



Pengendalian Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Pesanggrahan Menggunakan Pemodelan HEC-RAS

Naufal Ilham Habibi¹, Yahya Darmawan^{1*}

¹ Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Kota Tangerang, Indonesia

*Corresponding Author: yahya.darmawan@bmk.go.id

Abstract

Flooding is one of the most common threats in Indonesia. The disaster generally occurs during the rainy season due to high rainfall. The inability of the watershed to accommodate the rain causes the water to overflow and inundate the surrounding area. The Pesanggrahan watershed is one example with a dense population. This hampers activities, economic losses, and health problems. Efforts are needed to prevent flood disasters. One of them is flood modelling using HEC-RAS. The purpose of the research focuses on the application of the HEC-RAS model in the Pesanggrahan watershed to determine the boundaries of water levels and overflows that have the potential to flood. The benefit of the research is to control flooding. The research was conducted in the Pesanggrahan watershed with coordinates of 6° 10' 20" - 6° 33' 50" N-S and 106° 44' 15" - 106° 48' 05" EAST. Data used in the form of rainfall comes from the Ciliwung-Cisadane River Basin and DEM and shp from USGS, and Geospatial Information Agency. Data were analysed using quantitative and qualitative methods of Log Pearson Type III distribution and Chi-Square and Smirnov-Kolmogorof tests, as well as the Mononobe method for rainfall plans. The results of the study are $Q_{2th} = 217.03 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{5th} = 305.34 \text{ m}^3$, $Q_{10th} = 364.69 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{25th} = 440.49 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50th} = 487.52 \text{ m}^3/\text{s}$. The highest River Station 53135 is in the upper reaches of the river with an average height of 4 - 6 metres and the lowest 35 is in the lower reaches of the river with an average height of 3 - 4 metres. It also appears that there are many overflows in the DKI Jakarta area. Therefore, there is a need for flood management.

Keywords: Control; Flood; Pesanggrahan Watershed; HEC-RAS Modelling.

Abstrak

Banjir menjadi salah satu ancaman yang sering terjadi di Indonesia. Bencana tersebut umumnya melanda pada saat musim hujan akibat curah hujan yang tinggi. Ketidakmampuan Daerah Aliran Sungai (DAS) dalam menampung hujan menyebabkan air meluap dan menggenangi daerah disekitarnya. DAS Pesanggrahan menjadi salah satu contohnya dengan keadaan padatnya penduduk. Hal tersebut mengambat aktivitas, kerugian ekonomi, dan masalah Kesehatan. Perlu adanya Upaya pencegahan bencana banjir. Salah satunya dengan pemodelan banjir menggunakan HEC-RAS. Tujuan dari penelitian berfokus pada penerapan model HEC-RAS pada DAS Pesanggrahan untuk mengetahui batas muka dan luapan air yang berpotensi banjir. Manfaat dari penelitian untuk mengendalikan banjir. Penelitian dilakukan pada DAS Pesanggrahan dengan koordinat 6° 10' 20" – 6° 33' 50" LS dan 106° 44' 15" – 106° 48' 05" BT. Data yang digunakan berupa curah hujan berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane dan DEM serta shp dari USGS, dan Badan Informasi Geospasial. Data dianalisis dengan dengan metode kuantitatif dan kualitatif sebaran Log Pearson Type III dan uji Chi-Square dan Smirnov – Kolmogorof, serta metode Mononobe untuk hujan rencana. Hasil dari penelitian berupa $Q_{2th} = 217,03 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{5th} = 305,34 \text{ m}^3$, $Q_{10th} = 364,69 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{25th} = 440,49 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50th} = 487,52 \text{ m}^3/\text{s}$. River Stasiun tertinggi 53135 berada di hulu sungai dengan ketinggian rata – rata 4 – 6 meter dan terendah 35 berada di hilir sungai dengan ketinggian rata – rata 3 – 4 meter. Nampak pula pada wilayah DKI Jakarta banyak terdapat luapan air. Oleh karena itu, perlu adanya penanggulangan banjir.

Kata Kunci: Pengendalian; Banjir; DAS Pesanggrahan; Pemodelan HEC-RAS.

DOI:

10.35719/ijdr.v2i1.146



PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana alam yang sering terjadi di wilayah Indonesia. Menurut data Badan Penanggulangan Bencana (BNPB) rata-rata kejadian banjir dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir yaitu sebanyak 7.945 kejadian (BNPB, 2022). Bencana banjir di Indonesia seringkali terjadi pada musim hujan akibat curah hujan yang tinggi pada musim tersebut. Banjir terjadi akibat ketidakmampuan Daerah Aliran Sungai (DAS) dalam menampung curah hujan yang turun di wilayah DAS sehingga mengakibatkan meluapnya air dan menggenangi daerah yang rendah di sekitarnya (Bumi, & Rezagama, 2023). Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu daerah daratan dimana semua air hujan yang jatuh di area tersebut akan mengalir pada sungai yang utama yang sama (Purba et al., 2019).

Sungai Pesanggrahan merupakan sungai yang terletak di tiga provinsi di Indonesia yaitu mengalir dari Provinsi Jawa Barat di Kabupaten Bogor, melintasi Kota Depok dan Provinsi Jakarta di Jakarta Selatan hingga berakhir di Provinsi Banten di Kota Tangerang. Pada musim hujan, akibat curah hujan yang tinggi dengan intensitas yang lama dan jumlah penduduk yang padat, tinggi muka air pada Sungai Pesanggrahan seringkali mengalami kenaikan dan meluap ke area pemukiman warga (BPDB Kabupaten Bogor, 2022). Daerah Aliran Sungai (DAS) Pesanggrahan merupakan daerah perkotaan dengan penduduk yang padat. Seiring dengan bertambahnya penduduk pada tiap tahunnya, maka akan terjadi peningkatan pembangunan di daerah perkotaan yang dapat mengubah tata guna lahan sehingga mengakibatkan kurangnya daerah resapan air sehingga dapat menimbulkan banjir (Igenes, & Arbaningrum, 2021). Hal tersebut dapat memperparah terjadinya bencana alam banjir yang terjadi di wilayah DAS Pesanggrahan karena banjir memberikan dampak yang buruk selain karena menghambat aktivitas, kerugian ekonomi, banjir juga dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan.

Diperlukan adanya upaya pencegahan dan pengendalian banjir di DAS Pesanggrahan agar dapat mengurangi dampak buruk yang diakibatkan oleh bencana alam banjir. Salah satu upaya pengendalian banjir yaitu dengan memberikan informasi akurat dan terpercaya terkait kondisi DAS Pesanggrahan melalui pemodelan tertentu. Dengan adanya informasi terkait kondisi DAS Pesanggrahan, diharapkan dapat menjadi perhatian pihak yang terkait baik pemerintah maupun warga sekitar DAS untuk menjadi pedoman daerah dengan potensi banjir sehingga dapat dilakukan antisipasi bencana alam banjir. Pemodelan genangan banjir dapat dilakukan dengan menggunakan model hidrolika yang terintegrasi dengan Sistem Informasi Geografis salah satunya yaitu model HEC-RAS sebagai pengendalian banjir (Sholikha et al., 2022).

HEC-RAS adalah sebuah program yang dapat membuat gambaran kejadian nyata yang terjadi pada suatu sungai berdasarkan input yang dimasukkan (Rahmah et al., 2020;). Program HEC-RAS terfokus pada analisis hidrolika sebuah sungai dengan menggunakan perhitungan hidrolika aliran sungai agar kecepatan dan kedalaman aliran pada sungai di sepanjang alur dari debit yang masuk dan kedalaman hilir dapat dicari (Astika, & Cahyonugroho, 2020). Dengan hasil perhitungan HEC-RAS, salah satunya dapat diketahui debit dari DAS dan batas muka air penampang melintang dari sungai dan didapatkan peta potensi genangan banjir. Analisis HEC-RAS digunakan untuk memodelkan aliran air dan untuk mengetahui batas maksimum sungai untuk menampung aliran dalam kala ulang yang diamati (Setyawati, & Amudi, 2023).

Penelitian ini berfokus pada penerapan model HEC-RAS pada DAS Pesanggrahan untuk mengetahui batas muka air dan luapan air pada DAS Pesanggrahan sehingga daerah yang berpotensi banjir dapat diidentifikasi. Dengan mengetahui daerah yang berpotensi banjir pada DAS Pesanggrahan maka diharapkan dilakukan adanya pencegahan dan pengendalian banjir. Hasil dari model HEC-RAS diharapkan dapat membantu dalam mencari solusi yang berguna dalam mengatasi permasalahan yang ada.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

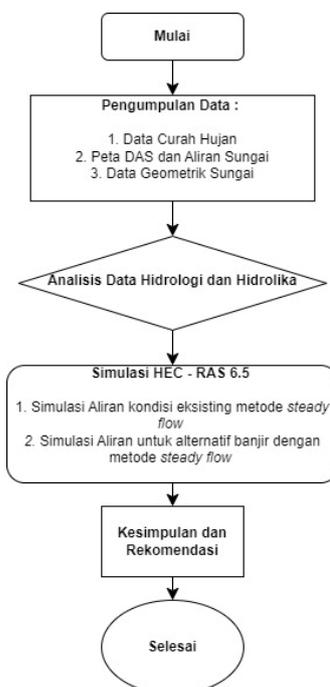
Lokasi penelitian dilakukan di DAS Pesanggrahan. Daerah tersebut terletak pada 6° 10' 20" – 6° 33' 50" Lintang Selatan dan 106° 44' 15" – 106° 48' 05" Bujur Timur dengan wilayah meliputi Kota Bogor,

Kabupaten Bogor, dan Depok di Provinsi Jawa Barat serta sebagian lainnya mencangkup wilayah DKI Jakarta. DAS Pesanggrahan memiliki luas sebesar 112,50 Km².



Gambar 1. Lokasi DAS Pesanggrahan.

Pelaksanaan penelitian dilakukan terhadap keseluruhan wilayah DAS melalui beberpaa rangkaian tahapan, agar didapatkan hasil yang maksimal dan meminimalisir kesalahan dan ketidakakuratan dalam proses penyelesaian analisis, meliputi: 1) pengumpulan data, 2) analisis, 3) simulasi, dan 4) penarikan Kesimpulan serta rekomendasi. Alur penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Pengumpulan Data

Penelitian awal dilakukan dengan mengumpulkan data, data curah hujan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung – Cisadane (BBWS Ciliwung – Cisadane). Data berasal dari 3 stasiun hujan yang berada di sekitar DAS Pesanggrahan. Stasiun hujan diperlukan untuk mengamati dan mengukur curah hujan yang turun di wilayah tersebut. Data yang digunakan minimal 10 tahun tanpa terputus yaitu tahun 2012 – 2022, mengacu pada ketersediaan data dan mencerminkan keadaan sekarang. Peta DAS dan aliran sungai dihasilkan melalui dealineasi DAS dari laman *United State Geological Survey* (USGS) dan Badan Informasi Geospasial Indonesia. Data berupa *Digital Elevation Model* (DEM) dan *Shapfile* (shp) yang kemudian dianalisis. Sementara data geometri sungai didapatkan melalui perangkat HEC-RAS, sehingga dihasilkan panjang aliran dan kemiringan sungai.

Analisis Data

Tahap analisis data, data hidrologi dan data kondisi wilayah yang ada (*eksisting*) dikelola menghasilkan komponen sebagai solusi dari permasalahan (Igenes & Arbaningrum, 2021). Analisis dilakukan dengan metode kuantitatif dan kualitatif. Sebelum dilakukan analisis frekuensi curah hujan ditentukan dahulu daerah tangkapan air (*cachment area*) atau DAS dengan ArcGIS sehingga didapatkan peta DAS. Analisis frekuensi menggunakan teori analisis sebaran dengan uji distribusi meliputi sebaran Gumbel *type I*, Normal, Log Normal, dan Log *Pearson type III* yang kemudian diuji kecocokannya menggunakan metode *Chi-Square* dan *Smirnov – Kolmogorof* (Bumi & Rezagama, 2023). Diperlukan parameter nilai rata – rata (\bar{x}), standar deviasi (S_d), koefisien kurtosis (C_k), koefisien variasi (C_v), dan koefisien kemiringan (C_s) sebagai berikut (Wigati & Soedarsono, 2016) :

1. Curah hujan rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

2. Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

3. Koefisien Kurtosis

$$C_k = \left(\frac{n^2 \sum (xi - \bar{x})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)(S^4)} \right)$$

4. Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}}$$

5. Koefisien Kemiringan

$$C_s = \frac{n \sum (xi - \bar{x})^3}{(n - 1)(n - 2)(S^3)}$$

Data hujan yang memenuhi analisis digunakan untuk menghitung debit banjir rencana. Prediksi banjir yang akan datang dihitung dengan 3 komponen yaitu luas daerah tangkapan, koefisien limpasan, dan intensitas hujan (Alwie et al., 2020). Intensitas hujan dianalisis menggunakan metode Mononobe untuk mendapat curah hujan jam – jaman. Rumus metode Mononobe adalah sebagai berikut (Hendri, 2015):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

dengan :

- I : intensitas curah hujan (mm/jam)
 R_{24} : curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
 t : lamanya curah hujan (jam)

Data banjir rencana yang telah diperoleh dijadikan *input* pada software HEC-RAS 6.5. Pada aplikasi tersebut akan dilakukan analisis hidraulika untuk menentukan elevasi muka air banjir rancangan berdasarkan data debit banjir dan geometri penampang sungai (Nyoman Wiarta et al., 2008). Nantinya dapat dihasilkan pemodelan 1 dimensi dan 2 dimensi yang dapat digunakan untuk memetakan daerah yang terdampak banjir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Berdasarkan perhitungan didapatkan 3 stasiun hujan yang menyediakan data curah hujan di sekitar DAS Pesanggrahan tahun 2012 - 2022, yaitu Stasiun Hujan Cibinong, Stasiun Hujan Cengkareng, dan Stasiun Hujan Sawangan. Ketiganya dianalisis berdasarkan luas daerah terpengaruh di DAS Pesanggrahan sehingga didapatkan curah hujan harian maksimum.



Gambar 3. Curah Hujan Harian Maksimum DAS Pesanggrahan

Data tersebut kemudian untuk analisis frekuensi dengan uji kecocokan. Berdasarkan hasil uji statistik, data yang memenuhi distribusi data *Log Pearson Type III*, termasuk ketika diuji menggunakan metode *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov – Kolmogorof* (Tabel 1). Data tersebut digunakan untuk analisis debit rencana. Berdasarkan kala ulang tertentu, yaitu 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun (Tabel 2).

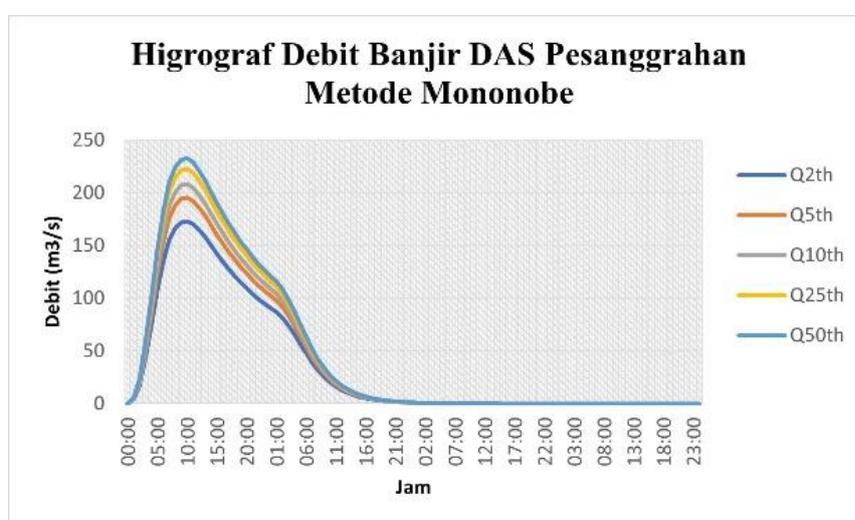
Tabel 1. Hujan Rencana Distribusi Log Pearson III

Kala Ulang, T (Tahun)	Faktor Frekuensi (K)	Logaritma Hujan Rencana (Xt)	Hujan Renacana (Xt) (mm)
2	0	1,811	64,6529
5	0,842	1,956	90,3262
10	1,282	2,032	107,5731
25	1,751	2,113	129,5971
50	2,054	2,165	146,1692

Tabel 2. Rekapitulasi Debit Rencana Maksimum DAS Pesanggrahan

Debit Kala Ulang ($Q_{n^{th}}$)	Debit (m^3/s)	Volume (m^3)
$Q_{2^{th}}$	217,03	137,63
$Q_{5^{th}}$	305,34	193,32
$Q_{10^{th}}$	364,69	230,75
$Q_{25^{th}}$	440,49	278,57
$Q_{50^{th}}$	497,52	314,55

Debit banjir rencana kala ulang 2 tahun artinya probabilitas terjadi debit tersebut satu perdua atau 50% dalam setahun. Kala ulang 5 tahun kemungkinan terjadi satu perlima atau 20% dalam setahun. Kala ulang 10 tahun artinya terjadi sepersepuluh atau 10% dalam setahun. Pada kala ulang 25 tahun, dimana terjadi satu per dua puluh lima atau 4% dalam satu tahun. Sedangkan pada kala ulang 50 tahun, terjadi satu per lima puluh atau 2% dalam setahun. Perhitungan debit tersebut dihasilkan menggunakan metode Mononobe.

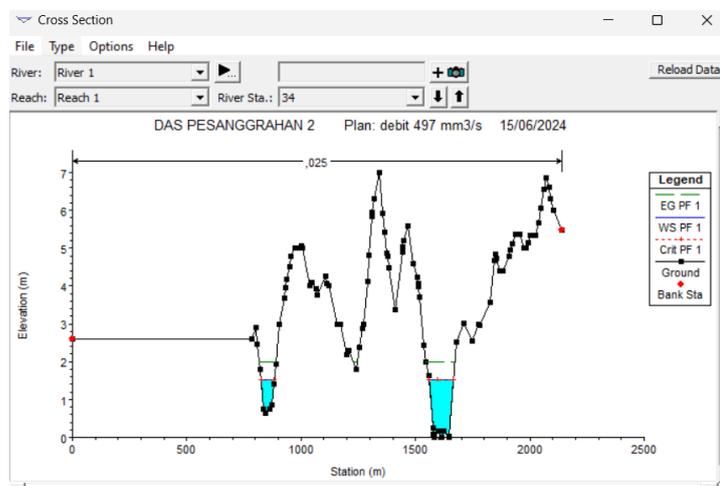
**Gambar 4.** Higrograf Debit Banjir Metode Mononobe

Berdasarkan perhitungan Mononobe, debit banjir DAS Pesanggrahan mencapai puncaknya pada jam 10.00 WIB. Dimana debit banjir puncak pada kala ulang 2 tahun yaitu $217,03 m^3/s$ dengan volume $137,63 m^3$. Pada kala ulang 5 tahun yaitu $305,34 m^3/s$ dengan volume sebesar $193,32 m^3$. Ketika kala ulang 10 tahun, debitnya yaitu $364,69 m^3/s$ dan volumenya $230,75 m^3$. Pada kala ulang 25 tahun, debit mencapai $440,49 m^3/s$ dan volumenya $278,57 m^3$. Sedangkan pada kala ulang 50 tahun, debitnya sebesar $487,52 m^3/s$ dan volumenya mencapai $314,55 m^3$.

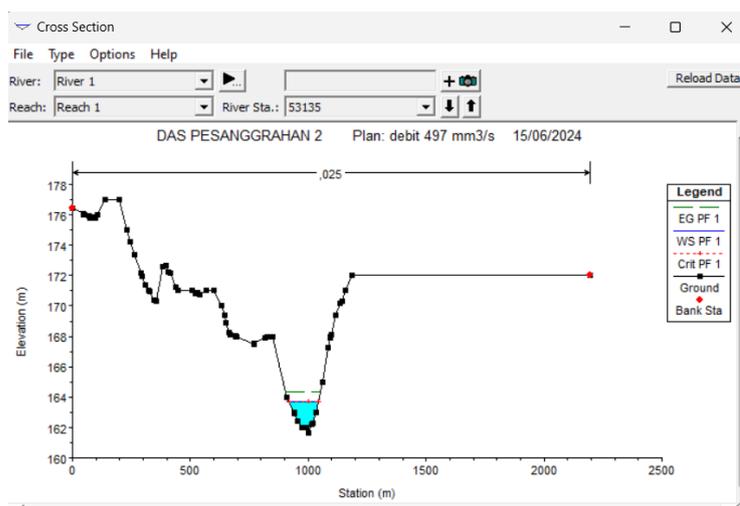
Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika digunakan untuk mengukur kemampuan DAS dalam menampung debit banjir. Banjir terjadi apabila penampang tidak mampu lagi menahan atau menampung debit banjir (Syarifah et al., 2020; Pratikno et al., 2020; Priambodo et al., 2020; Adri et al., 2020; Yuliarta & Rahmat, 2021; Rahmanisa et al., 2021; Utama et al., 2020; Zakiyah et al., 2022; Rahmat et al., 2020; Kodar et al., 2020; Najib & Rahmat, 2021, Widyaningrum et al., 2020, Muara et al., 2021). Dalam menganalisis, digunakan software HEC-RAS dalam perhitungan. Dengan program ini didapatkan penampang yang tidak mampu menampung debit banjir sehingga untuk kedepannya dapat dilakukan perbaikan. Simulasi penampang sungai menggunakan debit banjir kala ulang 50 tahun, yaitu sebesar 497,52. Didapatkan *River Stasion* atau penanda lokasi sepanjang sungai tertinggi mencapai 53135 berada di hulu sungai dengan ketinggian rata – rata 4 – 6 meter. Sedangkan terendah yaitu 35 berada di hilir sungai dengan ketinggian rata – rata 3 – 4 meter. Dihilir sungai pula *cross section* atau memotong sungai melintang sebanyak 1064 dengan jarak 50 meter. Sehingga mampu menganalisis wilayah

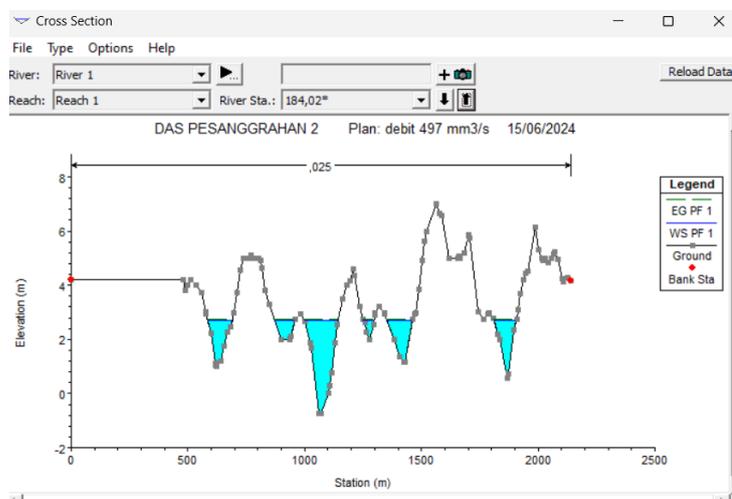
sungai sepanjang 50 meter. Pada RS 34 aliran air tanah lebih tinggi dibandingkan dengan air permukaan termasuk juga pada RS 53135. Namun, pada RS 184,02 dimana berada disekitar wilayah DKI Jakarta air tanah sama dengan air permukaan (**Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7**).



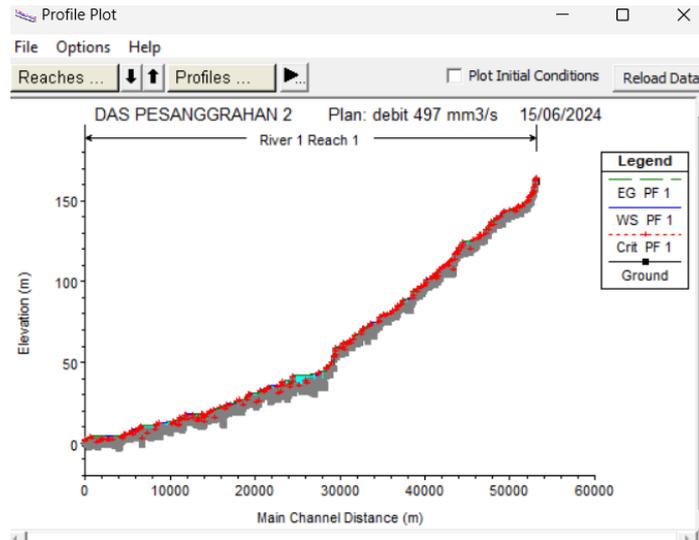
Gambar 5. Cross Section RS 34 DAS Pesanggrahan.



Gambar 6. Cross Section RS 53135 DAS Pesanggrahan.



Gambar 7. Cross Section RS 184,02 DAS Pesanggrahan.



Gambar 8. Profil Memanjang DAS Pesanggrahan.



Gambar 9. Potensi Banjir.

Berdasarkan perhitungan menghasilkan profil memanjang DAS Pesanggrahan dimana pada bagian hilir tampak landai dibandingkan bagian hulu yang curam. Demikian tersebut menunjukkan bahkan bagian hulu relatif lebih curam dan bersifat erosif dibanding bagian hilir (**Gambar 8**). Sedangkan secara kerawanan banjir wilayah DKI Jakarta menjadi tempat yang rawan terjadinya banjir, dapat dilihat dari luapan air yang cukup menggenang di sisi DAS bagian utara (Jakarta Utara dan sekitarnya) (**Gambar 9**). Oleh karena itu, perlu adanya penanggulangan banjir yang bisa dilakukan dengan membangun tanggul di sepanjang stasiun (aliran sungai) tersebut.

KESIMPULAN

Bencana banjir yang melanda DAS Pesanggrahan disebabkan karena tingginya intensitas curah hujan, sehingga mempengaruhi debit air yang masuk. Diperoleh dimana debit banjir puncak Q_{2th} yaitu $217,03 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan volume $137,63 \text{ m}^3$, Q_{5th} yaitu $305,34 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan volume sebesar $193,32 \text{ m}^3$, Q_{10th} yaitu $364,69 \text{ m}^3/\text{s}$ dan volumenya $230,75 \text{ m}^3$. Q_{25th} yaitu $440,49 \text{ m}^3/\text{s}$ dan volumenya $278,57 \text{ m}^3$. Q_{50th} sebesar $487,52 \text{ m}^3/\text{s}$ dan volumenya $314,55 \text{ m}^3$. Dengan menggunakan HEC-RAS pada kala ulang 50 tahun dihasilkan *River Stasiun* tertinggi 53135 berada di hulu sungai dengan ketinggian rata – rata 4 – 6 meter. Sedangkan terendah yaitu 35 berada di hilir sungai dengan ketinggian rata – rata 3 – 4 meter. Dihasilkan *cross section* sebanyak 1064 dengan jarak 50 meter. Pada RS 34 dan 53135 aliran air tanah lebih tinggi dibandingkan dengan air permukaan tetapi pada RS 184,02 dimana berada disekitar wilayah DKI Jakarta air tanah sama dengan air permukaan. Hal tersebut dibuktikan dengan kondisi penampang yang lebih curam di bagian hulu, pada wilayah DKI Jakarta banyak terdapat luapan air sehingga perlu adanya penanggulangan banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwie, Prasetyo, A. B., Andespa, R., Lhokseumawe, P. N., & Pengantar, K. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), 41–49.
- Adri, K., Rahmat, H. K., Ramadhani, R. M., Najib, A., & Priambodo, A. (2020). Analisis Penanggulangan Bencana Alam dan Natech Guna Membangun Ketangguhan Bencana dan Masyarakat Berkelanjutan di Jepang. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(2), 361-374.
- Astika, M. N., & Cahyonugroho, O. H. (2020). Evaluasi Sistem Drainase Di Wilayah Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo Dengan Software Hec-Ras. *EnviroUS*, 1(1), 55-64.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2022). Data Informasi Bencana Indonesia. BNPB. Retrieved from <https://dibi.bnpb.go.id/>, on 15th Jun 2024.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Bogor. (2022, Juli 15). Akibat hujan intensitas tinggi, sungai Pesanggrahan meluap dan satu perumahan terendam banjir. BPBD Kabupaten Bogor. Retrieved from <https://bpbd.bogorkab.go.id/akibat-hujan-intensitas-tinggi-sungai-pesanggrahan-meluap-dan-satu-perumahan-terendam-banjir/>, on 15th Jun 2024.
- Bumi, I. S., & Rezagama, A. (2023). Pemodelan Banjir Dua Dimensi Sungai Seruyan dengan Menggunakan Aplikasi HEC-RAS. *Jurnal Inovasi Konstruksi*, 2(1), 11–19. <https://doi.org/10.56911/jik.v2i1.36>
- Hendri, A. (2015). Analisis Metode Untensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar. *Annual Civil Engineering Seminar*, 297–304.
- Ignes, J., & Arbaningrum, R. (2021). Analisis Debit Maksimum Pada Long Storage Sungai Serua Di Lingkungan Universitas Pembangunan Jaya. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 4(2), 43–48. <https://doi.org/10.14710/potensi.2021.11540>
- Kodar, M. S., Rahmat, H. K., & Widana, I. D. K. K. (2020). Sinergitas Komando Resor Militer 043/Garuda Hitam dengan Pemerintah Provinsi Lampung dalam Penanggulangan Bencana Alam. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(2), 437-447.
- Muara, T., Rahmat, H. K., & Prasetyo, T. B. (2021). Efektivitas Diplomasi dan Komunikasi Strategis dalam Kampanye Melawan Terorisme di Indonesia. *Jurnal Dinamika Sosial Budaya*, 23(1), 161-170.
- Najib, A., & Rahmat, H. K. (2021). Analisis Pelaksanaan Program Desa Tangguh Bencana di Desa Buluh Cina, Siak Hulu, Kampar, Riau. *Jurnal Ilmiah Muqoddimah: Jurnal Ilmu Sosial, Politik, dan Humaniora*, 5(1), 14-23.
- Pratikno, H., Rahmat, H. K., & Sumantri, S. H. (2020). Implementasi Cultural Resource Management dalam Mitigasi Bencana pada Cagar Budaya di Indonesia. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(2), 427-436.
- Priambodo, A., Widyaningrum, N., & Rahmat, H. K. (2020). Strategi Komando Resor Militer 043/Garuda Hitam dalam Penanggulangan Bencana Alam di Provinsi Lampung. *Perspektif*, 9(2), 307-313.

- Nyoman Wiarta, I., Yulistiyanto, B., Pekerjaan Umum Pemerintah Propinsi Bali, D., & Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM -Jl Grafika No, J. (2008). Analisis Hidraulika Banjir Tukad Badung. *Forum Teknik Sipil XVIII, Xviii*, 851–858.
- Purba, A., Kustiani, I., & Pramita, G. (2019). A Study on the Influences of Exclusive Stopping Space on Saturation Flow (Case Study: Bandar Lampung). *International Conference on Science, Technology & Environment (ICoSTE)*
- Rahmah, I. F., Galuh, D. L. C., & Widaryanto, L. H. (2020). Simulasi Aliran Banjir Sungai Gajah Wong Menggunakan Software Hec-Ras Versi 4.1. 0. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 5(2), 21-28.
- Rahmanisa, R., Rahmat, H. K., Cahaya, I., Annisa, O., & Pratiwi, S. (2021). Strategi Mengembangkan Resiliensi Individu di Tengah Masa Pandemi COVID-19 Menggunakan Islamic Art Therapy [Strategy to Develop Individual Resilience in The Middle of The COVID-19 Pandemic using Islamic Art Therapy]. *Journal of Contemporary Islamic Counselling*, 1(1), 39-52.
- Rahmat, H. K., Sari, F. P., Hasanah, M., Pratiwi, S., Ikhsan, A. M., Rahmanisa, R., ... & Fadil, A. M. (2020). Upaya pengurangan risiko bencana melalui pelibatan penyandang disabilitas di Indonesia: Sebuah tinjauan kepustakaan. *Jurnal Manajemen Bencana (JMB)*, 6(2).
- Syarifah, H., Poli, D. T., Ali, M., Rahmat, H. K., & Widana, I. D. K. K. (2020). Kapabilitas Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Balikpapan dalam Penanggulangan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(2), 398-407.
- Utama, D. B., Prewito, H. B., Pratikno, H., Kurniadi, Y. U., & Rahmat, H. K. (2020). Kapasitas pemerintah Desa Dermaji Kabupaten Banyumas dalam pengurangan risiko bencana. *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(3), 598-606.
- Setyawati, K. N., & Amudi, A. (2023). Evaluasi Kinerja Saluran Drainase di Jalan Semambung–Sumpit Kecamatan Driyorejo dengan Hec-RAS. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 5(2), 141-153.
- Sholikha, D. E. Z., Sutoyo, S., & Rau, M. I. (2022). Pemodelan Sebaran Genangan Banjir Menggunakan HEC-RAS di Sub DAS Cisadane Hilir. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 7(2), 147-160..
- Wigati, R., & Soedarsono, S. (2016). ANALISIS BANJIR MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS 4.1.0 (Studi Kasus Sub DAS Ciberang HM 0+00 - HM 34+00). *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 51–61. <https://doi.org/10.36055/jft.v5i2.1261>
- Widyaningrum, N., Rahmat, H. K., & Maarif, S. (2020). Langkah Taktis Gaya Kepemimpinan Gubernur Bali I Wayan Koster Dalam Pencegahan Penyebaran Covid-19 Di Provinsi Bali. *Jurnal Manajemen Bencana (JMB)*, 6(2).
- Yuliarta, I. W., & Rahmat, H. K. (2021). Peningkatan kesejahteraan melalui pemberdayaan masyarakat pesisir berbasis teknologi sebagai upaya memperkuat keamanan maritim di Indonesia. *Jurnal Dinamika Sosial Budaya*, 23(1), 180-189.
- Zakiah, A., Rahmat, H. K., & Sa'adah, N. (2022). Peran konselor lintas agama dan budaya sebagai problem solving masyarakat multibudaya [The role of cross-religious and cultural counselors as a multi-cultural community solving problem]. *Al-Ihtiram: Multidisciplinary Journal of Counseling and Social Research*, 1(1), 45-60.