

## STUDI POTENSI TINGGI MUKA AIR BANJIR DAERAH ALIRAN SUNGAI LANGSA DENGAN *SOFTWARE* HECRAS

Asril Zevri

BWS Sumatera II Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Email: [asrilzevri19@gmail.com](mailto:asrilzevri19@gmail.com)

**Abstrak.** Peningkatan jumlah penduduk di Kota Langsa mengakibatkan terjadinya perubahan yang cukup signifikan terhadap tata guna lahan di sekitar daerah aliran sungai. Perubahan tata guna lahan pada umumnya didominasi perubahan menjadi wilayah daerah pemukiman sehingga mengakibatkan berkurangnya kemampuan tutupan lahan dalam mengendalikan aliran limpasan permukaan khususnya pada musim hujan. Ketidakmampuan tutupan lahan dalam mengendalikan aliran mengakibatkan terjadinya banjir di wilayah pemukiman Kota Langsa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tinggi muka air banjir di penampang Sungai Langsa akibat debit aliran yang meluap dari penampang sungai. Kajian dilakukan dengan menghitung data curah hujan harian maksimum rata-rata, curah hujan harian maksimum kala ulang 2 - 100 tahun, debit banjir kala ulang 2 - 100 tahun, dan simulasi tinggi muka air banjir dengan *Software* HECRAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit banjir kala ulang 10 tahun sebesar 411.59 m<sup>3</sup>/det mengakibatkan tinggi muka air banjir di Sungai Langsa berada di ketinggian 4 m - 6 m.

**Kata kunci:** Tinggi Muka Air, DAS, Sungai Langsa, HECRAS.

Diterima Redaksi: 12-08-2021 | Selesai Revisi: 06-04-2022 | Diterbitkan *Online*: 30-11-2021

### 1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk di Kota Langsa mengakibatkan terjadinya perubahan tata guna lahan yang cukup signifikan di sekitar Daerah Aliran Sungai Langsa. Perubahan tata guna lahan yang cukup signifikan menjadi lahan pemukiman mengakibatkan berkurangnya kemampuan tutupan lahan dalam mengendalikan aliran pada saat musim hujan (Zevri, 2020). Kemampuan tutupan lahan dalam menyerap aliran permukaan pada saat musim hujan sangat berpengaruh terhadap kondisi debit aliran yang mengalir menuju badan sungai. Debit aliran maksimum akibat curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan terjadinya erosi di permukaan tanah yang mengalir menuju dasar sungai. Erosi permukaan tanah yang diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan terjadinya pendangkalan di dasar sungai atau disebut sedimentasi. Pendangkalan di dasar sungai atau sedimentasi mengakibatkan kemampuan penampang sungai dalam menampung debit banjir atau maksimum tidak optimal sehingga dapat mengakibatkan banjir.

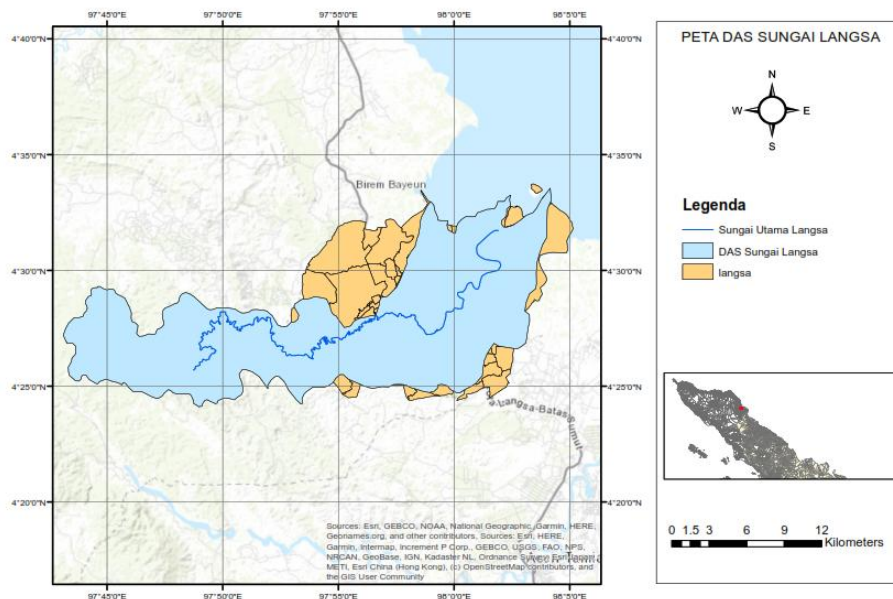
Kejadian banjir di Kota Langsa kerap terjadi akibat curah hujan dengan intensitas yang tinggi dengan tinggi banjir mencapai 50 – 80 cm di atas permukaan tanah (BPBD Kota Langsa, 2021). Dampak banjir mengakibatkan kerugian terhadap masyarakat baik secara materil maupun moril. Potensi banjir juga terjadi akibat sistem drainase yang tidak efektif dalam mengendalikan debit aliran dari pemukiman menuju ke badan sungai. Daerah Aliran Sungai Langsa pada saat ini tidak efektif dalam mengendalikan debit aliran

khususnya pada musim hujan dikarenakan kondisi penampang sungai yang mengalami penurunan dalam menampung debit aliran maksimum. Luas Daerah Aliran Sungai Langsa mencapai 298.89 Km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama 25.518 Km yang mencakup Kota Langsa dan mengalir sepanjang daerah pemukiman di Kota Langsa.

Solusi atau salah satu upaya dalam pengendalian banjir yaitu dengan adanya suatu pengembangan sistem informasi dalam menganalisis tinggi muka air banjir. Hasil informasi tinggi muka air banjir dapat dilakukan sebagai mitigasi banjir bagi masyarakat dan pemerintah untuk menanggulangi banjir. Mitigasi banjir menjadi salah satu dasar bagi Pemerintah dan Instansi terkait untuk merencanakan suatu bangunan pengendalian banjir yang optimal. Bangunan pengendalian banjir dapat berupa tanggul atau kolam retensi yang dibangun di penampang sungai maupun di sekitar badan sungai. Salah satu dasar atau aspek penting dalam merencanakan bangunan pengendalian banjir yaitu prediksi terjadinya tinggi muka air banjir yang terjadi di penampang sungai sehingga analisis tinggi muka air banjir menjadi hal yang penting dalam merencanakan bangunan pengendalian banjir sebagai solusi untuk penanggulangan banjir yang optimal.

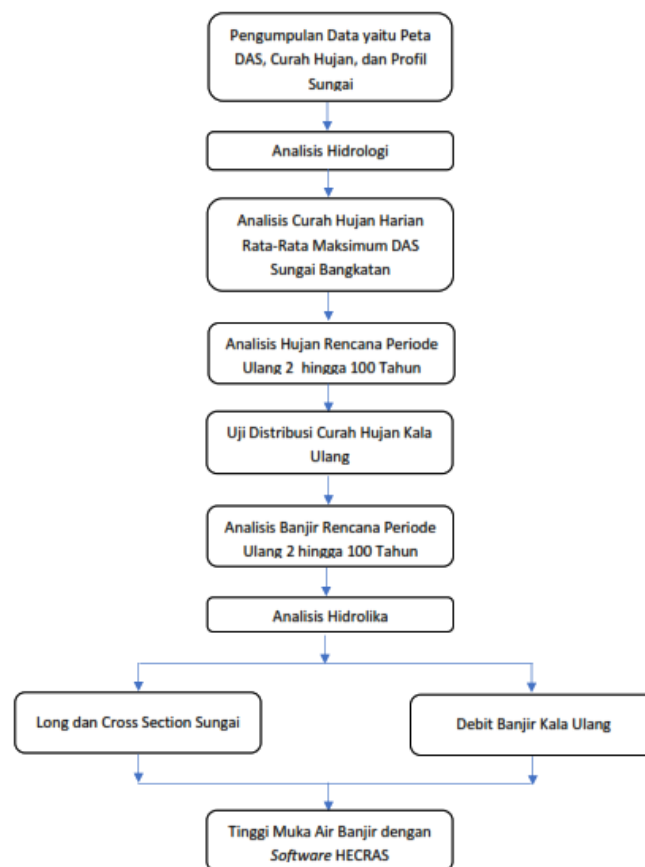
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diolah secara kuantitatif dengan persamaan relevan dimana hasilnya dipaparkan secara kualitatif dan pengambilan kesimpulan secara induktif dengan mengamati poin pengamatan lapangan dan analisa data menghasilkan tinggi muka air dan genangan banjir yang terjadi di sungai langsa. Lokasi penelitian berada di sungai langsa dengan luas DAS berkisar 29.890 Ha dengan panjang sungai 62 km tengah dan hilir sungai melintasi Kota Langsa sedangkan hulunya berada di kabupaten Aceh timur, secara geografis terletak pada 97<sup>o</sup>48'50,4" sampai 98<sup>o</sup>01'44,4" garis bujur timur dan 04<sup>o</sup>26'6" sampai 04<sup>o</sup>26'49.20" garis lintang utara, dimana lokasi penelitian ini terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Daerah Aliran Sungai Langsa

Metodologi Penelitian dilakukan berdasarkan data primer dan sekunder yang diperoleh dari lapangan dan instansi terkait dengan laporan-laporan terdahulu yang membahas terkait dengan penelitian banjir di Kota Langsa. Data primer adalah data pengukuran profil sungai baik secara melintang maupun memanjang. Data sekunder adalah data curah hujan harian maksimum, peta tata guna lahan, dan tutupan lahan di wilayah Daerah Aliran Sungai Langsa. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis hidrologi yang terdiri dari perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata, curah hujan harian maksimum kala ulang, debit banjir kala ulang sedangkan analisis hidrolika terdiri perhitungan tinggi muka air banjir yang disimulasikan dengan *Software* HECRAS. Secara umum metodologi penelitian ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2: Metodologi Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Analisis Hidrologi

Analisis Hidrologi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis curah hujan harian maksimum rata-rata DAS Langsa dengan Polygon Thiessen, curah hujan harian maksimum kala ulang, dan debit banjir kala ulang (Nugroho, 2017).

a. Analisis Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata Dengan *Polygon Thiessen*

Rumus *Polygon Thiessen* digunakan untuk memperhitungkan besarnya curah hujan rata-rata di sekitar DAS Langsa yang dijelaskan sebagai berikut.

$$= \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + A_3.d_3 + \dots + A_n.d_n}{A} = \frac{\sum A_i d_i}{A} \quad (1)$$

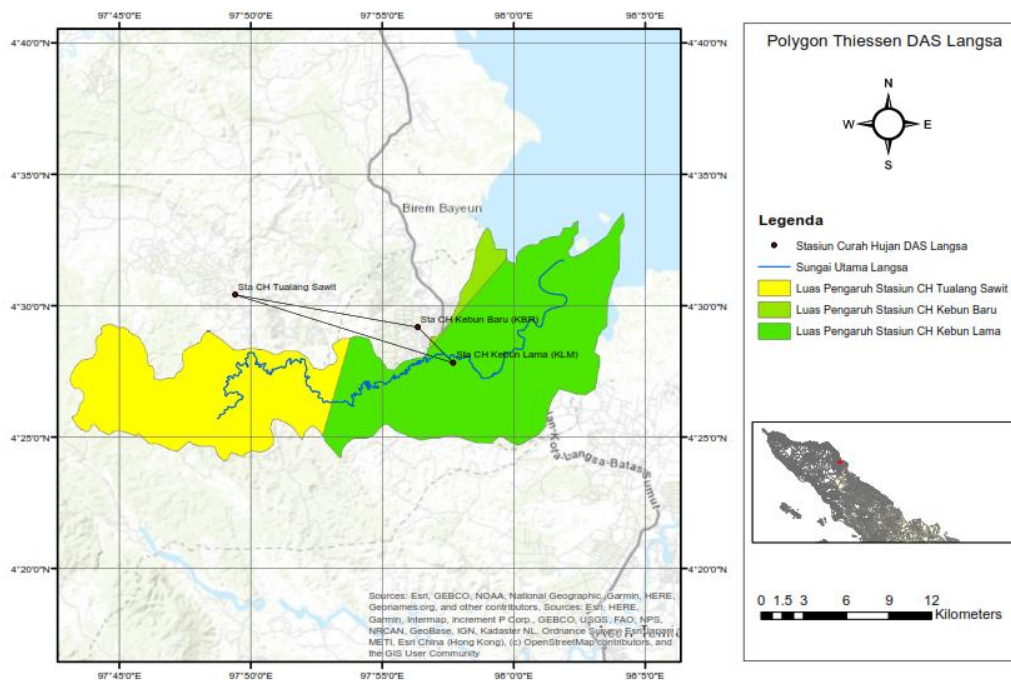
Di mana:

$A_i$  = Luas daerah pengaruh pos penakar hujan 1,2,3,...n;

$d_i$  = adalah tinggi curah hujan di pos penakar 1, 2, 3,...n; dan

$A$  = adalah luas total cakupan DAS.

Luas daerah pengaruh pos penakar curah hujan dilakukan dengan Metode *Polygon Thiessen* yang ditampilkan pada Gambar 3. Stasiun Penakar Curah Hujan yang mempengaruhi Daerah Aliran Sungai Langsa yaitu Stasiun Tualang Sawit, Kebun Baru, dan Kebun Lama.



Gambar 3: *Polygon Thiessen* DAS Langsa

Hasil luas pengaruh stasiun curah hujan DAS Langsa dengan *Polygon Thiessen* ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1: Luas Pengaruh Stasiun Curah Hujan DAS Langsa

Stasiun	Luas km <sup>2</sup>	Koef. Thiessen
STA (TSW)	114.72	0.383
STA (KLM)	176.35	0.589
STA (KBR)	8.204	0.027
Total	299.274	1

Luas pengaruh stasiun curah hujan digunakan untuk menghitung curah hujan harian maksimum rata-rata selama 10 tahun yang ditampillkan pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil Analisis Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata DAS Langsa

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2010	16.65	7.88	23.00	13.63	23.38	58.96	40.60	47.79	52.31	48.08	37.11	96.24
2011	53.82	33.32	37.32	33.63	61.30	35.21	61.28	100.56	66.42	74.48	39.47	94.48
2012	25.14	63.34	25.72	16.92	76.39	20.56	56.85	51.38	83.55	44.50	32.80	72.25
2013	24.48	76.70	4.47	68.47	81.18	25.36	14.24	21.20	24.85	27.40	29.19	0.00
2014	16.65	7.88	23.00	13.63	23.38	58.96	40.60	47.79	52.31	48.08	37.11	96.24
2015	54.26	63.34	25.72	20.25	76.39	20.21	79.06	51.38	103.86	44.50	32.80	72.25
2016	31.83	84.94	0.19	10.91	43.11	53.69	51.50	52.53	40.27	44.98	50.85	52.29
2017	53.82	33.32	37.32	33.63	61.30	35.21	61.28	100.56	66.42	74.48	39.47	94.48
2018	29.37	39.01	5.93	52.74	19.89	40.00	25.45	55.58	55.89	44.80	68.00	21.75
2019	47.30	22.23	16.40	89.03	23.45	73.36	48.22	47.65	53.90	42.38	106.15	74.69

Hasil perhitungan curah hujan harian maksimum memberikan rekapitulasi nilai curah hujan harian maksimum 10 tahun ditampillkan pada Tabel 3.

Tabel 3: Rekapitulasi Curah Hujan Harian Maksimum 10 Tahun DAS Langsa

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum
2010	96.24
2011	100.56
2012	83.55
2013	81.18
2014	96.24
2015	103.86
2016	84.94
2017	100.56
2018	68.00
2019	106.15

Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwasanya nilai curah hujan harian maksimum rata-rata DAS Langsa berada di antara 68,00 mm s.d 106,15 mm dalam kurun waktu 10 tahun. Data menunjukkan

bahwasanya kategori curah hujan di DAS Langsa berada di tingkat sedang hingga lebat sehingga potensi terjadinya curah hujan harian maksimum dengan intensitas tinggi dapat terjadi di DAS Langsa.

b. Analisis Curah Hujan Harian Maksimum Kala Ulang

Perhitungan analisis curah hujan kala ulang dilakukan dengan analisa statistik probabilistic yang dibutuhkan untuk menentukan debit banjir dengan periode kala ulang dan dihitung berdasarkan hasil analisa curah hujan harian maksimum rata-rata. Metode statistik probabilitas yang digunakan dalam analisa curah hujan kala ulang yaitu metode Normal, Log Normal, Log Person III, dan Gumbel (Indrawan. 2018). Hasil analisa curah hujan kala ulang 2 s/d 100 tahun ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3: Hasil Analisis Curah Hujan Harian Maksimum Kala Ulang DAS Langsa

Metode	Curah Hujan Periode Kala Ulang (mm)					
	2	5	10	25	50	100
Normal	92.13	102.37	107.73	112.95	117.12	120.53
Log Normal	91.35	102.78	109.32	116.09	121.80	126.68
Log Pearson III	92.67	123.03	108.64	113.75	116.60	118.99
Gumbel	90.46	105.16	114.89	127.19	136.32	145.38

Hasil analisis curah hujan kala ulang dengan 4 metode Statistik dan Probabilistik diuji tingkat kepercayaan sebaran data berdasarkan koefisien skewness (Cs), koefisien kurtosis (Ck), dan koefisien variasi (Cv). Analisis koefisien parametrik dengan empat metode dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4: Hasil Analisis Koefisien Parametrik Sebaran Data

Jenis Sebaran	Hasil Perhitungan		
	Cs	Ck	Cv
Normal	-0.8164	2.7017	0.1323
Log Normal	0.3970	2.7017	0.1323
Log Pearson III	-0.8164	2.7017	0.1323
Gumbel	-0.8164	2.7017	0.1323

Nilai koefisien parametrik diuji dengan syarat yang diizinkan ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5: Syarat Koefisien Jenis Sebaran

Jenis Sebaran	Syarat		
	Cs	Ck	Cv
Normal	=0	-	=3
Log Normal	=3 Cv	-	=0.6
Log Pearson III	≠0	-	≠0
Gumbel	< 1.1396	<5.4002	-

Berdasarkan syarat koefisien sebaran dengan hasil koefisien sebaran berdasarkan data curah hujan harian maksimum kala ulang ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6: Hasil Perbandingan Syarat Uji Parametrik dengan Hasil Perhitungan

Jenis Sebaran	Syarat			Hasil Perhitungan			Perbandingan	
	Cs	Ck	Cv	Cs	Ck	Cv	Cs	Ck
Normal	=0	-	=3	0.8164	2.7017	0.1323	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Log Normal	=3 Cv	-	=0.6	0.3970	2.7017	0.1323	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	≠0	-	≠0	0.8164	2.7017	0.1323	Tidak Memenuhi	Memenuhi
Gumbel	< 1.1396	<5.4002	-	0.8164	2.7017	0.1323	Memenuhi	Memenuhi

Hasil perbandingan syarat uji parametrik dengan hasil perhitungan diperoleh bahwasanya nilai yang memenuhi yaitu dengan Metode Gumbel. Data curah hujan harian maksimum kala ulang dengan Metode Gumbel menjadi data yang terpilih sebagai data untuk perhitungan debit banjir kala ulang.

#### c. Analisis Debit Banjir Kala Ulang

Debit banjir kala ulang diperhitungkan dengan Metode HSS Nakayasu berdasarkan data curah hujan harian maksimum kala ulang, luas daerah aliran sungai, koefisien limpasan, intensitas curah hujan, dan panjang sungai (Kurniawan, 2012). Rumus debit banjir kala ulang dengan Metode HSS Nakayasu ditampilkan sebagai berikut.

$$Qp = \frac{1}{3,6} \times A \times Ro \times \frac{1}{(0,3 \times tp \times t0,3)} \quad (2)$$

Dimana:

Qp = Debit Puncak (m<sup>3</sup>/det)

A = Luas Daerah Aliran Sungai (km<sup>2</sup>)

Ro = Curah Hujan (mm)

tp = Waktu Puncak (jam)

t<sub>0,3</sub> = Waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam)

Hasil analisis debit banjir kala ulang 2 s.d 100 tahun DAS Langsa ditampilkan pada Tabel 7.



Tabel 7: Hasil Analisis Debit Banjir Kala Ulang 2 s.d 100 Tahun DAS Langsa

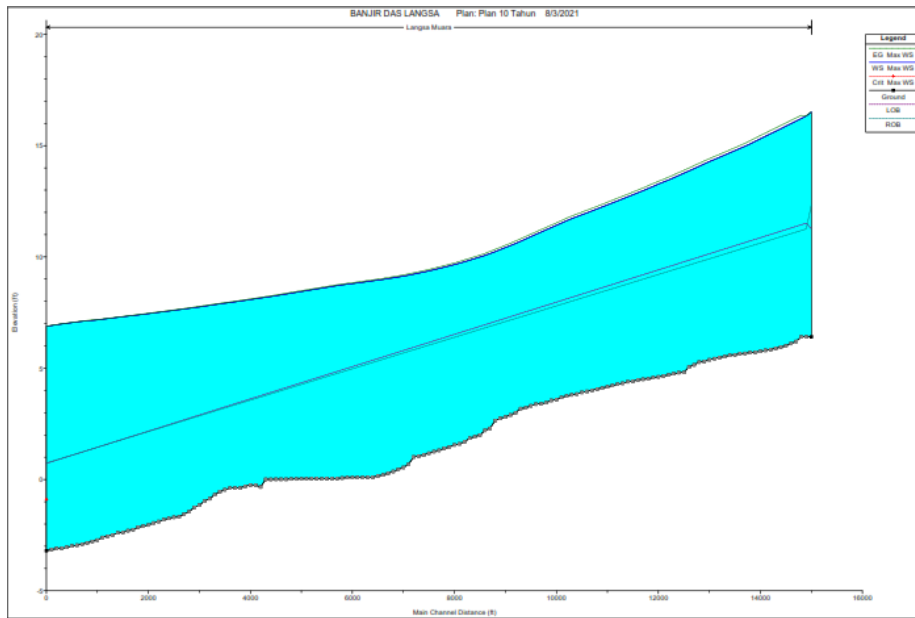
Waktu (jam)	Unit Hidrograf Qt (m <sup>3</sup> /dt)	Grand Total Debit (m <sup>3</sup> /d)					
		Kala Ulang (Tahun)					
		2	5	10	25	50	100
0.00	0.000	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
1.00	0.051	6.36	7.10	7.59	8.22	8.68	9.14
2.00	0.267	25.93	29.86	32.46	35.74	38.18	40.59
3.00	0.706	65.69	76.08	82.95	91.64	98.09	104.49
4.00	1.409	129.25	149.97	163.68	181.01	193.87	206.63
5.00	2.407	219.54	254.94	278.37	307.98	329.94	351.75
<b>5.89</b>	<b>3.567</b>	<b>324.43</b>	<b>376.87</b>	<b>411.59</b>	<b>455.46</b>	<b>488.00</b>	<b>520.31</b>
6.00	3.502	318.58	370.06	404.16	447.23	479.18	510.90
7.00	2.985	271.82	315.71	344.77	381.49	408.73	435.77
8.00	2.545	231.97	269.38	294.15	325.45	348.67	371.72
9.00	2.169	198.00	229.89	251.01	277.68	297.47	317.12
10.00	1.849	169.04	196.22	214.22	236.97	253.84	270.58
11.00	1.576	144.36	167.53	182.87	202.26	216.64	230.91
12.00	1.343	123.31	143.07	156.15	172.67	184.93	197.10
13.00	1.145	105.38	122.22	133.36	147.45	157.90	168.27
<b>13.43</b>	<b>1.069</b>	<b>98.50</b>	<b>114.22</b>	<b>124.63</b>	<b>137.78</b>	<b>147.54</b>	<b>157.23</b>
14.00	1.007	92.92	107.73	117.54	129.93	139.12	148.25
14.00	1.007	92.92	107.73	117.54	129.93	139.12	148.25
15.00	0.906	83.72	97.04	105.86	117.00	125.26	133.47
16.00	0.814	75.46	87.43	95.36	105.37	112.81	120.18
17.00	0.732	68.02	78.79	85.92	94.92	101.60	108.24
18.00	0.658	61.34	71.02	77.43	85.52	91.53	97.50
19.00	0.592	55.33	64.03	69.79	77.08	82.48	87.84
20.00	0.532	49.93	57.75	62.93	69.48	74.33	79.16
21.00	0.479	45.07	52.10	56.76	62.65	67.01	71.35
22.00	0.430	40.70	47.03	51.22	56.51	60.43	64.33
23.00	0.387	36.77	42.46	46.23	50.99	54.51	58.02
24.00	0.348	33.24	38.36	41.74	46.02	49.19	52.34
<b>24.75</b>	<b>0.321</b>	<b>30.83</b>	<b>35.55</b>	<b>38.68</b>	<b>42.63</b>	<b>45.56</b>	<b>48.47</b>

Hasil analisis perhitungan debit banjir kala ulang 2 s.d 100 tahun menunjukkan bahwasanya besar nilai debit banjir berada diantara 324.43 m<sup>3</sup>/det s.d 520.31 m<sup>3</sup>/det. Debit banjir kala ulang terjadi dengan waktu puncak pada 5.89 Jam kemudian waktu transisi 13.43 Jam dan waktu normal 24.75 Jam. Pemilihan debit banjir kala ulang untuk digunakan dalam analisis tinggi muka air banjir dilakukan berdasarkan data series curah hujan yang diperoleh dari Stasiun Penakar Curah Hujan. Nilai maksimum dari data curah hujan selama kurun waktu 10 tahun disandingkan dengan hasil analisa curah hujan harian maksimum kala ulang sehingga perwakilan debit banjir kala ulang dapat digunakan sebagai dasar dalam perhitungan tinggi muka air banjir. Besarnya nilai maksimum curah hujan selama 10 tahun yaitu 106.15 mm sementara hasil analisa curah hujan kala ulang yang mendekati dengan Metode Gumbel yaitu 114.89 mm dengan periode kala ulang 10 tahun. Berdasarkan dari kedua data tersebut maka besarnya debit banjir kala ulang yang terpilih untuk menganalisa tinggi muka air banjir yaitu debit banjir kala ulang 10 tahun.

d. Analisis Tinggi Muka Air Banjir dengan *Software* HECRAS

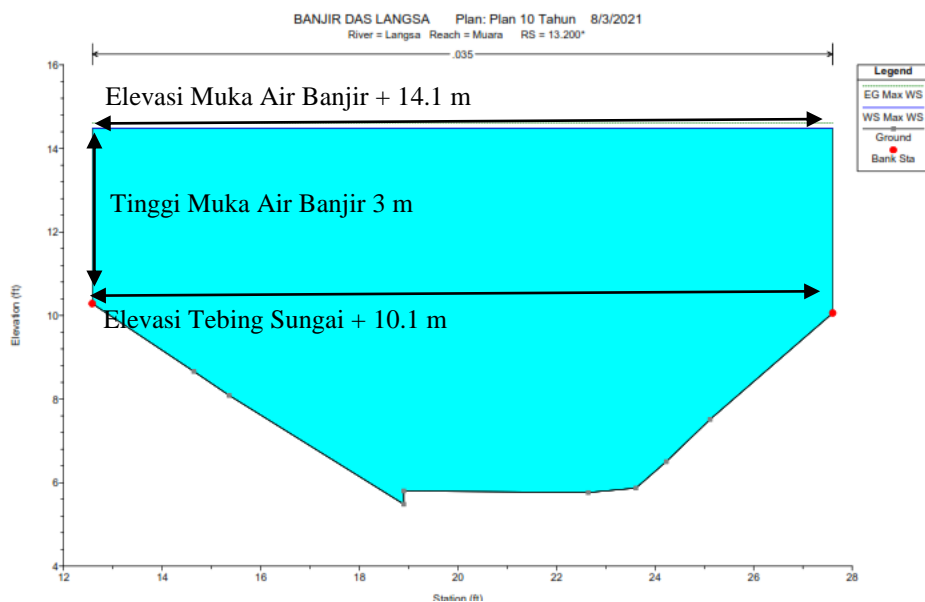


Tinggi muka air banjir di penampang Sungai Langsa dapat dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) HECRAS (Tarigan, 2017). Data yang dibutuhkan dalam analisis tinggi muka air banjir di Sungai Langsa yaitu data profil memanjang dan melintang sungai dan debit banjir kala ulang. Hasil analisa tinggi muka air banjir Sungai Langsa diperhitungkan berdasarkan data debit banjir kala ulang 10 tahun yang ditinjau di tiap penampang sungai baik itu di Hulu, Tengah, dan Hilir dan ditampilkan sebagai berikut.



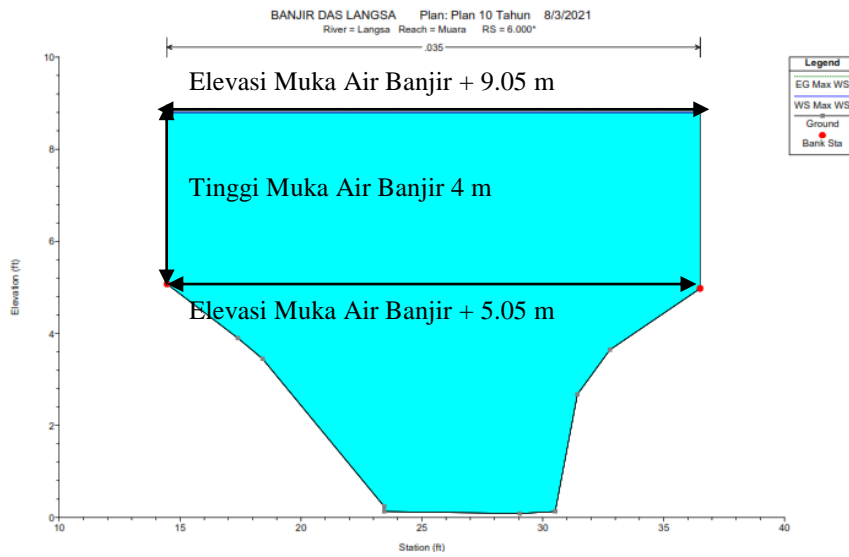
Gambar 4: Profil Tinggi Muka Air Banjir Penampang Memanjang Sungai Langsa

### 1. Tinggi Muka Air Banjir Penampang Hulu



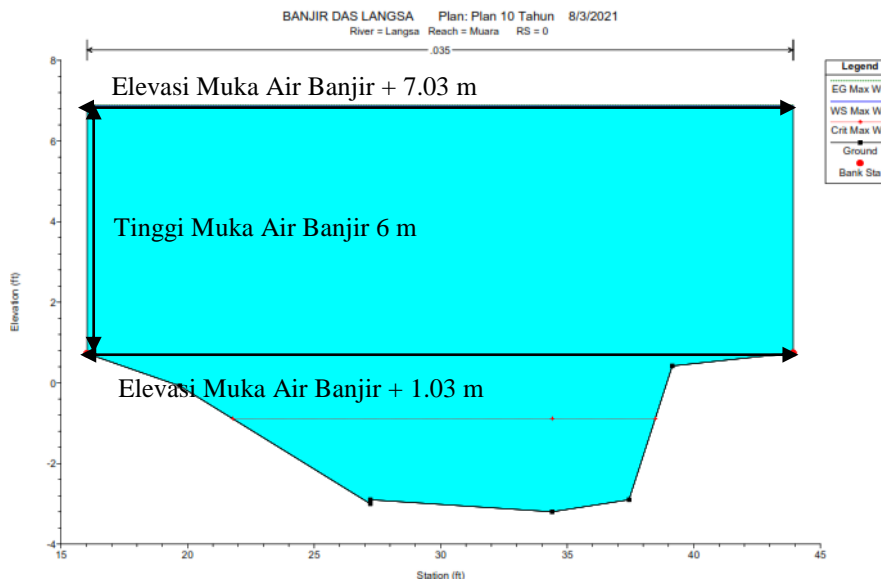
Gambar 5: Tinggi Muka Air Banjir Penampang Sungai Bagian Hulu

## 2. Tinggi Muka Air Banjir Penampang Tengah



Gambar 6: Tinggi Muka Air Banjir Penampang Sungai Bagian Tengah

## 3. Tinggi Muka Air Banjir Penampang Hilir



Gambar 7: Tinggi Muka Air Banjir Penampang Sungai Bagian Hilir

Rekapitulasi hasil analisis tinggi muka air banjir dari penampang di bagian hulu, tengah, dan hilir sungai ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 8: Rekapitulasi Tinggi Muka Air Banjir Sungai Langsa

Bagian	Elevasi Tebing Sungai (m)	Elevasi Muka Air Banjir (m)	Tinggi Muka Air Banjir (m)
Hulu	10.1	14.1	4
Tengah	5.05	9.05	4
Hilir	1.03	7.03	6

Berdasarkan tabel di atas diperoleh bahwasanya potensi tinggi muka air banjir yang terjadi berada diantara 4 - 6 m. Ketinggian muka air banjir maksimum terjadi di bagian hilir sungai yang mencapai 6 m dari tebing sungai sehingga mengakibatkan hampir seluruh wilayah pemukiman di Kota Langsa terkena dampak banjir.

#### 4. SIMPULAN

Daerah Aliran Sungai Langsa merupakan salah satu sungai utama yang mengalir pada wilayah pemukiman di Kota Langsa. Prediksi curah hujan harian maksimum kala ulang yang berpotensi terjadi yaitu 114,89 mm dengan kala ulang 10 tahun. Debit banjir kala ulang 10 tahun yang dapat terjadi yaitu 411,59 m<sup>3</sup>/det dengan tinggi muka air banjir mencapai 4 m - 6 m.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- BPS, "Kota Langsa Dalam Angka Tahun 2019," Kota Langsa, 2019. [Online]. Available: <https://lanskakota.bps.go.id/publication/2018/08/16/b1085cee9d789fcecbb8c1a9/kota-langsa-dalamangka-2018.html>.
- Indrawan, I. 2018. Pemodelan Penerapan Terowongan Air (*Tunnel*) dalam Mengatasi Banjir Akibat Luapan Sungai Deli. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 25(2):113-120.
- Kurniawan, A. 2012. *Analisis Debit Banjir Rancangan Sungai Babura di Hilir Kawasan Kampus USU*. Tugas Akhir Bidang Studi Teknik Sumber Daya Air, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Nugroho, A.S. 2017. Reduksi Banjir Menggunakan Kolam Retensi Di Sungai Bakalan Kabupaten Jepara. *Jurnal Teknik Sipil*, 14 (3): 195-202.
- Tarigan, Mulia, A. Zevri, R. Iskandar, I. Indrawan. 2017. A Study on the Estimation of Flood Damage in Medan City, *MATEC Web of Conferences* 138.
- U.S Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center (HEC). 2001. *Hydraulic Reference Manual HEC-RAS 3.1.3*. California: U.S. Army Corps of Engineers.
- Zevri, A. 2020. Analisis Rencana Tinggi Tanggul Banjir DAS Bangkatan Sebagai Alternatif Pengendalian Banjir Kota Binjai. *Jurnal Pusair Kementerian PUPR*, 63-77.
- Zevri, A., Sitompul, M., 2017, Studi Potensi Derah Genangan Banjir Das Belawan Dengan Sistem Informasi Geografis, *Prosiding: Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah X (ATPW) ITS*, 73-82.