasi Bendungan Kadumalik. Kondisi hidrolis basah sebelum ada waduk neraca air rata-rata 25.51 m³/dtk setelah ada waduk neraca air rata-rata 26.89 m³/dtk dengan kenaikan 5.125%, kondisi hidrolis normal sebelum ada waduk neraca air rata-rata 15.54 m³/dtk setelah ada waduk neraca

air rata-rata 18.75 m³/dtk dengan kenaikan 17.105%, kondisi hidrolis kering sebelum ada waduk neraca air rata-rata 1.74 m³/dtk setelah ada waduk neraca air rata-rata 7.97 m³/dtk dengan kenaikan 78.157%.

Kata Kunci: CFD, FJ Mock, Flow-3D, NRECA, POW.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang selalu meningkat, maka kebutuhan akan tempat tinggal atau hunian berupa perumahan dan permukiman yang merupakan kebutuhan dasar manusia pasti akan ikut meningkat. Kebutuhan dasar manusia di samping sandang dan pangan yaitu papan atau tempat tinggal merupakan suatu hal yang perlu dipenuhi untuk meningkatkan dan pemerataan kesejahteraan masyarakat. Pemenuhan kebutuhan akan tempat tinggal dapat berupa penyediaan rumah swadaya yang merupakan pengadaan rumah oleh upaya masyarakat secara pribadi ataupun pemenuhan kebutuhan akan tempat tinggal berupa penyediaan perumahan komersil yang merupakan pengadaan perumahan oleh pengembang atau *developer*.

Pembangunan perumahan dan permukiman merupakan kegiatan yang bersifat multi sektor, yaitu tidak hanya terkait dengan pembangunan rumah tinggal akan tetapi meliputi berbagai sarana, prasarana dan utilitas umum pendukung merupakan kelengkapan fisik yang perlu dipenuhi untuk mendukung terwujudnya perumahan yang sehat, aman dan terjangkau. Penyediaan sarana pendukung bagi kawasan perumahan dapat berupa bangunan-bangunan atau fasilitas seperti sarana peribadatan, ruang terbuka hijau, dan sarana perdagangan. Penyediaan prasarana bagi kawasan perumahan berupa sistem jaringan seperti jaringan jalan, jaringan listrik, jaringan pembuangan air limbah, jaringan drainase, kolam retensi dan tempat penampungan sampah. Sedangkan penyediaan utilitas umum bagi kawasan perumahan berupa jaringan air bersih, jaringan listrik, penerangan jalan umum.

Perumahan Siliwangi *Green Residence* merupakan salah satu perumahan komersil yang disediakan oleh pengembang yaitu PT Pratama Sejati Mandiri. Perumahan Siliwangi *Green Residence* terdapat di Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung. Kawasan Baleendah merupakan kawasan yang telah terkenal sebagai kawasan rawan banjir di Kabupaten Bandung. Bencana banjir yang terjadi di Kawasan Baleendah disebabkan oleh letak Kawasan Baleendah yang dilewati oleh Sungai Cisangkuy dan Sungai Citarum yang seringkali meluap saat debit air sungai tinggi sehingga menyebabkan banjir pada titik-titik rawan banjir di Kawasan Baleendah. Selain meluapnya air sungai, banjir di Kawasan Baleendah juga disebabkan oleh berkurangnya ruang terbuka sebagai resapan air dan juga disebabkan oleh

sistem drainase pada ruas jalan utama di Kawasan Baleendah yang berada dalam kondisi buruk sehingga menyebabkan terjadinya bencana banjir.

Pembangunan Perumahan Siliwangi *Green Residence* yang sedang dalam tahap awal pembangunan memerlukan perencanaan sarana, prasarana dan utilitas umum yang baik untuk menghindari terjadinya bencana banjir yang seringkali terjadi di Kawasan Baleendah. Sarana, prasarana dan utilitas umum yang perlu diperhatikan untuk mencegah banjir di Perumahan Siliwangi *Green Residence* dapat dilakukan dengan penyediaan jaringan prasarana sistem drainase berupa kolam retensi yang berfungsi untuk menampung air hujan dan sebagai pengendali banjir.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Drainase

Drainase adalah istilah yang digunakan untuk sistem penanganan kelebihan air. Khusus istilah drainase perkotaan, kelebihan air yang dimaksud adalah air yang 12 berasal dari air hujan. Kelebihan air hujan pada suatu daerah, dapat menimbulkan masalah yaitu banjir atau genangan air, sehingga diperlukan adanya saluran drainase yang berfungsi menampung air hujan dan kemudian mengalirkan air hujan tersebut menuju kolam penampungan. Dari kolam penampungan tersebut, untuk mengendalikan elevasi muka air, kelebihan air tersebut harus dibuang melalui pemompaan.

Pada suatu sistem drainase perkotaan terdapat jaringan saluran drainase yang merupakan sarana drainase lateral berupa pipa, saluran tertutup dan saluran terbuka. Berdasarkan cara kerjanya saluran drainase terbagi dalam beberapa jenis, yaitu saluran pemotong, saluran pengumpul dan saluran pembawa.

Kolam Retensi

Kolam retensi merupakan salah satu bagian dari sistem drainase yang berfungsi sebagai bangunan peresapan untuk pengendali banjir. Kolam retensi dapat diartikan sebagai kolam/waduk penampungan air hujan dalam jangka waktu tertentu. Fungsinya untuk memotong puncak banjir yang terjadi dalam badan air/sungai. Kolam retensi merupakan suatu cekungan atau kolam yang dapat menampung atau meresapkan air didalamnya, tergantung dari jenis bahan pelapis dinding dan dasar kolam. Kolam retensi dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu kolam alami dan kolam non alami.

Banjir

Banjir adalah salah satu fenomena alam yang terjadi tanpa pernah bisa dihindari tetapi bisa dikendalikan. Banjir dapat terjadi dalam skala yang ringan yaitu terjadi hanya pada saat hujan turun dan surut di saat hujan reda bahkan sampai skala besar dimana air yang melimpah tetap tergenang sehingga menimbulkan gangguan pada lingkungan, kerusakan-kerusakan fisik yang pada akhirnya dapat menghambat kegiatan sosial dan ekonomi. Banjir dapat diartikan sebagai datangnya air secara berlebihan di suatu tempat. Apabila hal ini tidak mendapatkan penanganan yang semestinya, maka dapat menimbulkan gangguan dan kerugian bagi masyarakat yang tinggal di tempat tersebut bahkan kehilangan kehidupan serta nyawa.

Secara teori yang dimaksud dengan pengendalian banjir adalah mengalirkan kelebihan air ke tempat lain agar tidak mengganggu kenyamanan yang ada. Konsep lama dalam pengendalian banjir adalah mengusahakan agar air secepatnya dialirkan/ dibuang kehilir. Sejalan dengan pengalaman ternyata hal ini tidak selalu membawa hal baik bagi masyarakat yang tinggal di daerah hilir. Dalam kenyataannya pola ini seringkali hanya memindahkan lokasi banjir yang terjadi. Sehingga muncullah konsep baru pengendalian banjir.

Distribusi Curah Hujan

Distribusi Curah Hujan wilayah / daerah Menurut Sosrodarsono, S., dkk. (1976) curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini disebut curah hujan daerah dan harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan.

Distribusi Hujan Jam-Jaman

Model curah hujan per jam yang sudah ada (yang diperoleh dari pengukuran curah hujan otomatis di stasiun terdekat) diperlukan untuk mengubah data curah hujan harian menjadi curah hujan per jam. Sehingga model ini diantisipasi memiliki pola curah hujan yang sama dengan pola curah hujan daerah penelitian.

Namun, dikarenakan data curah hujan jam-jaman tidak tersedia untuk penelitian maka digunakan metode PSA 007 untuk mengkonversi curah hujan rencana menjadi curah hujan jam-jaman. Untuk mendapatkan curah hujan jam-jaman sesuai dengan distribusi hujan kumulatif PSA 007, intensitas hujan dengan durasi 6, 12, dan 24 jam yang disarankan oleh PSA 007

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif, yaitu metode yang menghitung dan mendeskripsikan hasil pengolahan data lapangan dari lokasi yang ditinjau.

Penelitian ini dilakukan di proyek Perumahan Siliwangi *Green Residence* yang beralamat di Jalan Siliwangi, Kelurahan Baleendah, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung. Data sampel saluran drainase penelitian diambil dari saluran drainase yang mengalir melintasi area perumahan yang sering kali meluap ketika curah hujan dengan intensitas yang cukup tinggi. Waktu penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023. Tepatnya pada bulan Februari sampai dengan bulan Juni 2023.

Dalam membuat penelitian ada dua macam data yang dikumpulkan dalam penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dipakai sebagai data acuan utama dalam penelitian dan data sekunder sebagai data pendukungnya.

4. ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Analisi Hidrologi

Data Curah Hujan Maksimum

Data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun (2013 s/d 2022) yang diperoleh melalui Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	Curah Hujan (Xi) (mm)
1	2013	68,40
2	2014	107,30
3	2015	77,70
4	2016	112,60
5	2017	73,50
6	2018	85,20
7	2019	83,30
8	2020	160,00
9	2021	76,80
10	2022	71,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 2. Tabel Rekapitulasi Curah Hujan Tertinggi

No	Tanggal	Tahun	Curah Hujan Tertinggi
1	09 Juni	2013	68,4
2	21 Maret	2014	107,3
3	16 Mei	2015	77,7
4	12 April	2016	112,6
5	10 Maret	2017	73,5
6	22 April	2018	85,2
7	14 Januari	2019	83,3
8	2 Mei	2020	160,0
9	25 Mei	2021	76,8
10	5 Oktober	2022	71,0

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisis Curah Hujan

Uji Konsistensi Data Curah Hujan dengan Metode RAPS

Data curah hujan yang digunakan dalam studi ini merupakan data curah hujan dengan tahun awal tahun 2006 - tahun 2015. Dalam kajian ini terlebih dahulu akan mengadakan uji konsistensi data yakni uji kesesuaian data pada stasiun curah hujan yang akan digunakan dengan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) (Buishand, 1982 dalam Harto, 1993:59).

Dari data curah hujan yang sudah ada, analisa pengujian konsistensi dengan menggunakan data dari stasiun hujan itu sendiri, yaitu pengujian dengan kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya. Dimana penyimpangan yang ada kemudian dikoreksi dengan tabel nilai statistik Q dan R. Hitungan uji konsistensi dalam studi ini menggunakan koreksi nilai statistik 90%, Sehingga apabila penyimpangan yang terjadi masih dalam batas statistik, yang ada, data tersebut bisa dikatakan konsisten.

Tabel 3. Uji Konsistensi Data Dengan Metode Rescaled Adjusted Partial Sum (RAPS)

Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

No	Tahun	Hujan	Sk*	[Sk*]	Dy2	Sk**	[Sk**]
1	2013	68,40	-23,180	23,180	53,731	-0,865	0,865
2	2014	107,30	15,720	15,720	24,712	0,587	0,587
3	2015	77,70	-13,880	13,880	19,265	-0,518	0,518
4	2016	112,60	21,020	21,020	44,184	0,785	0,785
5	2017	73,50	-18,080	18,080	32,689	-0,675	0,675
6	2018	85,20	-6,380	6,380	4,070	-0,238	0,238
7	2019	83,30	-8,280	8,280	6,856	-0,309	0,309
8	2020	160,00	68,420	68,420	468,130	2,554	2,554
9	2021	76,80	-14,780	14,780	21,845	-0,552	0,552
10	2022	71,00	-20,580	20,580	42,354	-0,768	0,768
Rerata		91,580		5,535			
Jumlah					717,836		

Sumber: Hasil Perhitungan

n	= 10
Dy	= 26,792
Sk** max	= 2,554
Sk** min	= -0,865
Q = [Sk** maks]	= 2,554
R = Sk** maks - Sk** min	= 3,419
Q/n0.5	= 0,808 < dengan probabilitas 90% dari tabel 1,050
R/n0.5	= 1,081 < dengan probabilitas 90% dari tabel 1,210

Maka data hujan dari Stasiun Hujan dapat **diterima**.

Distribusi Probabilitas

Dalam studi ini, perhitungan untuk curah hujan rancangan menggunakan analisis distribusi Log Pearson III, Normal, Log Normal, dan Gumbel, nantinya dari analisis tersebut akan dipilih mana yang paling sesuai dengan melakukan uji kesesuaian distribusi metode Smirnov-Kolmogorov dan Chi Square. Untuk uji kesesuaian ini dilakukan guna mengetahui apakah analisis menggunakan distribusi Log Pearson dan juga Gumbel yang sebelumnya diterima atau tidak.

1) Distribusi Gumbel

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel

PUT	X	Yt	Yn	Sn	Yt - Yn	Faktor Frekuensi (K)	Standar Deviasi	Xt	Probabilitas
						$\frac{y_{(k)} - y_{(k-1)}}{s_n}$	(Sx)		Curah Hujan (%)
2	91,58	0,3665	0,5035	0,9833	-0,137	-0,1393	26,792	87,847	50%
5	91,58	1,5004	0,5035	0,9833	0,9969	1,0138	26,792	118,743	20%
10	91,58	2,2510	0,5035	0,9833	1,7475	1,7772	26,792	139,195	10%
20	91,58	2,9709	0,5035	0,9833	2,4674	2,5093	26,792	158,810	50%
25	91,58	3,1993	0,5035	0,9833	2,6958	2,7416	26,792	165,034	4%
50	91,58	3,9028	0,5035	0,9833	3,3993	3,4570	26,792	184,202	2%
100	91,58	4,6012	0,5035	0,9833	4,0977	4,1673	26,792	203,232	1%
200	91,58	5,2969	0,5035	0,9833	4,7934	4,8748	26,792	222,188	0,5%
500	91,58	6,2149	0,5035	0,9833	5,7114	5,8084	26,792	247,201	0,2%
1000	91,58	6,9087	0,5035	0,9833	6,4052	6,5140	26,792	266,106	0,1%

Sumber: Hasil Perhitungan

2) Distribusi Log Pearson III

Tabel 5. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson III

No	PUT	Log Xi rata-rata	K	S Log x	Log Xt	Xt	Probabilitas
	Tahun						Curah Hujan (%)
1	2	1,947	-0,226	0,116	1,92	83,26	50%
2	5	1,947	0,704	0,116	2,03	106,64	20%
3	10	1,947	1,337	0,116	2,10	126,20	10%
4	20	1,947	1,865	0,116	2,16	145,25	50%
5	25	1,947	2,129	0,116	2,19	155,83	4%
6	50	1,947	2,709	0,116	2,26	181,80	2%

Sumber: Hasil Perhitungan

3) Distribusi Normal

Tabel 6. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Normal

Periode Ulang	v	Faktor	Standar	Besar Curah	Probabilitas
		KT	Sx	(XT)	Curah Hujan
Tahun					
2	91,58	0	28,242	91,58	50%
5	91,58	0,84	28,242	115,30	20%
10	91,58	1,28	28,242	127,73	10%
20	91,58	1,64	28,242	137,90	50%
25	91,58	1,77	28,242	141,57	4%
50	91,58	2,05	28,242	149,48	2%
100	91,58	2,33	28,242	157,38	1%
200	91,58	2,58	28,242	164,44	0,5%
500	91,58	2,88	28,242	172,92	0,2%
1000	91,58	3,09	28,242	178,85	0,1%

Sumber: Hasil Perhitungan

4) Distribusi Log Normal

Tabel 7. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal

No	PUT	Log X	K	S Log x	Log Xt	Xt	Probabilitas
	Tahun						Curah Hujan (%)
1	2	1,95	0	0,116	1,947	88,425	50%
2	5	1,95	0,84	0,116	2,044	110,574	20%
3	10	1,95	1,28	0,116	2,095	124,309	10%
4	20	1,95	1,64	0,116	2,136	136,807	50%
5	25	1,95	1,77	0,116	2,151	141,622	4%
6	50	1,95	2,05	0,116	2,183	152,578	2%
7	100	1,95	2,33	0,116	2,216	164,381	1%
8	200	1,95	2,58	0,116	2,245	175,688	0,5%
9	500	1,95	2,88	0,116	2,279	190,289	0,2%
10	1000	1,95	3,09	0,116	2,304	201,226	0,1%

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan hujan rencana keempat metode, berikut rekapitulasi hasil perhitungan.

Tabel 8. Rekapitulasi Hujan Rencana 4 Metode

No	Periode Ulang T Tahun	Hujan Rencana XT (mm)			
		Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
1	2	91,58	88,425	87,847	83,26
2	5	115,30	110,574	118,743	106,64
3	10	127,73	124,309	139,195	126,20
4	20	137,90	136,807	158,810	145,25
5	25	141,57	141,622	165,034	155,83
6	50	149,48	152,578	184,202	181,80

Sumber: Hasil Perhitungan

Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, bahwa pengujian distribusi probabilitas menggunakan Metode Chi-Square.

Berdasarkan hasil analisis frekuensi ke empat dengan metode diatas. Pada penelitian ini jenis distribusi yang dipilih adalah *Log Pearson III* dengan hasil perhitungan nilai koefisien skewness dan koefisien variasi seperti pada tabel berikut.

Tabel 9. Nilai Hasil Uji Dispersi

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Keterangan
1	Normal	$C_s = 0$	$C_s = 1,8476$	Tidak Memenuhi
		$C_k = \dots$	$C_k = 7,123$	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	$C_s^3 + 3C_k = 0,1783$	$C_s = 1,407$	Tidak Memenuhi
		$C_k = \dots$	$C_k = 5,421$	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	$C_s = 1,139$	$C_s = 2,1640$	Tidak Memenuhi
		$C_k = \dots$	$C_k = 0,879$	Memenuhi
4	Log Pearson III	$C_s = \dots$	$C_s = 1,407$	Memenuhi
		$C_k = \dots$	$C_k = 5,421$	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 10. Perhitungan Chi Kuadrat untuk Log Pearson III

Kelas	Interval	O _i	E _i	O _i -E _i	$\frac{O_i - E_i}{\sqrt{E_i}}$
1	0,00 - 70,87	1	2,0	-1	0,50
2	70,87 - 77,19	3	2,0	1	0,50
3	77,19 - 86,80	3	2,0	1	0,50
4	86,80 - 106,64	0	2,0	-2	2,00
5	~ 106,64	3	2,0	1	0,50
S		10	10	X ²	4,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan, karena hasil hitung $X^2 < X_{cr}^2$, yaitu dimana $X^2 = 4,00$ dan $X_{cr} = 5,991$ maka distribusi Log Pearson III memenuhi syarat dan dapat digunakan.

Distribusi Hujan Jam-jaman Metode PSA-007

Tabel 11. Distribusi Hujan Jam-Jaman Durasi 6 Jam Metode PSA-007

Jam	R/Rt		Distribusi Hujan Efektif Jam - Jaman (Mm/Jam)			
	6 Jam		2th	5th	10th	25th
0	0,0000					
1	0,0500	0,0500	4,1632	5,3321	6,3100	7,7913
2	0,1500	0,1000	8,3264	10,6643	12,6200	15,5827
3	0,7500	0,6000	49,9582	63,9858	75,7198	93,4962
4	0,9100	0,1600	13,3222	17,0629	20,1920	24,9323
5	0,9700	0,0600	4,9958	6,3986	7,5720	9,3496
6	1,0000	0,0300	2,4979	3,1993	3,7860	4,6748
Hujan Rancangan (mm/hari)			83,2637	106,6429	126,1997	155,8270

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 12. Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman Dan Infiltrasi Durasi 6 Jam

Distribusi Hujan Efektif								
Jam	2th		5th		10th		25th	
	Infil (mm)	Reff (mm)	Infil (mm)	Reff (mm)	Infil (mm)	Reff (mm)	Infil (mm)	Reff (mm)
1	24,2557	0,0000	29,8890	0,0000	34,6013	0,0000	41,7402	0,0000
2	11,4985	0,0000	13,1952	0,0000	14,6146	0,0000	16,7647	0,0000
3	7,6561	42,3021	8,1672	55,8186	8,5947	67,1252	9,2423	84,2539
4	6,4988	6,8234	6,6527	10,4101	6,7815	13,4105	6,9766	17,9558
5	6,1502	0,0000	6,1966	0,2020	6,2354	1,3366	6,2941	3,0555
6	6,0453	0,0000	6,0592	0,0000	6,0709	0,0000	6,0886	0,0000
Total	62,1046	49,1255	70,1600	66,4307	76,8983	81,8723	87,1065	105,2652

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Analisa PSA 007 dan Infiltrasi Horton

Jam	R/Rt		Distribusi Hujan Efektif Jam - jaman (mm/jam)			
	6 Jam		2th	5th	10th	25th
0	0,0000					
1	0,0500	0,0500	4,1632	5,3321	6,3100	7,7913
2	0,1500	0,1000	8,3264	10,6643	12,6200	15,5827
3	0,7500	0,6000	49,9582	63,9858	75,7198	93,4962
4	0,9100	0,1600	13,3222	17,0629	20,1920	24,9323
5	0,9700	0,0600	4,9958	6,3986	7,5720	9,3496
6	1,0000	0,0300	2,4979	3,1993	3,7860	4,6748
Hujan Rancangan (mm/hari)			83,2637	106,6429	126,1997	155,8270
Infiltrasi (mm/hari)			62,1046	70,1600	76,8983	87,1065
Hujan Efektif (mm/hari)			49,1255	66,4307	76,8983	87,1065

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Tabel 14. Lengkung (Kurva) Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

No	Karakteristik	Awal (jam)		Akhir (jam)	
		Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
1.	Lengkung (Kurva) Naik (Qa)	0	0,000	Tp	0123
	Lengkung (Kurva) Turun				
	Lengkung (Kurva) Turun			Tp + T0,3 + 1,5 x	
	Lengkung (Kurva) Turun	Tp + T0,3 + 1,5 x			

Sumber: Hasil Perhitungan

Waktu lengkung (kurva) hidrograf Nakayasu yang dihasilkan digunakan untuk menghitung ordinat Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

Tabel 15. Persamaan Ordinat Kurva Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

No	Karakteristik	Persamaan
1.	Lengkung (Kurva) Naik (Qa)	$Qp.(t/tp)^{2,4}$
2.	Lengkung (Kurva) Turun I (Qd1)	$Qp.0,3^{[(t-tp)/t0,3]}$
3.	Lengkung (Kurva) Turun II (Qd2)	$Qp.0,3^{[(t-tp+0,5t0,3)/1,5t0,3]}$
4.	Lengkung (Kurva) Turun III (Qd3)	$Qp.0,3^{[(t-tp+1,5t0,3)/2t0,3]}$

Sumber: Hasil Perhitungan

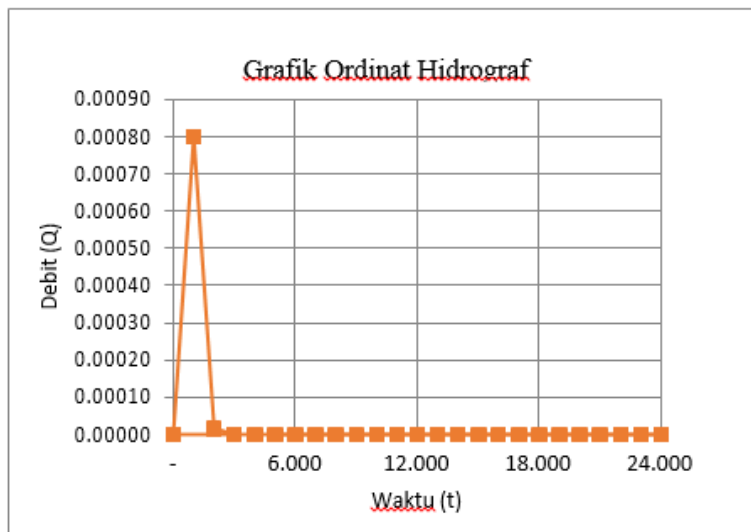
Untuk hasil perhitungan ordinat hidrograf ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 16. Ordinat Hidrograf

Waktu t	Q	Ratio	Waktu t	Q	V	
0,000	0,000	0,497	-	0,00000	0,00	Qa
0,123	0,061	(0,279)	1,000	0,00080	1,44	
0,277	0,018	(0,056)	2,000	0,00002	1,47	Qd1
0,507	0,006	(0,010)	3,000	0,00000	0,03	
1,000	0,001	(0,001)	4,000	0,00000	0,00	Qd2
2,000	0,000	(0,000)	5,000	0,00000	0,00	
3,000	0,000	(0,000)	6,000	0,00000	0,00	
4,000	0,000	(0,000)	7,000	0,00000	0,00	

5,000	0,000	(0,000)	8,000	0,00000	0,00	Qd3	
6,000	0,000	(0,000)	9,000	0,00000	0,00		
7,000	0,000	(0,000)	10,000	0,00000	0,00		
8,000	0,000	(0,000)	11,000	0,00000	0,00		
9,000	0,000	(0,000)	12,000	0,00000	0,00		
10,000	0,000	(0,000)	13,000	0,00000	0,00		
11,000	0,000	(0,000)	14,000	0,00000	0,00		
12,000	0,000	(0,000)	15,000	0,00000	0,00		
13,000	0,000	(0,000)	16,000	0,00000	0,00		
14,000	0,000	(0,000)	17,000	0,00000	0,00		
15,000	0,000	(0,000)	18,000	0,00000	0,00		
16,000	0,000	(0,000)	19,000	0,00000	0,00		
17,000	0,000	(0,000)	20,000	0,00000	0,00		
18,000	0,000	(0,000)	21,000	0,00000	0,00		
19,000	0,000	(0,000)	22,000	0,00000	0,00		
20,000	0,000	(0,000)	23,000	0,00000	0,00		
21,000	0,000	(0,000)	24,000	0,00000	0,00		
22,000	0,000	(0,000)	25,000	0,00000	0,00		
23,000	0,000	(0,000)	26,000	0,00000	0,00		
24,000	0,000	(0,000)	27,000	0,00000	0,00		
25,000	0,000	(0,000)	28,000	0,00000	0,00		
				Volume	3		
				Hujan	0,070		

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 1. Grafik Ordinat Hidrograf

Setelah didapat perhitungan ordinat hidrograf, dilanjutkan dengan merekapitulasi banjir rencana Q2, Q5, Q10, Q25 dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 17. Banjir Rencana Q2

Waktu (jam)	HSS Nakayas u	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q (m3/s)	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		0,000	0,000	42,302	6,823	0,000	0,000	49,126	
0,00	0,000	0,000						0,000	0,000
1,00	0,001	0,000	0,000					0,000	0,000
2,00	0,000	0,000	0,000	0,000				0,000	0,000
3,00	0,000	0,000	0,000	0,034	0,000	0,000		0,034	60,958
4,00	0,000	0,000	0,000	0,001	0,005	0,000	0,000	0,006	72,006
5,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	11,268
6,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,225
7,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
8,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
				Volume Total Limpasan				m3	144
				Luas DAS				km2 mm	0,04
				Tinggi Limpasan Langsung				%	3,44
				Rasio Tinggi Limpasan/Tinggi					7,00%

Tabel 18. Banjir Rencana Q5

Waktu (jam)	HSS Nakayas u	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q (m3/s)	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		0,000	0,000	55,819	10,410	0,202	0,000	66,431	
0,00	0,000	0,000						0,000	0,000
1,00	0,001	0,000	0,000					0,000	0,000
2,00	0,000	0,000	0,000	0,000				0,000	0,000
3,00	0,000	0,000	0,000	0,045	0,000	0,000		0,045	80,435
4,00	0,000	0,000	0,000	0,001	0,008	0,000	0,000	0,009	97,040
5,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	17,227
6,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,635
7,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013
8,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
				Volume Total Limpasan				m3	195
				Luas DAS				km2	0,04
				Tinggi Limpasan Langsung				mm	4,65

Tabel 19. Banjir Rencana Q10

Waktu (jam)	HSS Nakayasu	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q (m ³ /s)	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		0,000	0,000	67,125	13,410	1,337	0,000		
		0,000	0,000	67,125	13,410	1,337	0,000	81,872	
0,00	0,000	0,000						0,000	0,000
1,00	0,001	0,000	0,000					0,000	0,000
2,00	0,000	0,000	0,000	0,000				0,000	0,000
3,00	0,000	0,000	0,000	0,054	0,000	0,000		0,054	96,728
4,00	0,000	0,000	0,000	0,001	0,011	0,001	0,000	0,012	117,981
5,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	23,603
6,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,397
7,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,048
8,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
9,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
				Volume Total Limpasan				m ³	241
				Luas DAS				km ²	0,04
				Tinggi Limpasan Langsung				%	5,73

Tabel 20. Banjir Rencana Q25

Waktu (jam)	HSS Nakayasu	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q (m ³ /s)	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		0,000	0,000	84,254	17,956	3,055	0,000		
		0,000	0,000	84,254	17,956	3,055	0,000	105,265	
0,00	0,000	0,000						0,000	0,000
1,00	0,001	0,000	0,000					0,000	0,000
2,00	0,000	0,000	0,000	0,000				0,000	0,000
3,00	0,000	0,000	0,000	0,067	0,000			0,067	121,411
4,00	0,000	0,000	0,000	0,001	0,014	0,000		0,016	149,706
5,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,003	33,263
6,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,066
7,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,101
8,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
9,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
				Volume Total Limpasan				m ³	310
				Luas DAS				km ²	0,04
				Tinggi Limpasan Langsung				mm	7,37
				Rasio Tinggi Limpasan/Tinggi Hujan				%	7,00%

Dari hasil perhitungan debit banjir rencana Q2, Q5, Q10, Q25 didapat tabel dan grafik rekapitulasi sebagai berikut :

Tabel 21. Rekapitulasi Banjir Rencana

Jam	Q2 Th	Q5Th	Q10Th	Q25Th
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0339	0,0447	0,0537	0,0675
4	0,0061	0,0092	0,0118	0,0157
5	0,0001	0,0003	0,0013	0,0028
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
17	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
18	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
19	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
21	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
22	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
23	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
24	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Max	0,0339	0,0447	0,0537	0,0675

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 2. Grafik Hidrograf Banjir Rencana

Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan metode rasional :

Rumus : $Q_t = 0.278 \times C \times I \times A$

	2th	5 th	10th	25th
C	0.65	0.65	0.65	0.65
A	0.042	0.042	0.042	0.042
I	42.3	55.8186	67.1252	84.2539
Qt	0.321032	0.42363	0.50944	0.639437

Analisis Hidrolika

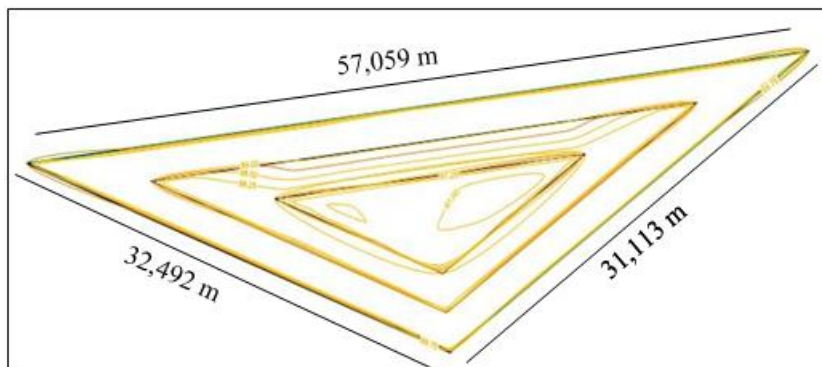
Tabel 22. Perbandingan Qbanjir Rancangan dan Qinlet

No	Q Rancangan	Debit Banjir Rancangan (Qr m3/det)	Qinlet m3/det	Ket
1	Q2	0,034	0,259	Aman
2	Q5	0,045		Aman
3	Q10	0,054		Aman
4	Q25	0,067		Aman

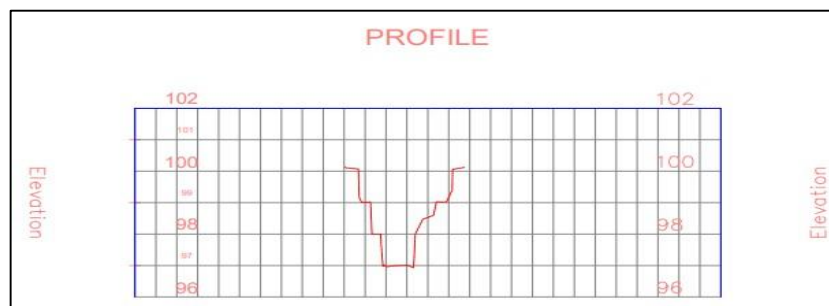
Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa $Q_{inlet} >$ dibandingkan dengan Q banjir rancangan, maka dapat dinyatakan *aman*.

Lengkung Kapasitas Tampungan Kolam



Gambar 3. Kontur Kolam Retensi



Gambar 4. Profil Kolam

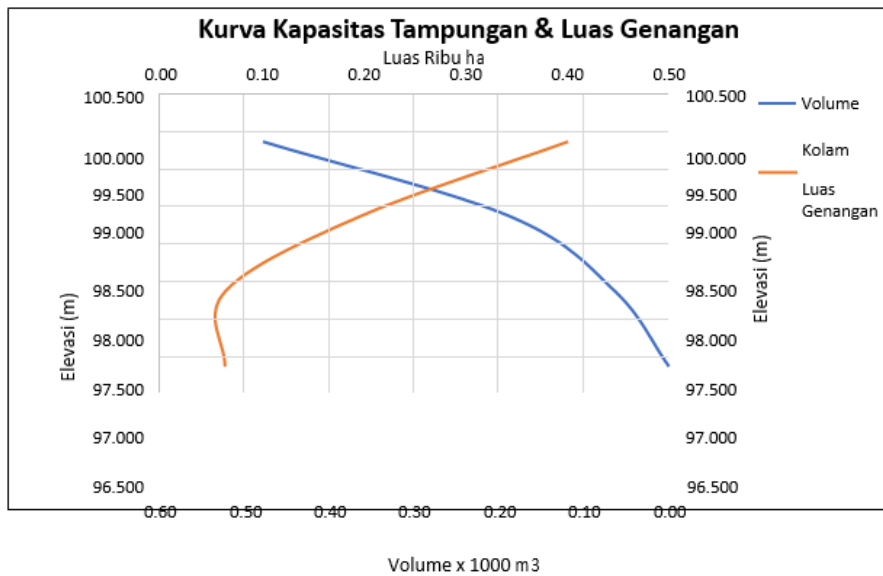
Hasil volume kolam dituangkan dalam tabel berikut :

Tabel 23. Kapasitas Kolam Retensi Perumahan Siliwangi Green Residence

Kolam						
Tinggi	El (m)	Luasan (m ²)	Volume (m ³)	Vol Kumulatif (m ³)	Ribu m ²	Ribu m ³
0	97,000	63,44	0,00	0,00	0,06	0,00
1	98,000	63,44	63,44	63,44	0,06	0,06
2	99,000	195,78	123,56	186,99	0,20	0,19
3	100,000	400,78	292,23	479,22	0,40	0,48

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel perhitungan diatas didapat Volume Kolam 479,22 m³. dan berikut adalah Kurva Kapasitas Tampungan dan Luas Genangan



Gambar 5. Kurva Kapasitas Tampungan dan Luas Genangan

Rencana Debit Outlet (Qoutlet)

Pada perhitungan rencana debit outlet kolam rumus yang digunakan adalah rumus manning, berikut data rencana dan perhitungan debit :

$$H = 0,4 \text{ m } B = 0,6 \text{ m } S = 0,030 \text{ n } = 0,028$$

$$A = b \cdot h = 0,6 \times 0,4 = 0,24 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2h = 1 \times (2 \times 0,4) = 1,4 \text{ m}$$

$$R = A/P = 0,24 / 1,4 = 0,171 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} = \frac{1}{0,02} \times 0,24 \times 0,171^{2/3} \times 0,030^{1/2} = 0,439 \text{ m/det}$$

$$Q = A \times V = 0,24 \times 0,439 = 0,105 \text{ m}^3/\text{det}$$

Rencana Qoutlet disamakan dengan Qinlet agar elevasi air kolam tetap berada dikondisi stabil.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kesimpulan hasil Kajian Kapasitas Tampung Kolam Retensi di Perumahan Siliwangi *Green Residence*, Kelurahan Baleendah, Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung dapat disimpulkan :

- 1) Berdasarkan analisa debit yang dilakukan dengan hujan kala ulang 10 tahun diperoleh debit maksimum limpasan air menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu yaitu sebesar $0,00080 \text{ m}^3$
- 2) Berdasarkan analisa debit yang dilakukan didapat debit inlet sebesar $0,259 \text{ m}^3/\text{det}$.
- 3) Berdasarkan penelusuran aliran yang sudah dihitung diperoleh kapasitas kolam tampungan maksimum yaitu $479,22 \text{ m}^3$.
- 4) Berdasarkan penelusuran aliran yang sudah dihitung diperoleh debit banjir rancangan $Q_2 = 0,0339 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_5 = 0,0447 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_{10} = 0,0537 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_{25} = 0,0675 \text{ m}^3/\text{det}$
- 5) Dari hasil perhitungan Qinlet dan Qdebit rencana dapat disimpulkan bahwa Qinlet > dibandingkan dengan Q banjir rancangan, maka dapat dinyatakan *aman*.

Saran yang dapat diberikan kepada pihak *developer* yaitu perlu mempertimbangkan untuk menambah pintu keluar/saluran pembuangan air dari kolam retensi dengan menggunakan pompa atau membuat pintu air, dan diperbanyaknya lahan terbuka hijau agar kolam retensi berfungsi secara maksimal.

REFERENSI

- Anisarida, & Fuad, L. (2021). Kajian kapasitas tampungan kolam retensi di Perumahan Sarimas, Kelurahan Sukamiskin, Kecamatan Arcamanik, Kota Bandung. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia*, 2(2), 51–62.
- Awan, R. N., Suprayogi, I., & Asmura, J. (2017). Perencanaan kolam retensi pada Perumahan Mutiara Witayu, Kecamatan Rumbai, Kota Pekanbaru. *JOM FTEKNIK*.
- Bappelitbangda Pemerintahan Kota Bekasi. (2022). *Laporan akhir rencana pembangunan dan pengembangan perumahan dan kawasan permukiman (RP3KP)*,
- Kota Bekasi. Kota Bekasi. Fhoenna, W. F., Suhardjono, & Ismoyo, M. J. (2022). Studi perencanaan kolam retensi Perumahan Grand Arfa Wulandira, Serang, Banten. *JTRESDA*, 130–143.
- Harmani, E., & Soemantoro, M. (n.d.). Kolam retensi sebagai alternatif pengendali banjir. *Universitas Dr. Soetomo Surabaya*, 71–80.

- Z, S. (2022). Kolam retensi sebagai upaya pengendalian banjir pada daerah aliran Sungai Batang. *RANGTEKNIKJOURNAL*, 5(1), 124–136.
- Bappelitbangda Pemerintahan Kota Bekasi. (2022). *Laporan akhir rencana pembangunan dan pengembangan perumahan dan kawasan permukiman (RP3KP), Kota Bekasi*. Kota Bekasi.
- Diklat Teknis Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (n.d.). *Diklat penanganan drainase jalan Modul 4: Perencanaan sistem polder dan kolam retensi*.
- Peraturan Daerah Kota Bandung Nomor 5 Tahun 2019 tentang penyediaan, penyerahan, dan pengelolaan prasarana, sarana dan utilitas umum perumahan.
- Suryono, A., & Prasetyo, A. (2023). Perencanaan dan pengelolaan kolam retensi untuk mengurangi risiko banjir. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 82–95.
- Suharno, R., & Yuliana, E. (2021). Analisis sistem pengendalian banjir menggunakan kolam retensi di daerah urban. *Jurnal Penelitian Perkotaan*, 4(1), 45–57.
- Rahman, I., & Mustari, H. (2020). Pengaruh kolam retensi terhadap pengurangan banjir di kota besar. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 3(4), 142–154.
- Nuraini, S., & Hardiyanto, Y. (2022). Kolam retensi sebagai solusi pengendalian banjir perkotaan: Studi kasus di Jakarta. *Jurnal Sumber Daya Alam*, 10(1), 99–112.
- Rasyid, F., & Irwan, T. (2019). Penerapan kolam retensi dalam sistem drainase kota. *Jurnal Teknik Air*, 7(3), 72–83.
- Sigit, D., & Triyanto, D. (2021). Dampak kolam retensi terhadap kualitas air dan pengendalian banjir di daerah urban. *Jurnal Ekoteknologi*, 12(2), 65–78.
- Sahlan, S., & Abdurrahman, S. (2020). Kolam retensi sebagai alternatif dalam pengelolaan air hujan di kota besar. *Jurnal Perencanaan Wilayah*, 18(3), 234–249.