

ANALISIS POTENSI BANJIR DAERAH IRIGASI DESA SEI SILAU BARAT KABUPATEN ASAHAN SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK NAKAYASU (HSS NAKAYASU)

Andreas Marganda Partogi Manalu, Yudha Hanova

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer,
Universitas Harapan Medan. Jl. H.M. Joni No.70C Medan
andreasmanaluz@gmail.com

Abstrak

Desa Sei Silau Barat di Kecamatan Setia Janji, Kabupaten Asahan, memiliki potensi pertanian yang tinggi namun sering terdampak banjir saat musim hujan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis luas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang menjadi catchment area pada Daerah Irigasi Sei Silau Barat, menentukan distribusi hujan yang paling sesuai melalui uji statistik Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, menghitung debit puncak (Q_p) pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun, serta menetapkan SNI yang relevan untuk penentuan Q_p . Data curah hujan harian diperoleh dari satelit NASA Giovanni, kemudian dianalisis menggunakan distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III, dengan hasil uji menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson III paling sesuai. Analisis topografi DAS menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) menunjukkan kemiringan lahan dominan 0–15%, yang cocok untuk pemukiman dan pertanian. Perhitungan debit puncak dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu menghasilkan nilai Q_p yang meningkat seiring bertambahnya kala ulang, dengan Q_p kala ulang 25 tahun sebesar 31,86 m³/s sesuai SNI 03-2415-2002 untuk perencanaan daerah irigasi. Hasil ini dapat menjadi acuan dalam perencanaan ulang saluran pembuang, tanggul, dan strategi pengendalian banjir di Sei Silau Barat.

Kata Kunci : HSS Nakayasu, Debit Puncak, DAS, SNI 03-2415-2002

I. PENDAHULUAN

Daerah Irigasi (DI) merupakan kesatuan lahan yang mendapat air dari satu jaringan irigasi, lahan yang mendapat air dari jaringan irigasi dapat bersumber dari sungai, bendungan, dll. Jaringan ini bertujuan untuk memastikan ketersediaan air secara cukup, terutama pada musim kemarau atau saat curah hujan tidak mencukupi untuk kebutuhan tanaman. Namun pada saat musim penghujan tiba Desa Sei Silau Barat sering sekali mengalami banjir yang mengakibatkan terjadinya gagal panen. Belum diketahui pasti dari mana sumber banjir tersebut, apakah dari hulu sungai, debit kala ulang hujan, atau Daerah Aliran Sungai (DAS)

Analisis ini menggunakan pendekatan distribusi probabilistik untuk memperkirakan besarnya curah hujan rencana berdasarkan kala ulang tertentu. Beberapa distribusi yang umum digunakan adalah distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III. Setiap distribusi memiliki karakteristik yang sesuai dengan bentuk data curah hujan historis. Pemilihan distribusi terbaik dilakukan dengan pengujian kesesuaian model menggunakan metode statistik seperti uji Chi-kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov, sehingga distribusi yang digunakan benar-benar mewakili pola kejadian hujan di wilayah tersebut.

Salah satu metode yang digunakan untuk memodelkan aliran banjir berdasarkan curah hujan efektif adalah Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. HSS Nakayasu dapat memberikan gambaran mengenai besarnya debit puncak dan waktu terjadinya puncak banjir, yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan sistem pengendalian banjir dan irigasi.

II. METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah pendekatan kuantitatif dengan metode analisis. Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa data dan aplikasi dalam mengamati dan menghitung potensi banjir di Desa Sei Silau Barat.

1.1 Aplikasi Pemetaan

Terdapat beberapa aplikasi pemetaan yang digunakan untuk mendukung data yang diperlukan :

1. Arc GIS, merupakan sebuah perangkat lunak yang berfungsi sebagai sistem informasi geografis
2. Google Earth Pro, merupakan salah satu aplikasi yang bisa dimanfaatkan untuk melihat bentuk bumi dari udara.

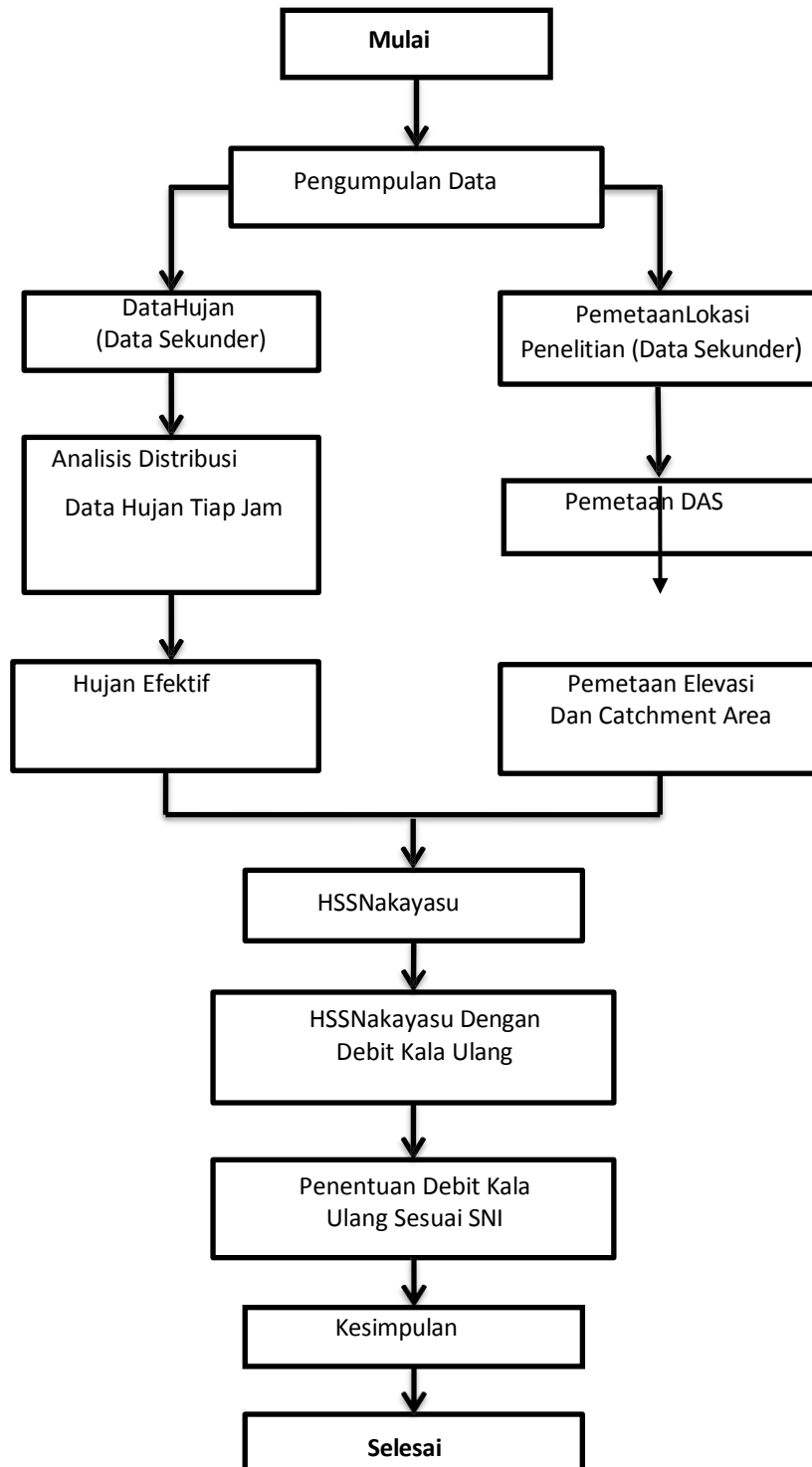
1.2 Data Hujan dan Elevasi

1. Data BMKG, Data Badan Meteorologi,

Klimatologi, dan Geofisika mencakup data curah hujan, tren harian hujan, pos hujan kerjasama, dan iklim harian.

2. Data *Global Precipitation Measurement* (GPM) merupakan data hujan satelit internasional yang mengamati curah hujan secara global.
3. Data *Digital Elevation Modeling* (DEM) merupakan representasi digital dari bentuk

permukaan topografi bumi dalam format grid raster yang menyajikan nilai elevasi atau ketinggian pada setiap titik/grid dalam area tertentu.

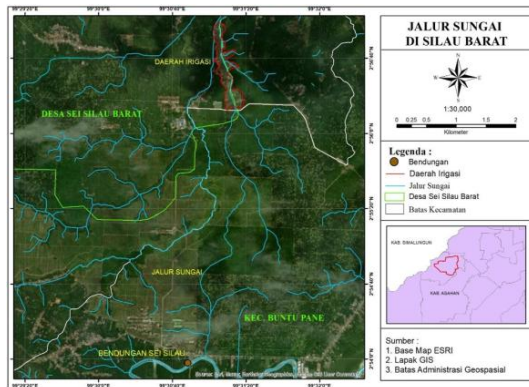


Gambar 1. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.3 Perhitungan Distribusi Hujan Rencana

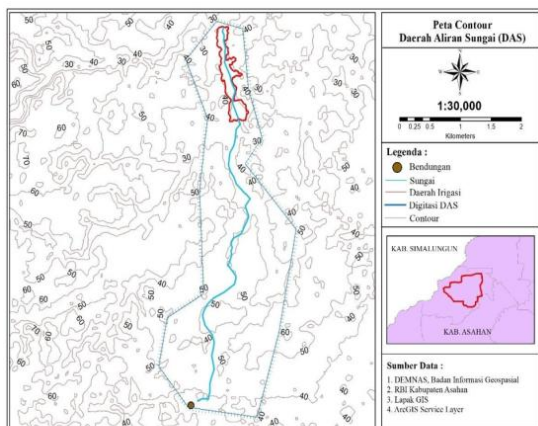
3.1 Jalur Sungai Daerah Irigasi Silau Barat



Gambar 2. Jaringan sungai daerah irigasi Sei Silau Barat

Gambar 1 memperlihatkan penyebaran sungai pada daerah irigasi Sei Silau Barat. Garis berwarna merah merupakan daerah irigasi dengan luas diperkirakan 15,6 hektar atau 0,15 km² dengan terdapat aliran sungai ditengah daerah irigasi tersebut. Aliran sungai yang terdapat di tengah daerah irigasi tersebut merupakan sumber pengairan terhadap tanaman yang dimanfaatkan petani atau masyarakat di sana untuk bercocok tanam.

3.2 Digitasi DAS dan Contour (Elevasi)



Gambar 3. Peta Contour daerah aliran sungai

Gambar 3 di atas menunjukkan kontur Daerah Aliran Sungai (DAS) SeiSilau, dengan luas Daerah Aliran Sungai sebesar 9,5 km² yang ditandai dengan garis bergerigi warna birutua dan Panjang sungai utama sebesar 6,7 km yang ditandai dengan garis berwarna biru muda, serta Daerah Irigasi yang ditandai dengan garis berwarna merah dengan luas sebesar 0,15 km².

Tabel 1. Data curah hujan

Data Curah Hujan			
No	Tahun	Rmax (mm)	Ri (mm)
1	2014	45.6246	77.6788
2	2015	38.3456	69.6733
3	2016	77.6788	67.5342
4	2017	55.5166	66.2845
5	2018	41.6457	55.5166
6	2019	43.4668	47.6086
7	2020	66.2845	45.6246
8	2021	69.6733	43.4668
9	2022	47.6086	41.6457
10	2023	39.9747	39.9747
11	2024	67.5342	38.3456
Jumlah		∑	593.3535
Banyak Data		n	11
Rata - Rata		R̄	53.9412

Data pada Tabel 1 di atas merupakan data hujan di Silau Barat dari tahun 2014-2024 menggunakan satelit dari data online nasa giovanni dengan koordinat sekitar 2°56'45.24" Lintang Utara dan 99°30'1.08" Bujur Timur. Rmax merupakan intensitas hujan paling tinggi pada tahun penelitian, sedangkan Ri merupakan pengurutan data hujan tertinggi ke terendah dari data Rmax tahunan.

Tabel 2. Data hasil perhitungan

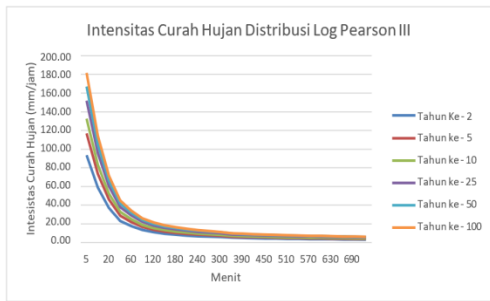
P	Tr	KTr	RTr
	(tahun)		(mm)
0.01	100	2.56	100
0.02	50	2.22	92
0.04	25	1.85	84
0.1	10	1.31	73
0.2	5	0.82	65
0.5	2	-0.05	52

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

- $P = \frac{1}{100}$
- = 0,01
- T_r = Periode kala ulang
- KT_r = Didapat dari ketentuan pada Tabel 2
- $RT_r = 10^{(1,719+2,56+0,11)}$
- = 100 mm , dilanjutkan untuk setiap perhitungan periode kala ulang.

Dari Tabel 2 di atas diperoleh hasil perhitungan curah hujan rancangan (RTr) dengan metode Distribusi Log Pearson III yaitu dengan kala ulang (Tr) 2 tahun adalah 52 mm, 5 tahun adalah 65 mm, 10 tahun adalah 73 mm, 25 tahun adalah 84 mm, 50 tahun adalah 92 mm, 100 tahun adalah 100

mm. Dari hasil perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan metode Log Pearson III ditemukan juga bahwa sama halnya dengan metode Log Normal, metode Normal dan metode Gumbel yaitu ketika periode ulang semakin besar maka semakin besar pula curah hujan rancangannya.



Gambar 4. Grafik Intensitas Curah Hujan

Gambar 4 di atas merupakan hasil perhitungan intensitas hujan rancangan distribusi Log Pearson III menggunakan metode monono bepada periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun. Grafik ini menunjukkan tren intensitas curah hujan rancangan semakin menurun tiap menit untuk semua periode ulang.

Tabel 3. Perhitungan curah hujan

Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun			Curah Hujan Periode Ulang 25 Tahun		
Jam Ke-	ΔRt (mm)	Re (mm)	Jam Ke-	ΔRt (mm)	Re (mm)
1	25.33	12.66	1	29.08	14.54
2	6.58	3.29	2	7.56	3.78
3	4.62	2.31	3	5.30	2.65
4	3.68	1.84	4	4.22	2.11
5	3.10	1.55	5	3.56	1.78
6	2.71	1.36	6	3.12	1.56

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 3 di atas merupakan hasil perhitungan curah hujan pada periode ulang 10 tahun dan 25 tahun. Pada periode ulang tersebut, dapat dilihat nilai curah hujan efektif (Re) tertinggi selalu terjadi pada jam ke-1, dan semakin tinggi tahun periode ulangnya maka semakin tinggi juga curah hujan efektif (Re) pada jam pertamanya.

3.4 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu)

HSS Nakayasu menggunakan beberapa parameter karakteristik DAS untuk perhitungannya, seperti luas DAS (A), panjang sungai utama (L), waktu puncak (Tp), waktu dasar (T0.3) dimana waktu penurunan dari debit puncak banjir hingga 30% dari debit puncak, dan para meter alfa (α) yang merupakan para meter karakteristik DAS yang sangat penting dalam HSS Nakayasu.

$$Q_p = \frac{AR}{3,6 (0,37T_p + T_{0,3})} \quad (1)$$

$$Q_p = \frac{9,5 \times 1}{3,6 (0,3(1,1132) + 1,3275)} \quad (2)$$

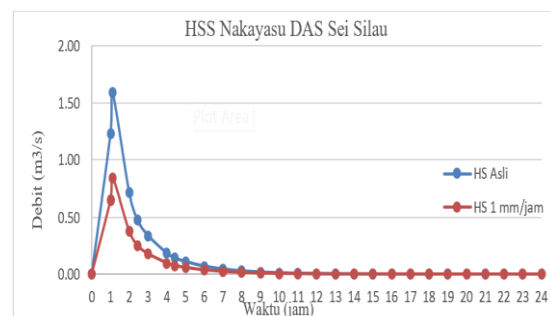
$$Q_p = 1,5882 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 4. Hasil perhitungan debit puncak

t (jam)	Qt (m3/s)	Qkoreksi (m3/s)
0	0.00	0.00000
1	1.227655	0.65126
1.11327	1.588238	0.84255
2	0.710653	0.37700
2.44081	0.476471	0.25277
3	0.339785	0.18025
4	0.185619	0.09847
4.43212	0.142941	0.07583
5	0.110490	0.05861
6	0.070208	0.03724
7	0.044612	0.02367
8	0.028348	0.01504
9	0.018013	0.00956
10	0.011446	0.00607
11	0.007273	0.00386
12	0.004621	0.00245
13	0.002937	0.00156
14	0.001866	0.00099
15	0.001186	0.00063
16	0.000753	0.00040
17	0.000479	0.00025
18	0.000304	0.00016
19	0.000193	0.00010
20	0.000123	0.00007
21	0.000078	0.00004
22	0.000050	0.00003
23	0.000032	0.00002
24	0.000020	0.00001
Jml Q (m3/s)	4.974	2.639
VLL (m3)	17907.82	9500.00
TLL (mm)	1.89	1.00

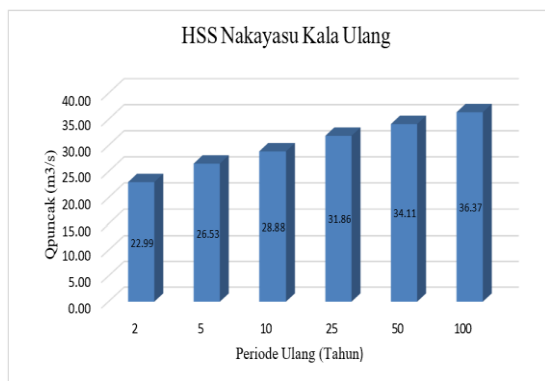
Dari hasil perhitungan di atas dapat dilihat debit puncak (Qp) terjadi pada jam ke 1,1 sebesar 1,58 m³/s, jumlah keseleruhan debit ialah 4,97 m³/s, volume limpasan langsung (VLL) sebesar 17907,82 m³, dan tinggi limpasan langsung (TLL) sebesar 1,89 mm. Perhitungan diatas juga mencari Q koreksi yang didapat dari nilai Qt dibagi dengan nilai TLL untuk setiap jamnya.

Maka dari hasil perhitungan di atas dapat dibuat dalam bentuk grafik di bawah ini.



Gambar 5. Grafik HSS Nakayasu DAS Sei Silau

Setelah nilai debit aliran sungai pada waktu tertentu (Q_t) didapat, maka selanjutnya kita mencari debit limpasan langsung (QLL) pada periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Nilai QLL didapat dengan memasukkan perhitungan curah hujan efektif dan HSS Nakayasu untuk DAS Sei Silau serta mencari terlebih dahulu debit aliran dasar (Q_{base}).



Gambar 6. Grafik HSS Nakayasu periode kala ulang

Pada Tabel 4 perhitungan dan pada Gambar 6 diatas, dapat dilihat hasil perhitungan Q_{puncak} pada periode kala ulang 2 tahun sebesar 22,99 m³/s, pada periode ulang 5 tahun nilai Q_{puncak} sebesar 26,53 m³/s, pada periode kala ulang 10 tahun nilai Q_{puncak} sebesar 28,88m³/s, pada periode kala ulang 25 tahun nilai Q_{puncak} sebesar 31,86 m³/s, pada periode kala ulang 50 tahun nilai Q_{puncak} sebesar 34,11 m³/s, dan pada periode kala ulang 100 tahun nilai Q_{puncak} sebesar 36,37 m³/s.

Dapat dilihat pada setiap periode kala ulangnya, semakin tinggi periode kala ulangnya maka semakin tinggi juga debit puncak (Q_{puncak}). Menurut SNI 03-2415-2002 dan hasil analisis yang dilakukan, periode kala ulang yang digunakan untuk daerah aliran sungai ialah kala ulang 25 tahun, dimana HSS Nakayasu kala ulang 25 tahun pada hasil analisis memiliki nilai debit puncak pada sungai sebesar 31,86 m³/s.

IV. KESIMPULAN

Dari analisis yang dilakukan maka didapatkan hasil dan kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu sebesar 9,5 km² dengan panjang sungai utama sebesar 6,7 km.
2. Metode distribusi yang dipilih adalah Log Pearson III karena memenuhi syarat uji parameter Chi Kuadrat, dan Smirnov Kolmogorov.

3. Perhitungan debit puncak menggunakan metode HSS Nakayasu menunjukkan bahwa semakin besar periode kala ulang, maka semakin besar pula debit puncak yang dihasilkan. Dapat dilihat Q_p pada periode kala ulang 2 tahun sebesar 22,99 m³/s, pada periode ulang 5 tahun nilai Q_p sebesar 26,53 m³/s, pada periode kala ulang 10 tahun nilai Q_p sebesar 28,88 m³/s, pada periode kala ulang 25 tahun nilai Q_p sebesar 31,86 m³/s, pada periode kala ulang 50 tahun nilai Q_p sebesar 34,11 m³/s, dan pada periode kala ulang 100 tahun nilai Q_p sebesar 36,37 m³/s.
4. Berdasarkan SNI 03-2415-2002, untuk analisis hidrologi pada daerah aliran sungai (DAS) dan perencanaan irigasi, digunakan kala ulang 25 tahun sebagai dasar perhitungan debit rencana. Dari hasil analisis, diperoleh bahwa nilai debit puncak (Q_{puncak}) untuk kala ulang 25 tahun adalah sebesar 31,86 m³/s.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Afani, A., Maulidya, D., & Wulandari, A., 2019. Analisis penggunaan peta kontur dalam penentuan morfologi daerah rawan banjir. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(1), 23–30.
- 2) Asdak, C., 2010, *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai* (Edisike-2). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- 3) BMKG., 2018. *Data Curah Hujan dan Iklim Harian Tahun 1981–2018*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- 4) ESRI, 2021, *Arc GIS Desktop: Release 10.8* [Software]. Environmental Systems Research Institute, Inc.
- 5) SNI2415: 2016, *Tata Cara Perhitungan Hujan Rancangan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).