



Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Linelean Di Titik Jembatan Desa Linelean Kecamatan Modoinding Kabupaten Minahasa Selatan

Gabriella Langkun^{#a}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#b}, Cindy J. Supit^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^agabrielalangkun021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrysumarauw@unsrat.ac.id, ^c@cindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Sungai Linelean yang terletak di Desa Linelean, Kecamatan Modoinding, Kabupaten Minahasa Selatan, melintasi area lahan pertanian yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap banjir. Banjir yang terjadi mengakibatkan kerugian bagi masyarakat, khususnya petani. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian debit banjir sebagai langkah strategis untuk mengurangi risiko banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis debit banjir dan tinggi muka air Sungai Linelean dengan menggunakan metode *Log Person III* dalam penentuan frekuensi hujan, berdasarkan data curah hujan harian maksimum selama 15 tahun (2009-2023) dari Pos Hujan Klimatologi Tompasso berdasarkan analisis *Polygon Thiessen*. Pemodelan hidrologi dilakukan menggunakan program *HEC-HMS* dengan metode *HSS-Soil Conservation Service (SCS)* untuk hujan aliran, metode *SCS Curve Number (CN)* untuk estimasi kehilangan air, serta metode *recession* untuk perhitungan aliran dasar (*baseflow*). Dilakukan kalibrasi parameter *HSS-SCS* sebelum melakukan simulasi debit banjir dengan menggunakan uji debit puncak. Kemudian dilakukan analisis debit banjir dengan parameter terkalibrasi menggunakan program komputer *HEC-HMS*. Debit puncak hasil simulasi setiap kala ulang dimasukkan dalam program komputer *HEC-RAS* untuk menentukan elevasi tinggi muka air pada penampang sungai yang telah diukur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa STA 0+40 tidak terjadi luapan pada debit banjir di setiap kala ulang. Namun pada STA 0+80 hingga STA 0+200 sungai tidak dapat menampung debit banjir dan terjadi luapan pada semua kala ulang.

Kata kunci: debit puncak, HEC-HMS, HEC-RAS, Sungai Linelean, tinggi muka air

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Banjir merupakan masalah yang seringkali terjadi di sebagian wilayah Indonesia pada saat musim penghujan. Banjir dapat terjadi karena intensitas hujan yang meningkat sehingga menyebabkan sungai tidak lagi mampu untuk menampung volume air yang besar. Banjir dapat berdampak buruk bagi masyarakat, maka dari itu sangat perlu untuk melakukan upaya pengendalian banjir agar dapat mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh banjir. Analisis hidrologi diperlukan untuk mengkaji debit banjir rencana di wilayah DAS, sehingga perencanaan pengendalian banjir dapat dilakukan dengan baik.

Sungai Linelean merupakan sungai yang terletak di Kabupaten Minahasa Selatan Tepatnya di desa Linelean Kecamatan Modoinding. Sungai ini melewati lahan pertanian yang ada sehingga masalah banjir sangat mengganggu dan merugikan masyarakat khususnya penduduk yang berprofesi sebagai petani. Melihat masalah yang terjadi di sungai Linelean, maka diperlukan upaya pengendalian debit banjir sebagai langkah strategis untuk mengurangi risiko terjadinya banjir. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk perencanaan penanggulangan banjir di wilayah aliran sungai Linelean.

1.2. Rumusan Masalah

Kejadian banjir yang terjadi pada sungai Linelean memerlukan perencanaan pengendalian banjir. Untuk kebutuhan perencanaan tersebut, perlu dilakukan penelitian karena belum adanya data debit banjir pada sungai Linelean.

1.3. Batasan Penelitian

1. Titik kontrol terletak di jembatan sungai Linelean, 200 meter ke arah hulu.
2. Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian maksimum
3. Analisis Hidrologi dihitung dengan bantuan program komputer *HEC-HMS* dan *HEC-RAS* untuk analisis Hidraulika
4. Kala ulang rencana dibatasi pada 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

1.4. Tujuan Penelitian

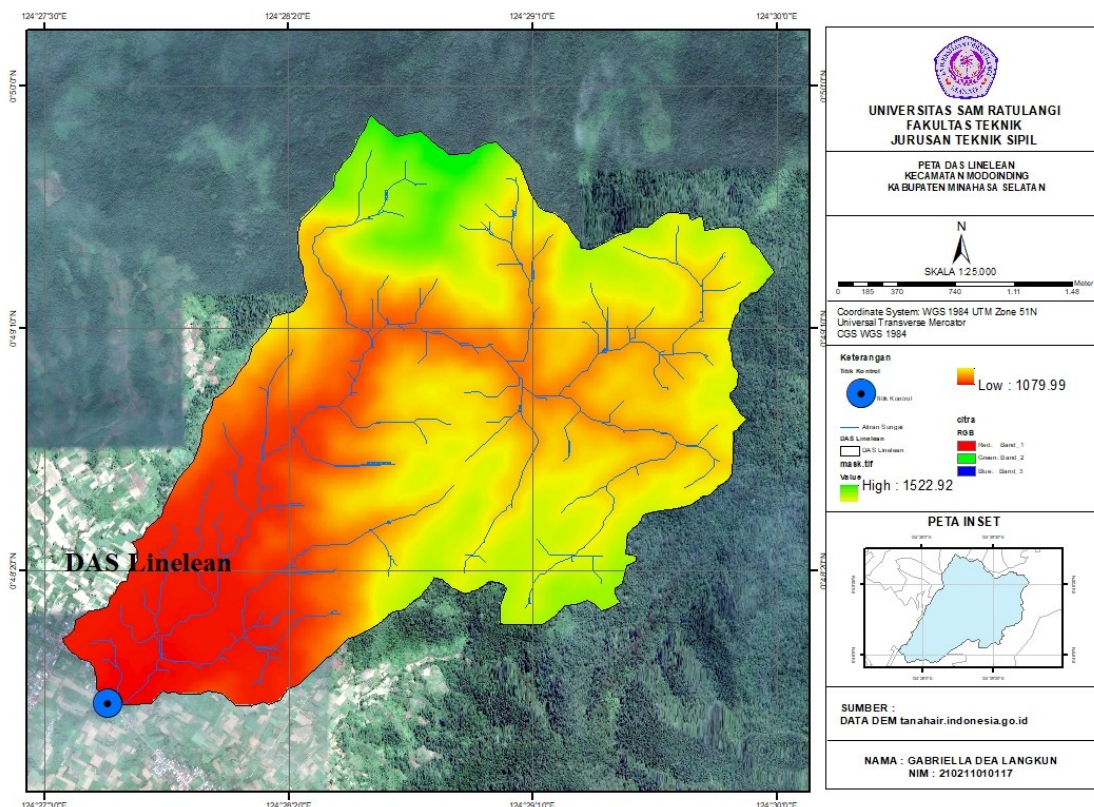
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan data debit banjir dan tinggi muka air sungai Linelean, Kecamatan Modinding terhadap kala ulang rencana 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pihak atau instansi terkait dalam penanggulangan masalah banjir di Sungai Linelean, serta menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.6. Lokasi Penelitian

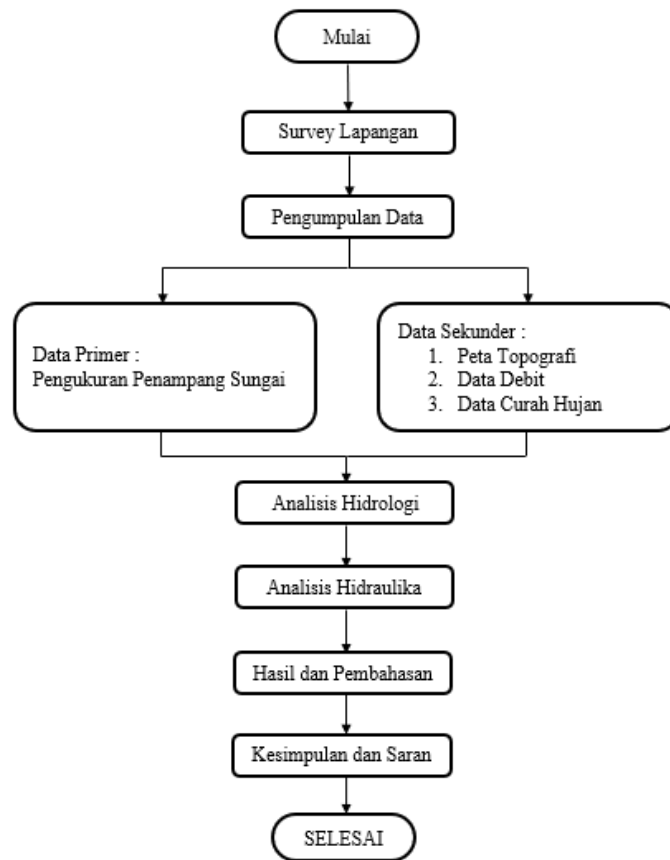
Sungai Linelean terletak di desa Linelean, Kecamatan Modinding Kabupaten Minahasa Selatan. Tepatnya pada jembatan Linelean dan secara geografis terletak pada $0^{\circ}47'53.11''$ Lintang Utara dan $124^{\circ}27'42.98''$ Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (ArcMap 10.8)

2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses berkelanjutan dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara kontinyu.

3.2. Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah dataran yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut melalui sungai utama.

3.3. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan kawasan adalah proses pengolahan data curah hujan dari beberapa stasiun hujan untuk mendapatkan besaran hujan di suatu wilayah. Metode yang digunakan untuk menganalisis hujan kawasan adalah Metode Aritmatika, Metode *Polygon Thiessen* dan Metode *Isohyet*.

1) Metode Aritmatika

Metode aritmatika adalah metode dasar dan yang paling sederhana dalam menganalisis curah hujan rata-rata yang jatuh di dalam suatu kawasan.

2) Metode *Polygon Thiessen*

Penggunaan metode ini dititikberatkan pada analisis curah hujan dengan rata-rata berat kuantitas hujan (*weighted average*) pada wilayah DAS yang ditinjau. Dengan kata lain, metode

ini menganalisis seberapa besar bobot/wilayah pengaruh dari penyebaran tiap-tiap stasiun hujan pada daerah tersebut.

3) Metode *Isohyet*

Metode *Isohyet* adalah salah satu metode untuk menganalisis rata-rata curah hujan wilayah yang menggunakan garis bantu dengan nilai hujan yang setara.

3.4. Analisis *Outlier*

Data outlier adalah data yang secara statistik menyimpang jauh dari kumpulan datanya. Data hidrologi yang diukur atau nilai yang diperoleh sudah mengandung kesalahan. Namun dalam keadaan data yang ada analisa data dapat diteruskan. Uji outlier dilakukan untuk mengoreksi data sehingga baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya.

Uji data *outlier* mempunyai 3 syarat, yaitu:

1. Koefisien *skewness* dari data sampel $> +0,4$, maka diperlu dilakukan pemeriksaan *outlier* atas,
2. Koefisien *skewness* dari data sampel $< -0,4$, maka perlu dilakukan *outlier* bawah,
3. $-0,4 < \text{koefisien } skewness < +0,4$, maka perlu dilakukan pemeriksaan *outlier* atas dan *outlier* bawah sekaligus sebelum menghilangkan data yang dipandang sebagai *outlier*. Rumus yang digunakan:

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} \quad (1)$$

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$Cs_{log} = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{log}^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (3)$$

$$\text{Outlier tinggi: } \text{Log } X_h = \overline{\log x} + Kn \cdot S_{log} \quad (4)$$

$$\text{Outlier rendah : } \text{Log } X_l = \overline{\log x} - Kn \cdot S_{log} \quad (5)$$

Dengan:

Cs_{log}	=	Koefisien kemencengan dalam log.
S_{log}	=	Simpangan baku.
$\overline{\log x}$	=	Nilai rata – rata.
Kn	=	Nilai K (diambil dari <i>outlier test K value</i>) tergantung dari jumlah data yang dianalisis.
$\text{Log } X_h$	=	<i>Outlier</i> tinggi.
$\text{Log } X_l$	=	<i>Outlier</i> rendah.
n	=	Jumlah data.

Nilai Kn dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Kn = (-3,62201) + (6,28446 \times n^{\frac{1}{4}}) - (2,49835 \times n^{\frac{1}{2}}) + (0,491436 \times n^{\frac{3}{4}}) - (0,037911 \times n) \quad (6)$$

3.5. Parameter Statistik

Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: rata – rata hitung (*mean*), simpangan baku (standar deviasi), kemencengan (koefisien *skewness*), koefisien variasi, dan koefisien kurtosis.

a) Rata – rata Hitung (*Mean*)

Rata-rata nilai (*mean*) adalah sejumlah nilai (n) yang dijumlahkan lalu dibagi dengan banyaknya data dan biasanya dinyatakan dengan simbol \bar{X} dengan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (7)$$

Dengan:

\bar{X}	=	Nilai rata-rata
n	=	Jumlah data
X_i	=	Nilai varian

b) Simpangan Baku

Umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata – rata maka nilai S akan besar, tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata – rata maka S akan kecil:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (8)$$

Dengan :

S = Standar deviasi.

\bar{X} = Nilai rata – rata.

n = Jumlah data.

X_i = Nilai varian.

c) Koefisien *Skewness* (Kemencengan)

Kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata – rata hitung dari suatu distribusi.

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2).S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (9)$$

Dengan :

Cs = Koefisien Kemencengan.

S = Standar deviasi.

\bar{X} = Nilai rata – rata

n = Jumlah data.

X_i = Nilai varian.

d) Kofisien Variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata – rata hitung dari suatu distribusi.

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (10)$$

Dengan :

Cv = Koefisien variasi

S = Standar deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

3.6. *Pemilihan Distribusi Probabilitas*

Salah satu tujuan dalam analisis distribusi peluang adalah menentukan periode ulang (return period). Menurut Bambang Triatmodjo, periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu (x_T) akan disamai atau dilampaui satu kali dalam jangka waktu tertentu. Fungsi distribusi peluang yang dipergunakan dalam penulisan ini adalah Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi *Gumbel*, Distribusi *Pearson III*, Distribusi *Log-Pearson III*.

1. Tipe Distribusi Normal

$$Cs \approx 0 ; Ck \approx 3$$

2. Tipe Distribusi Log Normal

$$Cs \approx Cv^3 + 3Cv ; Ck \approx Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$$

3. Tipe Distribusi Gumbel

$$Cs \approx 1,139 ; Ck \approx 5,4$$

Bila kriteria ketiga sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah:

4. Tipe Distribusi Log Pearson III

Persamaan Distribusi Log Pearson Tipe III:

$$\log X = \overline{\log x} + K_{TR,CS} \cdot S_{\log X} \quad (11)$$

Dengan:

$\log X$ = Nilai varian X yang diharapkan terjadi pada peluang atau periode ulang tertentu

$\overline{\log x}$ = Rata-rata nilai X hasil pengamatan

$K_{TR,CS}$ = Karakteristik dari distribusi Log-Pearson Tipe III

$S_{\log X}$ = Standar deviasi logaritmik nilai X hasil pengamatan

3.7. Pola Distribusi Jam – jaman

Distribusi hujan jam-jaman adalah pembagi instensitas hujan yang didasari oleh pola hujan pada suatu daerah. Dalam penelitian ini digunakan pola hujan Kabupaten Minahasa Selatan dan Kabupaten Minahasa Tenggara yang terjadi dalam waktu 6-10 jam (Swingly & Sumarauw, 2016).

3.8. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu. Data yang dibutuhkan untuk menentukan debit banjir rencana antara lain data curah hujan luas catchment area dan data penutup lahan.

3.9. Hidrograf Satuan Sintetis

Konsep Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) dikembangkan untuk menurunkan hidrograf satuan suatu DAS dengan cara sintetis. Konsep Hidrograf Satuan Sintetis didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS.

3.10. Kalibrasi Model

Kalibrasi adalah suatu proses dimana nilai dari hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai hasil observasi lapangan. Kalibrasi Parameter HSS SCS perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter HSS SCS teroptimasi dengan membandingkan hasil simulasi HEC – HMS dengan debit terukur.

3.11. Simulasi Banjir Dengan Program Komputer HEC-HMS

Setelah dilakukan kalibrasi pada parameter – parameter yang ada, parameterparameter tersebut kemudian akan digunakan sebagai parameter pada komponen sub DAS untuk perhitungan debit banjir.

3.12. Analisis Tinggi Muka Air

Analisis tinggi muka air akan menggunakan program komputer HEC-RAS, pada program komputer ini membutuhkan data masukan yaitu penampang saluran, karakteristik saluran untuk nilai koefisien n manning, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng (*steady flow*).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Curah Hujan

Analisis curah hujan di Daerah Aliran Sungai Linelean dilakukan dengan menggunakan data curah hujan maksimum yang didapat dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi 1 dengan periode pencacatan tahun 2009 sampai dengan tahun 2023. Pos hujan yang digunakan hanya Klimatologi Tompaso. Tabel 1 merupakan data hujan harian maksimum dari tahun 2009 sampai 2023.

Pos hujan Klimatologi Tompaso merupakan daerah tangkapan hujan untuk Daerah Aliran Sungai Linelean dan setelah melakukan uji *outlier*, ditemukan data hujan yang menyimpang terlalu tinggi sehingga dilakukanlah koreksi data.

4.2 Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Penentuan tipe distribusi adalah dengan melihat kecocokan nilai dari parameter statistik

Cs, Cv, dan Ck dengan syarat untuk tiap tipe distribusi. Penentuan jenis sebaran disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum
(Sumber: Balai Wilayah Sungai Sulawesi I)

No	Tahun	Klimatologi Tompaso (mm)
1	2009	131,5
2	2010	100
3	2011	96
4	2012	83
5	2013	82
6	2014	93
7	2015	88
8	2016	82
9	2017	95
10	2018	76
11	2019	86
12	2020	73,5
13	2021	115
14	2022	77
15	2023	79,5

Tabel 2. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Distribusi Normal	Cs = 0 Ck = 3	1,378 5,164	Tidak Memenuhi
Distribusi Log-Normal	Cs = Cv ³ + 3 CV = 0,5058 Ck = Cv ⁸ + 6×Cv ⁶ + 15×Cv ⁴ + 16×Cv ² + 3 = 3,4583	1,378 5,164	Tidak Memenuhi
Distribusi Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,40	1,378 5,164	Tidak Memenuhi
Distribusi Log-Pearson III	Bila tidak memenuhi parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

Hasil penentuan tipe sebaran menunjukkan tidak ada parameter statistik dari data pengamatan yang memenuhi syarat untuk distribusi normal, log normal, dan distribusi Gumbel. Maka akan digunakan distribusi Log Pearson tipe III.

4.3 Curah Hujan Rencana

Nilai C_{SlogX} juga diperlukan untuk mencari nilai K. perhitungan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung parameter statistik sehingga didapati : $C_{Slog} = 1,05$ (Kemencengan Positif). Faktor frekuensi K untuk tiap kala ulang terdapat pada tabel K_T untuk kemencengan Positif (terlampir) yang ditentukan dengan menggunakan nilai C_{SlogX} dan kala ulang dalam tahun.

Tabel 3. Nilai C_{Slog} Terhadap Kala Ulang (Bambang Triatmodjo, 2008)

C_{Slog}	Periode Ulang/Kala Ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
	<i>Exceedance Probability</i>					
1	-0,1640	0,7580	1,3400	2,0430	2,5420	3,0220
1,053	-0,1735	0,7511	1,3405	2,0552	2,5648	3,0565
1,1	-0,1820	0,7450	1,3410	2,0660	2,5850	3,0870

Selanjutnya adalah perhitungan hujan kala ulang 5 tahun :

$$\log X_{TR} = \bar{Y} + K \cdot S_{\log x} = 1,9504 + 0,7511 \times 0,0674 = 2,0011$$

$$X_{TR} = 10^{2,0011} = 100,2531 \text{ mm}$$

Tabel 4. Nilai Curah Hujan Rencana

Kala Ulang (TR)	Curah Hujan (mm)
5 Tahun	100,2531
10 Tahun	109,8697
25 Tahun	122,7753
50 Tahun	132,8936
100 Tahun	143,4453

Hasil tabel tersebut merupakan hasil perhitungan menggunakan rumus persamaan untuk tipe sebaran Log Pearson III untuk tiap kala ulang.

4.4 Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman

Tabel 5. Curah Hujan Rencana Berdasarkan Pola Distribusi Hujan Minahasa Selatan dan Minahasa Tenggara (Sumarauw, 2016)

Jam Ke-	1	2	3	4	5	6	7	8-10
% Distribusi Hujan	63	8	19	7	2	1	1	1

Tabel 6. Distribusi Hujan Rencana Berbagai Kala Ulang

Jam Ke	Kala Ulang (Tahun)				
	P (mm)				
	5	10	25	50	100
1	63,16	69,22	77,35	83,72	90,37
2	8,02	8,79	9,82	10,63	11,48
3	19,05	20,88	23,33	25,25	27,25
4	7,02	7,69	8,59	9,30	10,04
5	2,01	2,20	2,46	2,66	2,87
6	1,00	1,10	1,23	1,33	1,43
7	1,00	1,10	1,23	1,33	1,43
8-10	1,00	1,10	1,23	1,33	1,43
Total (mm)	102,26	112,07	125,23	135,55	146,31

Tabel di atas merupakan hasil perkalian dari curah hujan rencana dengan persentase distribusi hujan tiap jam.

4.5 Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Tabel 7. Jenis dan Tutup lahan DAS Linelean (Analisis Data, 2025)

Jenis Tutup Lahan	Luas (Km)	Presentase (%)
Hutan	6,40	70,0219
Perkebunan	2,74	29,9781
Jumlah	9,14	100

Nilai CN rata-rata untuk DAS Linelean diapat dengan menjumlahkan hasil kali antara nilai CN tiap tutup lahan dengan presentase luas lahan terhadap luas total. Nilai CN rata – rata adalah 78,80.

Tabel 8. Perhitungan Nilai CN Rata – Rata DAS Linelean
(Analisis Data, 2025)

Jenis Tutup Lahan	Luas (Km)	Presentase (%)	CN Tiap Lahan	CN
Hutan (penutupan baik)	6,40	70,0219	77	53,9168
Kuburan (kondisi sedang)	2,74	29,9781	83	24,8818
Total	9,14	100		78,80

4.6 Analisis Banjir Rencana

Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC – HMS akan menggunakan metode HSS *Soil Conserveation Service*, dan untuk kehilangan air dengan SCS *Curve Number (CN)*. Untuk aliran dasar (*baseflow*) akan menggunakan metode *recession*.

asumsi *lag time* awal dari DAS Linelean dengan data parameter DAS sebagai berikut:

$$L = 7,31 \text{ Km}$$

$$s = 0,061 \text{ m/m}$$

$$CN = 78,80$$

Perhitungan dilakukan sebagai berikut :

$$T_l = \frac{L^{0,8}(2540-22,86 \text{ CN})^{0,7}}{14,104 \text{ CN} \times S^{0,5}}$$

$$T_c = \frac{7,31^{0,8}(2540-22,86 \cdot 78,80)^{0,7}}{14,104 \cdot 78,80 \times 0,061^{0,5}}$$

$$= 6,775 \text{ Jam}$$

$$= 406,489 \text{ Menit}$$

Selanjutnya, menghitung debit di Sungai Linelean dengan menggunakan metode analisis regional. Didapatkan data debit rata-rata Sungai Linelean Tahun 2023 adalah 0,373 m³/det. Debit ini akan digunakan sebagai *initial discharge* pada program komputer HEC-HMS.

4.7 Parameter Hasil Kalibrasi

Parameter yang telah dioptimalkan menggunakan program komputer HEC-HMS dikarenakan hasil kalibrasi debit puncak sama dengan 5,5 m³/s yang melebihi nilai debit terukur 3,0 m³/s. Dengan metode *Trial and Error* pada parameter yang ada akan diperoleh debit hasil yang memenuhi ketentuan. Parameter hasil kalibrasi ditampilkan dalam Tabel 9. Parameter yang telah dioptimasi akan dipakai untuk simulasi debit banjir rencana menggunakan program komputer HEC-HMS.

Tabel 9. Parameter – Parameter Hasil Kalibrasi

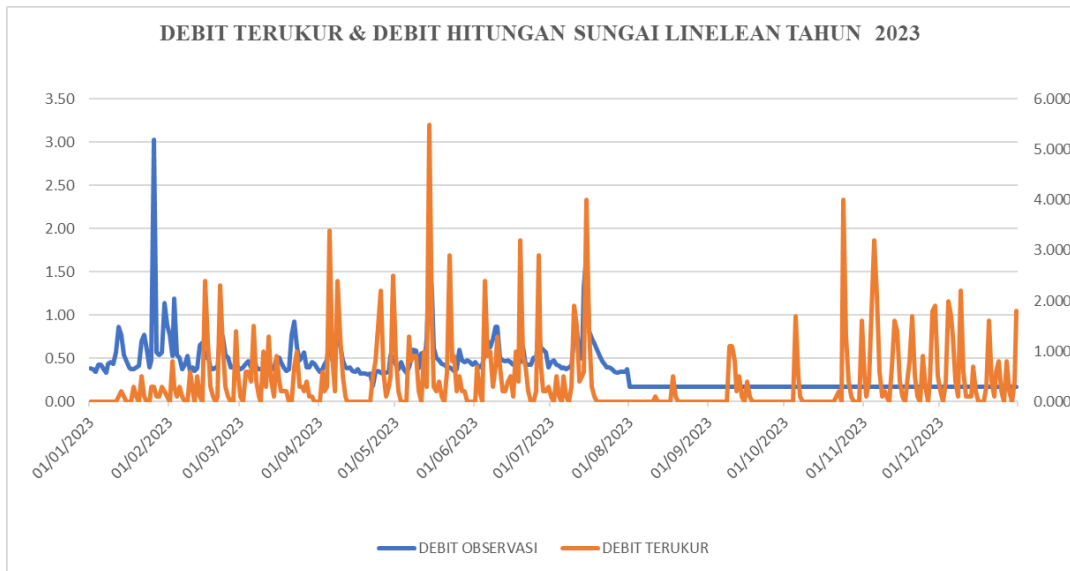
CN	64
<i>Recession constant</i>	0,1
<i>Ratio to Peak</i>	0,3
<i>Initial Discharge</i>	0,373
<i>Lag Time</i>	245,785

4.8 Data Debit Hasil Perhitungan dan Data Debit Terukur

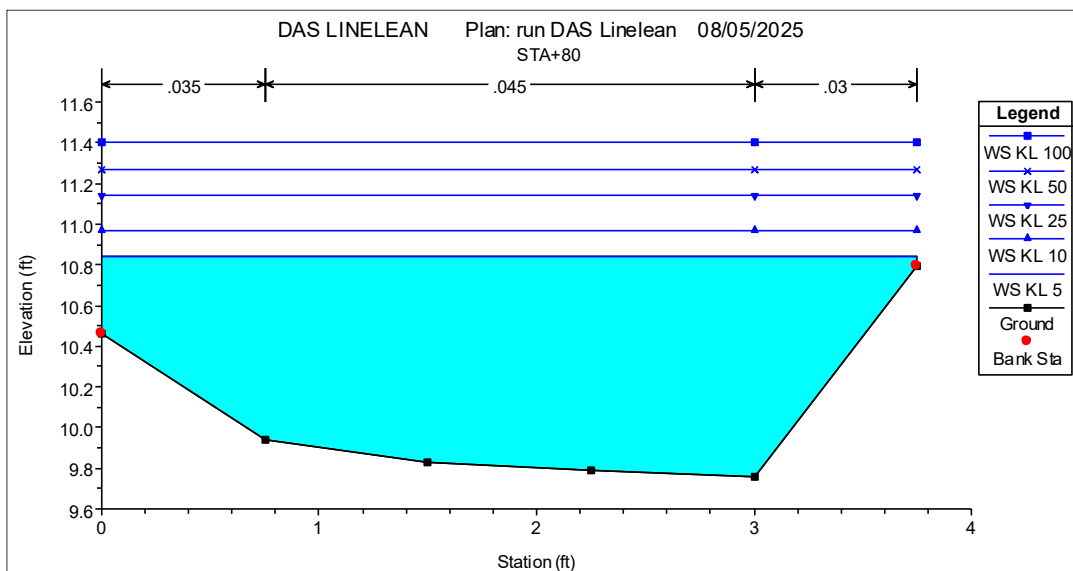
Perbandingan dari data debit hasil perhitungan dan debit terukur ditunjukkan pada Gambar 3, dimana nilai debit puncaknya sudah mendekati.

4.9 Hasil Simulasi-Simulasi Tinggi Muka Air dengan Program Komputer HEC-RAS

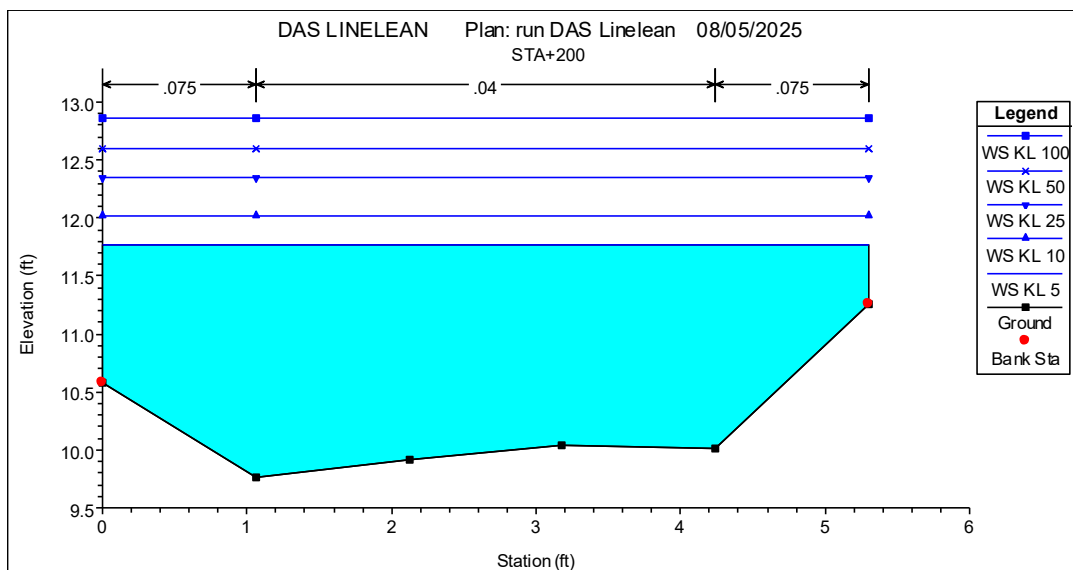
Analisis Hidraulika menggunakan program komputer HEC-RAS dilakukan dengan data masukkan yaitu data debit puncak dari perhitungan HSS-SCS yang diolah menggunakan program komputer HEC-HMS, dan data penampang sungai serta koefisien kekasaran saluran (nilai *n manning*). Hasil simulasi menunjukkan adanya luapan air yang terjadi pada STA 0+80, STA 0+120, STA 0+160, dan STA 0+200 pada semua kala ulang.



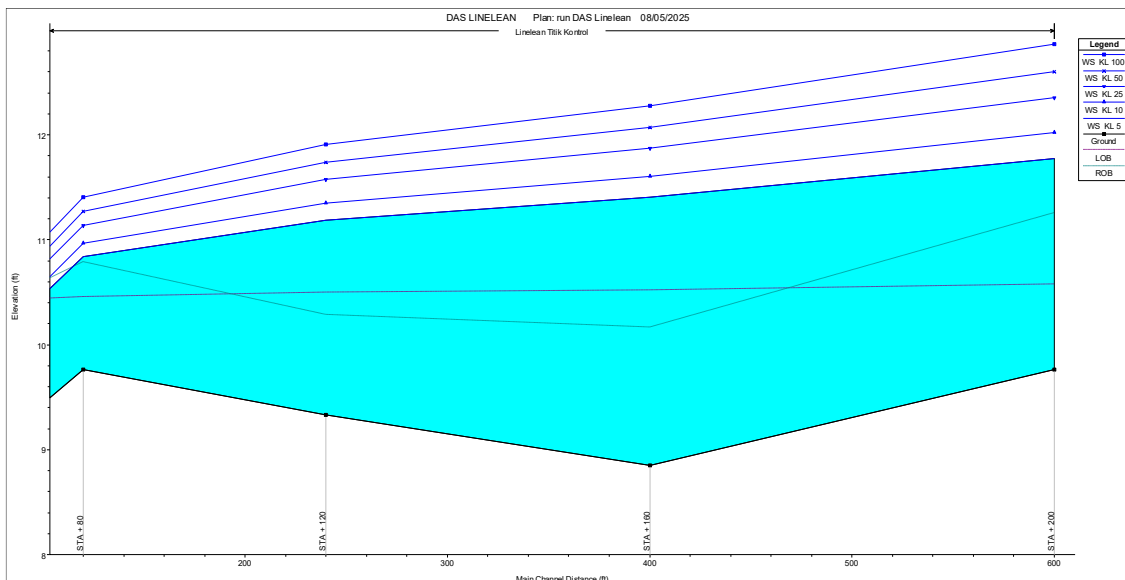
Gambar 3. Grafik Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur



Gambar 4. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta. 0+25



Gambar 5. Rangkuman Tinggi Muka Air Sta. 0+200



Gambar 6. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Linelean

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Debit banjir yang terjadi untuk kala ulang 5 tahun (Q_5) = 8,7 m³/det, kala ulang 10 tahun (Q_{10}) = 10,7 m³/det, kala ulang 25 tahun (Q_{25}) = 13,6 m³/det, kala ulang 50 tahun (Q_{50}) = 15,9 m³/det, dan kala ulang 100 tahun (Q_{100}) = 18,5 m³/det.

Hasil simulasi menunjukkan adanya luapan air yang terjadi pada STA 0+80, STA 0+120, STA 0+160, dan STA 0+200 pada semua kala ulang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis, disarankan agar dilakukan pembangunan tanggul dengan dimensi yang disesuaikan terhadap debit banjir rencana. Pembangunan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas pengendalian banjir di sungai Linelean, sehingga dapat meminimalisir resiko genangan serta dampak kerugian yang ditimbulkan bagi masyarakat setempat.

Referensi

- Abdulhalim, Dwiki Fahrezi Tanuwidjaja, L., & Sumarauw, J. S. . (2018). Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Talawaan di Titik 250 m Sebelah Hulu Bendung Talawaan. *Jurnal Sipil Statik*, 6(5), 269–276.
- Asdak, C. (2003). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Jilid II. In Gadjah Mada University. Ginting, S. H. (2019). Hujan Rencanaberdasarkan Analisis Frekuensi Regional Dengan Metode TI-Moment. *Jurnal Sumber Daya Air*, 12(1).
- Isa, M., Sumarauw, J., & Hendratta, L. (2020). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 591–600.
- Sondak, S. W., Tangkudung, H., & Hendratta, L. A. (2019). Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Maen Kecil di Desa Maen Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12), 1681–1688.
- Suadnya, D., Sumarauw, J., & Mananoma, T. (2017). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air. *Jurnal Sipil Statik*, 5(3), 143–150.
- Sumarauw, J. S. F. (2016). Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman Daerah Minahasa Selatan Dan Tenggara. *Jurnal Sipil Statik*, 4(11), 675–686.
- Syafullah Fattah, R., Irwan, A., & Yunus, I. (2023). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Cipondoh Di Kota Tangerang. *Inter Tech*, 1(2), 51–62.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. In Beta Offset Yogyakarta.