

EVALUASI KINERJA SALURAN DRAINASE MENGGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS

M.Riau Mahdi¹, Zulkarnain²

Prodi DIV Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan, Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Bengkalis, Riau,
Indonesia

*mriaumahdi@gmail.com*¹, *zulkarnaen@polbeng.ac.id*²

Abstrak

Genangan banjir merupakan salah satu permasalahan yang terjadi di Desa Sei Alam, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, yang dipengaruhi oleh kondisi wilayah yang relatif rendah, keterbatasan kapasitas sistem drainase, serta pengaruh pasang surut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas saluran drainase dalam mengalirkan debit banjir rencana serta mengetahui pola dan luas sebaran genangan banjir di wilayah penelitian. Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan debit banjir rencana menggunakan metode Rasional, Weduwen, Haspers, dan Nakayasu dengan kala ulang 5, 10, dan 25 tahun. Analisis hidraulika dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS melalui pemodelan 1D Steady Flow dan 2D Unsteady Flow. Hasil analisis menunjukkan debit banjir rencana metode Rasional sebesar 44,12 m³/s, 51,24 m³/s, dan 59,31 m³/s untuk kala ulang 5, 10, dan 25 tahun. Hasil simulasi HEC-RAS 2D menunjukkan bahwa luas genangan meningkat seiring bertambahnya debit banjir dan pengaruh pasang surut. Genangan terutama terjadi pada wilayah elevasi rendah, kawasan permukiman, dan jaringan jalan lokal. Penanganan yang diperlukan meliputi peningkatan kapasitas, normalisasi dan pemeliharaan saluran, pengendalian limpasan, serta pengelolaan pengaruh pasang surut.

Kata Kunci : Genangan Banjir, Drainase, Debit Banjir Rencana, HEC-RAS, Pasang Surut

Abstract

Flood inundation is one of the problems occurring in Sei Alam Village, Bengkalis District, Bengkalis Regency, which is influenced by the relatively low elevation of the area, limited drainage system capacity, and tidal effects. This study aims to analyze the capacity of the drainage system in conveying design flood discharge and to determine the pattern and extent of flood inundation in the study area. Hydrological analysis was conducted to determine design flood discharges using the Rational, Weduwen, Haspers, and Nakayasu methods for 5-, 10-, and 25-year return periods. Hydraulic analysis was conducted using HEC-RAS software through 1D Steady Flow and 2D Unsteady Flow modeling. The results show that the design flood discharges obtained using the Rational method were 44.12 m³/s, 51.24 m³/s, and 59.31 m³/s for the 5-, 10-, and 25-year return periods, respectively. The HEC-RAS 2D simulation results indicate that the inundation area increases with increasing design flood discharge and tidal effects. Flood inundation mainly occurs in low-elevation areas, residential areas, and local road networks. The required mitigation measures include increasing drainage capacity, channel normalization and maintenance, runoff control, and tidal management.

Keywords: Flood Inundation, Drainage, Design Flood Discharge, HEC-RAS, Tidal Effects

1. PENDAHULUAN

Banjir dan genangan merupakan salah satu permasalahan hidrologis yang sering terjadi di kawasan permukiman dan perkotaan akibat tingginya limpasan permukaan yang tidak mampu dialirkan secara optimal oleh sistem drainase. Kondisi tersebut umumnya dipengaruhi oleh tingginya intensitas hujan, perubahan tata guna lahan, serta kapasitas saluran yang tidak memadai [1]. Kondisi tersebut umumnya dipengaruhi oleh tingginya intensitas hujan, perubahan tata guna lahan, serta kapasitas saluran yang tidak memadai. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem drainase yang tidak mampu mengalirkan

debit limpasan secara optimal menjadi penyebab utama terjadinya genangan sehingga diperlukan evaluasi kapasitas saluran sebagai dasar penanganan banjir [2], [3], [4], [5]. Desa Sei Alam, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu wilayah yang mengalami permasalahan genangan banjir yang dipengaruhi oleh keterbatasan kapasitas sistem drainase, kondisi elevasi wilayah yang relatif rendah, serta pengaruh pasang surut. Kondisi tersebut menyebabkan aliran air tidak dapat dialirkan secara optimal sehingga berpotensi menimbulkan luapan dan genangan pada kawasan dengan elevasi rendah, permukiman, dan jaringan jalan lokal [6]. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap kinerja saluran

drainase untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengalirkan debit banjir rencana serta memahami pola penyebaran genangan yang terjadi di wilayah penelitian.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas evaluasi kapasitas dan kinerja saluran drainase menggunakan pemodelan hidraulika. Setyawati dan Amudi mengevaluasi kapasitas saluran drainase di Jalan Semabung-Sumput, Kabupaten Gresik, menggunakan HEC-RAS dan analisis manual untuk mengetahui kemampuan saluran dalam menampung aliran permukaan akibat genangan dan banjir [4]. Umam et al. melakukan evaluasi saluran drainase akibat sedimentasi menggunakan program HEC-RAS pada Jalan Dr. Sutomo dan menunjukkan pentingnya kondisi fisik saluran terhadap kemampuan pengaliran [5]. Erwin menganalisis kapasitas dan sistem saluran drainase pada Sub-DAS Acai, Kota Jayapura, menggunakan simulasi HEC-RAS dan menemukan bahwa saluran tidak mampu menampung debit rencana pada berbagai kala ulang sehingga muka air melebihi batas saluran [3]. Sementara itu, Diyanti et al. melakukan simulasi banjir dan evaluasi kapasitas saluran drainase di Perumahan Griya Asri Taman Mini, Kota Bekasi, menggunakan HEC-RAS untuk mengidentifikasi kapasitas saluran dan alternatif penanganan genangan [6]. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemodelan HEC-RAS dapat digunakan untuk mengevaluasi kapasitas hidraulik saluran dan mengidentifikasi potensi luapan akibat debit banjir. Jurnal TeKLA ini dikelola oleh Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis, Riau, Indonesia, dengan frekuensi penerbitan dua edisi per tahun, yaitu pada Juni dan Desember.

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi kinerja sistem drainase di Desa Sei Alam dengan mempertimbangkan kondisi wilayah yang relatif rendah serta pengaruh pasang surut dalam analisis genangan. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya berfokus pada evaluasi kapasitas saluran terhadap debit banjir rencana, penelitian ini mengintegrasikan analisis hidrologi dengan pemodelan hidraulika

menggunakan HEC-RAS 1D Steady Flow dan 2D Unsteady Flow untuk mengevaluasi kemampuan saluran dalam mengalirkan debit banjir sekaligus memetakan pola dan luas sebaran genangan. Selain itu, penelitian ini membandingkan kondisi genangan berdasarkan debit banjir rencana dengan kondisi yang mempertimbangkan pengaruh pasang surut, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih spesifik mengenai pengaruh kondisi hilir terhadap penyebaran genangan di wilayah pesisir. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai kinerja sistem drainase dan menjadi dasar dalam menentukan upaya penanganan genangan banjir yang sesuai dengan karakteristik wilayah Desa Sei Alam.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan debit banjir rencana pada kala ulang 5, 10, dan 25 tahun menggunakan beberapa metode analisis hidrologi, yaitu metode Rasional, Weduwen, Haspers, dan Nakayasu. Selanjutnya, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan saluran drainase eksisting dalam mengalirkan debit banjir rencana melalui pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS 1D Steady Flow dan 2D Unsteady Flow, serta menganalisis pola dan luas sebaran genangan yang terjadi pada wilayah penelitian. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi pasang surut terhadap perubahan pola dan luas genangan serta memberikan rekomendasi penanganan yang dapat digunakan sebagai dasar dalam meningkatkan kinerja sistem drainase dan mengurangi risiko genangan banjir di Desa Sei Alam, Kecamatan Bengkalis.

2. METODOLOGI

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Sei Alam, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Wilayah penelitian merupakan kawasan yang mengalami permasalahan genangan banjir yang berkaitan dengan kondisi wilayah dan sistem drainase yang ada. Objek penelitian difokuskan pada sistem saluran

drainase yang berfungsi mengalirkan limpasan air pada wilayah penelitian.



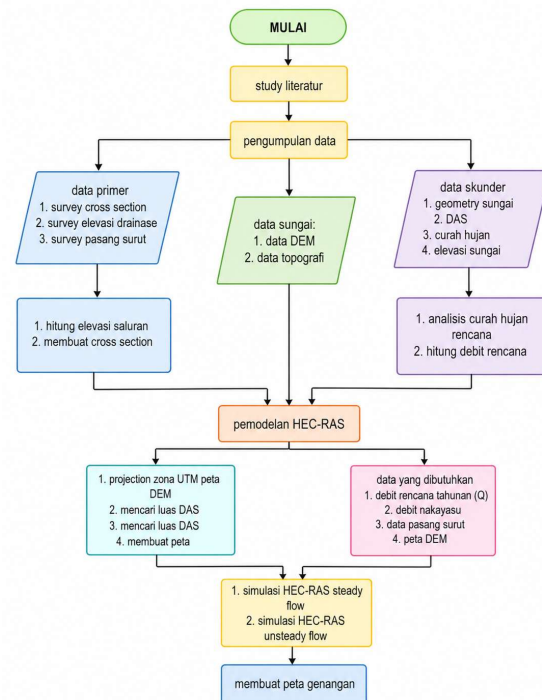
Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dipilih untuk mengevaluasi kemampuan sistem drainase dalam mengalirkan debit banjir rencana serta menganalisis pola dan luas genangan menggunakan pemodelan hidraulika HEC-RAS. Selain itu, penelitian mempertimbangkan pengaruh pasang surut sebagai salah satu kondisi yang dapat memengaruhi muka air dan penyebaran genangan di wilayah penelitian.

B. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan genangan banjir dan studi literatur yang berkaitan dengan analisis hidrologi, hidraulika, sistem drainase, pemodelan HEC-RAS, serta pengaruh pasang surut. Selanjutnya dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan dalam penelitian, meliputi data curah hujan, data topografi, data jaringan drainase dan sungai, data kondisi saluran eksisting, serta data pasang surut. Data yang telah diperoleh kemudian digunakan dalam analisis hidrologi untuk menentukan debit banjir rencana, dilanjutkan dengan pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS. Tahapan tersebut sejalan dengan penelitian Aldi dan Mahendra yang menggunakan analisis hidrologi sebagai dasar pemodelan HEC-RAS untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase dan kondisi genangan[7]. Hasil pemodelan selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi kapasitas saluran, pola dan luas genangan, serta pengaruh pasang surut terhadap kondisi genangan di

wilayah penelitian. Tahapan penelitian secara keseluruhan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Penelitian

C. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan debit banjir rencana yang digunakan sebagai dasar dalam pemodelan hidraulika sistem drainase di Desa Sei Alam. Analisis diawali dengan pengolahan data curah hujan untuk memperoleh curah hujan maksimum tahunan. Selanjutnya, dilakukan analisis frekuensi dengan menggunakan distribusi probabilitas Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III. Pemilihan distribusi probabilitas yang sesuai dilakukan melalui uji kecocokan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Distribusi probabilitas yang memenuhi kriteria uji kecocokan selanjutnya digunakan untuk menentukan curah hujan rencana pada kala ulang 5, 10, dan 25 tahun.

Curah hujan rencana yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung debit banjir rencana dengan metode Rasional. Metode Rasional digunakan untuk memperkirakan debit puncak berdasarkan intensitas curah hujan, luas daerah pengaliran,

dan koefisien limpasan. Debit banjir rencana dihitung menggunakan Persamaan:

$$Q = C I I X A \quad (1)$$

Dimana;

Q = Debit Rencana

C = Koefisien limpasan

I = intensitas hujan

A = Luas Daerah tangkapan

Dengan (Q) adalah debit banjir rencana (m^3/s), (C) adalah koefisien limpasan, (I) adalah intensitas curah hujan (mm/jam), dan (A) adalah luas daerah pengaliran (km^2). Perhitungan debit banjir rencana dilakukan untuk kala ulang 5, 10, dan 25 tahun. Debit yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai input dalam pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS untuk mengevaluasi kemampuan sistem drainase dalam mengalirkan debit banjir serta menganalisis potensi luapan dan genangan pada wilayah penelitian.

D. Pemodelan Hidraulika HEC-RAS

Pemodelan hidraulika dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS untuk menganalisis kemampuan sistem drainase dalam mengalirkan debit banjir rencana serta mengidentifikasi potensi genangan di wilayah penelitian. Data yang digunakan dalam pemodelan meliputi geometri saluran drainase, elevasi dasar saluran, dimensi penampang, data topografi, debit banjir rencana hasil analisis hidrologi, serta data elevasi pasang surut sebagai kondisi batas (*boundary condition*).

Tahapan pemodelan diawali dengan penyusunan geometri jaringan drainase berdasarkan data survei lapangan dan peta topografi. Selanjutnya, data debit banjir rencana pada kala ulang 5, 10, dan 25 tahun dimasukkan sebagai kondisi batas hulu (*upstream boundary condition*), sedangkan data muka air pasang digunakan sebagai kondisi batas hilir (*downstream boundary condition*). Simulasi dilakukan menggunakan analisis aliran permanen (*steady flow analysis*) untuk memperoleh profil muka air, kapasitas saluran, dan kondisi aliran pada setiap ruas drainase.

Hasil simulasi kemudian dianalisis dengan membandingkan elevasi muka air terhadap elevasi tebing saluran untuk mengidentifikasi ruas yang masih mampu menampung debit rencana maupun ruas yang mengalami limpasan. Selain itu, hasil pemodelan digunakan untuk mengevaluasi pengaruh pasang surut terhadap peningkatan muka air dan luas genangan pada kawasan penelitian. Informasi tersebut menjadi dasar dalam menilai kinerja sistem drainase eksisting serta menyusun rekomendasi penanganan genangan banjir di Desa Sei Alam, Kecamatan Bengkalis.

E. Analisis Pengaruh Pasang Surut dan Evaluasi Genangan

Analisis pengaruh pasang surut dilakukan untuk mengetahui dampak fluktuasi muka air terhadap kinerja sistem drainase di Desa Sei Alam. Data elevasi pasang surut digunakan sebagai kondisi batas hilir (*downstream boundary condition*) pada pemodelan HEC-RAS sehingga pengaruh kenaikan muka air akibat pasang dapat disimulasikan terhadap aliran pada saluran drainase.

Hasil simulasi dianalisis berdasarkan perubahan elevasi muka air, kapasitas saluran, serta kondisi limpasan yang terjadi pada setiap ruas drainase. Evaluasi genangan dilakukan dengan mengidentifikasi lokasi saluran yang tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana sehingga menyebabkan luapan ke kawasan sekitar. Selain itu, hasil pemodelan digunakan untuk menggambarkan pola penyebaran genangan serta membandingkan kondisi saluran pada saat dipengaruhi dan tidak dipengaruhi oleh pasang surut.

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, dapat diketahui pengaruh pasang surut terhadap peningkatan muka air di dalam saluran, perubahan kapasitas pengaliran, serta lokasi-lokasi yang memiliki tingkat kerawanan genangan paling tinggi. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi peningkatan kinerja sistem drainase untuk mengurangi potensi genangan banjir di wilayah penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perhitungan Data Curah Hujan

Pengolahan data curah hujan diawali dengan analisis statistik terhadap data hujan maksimum tahunan. Untuk memperoleh distribusi yang paling sesuai, dilakukan analisis menggunakan Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Tipe III. Setiap distribusi menghasilkan nilai curah hujan rencana yang berbeda sehingga diperlukan evaluasi untuk menentukan distribusi yang paling representatif terhadap karakteristik data curah hujan di lokasi penelitian.

Setelah dilakukan perhitungan probabilitas curah hujan menggunakan Metode Normal, diperoleh parameter statistik berupa nilai rata-rata (X_{rt}) dan simpangan baku (SD) yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis distribusi Log-Normal. Hasil perhitungan dengan Metode Normal disajikan pada Tabel 1. Selanjutnya, berdasarkan parameter tersebut dilakukan perhitungan probabilitas curah hujan menggunakan Metode Log-Normal sehingga diperoleh nilai curah hujan rencana sebagai berikut.

Table 1 Uji Probabilitas metode Normal

Tahun	Hujan Harian	XI - XRT	(XO-XRT) ²
2014	60	-35.6	1267.36
2015	60	-35.6	1267.36
2016	75	-20.6	424.36
2017	78	-17.6	309.76
2018	78	-17.6	309.76
2019	85	-10.6	112.36
2020	136	40.4	1632.16
2021	134	38.4	1474.56
2022	175	79.4	6304.36
2023	75	-20.6	424.36
JUMLAH	956	13526.4	
Xrt	95.6		
SD	38.77		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

Berdasarkan hasil perhitungan uji probabilitas curah hujan menggunakan Metode Log-Normal, diperoleh nilai curah hujan rencana seperti pada Tabel 2.

Berdasarkan perhitungan uji probabilitas curah hujan dengan menggunakan Metode Gumbel, diperoleh curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu seperti pada Tabel 3 .

Table 2 Uji Probabilitas Metode Log Normal

Tahun	Hujan Harian	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xtr.) ²
2014	60	1.78	-0.17	0.03
2015	60	1.78	-0.17	0.03
2016	75	1.88	-0.08	0.006
2017	78	1.89	-0.06	0.004
2018	78	1.89	-0.06	0.004
2019	85	1.93	-0.02	0.001
2020	136	2.13	0.18	0.033
2021	134	2.13	0.17	0.031
2022	175	2.24	0.29	0.084
2023	75	1.88	-0.08	0.006
Jumlah	19.52			0.23
LOG Xrt	1.95			
S Log X	0.16			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

Tabel 3 Tabel Uji ProbabilitasMetode Gumbel

Tahun	Hujan Harian	Xi-Xrt	(Xi-Xrt) ²
2014	60	21.23	450.81
2015	60	21.23	450.81
2016	75	36.23	1312.78
2017	78	39.23	1539.17
2018	78	39.23	1539.17
2019	85	46.23	2137.43
2020	136	97.23	9454.12
2021	134	95.23	9069.19

2022	175	136.23	18559.24
2023	75	36.23	1312.78
JUMLAH	956		45825.52
LOG Xrt	95.6		
SX	38.77		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

Berdasarkan hasil perhitungan uji probabilitas curah hujan menggunakan Metode Log Pearson Type III, diperoleh nilai curah hujan rencana untuk masing-masing periode ulang seperti pada Tabel 4.

Table 4 Uji Probabilitas Metode Log Pearson TypeIII

Tahun	Hujan Harian	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xtr.) ²	(Log Xi - Log Xtr.) ³
2014	60	1.78	-0.17	0.03	-0.010
2015	60	1.78	-0.17	0.03	-0.010
2016	75	1.88	-0.08	0.006	0.00
2017	78	1.89	-0.06	0.004	0.00
2018	78	1.89	-0.06	0.004	0.00
2019	85	1.93	-0.02	0.001	0.00
2020	136	2.13	0.18	0.033	0.01
2021	134	2.13	0.17	0.031	0.01
2022	175	2.24	0.29	0.084	0.02
2023	75	1.88	-0.08	0.006	0.00
Jumlah	19.52			0.23	
LOG Xrt	1.95				
S Log X	0.16				
Cs	0.82				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

B. Menghitung Debit Rencana

Debit rencana adalah besarnya aliran air yang direncanakan untuk suatu sistem drainase, irigasi, atau pengendalian banjir, yang dihitung berdasarkan analisis hidrologi dan hidrolika. Debit rencana ini sangat penting dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur air yang efektif dan aman.

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, diperoleh debit banjir rencana menggunakan metode Rasional sebesar 44,12 m³/detik untuk kala ulang 5 tahun, 51,24 m³/detik untuk kala ulang 10 tahun, dan 59,31 m³/detik untuk kala ulang 25 tahun. Nilai debit tersebut digunakan sebagai dasar dalam pemodelan HEC-RAS untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase

serta menganalisis pola dan luas genangan banjir pada lokasi penelitian.

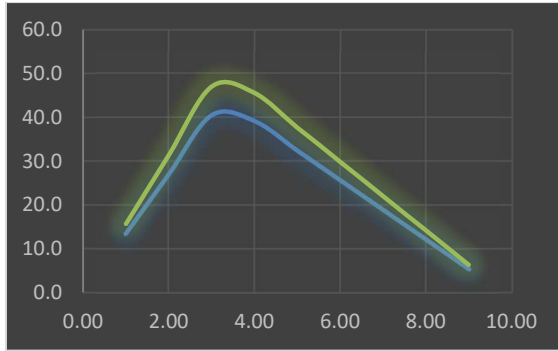
Table 5.Hasil Rekapitan kala ulangTahun

Rekapitulasi metode Rational			
METODE	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun
Metode Rational	44,12	51,24	59,31

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

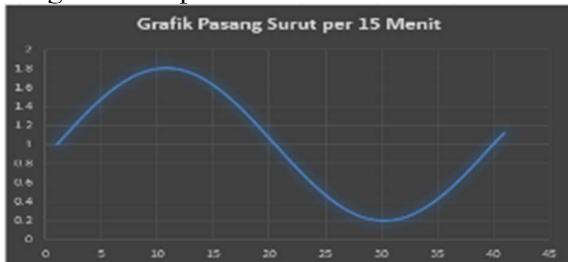
C. Hasil Grafik Output Periode 5,10,25 Tahun.

Berikut ini merupakan grafik peningkatan debit air rencana berdasarkan hasil analisis untuk kala ulang 5, 10, 25 Tahun. Grafik tersebut menggambarkan tren kenaikan debit puncak seiring bertambahnya periode kala ulang, yang mencerminkan potensi risiko banjir yang semakin besar pada jangka panjang.



Gambar 3 Peningkatan debit air dengan kala ulang 5, 10, 25 tahun

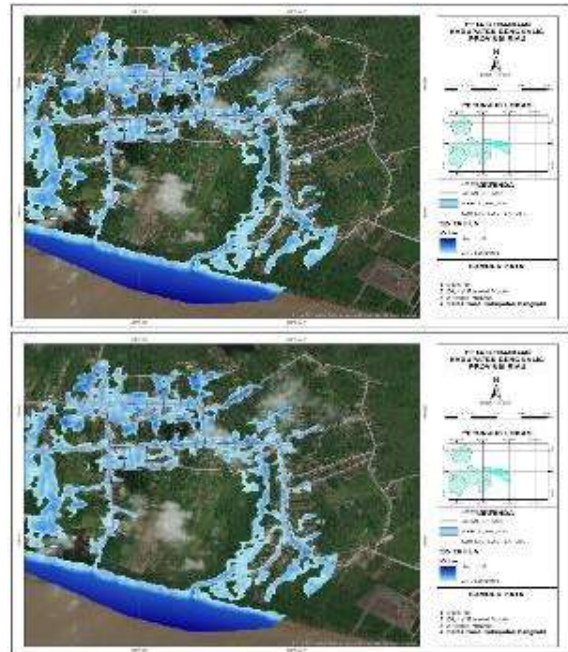
Berikut grafik pasang surut yang ada di Desa Sei Alam tepatnya di sebelah SPBU dengan waktu per 15 menit.



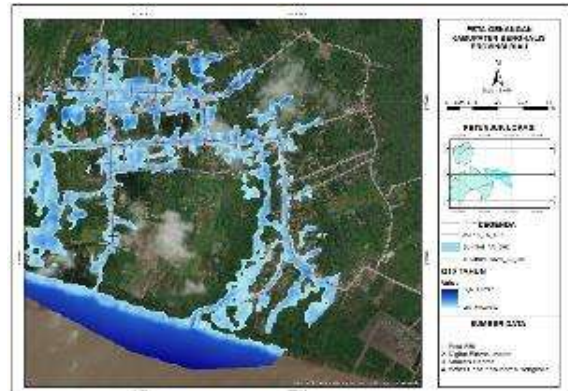
Gambar 4 Grafik Pasang Surut Desa Sei Alam per 15 menit

D. Hasil Unsteady Flow Q5, Q10, dan Q25

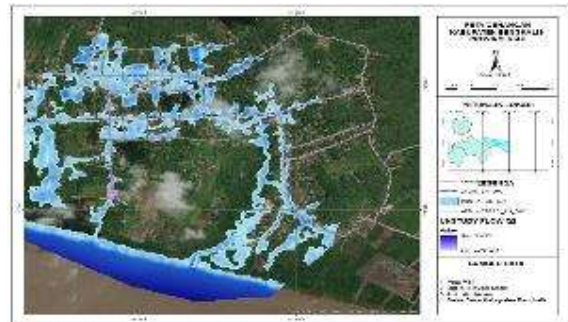
Hasil simulasi HEC-RAS 2D dengan metode Unsteady Flow menunjukkan bahwa luas genangan banjir meningkat seiring bertambahnya debit banjir rencana. Luas genangan tanpa pengaruh pasang surut masing-masing sebesar 1,1765 km² (Q5), 1,2924 km² (Q10), dan 1,2895 km² (Q25). Genangan umumnya terjadi pada kawasan berelevasi rendah, permukiman, jaringan jalan, dan sepanjang saluran drainase. Hasil ini menunjukkan bahwa kapasitas saluran drainase eksisting belum mampu menampung debit banjir secara optimal, sehingga diperlukan peningkatan kapasitas dan pengelolaan sistem drainase untuk mengurangi risiko genangan.



Gambar 5 Hasil running debit max 5 Tahun dan ROB



Gambar 6 Hasil running debit max 10 Tahun dan ROB



Gambar 7 Hasil running debit max 25 Tahun dan ROB

Secara keseluruhan, hasil simulasi memberikan gambaran kondisi hidraulik saluran pada berbagai kala ulang. Hasil tersebut

selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis penampang melintang saluran

E. Pengolahan Data Untuk Cross Section Saluran

Untuk merunning Steady Flow pada saluran, Sebelumnya kita harus mengolah data untuk membuat elevasi x dan y untuk Cross Section. Berikut perhitungan dari cross section:

Tabel 6.Perhitungan Cross Section

STA	Patok	Sudut	Radiant	BT	BA	BB	Jarak Alat	BS / IS / FS	TA	Elevasi
	1	154.5	2.70	1.377	1.399	1.355	4.4	FS	137	135.62
	2	167.5	2.92	1.446	1.483	1.408	7.5	BS	137	135.55
	3	171	2.98	1.292	1.449	1.135	31.4	BS	137	135.71
	4	170.5	2.98	1.137	1.150	1.123	2.7	IS	137	135.86
	5	171.5	2.99	1.532	1.875	1.189	68.6	BS	137	135.47
	6	176	3.07	1.896	1.913	1.879	3.4	BS	137	135.10
	7	180.5	3.15	1.880	1.899	1.861	3.8	BS	137	135.12
	8	182.5	3.19	1.031	1.041	1.021	2	IS	137	135.97
	9	189	3.30	1.071	1.081	1.061	2	BS	137	135.93
	10	190	3.32	1.475	1.489	1.460	2.9	BS	137	135.53
	11	203	3.54	1.336	1.344	1.328	1.6	BS	137	135.66
	12	203	3.54	1.256	1.269	1.242	2.7	IS	137	135.74
0	13	230	4.01	1.259	1.298	1.220	7.8	BS	137	135.74
	14	238	4.15	1.247	1.273	1.221	5.2	BS	137	135.75
	15	236	4.12	1.331	1.384	1.278	10.6	FS	137	135.67
	16	249	4.35	1.512	1.553	1.471	8.2	FS	137	135.49
	17	251	4.38	1.060	1.095	1.024	7.1	FS	137	135.94
	18	251.5	4.39	1.058	1.095	1.020	7.5	FS	137	135.94
	19	251.5	4.39	1.858	1.894	1.822	7.2	FS	137	135.14
	20	251.5	4.39	1.887	1.923	1.850	7.3	FS	137	135.11
	21	251.5	4.39	1.883	1.920	1.845	7.5	FS	137	135.12
	22	251.5	4.39	1.143	1.186	1.099	8.7	FS	137	135.86
	23	251.5	4.39	1.173	1.205	1.140	6.5	FS	137	135.83
	24	251.5	4.39	1.364	1.670	1.058	61.2	FS	137	135.64
	25	255	4.45	1.411	1.471	1.351	12	FS	137	135.59

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

Selanjutnya, hasil pengolahan data penampang saluran menghasilkan nilai elevasi

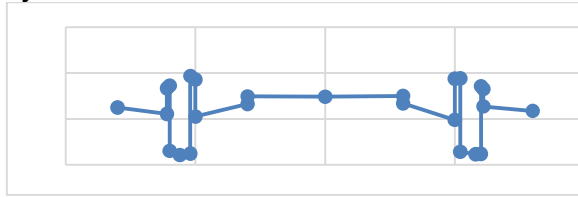
pada setiap titik pengamatan. Nilai elevasi tersebut disajikan pada Tabel 7 berikut :

Table 7.Tabel Elevasi Untuk Cross Section

Keterangan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Elevasi	9.8	8.1	8.14	8.1	8.5	8	5.2	5.2	5.2	5	3.6	2.6	5.4	5.7
Prevasi	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.74	13.75	13.7
Keterangan	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
Elevasi	3.4	5	5.2	5.2	5.8	8	8.2	6	8.1	6	8			
Prevasi	13.4	13.4	13.4	13.6	13.4	13.1	13.1	13.6	13.5	13.6	13.6			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2026

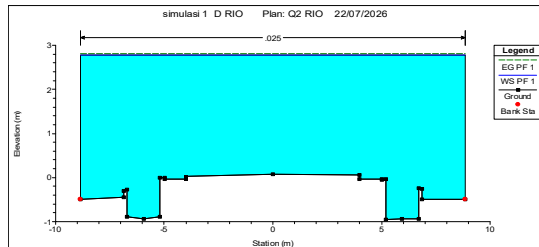
Ini adalah hasil grafik bentuk *Cross Section* nya:



Gambar 8 Cross section hasil perhitungan
G. Hasil running saluran Sei Alam

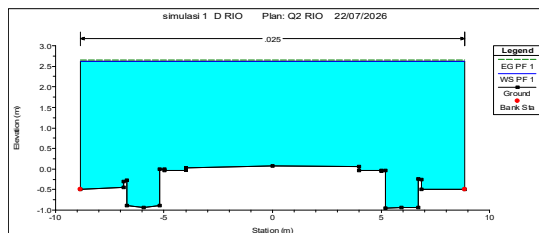
Dari hasil pemerosesan data, dapat diketahui bahwa saluran rencana untuk saluran tidak dapat menampung debit buangan.

1. Hasil running 1D (*Steady Flow*) cross section saluran STA 0+825



Gambar 9 Plotting penampang saluran STA 0+825

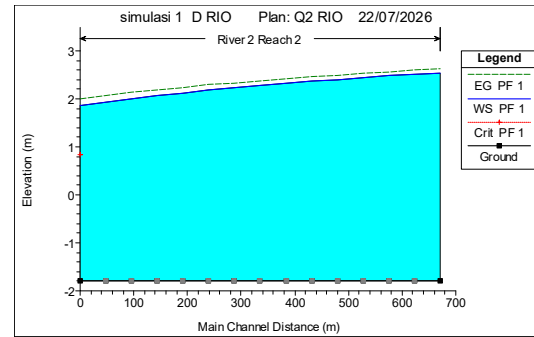
2. Hasil running 1D (*Steady Flow*) cross section saluran STA 0+000



Gambar 10 Plotting penampang saluran STA 0+000

Gambar 9 dan 10 menunjukkan penampang lintang saluran hilir hasil simulasi steady flow 1D dengan debit rencana 40,05 m³/s. Saluran berbentuk trapezoid terbalik dengan dasar datar dan sisi miring. Warna cyan (WS PF 1) hampir setara dengan tinggi saluran, menandakan saluran terisi penuh. Garis hijau (EG PF 1) adalah garis energi, dan titik merah menandai tepi saluran. Kondisi ini menunjukkan aliran subkritis dan kapasitas saluran tidak mencukupi.

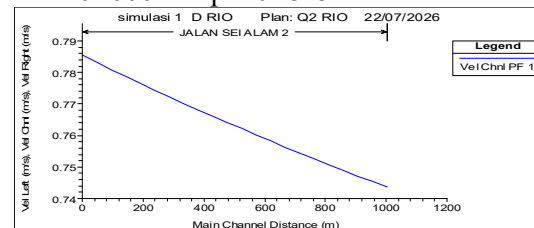
3. Gambar profil plot dari saluran dari STA 0+000 sampai 0+700



Gambar 11 Profil plot saluran

Gambar 11 menunjukkan hasil simulasi steady flow 1D pada Saluran Sei Alam (± 0825 m) dengan elevasi dasar mendekati 0 m. Grafik memperlihatkan muka air stabil dalam kondisi sub-kritis dan tidak melampaui tepi saluran, menandakan saluran mampu menampung debit rencana tanpa limpasan. Namun, dimensi dan kemiringan saluran dinilai belum optimal untuk mengalirkan debit secara aman dan efisien.

4. Gambar general profil plot dari saluran dari STA 0+000 sampai 0+825



Gambar 12 General Profil Plot Saluran

Gambar 12 menampilkan grafik distribusi kecepatan aliran (*velocity profile*) sepanjang saluran Sei Alam berdasarkan hasil simulasi steady flow 1D pada rencana Running 1D Saluran tanggal 22 Juli 2026. Sumbu horizontal menunjukkan jarak sepanjang saluran (*main channel distance*) hingga ± 0825 meter, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan kecepatan aliran (m/s). Garis biru menunjukkan kecepatan aliran di tengah saluran (Vel Chnl PF 1), garis hijau untuk sisi kanan (Vel Right PF 1), dan simbol kotak hitam mewakili sisi kiri (Vel Left PF 1). Terlihat bahwa kecepatan aliran tertinggi terjadi di tengah saluran dengan nilai sekitar 0,65 m/s di hulu, yang secara bertahap menurun hingga mendekati 0,55 m/s di hilir, menunjukkan aliran yang tidak stabil. Sementara itu, kecepatan di sisi kiri dan kanan saluran lebih rendah, mengindikasikan adanya

pengaruh gesekan dinding saluran. Grafik ini penting untuk memahami distribusi energi aliran, evaluasi desain saluran, serta memastikan tidak terjadi erosi atau sedimentasi yang berlebihan di sisi saluran.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidraulika yang telah dilakukan terhadap saluran drainase di Desa Sei Alam, Kecamatan Bengkalis, dapat disimpulkan bahwa debit banjir rencana hasil perhitungan metode Rasional untuk kala ulang 5, 10, dan 25 tahun masing-masing sebesar 44,12 m³/s, 51,24 m³/s, dan 59,31 m³/s, dengan nilai debit yang terus meningkat seiring bertambahnya periode kala ulang. Kondisi ini menunjukkan bahwa beban aliran yang harus ditampung oleh sistem drainase akan semakin besar pada skenario hujan ekstrem jangka panjang. Hasil simulasi 1D (*steady flow*) dan 2D (*unsteady flow*) menggunakan HEC-RAS menunjukkan bahwa kapasitas saluran drainase eksisting belum mampu menampung dan mengalirkan debit banjir rencana, baik pada Q5, Q10, maupun Q25, secara optimal, sehingga terjadi limpasan dan genangan di sekitar saluran. Luas genangan yang dihasilkan juga meningkat seiring bertambahnya debit rencana, yaitu sekitar 1,1765 km² pada Q5, 1,2924 km² pada Q10, dan 1,2895 km² pada Q25. Genangan tersebut tersebar dominan pada wilayah dengan elevasi rendah dan mengikuti pola jaringan sungai serta saluran, sehingga berdampak langsung terhadap kawasan permukiman dan jaringan jalan lokal. Selain itu, pengaruh pasang surut (rob) turut memperbesar dan memperluas area genangan melalui efek *backwater* di bagian hilir, yang menahan aliran dari hulu dan meningkatkan tinggi muka air. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa diperlukan upaya penanganan berupa peningkatan kapasitas saluran drainase, normalisasi, serta pembangunan infrastruktur pendukung pengendalian limpasan agar sistem drainase mampu mengimbangi debit rencana pada kala ulang 5, 10, maupun 25 tahun. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan

bahwa penyebab utama genangan banjir di Desa Sei Alam merupakan kombinasi antara kapasitas saluran drainase yang tidak mencukupi dan pengaruh pasang surut air laut, sehingga upaya penanganannya tidak dapat hanya berfokus pada satu aspek saja, melainkan harus dilakukan secara terpadu antara perbaikan sistem drainase dan pengelolaan dampak pasang surut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Kusumastuti, R. Djajadi, and A. Rumihin, "Evaluation of Drainage Channels Capacity in Ambon City: A Case Study on Wai Batu Merah Watershed Flooding," *Procedia Engineering*, vol. 125, pp. 263–269, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.11.038.
- [2] Helen Gianditha Wayangkau and Raymond Feril Hattu, "Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan dengan Model Simulasi SWMM pada Kawasan Padat Penduduk," *J. Stud. dan Apl. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 7–12, 2025, doi: 10.64123/jsats.v1.i1.2.
- [3] D. P. Farliani, M. Bisri, and R. D. Lufira, "Evaluasi Sistem Drainase dan Penerapan Ecodrainage di Jalan Andalas Kota Malang Menggunakan SWMM 5.1," *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 4, no. 02, pp. 1202–1213, 2024, doi: 10.21776/ub.jtresda.2024.004.02.125.
- [4] A. Oktaviani and M. O. Mahendra, "Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya Menggunakan Software HEC-RAS," *J. Konstr.*, vol. 23, no. 2, pp. 56–67, 2025, doi: 10.33364/konstruksi/v.23-2.2473.
- [5] D. A. D. Nusantara, "Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase di Catchment Area Sub Sistem Bendul Merisi Kota Surabaya," *UKaRsT: Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, vol. 4, no. 1, pp. 84–95, 2020, doi: 10.30737/ukarst.v4i1.689.
- [6] D. Panguriseng, M. Syafaat, and W. Chen, "Performance Evaluation of

- Urban Drainage Systems Using Hydrological Modeling in Makassar City,” *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2026, doi: 10.70716/reswara.v4i1.363.
- [7] K. N. Setyawati and A. Amudi, “Evaluasi Kinerja Saluran Drainase di Jalan Semambung – Sumpat Kecamatan Driyorejo dengan Hec-RAS,” *Publ. Ris. Orientasi Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 141–153, 2023, doi: 10.26740/proteksi.v5n2.p141-153.
- [8] Erwin, “Analisis Kapasitas Dan Evaluasi Sistem Saluran Drainase Sub-DAS Acai,” vol. lim, pp. 331–342, 2025, doi: 10.33364/konstruksi/v.23-1.2808.
- [9] Diyanti, H. Putro, and D. A. Suryanto, “Drainase Menggunakan Hec-Ras Di Perumahan Griya Flood Simulation and Drainage Channel Capacity Evaluation Using Hec-Ras in Griya Asri Taman Mini,” *J. Ilm. Desain dan Konstr.*, vol. 24, no. 1, pp. 43–53, 2025.
- [10] Aldi and M. Oka Mahendra, “Evaluasi sistem drainase menggunakan pemodelan HEC-RAS: Studi kasus Jalan Puloampel Bojonegara KM 17-18 Kabupaten Serang, Banten,” *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, vol. 14, no. 2, pp. 182–194, 2026, doi: 10.22225/pd.14.2.12933.182-194.