41136

by Retno Utami Agung Wiyono
Studi Pengendalian Banjir Sungai Penggaron Kabupaten Semarang

Penggaron River Flood Study in Semarang Regency

Yanna Lutfiana Devi a, Minarni Nur Trilita b, Novie Handajani b

a Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294.
b Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294

ABSTRAK

Banjir di Indonesia, terutama di kota-kota seperti Semarang, menjadi permasalahan yang terus berulang dan muncul kembali. Studi ini difokuskan pada Sungai Penggaron di DAS Dolok-Penggaron, Kota Semarang, sebagai salah satu sungai utama banjir. Dua hirir sungai ini, terutama Perumahan Dinar Indah, Tembalang, secara konsisten mengalami genangan banjir saat hujan deras, disebabkan oleh rendahnya dinding tanggul yang tidak efektif menahan air sungai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas penampung sungai dan merencanakan peningkatan tinggi tanggul menggunakan HEC-RAS untuk mengembangkan strategi pengendalian banjir yang lebih efektif dan berkelanjutan. Tahapan penelitian melibatkan pengumpulan data curah hujan, peta topografi, data tanah, dan geometri sungai. Selanjutnya, dilakukan perhitungan debit banjir rancangan dengan metode polygon Thiessen dan Log Pearson III, serta pemodelan HEC-RAS untuk mengevaluasi kapasitas sungai. Hasil studi menunjukkan bahwa Sungai Penggaron tidak mampu menampung debit banjir kala alang 10 dan 25 tahun, sehingga solusi pengendalian banjir yang diusulkan adalah penambahan tinggi tanggul pada titik-titik yang mengalami limpasan. Peningkatan tinggi ini, berdasarkan simulasi HEC-RAS, dapat secara efektif mengatasi masalah banjir di Sungai Penggaron, memberikan solusi berkelanjutan untuk mitigasi bencana banjir di masa mendatang.

Kata kunci: Banjir, Tanggul, Hydrologic Engineering Center-River Analysis System.

ABSTRACT

Floods in Indonesia, particularly in cities like Semarang, pose recurrent and imminent challenges. This study focuses on the Penggaron River in the Dolok-Penggaron watershed, Semarang City, as a significant contributor to flooding. The downstream area, especially Dinar Indah Housing in Tembalang, consistently experiences flood inundation during heavy rains, attributed to the ineffectiveness of low levees in restraining river water. Therefore, this research aims to evaluate the river cross-section capacity and plan the elevation of levees using HEC-RAS to develop more effective and sustainable flood control strategies. The research involves stages of collecting rainfall data, topographic maps, soil data, and river geometry. Subsequently, calculations of design flood discharge are performed using the polygon Thiessen and Log Pearson III methods, followed by HEC-RAS modeling to evaluate river capacity. The study results indicate that the Penggaron River cannot accommodate the flood discharge for the 10 and 25-year return periods. Hence, the proposed flood control solution is the addition of levees height at points experiencing overflow. Based on HEC-RAS simulations, these levees elevation can effectively address the flood issue in the Penggaron River, providing a sustainable solution for flood mitigation in the future.

Keywords: flood, levees, Hydrologic Engineering Center-River Analysis System.

2 Info Artikel: Received: DD Bulan YYYY, Accepted: DD Bulan YYYY (bagian ini diisi Pengelola JRSL)
2 Corresponding Author: Minarni Nur Trilita, Email minarni.ts@upnjatim.ac.id

74 | Studi Pengendalian Banjir...
PENDAHULUAN

Banjir di Indonesia telah menjadi tantangan klasik yang terus menghantui, terutama di kota-kota seperti Semarang. Kota Semarang, yang dikenal dengan sungai-sungai, seperti Sungai Penggaron di DAS Dolok-Penggaron merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya banjir di daerah hilir (Heru, 2022). Daerah hilir sungai Penggaron merupakan daerah yang rawan akan banjir akibat luapan Sungai (Maulana & Maulana, 2022). Selain itu, intensitas hujan tinggi dengan durasi yang panjang menjadi penyebab banjir di wilayah ini (Kurniawan et al., 2021).

Perumahan Dinar Indah, Tembalang, Kota Semarang merupakan wilayah yang berbatasan dengan sungai Penggaron, dimana wilayah ini selalu terendam banjir ketika hujan dera akibat luapan sungai (Purbaya 2023). Masyarakat mengaku bahwa dinding tanggul yang ada terlalu rendah dan tidak efektif dalam menahan banjir (Firhannusa 2023). Sehingga, diperlukan perbaikan tanggul dan rencana pengembangan seperti peningkatan dinding tanggul untuk menanggulangi luapan banjir (Permana, 2023).

Tanggul adalah struktur buatan manusia yang dirancang untuk menahan atau mengendalikan aliran air, terutama air sungai, dan mencegah banjir (Peter & Adeola Mathew, 2018). Tanggul sering kali dibangun di tepi sungai atau danau untuk melindungi daerah di sebelah hulu dari air yang meluap (Huang et al., 2019). Analisis menyeluruh, salah satunya adalah pemodelan tanggul perlu dilakukan untuk meningkatkan keamanan dan keefektifan tanggul (Papakonstantinou et al., 2019). Pemodelan tanggul dapat dilakukan menggunakan HEC-RAS (Mayasiri & Ilfán, 2021).

HEC-RAS adalah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk melakukan analisis hidrolik dan hidrologi pada sungai, saluran, dan sistem sungai yang kompleks. HEC-RAS mampu menyediakan informasi kapasitas sungai dengan pemodelan long section dan cross section sungai (Ogras & Onen, 2020). Melalui simulasi aliran banjir, dapat diketahui titik yang meluap dari tanggul pada ketinggian yang bervariasi hingga 10 m pada kala ulang 10 tahun (Kumar et al., 2018). Penambahan ketinggian tanggul hingga 20 m meningkatkan kondisi aman dari bahaya banjir dalam kala ulang 25 tahun di Sungai Kelai, Kalimantan (Hakim, et al. 2023). Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas penampang sungai dan merencanakan peningkatan tinggi tanggul menggunakan software HEC-RAS pada debit banjir kala ulang 10 dan 25 tahun. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi masyarakat dalam mengembangkan strategi pengendalian banjir yang lebih efektif dan berkelanjutan di Sungai Penggaron dan sungai lain dengan karakteristik serupa.

METODE STUDI KASUS

Pengumpulan Data

Studi kasus dilakukan pada Sungai Penggaron, Kabupaten Semarang seperti pada Gambar 1. Proses pengumpulan data dilakukan dengan survei lokasi dan pengumpulan data pendukung studi kasus dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) Bodri Kuto dan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana. Adapun data yang diperlukan yaitu:

a. Data curah hujan stasiun Banyumeneng, stasiun Sigotek, dan stasiun Pucung Gading pada tahun 2012-2021.
b. Peta Rupa Bumi
c. Geometri Sungai Penggaron
d. Data Tanah

Gambar 1 Lokasi penelitian

Analisis Data

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama merupakan tahap pengumpulan data berupa data curah hujan, peta topografi, data tanah dan data geometri sungai. Tahap kedua yaitu penentuan debit banjir rancangan dengan menghitung curah hujan rerata menggunakan metode polygon Thiessen, selanjutnya menghitung curah hujan rancangan menggunakan Log Pearson III pada kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun, kemudian menghitung debit banir rancangan menggunakan HSS Nakayasu. Tahap terakhir yaitu melakukan pemodelan HEC-RAS 6.0 untuk mengetahui kapasitas sungai dan perencanaan pengendalian banjir seperti pada Gambar 2.
Polygon Thiessen

Analisis hidrologi diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada wilayah studi. Beberapa metode yang dapat digunakan yaitu metode aritmatik, metode polygon Thiessen dan metode Isoline (Al-Timimi et al., 2017). Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode polygon Thiessen dimana curah hujan harian maksimum tiap stasiun penakar curah hujan dikalikan dengan masing-masing luas pengaruh stasiun curah hujan dan dibagi dengan luas total daerah aliran sungai. Rumus polygon thiessen (Siwi et al., 2018), sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \ldots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \ldots + A_n}$$  \hspace{1cm} (1)

dimana:

- $\bar{R}$ = Curah hujan rata-rata harian maksimum (mm)
- $A$ = Luas pengaruh stasiun (km$^2$)
- $R$ = Curah hujan harian maksimum tiap stasiun (mm)

Log Pearson III

Hasil transformasi dari distribusi Pearson Tipe III yaitu yang mengubah nilai varian menjadi nilai logaritmatik disebut sebagai Distribusi Log Pearson III (Siwi et al., 2018), sebagai berikut:

$$Log X = Log \bar{X} + k.S_{log}X$$  \hspace{1cm} (2)

dimana:

- $\bar{X}$ = Curah hujan rata-rata (mm)
- $k$ = Koefisien distribusi Log Pearson tipe III

Devi, Trilia, Handajani | 77
$S$ = Koefisien asimetri

**HSS Nakayasu**

Penggunaan metode Nakayasu perlu mempertimbangkan karakteristik DAS seperti, tenggang waktu dari permukaan hujan sampai puncak hidrograf (time of peak), tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (time lag), tenggang waktu hidrograf (time base of hydrograph), luas daerah aliran sungai, dan panjang alur sungai utama terpanjang (length of the longest channel) (Fernando & Utama, 2020). Persamaan HSS Nakayasu (Sarminingsih, 2018), sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{CARS}{3.6(T_p + T_{0.3})}$$

dimana:

$Q_p$ = Debit puncak banjir (m$^3$/dt)

$R_o$ = Hujan satuan (mm)

$T_p$ = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak (jam)

$CA$ = Luas daerah pengaliran sampai outlet (km$^2$)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Curah Hujan Rerata**

Dalam analisis data curah hujan digunakan tiga stasiun hujan yang mempengaruhi DAS Penggaron meliputi Sta. Pucang, Ciding, Sta. BD Sigotek, Sta. Banyuneneng dengan data curah hujan tahun 2012-2021. Perhitungan curah hujan rerata pada studi kasus ini menggunakan metode Polygon Thiessen dikarenakan metode ini cocok untuk daerah datar dan penyebaran stasiun hujan pada lokasi studi tidak merata (Choirul et al., 2015). Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun seperti pada Gambar 3.
Gambar 3 Polygon Thiessen

Total luas DAS Penggon yaitu 75,47 km². Stasiun Pucang Gading memiliki luas kawasan pengaruh sebesar 19,88 km² yang memiliki bobot 0,26%. Stasiun Banyumeneng memiliki luas 25,03 km² yang memiliki bobot 0,40%. Stasiun BD Sigotek memiliki luas 30,56 km² yang memiliki bobot 0,33%. Setelah dilakukan perhitungan pada setiap stasiun, maka diperoleh data curah hujan maksimum seperti pada Tabel 1. Rata-rata curah hujan maksimum yaitu 66,488 mm.

| NO | Tahun | Tanggal       | R.Thiessen |
|----|-------|---------------|------------|
| 1  | 2012  | 14 Februari   | 26.34      |
| 2  | 2013  | 23 Februari   | 61.68      |
| 3  | 2014  | 04 Februari   | 86.37      |
| 4  | 2015  | 13 Februari   | 83.10      |
| 5  | 2016  | 04 Januari    | 98.70      |
| 6  | 2017  | 16 Februari   | 75.05      |
| 7  | 2018  | 08 Desember   | 49.42      |
| 8  | 2019  | 08 April      | 39.84      |
| 9  | 2020  | 20 Februari   | 67.80      |
| 10 | 2021  | 08 Februari   | 76.57      |

Jumlah 664.88

R 66.488
Analisis Curah Hujan Rencana

Metode Log Person III digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana DAS Penggon karena sesuai dengan distribusi hujan di wilayah studi (Choirul et al., 2015). Hasil perhitungan curah hujan rencana dapat dilihat pada Tabel 2.

| NO | Tahun | \( R \) (mm) | Log \( R \) | \( (\text{Log } R - \text{Log } \bar{R}) \) | \( (\text{Log } R - \text{Log } \bar{R})^2 \) | \( (\text{Log } R - \text{Log } \bar{R})^3 \) |
|----|-------|-------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1  | 2012  | 26.34       | 1.42       | -0.37           | 0.14            | -0.05           |
| 2  | 2013  | 61.68       | 1.79       | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 3  | 2014  | 86.37       | 1.94       | 0.14            | 0.02            | 0.00            |
| 4  | 2015  | 83.10       | 1.92       | 0.13            | 0.02            | 0.00            |
| 5  | 2016  | 98.70       | 1.99       | 0.20            | 0.04            | 0.01            |
| 6  | 2017  | 75.05       | 1.88       | 0.08            | 0.01            | 0.00            |
| 7  | 2018  | 49.42       | 1.69       | -0.10           | 0.01            | 0.00            |
| 8  | 2019  | 39.84       | 1.60       | -0.19           | -0.04           | -0.01           |
| 9  | 2020  | 67.80       | 1.83       | 0.04            | 0.00            | 0.00            |
| 10 | 2021  | 76.57       | 1.88       | 0.09            | 0.01            | 0.00            |
| Jumlah | 664.88 | 17.95 | 0.00 | 0.28 | -0.05 | 0.02 |

\( \bar{R} \) = 66.488

Perhitungan curah hujan rencana dilakukan pada kala ulang 2, 5, 10, dan 25 seperti pada Tabel 3. Curah hujan terbesar terjadi pada kala ulang 10 dan 25 tahun, sehingga perbaikan tanggal perlu memperhatikan intensitas hujan pada periode ini.

| No | \( R \) (mm) | G (mm) | Log \( R \) | Log \( \bar{R} \) | R tahunan |
|----|-------------|-------|------------|----------------|-----------|
| 1  | 2           | 0.193 | 1.829      | 76.376         |           |
| 2  | 5           | 0.845 | 1.943      | 87.775         |           |
| 3  | 10          | 1.089 | 1.986      | 96.934         |           |
| 4  | 25          | 1.289 | 2.022      | 105.097        |           |

Hidograf Debit Banjir Rencana

Dalam perencanaan tanggal sungai Penggon, perlu dilakukan studi curah hujan periodik jam-jam sebelum memperkirakan nilai debit banjir yang akan dilihat, salah satunya menggunakan metode Nakayasu (Azmi et al., 2022). Rekapitulasi perhitungan debit banjir rencana pada kala ulang 2, 5, 10 dan 25 tahun dapat dilihat pada Tabel 4. Debit banjir terbesar terjadi pada kala ulang 10 dan 25 tahun, hal ini dipengaruhi oleh tingginya curah hujan (Uruifal et al., 2020), seperti pada Gambar 4.
| Tabel 4 | Debit banjir rencana kala ulang |
|---------|--------------------------------|
| Debit Banjir Rencana Kala Ulang |
| $Q_{2h}$ | $Q_{5h}$ | $Q_{10h}$ | $Q_{25h}$ |
| (m³/dt)  | (m³/dt)  | (m³/dt)   | (m³/dt)   |
| 70.689   | 99.669   | 118.191   | 135.787   |

**HIDROGRAF NAKASAYU**

**Gambar 4** Hidrograf Nakayasu

**Analisis Kapasitas Penampang**

Analisa hidrolika dilakukan menggunakan software HEC-RAS. Setelah data geometri berupa *long section* seperti Gambar 5 dan *cors section* seperti Gambar 6 dimasukkan, dilanjutkan dengan mengisi data aliran. Dalam analisa hidrolika ini digunakan aliran tipe *steady flow* dengan kapasitas sungai Pengaron seperti Gambar 7.
Gambar 5 Skema long section sungai Penggaron

Gambar 6 Skema cross section Sungai Penggaron

Gambar 7 Potongan memanjang sungai Penggaron

Dari hasil simulasi pada kondisi eksisting sungai Penggaron, didapatkan debit maksimum yang dapat ditampung oleh Sungai Penggaron sebesar 80 m³/dt. Kapasitas penampang terendah berada pada STA 84.

Analisis Muka Air Banjir

Dalam analisa muka air banjir yang terjadi pada Sungai Penggaron, digunakan data debit banjir rencana kala ulang 10 dan 25 tahun seperti pada Tabel 6, karena memiliki debit banjir rancangan paling besar (Hermawan, 2019).
Tabel 6 Debit rencana

| Debit Banjir Kala Ulang |
|-------------------------|
| Q_{10th} (m³/dt)        | Q_{25th} (m³/dt) |
| 118,191                 | 135,787          |

Berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS, didapatkan bahwa kapasitas sungai Penggaron terutama di bagian hulu tidak dapat menampung debit banjir kala ulang 10 tahun seperti pada Gambar 8 dan kala ulang 25 tahun seperti pada Gambar 9. Terdapat muka air banjir yang meluap di beberapa titik STA. Sehingga perlu adanya pengendalian banjir pada sungai Penggaron.

Gambar 8 Muka Air Banjir Kala Ulang 10 tahun Sungai Penggaron

Gambar 9 Muka Air Banjir Kala Ulang 25 tahun Sungai Penggaron
Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir pada studi ini menggunakan perencanaan penambahan tinggi tanggul pada penampang Sungai Penggaron. Tinggi tanggul yang direncanakan didapatkan dari tinggi limpasan ditambah dengan tinggi jagaan 0.6 meter (Alim, 2022). Lokasi peninggian tanggul sungai Penggaron akan dilakukan pada STA yang mengalami limpasan seperti pada Tabel 7.

| Tabel 7 Penambahan Tinggi Tanggul |
|-----------------------------------|

| STA | Left Bank (m) | Right Bank (m) | Elevasi Muka Air (m) | Penambahan Tinggi Tanggul Kiri (m) | Penambahan Tinggi Tanggul Kanan (m) |
|-----|---------------|----------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 119 | 33.52         | 34.06          | 33.86                | 0.94                               | -                                 |
| 118 | 33.66         | 33.61          | 33.86                | 0.80                               | 0.85                              |
| 117 | 33.46         | 33.13          | 33.75                | 0.89                               | 1.22                              |
| 116 | 33.77         | 34.96          | 33.75                | -                                  | -                                 |
| 115 | 33.54         | 35.46          | 33.68                | 0.74                               | -                                 |
| 114 | 33.13         | 34.37          | 33.51                | 0.98                               | -                                 |
| 113 | 33.40         | 32.84          | 33.42                | 0.62                               | 1.18                              |
| 112 | 32.85         | 33.55          | 33.32                | 1.07                               | -                                 |
| 111 | 33.19         | 32.98          | 33.28                | 0.69                               | 0.90                              |
| 110 | 33.35         | 32.97          | 33.22                | -                                  | 0.85                              |
| 109 | 34.25         | 33.37          | 33.20                | -                                  | -                                 |
| 108 | 34.03         | 33.09          | 32.97                | -                                  | -                                 |
| 107 | 31.19         | 33.62          | 33.14                | 2.55                               | -                                 |
| 106 | 33.15         | 33.16          | 33.09                | -                                  | -                                 |
| 105 | 31.85         | 32.68          | 33.09                | 1.85                               | 1.01                              |
| 104 | 33.00         | 32.95          | 32.93                | -                                  | -                                 |
| 103 | 32.95         | 32.40          | 32.90                | -                                  | 1.10                              |
| 102 | 33.12         | 32.95          | 32.70                | -                                  | -                                 |
| 101 | 32.86         | 32.90          | 32.74                | -                                  | -                                 |
| 100 | 32.11         | 32.59          | 32.73                | 1.22                               | 0.74                              |
| 99  | 32.35         | 31.96          | 32.55                | 0.80                               | 1.19                              |
| 98  | 32.83         | 32.19          | 32.53                | -                                  | 0.94                              |
| 97  | 32.33         | 32.21          | 32.55                | 0.82                               | 0.94                              |
| 96  | 32.29         | 31.84          | 32.47                | 0.78                               | 1.23                              |
| 95  | 32.99         | 31.78          | 32.39                | -                                  | 1.21                              |

Analisa tanggal rencana dilakukan dengan mengisi data penambahan tinggi tanggul di setiap section dengan debit rencana kala Q25 tahun untuk memastikan keberhasilan tanggul (Rusmawati et al., 2022). Rentang tinggi tanggul yang direncanakan sebesar 0.62 m – 2.55 m. Hasil simulasi dengan penambahan ketinggian tanggul kanan dapat dilihat pada Gambar 10, dan tanggal kiri pada Gambar 11. Banjir pada sungai Penggaron dapat teratasi.
setelah penambahan tinggi tanggul rencana, dimana sudah tidak terdapat limpasan pada Sungai Pengaron. Peninggian tanggul sungai efektif untuk mengurangi dampak dari bencana banjir yang mungkin akan terjadi berikutnya (Pramitha et al., 2020). Detil tanggul rencana dapat dilihat pada Gambar 12. Dengan detil desain tersebut, penambahan tinggi tanggul yang direncanakan sudah memenuhi keamanan stabilitas dan juga rembesan pada tanggul.

Gambar 10. Profil long section tanggul kanan setelah peninggian tanggul

Gambar 11. Profil long section tanggul kiri setelah peninggian tanggul
KESIMPULAN
Melalui pemodelan menggunakan HEC-RAS, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas penampang sungai dan merencanakan peningkatan tinggi tanggul sebagai strategi pengendalian banjir. Hasil studi menunjukkan bahwa kapasitas maksimum penampang Sungai Penggaron sebesar 80 m³/dt. Sungai Penggaron, terutama di bagian hulu, tidak cukup untuk menampung debit banjir kala ulang 10 dan 25 tahun. Oleh karena itu, diperlukan tindakan pengendalian banjir, dan solusi yang diusulkan adalah penambahan tinggi tanggul pada penampang sungai Penggaron. Peningkatan tinggi ini direncanakan berdasarkan tinggi limpasan ditambah dengan tinggi jagaan 0,6 m. Rentang tinggi tanggul rencana sebesar 0,62 - 2,55 m. Simulasi HEC-RAS menunjukkan bahwa penambahan tinggi tanggul pada titik-titik yang mengalami limpasan dapat secara efektif mengatasi masalah banjir di sungai Penggaron. Detil desain tinggai rencana telah mempertimbangkan keamanan stabilitas dan rembesan tanggul, memberikan solusi yang dapat diandalkan untuk mengurangi dampak bencana banjir pada masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA
Al-Timimi, Y. K., Al-Lami, A. M., & Al-Shamarti, H. K. (2020). Calculation of the mean annual rainfall in iraq using several methods in gis. Plant Archives, 20, 1156–1160.
Alim, M. F. (2022). Studi Perencanaan Tanggal untuk Pengendalian Banjir di Sungai Ciberes Kabupaten Cirebon. Institutional Repository.
Azmi, M. H., Hendrawan, A. P., & Sisinggih, D. (2022). Studi Perencanaan Tanggal Parapet dan Bronjong Sebagai Salah Satu Upaya Penanggulangan Banjir di Sungai Musi Kabupaten Empat Lawang Provinsi Sumatera Selatan. Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air, 2(2). https://doi.org/10.21776/ub.jtresa.2022.002.02.01
Choirul, D., Fajar Kusuma, R., Eko Wahyuni, S., & Darsono, S. (2015). Pengendalian Banjir DAS Dolok-Penggaron pada Sungai Babon. Jurnal Karya Teknik Sipil, 4(4), 242–249. http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts

86 | Studi Pengendalian Banjir...
Fernando, R., & Utama, A. B. (2020). Kajian Karakteristik Dan Permodelan Banjir Di Das Air Majunto Kabupaten Mukomuko. ORBITH: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial, 16(1).

Hermawan, C. (2019). Studi Perencanaan Tanggal Untuk Pengendali Banjir Sungai Petapahan Kabupaten Kuantan Singingi. Jurnal Planologi Dan Sipil (Jps), 1(1).

Heru, H. (2022). Pengaruh Tampungan Awal Waduk Dolog Terhadap Retensi Debit Banjir Kota Semarang Timur. Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung, 3(1). https://doi.org/10.23960/jpi.v3n1.176

Huang, X., Liu, J., Zhang, Z., Fang, G., & Chen, Y. (2019). Assess river embankment impact on hydrologic alterations and floodplain vegetation. Ecological Indicators, 97. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.039

Kumar, D., Tripathi, V. K., & Parhi, P. K. (2018). Flood Flow Modelling and Embankment Protection of Mahanadi River Using HeC-Ras. I-Manager’s Journal on Future Engineering and Technology, 13(4), 1. https://doi.org/10.26634/ifet.13.4.14470

Kurniawan, I., Permatasari, M. M. H., & Santosa, B. (2021). Kajian Kawasan Risiko Banjir Di Sungai Banjir Kanal Barat Dengan Mempertimbangkan Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence). G-SMART, 4(2). https://doi.org/10.24167/gsmart.v4i2.2332

Maulana, M. I., & Maulana, M. I. (2022). Analisis Optimalisasi Ketahanan Daerah Berbasis GIS, Remote Sensing dan Cloud untuk Menjelajah Banjir dan ROB di Kota Semarang. Jurnal ROTEK, 17(1), 71–78.

Mayasari, P., & Ilham, F. (2021). Analysis of Cross-section Capacity of Jambu River at Muaro Jambi Temple About Various Flood Return Period Using HEC-RAS Software. 4(2), 127–140.

Ogras, S., & Onen, F. (2020). Flood Analysis with HEC-RAS: A Case Study of Tigris River. Advances in Civil Engineering, 2020. https://doi.org/10.1155/2020/6131982

Papakonstantinou, I., Lee, J., & Madanat, S. M. (2019). Optimal levee installation planning for highway infrastructure protection against sea level rise. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 77. https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.002

Pernama, F. H. (2023). Analisis Penyebar Banjir Tahunan di Kecamatan Pamanukan: Peran Sungai Cipunagara dan Saluran Pembuang Cigadung. Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS), 3(1). https://doi.org/10.32897/simteks.v3i1.2568

Peter, A., & Adeola Mathew, F. (2018). Structural Flood Defence Measures and Effects on the Surroundings. EPH - International Journal of Applied Science, 4(1). https://doi.org/10.53355/eijas.v4i1.60

Pramitha, A. A. S., Utomo, R. P., & Miladan, N. (2020). Efektivitas infrastruktur perkotaan dalam penanganan risiko banjir di Kota Surakarta. Region: Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif, 15(1), 1. https://doi.org/10.20961/region.v15i1.23258

Rusmawati, R., Musa, R., & Mallombasi, A. (2022). Kajian Penangulangan Banjir dengan Menggunakan Tanggal pada Sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang. Jurnal Teknik Sipil MACCA, 7(1). https://doi.org/10.33096/jtsm.v7i1.535

Sarminingsih, A. (2018). Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan. Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan, 15(1). https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i1.53-61

Siwi, A. C., Halim, F., & Binilang, A. (2018). Analisis Kapasitas Sungai Makalu Kabupaten Minahasa Tenggara Terhadap Debit Banjir Kala Ulang Tertentu. Sipil Statik, 6(4), 199–210. https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/19349

Devi, Trilida, Handajani | 87
Uruilal, I. L., Suit, C. J., & Jansen, T. (2020). *Prediksi banjir di Sungai Ranowangko Kecamatan Amuran Kabupaten Minahasa Selatan*, 8(2), 167–174.
### Originality Report

|    | Similarity Index | Internet Sources | Publications | Student Papers |
|----|------------------|------------------|--------------|----------------|
| 20 | 19%              | 13%              | 11%          |                |

### Primary Sources

1. **Submitted to Sriwijaya University**
   - Student Paper
   - 5%

2. **jurnal.unej.ac.id**
   - Internet Source
   - 3%

3. **repository.ub.ac.id**
   - Internet Source
   - 2%

4. **fishscientiae.ulm.ac.id**
   - Internet Source
   - 2%

5. **repository.its.ac.id**
   - Internet Source
   - 1%

6. **jurnalsda.pusair-pu.go.id**
   - Internet Source
   - 1%

7. **Allan Sandage. "THE TOLMAN SURFACE BRIGHTNESS TEST FOR THE REALITY OF THE EXPANSION. V. PROVENANCE OF THE TEST AND A NEW REPRESENTATION OF THE DATA FOR THREE REMOTE HUBBLE SPACE TELESCOPE GALAXY CLUSTERS", The Astronomical Journal, 02/01/2010**
   - Publication
   - 1%
| Setting                  | Status  |
|-------------------------|---------|
| Exclude quotes          | Off     |
| Exclude bibliography    | On      |
| Exclude matches         | < 1%    |