

PEMODELAN GENANGAN BANJIR MENGGUNAKAN HEC-RAS SUNGAI BATANG KURANJI KOTA PADANG

Farhan Yendri¹, Yaumal Arbi²

^{1,2}Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Email: farhanyendri2001@gmail.com

Abstrak : Penelitian ini dilatar belakangi oleh frekuensi banjir yang tinggi di DAS Batang Kuranji, Kota Padang. Banjir ini disebabkan oleh luapan sungai dan curah hujan dengan intensitas tinggi yang melebihi kapasitas saluran air. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan genangan banjir, mengidentifikasi daerah rawan banjir, menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis hidrologi dengan metode HSS Nakayasu untuk menghitung debit puncak dan pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS 2D untuk sebaran Luasan memprediksi tinggi muka air. Data yang digunakan adalah data sekunder, termasuk data topografi (DEM) dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan data curah hujan harian dari tahun 2015 hingga 2024. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa debit puncak banjir meningkat seiring dengan peningkatan kala ulang. Untuk kala ulang 50 tahun, debit puncaknya adalah 938,54 m³/s, sedangkan untuk kala ulang 100 tahun adalah 1030,77 m³/s. Simulasi hidrolika menggunakan HEC-RAS menunjukkan bahwa Sungai Batang Kuranji tidak dapat menampung debit air sebesar itu, sehingga terjadi luapan. Luas genangan banjir yang dihasilkan adalah 33,9 km² untuk kala ulang 50 tahun dan 38,6 km² untuk kala ulang 100 tahun. Berdasarkan temuan ini, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan yang berfokus pada normalisasi sungai dan desain tanggul sebagai langkah mitigasi banjir.

Kata kunci: Banjir, Sungai, Batang Kuranji

Abstract : This study was prompted by the high frequency of floods in the Batang Kuranji watershed in Padang City. These floods are caused by river overflows and high-intensity rainfall that exceed the capacity of existing waterways. Therefore, this research aims to model flood inundation and identify flood-prone areas using HEC-RAS software. The research methodology involves hydrological analysis using the HSS Nakayasu method to calculate peak discharge and hydraulic modeling with HEC-RAS 2D to predict the spread of flood areas and water surface elevation. The data used were secondary, including topographic data (DEM) from the Geospatial Information Agency (BIG) and daily rainfall data from 2015 to 2024. The modeling results show that the peak flood discharge increases with a higher return period. For a 50-year return period, the peak discharge is 938.54 m³/s, while for a 100-year return period, it is 1030.77 m³/s. The hydraulic simulations using HEC-RAS demonstrate that the Batang Kuranji River cannot contain these discharge volumes, leading to overflow. The resulting flood inundation areas are 33.9 km² for a 50-year return period and 38.6 km² for a 100-year return period. Based on these findings, it is recommended that further research be conducted focusing on river normalization and levee design as crucial flood mitigation measures.

Keywords: flood, River, Batang Kuranji

PENDAHULUAN

Sungai adalah suatu badan air alami yang mengalir dari daerah yang lebih tinggi (hulu) menuju daerah yang lebih rendah (hilir), berperan penting dalam mengalirkan air hujan, limpasan permukaan, serta sedimen ke laut atau danau (Asdak, 2004). Karakteristik morfologi sungai mencakup penampang melintang, profil memanjang,

kemiringan dasar, dan kondisi tebing yang dinamis yang dipengaruhi oleh variasi debit aliran, erosi, serta perubahan penggunaan lahan di sekitarnya (Agustina et al., 2022). Sungai Batang Kuranji adalah salah satu sungai utama yang melintasi Kota Padang. Sungai ini memiliki panjang aliran utama sekitar 32,41 km dengan total panjang aliran, termasuk anak-anak sungainya, mencapai 274,75

km. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Kuranji adalah sekitar 209,46 km²

Banjir merupakan suatu bencana yang mengganggu kehidupan manusia berupa genangan air dari yang terkecil sampai terbesar yang disebabkan faktor-faktor baik manusia maupun alam atau aliran air yang tinggi, dan tidak tertampung oleh aliran sungai sehingga air itu meluap ke daratan yang lebih rendah (Setiawan et al., 2020). Penyebab banjir secara umum dapat dibagi menjadi tiga faktor, yaitu banjir fluvial yang disebabkan oleh luapan sungai (kadang disebut sebagai banjir bandang), banjir pluvial yang disebabkan oleh tingginya aliran permukaan dan curah hujan ekstrim di suatu lokasi, serta banjir ROB (Banjir Laut Pasang) yang terjadi akibat pasangannya air laut, badai, atau bahkan gempa bumi seperti tsunami (Fattah, 2018).

Menurut Badan Pusat Statistik Kota Padang, kejadian banjir di wilayah aliran Sungai Batang Kuranji cukup sering terjadi. Pada 2020, tercatat 3 kejadian banjir, diikuti dengan 5 kejadian pada 2021 dan 7 kejadian pada 2022. Pada 14 Juli 2023, banjir besar melanda kawasan Kecamatan Kuranji dan Kecamatan Koto Tengah, dengan ketinggian air mencapai 1,5 hingga 2 meter, menyebabkan lebih dari 3.500 orang mengungsi. Pada 7 Maret 2024, banjir kembali terjadi dengan ketinggian air mencapai 1 hingga 2 meter, memaksa sekitar 2.947 orang mengungsi.

Banjir ini menimbulkan kerugian yang cukup besar, baik secara sosial maupun ekonomi. Tingginya sedimentasi, buruknya sistem drainase, serta perubahan tata guna lahan di sepanjang Aliran Sungai Batang Kuranji meningkatkan kerentanan banjir di kawasan ini, terutama saat intensitas hujan tinggi, kondisi ini mengakibatkan ketidakmampuan sungai menampung debit air berlebih saat musim hujan (Utama & Naumar, 2015).

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk memodelkan genangan banjir Sungai Batang Kuranji menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Secara spesifik, studi ini akan mengidentifikasi luasan sebaran genangan banjir guna memetakan daerah rawan. Hasil analisis ini kemudian akan digunakan untuk menyusun rekomendasi teknis penanganan banjir, yang berfokus pada pendekatan teknik sipil sebagai upaya mitigasi bencana.

Debit rancangan merupakan debit yang dihitung untuk merencanakan kapasitas suatu bangunan air. aspek yang penting untuk mendesain bangunan air karena apabila debit tidak direncanakan dengan

baik maka akan berdampak pada fungsional bangunan air nya. Jika data debit tersedia maka untuk menentukan banjir rancangan menggunakan analisis frekuensi, jika tidak ada data debit yang tersedia maka menentukan banjir rancangan menggunakan data hujan. Hidrograf satuan sintesis merupakan suatu hidrograf yang dibuat untuk menunjukkan aliran sungai terhadap curah hujan yang diberikan pada suatu wilayah tertentu.

Hidrograf satuan sintesis digunakan untuk mengestimasi debit aliran pada suatu sungai akibat curah hujan yang diberikan, serta untuk memperkirakan dampak dari perubahan penggunaan lahan atau tata guna lahan pada aliran sungai. Hidrograf satuan sintesis memiliki peran penting karena dapat memperkirakan dampak dari perubahan kondisi hidrologi pada aliran sungai dan merencanakan Tindakan yang tepat untuk mengelola air dengan lebih efektif dan efisien. Hidrograf satuan sering digunakan untuk menestimasi debit puncak banjir rancangan pada DAS yang tidak memiliki data rekaman pengukur debit (Gustave, 2013).

Analisis pemodelan banjir merupakan langkah dasar dalam pengendalian banjir, dengan melakukan analisis pemodelan banjir dapat mengidentifikasi daerah-daerah yang rentan terhadap banjir. Salah satu pemodelan banjir dapat dilakukan dengan menggunakan software HEC-RAS. Model 2-D dapat digunakan untuk memvisualisasikan genangan banjir yang terjadi dengan akurat.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian kuantitatif dengan metode pemodelan hidraulika dan bersifat aplikatif dan deskriptif karena menggunakan perangkat lunak HEC-RAS untuk mensimulasikan genangan banjir berdasarkan data hidrologi dan topografi.

A. Lokasi dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Aliran sungai batang Kuranji berlokasi di Kecamatan kuranji, Kota Padang, Provinsi Sumatra Barat dengan titik hulu aliran sungai pada koordinat 0°55'24.91" LS, 100°26'5.55" BT, sedangkan batas hilir Sungai Kuranji berada pada koordinat 0°54'15.61" LS, 100°20'38.87" BT. Sungai ini memiliki panjang 32,410 km dengan luas Daerah Aliran Sungai sekitar 209,46 km².



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth)

B. Data Penelitian

Dalam penelitian ini data yang digunakan yaitu data sekunder. Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung. Data-data ini didapat dari studi literature dan acuan yang berhubungan dengan penelitian. Dalam penelitian ini data sekunder berupa data curah hujan dan data DEM.

C. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari literatur yang dapat dijadikan sebagai pedoman pada penelitian, berupa jurnal, buku, standar peraturan, dan tugas-tugas akhir yang mengkaji tentang permodelan genangan banjir menggunakan HEC-RAS. Mempelajari semua bentuk yang berhubungan dengan permodelan genangan banjir menggunakan software HEC-RAS.

2. Pengumpulan Data

- a. Data curah hujan harian selama periode 10 tahun terhitung sejak tahun 2015 hingga 2024 Sungai Batang Kuranji yang dikumpulkan dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera V yang terletak di Kota Padang.
- b. Peta Topografi dan Tata Guna Lahan Wilayah Daerah Aliran Sungai Batang Kuranji dikumpulkan dari dari situs resmi database DEMNAS, yang berlokasi di Kota Padang.
- c. Peta *Digital Elevation Model* (DEM) yang diperoleh dari website Badan Informasi Geospasial. Peta ini memiliki tujuan sebagai peta penentu elevasi untuk membentuk geometri Sungai Batang Kuranji sebagai daerah penelitian.
- d. Pasang Surut Air Laut diperoleh dari BIG (Badan Informasi Geospasial). Data ini digunakan dalam analisis sebaran daerah banjir dikarenakan hilir Sungai Batang Kuranji bermuara di laut, sehingga diperlukan data pasang surut air laut.

3. Metode Analisis Data

Metode analisis data merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh output penelitian. Pada penelitian ini menggunakan metode analisis hidrologi dan metode analisis hidraulika.

a. Analisis Hidrologi

Metode analisis hidrologi dapat diperoleh dengan mengidentifikasi tingkat curah hujan puncak tahunan di suatu Daerah Aliran Sungai. Selanjutnya dilakukan analisis frekuensi dengan uji dispersi untuk mencari nilai koefisien *skewness* (C_s), standar deviasi (S_x), koefisien variasi (C_v) dan koefisien *kurtosis* (C_k) dan kemudian melakukan analisis distribusi untuk mencari nilai analisis distribusi digunakan metode *Gumbel*, metode Normal, metode *Log Normal*, dan metode *Log Pearson III*. Selanjutnya dalam menentukan distribusi yang paling tepat dilakukan dengan pengujian kesesuaian distribusi yaitu Uji *Smirnov - Kolmogorov*. Pola distribusi hujan jam-jaman dianalisis berdasarkan besarnya nilai curah hujan rencana yang memenuhi syarat pengujian. Tahap selanjutnya dilakukan analisis debit banjir rencana Hidrograf Satuan Sintetik dengan menggunakan metode Nakayasu untuk mencari nilai debit banjir rancangan kala ulang 50 dan 100 tahun pada Sungai Batang Kuranji.

b. Analisis Hidraulika

Pada Sungai Batang Kuranji, dilakukan analisis hidraulika untuk memahami sifat banjir serta pola aliran yang terjadi. Tahap pertama dalam analisis hidraulika yaitu dengan deliniasi DAS yang bertujuan untuk menentukan DAS dan alur sungainya. Analisis hidraulika dilakukan pada penampang Sungai Batang Kuranji untuk mengidentifikasi wilayah yang rentan tergenang. Metode analisis hidraulika digunakan untuk mengetahui kedalaman banjir di sepanjang alur Sungai Batang Kuranji. Proses ini melibatkan pemodelan banjir di sungai tersebut dengan menggunakan simulasi genangan dua dimensi menggunakan software HEC-RAS. Jenis aliran yang digunakan pada simulasi yaitu *unsteady flow*. Selama simulasi, debit banjir rencana HSS Nakayasu digunakan sebagai input untuk menganalisis tinggi muka air dan area yang rentan terhadap banjir. Pada analisis hidraulika akan diperoleh hasil pemodelan mengenai sebaran dan ketinggian genangan banjir.

4. Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

1. Curah Hujan

Data curah hujan stasiun Katib Sulaiman yang diperoleh dari BWS Sumatera V Kota Padang. penelitian ini dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2015-2024).

Tabel 1. Curah Hujan Maksimal

No	Tahun	Rmax (mm)
1	2015	206
2	2016	270
3	2017	195
4	2018	147
5	2019	100
6	2020	230
7	2021	200
8	2022	160
9	2023	250
10	2024	171

(Sumber: Perhitungan Hasil Exsel, 2025)

2. Distribusi Frekuensi

Analisis distribusi frekuensi menggunakan metode distribusi Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Pearson III. Setelah dilakukan analisis distribusi frekuensi akan diperoleh data curah hujan rencana dari masing-masing distribusi.

Tabel 2. Perhitungan Distribusi Frekuensi

NO	TAHUN	Rmax	Ri	Log Ri	Log (Ri-Rt)	Log (Ri-Rt) ²	Log (Ri-Rt) ³
1	2015	206	270	2.4314	0.161	0.02603	0.00420
2	2016	270	250	2.3979	0.128	0.01636	0.00209
3	2017	195	230	2.3617	0.092	0.00841	0.00077
4	2018	147	206	2.3139	0.044	0.00192	0.00008
5	2019	100	200	2.3010	0.031	0.00096	0.00003
6	2020	230	195	2.2900	0.020	0.00040	0.00001
7	2021	200	171	2.2330	-0.037	0.00137	-0.00005
8	2022	160	160	2.2041	-0.066	0.00435	-0.00029
9	2023	250	147	2.1673	-0.103	0.01055	-0.00108
10	2024	171	100	2.0000	-0.270	0.07292	-0.01969
Jumlah	Σ		1929		0.000	0.14326	-0.01393
Banyak Data	n		10				
Rata-rata	Rt		192.9	2.270			
Standar Deviasiasi	s		50.6698	S log R	0.126		
Koef.Asimetri	Cs						-0.96

(Sumber: Perhitungan Hasil Exsel, 2025)

Berikut dibawah ini adalah data curah hujan rencana yang diperoleh dari hasil analisis masing-masing distribusi :

Tabel 3. Hasil Analisis Distribusi Frekuensi

Curah Hujan Rencana				
Analisis Distribusi Frekuensi				
Tr(Tahun)	Normal	Gumbel	Log Normal	Log Pearson Tipe III
100	311	412	187	297
50	295	375	186	288

(Sumber: Perhitungan Hasil Exsel, 2025)

3. Uji Chikudrat

Uji *chi-square* merupakan uji statik yang digunakan untuk menguji kesesuaian antara frekuensi observasi dengan frekuensi yang diharapkan pada suatu distribusi.

Tabel 4. Hasil Uji Chikudrat

Uji Chi Kuadrat				
X ² hitung	0	1	1	7
X ² kritis	5.9915	5.9915	5.9915	5.9915
Kesimpulan	Mewakili	Mewakili	Mewakili	Tidak Mewakili

(Sumber: Perhitungan Hasil Exsel, 2025)

4. Uji Smirnov Kolmogorof

Uji *smirnov - kolmogorov* merupakan pengujian yang dilakukan dengan menghitung selisih antara fungsi distribusi empiris dan fungsi distribusi kumulatif dari distribusi probabilitas yang diuji. Jika nilai *D* yang dihitung dari data yang diamati lebih kecil dari nilai *D* kritikal pada tingkat kepercayaan tertentu maka dapat diperoleh bahwa distribusi probabilitas yang digunakan sesuai dengan data tersebut.

Tabel 5. Hasil Uji Smirnov-Kolomogrof

Uji Sminov-Kolomogrof				
D hitung	0.081	0.081	0.127	0.127
D kritis	0.41	0.41	0.41	0.41
Kesimpulan	Mewakili	Mewakili	Mewakili	Mewakili

(Sumber: Perhitungan Hasil Exsel, 2025)

5. Intensitas Curah Hujan

Dalam analisis data intensitas curah hujan diperlukan data curah hujan rencana, adapun dalam analisis data ini digunakan data curah hujan rencana dari metode *Gumbel* dikarenakan dari hasil analisis data diperoleh bahwa data curah hujan rencana dari metode *Gumbel* adalah nilai yang tertinggi dari metode lainnya. Dalam analisis data intensitas curah hujan waktu yang dihitung adalah selama 12 jam.

Tabel 6. Hasil Intensitas Hujan

T(menit)	T(jam)	Periode Ulang	
		50	100
5	0.08	680.81	748.50
10	0.17	428.88	471.52
20	0.33	270.18	297.04
40	0.67	170.20	187.12
60	1	129.89	142.80
90	1.5	99.12	108.98
120	2	81.82	89.96
150	2.5	70.51	77.53
180	3	62.44	68.65
210	3.5	56.35	61.95
240	4	51.55	56.67
270	4.5	47.65	52.39
300	5	44.42	48.84
360	6	39.34	43.25
390	6.5	37.29	41.00
420	7	35.50	39.02
450	7.5	33.90	37.27
480	8	32.47	35.70
510	8.5	31.19	34.29
540	9	30.02	33.00
570	9.5	28.96	31.84
600	10	27.98	30.77
630	10.5	27.09	29.78
660	11	26.26	28.87
690	11.5	25.49	28.03
720	12	24.78	27.24

(Sumber: Perhitungan Hasil Exsel, 2025)

6. Pola Distribusi Jam-jaman

Suatu proses dimana pencatatan dilakukan dengan suatu interval waktu tertentu. Interval waktu berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau, yakni dilakukan dalam satuan waktu tahunan, bulanan, harian, jam-jaman atau menit. Agar distribusi hujan selama terjadinya hujan dapat dilakukan dengan pencatatan lebih baik, sebaiknya interval waktu yang digunakan adalah interval waktu yang singkat. Adapun dalam analisis pola distribusi hujan jam-jaman dalam penelitian ini adalah digunakan satuan waktu jam-jaman yaitu selama 6 jam. Berikut dibawah ini adalah data hasil analisis pola distribusi hujan jam-jaman selama 6 jam sesuai Kala ulang tahun rencana:

Tabel 7. Hasil Pola Disribusi Hujan Jam-jaman

Jam Ke	Pola Distribusi Hujan Jam-jaman		
	50	100	satuan
1	129.89	142.80	mm
2	33.76	37.12	mm
3	23.68	26.04	mm
4	18.85	20.73	mm
5	15.92	17.50	mm
6	13.92	15.30	mm

(Sumber: Perhitungan Hasil Exsel, 2025)

7. Curah Hujan Efektif

Curah hujan rancangan dikurangi dengan kehilangan air (losses). Dalam analisis data curah hujan efektif ini digunakan koefisien pengaliran 0,7 dikarenakan daerah penelitian terletak di area perkotaan dan Perbukitan dan dengan kemiringan rata-rata 5 %. Berikut dibawah ini adalah data hasil analisis curah hujan efektif sesuai dengan periode ulang tahun:

Tabel 8. Hasil Hujan Efektif

Jam ke	Curah Hujan Efektif		
	50 Tahun	100 Tahun	satuan
1	90.922	99.962	mm
2	23.632	25.982	mm
3	16.578	18.226	mm
4	13.197	14.510	mm
5	11.145	12.253	mm
6	9.742	10.710	mm

(Sumber: Perhitungan Hasil Exsel, 2025)

8. Debit Banjir Rancangan

Setelah dianalisis data intensitas curah hujan, pola distribusi hujan jam-jaman dan curah hujan efektif dan data hasil didapatkan maka langkah

selanjutnya adalah membuat debit banjir rancangan dengan menggunakan metode HSS Nakayasu. Data hasil hidrograf HSS Nakayasu didapatkan terlebih dahulu membuat debit banjir rancangan untuk kala ulang 50 dan 100 tahun. Berikut dibawah ini adalah data analisis debit banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu untuk Daerah Aliran Sungai Batang Kuranji Kota Padang :

Tabel 9. Hasil Perhitungan HSS Nakayasu

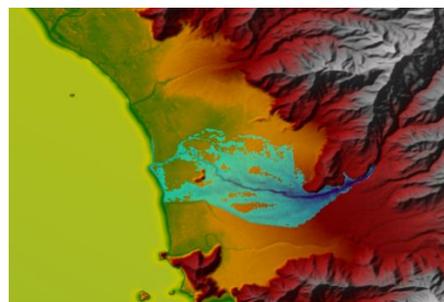
T(jam)	HSS Nakayasu Debit	
	50 Tahun	100 Tahun
	Q(m ³ /det)	Q(m ³ /det)
0	11.000	11.000
1	57.732	62.378
2	269.800	295.532
3	938.543	1030.778
4	852.460	938.035
5	720.839	801.498
6	645.978	735.791
7	598.274	685.078
8	488.222	552.123
9	398.578	449.493
10	322.248	362.507
11	265.376	299.192
12	222.977	251.533
13	189.786	213.749
14	146.181	163.856
15	127.997	143.132
16	112.025	124.967
17	97.806	108.963
18	86.834	96.810
19	77.546	86.275
20	69.363	76.998
21	61.623	68.246
22	54.910	60.655
23	49.087	54.070
24	44.036	48.358

(Sumber: Perhitungan Hasil Exsel, 2025)

B. Analisis Hidraulika

Dalam analisis hidraulika data yang dibutuhkan adalah Peta DEMNAS yang diperoleh dari *website* Geospasial Indonesia. Adapun *software* yang digunakan dalam analisis hidraulika adalah ArcGIS dan HEC-RAS, *software* ArcGIS digunakan untuk mendelineasi peta DEM untuk menentukan daerah aliran sungai dan batas DAS yang digunakan dalam penelitian, *software* HEC-RAS digunakan untuk memodelkan simulasi banjir sesuai kala ulang yang ditentukan dalam penelitian yaitu kala ulang 50 dan 100 Tahun.

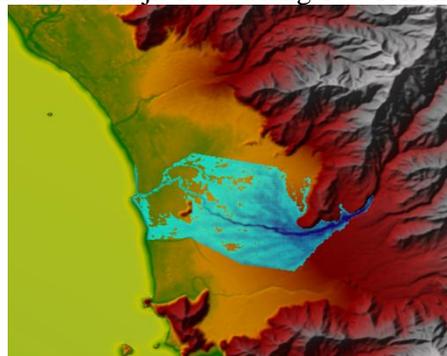
1. Pemodelan Banjir Kala Ulang 50 Tahun.



Gambar 2. Hasil Pemodelan Banjir Kala Ulang 50 Tahun

(Sumber : Hec-ras, 2025)

2. Pemodelan Banjir Kala Ulang 100 Tahun



Gambar 3. Hasil Pemodelan Banjir Kala Ulang 100 Tahun

(Sumber : Hec-ras, 2025)

KESIMPULAN

1. Hasil perhitungan menggunakan metode HSS Nakayasu menunjukkan bahwa debit puncak banjir meningkat seiring bertambahnya kala ulang, dengan nilai sebesar 938,54 m³/s pada kala ulang 50 tahun dan 1030,77 m³/s pada kala ulang 100 tahun.
2. Dari hasil pemodelan menunjukkan luas banjir mengalami peningkatan seiring penambahan kala ulang. Luas banjir yang diperoleh adalah seluas 339 ha atau 33,9 km² kala ulang 50 tahun dan seluas 386 ha atau 38,6 km² kala ulang 100 tahun.
3. Pemodelan Hidrolika menggunakan HEC-RAS menunjukkan sungai Batang Kuranji tidak mampu mengalirkan debit air yang dihasilkan oleh perhitungan periode ulang tahun 50 dan 100 tahun.

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk berfokus pada normalisasi sungai dan perencanaan tanggul guna mendukung upaya pengendalian banjir.
2. Meningkatkan pembangunan dan kapasitas infrastruktur pengendali banjir, seperti saluran

drainase, embung, dan tanggul Aliran Sungai Batang Kuranji.

3. Perlu adanya sosialisasi mitigasi bencana banjir tentang aturan pembangunan di bantaran sungai agar ketika terjadi banjir maka kerusakan dan kerugian bisa diminimalisir.
4. Menghindari pembangunan di area rawan genangan melalui perencanaan tata ruang berbasis risiko banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., Bertarina, B., & Kastamto, K. (2022). ANALISIS KARAKTERISTIK ALIRAN SUNGAI PADA SUNGAI CIMADUR, PROVINSI BANTEN DENGAN MENGGUNAKAN HEC-RAS.
- Asdak, C. (2004). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (edisi kedua).
- Fattah. 2018. Analisis Penggunaan Metode HSS Nakayasu untuk Pengendalian Banjir di Kelurahan Sei Sikambing C II Kecamatan Helvetia Kota Medan.
- Gustave, S. P., 2013. Analisis Debit Banjir Rancangan Dengan Menggunakan Hidrograf Satuan Terukur Pada Daerah Aliran Sungai Progo Bagian Hulu. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Volume Vol. 17, p. 180.
- Setiawan, H., Jalil, M., S, M. E., Purwadi, F., Adios, S., Brata, A. W., & Jufda, A. S. (2020). ANALISIS PENYEBAB BANJIR DI KOTA SAMARINDA.
- Sholikha, D. E. Z., Sutoyo, S., & Rau, M. I. (2022). Pemodelan Sebaran Genangan Banjir Menggunakan HEC-RAS di Sub DAS Cisadane Hilir. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 7(2), 147-160.
- Utama, L., & Naumar, A. (2015). *Kajian kerentanan kawasan berpotensi banjir bandang dan mitigasi bencana pada daerah aliran sungai (DAS) Batang Kuranji Kota Padang*. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Asdak, C., 2012. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Yulita, M. H. S., Judi, K. N. & Ruslan, R., 2020. Keakuratan Debit Maksimum Metode Nakayasu Pada Sungai Temef. *Jurnal Teknik Sipil*, Volume Vol. 9, p. 143.