

**ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DAN KAPASITAS TAMPANG SUNGAI DI SEKITAR
KAWASAN SEMPADAN SUNGAI SOKONG KABUPATEN LOMBOK UTARA**

**ANALYSIS OF DESIGN FLOOD DISCHARGE AND RIVER CASE CAPACITY AROUND THE
SOKONG RIVER BORDER AREA, NORTH LOMBOK REGENCY**

Ari Ramadhan Hidayat^{*1}, Agustini Ernawati², Muhammad Khalis Ilmi³

^{1,2,3}Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram
Korespondensi: ari.utara82@gmail.com

ABSTRAK

Sejalan dengan program pemerintah Kabupaten Lombok Utara (KLU) untuk prioritas penanganan dan penataan Kawasan permukiman dan Kawasan rawan bencana yang ada di kecamatan Pemenang-Tanjung pada tahun 2022 maka perlu dilakukan beberapa kajian teknis untuk mendukung program tersebut. Salah satu kajian teknis yang bisa dilakukan adalah analisis banjir rancangan dan kapasitas sungai di sekitar ruas Sungai Sokong yang ada di Desa Tanjung, dimana pada lokasi tersebut merupakan lokasi yang tergolong padat penduduk, kumuh serta kawasan permukiman yang dekat dengan sempadan sungai. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran debit banjir rancangan serta kapasitas tampang sungai ruas sungai Sokong. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis hidrologi menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu untuk menentukan besaran debit banjir rancangan kala ulang 25 tahun (Q25th) serta analisis kapasitas tampang sungai dengan menggunakan bantuan *software Hec-RAS 4.1.0*. Hasil analisis menunjukkan bahwa Q25th yang terjadi di sepanjang ruas Sungai Sokong adalah sebesar 131,32 m³/s dan hasil simulasi menggunakan *software Hec-RAS 4.1.0* menunjukkan bahwa kapasitas ruas Sungai Sokong tidak dapat menampung Q25th tersebut. Oleh karena itu, perlu direncanakan penataan bangunan permukiman di sekitar kawasan sempadan Sungai Sokong dengan menaikkan elevasi bangunannya agar terbebas dari genangan banjir.

Kata Kunci: kapasitas tampang, sungai, Q25th, *Hec-RAS 4.1.0*,

ABSTRACT

In line with the North Lombok Regency (KLU) government program to prioritize handling and structuring residential areas and disaster-prone areas in the Pemenang-Tanjung sub-district in 2022, it is necessary to carry out several technical studies to support the program. One of the technical studies that can be carried out is an analysis of the design flood and river capacity around the Sokong River section in Tanjung Village, which is a location that is classified as densely populated, with slums and residential areas close to the river border. This study aimed to determine the magnitude of the design flood discharge and the cross-sectional capacity of the Sokong river section. The method used in this study is a hydrological analysis using the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph method to determine the amount of design flood discharge for the 25-year return period (Q25th) and analysis of river cross-sectional capacity using Hec-RAS 4.1.0 software. The results of the analysis show that the Q25th that occurs along the Sokong River section is 131.32 m³/s and the simulation results use Hec-RAS 4.1.0 software. shows that the capacity of the Sokong River segment cannot accommodate the Q25th. Therefore, it is necessary to plan the arrangement of residential buildings

around the border area of the Sokong River by raising the elevation of the building to be free from flood inundation.

Keywords: *cross-sectional capacity, river, Q25th, Hec-RAS 4.1.0, residential*

PENDAHULUAN

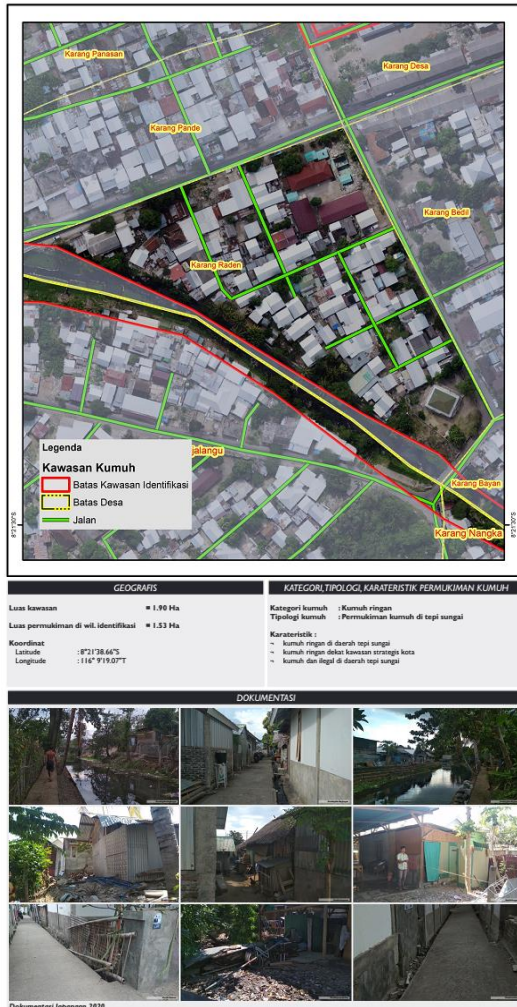
Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu lahan yang dibatasi oleh daratan-daratan yang memiliki elevasi yang lebih tinggi, dimana terdapat interkasi berbagai sumber daya alam di dalamnya, seperti: hewan, manusia, tumbuh-tumbuhan, sungai, danau, permukiman, dan masih banyak lagi. Kepadatan penduduk memiliki kaitan yang erat dengan DAS, dimana semakin tinggi kepadatan penduduk pada suatu DAS, maka akan berdampak signifikan terhadap penurunan kinerja DAS yaitu rentan terhadap resiko bencana alam seperti salah satunya adalah bencana banjir. Padahal disisi lain DAS dituntut untuk memiliki kinerja yang meningkat untuk menunjang sistem kehidupan masyarakat baik di bagian hulu maupun di hilir DAS. Oleh karena itu, sungai sebagai salah satu bagian utama DAS yang berfungsi sebagai penampung limpasan permukaan dan juga membawa aliran harus bekerja sesuai dengan kapasitas tampangnya memerlukan agar mengalirkan debit aliran rendah maupun debit banjir. Dengan adanya kemungkinan peningkatan kepadatan penduduk yang berdampak ke perkembangan wilayah, maka batas antara sungai sebagai sistem pembawa aliran dengan wilayah permukiman serta pemanfaatan lahan yang lain semakin bergeser ke arah sungai, hal ini akan mengganggu kinerja sungai sebagai penampung limpasan permukaan dan pembawa aliran serta juga mengurangi nilai pemanfaatan lahan yang ada mengingat akan sering tergenang di saat kondisi banjir.

Merujuk pada UU Nomor 1 Tahun 2011 (Indonesia, 2011) tentang Perumahan dan Permukiman bahwa penataan perumahan dan permukiman, maka perlu dilakukan antisipasi bencana yang mungkin terjadi. Belakangan ini, perubahan iklim yang terjadi di Indonesia khususnya di Kabupaten Lombok Utara saat ini berdampak signifikan terhadap frekuensi terjadinya banjir. Tercatat sudah terjadi lebih dari 4 kali kejadian banjir di Kabupaten Lombok Utara selama musim hujan dari Oktober 2021 sampai dengan Januari 2022. Kejadian terparah terjadi pada tanggal 6 Desember 2021 di Kecamatan

Pemenang-Tanjung dimana daerah yang terdampak merupakan daerah-daerah hilir yang padat permukiman dan penduduk (NTB, 2021), dengan kerugian materil yang tidak sedikit dan terdapat korban jiwa.

Sejalan dengan program pemerintah Kabupaten Lombok Utara untuk penataan kawasan permukiman kumuh dan rawan bencana di kecamatan Pemenang-Tanjung pada tahun 2022 maka perlu dilakukan penanganan mitigasi atau antisipasi bencana banjir secara komperehensif untuk mengatasi hal tersebut. Cara yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan beberapa kajian teknis terkait potensi atau kerentanan banjir yang mungkin terjadi, salah satunya adalah dengan melakukan analisis banjir rancangan dan kapasitas tampang sungai yang ada di sekitar kawasan kumuh dan rawan bencana serta dekat dengan sempadan sungai dengan pendekatan teoritis dan peninjauan langsung di lapangan yaitu seperti di ruas Sungai Sokong.

Sungai Sokong merupakan batas administratif antara Desa Tanjung dan Desa Sokong. Terdapat beberapa lingkungan permukiman kumuh dan padat penduduk yang ada pada ruas Sungai Sokong, yaitu lingkungan Karang Raden yang berada di Desa Tanjung dan di sebrangnya yaitu lingkungan Karang Seme yang masuk wilayah Desa Sokong (Gambar 1). Nantinya, hasil analisis tersebut bisa dijadikan rekomendasi atau acuan untuk penataan Kawasan serta langkah mitigasi yang bisa dilakukan untuk antisipasi bencana banjir yang mungkin terjadi beberapa waktu kedepan.



Gambar 1. Gambaran Lingkungan Karang Raden yang berada di Desa Tanjung dan Karang Seme yang masuk wilayah Desa Sokong yang terhubung langsung dengan Sungai Sokong (Pemerintah Kabupaten Lombok Utara, 2020)

TINJAUAN PUSTAKA

Permukiman

Permukiman merupakan satu-kesatuan atau sekelompok hunian di Kawasan Perkotaan atau Kawasan Perdesaan yang mempunyai fasilitas umum dan penunjang lainnya (Kementerian PUPR, 2016).

Sempadan sungai

Sempadan sungai merupakan bagian dari sungai yang berada di sisi kiri dan kanan sungai yang berfungsi sebagai bagian untuk mempertahankan fungsi Sungai sebagai penampung dan pembawa aliran dari limpasan permukaan. Sempadan sungai terdiri dari bantaran sungai, dimana bantaran

sungai merupakan bagian dari badan sungai yang membantu menambah kapasitas utama sungai dalam menampung kelebihan dari bagian utama pada badan sungai. Banjir di sempadan sungai pada musim hujan merupakan peristiwa alamiah yang mempunyai fungsi ekologis penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan kesuburan tanah (Irawan, 2017)



Gambar 2. Potongan melintang sempadan sungai

Banjir rancangan

Banjir atau hujan rancangan merupakan analisis hidrologi yang biasa dilakukan untuk perencanaan bangunan air tertentu. Besar banjir rancangan ini sangat tergantung dari nilai kala ulang (*return period*) yang ditetapkan, yang besarnya berbeda untuk setiap bangunan keairan. Kala ulang (*return period*) merupakan perkiraan waktu dimana debit atau hujan dengan nilai tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tinjauan kala ulang tersebut. Debit atau hujan dengan periode ulang T tahun dapat diperkirakan dengan data debit atau hujan untuk beberapa tahun pengamatan (Shih, Huang and Chou, no date) (Chow, V.T, 1988). Untuk menetapkan berapa kala untuk perencanaan suatu bangunan keairan yang sedang dirancang tidak pernah ada satu pedoman yang jelas serta memerlukan pemikiran dan pertimbangan mendalam. Kala ulang tersebut harus dapat menghasilkan rancangan yang mendekati kejadian nyatanya, sehingga nantinya diharapkan hasil perhitungan kala ulang dapat juga menghasilkan perencanaan bangunan keairan yang dapat berfungsi dengan baik.

Hidrograf satuan sintetis nakayasu (HSS Nakayasu)

Hidrograf satuan sintetis (HSS) adalah merupakan grafik (hidrograf) yang menyajikan hubungan antara kejadian limpasan langsung tanpa mempertimbangkan nilai aliran dasar (*base flow*)

yang didapatkan dari hujan efektif sebesar 1 mm dan jatuh pada suatu permukaan DAS dengan intensitas tetap dengan lama kejadian tertentu. HSS merupakan tiruan hidrograf dengan melibatkan beberapa parameter DAS, seperti: luas DAS, Panjang sungai utama DAS, dan parameter-parameter lainnya. Salah satu HSS yang banyak digunakan di Indonesia adalah hidrograf satuan sintetik metode Nakayasu.. Bentuk HSS Nakayasu diberikan pada Gambar 3. dan Persamaan 1 sampai Persamaan 10 berikut ini (Triatmodjo, 2016).

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{AR_e}{0,3T_p + T_{0,3}} \right) \quad (1)$$

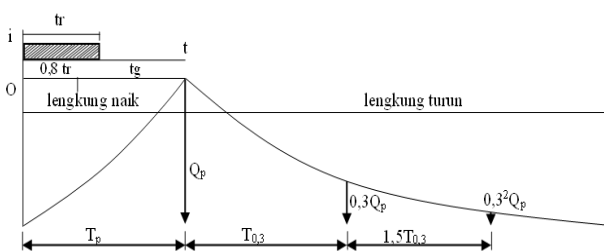
$$T_p = t_g + 0,8 T_r \quad (2)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \quad (3)$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \quad (4)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \quad (5)$$

$$T_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (6)$$



Gambar 3. Grafik HSS Nakayasu

dengan:

- Qp : debit puncak banjir (m³/s),
- A : luas DAS (km²)
- Re : curah hujan efektif (1 mm),
- Tp : waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam),
- T0,3 : waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam),
- tg : waktu konsentrasi (jam),
- tr : satuan waktu dari curah hujan (jam),
- A : koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2,
- L : panjang sungai utama (km)

Bentuk hidrograf satuan diberikan pada persamaan berikut ini.

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (7)$$

Untuk kurva turun 1 ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_r = Q_p \cdot 0,3 \frac{t - T_p + 0,5T_{0,3}}{T_{0,3}} \quad (8)$$

Untuk kurva turun 2 ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

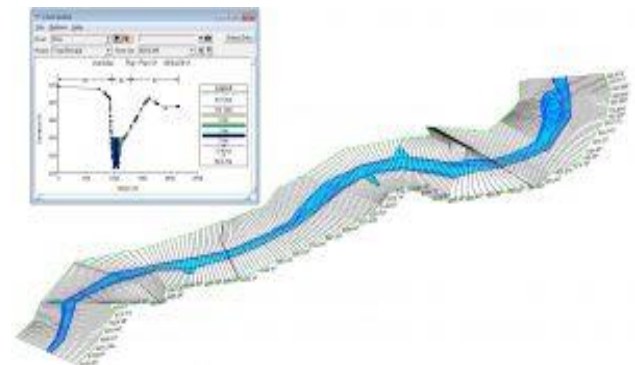
$$Q_d = Q_p \cdot 0,3 \frac{t - T_p + 0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \quad (9)$$

Pada kurva turun 3 ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3 \frac{t - T_p + 0,5T_{0,3}}{2T_{0,3}} \quad (10)$$

Penelusuran banjir atau kapasitas tampang sungai secara hidraulika

Penelusuran banjir secara hidraulika yaitu untuk menganalisis kemampuan pengaliran tampang sungai pada lokasi sungai yang ditinjau. Tahun 2016 pernah dilakukan simulasi peningkatan kapasitas Sungai Way Besai menggunakan software HEC-RAS dengan tampilan seperti pada Gambar 4. (Utami, Purwadi and Susilo, 2016). Adapun data yang digunakan adalah berupa data geometri sungai serta data debit maksimum di hulu. Pada hasil simulasi terjadi luapan pada beberapa bagian penampang sungai sehingga dilakukan penanganan berupa peningkatan kapasitas penampang salah satunya yaitu pelebaran ataupun pengerukan kedalaman sungainya. Hasil peningkatan kapasitas penampang sungai tersebut dapat meningkatkan kemampuan pengaliran tampang sungai.



Gambar 4. Software HEC-RAS untuk simulasi kapasitas tampang saluran atau sungai

METODE

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian berada di Ruas Sungai Sokong, Desa Tanjung. Sungai Sokong merupakan batas administratif antara Desa Tanjung dan Desa Sokong, Kecamatan Tanjung Kabupaten Lombok Utara. Terdapat beberapa lingkungan permukiman kumuh dan padat penduduk yang ada pada ruas Sungai Sokong, yaitu lingkungan Karang Raden yang berada di Desa Tanjung dan di sebrangnya yaitu lingkungan Karang Seme yang masuk wilayah Desa Sokong.



Gambar 5. Lokasi Penelitian

Ketersediaan data

Data-data yang didapatkan dari instansi terkait yang mendukung proses analisis data. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah berupa data curah hujan dari stasiun terdekat dengan lokasi penelitian dengan panjang data minimal 25 tahun (Tabel 1).

Tabel 1. Ketersediaan data

No	Data	Sumber
1	Data hujan harian stasiun hujan Santong, panjang data minimal. 25 tahun	PSDA BWS NT 1
2	Peta Google Earth Ruas Sungai Sokong	Google Earth
3	Cross Section Ruas Sungai Sokong	Pengukuran Langsung

Analisa data

Pada tahap ini dilakukan proses pengolahan data baik data yang berasal dari data sekunder maupun data primer dari pengukuran langsung di lapangan. Tahapan analisis data di bagi ke dalam tiga tahapan yaitu sebagai berikut:

- a. Analisis data hujan
Analisis data curah hujan harian maksimum dari stasiun pengukuran terdekat dilakukan untuk mendapatkan curah hujan kala ulang 25 tahun menggunakan metode analisis frekuensi. Dari hasil pengukuran curah hujan rancangan kala ulang 25 tahun kemudian dilakukan analisis debit banjir rancangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.
- b. Analisis data pengukuran
Analisis data dari hasil pengukuran menggunakan alat Theodolit dilakukan untuk mendapatkan bentuk penampang dan

kemiringan dasar sungai. Da ini dibutuhkan untuk mempermudah proses permodelan menggunakan *software HEC-RAS 4.1.0*

- c. Simulasi menggunakan *software HEC-RAS 4.1.0*

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dalam analisis data. Data-data yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi/permodelan ini adalah data yang diperoleh dari tahapan analisis sebelumnya yaitu berupa data debit banjir rancangan, bentuk penampang sungai, dan kemiringan dasar sungai. Dari hasil simulasi ini nanti akan diketahui apakah penampang sungai eksisting saat ini mampu menampung debit banjir yang direncanakan atau tidak. Setelah itu baru dapat ditentukan langkah-langkah dalam penataan kawasan disepanjang sempadan Sungai Sokong

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Data curah hujan yang dipakai yakni 1 (satu) stasiun hujan terdekat, yaitu Stasiun Santong. Jumlah series data yang digunakan yaitu dari tahun 1990-2018 (29 tahun). Data hujan dari stasiun Santong ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data curah hujan maksimum rerata tahunan

Tahun	hujan max (mm)	hujan setahun (mm)
2018	189.1	2961.0
2017	147.9	2607.3
2016	161.4	3383.4
2015	118.0	2293.3
2014	173.5	2221.9
2013	226.5	3292.8
2012	189.3	2549.5
2011	87.0	1932.6
2010	112.7	1261.4
2009	112.7	1362.4
2008	114.4	1683.7
2007	135.8	2202.0
2006	220.0	2450.2
2005	83.5	2339.5
2004	182.2	1744.9
2003	98.1	2057.4
2002	183.0	1614.2

Tahun	hujan max (mm)	hujan setahun (mm)
2001	67.0	1172.2
2000	98.9	1400.6
1999	122.2	2287.6
1998	120.0	1184.0
1997	140.0	1249.7
1996	107.0	1297.8
1995	74.5	1676.3
1994	152.8	1802.7
1993	80.5	1251.3
1992	157.1	2392.8
1991	227.9	2124.3
1990	182.7	2716.6
Rerata	138.0	1960.9

Besaran curah hujan rancangan dalam studi ini ditetapkan berdasarkan perancangan dengan periode ulang (kala ulang) 2 sampai dengan 1.000 dengan menggunakan basis data curah hujan maksimum rerata tahunan pada **Tabel 2**. Hujan rancangan didapatkan dari analisa distribusi frekuensi. Analisis frekuensi hujan dilakukan untuk menentukan persamaan yang tepat dalam memperkirakan nilai hujan rancangan kala ulang tertentu. Beberapa agihan atau distribusi yang bisa digunakan yaitu Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Gumbel, dan dengan Metode Log Pearson III. Untuk hasil perhitungan disajikan dalam **Tabel 3** dan **Tabel 4** dibawah ini. Selanjutnya dilakukan uji kesesuaian distribusi untuk mengetahui suatu kebenaran perkiraan pemilihan agihan dilakukan uji kesesuaian menggunakan dua metode yaitu uji Smirnov Kolmogorov dan uji Chi-Square.

Tabel 3. Hasil perhitungan hujan rancangan Metode Normal dan Log Normal

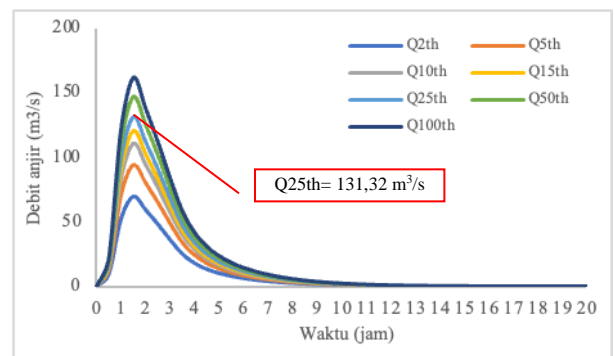
Kala Ulang	Metode			
	Normal		Log Normal	
T (tahun)	KT	XT	KT	XT
2	0.00	140.20	-0.16	132.58
5	0.84	179.50	0.79	177.30
10	1.28	200.04	1.42	206.38
25	1.75	221.95	2.19	242.67
50	2.05	236.10	2.77	269.45
100	2.33	248.83	3.34	296.04
1,000	3.09	284.50	5.25	385.39

Tabel 3. Hasil perhitungan hujan rancangan Metode Gumbel dan Log Person Type III

Kala Ulang	Metode			
	Gumbel		Log Pearson III	
T (tahun)	KT	XT	KT	XT
2	-0.16	132.53	0.03	134.14
5	0.72	173.79	0.85	177.80
10	1.31	201.12	1.26	204.69
25	2.04	235.64	1.68	236.75
50	2.59	261.25	1.94	259.41
100	3.14	286.67	2.18	281.17
1,000	4.94	370.68	2.81	349.38

Berdasarkan uji distribusi probabilitas menggunakan kedua metode tersebut, maka dalam kasus ini digunakan distribusi probabilitas Log Normal karena dapat diterima berdasarkan metode Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Kuadrat.

Analisis debit banjir rancangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu. Hasil analisis debit banjir dengan metode HSS Nakayasu dengan beberapa kala ulang dapat dilihat pada **Gambar 6** di bawah ini.



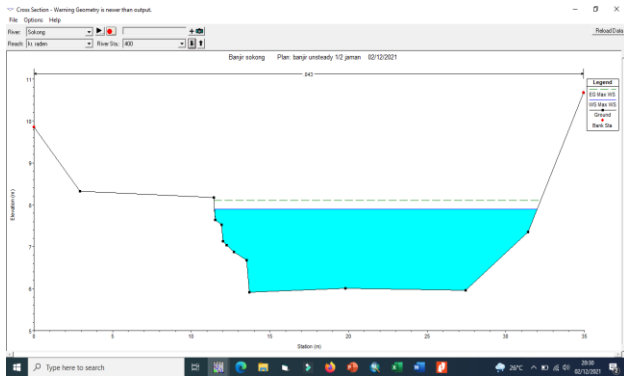
Gambar 6 Grafik Debit banjir rancangan metode HSS Nakayasu

Dari Gambar 6 di atas, hasil analisis menunjukkan bahwa debit banjir rancangan kala ulang 25 tahun (Q25th) adalah sebesar 131,32 m/s dengan jam puncak pada jam ke 1.5.

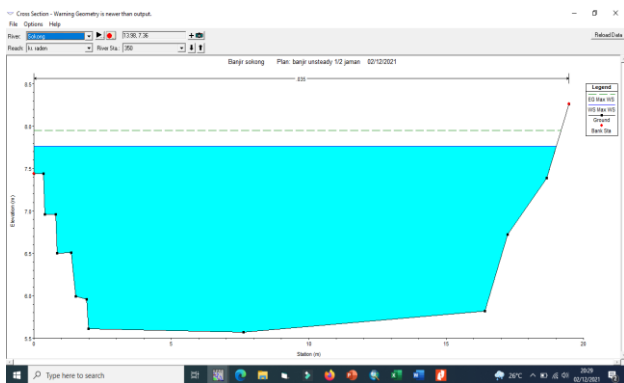
Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika pada penelitian ini menggunakan bantuan *software* Hec-RAS 4.1.0. Simulasi menggunakan *software* ini bertujuan untuk mengetahui apakah penampang saluran sungai eksisting masih mampu menampung debit banjir dengan kala ulang tertentu, dalam hal ini digunakan input data debit banjir hasil perhitungan

dengan metode HSS Nakayasu kala ulang 25 tahun yang didapatkan dari hasil analisa hidrologi. Berikut tampilan hasil simulasi *cross section* di beberapa *river station* menggunakan *software HEC-RAS 4.1.0*. disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 7 Kondisi penampang saluran Cross section + 400



Gambar 8 Kondisi penampang saluran Cross section + 350

Sementara itu, hasil analisis dalam bentuk tabel terkait dengan data teknis disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Hasil simulasi menggunakan *software HEC-RAS 4.1.0*

River Sta.	Q Total (m ³ /s)	Min. chann el (m)	W.S. Elev (m/m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)
450	47.38	5.03	7.68	0.0009	1.25	37.86
400	67.91	5.92	7.89	0.0044	2.03	33.39
350	66.98	5.57	7.76	0.0023	1.91	35
300	111.1	5.09	8.37	0.0024	2.38	46.76

River Sta.	Q Total (m ³ /s)	Min. chann el (m)	W.S. Elev (m/m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)
250	109.7	4.67	8.42	0.0012	1.87	58.56
200	130.9	5.21	8.53	0.0016	1.77	73.87
150	125.5	4.46	8.52	0.0001	0.68	184.2
100	121.4	4.41	8.36	0.0012	1.86	65.15
50	120.3	4.24	6.57	0.0298	5.49	21.92
0	120.1	3.49	6.26	0.0016	2.09	57.5

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software HEC-RAS 4.1.0* kapasitas tampang sungai sokong tidak dapat menampung debit banjir dengan kala ulang 25 tahun sebesar 131,32 m³/s. Oleh karena itu, perlu direncanakan penataan bangunan permukiman di sekitar kawasan sempadan Sungai Sokong dengan menaikkan elevasi bangunannya agar terbebas dari genangan banjir.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil penelitian ini adalah Q25th yang terjadi di sepanjang ruas Sungai Sokong adalah sebesar 131,32 m³/s dan hasil simulasi menggunakan *software Hec-RAS 4.1.0*. menunjukkan bahwa kapasitas ruas Sungai Sokong tidak dapat menampung Q25th tersebut. Oleh karena itu, perlu direncanakan penataan bangunan permukiman di sekitar kawasan sempadan Sungai Sokong dengan menaikkan elevasi bangunannya agar terbebas dari genangan banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T, dkk (1988) *Applied Hydrology*. Mc Grow-Hill Science Engineering.
- Indonesia (1990) *Surat Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 32 Tahun 1990 tentang Pengawasan Kawasan Lindung*. Jakarta.
- Indonesia (2011) *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman*.
- Irawan, R. (2017) *Kajian penataan sistem drainase*

- perkotaan berdasarkan rencana pola ruang.*
Institut Teknologi Sepuluh November,
Surabaya.
- Kementerian PUPR (2016) *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 02/PRT/M/2016 Tentang Peningkatan Kualitas terhadap Perumahan Kumuh dan Permukiman Kumuh.* Jakarta.
- Kurniasari, Nenden & Reswati, E. (2013) 'Kearifan Lokal Masyarakat Lamarera: Sebuah Ekspresi Hubungan Manusia dengan laut', *Buletin Riset Sosek Kelautan dan Perikanan*, Vol. 6 No.
- Natakusumah, D.K. (2011) 'Prosedur Umum Perhitungan Hidrograph Satuan Sintetis (HSS) untuk Perhitungan Hidrograph Banjir Rencana . Studi Kasus Penerapan HSS ITB-1', (November).
- NTB, H. (2021) 'Diterjang Banjir, BPBD KLU: Kawasan Pemenang Cukup Parah', *Harian NTB*, p. 3466. Available at: <https://hariantnb.com/berita/2021/12/06/3466/berita-utama/>.
- Pemerintah Kabupaten Lombok Utara (2020) *Identifikasi dan Evaluasi Permukiman Kumuh Kecamatan Pemenang-Tanjung tahun 2020.* KLU: PT. Plassa Gagas Persada.
- Poedjioetami, E. (2008) 'Penataan Ulang Kawasan Bantaran Sungai Dengan Menghadirkan Sentra Ekonomi Dan Rekreasi Kota'. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama. Available at: <https://jurnal.itats.ac.id/penataan-ulang-kawasan-bantaran-sungai-dengan-menghadirkan-sentra-ekonomi-dan-rekreasi-kota/>.
- Triatmodjo, B. (2016) *Hidrologi Terapan.* Yogyakarta: Beta Offset.
- Utami, T., Purwadi, O.T. and Susilo, G.E. (2016) 'Desain Penampang Sungai Way Besai Melalui Peningkatan Kapasitas Sungai', *Jurnal JRSDD*, 4(2), pp. 185–196.