Journal Application Civil Engineering
Volume 1 Nomor 1 Juni 2026
e-ISSN: XXXX-XXX; p-ISSN: XXXX-XXX, Hal 01-09
Tersedia: https://jurnalnew.unimus.ac.id/index.php/JACE

Analisis Kapasitas Sungai Tuntang Terhadap Debit Banjir Rencana Menggunakan Hec-Ras di Desa Baturagung, Kabupaten Grobogan

Agustina[1*], Retno Sri Waryani[2], Wawarisa Alnu Fistcar[3]
[1-3]Program Studi S1 Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang
Email: juwitaagustina.0822@gmail.com

*Penulis Korespondensi: juwitaagustina.0822@gmail.com

Abstract: *The Tuntang River is one of the major rivers in Grobogan Regency that plays an important role as a natural drainage channel. However, several sections of the river, particularly in Baturagung Village, frequently experience overflow during the rainy season. This study aimed to determine the design flood discharges for 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, and 100-year return periods, evaluate the capacity of the Tuntang River to convey the design flood discharges, and assess the potential for river overflow using HEC-RAS. Hydrological analysis was conducted using annual maximum daily rainfall data from 2011 to 2025 collected at the Tuntang, Rawa Pening, and Jragung rainfall stations. Areal rainfall was calculated using the Thiessen Polygon method, while the design flood discharges were generated using the HEC-HMS model, which was calibrated with an RMSE of 0.42, a PBIAS of 0.00%, and an NSE of 0.820. The resulting design flood discharges were subsequently used as input for hydraulic modeling in HEC-RAS. The results showed that the design flood discharges for the 2-, 5-, 10-, 25-, 50-, and 100-year return periods were 22.7 m³/s, 28.3 m³/s, 32.1 m³/s, 36.9 m³/s, 40.5 m³/s, and 44.0 m³/s, respectively. The HEC-RAS simulation indicated that river overflow occurred from STA 9 to STA 18 for the 2- to 25-year return periods and extended to STA 8 for the 50- and 100-year return periods. These findings indicate that the existing capacity of the Tuntang River within the study area in Baturagung Village is insufficient to convey the design flood discharges, thereby increasing the potential for flooding.*

Keywords: *Design Flood Discharge, HEC-HMS, HEC-RAS, River Capacity, River Overflow, Tuntang River*

Abstrak: Sungai Tuntang merupakan salah satu sungai di Kabupaten Grobogan yang berperan penting sebagai saluran drainase, namun pada beberapa ruas, khususnya di Desa Baturagung, masih sering terjadi luapan saat musim hujan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan debit banjir rencana kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun, menganalisis kapasitas Sungai Tuntang dalam menampung debit banjir rencana, serta mengevaluasi potensi luapan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Analisis hidrologi dilakukan menggunakan data curah hujan harian maksimum tahun 2011–2025 dari Stasiun Tuntang, Rawa Pening, dan Jragung. Hujan wilayah dihitung dengan metode Polygon Thiessen, sedangkan debit banjir rencana diperoleh melalui pemodelan HEC-HMS yang telah dikalibrasi dengan nilai RMSE 0,42, PBIAS 0,00%, dan NSE 0,820. Selanjutnya, debit banjir rencana digunakan sebagai input pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit banjir rencana kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun berturut-turut sebesar 22,7 m³/s, 28,3 m³/s, 32,1 m³/s, 36,9 m³/s, 40,5 m³/s, dan 44,0 m³/s. Hasil simulasi menunjukkan bahwa luapan terjadi pada STA 9 hingga STA 18 untuk kala ulang 2–25 tahun dan meluas hingga STA 8 pada kala ulang 50 dan 100 tahun. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kapasitas Sungai Tuntang pada ruas penelitian di Desa Baturagung belum mampu menampung debit banjir rencana sehingga berpotensi menimbulkan banjir.

Kata Kunci: Debit Banjir Rencana, HEC-HMS, HEC-RAS, Kapasitas Sungai, Luapan, Sungai Tuntang

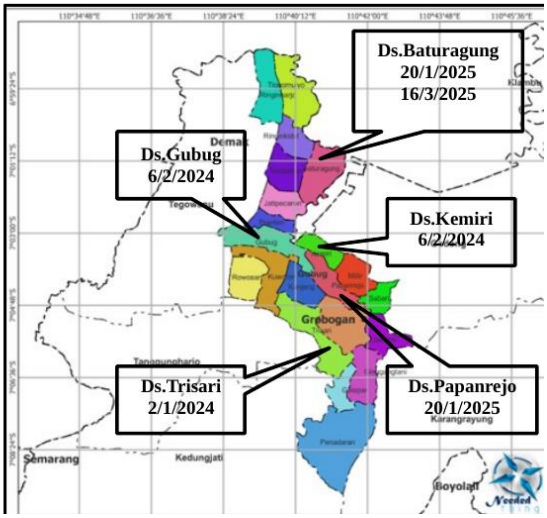
1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang hingga saat ini masih sering terjadi di berbagai wilayah Indonesia, khususnya pada daerah yang dilalui oleh aliran sungai [11]. Peristiwa banjir umumnya terjadi ketika debit aliran yang mengalir di sungai melebihi kapasitas tampung penampang sungai sehingga air meluap ke daerah sekitarnya. Dalam bidang teknik sipil, permasalahan tersebut berkaitan erat dengan kemampuan sungai dalam menyalurkan aliran air secara aman dan terkendali [10]. Selain dipengaruhi oleh tingginya intensitas curah hujan, kejadian banjir juga dipengaruhi oleh perubahan tata guna lahan, penyempitan penampang, serta sedimentasi yang

Naskah Masuk: 10 Mei 2026; Revisi: 17 Mei 2026; Diterima: 24 Mei 2026; Terbit: 01 Juni 2026;

menyebabkan berkurangnya kapasitas sungai dalam mengalirkan debit air [8]. Oleh karena itu, evaluasi kapasitas sungai menjadi salah satu langkah penting dalam mendukung upaya pengendalian banjir.

Sungai Tuntang merupakan salah satu sungai utama di Provinsi Jawa Tengah yang berfungsi mengalirkan air dari daerah hulu menuju hilir serta melintasi kawasan permukiman dan lahan pertanian. Dalam beberapa tahun terakhir, Sungai Tuntang mengalami beberapa kejadian luapan sungai dan jebolnya tanggul di wilayah Kabupaten Grobogan. Berdasarkan data Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana [2], kejadian luapan Sungai Tuntang terjadi di beberapa desa di Kecamatan Gubug selama periode 2024–2025. Di antara lokasi tersebut, Desa Baturagung merupakan salah satu wilayah yang mengalami kejadian banjir berulang, yaitu pada tanggal 20 Januari 2025 dan 16 Maret 2025. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ruas Sungai Tuntang yang melintasi Desa Baturagung perlu dievaluasi untuk mengetahui kemampuan sungai dalam menampung debit banjir rencana. Sebaran lokasi kejadian luapan Sungai Tuntang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Sebaran Lokasi Kejadian Luapan Sungai Dan Jebol Tanggul Di Kecamatan, Gubug, Kabupaten Grobogan Tahun 2024–2025

Sumber: BBWS Pemali Juana (2025)

Evaluasi kapasitas sungai dilakukan melalui analisis hidrologi untuk memperoleh debit banjir rencana pada berbagai kala ulang yang selanjutnya digunakan sebagai masukan dalam analisis hidraulika. Pada penelitian ini, analisis hidrologi dilakukan menggunakan perangkat lunak *Hydrologic Engineering Center–Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS), sedangkan analisis hidraulika dilakukan menggunakan *Hydrologic Engineering Center–River Analysis System* (HEC-RAS). Pemodelan HEC-RAS digunakan untuk mensimulasikan profil muka air, mengevaluasi kapasitas penampang sungai, serta mengidentifikasi potensi luapan dan genangan banjir berdasarkan kondisi eksisting Sungai Tuntang.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, analisis debit banjir rencana umumnya dilakukan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) maupun pemodelan HEC-HMS, sedangkan evaluasi kapasitas sungai dan identifikasi potensi luapan dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Penelitian tersebut telah diterapkan pada beberapa sungai, seperti Sungai Gendol, Sungai Kapuas, Sungai Tuntang, dan Sungai Kendal. Namun, penelitian yang secara khusus mengevaluasi kapasitas Sungai Tuntang pada ruas Desa Baturagung menggunakan debit banjir rencana hasil simulasi HEC-HMS sebagai masukan dalam pemodelan HEC-RAS masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan debit banjir rencana kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan HEC-HMS, kemudian mengevaluasi kapasitas Sungai Tuntang serta mengidentifikasi potensi luapan menggunakan HEC-RAS pada ruas sungai di Desa Baturagung, Kabupaten Grobogan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kapasitas Sungai Tuntang terhadap debit banjir rencana serta menjadi bahan pertimbangan bagi Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana dan Pemerintah Kabupaten Grobogan dalam upaya pengendalian banjir.

Penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan dalam penyusunan penelitian ini untuk mengetahui metode yang digunakan, hasil yang diperoleh, serta perbedaannya dengan penelitian yang dilakukan. Berbagai penelitian mengenai analisis debit banjir dan kapasitas sungai telah dilakukan menggunakan pendekatan hidrologi dan hidraulika berbantuan perangkat lunak HEC-HMS dan HEC-RAS. Erlando [4] menganalisis kapasitas Sungai Gendol menggunakan metode HSS Nakayasu dan HEC-RAS, sedangkan Limeria dkk. [7] memanfaatkan HEC-HMS dan HEC-RAS 2D untuk menentukan debit banjir rencana serta memetakan kawasan rawan banjir yang dipengaruhi oleh pasang surut. Selanjutnya, Irawan dan Anggoro [5] menganalisis debit banjir rencana pada Sungai Tuntang menggunakan metode HSS Nakayasu, sementara Sandi dan Prabowo [9] mengevaluasi kapasitas Sungai Kendal menggunakan HEC-RAS dan menyimpulkan bahwa sungai pada kondisi eksisting belum mampu menampung debit banjir rencana sehingga terjadi luapan pada beberapa penampang.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, sebagian besar kajian berfokus pada analisis debit banjir maupun evaluasi kapasitas sungai menggunakan HEC-HMS dan HEC-RAS. Namun, penelitian yang secara khusus mengevaluasi kapasitas Sungai Tuntang pada ruas Desa Baturagung, Kabupaten Grobogan, menggunakan debit banjir rencana hasil simulasi HEC-HMS sebagai masukan dalam pemodelan HEC-RAS masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan debit banjir rencana kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan HEC-HMS, kemudian mengevaluasi kapasitas Sungai Tuntang serta mengidentifikasi potensi luapan menggunakan HEC-RAS berdasarkan kondisi eksisting sungai.

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum yang diperkirakan akan terjadi pada periode ulang tertentu dan digunakan sebagai dasar dalam perencanaan bangunan pengendali banjir maupun evaluasi kapasitas sungai [1]. Penentuan debit banjir rencana dilakukan melalui analisis hidrologi yang diawali dengan analisis frekuensi menggunakan distribusi probabilitas yang sesuai dengan karakteristik data hujan. Pemilihan distribusi dilakukan berdasarkan parameter statistik serta pengujian kesesuaian distribusi menggunakan uji Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov sehingga diperoleh distribusi yang paling sesuai untuk menghitung hujan rencana [3].

Pada penelitian ini, debit banjir rencana dihitung menggunakan perangkat lunak HEC-HMS dengan metode Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) SCS. Debit banjir yang diperoleh pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun selanjutnya digunakan sebagai data masukan dalam pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS.

Hydrologic Engineering Center–Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh U.S. Army Corps of Engineers untuk mensimulasikan proses hujan–aliran pada suatu daerah aliran sungai (DAS) [12]. HEC-HMS mampu mengubah data curah hujan menjadi hidrograf limpasan melalui berbagai metode transformasi hujan menjadi aliran sehingga banyak digunakan dalam analisis hidrologi.

Pada penelitian ini digunakan metode Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) SCS dengan parameter yang disesuaikan terhadap karakteristik DAS Tuntang. Hasil simulasi HEC-HMS berupa debit banjir rencana kemudian digunakan sebagai input pada pemodelan HEC-RAS.

Hydrologic Engineering Center–River Analysis System (HEC-RAS) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan analisis hidraulika aliran sungai secara satu dimensi (*one-dimensional flow*). Pemodelan dilakukan dengan memasukkan data geometri sungai, koefisien kekasaran Manning, kondisi batas (*boundary condition*), serta debit banjir rencana sehingga diperoleh profil muka air sepanjang sungai [6].

Pada penelitian ini, HEC-RAS digunakan untuk mengevaluasi kapasitas Sungai Tuntang dalam menampung debit banjir rencana kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Hasil simulasi berupa elevasi muka air (*Water Surface Elevation*/WSE) digunakan sebagai dasar untuk menentukan ada atau tidaknya potensi limpasan pada setiap penampang sungai.

Kapasitas sungai merupakan kemampuan suatu penampang sungai dalam mengalirkan debit air tanpa menyebabkan luapan ke daerah sekitarnya [6]. Evaluasi kapasitas sungai dilakukan dengan membandingkan elevasi muka air hasil simulasi (*Water Surface Elevation*/WSE) terhadap elevasi tanggul kiri (*Left Overbank*/LOB) dan tanggul kanan (*Right Overbank*/ROB). Apabila nilai WSE lebih rendah daripada LOB dan ROB, maka aliran masih berada di dalam penampang sungai sehingga tidak terjadi limpasan. Sebaliknya, apabila nilai WSE melebihi salah satu elevasi tanggul, maka penampang

sungai dinyatakan mengalami limpasan sehingga kapasitas sungai tidak lagi mampu menampung debit banjir rencana.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

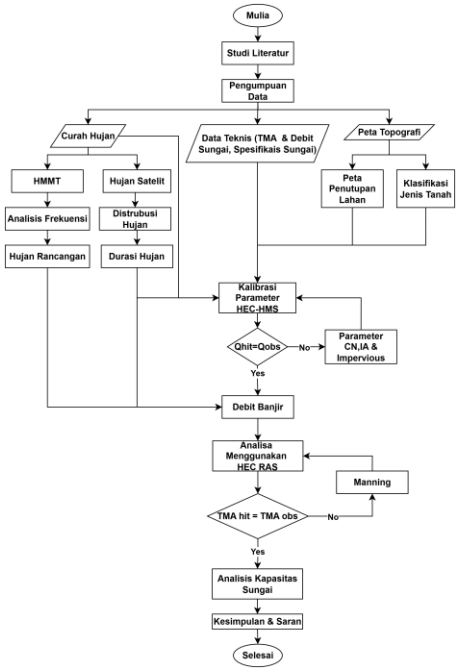
Penelitian dilakukan pada ruas Sungai Tuntang yang berada di Desa Baturagung, Kecamatan Gubug, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. Ruas sungai yang dianalisis memiliki panjang sekitar ±5,2 km dan dipilih karena merupakan salah satu lokasi yang mengalami luapan Sungai Tuntang secara berulang. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas penampang sungai terhadap debit banjir rencana menggunakan perangkat lunak HEC-HMS dan HEC-RAS satu dimensi (1D).

Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana, PUSDATARU Provinsi Jawa Tengah, serta berbagai referensi ilmiah. Data yang digunakan meliputi data curah hujan harian tahun 2011–2025 dari Stasiun Tuntang, Rawa Pening, dan Jragung, data geometri Sungai Tuntang berupa penampang melintang dan memanjang, data Digital Elevation Model (DEM), peta penggunaan lahan, data klasifikasi jenis tanah (HWSD), serta data tinggi muka air hasil observasi sebagai data validasi model HEC-RAS

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan pengumpulan data hidrologi, hidraulika, dan data spasial. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kualitas data hujan, analisis hujan kawasan, analisis frekuensi, serta penentuan hujan rancangan sebagai input pemodelan HEC-HMS. Debit banjir rencana hasil simulasi HEC-HMS kemudian digunakan sebagai input pada pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS. Hasil simulasi HEC-RAS divalidasi menggunakan data tinggi muka air (TMA) hasil observasi, kemudian dilakukan evaluasi kapasitas Sungai Tuntang berdasarkan perbandingan elevasi muka air hasil simulasi dengan elevasi tanggul kiri dan tanggul kanan. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Sumber: Peneliti (2026)

Analisis Data

Analisis Curah Hujan

Data curah hujan yang tidak lengkap diperbaiki menggunakan metode *Inverse Square Distance* (IDS), sedangkan hujan kawasan dihitung menggunakan metode *Polygon Thiessen*. Persamaan IDS yang digunakan adalah:

$$p_x = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{p_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{L_i^2}} \quad (1)$$

Selanjutnya hujan kawasan dihitung menggunakan metode *Polygon Thiessen* dengan persamaan:

$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_1 + A_3 p_1 + \cdots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \cdots A_n} \quad (2)$$

Analisis Debit Banjir Menggunakan HEC-HMS

Debit banjir rencana dihitung menggunakan perangkat lunak HEC-HMS dengan metode *Hydrograph SCS* (Soil Conservation Service). Model disusun berdasarkan karakteristik DAS Tuntang dengan parameter utama berupa *Curve Number* (CN), *Initial Abstraction* (Ia), *Impervious*, dan *Lag Time*. Simulasi dilakukan untuk memperoleh debit banjir rencana kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun yang selanjutnya digunakan sebagai masukan pada pemodelan HEC-RAS.

Kalibrasi Model HEC-HMS

Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan debit hasil simulasi terhadap debit observasi. Tingkat kesesuaian model dievaluasi menggunakan parameter *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Percent Bias* (PBIAS).

Pemodelan HEC-RAS

Pemodelan hidraulika dilakukan menggunakan HEC-RAS versi 6.7 dengan pendekatan *steady flow* satu dimensi (1D). Data yang digunakan meliputi geometri sungai, koefisien kekasaran Manning, kondisi batas (*boundary condition*), serta debit banjir rencana hasil simulasi HEC-HMS. Output utama model berupa *Water Surface Elevation* (WSE) pada setiap penampang sungai yang digunakan untuk mengevaluasi kapasitas Sungai Tuntang terhadap debit banjir rencana.

Validasi Model HEC-RAS

Validasi model dilakukan dengan membandingkan tinggi muka air hasil simulasi terhadap data tinggi muka air hasil observasi dari BBWS Pemali Juana. Tingkat kesalahan dihitung menggunakan *Absolute Percentage Error* (APE) dengan persamaan:

$$APE = \left| \frac{X_o - X_s}{X_o} \right| \times 100\% \quad (3)$$

Analisis Kapasitas Sungai

Analisis kapasitas sungai dilakukan berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS dengan membandingkan nilai *Water Surface Elevation* (WSE) terhadap elevasi *Left Overbank* (LOB) dan *Right Overbank* (ROB) pada setiap penampang sungai. Apabila nilai WSE < LOB dan WSE < ROB, maka aliran masih berada di dalam penampang sungai sehingga dinyatakan tidak melimpas. Sebaliknya, apabila WSE melebihi LOB atau ROB, maka penampang sungai dinyatakan melimpas, yang menunjukkan bahwa kapasitas sungai tidak lagi mampu menampung debit banjir rencana. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi kemampuan Sungai Tuntang dalam menampung debit banjir kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.

3. HASIL PEMBAHASAN

Data Curah Hujan

Data curah hujan harian maksimum yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tiga stasiun hujan, yaitu Stasiun Tuntang, Stasiun Rawa Pening, dan Stasiun Jragung dengan periode pengamatan tahun 2011–2025. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis hidrologi untuk menentukan hujan kawasan, analisis frekuensi, hingga perhitungan debit banjir rencana menggunakan HEC-HMS. Rekapitulasi data curah hujan maksimum tahunan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Tuntang, Rawa Pening, Dan Jragung Tahun 2011–2025

Tahun	*CH MAX (mm)*		
	Stasiun Tuntang	**Stasiun Rawa Pening**	**Stasiun Jragung**
2011	80,00	133,00	63,00
2012	94,21	133,00	96,00
2013	81,00	119,00	73,00
2014	83,00	58,63	105,00
2015	105,00	103,00	75,00
2016	90,00	165,00	95,00
2017	75,35	92,00	76,00
2018	112,00	58,00	95,00
2019	67,00	56,00	115,00
2020	105,00	129,00	89,00
2021	99,00	155,00	161,00
2022	87,00	101,00	92,00
2023	64,00	81,00	82,00
2024	99,00	103,52	120,00
2025	126,00	86,00	171,00

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Pemeriksaan Kualitas Data Hujan

Data curah hujan diuji melalui uji konsistensi (RAPS), outlier, tren, dan stasioneritas untuk memastikan kelayakannya dalam analisis hidrologi. Rekapitulasi hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kualitas Data Hujan

Stasiun Hujan	**Uji Konsistensi RAPS (α:5%)**	**Uji Outlier**	**Uji Trend Spearman (α:5%)**	**Uji Stasioner**	
				Uji-F (α:5%)	**Uji-T (α:5%)**
Tuntang	Konsisten	Data Tidak Outliers	Tidak ada tren	Nilai Varian Stabil	Nilai Rerata Stabil

Rawa Pening	Konsisten	Data Tidak Outliers	Tidak ada tren	Nilai Varian Stabil	Nilai Rerata Stabil
Jragung	Konsisten	Data Tidak Outliers	Tidak ada tren	Nilai Varian Stabil	Nilai Rerata Stabil

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Hujan Kawasan

Curah hujan kawasan dihitung menggunakan metode *Polygon Thiessen* berdasarkan tiga stasiun hujan, yaitu Stasiun Tuntang, Rawa Pening, dan Jragung. Metode ini digunakan untuk memperoleh curah hujan rata-rata DAS sebagai dasar analisis frekuensi. Hasil perhitungan hujan kawasan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Hujan Kawasan Metode Polygon Thiessen

Tahun	Hujan Kawasan (mm)
2011	97,14
2012	105,38
2013	87,67
2014	56,01
2015	89,54
2016	111,60
2017	73,65
2018	69,40
2019	56,48
2020	83,92
2021	111,23
2022	80,20
2023	69,15
2024	103,18
2025	87,38

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Data hujan kawasan tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis frekuensi untuk memperoleh hujan rencana pada berbagai kala ulang.

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan menggunakan Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Tipe III. Berdasarkan hasil parameter statistik, Distribusi Gumbel dan Log Pearson Tipe III memenuhi persyaratan sehingga dipilih sebagai kandidat distribusi untuk analisis selanjutnya,

sedangkan Distribusi Normal dan Log Normal tidak memenuhi persyaratan. Rekapitulasi hasil parameter statistik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Pemilihan Distribusi Probabilitas

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Parameter Statistik	Keterangan
Normal	Cs=0	Cs=(-,138)	Tidak Memenuhi
	Ck=3	Ck=2,646	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs=0,65	Cs=(-0,138)	Tidak Memenuhi
	Ck=3,75	Ck=2,646	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs≤1,40	Cs=0,138	Memenuhi
	Ck≤5,40	Ck=2,646	Memenuhi
Log Pearson Tipe III	Selain dari nilai diatas/flexibel		Memenuhi

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Selanjutnya, distribusi yang memenuhi persyaratan digunakan untuk menghitung hujan rencana yang disajikan pada Tabel 5. Hasil uji kesesuaian menggunakan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov menunjukkan bahwa seluruh distribusi yang diuji memenuhi kriteria kesesuaian. Oleh karena itu, pemilihan distribusi akhir didasarkan pada hasil parameter statistik dan pemeriksaan kewajaran hujan rancangan yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Hujan Rencana

Periode Ulang (Tahun)	Gumbel (mm)	Log Pearson Tipe III (mm)
2	82,858	85,096
5	103,031	101,149
10	116,385	109,646
25	133,263	118,640
50	145,782	124,380
100	158,209	129,467

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Tabel 6. Pemeriksaan Kewajaran Hujan Rancangan

Curah Hujan Rencana		
Periode Ulang (Tahun)	**Gumbel**	**Log Pearson Tipe III**
2	82,858	85,096
100	158,209	129,467
100/2	1,91	1,52

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Berdasarkan Tabel 6, Distribusi Gumbel memiliki nilai rasio 1,91 sehingga memenuhi kriteria kewajaran hujan rancangan (1,7–3,2), sedangkan Distribusi Log Pearson Tipe III dengan nilai rasio 1,52 tidak memenuhi. Oleh karena itu, Distribusi Gumbel digunakan dalam perhitungan hujan rencana pada penelitian ini.

Kalibrasi Model HEC-HMS

Kalibrasi model HEC-HMS dilakukan dengan membandingkan debit hasil simulasi terhadap debit observasi melalui penyesuaian parameter *Curve Number* (CN), *Initial Abstraction* (Ia), *Impervious*, dan *Lag Time*. Tingkat kesesuaian model dievaluasi menggunakan parameter *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Percent Bias* (PBIAS). Hasil kalibrasi model disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Kalibrasi Model HEC-HMS

Parameter	***Nilai***
NSE	0,82
RMSE	0,42
PBIAS	0,00%

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Berdasarkan hasil kalibrasi, diperoleh nilai RMSE sebesar 0,42, PBIAS sebesar 0,00%, dan NSE sebesar 0,820. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model HEC-HMS memiliki tingkat kesesuaian yang baik dalam merepresentasikan kondisi hidrologi DAS Tuntang, yang ditunjukkan oleh nilai RMSE dan PBIAS yang mendekati 0 serta nilai NSE yang mendekati 1. Dengan demikian, model HEC-HMS dinyatakan layak digunakan untuk simulasi debit banjir rencana pada berbagai kala ulang.

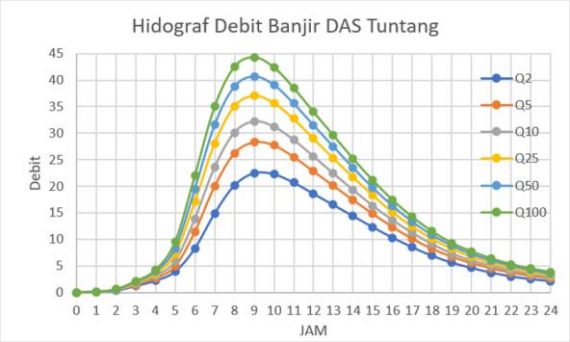
Debit Banjir Rencana Hasil Simulasi HEC-HMS

Setelah model HEC-HMS dinyatakan layak melalui proses kalibrasi, dilakukan simulasi untuk memperoleh debit banjir rencana kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Hasil perhitungan debit banjir rencana disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Debit Banjir Rencana Hasil Simulasi HEC-HMS

Kala Ulang (Tahun)	Debit (m^3/s)
2	22,7
5	28,3
10	32,1
25	36,9
50	40,5
100	44,0

Sumber: Hasil Analisis (2026)



Gambar 3. Hidrograf Debit Banjir Rencana DAS Tuntang Hasil Simulasi HEC-HMS

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Berdasarkan Tabel 8 dan Gambar 3, debit banjir rencana meningkat seiring bertambahnya kala ulang. Debit puncak sebesar 22,7 m^3/s terjadi pada kala ulang 2 tahun dan meningkat menjadi 44,0 m^3/s pada kala ulang 100 tahun. Hidrograf hasil simulasi menunjukkan pola yang serupa pada setiap kala ulang, namun dengan debit puncak yang semakin besar. Debit banjir tersebut selanjutnya digunakan sebagai input pada pemodelan HEC-RAS untuk mengevaluasi kapasitas Sungai Tuntang.

Validasi HEC-RAS

Validasi model HEC-RAS dilakukan dengan membandingkan elevasi muka air (*Water Surface Elevation*/WSE) hasil simulasi dengan data tinggi muka air (TMA) pembanding dari BBWS Pemali Juana. Tingkat ketelitian model dievaluasi menggunakan metode *Absolute Percentage Error* (APE). Hasil validasi model disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil validasi model HEC-RAS

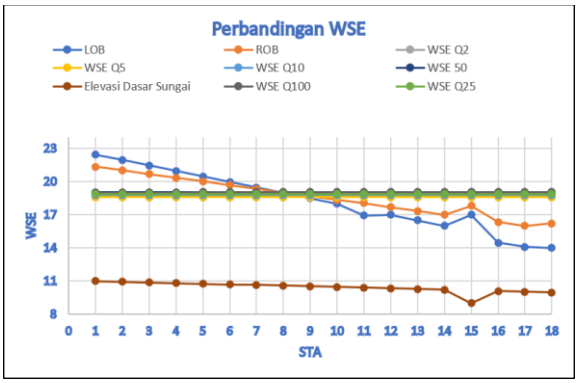
Parameter	Nilai
TMA Observasi (m)	1,58
TMA Simulasi (m)	1,69

Parameter	Nilai
APE (%)	6,51

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Berdasarkan Tabel 9, hasil validasi menunjukkan bahwa elevasi muka air hasil simulasi HEC-RAS memiliki perbedaan yang relatif kecil terhadap data pembanding. Nilai APE sebesar 6,51% menunjukkan bahwa model mampu merepresentasikan kondisi hidraulika Sungai Tuntang dengan tingkat ketelitian yang baik. Dengan demikian, model HEC-RAS dinyatakan layak digunakan untuk analisis profil muka air, kapasitas sungai, dan potensi luapan pada berbagai debit banjir rencana.

Hasil Simulasi Debit Banjir Kala Ulang dengan HEC-RAS



Gambar 4. Perbandingan Water Surface Elevation (WSE) Untuk Berbagai Kala Ulang Banjir

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Hasil simulasi hidraulika menggunakan HEC-RAS menunjukkan bahwa nilai *Water Surface Elevation* (WSE) meningkat seiring bertambahnya debit banjir rencana. Nilai WSE meningkat dari 18,58 m pada kala ulang 2 tahun menjadi 19,05 m pada kala ulang 100 tahun. Peningkatan tersebut menyebabkan bertambahnya ruas sungai yang mengalami luapan akibat nilai WSE telah melampaui elevasi tanggul kiri (LOB) dan tanggul kanan (ROB) pada beberapa penampang.

Tabel 10. Rekapitulasi Kapasitas Sungai Tuntang Terhadap Debit Banjir Rencana

Kala Ulang	Debit (m^3/s)	Lokasi Luapan	Keterangan
Q2	22,7	STA 9–18	Melimpas
Q5	28,3	STA 9–18	Melimpas
Q10	32,1	STA 9–18	Melimpas
Q25	36,9	STA 9–18	Melimpas
Q50	40,5	STA 8–18	Melimpas
Q100	44,0	STA 8–18	Melimpas

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS, pada kala ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun luapan terjadi pada

STA 9 hingga STA 18, sedangkan pada kala ulang 50 dan 100 tahun luapan meluas hingga STA 8 sampai STA 18. Lokasi penelitian di Desa Baturagung berada pada STA 14 hingga STA 18, sehingga seluruh ruas penelitian telah mengalami luapan pada semua kala ulang yang dianalisis. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas Sungai Tuntang pada ruas Desa Baturagung belum mampu menampung debit banjir rencana, sedangkan peningkatan kala ulang banjir menyebabkan luapan berkembang ke ruas sungai di bagian hulu.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, diperoleh debit banjir rencana Sungai Tuntang untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun berturut-turut sebesar 22,7 m^3/s, 28,3 m^3/s, 32,1 m^3/s, 36,9 m^3/s, 40,5 m^3/s, dan 44,0 m^3/s. Hasil pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS menunjukkan bahwa kapasitas Sungai Tuntang pada ruas penelitian di Desa Baturagung belum mampu menampung seluruh debit banjir rencana. Luapan terjadi pada STA 9 hingga STA 18 untuk kala ulang 2–25 tahun dan meluas hingga STA 8 sampai STA 18 pada kala ulang 50 dan 100 tahun. Ruas penelitian di Desa Baturagung (STA 14–STA 18) mengalami potensi luapan pada seluruh kala ulang yang dianalisis, sehingga menunjukkan bahwa kapasitas sungai pada lokasi penelitian belum memadai dalam mengalirkan debit banjir rencana.

Saran

Hasil pemodelan dapat digunakan sebagai dasar kajian teknis lanjutan untuk penanganan banjir pada ruas Sungai Tuntang di Desa Baturagung, terutama STA 14–18 yang mengalami luapan pada seluruh kala ulang yang dianalisis. Prioritas evaluasi juga perlu mencakup STA 8–18 karena luapan meluas ke ruas tersebut pada kala ulang 50 dan 100 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Badan Standardisasi Nasional, "SNI 2415:2016 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana," 2016.

[2]. Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana, Data Kejadian Banjir dan Tanggul Jebol Sungai Tuntang Tahun 2025. Semarang, 2025.

[3]. T. Bambang, Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.

[4]. Y. S. Erlando, "Analisis Kapasitas Sungai Gendol Yogyakarta," Universitas Islam Indonesia, 2023.

[5]. N. F. Irawan and D. Anggoro, "Analisa Debit Banjir Rencana Sungai Tuntang di Kecamatan Gubug," Universitas Semarang, 2024.

[6]. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, "Modul 03 Hidrologi,

Hidrolika Sungai dan Air Tanah Pengelolan Banjir Terpadu," 2021.

[7]. A. Limeria, Nomeritae, and R. H. Saputra, "Penentuan Debit Banjir dengan HEC-HMS dan Kawasan Rawan Banjir Dipengaruhi Pasang Surut dengan HEC-RAS 2D," vol. 7, no. 2, pp. 14–20, 2024.

[8]. S. Marsudi and R. D. Lufira, Morfologi Sungai. Magetan: CV. AE MEDIA GRAFIKA, 2021.

[9]. B. K. Sandi and D. A. Prabowo, "Analisa Perhitungan Debit Banjir Sungai Kendal Kabupaten Kendal Menggunakan HEC-RAS," Universitas PGRI Semarang, 2023.

[10]. N. Sukerte, "Rekayasa pengendalian banjir dan konservasi sumber daya air pada daerah hulu," Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung, vol. 3, no. 2, pp. 78–84, 2022.

[11]. A. Syukur, Buku Pintar Penanggulangan Banjir. Hakim Aksa. Yogyakarta: DIVA Press, 2021.

[12]. USACO, "Hydrologic Modeling System HEC–HMS, Technical Reference Manual," California, USA, 2000.