

ANALISIS KAPASITAS POMPA KOLAM RETENSI MUKTIHARJO KIDUL PEDURUNGAN SEMARANG

Anissa Aufa Azzahra¹, Hesti Almaria Rivana², Moh. Faiqun Niam³,
Ari Sentani⁴

^{1,2,3,4}Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:

anisaaufaazahra@gmail.com , hestiamariarivana@gmail.com

Abstrak

This study aims to analyze maximum rainfall, peak discharge, and retention pond volume in managing river water during maximum discharge events. The methods used include calculating rainfall using the Thiessen Polygon Method, analyzing peak discharge with the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph (HSS) Method, and conducting a hydraulic analysis of retention pond volume. Rainfall data were collected from three rain gauge stations, and probability distribution testing was conducted to determine data distribution. The results show a maximum rainfall of 107.973 mm and a peak flood discharge of 12.963 m³/s with a peak time of 2.865 hours. The hydraulic analysis indicates that with a pump capacity of 5 m³/s, the required retention pond volume is 301,680 m³, while with a pump capacity of 10 m³/s, the required retention pond volume is 233,040 m³.

Kata Kunci: Curah Hujan Maksimum, Kolam Retensi, HSS Nakayasu, Metode Poligon Thiessen, Analisis Hidrolika.

Abstract

This study aims to analyze maximum rainfall, peak discharge, and retention pond volume in managing river water during maximum discharge events. The methods used include calculating rainfall using the Thiessen Polygon Method, analyzing peak discharge with the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph (HSS) Method, and conducting a hydraulic analysis of retention pond volume. Rainfall data were collected from three rain gauge stations, and probability distribution testing was conducted to determine data distribution. The results show a maximum rainfall of 107.973 mm and a peak flood discharge of 12.963 m³/s with a peak time of 2.865 hours. The hydraulic analysis indicates that with a pump capacity of 5 m³/s, the required retention pond volume is 301,680 m³, while with a pump capacity of 10 m³/s, the required retention pond volume is 233,040 m³.

PENDAHULUAN

Kemajuan ekonomi di wilayah perkotaan serin kali diiringi dengan meningkatkan aktivitas manusia, yang memberikan manfaat signifikan bagi pembangunan. Namun disisi lain, pembangunan yang tidak memperhatikan daya dukung lingkungan dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Salah satu permasalahan yang sering muncul adalah banjir, genangan air, serta turunnya permukaan air tanah. Kota Semarang, sebagai Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah, merupakan salah satu kota yang kerap menghadapi masalah ini. Secara geografis, wilayah Semarang dapat dicirikan berdasarkan faktor administratif, topografi dan geologi yang semuanya berkontribusi pada risiko banjir.

Beberapa wilayah di Indonesia termasuk Semarang, banjir merupakan masalah yang umum terjadi, terutama di daerah perkotaan dengan kepadatan yang umum terjadi, terutama di daerah perkotaan dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Penyebab banjir bisa berasal dari faktor alami maupun buatan, seperti pengelolaan sampah yang buruk, curah hujan berkepanjangan, erosi tanah, dan kapasitas drainase yang tidak memadai. Daerah Semarang masalah banjir diperparah oleh sistem drainase yang kurang optimal, serta peningkatan beban drainase akibat konversi lahan.

Salah satu wilayah Semarang yang rawan banjir adalah kelurahan Muktiharjo Kidul, Kecamatan Pedurungan. Banjir di wilayah ini terutama terjadi akibat hujan deras yang biasanya turun pada sore hari hingga malam hari. Ketinggian air bisa mencapai 50-60 cm, dan kondisi ini semakin parah setiap tahunnya karena tingginya curah hujan, banjir kiriman, serta drainase yang buruk. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang mendalam untuk mengatasi masalah ini, salah satunya melalui kajian Hidrologi dan Hidrolika pada kolam retensi di wilayah tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis curah hujan maksimum, menghitung debit puncak menggunakan Metode Poligon Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu, serta menghitung volume kolam retensi eksisting di wilayah tersebut. Kegiatan peninjauan difokuskan pada area Kolam Retensi di Muktiharjo Kidul, Perungan, Semarang dengan menggunakan metode HSS untuk analisis debit puncak. Lokasi kajian ini berada di Jl. Sawah Besar Kelurahan Muktiharjo Kidul, yang menjadi salah satu daerah rawan banjir di Semarang.

METODE

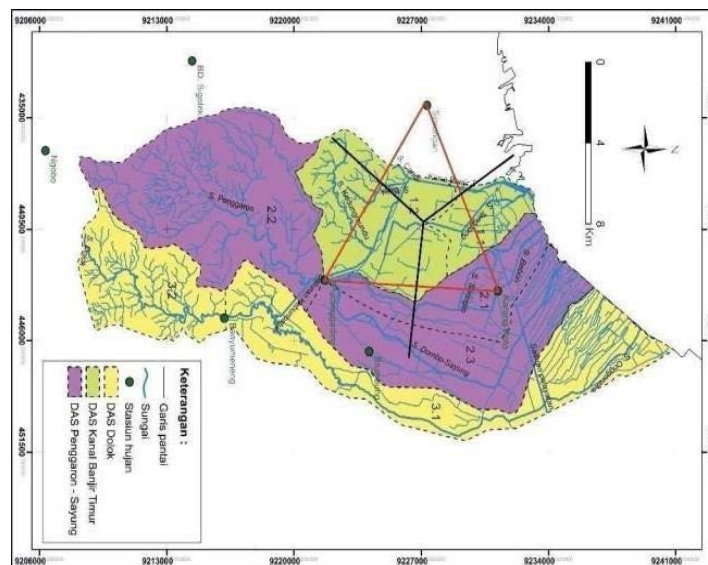
Penelitian ini menggunakan pendekatan hidrologi untuk menganalisis curah hujan dan debit banjir, dengan penerapan Metode Polygon Thiessen dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. Tahapan analisis dimulai dengan perhitungan curah hujan daerah rata-rata maksimum menggunakan Metode Rerata Aljabar (aritmatik), yang merupakan metode sederhana untuk menghitung rerata curah hujan di suatu daerah. Selanjutnya, dilakukan analisis frekuensi hujan menggunakan Metode Distribusi Log Pearson Tipe III, yang bertujuan untuk mengetahui curah hujan maksimum berdasarkan data historis.

Uji kesesuaian distribusi dilakukan untuk memastikan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis, menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Uji distribusi probabilitas juga diterapkan untuk memastikan kesesuaian distribusi probabilitas dengan data yang ada. Selain itu, dilakukan uji sebaran hujan untuk menganalisis pola distribusi hujan berdasarkan interval waktu tertentu, seperti harian, jam-jam, atau menit.

Untuk menganalisis debit banjir, digunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu, yang merupakan representasi limpasan langsung akibat satu satuan volume hujan efektif yang terbagi rata dalam waktu dan ruang. Hidrograf ini berguna dalam perencanaan sumber daya air dan perkiraan banjir, dengan menggunakan data banjir tahunan sebagai dasar perhitungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis perhitungan sebaran curah hujan yaitu menggunakan Metode Polygon Thiessen dimana rata-rata curah hujan didapatkan melalui penjumlahan masing masing penakar yang mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar.



Tabel di atas menyajikan rekapitulasi perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata dari tiga pos pengamatan, yaitu Pos Pucang Gading, Pos Karang Roto, dan Pos Simongan, selama periode 2013 hingga 2022. Data menunjukkan variasi curah hujan maksimum di setiap pos dengan nilai rata-rata tahunan yang berfluktuasi. Rata-rata curah hujan maksimum harian tertinggi terjadi pada tahun 2021 sebesar 126,12 mm, sedangkan yang terendah terjadi pada tahun 2019 sebesar 89,91 mm. Secara keseluruhan, rata-rata curah hujan maksimum dari ketiga pos selama sepuluh tahun adalah 107,973 mm, dengan Pos Simongan mencatat rata-rata tertinggi sebesar 124,78 mm dan Pos Pucang Gading mencatat rata-rata terendah sebesar 95,6 mm.

Tabel Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson III

T	P	S	X	Kt	Hujan Rencana (Xt)(mm)
2	50%	11,7166	107,973	-0,041	107,492
5	20%	11,7166	107,973	0,829	117,680
10	10%	11,7166	107,973	1,304	123,257
25	4%	11,7166	107,973	1,832	129,432
50	5%	11,7166	107,973	2,183	133,548
100	1%	11,7166	107,973	2,504	137,311
1000	0,10%	11,7166	107,973	3,443	148,317

Distribusi Log Pearson III menunjukkan bahwa curah hujan rencana meningkat seiring dengan panjangnya periode ulang, dari 107,492 mm pada periode ulang 2 tahun hingga 148,317 mm pada periode ulang 0,10% probabilitas. Hasil ini menegaskan bahwa metode Log Pearson III efektif untuk memproyeksikan curah hujan ekstrem, yang penting dalam perencanaan infrastruktur hidrologi untuk mengantisipasi kejadian banjir.

Tabel perhitungan Uji Chi Kuadrat

Batas Nilai Tiap Kelas	Ei	Oi	Oi-Ei	(Oi-Ei)²	(Oi-Ei)² / Ei
x < 98,963	2,5	2	-0,5	0,25	0,1
98,963 < X ≤ 108,016	2,5	2	-0,5	0,25	0,1
108,016 < X ≤ 117,069	2,5	5	2,5	6,25	2,5
117,069 < X ≤ 126,122	2,5	1	-1,5	2,25	0,9
Jumlah		10	0	9	3,6

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Chi-Square (X^2) hitung = 3,6. Batas kritis nilai Chi-Square untuk $Dk = 1$ dengan derajat kepercayaan 5% dari tabel Chi-Square didapatkan nilai (X^2) kritis = 3,841. Sehingga nilai (X^2) hitung lebih kecil dari (X^2) kritis yaitu $3,6 < 3,841$ maka distribusi Log Pearson III dapat diterima.

Tabel Nilai Rasio Hujan Harian Maksimum

Waktu Hujan (Jam)	1	2	3	4	5
Rasio/RT	0,585	0,152	0,107	0,085	0,072

Tabel di atas menunjukkan rasio hujan harian maksimum untuk berbagai durasi waktu hujan, di mana setiap kolom mewakili waktu hujan dalam jam, mulai dari 1 hingga 5 jam. Rasio ini menggambarkan persentase intensitas curah hujan maksimum yang terjadi selama jam-jam tertentu. Hasilnya menunjukkan bahwa intensitas curah hujan terbesar terjadi pada jam pertama, dengan rasio 0,585, dan secara bertahap menurun seiring bertambahnya durasi waktu hujan, hingga mencapai rasio 0,072 pada jam kelima. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar hujan turun pada awal periode hujan, dan intensitasnya menurun seiring waktu.

Kesimpulan dari perhitungan Hidrograf Banjir Rencana menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu menunjukkan bahwa dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sebesar 54,7 km², panjang sungai 12,17 km, dan koefisien pengaliran 0,7, waktu kelambatan (T_g) diperoleh sebesar 1,10586 jam, sementara waktu puncak (T_p) aliran banjir adalah 1,99 jam, dengan waktu saat debit mencapai 0,3 kali debit puncak ($T_{0.3}$) sebesar 2,212 jam. Debit puncak hidrograf dihitung sebesar 5,409 m³/detik, dan durasi keseluruhan hidrograf dari awal hingga akhir puncak banjir adalah 11,943 jam. Hasil ini memberikan gambaran rinci tentang karakteristik debit puncak dan durasi banjir yang penting untuk perencanaan dan manajemen banjir di DAS tersebut. Hasil volume kolam retensi kapasitas pompa 5 m³/det, maka volume kolam retensinya didapat sebesar 301.680 m³. Sedangkan pompa dengan kapasitas 10 m³/det, maka volume retensinya didapatkan 233.040 m³.

Tabel Analisa Volume Kolam Retensi dan Keperluan Pompa

Kumulatif Waktu (menit)	Kumulatif Volume 2 (m3)	Volume Kumulatif Pompa		Volume Kolam Retensi	
		5 m3/det	10 m3/det	5 m3/det	10 m3/det
0	0.00	0	0	0	0
10	2400	1.200	2400	1.200	0
20	9000	4.200	8.400	4.800	600
30	18000	7.200	14.400	10.800	3.600

40	32400	10.200	20.400	22.200	12.000
50	50400	13.200	26.400	37.200	24.000
60	72840	16.200	32.400	56.640	40.440
70	97680	19.200	38.400	78.480	59.280
80	122520	22.200	44.400	100.320	78.120
90	147360	25.200	50.400	122.160	96.960
100	172200	28.200	56.400	144.000	115.800
110	196020	31.200	62.400	164.820	133.620
120	218640	34.200	68.400	184.440	150.240
130	239460	37.200	74.400	202.260	165.060
140	259080	40.200	80.400	218.880	178.680
150	277500	43.200	86.400	234.300	191.100
160	294120	46.200	92.400	247.920	201.720
170	309540	49.200	98.400	260.340	211.140
180	323160	52.200	104.400	270.960	218.760
190	334980	55.200	110.400	279.780	224.580
200	345600	58.200	116.400	287.400	229.200
210	354420	61.200	122.400	293.220	232.020
220	361440	64.200	128.400	297.240	233.040
230	367260	67.200	134.400	300.060	232.860
240	371880	70.200	140.400	301.680	231.480
250	374700	73.200	146.400	301.500	228.300
260	375720	76.200	152.400	299.520	223.320

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan, pembahasan, dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa curah hujan maksimum yang diperoleh dengan menggunakan Metode Poligon Thiessen adalah 107,973 mm. Dengan menerapkan Metode HSS Nakayasu, debit banjir puncak yang didapatkan adalah 12,963 m³/detik dengan waktu puncaknya sebesar 2,865 jam. Selain itu, analisis hidrolika terhadap volume kolam retensi menunjukkan bahwa dengan kapasitas pompa 5 m³/detik, volume kolam retensi yang diperlukan adalah 301.680 m³, sementara dengan kapasitas pompa 10 m³/detik, volume kolam retensinya adalah 233.040 m³. Keseluruhan hasil ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pengelolaan curah hujan, debit puncak banjir, dan kebutuhan volume kolam retensi yang diperlukan untuk mitigasi banjir di area yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

Alvie Cinta Damayanti¹⁾, Lily Montarcih Limantara²⁾, Riyanto Harihowo³⁾. *Analisis Debit Banjir Rencana*. Departemen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Analisi Hidrograf Aliran Daerah Sungai Keduang Dengan Beberapa Metode Hidrograf Satuan Sintetis. Universitas Sebelas Maret Surakarta

Anik Sarminingsih. *Departemen Teknik Lingkungan Hidup, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*.

Asril Zevri. (2017). Analisis Volume Tampungan Kolam Retensi DAS Deli Sebagai Salah Satu Upaya Pengendalian Banjir Kota Medan. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara*

Badan Meteorologi Klimatologi dan geofisika (BMKG) Kota Semarang.

Craig, R. F., & Soepandji, B. S. (1991). Mekanika tanah. *Erlangga*. Jakarta, 1-40.
Yulistiyanto, B. (2019). *Metode Numerik Aplikasi Untuk Teknik Sipil*. UGM PRESS.

Dewi Handayani. (2012). Metode Thiessen Polygon Untuk Ramalan Sebaran Curah Hujan Periode Tertentu Pada Wilayah Yang Tidak Memiliki Data Curah Hujan. *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik*

Erman Mawardi. *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi Alfabeta: Dipl. AIT Bandung*. 2007

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Air, Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana. 2020. Program Mutu Konsultan Supervisi Pembangunan Bendungan Jragung Kab. Semarang. Semarang: Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan

Konstruksi. Modul Perhitungan Hidrologi Pelatihan Perencanaan Bendungan Tingkat Dasar. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi.

Kencana, M. R. B. (2020, 30 Oktober). *Penggunaan Aspal Buton untuk Jalan*.

Liputan6. <https://www.liputan6.com/bisnis/read/4395477/penggunaan-aspal-buton-untuk-jalan-nasional-capai-793-km>

Krisnayanti Denik S, dkk. (2020). Perbandingan debit Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu, Gama I dan Limantara pada DAS Raknomo. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1-14.

Muhammad Iqbal Tias Pratomo¹⁾, Sobriyah²⁾, Agus Hari Wahyudi³⁾.

Nasional, B. S. (2015). SNI 1729-2015: Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*, 289.

Setiawati, M. (2018). Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton. *Prosiding Semnastek*.

Surya Anjaya Putra Adi. (2020). Penelusuran Banjir Pada Waduk Semantok Kabupaten Nganjuk Jawa Timur. *Skripsi*. Universitas Jember. Jawa Timur. Syaifullah M. Dzalim. 2014.

Tasya Dyta arzita¹⁾, Nurhayati²⁾, Danang Gunarto³⁾. *Perhitungan Curah Hujan Efektif*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

Validasi Data Curah Hujan Aktual di Tiga DAS di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15(2), 109-118

Yohanes Sandy Setiada, Wisnu Suharto, Diah Setiati. Perhitungan volume kolam retensi Mukhtiharjo kidul Semarang Berdasarkan Data Curah Hujan Harian Maksimum Kawasan Kali Tenggang

Zuliana Fitriyanti. (2015). Analisis Hidrologi Untuk Penentuan Debit Banjir Di Wilayah DAS Sungai Karang Mumus.