

ANALISIS HIDROLIKA ALIRAN SALURAN SEKUNDER DI DESA PARIT BARU KECAMATAN SELAKAU KABUPATEN SAMBAS DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS

Mardhika Akbar Syawaludin*¹⁾, Ika Muthya Anggraini ²⁾, Zainal Wahyu ³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Panca Bhakti Pontianak
Koresponden email : saputra.mas29@gmail.com

Diterima : 2 November 2022

Disetujui : 15 Desember 2022

ABSTRACT

Floods can occur due to high rainfall, intensity, or damage due to wrong land use. In addition, floods can also be caused by climate change, disruption of the flow of rainwater in rivers, reduction of the surface area that absorbs water due to the construction of many buildings and the occurrence of forest destruction, overflow of the main rivers that pass through residential and urban areas, due to the intensity of rainfall. which is high in the upper reaches of the river which also often causes flooding. Knowing the planned flood discharge with return periods of 2, 5 and 10 years and simulating the flood water level on the channel cross-section that is experiencing overflow using HEC-RAS software with return periods. The data needed in the analysis include hydrological analysis, hydraulic analysis, river geometry data input, and discharge data input. Based on the results of hydrological analysis using the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph method in the secondary canal of Parit Village, Selakau District, Sambas Regency with a return period of $Q_{2th} = 56.13 \text{ m}^3/\text{second}$, $Q_{5th} = 56.18 \text{ m}^3/\text{second}$, and $Q_{10th} = 56.21 \text{ m}^3/\text{second}$. Based on the results of the analysis using the HEC-RAS 5.0.7 program with calculated debits from the hydrological results, the potential for flooding is generated at all stations from upstream to downstream.

Keywords : Rainfall, Peak Discharge , HEC-RAS 5.0.7, Nakayasu HSS Method

ABSTRAK

Banjir dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi, intensitas, atau kerusakan akibat penggunaan lahan yang salah. Selain itu banjir juga dapat disebabkan oleh perubahan iklim, gangguan pengaliran air hujan di dalam sungai, pengurangan luas permukaan tanah yang menyerap air karena banyak berdirinya bangunan dan terjadinya kerusakan hutan, meluapnya sungai-sungai utama yang melalui daerah pemukiman dan perkotaan, akibat intensitas curah hujan yang tinggi di daerah hulu sungai yang juga sering menyebabkan banjir. Mengetahui debit banjir rencana dengan periode ulang 2, 5 dan 10 tahun dan mensimulasi muka air banjir terhadap penampang saluran yang mengalami luapan menggunakan software HEC-RAS dengan kala ulang. Data-data yang diperlukan dalam analisis seperti analisa hidrologi, analisis hidrolika, input data geometri sungai, dan input data debit. Berdasarkan hasil analisa hidrologi menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu pada saluran sekunder Desa Parit Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas dengan periode ulang $Q_{2th} = 56.13 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{5th} = 56.18 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan $Q_{10th} = 56.21 \text{ m}^3/\text{detik}$. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan program HEC-RAS 5.0.7 dengan debit yang telah dihitung dari hasil hidrologi menghasilkan potensi banjir di seluruh station dari hulu sampai bagian hilir.

Kata Kunci : Curah Hujan, Debit Puncak, HEC-RAS 5.0.7, Metode HSS Nakayasu

PENDAHULUAN

Air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi-penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai ke permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan di mana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah.[1]

Saluran sekunder di Desa Parit Baru Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas merupakan salah satu saluran yang mengalir wilayah perkebunan. Seperti di beberapa daerah di Indonesia, banyak saluran yang tidak efektif sehingga musim hujan, banyak wilayah yang tergenang. Hal tersebut yang menyebabkan banjir di daerah Desa Parit Baru.

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System (RAS)*, yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources (IWR)*, di bawah *US Army Corps of Engineers (USACE)*. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*).[2] HEC-RAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan. Oleh sebab itu diperlukan perencanaan dan perhitungan yang matang untuk memperkirakan terjadinya luapan banjir.

Justifikasi Masalah Penelitian

1. Berapa perhitungan debit banjir rencana 2, 5 dan 10 tahun?
2. Bagaimana proses analisa simulasi aliran banjir dengan metode steady flow menggunakan software HEC-RAS dengan kala ulang debit rencana 2, 5 dan 10 tahun?

Tujuan dari penelitian

1. Mengetahui debit banjir rencana dengan periode ulang 2, 5 dan 10 tahun.
2. Mensimulasi muka air banjir terhadap penampang saluran yang mengalami luapan menggunakan software HEC-RAS dengan kala ulang.

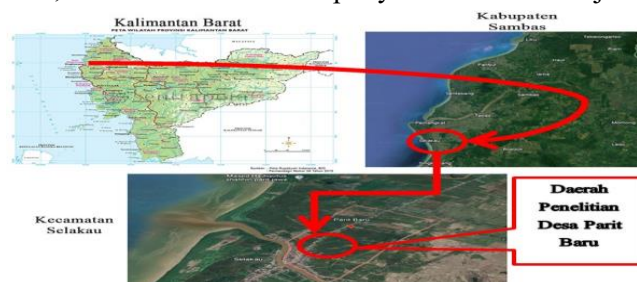
Manfaat Penelitian

1. Untuk kajian dan pengembangan ilmu pengetahuan tentang daerah perairan agar dapat mengurangi resiko terjadinya banjir.
2. Dapat digunakan sebagai bahan informasi pemerintah Kabupaten Sambas dalam pengembangan pengendalian banjir.
3. Sebagai bahan referensi dan masukan untuk penelitian selanjutnya khususnya yang berkaitan dengan penggunaan software HEC-RAS.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Parit Baru, Kecamatan Selakau, Kabupaten Sambas, Provinsi Kalimantan Barat yang secara astronomis, Desa Parit Baru terletak pada posisi 1°03'54"N 108°03'54"E dan 1°05'18"N 108°57'45"E sampai dengan 1°03'21"N 108°58'56"E dan 1°05'17"N 108°58'46"E, Desa Parit Baru mempunyai 4 dusun serta jumlah penduduk sebanyak 6.827 jiwa.



Gambar 1. Peta Lokasi Desa Parit Baru Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas Provinsi Kalimantan Barat (Google Earth)

Data Yang Dibutuhkan

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan oleh peneliti sebagai objek penulisan. Data primer yang dibutuhkan yaitu :

- a. Ukuran potongan melintang dan memanjang.
- b. Elevasi potongan melintang dan memanjang.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang berhubungan dengan penelitian yang kita lakukan. Pengumpulan data sekunder diperoleh berdasarkan acuan dan literatur yang berhubungan dengan materi, karya tulis ilmiah yang berhubungan dengan penelitian atau dengan mendatangi instansi terkait untuk mengambil data-data yang diperlukan. Data sekunder yang dibutuhkan yaitu :

- a. Peta wilayah
- b. Peta topografi sungai
- c. Data curah hujan.

Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini adalah :

1. GPS (Global Position System)

Alat ini digunakan untuk mengambil bentuk aliran sungai dan menandai beberapa titik koordinat lokasi.

2. Automatic Level Waterpass

Alat ini digunakan untuk mengukur elevasi saluran.

3. Kamera Digital

Alat ini digunakan untuk mengambil gambar kondisi sungai di lokasi penelitian.

4. Meteran

Alat ini digunakan untuk menentukan jarak pengukuran.

5. Laptop

Alat ini digunakan untuk menjalankan aplikasi HEC-RAS serta pengolahan data hasil penelitian.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi langkah awal yang harus dilakukan adalah mengolah data curah hujan yang telah ada. Setelah itu menentukan parameter statistik (S_d , C_s , C_k , dan C_v). Distribusi frekuensi curah hujan dengan menggunakan metode Log Pearson III. [3] Selanjutnya hasil tersebut digunakan untuk mencari debit banjir rencana dengan metode HSS Nakayasu.

2. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika penampang sungai dihitung dengan menggunakan program HEC-RAS. Data-data yang diperlukan dalam analisis penampang sungai sebagai berikut:

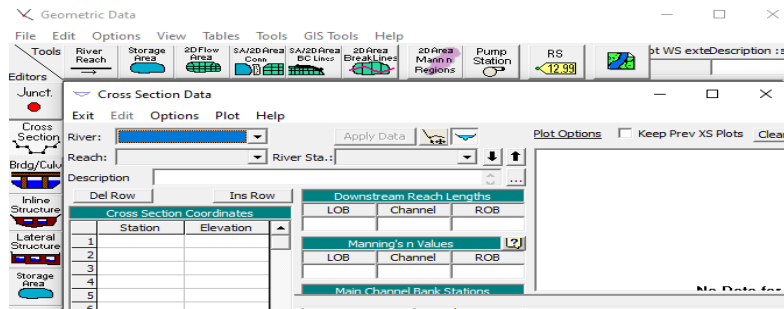
- a. Penampang memanjang sungai.
- b. Potongan melintang sungai.
- c. Data debit yang melalui sungai.
- d. Angka manning penampang sungai.

Tahap-tahap analisis hidrolika dengan program HEC-RAS adalah sebagai berikut :

3. Input Data Geometri Sungai

Tahap-tahap dalam input data geometri sungai sebagai berikut :

- a. Menggambar alur sungai dengan klik pada *River Reach*. Dalam menggambar alur sungai titik pertama yang dibuat adalah hulu sungai.
- b. Input data penampang melintang dengan klik pada *cross section*, akan keluar tampilan seperti gambar 2 Pilih *add a new cross section* pada menu *Option*.



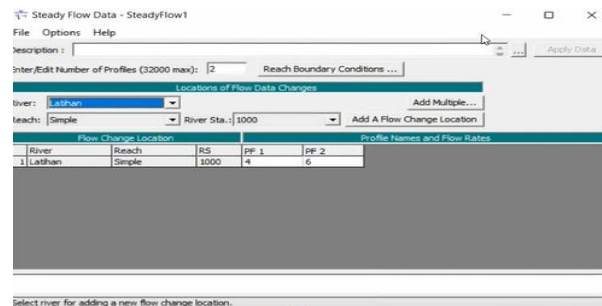
Gambar 2. Tampilan *Input* Data Potongan Melintang Sungai Program HEC-RAS (Screenshot Aplikasi HEC-RAS)

Data-data yang dimasukkan pada *Input* data yaitu :

- Rever Sta = Nama potongan melintang diisi dengan angka yang berurutan.
- Station = Jarak kumulatif antara titik elevasi potongan dari titik paling pinggir yang bernilai 0.
- Elevation = Elevasi titik pada station.
- Downstream Reach Lengths = Jarak tiap Potongan melintang sungai dengan potongan melintang sebelumnya.
- Manning's n Value = Nilai angka manning saluran.
- Main Channel Bank Station = Station titik saluran utama sungai
- Cont/Exp Coeficient = Koefisien konstruksi dan ekspansi

4. **Input Data Debit**

Pada menu Edit pilih Steady Flow Data. Tampilan yang keluar adalah seperti pada gambar 3 Data debit yang digunakan adalah debit rencana yang didapat dari hasil analisis hidrologi dengan menggunakan metode HSS Nakayasu. Dan selanjutnya pada reach boundary condition pilih Known W.S. [4]

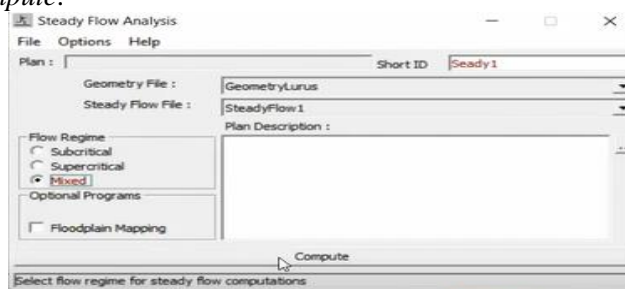


Gambar 3. Tampilan Input Data Debit Rencana (Screenshot Aplikasi HEC-RAS)

Ganti angka pada *Enter/Edit Number of Profiles* dengan banyaknya besaran debit banjir yang akan dipakai dalam analisis. Lalu isi besaran debit pada *Profile Names and Flow Rates*.

5. **Analisis Data-data Yang Telah Dimasukkan**

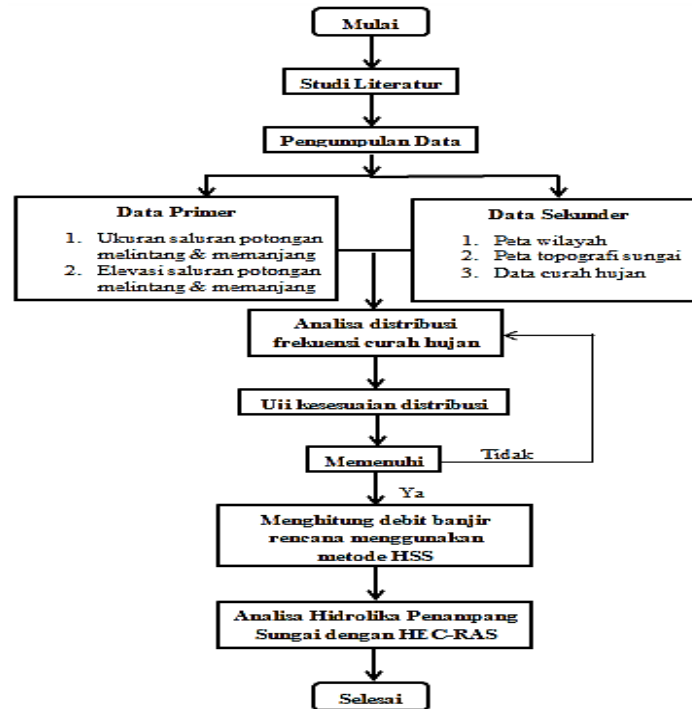
Setelah semua data dimasukkan pada tampilan Gambar 4. Pilih *Steady Flow Analysis* pada menu *Run*. Lalu klik *Compute*.



Gambar 4. Tampilan Analisis Project Program HEC-RAS (Screenshot Aplikasi HEC-RAS)

Setelah selesai, hasil analisis dapat dilihat pada menu *View* dengan memilih jenis tampilan hasil analisis.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Hidrologi

1. Perhitungan Curah Hujan

Pengumpulan data harian hujan diperoleh dari data BMKG Stasiun Meteorologi Paloh.[5] Data harian hujan dilakukan rekapitulasi hujan harian maksimum, didapatkan data harian hujan per-bulan dan data harian hujan per-tahun. Data curah hujan diambil dari stasiun yang terdekat atau berada di wilayah Daerah Sambas, yaitu Stasiun Meteorologi Paloh dengan data curah yang tersedia 10 tahun terakhir. Data hujan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Tahunan Di Stasiun Meteorologi Paloh (BMKG)

Tahun / Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Maksimum Hari Rata-rata R24 (mm)
2012	81.80	50.60	50.40	43.00	36.30	26.30	63.50	53.50	12.40	66.80	59.80	58.80	81.80
2013	42.30	81.20	13.60	106.70	68.70	34.10	178.70	86.00	82.60	28.40	40.60	233.40	233.40
2014	60.50	32.00	65.30	16.40	51.70	5.10	11.30	54.00	40.30	37.40	107.60	102.20	107.60
2015	113.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.30	46.80	30.50	54.50	68.30	113.20
2016	72.70	162.50	28.50	47.50	41.50	106.60	47.40	27.00	16.60	78.60	70.30	73.50	162.50
2017	71.70	116.20	33.30	50.30	34.50	89.30	96.00	52.90	63.00	70.60	41.60	73.20	116.20
2018	212.00	110.00	13.20	84.60	41.60	93.40	40.60	20.60	108.90	67.10	99.80	41.00	212.00
2019	91.20	150.30	25.10	27.20	27.30	37.00	92.80	14.70	6.50	98.00	46.80	325.70	325.70
2020	110.40	43.30	32.70	73.60	102.90	42.30	154.50	71.90	37.90	40.60	77.10	85.00	154.50
2021	150.70	120.40	89.80	55.40	33.30	18.90	207.40	45.20	62.50	75.10	95.90	33.80	207.40

2. Analisis Frekuensi Log Pearson Type III

Dalam mengolah data curah hujan rencana, terlebih dahulu dilakukan perhitungan dispersi yaitu menghitung standar deviasi, koefisien variasi, koefisien skewness, dan koefisien kurtosis.

Berikut adalah perhitungan analisis frekuensi Log Pearson Type III :

Tabel 2. Metode Frekuensi Log Pearson Type III (Hasil Perhitungan)

No	Tahun	Xi	Log Xi	(Log Xi-Log X)	(Log Xi-Log X) ²	(Log Xi-Log X) ³	(Log Xi-Log X) ⁴
1	2012	81.8	1.91	-0.29	0.081792	-0.02339	0.00669
2	2013	233.4	2.37	0.17	0.028681	0.00486	0.00082
3	2014	107.6	2.03	-0.17	0.027867	-0.00465	0.00078

No	Tahun	Xi	Log Xi	(Log Xi-Log X)	(Log Xi-Log X) ²	(Log Xi-Log X) ³	(Log Xi-Log X) ⁴
4	2015	113.2	2.05	-0.145	0.020996	-0.00304	0.00044
5	2016	162.5	2.21	0.01	0.000147	0.00000	0.00000
6	2017	116.2	2.07	-0.13	0.017833	-0.00238	0.00032
7	2018	212	2.33	0.13	0.016279	0.00208	0.00027
8	2019	325.7	2.51	0.31	0.098641	0.03098	0.00973
9	2020	154.5	2.19	-0.01	0.000096	0.00000	0.00000
10	2021	207.4	2.32	0.12	0.013939	0.00165	0.00019
Σ		1714.3	21.99	0.000	0.31	0.00609	0.01924

a. Rata-rata (Log X)

$$\text{Log X} = \frac{\sum(\text{Log } X_i)}{n}$$

$$\text{Log X} = \frac{21.99}{10}$$

$$\text{Log X} = 2.20$$

b. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0.31}{10-1}}$$

$$S = 0.18$$

c. Koefisien Skewness (CS)

$$CS = \frac{n}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3$$

$$CS = \frac{10}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot 0.184^3} \cdot (0.00609)$$

$$CS = 0.135$$

d. Koefisien Kurtosis (CK)

$$CK = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4$$

$$CK = \frac{10^2}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot (10-3) \cdot 0.184^4} \cdot (0.01924)$$

$$CK = 3.296$$

e. Koefisien Variasi (Cv)

$$CV = \frac{S}{X}$$

$$CV = \frac{0.184}{2.20}$$

$$CV = 0.084$$

3. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Periode Ulang dengan Metode Log Person Type III
 Metode perhitungan Log Person Type III untuk menganalisis hujan rencana pada metode ini telah diperhitungkan nilai rata-rata (X) dan Standar Deviasi (S), untuk nilai K (koefisien Log Person Type III).

Contoh perhitungan untuk periode ulang 2 tahun :

$$X_t = X + KT \cdot S$$

$$X_t = 171.43 + -0.066 \times 0.18$$

$$X_t = 171.42 \text{ mm}$$

Perhitungan selanjtnya dapat dilihat pada tabel 3 di bawah.

Tabel 3. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Periode Ulang Metode Log Person Type III (Hasil Perhitungan)

Periode Ulang	KT	X	S	Xt (mm)
2	-0.066	171.43	0.18	171.42
5	0.816			171.58
10	1.317			171.67

Hasil Perhitungan Aliran Dasar/ Base Flow



Gambar 6. Peta Batas-batas Desa (Google Earth)

Untuk perhitungan aliran dasar/base flow yang diperlukan adalah :

1. Luas DAS Data Catchment Area (A) = 5.75 Km²
2. Panjang Sungai (L) = 1.2 km
3. Kerapatan Jaringan Kuras (D) = $D = L/A$
 $D = 1.2/5.75$
 $D = 0.209 \text{ km/km}^2$
4. Aliran Dasar/Base Flow (QB) = $QB = 0.4751 \times A^{0.6444} \times D^{0.9430}$
 $QB = 0.4751 \times 5.75^{0.6444} \times 0.209^{0.9430}$
 $QB = 0.335 \text{ m}^3/\text{detik}$

Hasil Perhitungan Hidrograf Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

1. Hasil Perhitungan Curah Hujan Efektif (Rn)

Contoh perhitungan curah hujan efektif (Rn) untuk periode ulang 2 tahun.

$$Rn = 0.8 \times R$$

$$Rn = 0.8 \times 171.42$$

$$Rn = 137.13$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat dalam tabel 4.

Tabel 4. Curah Hujan Rencana Efektif (Hasil Perhitungan)

Periode ulang	2	5	10
Hujan Max (mm)	171.42	171.58	171.67
	0.8	0.8	0.8
Rn	137.13	137.26	137.34

Contoh perhitungan distribusi hujan efektif jam-jaman ke 1 untuk periode 2 tahun.

$$RT = 0.550 \times Rn$$

$$RT = 0.550 \times 137.13$$

$$RT = 75.42 \text{ mm}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat dalam tabel 5.

Tabel 5. Distribusi Hujan Rencana Efektif Jam-jaman (Hasil Perhitungan)

Jam ke (Tr)	RT	Hujan Efektif (Rn)(mm)		
		2	5	10
		137.13	137.26	137.34
1	0.550	75.42	75.50	75.54
2	0.143	19.61	19.63	19.64
3	0.100	13.71	13.73	13.73
4	0.080	10.97	10.98	10.99
5	0.067	9.19	9.20	9.20
6	0.059	8.09	8.10	8.10

2. Hasil Perhitungan Debit Rencana Metode HSS Nakayasu

Untuk menentukan debit rencana dengan menggunakan metode HSS Nakayasu, terlebih dahulu perlu diketahui beberapa parameter yang ada di DAS Desa Parit Baru Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas. Berdasarkan dari peta wilayah dapat diketahui bahwa luas DAS 5.75 Km² dan panjang saluran 1.2 Km.

Diketahui :

1. Luas DAS (A) = 5.75 Km²
2. Panjang Sungai (L) = 1.2 km
3. α = $(0.47 \times (A \times L))^{0.25/Tg}$
= 3.19
4. R₀ = 1 mm (Ketetapan)

Untuk L < 15 Km

5. Nilai T_g
 $T_g = 0.21 \times L^{0.7}$
 $T_g = 0.21 \times 1.14$
 $T_g = 0.24$ jam
6. Nilai T_r
 $T_r = 0.5 \times T_g$
 $T_r = 0.5 \times 0.24$
 $T_r = 0.12$ jam
7. Nilai T_p
 $T_p = T_g + 0.8 \times T_r$
 $T_p = 0.24 + 0.8 \times 0.12$
 $T_p = 0.33$ jam
8. Nilai T_{0.3}
 $T_{0.3} = \alpha \times T_g$
 $T_{0.3} = 3.19 \times 0.24$
 $T_{0.3} = 0.76$ jam
9. Nilai t = 0.5 x T_{0.3}
 $t = 0.5 \times T_{0.3}$
 $t = 0.5 \times 0.76$
 $t = 0.38$ jam
10. Nilai t = 1.5 x T_{0.3}
 $t = 1.5 \times T_{0.3}$
 $t = 1.5 \times 0.76$
 $t = 1.14$ jam
11. Nilai t = 2 x T_{0.3}
 $t = 2 \times T_{0.3}$
 $t = 2 \times 0.76$
 $t = 1.52$ jam
12. Nilai t turun T_p + T_{0.3}
 $t = T_p + T_{0.3}$
 $t = 0.33 + 0.76$
 $t = 1.10$ jam
13. Nilai t turun T_p + T_{0.3} + 1.5 x T_{0.3}
 $t = T_p + T_{0.3} + 1.5 \times T_{0.3}$
 $t = 1.10 + 0.76 + 1.14$
 $t = 2.24$ jam
14. Nilai Q_p
 $Q_p = \frac{1}{3.6} \times A \times R_0 \times \frac{1}{(0.3 \times T_p) + T_{0.3}}$
 $Q_p = \frac{1}{3.6} \times 5.75 \times 1 \times \frac{1}{(0.3 \times 0.33) + 0.76}$
 $Q_p = 1.85$ m³/dt
15. Persamaan hidrograf satuan untuk kurva naik dengan $0 \leq t \leq T_p$ yaitu :
 $Q_t = Q_p \times (t/T_p)^{2.4}$
 $Q_t = 1.85 \times (t/0.33)^{2.4}$
 $Q_t = 0$
16. Persamaan hidrograf satuan untuk kurva turun dengan $T_p \leq t < T_p + T_{0.3}$ yaitu :
 $Q_t = Q_p \times 0.3^{(t-T_p)/T_{0.3}}$
 $Q_t = 1.85 \times 0.3^{(1-0.33/0.76)}$
 $Q_t = 0.157$
 $T_p + T_{0.3} \leq t < T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$ yaitu :
 $Q_t = Q_p \times 0.3^{(t-T_p + 0.5 T_{0.3}/1.5 \times T_{0.3})}$
 $Q_t = 1.85 \times 0.3^{(4 - 0.33 + 0.38 / 1.10)}$
 $Q_t = 0.012$
 $t > T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$ yaitu :
 $Q_t = Q_p \times 0.3^{(t-T_p + 0.5 T_{0.3}/2 \times T_{0.3})}$
 $Q_t = 1.85 \times 0.3^{(6 - 0.33 + 0.38 / 1.52)}$
 $Q_t = 0.0003$

Tabel 6. Ordinat Hidrograf Satuan (Hasil Perhitungan)

t (jam)	Qt (m ³ /s)	Keterangan
0	0.000	$0 \leq t \leq T_p$
1	0.157	$T_p \leq t < T_p + T_{0.3}$
2	0.327	
3	0.098	$T_p + T_{0.3} \leq t < T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3}$
4	0.012	
5	0.001	$t > T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3}$
6	0.0003	

Dari tabel ordinat HSS Nakayasu diatas dapat dilihat bahwa debit puncak berada pada angka 0.327 m³/det dan terjadi pada jam kedua.

Contoh perhitungan untuk hujan jam-jaman 1 sebagai berikut :

Perhitungan debit banjir rencana dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dihitung dengan prinsip super posisi.

$$Q1 = R_{n1} \times HS_1$$

$$Q1 = 0.157 \times 75.42$$

$$Q1 = 11.82 \text{ m}^3/\text{det}$$

Debit (Q) m³/det :

$$Q = Q1 + QB$$

$$Q = 11.82 + 0.335$$

$$Q = 12.14 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada table 7 s/d table 9.

Tabel 7. Hidrograf Satuan Banjir Rencana Debit Periode 2 Tahun (Hasil Perhitungan)

Waktu (t) jam	HS (m ³ /det)	Hujan Jam-jaman (mm/jam)							Debit (Q) m ³ /det
		1	2	3	4	5	6	7	
		75.42	19.61	13.71	10.97	9.19	8.09	Base Flow	
0.00	0	0.0000						0.335	0.34
1.00	0.157	11.8090	0.0000					0.335	12.14
2.00	0.327	24.6874	31.1062	0.0000				0.335	56.13
3.00	0.098	7.4062	9.3318	18.0847	0.0000			0.335	35.16
4.00	0.012	0.9364	1.1799	2.2866	4.5391	0.0000		0.335	9.28
5.00	0.001	0.0842	0.1061	0.2056	0.4082	0.8144	0.0000	0.335	1.95
6.00	0	0.0253	0.0318	0.0617	0.1225	0.2443	0.4883	0.335	1.31

Tabel 8. Hidrograf Satuan Banjir Rencana Debit Periode 5 Tahun (Hasil Perhitungan)

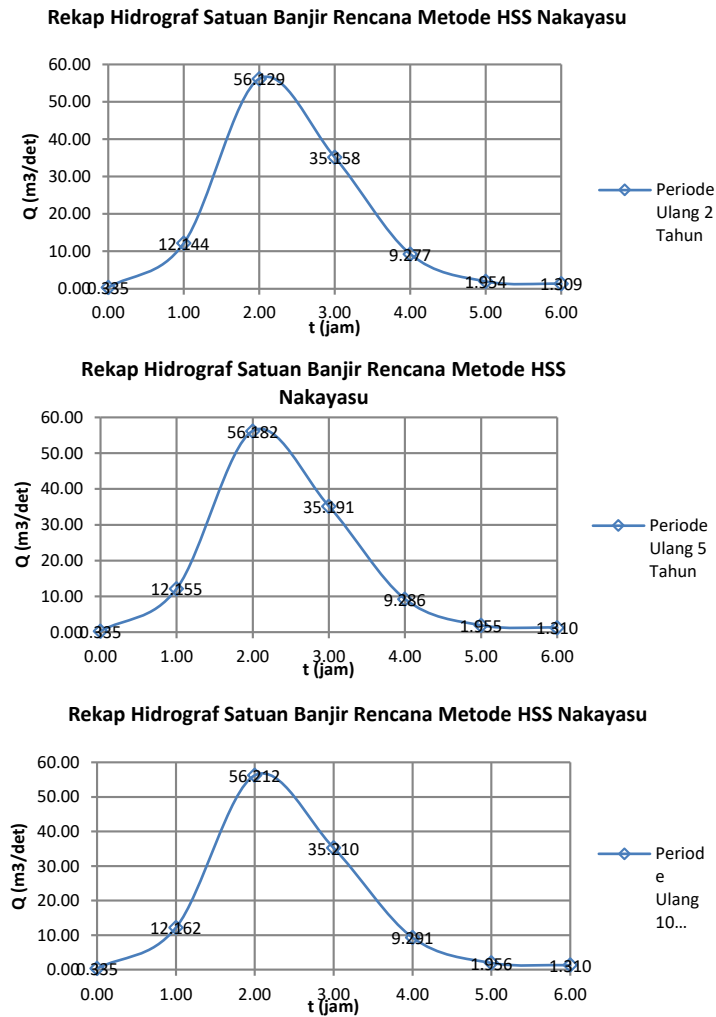
Waktu (t) jam	HS (m ³ /det)	Hujan Jam-jaman (mm/jam)							Debit (Q) m ³ /det
		1	2	3	4	5	6	7	
		75.50	19.63	13.73	10.98	9.20	8.10	Base Flow	
0.00	0	0.0000						0.335	0.34
1.00	0.157	11.8202	0.0000					0.335	12.16
2.00	0.327	24.7109	31.1357	0.0000				0.335	56.18
3.00	0.098	7.4133	9.3407	18.1018	0.0000			0.335	35.19
4.00	0.012	0.9373	1.1810	2.2888	4.5435	0.0000		0.335	9.29
5.00	0.001	0.0843	0.1062	0.2058	0.4086	0.8152	0.0000	0.335	1.96
6.00	0	0.0253	0.0319	0.0617	0.1226	0.2445	0.4887	0.335	1.31

Tabel 9. Hidrograf Satuan Banjir Rencana Debit Periode 10 Tahun (Hasil Perhitungan)

Waktu (t) jam	HS (m ³ /det)	Hujan Jam-jaman (mm/jam)							Debit (Q) m ³ /det
		1	2	3	4	5	6	7	
		75.54	19.64	13.73	10.99	9.20	8.10	Base Flow	
0.00	0	0.0000						0.335	0.34
1.00	0.157	11.8265	0.0000					0.335	12.16
2.00	0.327	24.7242	31.1525	0.0000				0.335	56.21
3.00	0.098	7.4173	9.3457	18.1116	0.0000			0.335	35.21
4.00	0.012	0.9378	1.1817	2.2900	4.5459	0.0000		0.335	9.29
5.00	0.001	0.0843	0.1063	0.2059	0.4088	0.8156	0.0000	0.335	1.96
6.00	0	0.0253	0.0319	0.0618	0.1226	0.2447	0.4890	0.335	1.31

Tabel 10. Rekapitulasi Hidrograf Satuan Banjir Rencana (Hasil Perhitungan)

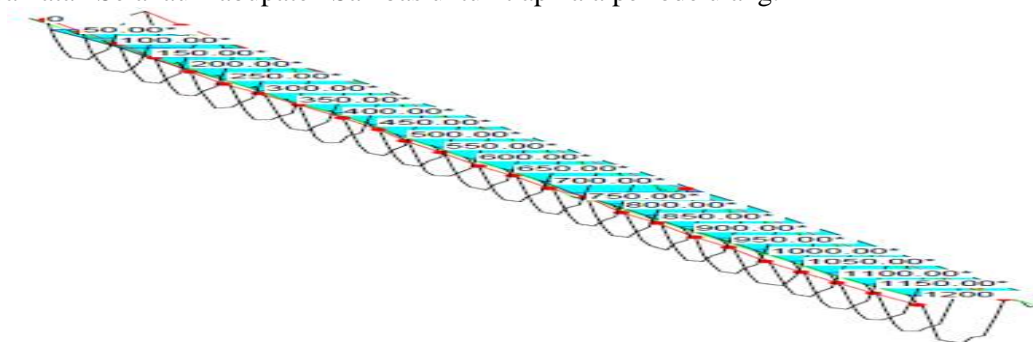
Waktu (t) jam	Debit (Q) Periode Ulang (m ³ /det)		
	2	5	10
0.00	0.335	0.335	0.335
1.00	12.144	12.155	12.162
2.00	56.129	56.182	56.212
3.00	35.158	35.191	35.210
4.00	9.277	9.286	9.291
5.00	1.954	1.955	1.956
6.00	1.309	1.310	1.310



Gambar 7. Grafik Ordinat Hidrograf HSS Nakayasu Periode Ulang 2,5, dan 10 Tahun (Hasil Perhitungan)

Analisis Kapasitas Penampang Sungai Berbasis HEC-RAS

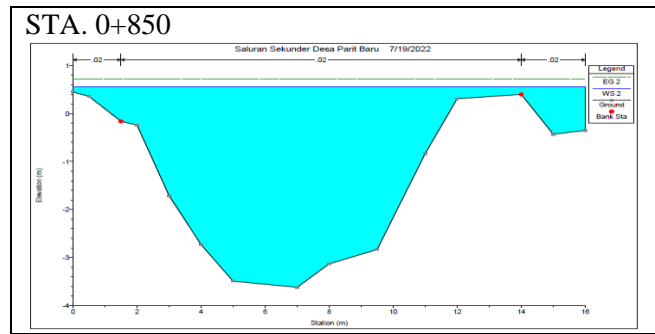
Berikut adalah hasil kapasitas pengaliran di tiap penampang saluran sekunder Desa Parit Baru Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas untuk tiap kala periode ulang.



Gambar 8. Gambar Profil Memanjang Analisis HEC-RAS (Hasil Perhitungan)

Dari gambar profil muka air saluran sekunder Desa Parit Baru Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas terlihat hampir semua stasiun yang mengalami banjir dimana sempadan kiri dan sempadan kanan sungai berada di bawah elevasi debit banjir rencana di daerah hulu sampai hilir.

1. Untuk Debit Rencana periode ulang 2 Tahun

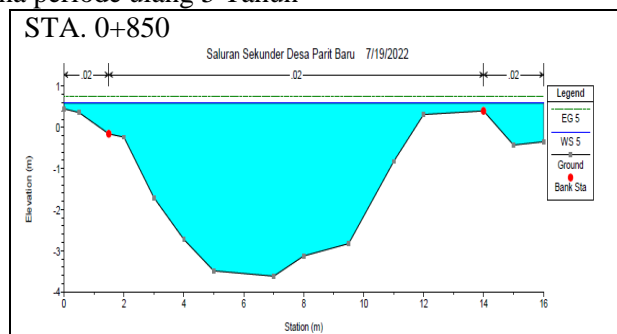


Gambar 9. Gambar Profil Melintang Analisis HEC-RAS Q2 Tahun (Hasil Perhitungan)

Tabel 11. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS Periode Ulang 2 Tahun (Hasil Perhitungan)

Reach	River Sta	Profile	Q Tota	Crit W.S.	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Avg. Vel	Flow Area	Top Width
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)
Sekunder	850	2	56.13	-1.02	0.56	0.72	0.0005	1.79	32.7	16

2. Untuk Debit Rencana periode ulang 5 Tahun

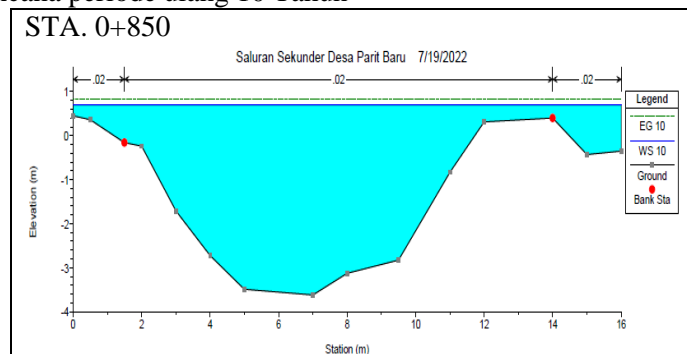


Gambar 10. Gambar Profil Melintang Analisis HEC-RAS Q5 Tahun (Hasil Perhitungan)

Tabel 12. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS Periode Ulang 5 Tahun (Hasil Perhitungan)

Reach	River Sta	Profile	Q Tota	Crit W.S.	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Avg. Vel	Flow Area	Top Width
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)
Sekunder	850	5	56.18	-1.02	0.59	0.74	0.0005	1.77	33.16	16

3. Untuk Debit Rencana periode ulang 10 Tahun



Gambar 11. Gambar Profil Melintang Analisis HEC-RAS Q10 Tahun (Hasil Perhitungan)

Tabel 13. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS Periode Ulang 10 Tahun (Hasil Perhitungan)

Reach	River Sta	Profile	Q Tota	Crit W.S.	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Avg. Vel	Flow Area	Top Width
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)
Sekunder	850	10	56.21	-1.02	0.7	0.84	0.0004	1.69	34.89	16

Dari gambar penampang melintang saluran diatas pada periode ulang 2, 5, dan 10 tahun dapat dilihat bahwa di stasiun 0+850 terdapat luapan banjir yang melewati batas kiri kanan tebing saluran.

KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa hidrologi menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu pada saluran sekunder Desa Parit Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas didapat nilai debit puncak yaitu :
 $Q_{2th} = 56.13 \text{ m}^3/\text{detik}$
 $Q_{5th} = 56.18 \text{ m}^3/\text{detik}$
 $Q_{10th} = 56.21 \text{ m}^3/\text{detik}$
Dari hasil tersebut debit terkecil adalah $Q_{2th} = 56.13 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan debit terbesar adalah $Q_{10th} = 56.21 \text{ m}^3/\text{detik}$.
2. Hasil analisis dengan menggunakan program HEC-RAS 5.0.7 dengan debit yang telah dihitung dari hasil hidrologi $Q_{2th} = 56.13 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{5th} = 56.18 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{10th} = 56.21 \text{ m}^3/\text{detik}$, didapat perhitungan nilai permukaan air kritis yaitu di elevasi -1.02 karena penampang muka air basa yang dihitung oleh program HEC-RAS 5.0.7 melebihi dari nilai elevasi permukaan air kritis bahwa saluran sudah mengalami peringatan banjir yang terjadi sehingga diperlukan upaya perbaikan saluran untuk mengendalikan banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Asdak, Chay, 2014. *Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press
- [2]Brunner, Gary W., 2016. *HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual*, US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC), United States.
- [3]Triatmojo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset: Yogyakarta.
- [4]Istiarto.2014.*SimulasiAliran 1 Dimensidengan HEC RAS*. Yogyakarta.
- [5]BMKG Online. "Data iklim." *Data Online Pusat Database - BMKG* (2022).