

Analisa Model Hidrologi dan Hidrolika di Area Lereng Kritis Ruas Jalan Patikraja – Rawalo, Banyumas

Ratih Pujiastuti, Tenardhy Aryarama Wijaya, Agung Hari Wibowo, Hikmah Monica, Alif Agus Tiyanto
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman, Ungaran, Indonesia
E-mail Korespondensi: ratih.adiyanto@gmail.com

ABSTRACT

This study analyzes the hydrological and hydraulic characteristics of the Patikraja-Rawalo road section in Banyumas Regency, which is adjacent to the Serayu River and is prone to landslides. The research method start from catchment area delineation, design rainfall determination, flood discharge calculation, floodwater elevation determination, and scour depth. Using historical rainfall data and hydrological modeling (Nakayasu and HEC-HMS) and hydraulic modeling (HEC-RAS 2D), the 50-year design flood discharge is 2,217.80 m³/s and a maximum scour depth of 2.51 m. These results provide a crucial basis for designing retaining walls to ensure road stability.

Keywords: Hydrology, Hydraulics, DAS, Flood Discharge, Scour, Critical Slope, Patikraja-Rawalo

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis karakteristik hidrologi dan hidrolika di ruas Jalan Patikraja – Rawalo, Kabupaten Banyumas, yang berdekatan dengan Sungai Serayu dan berpotensi mengalami longsoran. Tahapan penelitian dimulai dari deliniasi Daerah Aliran Sungai (DAS), penentuan hujan rencana, perhitungan debit banjir, penentuan elevasi muka air banjir, dan kedalaman gerusan. Dengan menggunakan data curah hujan historis dan pemodelan hidrologi (Nakayasu dan HEC-HMS) serta hidrolika (HEC-RAS 2D), didapatkan debit banjir rencana 50 tahunan sebesar 2.217,80 m³/detik dan kedalaman gerusan maksimum 2,51 m. Hasil ini menjadi dasar krusial dalam perancangan struktur pelindung tebing (*retaining wall*) untuk memastikan stabilitas ruas jalan.

Kata Kunci: Hidrologi, Hidrolika, DAS, Debit Banjir, Gerusan, Lereng Kritis, Patikraja-Rawalo

Pendahuluan

Ruas Jalan Patikraja – Rawalo merupakan bagian penting dari Jalur Lintas Selatan Jawa, berfungsi sebagai Jalan Arteri Primer (JAP) yang menghubungkan Cilacap / Kebumen dengan Banyumas / Purwokerto. Beberapa segmen jalan ini berhimpitan dengan Sungai Serayu yang merupakan salah satu sungai terbesar di Provinsi Jawa Tengah. Sungai ini dikenal dengan morfologinya yang berkelok-kelok dan debit yang tinggi. Kondisi ini menimbulkan potensi gerusan yang dapat mengancam stabilitas ruas jalan.

Penelitian sebelumnya oleh Wibowo et al. (2025) telah mengidentifikasi perlunya perancangan dinding penahan tanah (DPT) sebagai solusi mitigasi. Namun, desain DPT tersebut sangat bergantung pada pemahaman mendalam mengenai kondisi hidrologi dan hidrolika di lokasi longsoran. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk menyajikan analisis komprehensif terkait model hidrologi dan hidrolika yang mendasari penentuan risiko gerusan dan elevasi muka air banjir di area studi. Pemahaman yang akurat terhadap parameter-parameter ini sangat vital untuk perancangan struktur pelindung yang efektif dan aman

(Snyder et al., 2018; Putra & Widjaja, 2020).

Lokasi Penelitian



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Secara administratif, lokasi penelitian terletak di Kecamatan Rawalo, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah, pada koordinat $-7.519, 109.202$. Daerah Aliran Sungai Serayu yang mempengaruhi lokasi studi memiliki luas total 3.738 km^2 , membentang hingga Temanggung, Wonosobo, Banjarnegara, Purbalingga, Pemalang, Brebes, Banyumas, dan Cilacap (BNPB, 2021). Morfologi berkelok-kelok Sungai Serayu di ruas Patikraja – Rawalo menjadi perhatian utama karena meningkatkan risiko gerusan pada tebing sungai (Suryawan & Ramadhan, 2019).

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan utama: pengumpulan data, analisis data, dan pelaporan.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam analisis ini meliputi:

- Data curah hujan harian selama 10 tahun (1997-2008) dari BMKG, BBWS Serayu Opak, dan Pusdataru Provinsi Jawa Tengah, dengan fokus pada pos Banjarnegara, Kranji, dan Bd. Kalisapi.
- Data topografi: peta kontur atau Digital Elevation Model (DEM) dari Badan Informasi Geospasial (BIG).
- Data penggunaan lahan: peta rupa bumi indonesia (RBI) dari BIG.
- Data jenis tanah: Dari BBWS Serayu Opak.
- Data pengukuran topografi sungai: profil memanjang dan melintang sungai.
- Data sedimen: karakteristik butiran sedimen.
- Data parameter tanah: berat jenis, kohesi, sudut geser dalam, dan berat volume.

Analisis Data

Analisis data dibagi menjadi beberapa tahapan:

Delineasi Daerah Aliran Sungai

Batasan Daerah Aliran Sungai (DAS) diidentifikasi menggunakan peta *Digital Elevation Model* (DEM) dan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (GIS). Delineasi ini krusial untuk menentukan area tangkapan air yang berkontribusi terhadap aliran sungai di

lokasi studi (Chow et al., 2018).

Analisis Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana dihitung untuk berbagai periode ulang antara lain 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200, 500, dan 1000 tahun ((Setyawan et al., 2017)). Metode Polygon Thiessen digunakan untuk menentukan bobot stasiun hujan. Analisis frekuensi (Gumbel, Log Pearson III, Normal, Log Normal) diterapkan, dan uji distribusi (Chi-Square dan Smirnov Kolmogorof) dilakukan. Distribusi Log Pearson III terpilih karena menghasilkan nilai deviasi D analisis terkecil. Intensitas curah hujan dihitung menggunakan Metode Mononobe untuk durasi 6 jam (Triatmodjo, 2008).

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung menggunakan dua metode:

- Metode Nakayasu: Digunakan untuk DAS dengan data debit yang terbatas. Perhitungan melibatkan waktu konsentrasi (T_g), koefisien α , satuan waktu curah hujan (T_r), dan waktu permulaan banjir hingga puncak hidrograf (T_p) (Limantara, 2010). Hasilnya menunjukkan debit banjir maksimum 50 tahunan sebesar 2.347,81 m³/detik.
- Metode HEC-HMS (*Hydrologic*

Engineering Center – Hydrologic Modeling System): Perangkat lunak ini digunakan untuk pemodelan hidrograf satuan sintetis, yang mempertimbangkan sub-DAS, metode kehilangan air (*loss method*), dan metode transformasi (*transform method*). Input data meteorologi didasarkan pada curah hujan rata-rata metode Thiessen (USACE, 2018). Hasil dari HEC-HMS menunjukkan debit banjir maksimum 50 tahunan sebesar 2.217,80 m³/detik.

Analisis Hidrolika dan Kedalaman Gerusan

Analisis hidrolika dilakukan untuk menentukan kecepatan dan kedalaman aliran pada titik gerusan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*) dua dimensi (Brunner, 2016). Data DEM diolah menjadi *terrain*, dan *input* debit banjir rencana 50 tahunan dari metode SCS (2.217,80 m³/dtk) digunakan sebagai kondisi batas hulu.

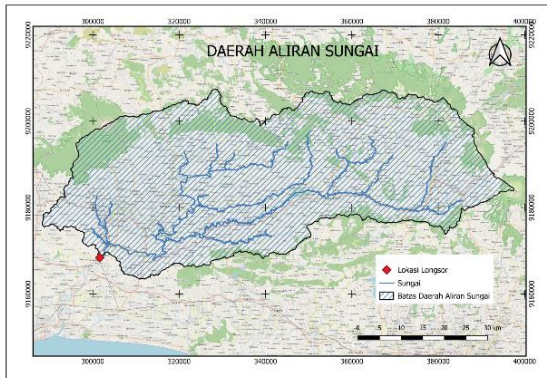
Kedalaman gerusan dihitung menggunakan dua metode:

- Metode Laursen dan Toch: kedalaman gerusan 1,61 m.
- Metode Froehlich: kedalaman gerusan 2,51 m. Berdasarkan prinsip kehati-hatian, kedalaman gerusan terbesar (2,51 m) dari metode Froehlich akan digunakan sebagai parameter kritis dalam perancangan pondasi DPT.

Hasil dan Pembahasan

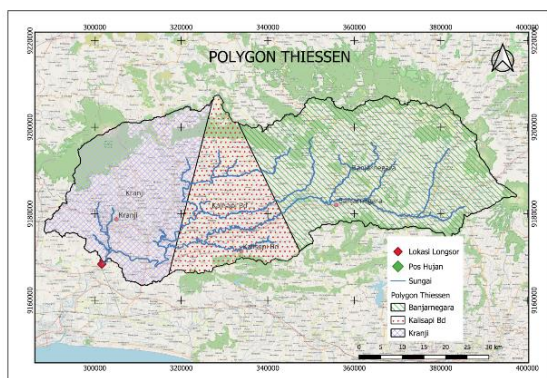
Delinesasi DAS dan Curah Hujan Rencana

Delineasi DAS di lokasi studi, dengan titik tinjau longsor, menunjukkan total luasan 2988,77 km².



Gambar 2 Daerah Aliran Sungai di Lokasi Studi

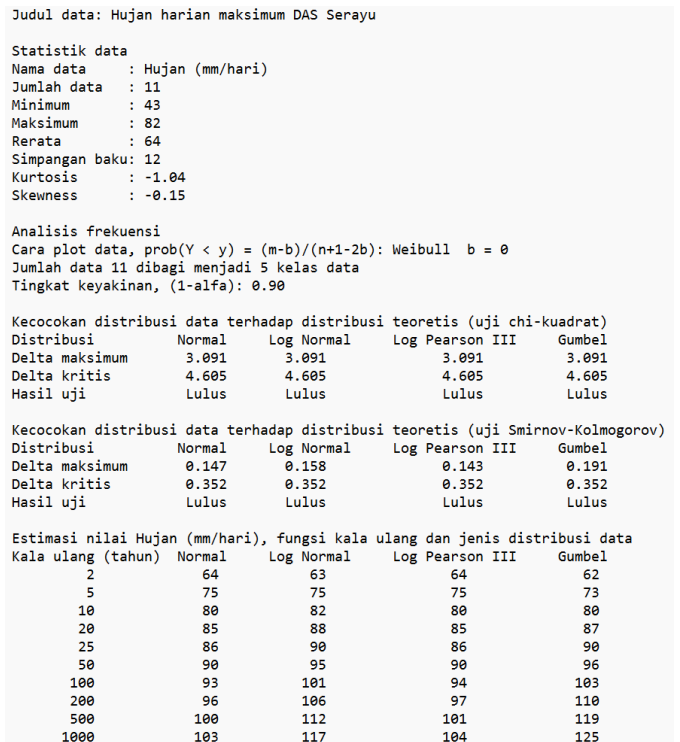
Analisis curah hujan menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson III adalah yang paling sesuai untuk data historis (1997-2008), yang mencakup pos Banjarnegara (47%), Kranji (31%), dan Bd. Kalisapi (22%).



Gambar 3 Lokasi Stasiun Hujan dan Polygon Thiessen

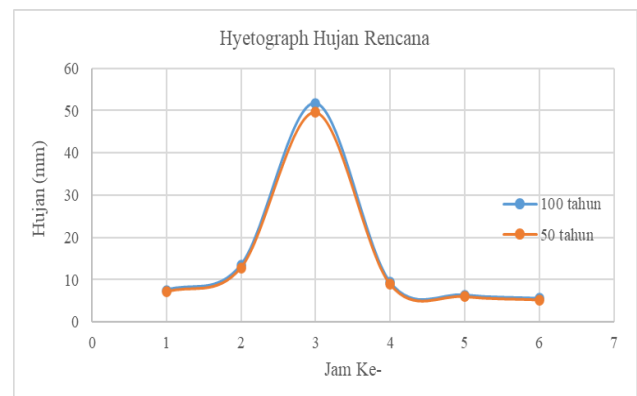
Intensitas hujan harian DAS maksimum

bervariasi dari 58,34 mm/hari (2007) hingga 133,26 mm/hari (2000), menunjukkan variabilitas yang signifikan dalam pola curah hujan di wilayah studi.



Gambar 4 Rekapitulasi Hasil Analisis Curah Hujan Rencana

Perhitungan intensitas curah hujan berdasarkan metode Mononobe untuk durasi 6 jam sangat penting dalam menyusun hidrograf banjir.



Gambar 5 Hyetograph Hujan

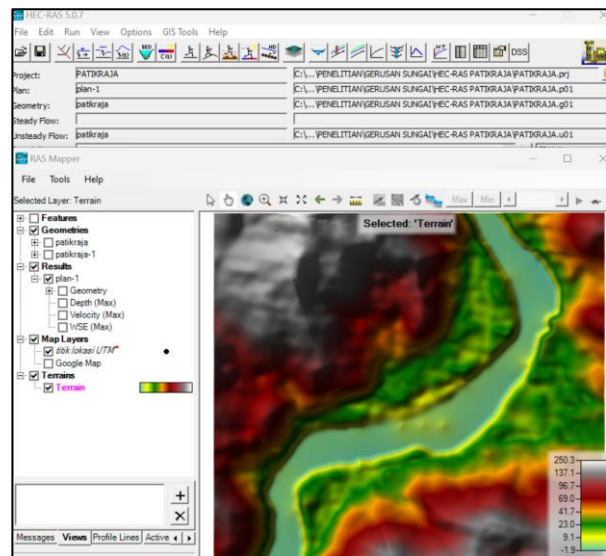
Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perbandingan hasil perhitungan debit banjir menggunakan metode Nakayasu dan HEC-HMS (SCS) untuk kala ulang 50 dan 100 tahun menunjukkan konsistensi yang cukup baik. Hasil analisis pada kedua metode menghasilkan nilai yang berbeda. Untuk menentukan nilai yang akan dipakai dalam analisis berikutnya, seharusnya dilakukan proses kalibrasi dengan menggunakan data debit pencatatan lapangan. Akan tetapi karena tidak diperoleh data tersebut, kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dengan nilai debit pada Bendung Gerak Serayu (2.470 m³/dtk untuk kala ulang 100 tahun) yang dirilis oleh BBWS Serayu Opak. Debit ini mendekati nilai debit hasil analisis metode SCS. Oleh karena itu, dalam analisis selanjutnya akan dipakai debit metode SCS dengan kala ulang 50 tahun yaitu 2.217.80 m³/dt.

Analisis Hidrolika dan Kedalaman Gerusan

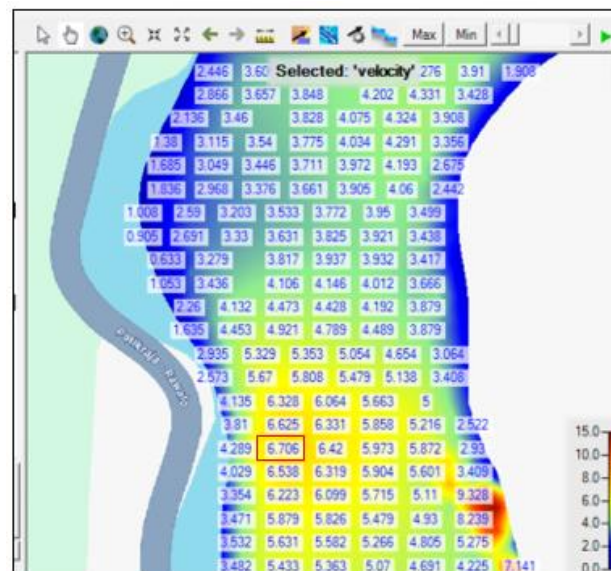
Untuk mengetahui tinggi muka air banjir pada lokasi studi, dilakukan pemodelan hidrolika yang pada penelitian ini menggunakan perangkat HEC-RAS. Model 2D digunakan untuk memetakan aliran banjir meliputi kedalaman dan kecepatan pada ruas sungai. Untuk analisisnya diperlukan data Digital

Elevation Model yang diinput menjadi terrain pada HEC-RAS.



Gambar 6 Input Data DEM pada HEC-RAS

Model ini berhasil mensimulasikan genangan banjir, kedalaman aliran, dan kecepatan aliran di area longsoran.



Gambar 7 Kecepatan Aliran Maksimum

Hasil simulasi menunjukkan elevasi muka air banjir yang signifikan di sekitar titik longsor. Kedalaman aliran yang diperoleh dari potongan

melintang pada lokasi titik longsor menjadi input penting untuk perhitungan gerusan.

Dari analisis gerusan, metode Laursen dan Toch menghasilkan kedalaman gerusan 1,61 m, sedangkan metode Froehlich menghasilkan kedalaman gerusan 2,51 m. Disparitas ini sering terjadi karena perbedaan asumsi dan formulasi empiris dari masing-masing metode (Ardiansyah & Sari, 2021). Namun, untuk kepentingan desain yang konservatif dan aman, kedalaman gerusan terbesar yaitu 2,51 m dari metode Froehlich dipilih sebagai parameter desain kritis untuk pondasi dinding penahan tanah. Parameter ini sangat penting untuk memastikan bahwa fondasi DPT akan aman dari potensi erosi dasar sungai akibat aliran banjir (Putra & Widjaja, 2020; Permana et al., 2022).

Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil menganalisis karakteristik hidrologi dan hidrolika di ruas Jalan Patikraja – Rawalo yang berpotensi longsor akibat gerusan Sungai Serayu. Dari analisis ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Delineasi Daerah Aliran Sungai (DAS) di lokasi studi memiliki total luasan 2.988,77 km².
2. Curah hujan rencana yang digunakan

dalam perhitungan hidrologi didasarkan pada analisis frekuensi dengan distribusi Log Pearson III, dengan intensitas hujan dihitung menggunakan Metode Mononobe.

3. Debit banjir rencana untuk kala ulang 50 tahun yang terpilih berdasarkan kalibrasi dengan data BBWS Serayu Opak adalah 2.217,80 m³/detik, diperoleh dari metode HEC-HMS (SCS).
4. Analisis hidrolika menggunakan HEC-RAS 2D memungkinkan penentuan elevasi muka air banjir dan kecepatan aliran di titik longsor.
5. Kedalaman gerusan maksimum yang menjadi pertimbangan desain adalah 2,51 m, yang diperoleh dari metode Froehlich.

Hasil analisis hidrologi dan hidrolika ini memberikan dasar yang kuat dan data kritis untuk perancangan struktur dinding penahan tanah di ruas Jalan Patikraja – Rawalo, guna memitigasi risiko longsor dan memastikan keamanan infrastruktur jalan.

Daftar Pustaka

- Ardiansyah, I., & Sari, N. (2021). Perbandingan Metode Perhitungan Gerusan Lokal Akibat Pilar Jembatan. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 6(1), 45-56.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2021). *Kajian Risiko Bencana Kabupaten Banyumas Tahun 2021-2025*. Jakarta: BNPB.

- Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS River Analysis System User's Manual*. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (2018). *Applied Hydrology* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Froehlich, D. C. (2015). Embankment Pier Scour Model. *Journal of Hydraulic Engineering*, 141(9), 04015024.
- Limantara, N. (2010). *Hidrologi Praktis*. Andi Offset.
- Permana, H., Santoso, R., & Wibowo, H. A. (2022). Analisis Stabilitas Lereng dan Desain Perkuatan Tebing Sungai Menggunakan Dinding Penahan Tanah. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 24(2), 112-125.
- Putra, A. S., & Widjaja, H. (2020). Analisis Gerusan Lokal Akibat Bangunan Air pada Alur Sungai Berkelok. *Jurnal Sumber Daya Air*, 16(1), 1-12.
- Setyawan, A., Widyastuti, W., & Pradipta, S. (2017). Analisis Curah Hujan Rencana untuk Penentuan Debit Banjir di DAS Code Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Sipil*, 15(1), 57-68.
- SNI 2415. (2016). *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Badan Standardisasi Nasional.
- Snyder, W. M., Wallace, J. R., & Wistoff, A. A. (2018). *Hydrology for Engineers* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Suryawan, I. G. A., & Ramadhan, A.S. (2019). Pemodelan Risiko Erosi dan Sedimen pada Daerah Aliran Sungai Serayu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 10(2), 101-110.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE). (2018). *HEC-HMS Technical Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center.
- Wibowo, A. H., Pujiastuti, R., Wijaya, T. A., Monica, H., & Agus, A. T. (2025). Desain Penanganan Longsor di Ruas Jalan Patikraja – Rawalo KM. 16+900 Kab. Banyumas. *Laporan Akhir Penelitian*. Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman Guppi (Undaris).