

## EVALUASI BANJIR PADA SUNGAI DELI DIWILAYAH KOTA MEDAN

Oleh:

Hadirat Filantropi Zendrato <sup>1)</sup>

Verdian Halawa <sup>2)</sup>

IM. Endayanti <sup>3)</sup>

A. Gultom <sup>4)</sup>

Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2,3,4)</sup>

E-mail:

[Hadiratfilantropizendrato@gmail.com](mailto:Hadiratfilantropizendrato@gmail.com) <sup>1)</sup>

[Verdihalawa@gmail.com](mailto:Verdihalawa@gmail.com) <sup>2)</sup>

[imendayanti@gmail.com](mailto:imendayanti@gmail.com) <sup>3)</sup>

[agultom@gmail.com](mailto:agultom@gmail.com) <sup>4)</sup>

### History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 Maret 2022

Revised : 10 Mei 2022

Accepted : 23 Juli 2022

Published : 20 Agustus 2022

**Publisher:** LPPM Universitas Darma Agung

**Licensed:** This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



### ABSTRACT

*Flooding is a common problem in urban areas as a result of high rainfall, resulting in large river water discharger and overflowing, so that the capacity of the river channel cannot accommodate large water discharges. In the city of Medan there is one river that crosses the city, namely the Deli River with a length of 72 km with a watershed coverage of 472,96 km<sup>2</sup> from Karo district to Medan city. This research aims to determine the flood discharge at return time of 2,5,10,25,50,75,100 years using the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph method, with the help of data such as rainfall data for the last 10 years, Medan city administrative maps, River watershed maps Deli, DEM (Digital Elevation Model) data and applications assistance in analyzing and modeling river overflow using ArcGIS and HEC-RAS applications. Analysis of rainfall used to calculate the intensity of rain using the gumbel distribution method and this research is more focused on flood discharge for the return period of 25 years. The result of the calculation of flood discharge in Q25 years are 269,4 m<sup>3</sup>/s. There are several overflow point of the Deli river in the Medan Polonia Sub-district in Suka Damai Village, Kampung Baru Village; Medan Maimun Sub-district in Suka Raja Village, Aur Village, with a river overflow height of up to 1,5 m.*

**Kata Kunci :** Debit Banjir, HSS Nakayasu, ArcGis, HEC-RAS

### ABSTRAK

Banjir merupakan permasalahan umum di wilayah perkotaan akibat dari intensitas hujan yang tinggi, mengakibatkan debit air sungai menjadi besar dan meluap, sehingga kapasitas alur sungai tidak dapat menampung debit air yang besar. Di Kota Medan terdapat salah satu sungai yang melintasi kota yaitu Sungai Deli dengan panjang 72 km dengan cakupan DAS seluas 472,96 km<sup>2</sup> mulai dari Kabupaten Karo sampai Kota Medan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir kala ulang 2,5,10,25,50,75,100 tahun dengan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, dengan bantuan data seperti data curah hujan 10 tahun terakhir, Peta Administrasi Kota Medan, Peta DAS Sungai Deli, Data DEM (Digital Elevasi Model) serta bantuan aplikasi dalam

menganalisa dan memodelkan luapan sungai menggunakan aplikasi ArcGis dan HEC-RAS. Analisa curah hujan yang digunakan untuk perhitungan intensitas hujan menggunakan metode distribusi Gumbel dan penelitian ini lebih fokus terhadap debit banjir periode 25 tahun. Adapun hasil perhitungan debit banjir Q25 tahun sebesar 269,4 m<sup>3</sup>/s. Terdapat beberapa titik luapan Sungai Deli diwilayah Kota Medan seperti Kecamatan Medan Johor dikelurahan Pangkalan Masyur, Kelurahan Titi Kuning; Kecamatan Medan Polonia di Kelurahan Suka Damai, Kelurahan Kampung Baru; Kecamatan Medan Maimun dikelurahan Suka Raja, Kelurahan Aur, dengan tinggi luapan sungai dapat mencapai 1,5 m.

**Kata Kunci : Debit Banjir, HSS Nakayasu, ArcGis, HEC-RAS**

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Banjir merupakan luapan air yang melebihi kapasitas penampang atau batas elevasi rencana sungai akibat curah hujan yang sangat tinggi. Timbulnya permasalahan setelah manusia melakukan aktivitas didaerah peristiwa banjir serta kepentingan komersial lainnya. Oleh karena itu, akibat dari bencana yang ditimbulkan oleh banjir mengakibatkan kerugian yang besar baik dari segi materi dan kerugian korban jiwa.

Dalam penelitian ini, terjadinya banjir di Sungai Deli diakibatkan oleh intensitas curah hujan tinggi mengakibatkan erosi/gerusan dipinggir sungai sehingga berdampak buruk pada permukiman warga disekitar Sungai Deli. Selain itu, berdirinya bangunan-bangunan seperti perumahan, perkantoran maupun bangunan komersial lainnya mengakibatkan perubahan kondisi penampang sungai semakin kecil. Dari perubahan kondisi dan adanya bangunan disepanjang sungai dapat menghambat peningkatan kapasitas alur Sungai Deli. Serta kurangnya pemeliharaan bangunan sungai yang sudah ada dan tingkat kesadaran masyarakat yang masih membuang sampah ke alur sungai.

Sebagai bentuk perhatian serius diperlukan evaluasi terhadap hal-hal

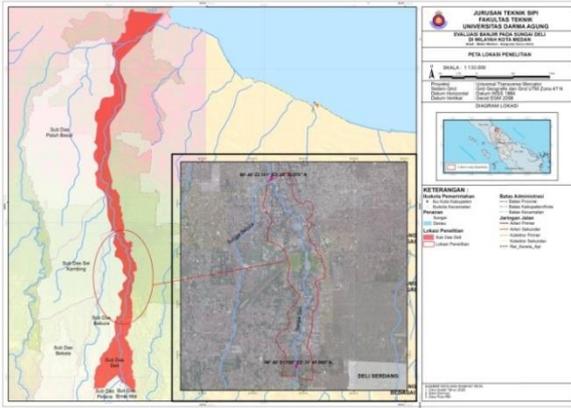
terjadinya banjir seperti pemeliharaan bangunan sungai yang belum ada. Serta merencanakan langkah mitigasi bencana banjir dalam memperkacil kerugian yang ditimbulkan oleh banjir. Dengan itu, perlu melakukan penelitian "Evaluasi Banjir pada Sungai Deli diwilayah Kota Medan."

### **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir rencana dan curah hujan maksimum dengan periode kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 75, dan 100 tahun. Hasil analisa tersebut kemudian digunakan dalam melakukan pemodelan banjir diwilayah penelitian.

### **1.3. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini tidak dibatasi oleh batas administrasi suatu wilayah, tetapi dibatasi oleh hidrologi, bangunan sungai dan lain-lain. Penelitian ini berlokasi di Aliran DAS Sungai Deli tepatnya di Kecamatan Medan Johor sampai pertemuan Sungai Deli dan Sungai Babura seperti gambar dibawah ini:



#### 1.4. Batasan Masalah

- Data curah hujan yang digunakan 10 tahun (2010 – 2020).
- Debit banjir yang di hitung adalah curah hujan maksimum, tanpa memperhitungkan dampak volume pengendapan, peningkatan sampah kota, dan pembangunan.
- Perhitungan debit banjir pada kala ulang yang berdasarkan periode 25 tahun.
- Menganalisa debit dan profil muka air menggunakan software HEC-RAS 4.1.0

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah dataran yang menerima, menahan, dan menyimpan air hujan, yang kemudian disalurkan ke laut atau danau oleh sungai-sungai besar disebut daerah aliran sungai. Daerah Aliran Sungai (DAS) dipisahkan secara topografi atau bentuk alam seperti punggung-punggung pegunungan dan perbukitan, keseluruhan daerah dataran sepenuhnya dibagi menjadi unit-unit DAS.

#### Banjir

Banjir merupakan fenomena bencana alam yang diakibatkan oleh tingginya curah hujan pada suatu wilayah sehingga debit air pada sungai meluap melewati tanggul dan masuk ke kawasan pemukiman karena tidak dapat menampung debit yang terjadi.

## 2.2. Analisa Hidrologi

### 2.2.1. Analisa Curah Hujan Wilayah/ Kawasan

Dalam menentukan curah hujan wilayah ada beberapa metode yang di gunakan, yaitu:

- a. Metode rerata aljabar (Aritmetika)

$$d = \frac{d1 + d2 + d3 + \dots + dn}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{di}{n}$$

dimana:

d = tinggi curah hujan rata-rata (mm)

n = banyaknya stasiun hujan

d1,...,dn = tinggi curah hujan di pos stasiun hujan

- b. Metode Poligon Thiessen

$$d = \frac{A1.d1 + A2.d2 + \dots + An.dn}{A1 + A2 + \dots + An} = \frac{\sum_{i=1}^n A1d1}{\sum_{i=1}^n A1}$$

Dengan :

d =tinggi curah hujan rata-rata (mm)

An=luas daerah setiap stasiun hujan (km<sup>2</sup>)

dn=curah hujan pada setiap stasiun hujan (mm)

n = jumlah stasiun

A =luas total DAS (km<sup>2</sup>)

- c. Metode Isohyet

$$d = \frac{\frac{d0 + d1}{2} A1 + \frac{d1 + d2}{2} A2 + \dots + \frac{d(n-1) + dn}{2} An}{A1 + A2 + A3 + \dots + An}$$

dengan:

d =tinggi rerata curah hujan (mm)

An = dn = data stasiun

hujan(km<sup>2</sup>)

dn=curah hujan pada stasiun hujan (mm)

n = banyaknya stasiun hujan

A =luas areal total (km<sup>2</sup>)

### 2.2.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana

Ada beberapa persamaan distribusi hujan dalam menentukan frekuensi curah hujan rencana, (Suripin, 2004) seperti:

#### a. Metode Normal

Persamaan umum perhitungan distribusi normal adalah

$$X_T = \bar{X} + X_T \cdot S$$

dengan :

$X_T$  = prakiraan nilai yang direncanakan terjadi dengan kala ulang T-tahunan

$\bar{X}$  = nilai rerata hitung variatif

$Y$  = nilai rata-rata hitung variat

$S$  = standar deviasi

$K_T$  = factor frekuensi

#### c. Metode Log-Pearson III

Tahapan dalam perhitungan distribusi Log-Pearson III adalah

- Ubah data kedalam bentuk logaritma,

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

- Hitung harga rerata

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Log } x_i$$

- Hitung harga simpangan baku

$$S = \left\{ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{X})^2 \right\}^{0,5}$$

- Hitung koefisien kemencengan atau kecondongan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1) - (n-2)S^3}$$

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T Tahun

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \cdot S$$

#### D. Metode Gumbell

Persamaan perhitungan metode gumbel adalah

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S$$

dengan :

$X_T$  = prakiraan nilai yang direncanakan

$S$  = standar deviasi

$K_T$  = factor frekuensi

#### b. Metode Log normal

Rumus umum perhitungan distribusi log normal adalah

$$\text{Log } Y_T = \bar{Y} + Y_T \cdot S$$

dimana :

$Y_T$  = prakiraan nilai yang direncanakan terjadi dengan kala ulang T-tahunan

$\bar{X}$  = rerata dari data hujan (mm)

$S$  = standart deviasi

$K_T$  = faktor frekuensi Gumbell

### 2.2.3. Uji Kesesuaian Distribusi Hujan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah distribusi yang dipilih dapat digunakan atau tidak untuk serangkaian data yang tersedia.

#### a. Uji chi-kwadrat ( $X^2$ )

Pengambilan keputusan uji chi-kwadrat ( $X^2$ ) dengan menggunakan parameter.  $X^2$  yang dapat dianalisa dengan persamaan :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

dimana :

$X_h^2$  = parameter untuk chi-kwadrat terhitung

$G$  = jumlah sub kelompok

$O_i$  = jumlah nilai sub pengamatan pada sub kelompok  $i$

$E_i$  = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok  $i$

#### b. Uji smirnov-kolmogorof

Pengujian uji smirnov-kolmogorof tidak menggunakan fungsi nilai distribusi tertentu atau dikenal dengan istilah pengujian kecocokan nonparameterik. Dari hasil diketahui nilai penyimpangan terbesar ( $\Delta_{maks}$ ), kemudian dibandingkan dengan penyimpangan kritis ( $\Delta_{Cr}$ ).

$$\Delta maks [P(X) - P(X_i)] < \Delta cr (\alpha 1n)$$

dimana :

$$n = 1$$

$$\alpha = 5\% (0,05)$$

maka :  $\Delta Cr = 2,86$  (interpolasi)

## 2.2.4. Intensitas Curah Hujan Harian

Intensitas curah hujan dianalisa berdasarkan curah hujan harian dengan menggunakan persamaan metode monobe dibawah ini:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

dengan :

$C_i$  = koefisien limpasan untuk daerah dengan luasan  $A_i$

$A_i$  = luas dengan nilai  $C$  yang berbeda

$\sum A_i$  = jumlah semua luasan dengan nilai yang berbeda

## 2.3. Analisa Debit Banjir

### 2.3.1. Metode HSS Nakayasu

HSS Nakayasu atau Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu berasal dari Jepang untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan pada suatu DAS. Dalam membuat hidrograf banjir diperlukan karakteristik atau parameter daerah pengaliran sungai, yaitu:

- Lama waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf
- Lama waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf
- Lama waktu hidrograf
- Luas daerah pengaliran
- Panjang alur sungai utama

Rumus HSS Nakayasu :

$$Q_p = \frac{A \times R_0}{3,6 (0,3 \times t_p) + t_{0,3}}$$

Untuk menentukan debit puncak dapat digunakan persamaan :

$I$  = intensitas curah. hujan (mm/jam)

$t$  = lama curah hujan (jam)

$R_{24}$  = curah hujan maksimum dalam 24 jam

## 2.2.5. Koefisien Limpasan

Setiap daerah atau wilayah memiliki fungsi lahan yang berbeda-beda sehingga koefisien limpasan dapat dihitung dengan rumus :

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$$

dimana :

a. Waktu kelambatan ( $t_g$ ), rumusnya :

Untuk  $L > 15$  km:  $t_g = 0,4 + 0,058 \times L$

Untuk  $L < 15$  km:  $t_g = 0,21 \times L$

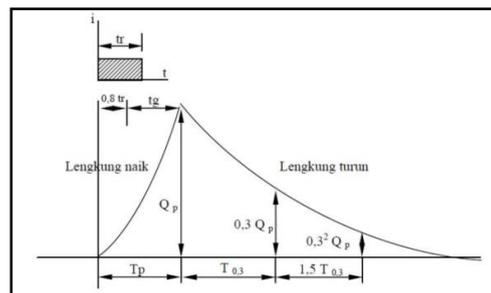
b. Waktu puncak dan debit puncak  $t_p = t_g + 0,8 T_r$

c. Waktu saat debit sama 0,3 kali debit puncak:

$$t_{0,3} = a + t_g$$

d. Waktu puncak :

$$t_p = t_g + 0,8 T_r$$



Persamaan hidrograff satuan sintetiknya adalah

a. Titik lengkung naik ( $0 \leq t \leq T_p$ )

$$Q = Q_p x \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4}$$

b. Titik lengkung turun untuk,  $T_p \leq t \leq T_p + T_{0,3}$

$$Q = Q_p x (0,3)^{\frac{t-t_p}{T_{0,3}}}$$

c. Titik lengkung turun untuk,  $T_p < t \leq T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$

$$Q = Q_p x (0,3)^{\frac{t-t_p+0,5 \times t_{0,3}}{1,5 \times T_{0,3}}}$$

d. Titik lengkung turun untuk,  $T_p \leq t \leq T_p + 2,5T_{0,3}$

$$Q = Q_p x (0,3)^{\frac{t-t_p+1,5 \times t_{0,3}}{2 \times T_{0,3}}}$$

## 2.4. Aplikasi HEC-RAS

Aplikasi HEC-RAS digunakan dalam memodelkan aliran sungai,

saluran irigasi, drainase dan penampang saluran terbuka lainnya. Ada 4 komponen model 1D dalam program aplikasi HEC-RAS yaitu :

- Perhitungan profil muka air aliran tak seragam
- Pemodelan aliran seragam
- Perhitungan transportasi Sedimen
- Perhitungan kualitas air.

### 3. METODE PENELITIAN

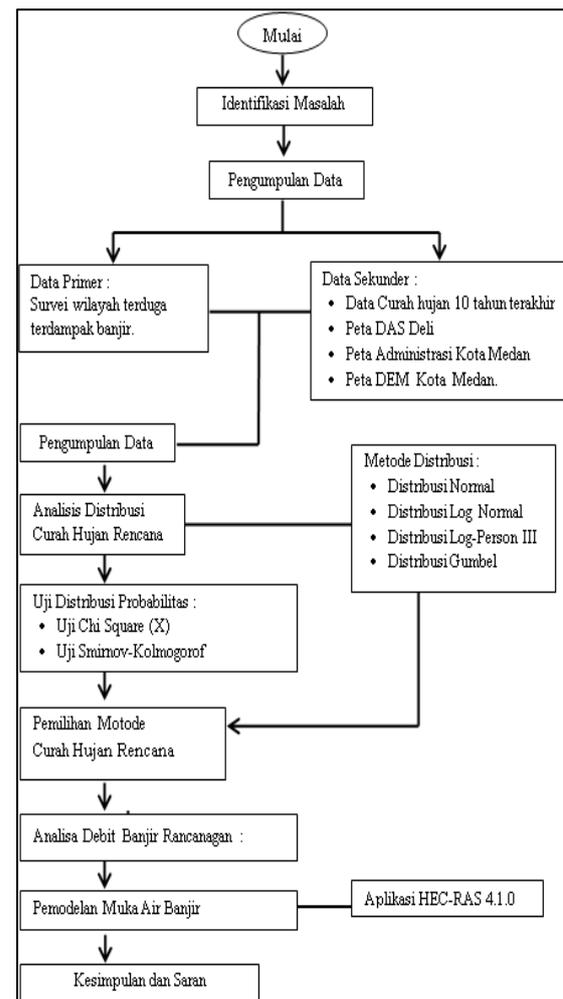
Untuk menentukan wilayah banjir di Kota Medan penelitian ini menggunakan survei deskriptif dengan pendekatan secara kuantitatif. Dalam menganalisis data curah hujan pendekatan kuantitatif digunakan untuk menghitung potensi banjir yang terjadi serta dimasukkan kedalam aplikasi dihitung luas DAS yang dipengaruhinya, menganalisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan metode distribusi hujan, dengan curah hujan rancangan kala ulang 2,5,10,25,50,75 dan 100 tahun.

- Menganalisa debit banjir rancangan periode ulang dengan menggunakan metode HSS Nakayasu.
- Permodelan banjir dengan menggunakan HEC-RAS 4.1.0 yang diolah bersamaan dengan data DEM dan debit banjir rancangan. Hasil pengolahan diperoleh tinggi muka air banjir kala ulang tertentu.

HEC-RAS yang menggambarkan seperti tinggi muka air banjir di lokasi penelitian.

Beberapa tahapan pengerjaan dalam melakukan penelitian ini, lebih jelasnya lihat gambar dibawah:

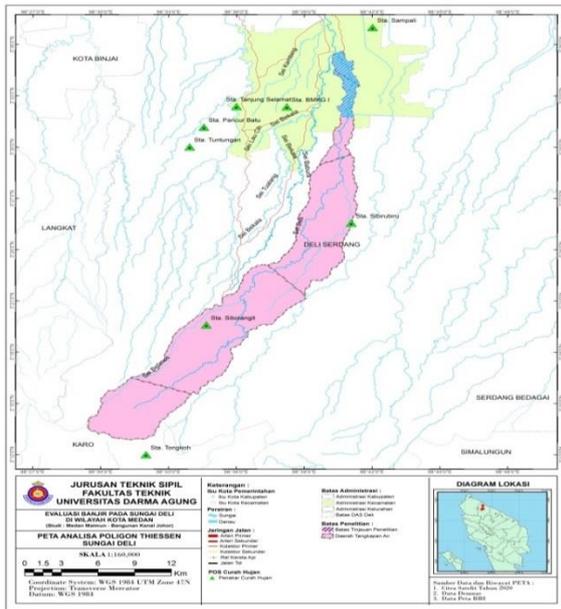
- Pengumpulan data yang digunakan seperti peta DAS Deli, peta administrasi Kota Medan, data curah hujan, data DEM serta data yang berkaitan dengan penelitian.
- Studi pustaka meliputi teori analisa hujan kawasan/wilayah, statistik dan distribusi hujan, analisa debit banjir, pemodelan alur sungai.
- Menganalisa curah hujan wilayah dengan menggunakan metode polygon thiennes. Dari 5 stasiun curah hujan



### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data Curah Hujan

Didalam menganalisa curah hujan di kawasan/wilayah penelitian, diperlukan data curah hujan dari stasiun pengukuran curah hujan yang terletak di hulu hingga hilir sungai dan berdekatan dengan sungai Deli. Dari ketersediaan data curah hujan dan letak alat penakar curah hujan, total terdapat 5 stasiun penakar curah hujan yang letaknya berdekatan didalam cathment area wilayah penelitian, meliputi Sta. BMKG-I, Sta. Sampali, Sta. Sibiru-biru, Sta. Sibolangit, Sta. Tongkoh, lihat gambar dibawah ini :



Hasil perhitungan frekuensi curah hujan dihitung untuk memperoleh nilai hujan rencana, beberapa distribusi curah hujan rencana yang sering digunakan yaitu:

a. Analisa metode normal

Hasil analisa curah hujan rencana menggunakan metode normal, lihat pada tabel dibawah

Periode Ulang	XT (mm)
2	117,96
5	133,85
10	142,18

Dengan menggunakan metode poligon thiesen maka diperoleh hasil curah hujan 10 tahun terakhir, seperti pada tabel dibawah :

Ranking	CH Maks (mm)	Tahun
1	139,01	2014
2	118,99	2013
3	117,6	2015
4	113,17	2012
5	111,14	2018
6	105,46	2017
7	95,82	2016
8	91,82	2020
9	87,62	2011
10	77,20	2019

#### 4.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan Rencana Maksimum

##### 4.2.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan

25	150,29
50	156,75
75	159,40
100	162,05

b. Analisa metode log normal

Hasil perhitungan curah hujan rencana menggunakan distribusi log normal, lihat pada tabel dibawah

Periode Ulang	XT (mm)
2	116,61
5	133,35
10	143,06
25	153,19
50	161,78

75	165,44
100	169,18

- c. Analisa metode log-pearson III  
 Hasil perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode log-pearson III, lihat pada tabel dibawah

Periode Ulang	XT (mm)
2	0,13
5	1,84
10	9,51
25	27,33
50	85,93
75	148,30
100	255,94

- d. Analisa metode gumbell  
 Hasil analisa curah hujan rencana menggunakan distribusi normal, lihat pada tabel dibawah

Periode Ulang	XT (mm)
2	115,39
5	137,98
10	152,93
25	171,85
50	185,85
75	192,81
100	199,76

#### 4.2.2. Uji Distribusi Probabilitas

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan persamaan distribusi Dengan  $n=10$ ,  $\alpha=5\%$ ,  $Dk=2$  maka nilai  $X^2_{cr}$  adalah 5,991, hasil uji chi-kuadrat dapat dilihat pada tabel dibawah :

Distribusi Frekuensi	$X^2_{cr}$	$X^2$	Keterangan
Normal	5,991	1	MEMENUHI
Log Normal	5,991	3	MEMENUHI
Log Person III	5,991	9	TIDAK MEMENUHI
Gumbel	5,991	3	MEMENUHI

- b. Uji smirnov-kolmogorov

probabilitas, yang digunakan untuk mewakili distribusi statistik dari sampel data yang dianalisa.

- a. Uji chi-kuadrat ( $X^2$ )

Ada beberapa tahapan dan hasil perhitungan uji chi-kuadrat yaitu :

- Mengurutkan data curah hujan ( $X_i$ ) terbesar ke terkecil
- Mengitung Banyak kelas  
 Banyak data ( $n$ ) = 10  
 Banyak Kelas ( $K$ ) = 5 kelas
- Perhitungan derajat kebebasan ( $Dk$ ) dan  $X^2\alpha$   
 Parameter derajat kebebasan = 2  
 Derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) = 5,991

- Perhitungan kelas distribusi  
 Kelas distribusi =  $\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$   
 Interval distribusi ( $P_x$ ) = 20%, 40%, 60%, 80%  
 Persentase dari 20% =  
 $P_x 0,2$  maka  $T = \frac{1}{0,2} = 5$  tahun  
 Persentase dari 40% =  
 $P_x 0,4$  maka  $T = \frac{1}{0,4} = 2,5$  tahun  
 Persentase dari 60% =  
 $P_x 0,6$  maka  $T = \frac{1}{0,6} = 1,67$  tahun  
 Persentase dari 80% =  
 $P_x 0,8$  maka  $T = \frac{1}{0,8} = 1,25$  tahun

Distribusi Frekuensi	$\Delta P$ kritis	$\Delta P$ Maks	Keterangan
Normal	0,41	0,31	MEMENUHI
Log Normal	0,41	0,13	MEMENUHI
Log Person III	0,41	0,91	TIDAK MEMENUHI
Gumbel	0,41	0,13	MEMENUHI

Dalam uji smirnov-kolmogorov distribusi frekuensi yang dipilih memenuhi persamaan  $\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$  (memenuhi) atau  $\Delta_{maks} > \Delta_{cr}$  (tidak memenuhi).

Jumlah data ( $n$ ) = 10  
 Derajat kepercayaan ( $Dk$ ) = 5%  
 Nilai  $\Delta P$  kritis ( $\Delta_{cr}$ ) = 0,41  
 Hasil uji smirnov-kolmogorov dapat dilihat pada tabel dibawah :

### 4.3. Analisa Debit Banjir

#### 4.3.1. Koefisien Pengairan

Koefisien pengairan adalah hasil jumlah limpasan air hujan dengan total hujan yang menyebabkan limpasan. Koefisien pengairan ditentukan berdasarkan kondisi penggunaan lahan yang ada dilokasi penelitian. Nilai koefisien 0,35 digunakan dilokasi penelitian karena lokasi penelitian berada diwilayah perkotaan Kota Medan.

#### 4.3.2. Intensitas Curah Hujan dan Hujan Efektif

untuk memperkirakan besar curah hujan jam-jaman menggunakan metode pendekatan Mononobe dengan rata-rata hujan (t) diasumsikan selama 6 jam. Menghitung intensitas hujan dan curah hujan efektif menggunakan data curah hujan rencana distribusi gumbel.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$T_1 = 1 \text{ jam, maka } R_1 = \frac{R_{24}}{6} \left(\frac{6}{1}\right)^{2/3} = 0,55 R_{24}$$

$$T_1 = 2 \text{ jam, maka } R_1 = \frac{R_{24}}{6} \left(\frac{6}{2}\right)^{2/3} = 0,35 R_{24}$$

$$T_1 = 3 \text{ jam, maka } R_1 = \frac{R_{24}}{6} \left(\frac{6}{3}\right)^{2/3} = 0,26 R_{24}$$

$$T_1 = 4 \text{ jam, maka } R_1 = \frac{R_{24}}{6} \left(\frac{6}{4}\right)^{2/3} = 0,22 R_{24}$$

$$T_1 = 5 \text{ jam, maka } R_1 = \frac{R_{24}}{6} \left(\frac{6}{5}\right)^{2/3} = 0,19 R_{24}$$

Hasil Perhitungan Unit Hidrograf HSS Nakayashu :

- Untuk lengkung naik  $Qd_0$   
 $= 0 \leq t \leq T_p$   
 $= 0 \leq t \leq 7,52$
- Untuk lengkung turun  $Qd_1$   
 $= T_p \leq t \leq T_{0,3} + T_p$   
 $= 7,52 \leq t \leq 15,8$
- Untuk lengkung turun  $Qd_2$   
 $= T_{0,3} + T_p \leq t \leq T_p + T_{0,3}(1,5 T_{0,3})$   
 $= 15,8 \leq t \leq T_p$
- Untuk lengkung turun  $Qd_3$   
 $= t \geq T_p + T_{0,3}(1,5 T_{0,3})$   
 $= t \geq 28,4$

$$T_1 = 6 \text{ jam, maka } R_1 = \frac{R_{24}}{6} \left(\frac{6}{6}\right)^{2/3} = 0,17 R_{24}$$

Perhitungan Persentase curah hujan jam-jaman :

$$Rt = T \cdot R_T - (T - 1)(R_{T-1})R_{24}$$

$$1 \text{ jam, } R_1 = 0,55 = 55\%$$

$$2 \text{ jam, } R_2 = 0,143 = 14,3\%$$

$$3 \text{ jam, } R_3 = 0,1003 = 10,03\%$$

$$4 \text{ jam, } R_4 = 0,08 = 7,99\%$$

$$5 \text{ jam, } R_5 = 0,0675 = 6,75\%$$

$$6 \text{ jam, } R_6 = 0,059 = 5,9\%$$

#### 4.3.3. Analisa Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

Data awal yang dipakai untuk menghitung debit banjir rencana metode HSS Nakayasu :

$$\text{Luas DAS (A)} : 175,57 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang sungai (L)} : 65,16 \text{ km}$$

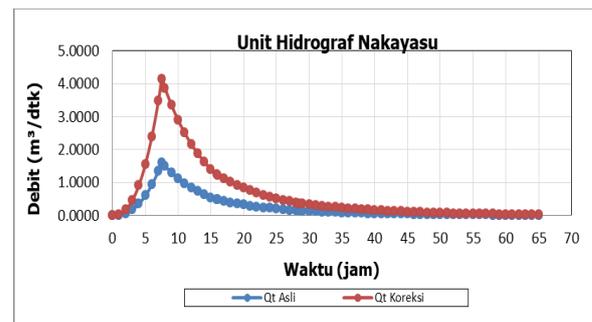
$$\text{Satuan waktu hujan (} t_r \text{)} : 1 t_g (0,5 t_g - 1 t_g)$$

$$\text{Hujan satuan/curah hujan (} R_o \text{)} : 1 \text{ mm}$$

$$\text{Koefisien pengairan (C)} : 0,35$$

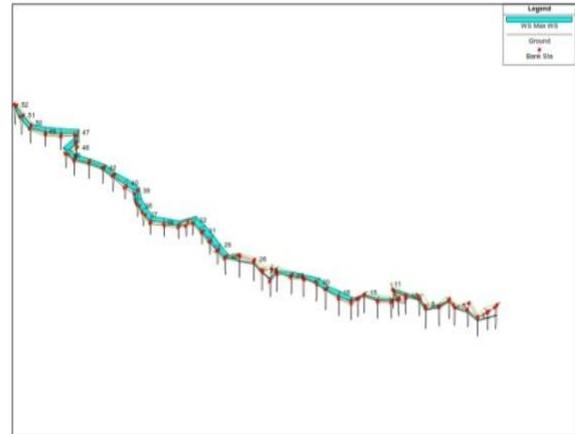
Berdasarkan parameter diatas tahapan perhitungan besar nilai hidrograf satuan sintetik nakayasu ditentukan :

- Waktu konsentrasi ( $t_g$ ) : 4,18 jam
- Satuan waktu hujan ( $T_r$ ) : 4,18 jam
- Waktu puncak ( $t_p$ ) : 7,52 jam
- Waktu puncak =  $T_{0,3}$  : 8,36 jam
- Debit puncak ( $Q_p$ ) : 1,61  $\text{m}^3/\text{s}$
- Base flow ( $Q_B$ ) : 0,8  $\text{m}^3/\text{s}$



Hasil rekapitulasi debit banjir HSS Nakayasu kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 75, dan 100 tahun, lihat tabel dibawah :

No	Kala Ulang (tahun)	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /s)
1	2	177,3
2	5	214,2
2	10	238,6
4	25	269,4
5	50	292,3
6	75	303,6
7	100	315,0

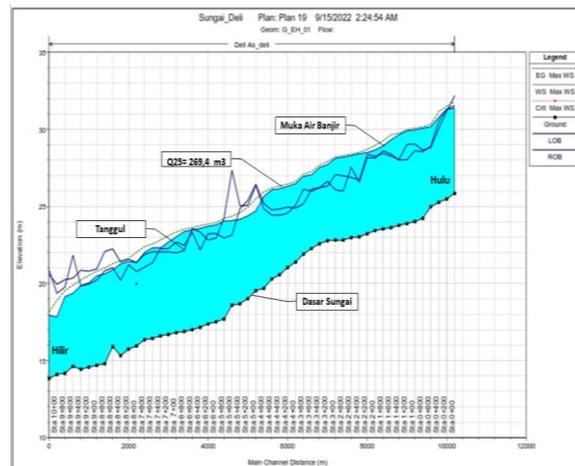


Untuk profil elevasi muka air Sungai Deli untuk periode ulang 25 tahun, dapat dilihat pada gambar dibawah :

#### 4.4. Pemodelan Luapan Sungai Deli Dengan HEC-RAS

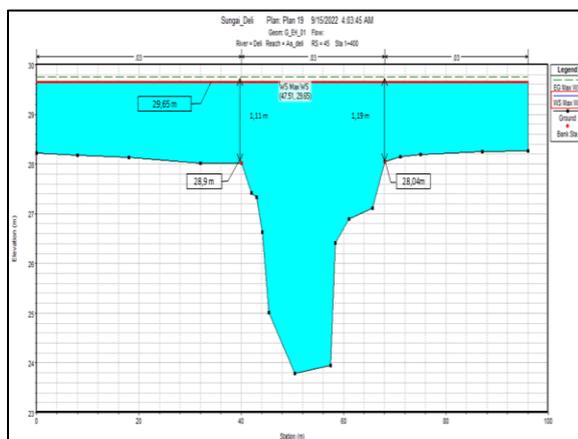
Dalam memodelkan keadaan banjir dengan diinput pada HEC-RAS yang diolah bersamaan dengan data DEM (Digital Elevasi Model) yang menjadi data geometrik sungai baik penampang melintang maupun penampang manjang serta angka kekasaran saluran dan elevasi sungai.

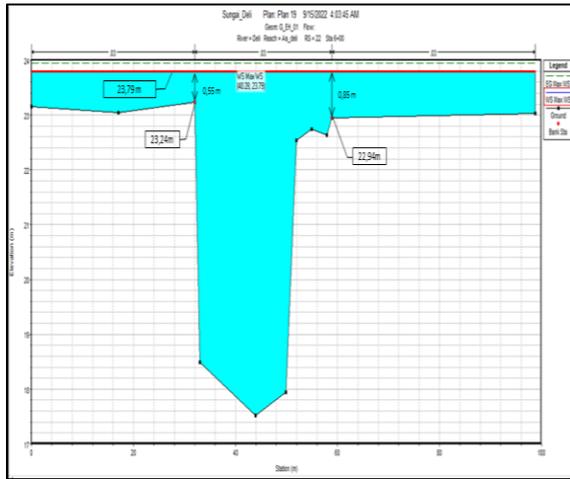
Hasil perhitungan berbentuk grafis tentunya setelah aplikasi HEC-RAS dijalankan. Berikut adalah hasil profil penampang memanjang dan profil elevasi muka air banjir Sungai Deli untuk periode ulang 25 tahun, seperti gambar dibawah :



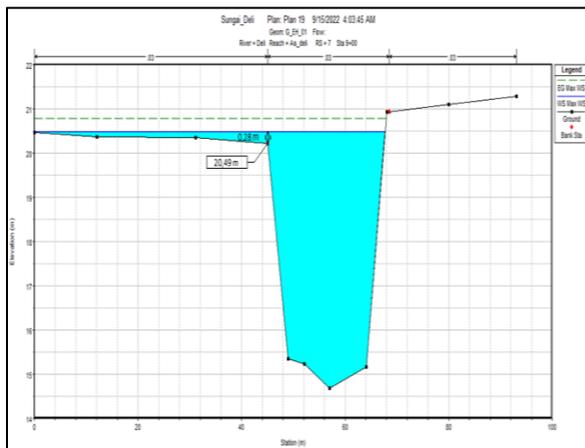
Dari profil elevasi muka air Sungai Deli, terlihat di beberapa titik stasiun mengalami banjir. Dimana sempadan tanggul kiri dan Kanan sungai berada dibawah elevasi debit banjir rencana kala ulang 25 tahun.

Gambar potongan melintang diatas merupakan luapan banjir yang terjadi pada titik RS 50 (sta 1+400) di Kecamatan Medan Johor, Kelurahan Titi Kuning dan Kelurahan Pangkalan Masyur. Luapan terlihat berada diatas elevasi tebing sungai, yang terjadi pada sisi kiri dan kanan sungai. Tinggi Elevasi tebing kiri sebesar 28,9 m dengan tinggi luapan sungai sebesar 1,11 m dan elevasi tebing kanan sungai sebesar 28,04 m dengan tinggi luapan sungai sebesar 1,19 m.





Gambar potongan melintang diatas merupakan titik RS 22 (Sta 6+000) di Kecamatan Medan Polonia, Kelurahan Suka Damai dan Kelurahan Suka Raja. Tinggi Elevasi tebing kiri sebesar 23,24 m dengan tinggi luapan sungai sebesar 0,6 m dan elevasi tebing kanan sungai sebesar 22,54 m dengan tinggi luapan sungai sebesar 1,3 m.



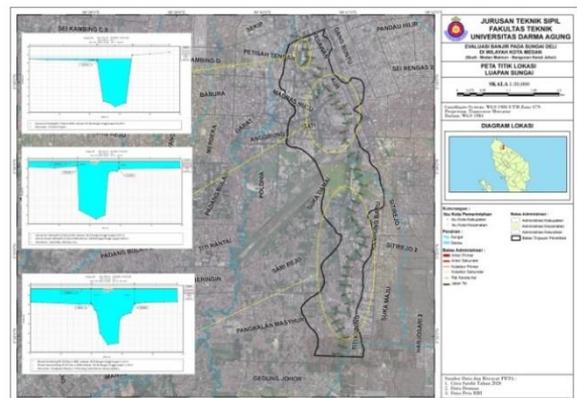
Gambar potongan melintang diatas merupakan titik RS 7 (Sta 9+400)

## 5. SIMPULAN

- Curah hujan suatu kawasan ditentukan dengan menggunakan metode polygon thiessen dengan 5 pos penakar hujan, diperoleh curah hujan terbesar pada tahun 2014 sebesar 139,01 mm dan curah hujan terkecil pada tahun 2019 sebesar 77,2 mm.
- Curah hujan rancangan maksimum di analisa menggunakan metode gumbel

di Kecamatan Medan Petisah, Kelurahan Petisah Tengah dan Kelurahan Kesawan. Tinggi Elevasi tebing kiri sebesar 20,49 m.

Jika dilihat dari batas administrasi Kota Medan luapan sungai deli terjadi pada RS 50 (Sta 0+400) - RS 28 (Sta 4+800) yang terjadi di Kecamatan Medan Johor tepatnya kelurahan pangkalan masyhur, Kelurahan Titi Kuning dan Kecamatan Medan Polonia tepatnya di Kelurahan Suka Damai, Kelurahan Medan Maimun, Kelurahan Kampung Aur. RS 24 (Sta 5+600) - RS 10 (Sta 8+400) terjadi luapan di Kecamatan Medan Polonia tepatnya di Kelurahan Suka Damai, dan Kecamatan Medan Maimun tepatnya di Kelurahan Suka Raja, Kelurahan Jati, Kelurahan Hamdan, Kelurahan Aur. RS 5 (Sta 9+00) - RS 7 (Sta 9+400) yang terjadi luapan di Kecamatan Medan Petisah tepatnya di Kelurahan Petisah Tengah, lebih jelasnya pada gambar dibawah ini:



dengan distribusi curah hujan rencana kala ulang 25 tahun, sehingga diperoleh hujan rata-rata 157,33 mm.

- Debit banjir rancangan ( $Q_p$ ) dihitung menggunakan metode HSS Nakayasu. Debit puncak Q25 tahun yaitu 269,3  $m^3/s$  pada jam ke 7,52.
- Luapan banjir tidak terjadi pada satu sisi, namun beberapa titik yang kedua sisi sungai terkena banjir Sungai Deli. Tinggi luapan banjir di sungai deli

dapat mencapai 1,5 meter, seperti Kecamatan Medan Johor di Kelurahan pangkalan masyhur, Kelurahan Titi Kuning; Kecamatan Medan Polonia di Kelurahan Suka Raja, Kelurahan Kampung Baru; Kecamatan Medan Maimun di Kelurahan Suka raja, Kelurahan Aur.

### Saran

- a. Dianjurkan menggunakan parameter lain selain curah hujan dalam menganalisa perhitungan debit banjir dan pemodelan banjir.
- b. Dianjurkan menggunakan metode perhitungan Debit banjir selain HSS Nakayasu dalam menambah variasi nilai. Seperti, GAMA-I, Snyder, SCS dan lainnya.
- c. Agar perhitungan analisa dan pemodelan banjir lebih presisi diperlukannya data profil melintang dan profil memanjang yang lebih akurat dan lengkap

### 6. DAFTAR PUSTAKA

Asdak,Chay.1995. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai.*"

- Gajah Mada Universitas Press, Yogyakarta
- Chow,VT.(1997). *Open Channel Hydraulics*. Erlangga, Jakarta.
- Kodoatie,R.J dan Sugiyanto.2002. *Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- M Syahril B.Kusman, Hadi Kardhana.2009. *Banjir dan Upaya Penanggulangannya. Program for Hydro-Meteorological Risk Mitigation Secondary Cities in Asin, Indonesia*, Bandung
- Soewarno.1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung
- Suripin.2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta.
- Triadmodjo,Bambang.2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta.
- Waryono,T.2001. *Fenomena Banjir diwilayah Perkotaan (Studi Kasus Banjir DKI Jakarta 2002)*. Staf Pengajar Jurusan Geografi MIPA UI. Jakarta