# EVALUASI DEBIT BANJIR RENCANA PADA NORMALISASI SUNGAI KENALI BESAR KEC. ALAM BARAJO KOTA JAMBI

**Rani Saputri[1], Azwarman[2], Susiana[3]**
[1]Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil, [2,3] Dosen Fakultas Teknik Sipil
Universitas Batanghari Jambi
Email: Ranisaputri75@gmail.com

**ABSTRAK**

Banjir merupakan salah satu fenomena alam yang mengancam keberadaan hidup manusia di beberapa wilayah di Indonesia setiap musim penghujan. Setiap tahun Kota Jambi umumnya mengalami banjir terutama di daerah masyarakat yang bermukim di sepanjang bantaran sungai. Hal ini disebabkan berkurangnya kapasitas penampang sungai sehingga dimensi sungai tidak mampu menampung debit yang ada dan menyebabkan Sungai Kenali Besar meluap. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besarnya debit banjir Sungai Kenali Besar dengan kala ulang 10 tahun dan mengidentifikasi daerah rawan banjir serta memberikan solusi masalah banjir yang terjadi di Sungai Kenali Besar..Pada Penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder berupa Curah hujan harian selama 10 tahun dan data dimensi penampang melintang Sungai Kenali Besar,. hasil hitungan hujan rencana dengan kala ulang 10 tahun yaitu 167,8165 $mm/jam$, sedangkan debit rencana dengan metode Rasional didapat nilai debit puncak sebesar 15,3955 $m^3/s$ langkah dilanjutkan menggunakan software HEC-RAS 4.1.0 untuk mengetahui kapasitas tampung sungai dengan menggunakan debit rencana. Setelah dianalisis menggunakan software, sungai Kenali Besar tidak dapat menampung debit aliran yang terjadi, oleh karenanya perlu adanya perbaikan sungai berupa normalisasi sungai dan peninggian tanggul.

**Kata kunci** : *Debit banjir, HEC-RAS*

**ABSTRACT**

*Floods are one of the natural phenomena that threaten the existence of human life in several areas in Indonesia every rainy season. Every year Jambi City generally experiences flooding, especially in the areas of the people who live along the riverbanks. This is due to the reduced cross-sectional capacity of the river so that the dimensions of the river are unable to accommodate the existing discharge and cause the Kenali Besar River to overflow. The purpose of this study was to determine the magnitude of the flood discharge of the Kenali Besar River with a return period of 10 years and identify flood-prone areas and provide solutions to flood problems that occurred in the Kenali Besar River. In this study, the data used were secondary data in the form of daily rainfall for 10 years. years and cross-sectional data of the Kenali Besar River. the results of the calculation of the planned rain with a return period of 10 years, namely 167.8165 mm/hour, while the planned discharge using the Rational method obtained a peak discharge value of 15.3955 m^3/s, the steps were continued using the HEC-RAS 4.1.0 software to determine the capacity of the reservoir. river using the design discharge. After being analyzed using software, the Kenali Besar river cannot accommodate the flow discharge that occurs, therefore it is necessary to improve the river in the form of river normalization and elevation of the embankment.*

**Keywords:** *Flood discharge, HEC-RAS*

# 1. PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang mempunyai sejumlah potensi yang dapat dimanfaatkan bagi kesejateraan manusia, salah satu manfaat sungai sebagai sumber air di antaranya adalah sebagai sumber penghidupan dan kehidupan masyarakat yang tinggal di daerah sungai. Salah satu fenomena alam yang mengancam keberadaan hidup manusia di beberapa wilayah di Indonesia setiap masuk musim penghujan yaitu banjir. Banjir merupakan masalah pokok yang terjadi ketika musim penghujan datang disertai sistem drainase yang buruk di wilayah itu sendiri. Kota Jambi memiliki catatan akan rawan banjirnya yang cukup parah.

Bencana banjir hingga saat ini terus mengancam Kota Jambi. Bahkan banjir sudah menjadi langganan tiap tahun kota yang di kenal dengan julukan "Bumi Sepucuk Jambi Sembilan Lurah" ini. Dikarenakan sistem drainase yang kurang efektif, dan intensitas curah hujan yang tinggi, maka akan terjadi banjir.

Semakin berkurangnya lahan penghijauan yang merupakan daerah resapan air pun menjadi salah satu faktor penting karena akan mengurangi jumlah air yang dapat diserap oleh lahan penghijauan itu sendiri. Sungai Kenali Besar merupakan salah satu sungai yang melintasi kota Jambi yang memiliki panjang sungai kurang lebih 13,79 km, dengan luas DAS nya mencapai 3.623 Ha. Sungai ini kerap menyebabkan banjir pada saat musim penghujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Banjir yang terjadi akibat intensitas curah hujan yang tinggi membuat air sungai meluap. Luapan air sungai tersebut membuat kawasan di Kelurahan Alam barajo terendam banjir. Penyebab lain banjir di sungai Kenali Besar adalah karena daerah tersebut terletak pada dataran rendah, pemukiman penduduk yang terletak di bantaran sungai, dan banyaknya sampah di sungai.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui berapa besar intensitas curah hujan pada Sungai Kenali Besar.
2. Berapa besar debit banjir sungai Kenali Besar dengan kala ulang 10 tahun yang telah di normalisasi.
3. Apakah dimensi Sungai Kenali Besar yang telah di normalisasi mampu menampung debit banjir.
4. Bagaimana hasil analisis penampang sungai menggunakan program HEC-RAS

# 2. METODE PENELITIAN

## 2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Kenali Besar dikhususkan pada wilayah Kelurahan Kenali Besar, Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi. Waktu penelitian terhitung tiga bulan dari bulan November hingga Januari 2021.

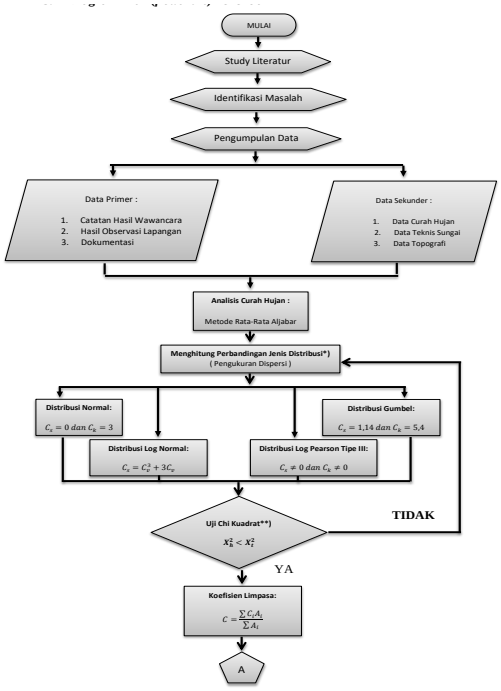
**Gambar 1** Peta Lokasi Kelurahan Kenali Besar, Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi
*Sumber : Google map 2021*

### 2.2 Teknik Pengumpulan Data

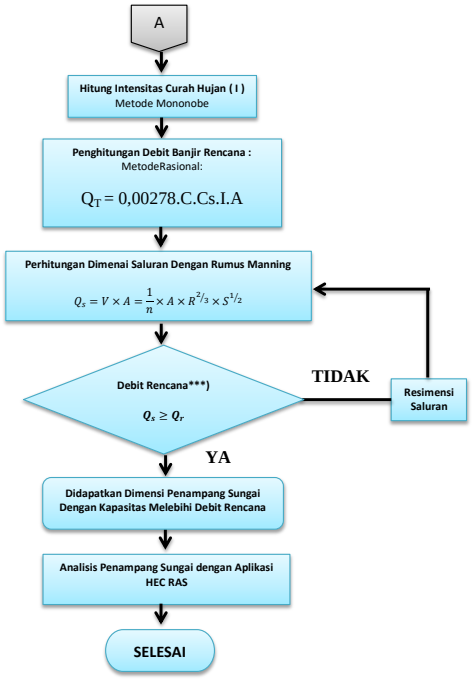
Dalam pengumpulan data yang diperlukan, sumber data terdiri dari:

1. Data Primer
   Data primer ialah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang memerlukannya. Data primer di dapat dari sumber informasi yaitu ndividu atau perorangan seperti hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti. Data primer antara lain:
   1. Catatan hasil wawancara
   2. Hasil observasi lapangan
   3. Dokumentasi
2. Data sekunder
   Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada. Data ini digunakan untuk mendukung informasi primer yang telah diperoleh. Data sekunder antara lain :
   1. Data curah hujan 2011-2020
   2. Data Topografi
   3. Data teknis sungai

### 2.3 Bagan Alir Penelitian




**Gambar 2** Diagram Alir *(Flowchart)* Penelitian
*Sumber : Hasil Analisis 2020*




**Gambar 3** Lanjutan Diagram Alir *(Flowchart)* Penelitian
*Sumber : Hasil Analisis 2020*

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisa Curah Hujan

**Tabel 1** Curah hujan rata-rata

| No | Tahun | Jumlah | Xi (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 2303 | 191,92 |
| 2 | 2012 | 1930 | 160,83 |
| 3 | 2013 | 2093,6 | 174,47 |
| 4 | 2014 | 1571,8 | 130,98 |
| 5 | 2015 | 1819,6 | 151,63 |
| 6 | 2016 | 1673 | 139,42 |
| 7 | 2017 | 2387 | 198,92 |
| 8 | 2018 | 2360,8 | 196,73 |
| 9 | 2019 | 1745,8 | 145,48 |
| 10 | 2020 | 2523 | 210,25 |
| Jumlah | | | 1700,63 |
| Rata-rata | | | 170.06 |

*Sumber : Perhitungan 2021*

- Curah hujan rata-rata tahun 2011

$$Xi = \frac{\sum X}{n} = \frac{2302}{12} = 191{,}92\ mm \qquad \bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1700{,}63}{10} = 170{,}06\ mm$$

- Curah hujan rata-rata 10 tahun terakhir

## 3.1 Penentuan Jenis Distribusi

**Tabel 2.** Hasil Analisis Frekuensi

| *Durasi (menit)* | *Periode Ulang (mm/menit)* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *2 Tahun* | *5 Tahun* | *10 Tahun* | *25 Tahun* | *50 Tahun* | *100 Tahun* |
| *5* | *224,490* | *342,514* | *441,764* | *565,358* | *711,574* | *845,508* |
| *10* | *168,016* | *256,350* | *330,633* | *423,134* | *532,568* | *632,809* |
| *20* | *117,170* | *178,772* | *230,574* | *295,082* | *371,399* | *441,304* |
| *30* | *92,937* | *141,798* | *182,887* | *234,054* | *294,587* | *350,034* |
| *40* | *78,303* | *119,471* | *154,090* | *197,200* | *248,201* | *294,918* |
| *60* | *61,016* | *93,095* | *120,072* | *153,664* | *193,406* | *229,809* |
| *80* | *50,876* | *77,624* | *100,117* | *128,127* | *161,264* | *191,617* |
| *120* | *39,158* | *59,746* | *77,058* | *98,617* | *124,122* | *147,484* |

*Sumber : Perhitungan 2021*

Pi= (0,21.Ln.T + 0,52) x (0,54.$t^{0,25}$ – 0,50) x $\left[\frac{P^{60 \times 60}}{t}\right]$

= (0,21 x Ln (2) + 0,52) (0,54 x $5^{0,25}$ – 0,50)$\left[\frac{91{,}411 \times 60}{5}\right]$

= 224,490 mm/menit

Perbandingan hasil pengukuran dispersi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 3** Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 Metode)

| *No* | *Periode Ulang (T) Tahun* | *Normal (mm)* | *Log Normal (mm)* | *Log-Person III (mm)* | *Gumbel (mm)* |
|---|---|---|---|---|---|
| *1* | *2* | *331,590* | *328,002* | *334,086* | *324,836* |
| *2* | *5* | *373,547* | *374,696* | *375,707* | *384,464* |
| *3* | *10* | *395,525* | *401,751* | *396,691* | *423,945* |
| *4* | *25* | *417,003* | *430,078* | *417,852* | *473,826* |
| *5* | *50* | *433,986* | *453,883* | *430,760* | *510,830* |
| *6* | *100* | *447,972* | *474,473* | *441,820* | *547,566* |

*Sumber : Perhitungan 2021*

Dari hasil analisis distribusi frekuensi hujan dengan empat metode tersebut diatas, maka yang digunakn periode ulang 10 Tahun terlihat bahwa distribusi metode Gumbel Periode ulang 10 Tahun yang paling ekstrim sehingga data inilah yang digunakan untuk analisis berikutnya.

**Tabel 4.** Perbandingan Hasil Dispersi

| *No* | *Dispersi* | *Hasil Dispersi* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *Normal* | *Log Normal* | *Log Pearson III* | *Gumbel* |
| *1* | *S* | *49,95* | *0,069* | *0,069* | *49,95* |
| *2* | $C_s$ | *-0,35* | *-0,889* | *-0,888* | *-0,35* |
| *3* | $C_k$ | *5,31* | *5,252* | *5,252* | *5,31* |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *4* | $C_v$ | *0,15* | *0,027* | *0,027* | *0,15* |

*Sumber : Perhitungan 2021*

Didapat metode Log Pearson Type III adalah metode yang paling mendekati parameter yang di syaratkan. Selanjutnya metode Log Pearson Type III akan diuji menggunakan uji kecocokan distribusi untuk mengetahui apakah memenuhi syarat perencanaan.

### 3.3 Perhitungan Itensitas Curah Hujan

**Tabel 5.** Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi Rumus Talbot, Ishiguro dan Sherman untuk Berbagai Periode Ulang (Tahun)

| No | Periode Ulang (Tahun) | *Metode Talbot* | *Metode Ishiguro* | *Metode Sherman* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 7,437 | 7,468 | 6,477 |
| 2 | 5 | 11,406 | 11,453 | 9,949 |
| 3 | 10 | 14,733 | 14,794 | 12,858 |
| 4 | 25 | 18,872 | 18,949 | 16,475 |
| 5 | 50 | 23,765 | 23,862 | 20,749 |
| 6 | 100 | 34,507 | 28,361 | 24663 |

*Sumber : Perhitungan 2021*

Catatan :

Dari analisis data tersebut diatas dapat dipilih rumus sebagai persamaan regresi intensitas hujan rencana adalah rumus yang mempunyai standard deviasi terkecil. Mengacu pada tabel 4.33, dapat disimpulkan bahwa rumus yang sesuai untuk menentukan *Kurve IDF* dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun adalah rumus dari **Metode *Sherman***.

**Tabel 6.** Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode

| No | Durasi (menit) | *Metode Talbot* 10 Tahun (mm) | *Metode Ishiguro* 10 Tahun (mm) | *Metode Sherman* 10 Tahun (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 410,254 | 477,076 | 474,382 |
| 2 | 10 | 337,343 | 318,376 | 322,985 |
| 3 | 20 | 248,880 | 216,517 | 219,905 |
| 4 | 30 | 197,175 | 173,841 | 175,622 |
| 5 | 40 | 163,257 | 149,070 | 149,723 |
| 6 | 60 | 121,468 | 120,312 | 119,573 |
| 7 | 80 | 96,713 | 103,482 | 101,940 |
| 8 | 120 | 68,707 | 83,814 | 81,411 |

*Sumber : Perhitungan 2021*

### 1.4 Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir hulu suatu aliran. Rumus yang dipakai dalam waktu konsentrasi dapat diperoleh menggunakan

rumus empiris, salah satunya adalah rumus *kirpich*, seperti berikut ini (Wesli, 2008):

$To=\frac{0,0195}{60}\ x\ \left(\frac{Ls}{\sqrt{So}}\right)^{0,77}=\frac{0,0195}{60}\ x\ \left(\frac{117}{\sqrt{0,0026}}\right)^{0,77}$ = 1,2441

$Td = \frac{Lt}{3600\ x\ V}$

$= \frac{117}{3600\ x\ 0,40}$ = 0,081 jam

$Tc = \left(\frac{0,87\ x\ Ls^2}{1000\ x\ So}\right)^{0,385}$

$= \left(\frac{0,87\ x\ 0,117^2}{1000\ x\ 0,0026}\right)^{0,385}$ = 0,1257 jam

$Cs = \frac{2\ Tc}{2.Tc+Td} = \frac{2\ (0,1257)}{2\ (0,1257)+0,081}$ = 0,7563

Xt = 121,468

$It = \frac{R24}{24}\ x\ \left(\frac{24}{Tc}\right)^{\frac{2}{3}}$ =

$\frac{121,468}{24}\ x\ \left(\frac{24}{0,1257}\right)^{\frac{2}{3}}$=167,8165 mm/jam

## 1.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Adapun rumus untuk menghitung debit rencana Metode Rasional dari hasil perhitungan diatas untuk debit banjir rencana ($Q_R$encana) periode ulang 10 tahun sebagai berikut :

Dengan $A_i$ = 0,60 km²

Nilai It = 167,8165 mm/jam

Nilai $\Sigma\ A_i\ C_i$ = 0,330 km²

Dimasukkan kedalam persamaan dibawah, maka akan diperoleh debit rencana sebesar :$Q_T$ = 0,278 x I x $A_i$ x $C_i$

= 0,278 x I x ($\Sigma\ A_i$ x $C_i$ )

= 0,278 x 167,8165 x 0,330

=15,3955 m³/detik

Keterangan :

$Q_T$ = Debit Rencana (m³/detik)

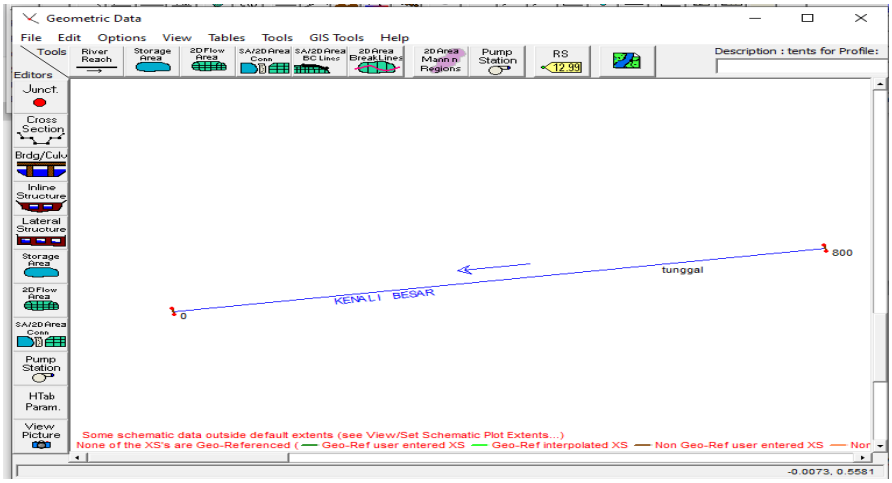
C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Pengaliran (km²)

## 1.6 Analisa Penampang Sungai menggunakan Aplikasi *Hec-Ras*

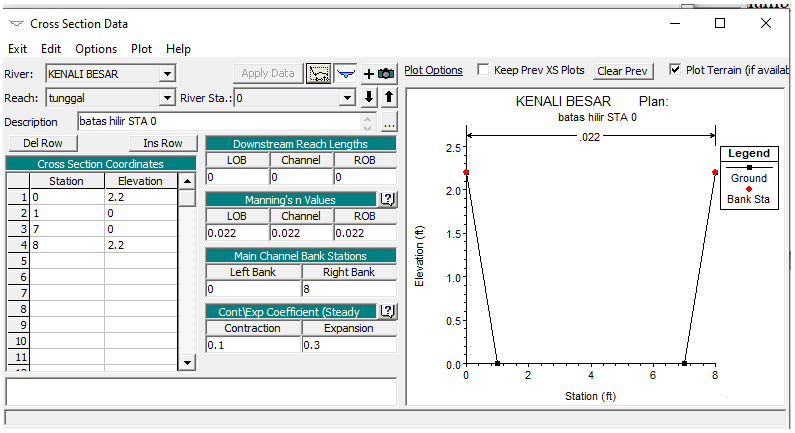
1. Pembuatan *file* proyek
   Untuk membuat *file* proyek yaitu klik *menu file* → *new* projek, tulis judul proyek kemudian tekan OK.
2. Geometri Saluran
   a. Alur saluran
   Untuk membuat skema saluran sungai yaitu dengan cara *klik edit* → *geometric data.* Klik menu *River Reach* kemudian buat skema saluran dengan cara mengklik titik-titik sepanjang alur saluran yang diinginkan. Alur saluran haru di buat dari hulu ke hilir.



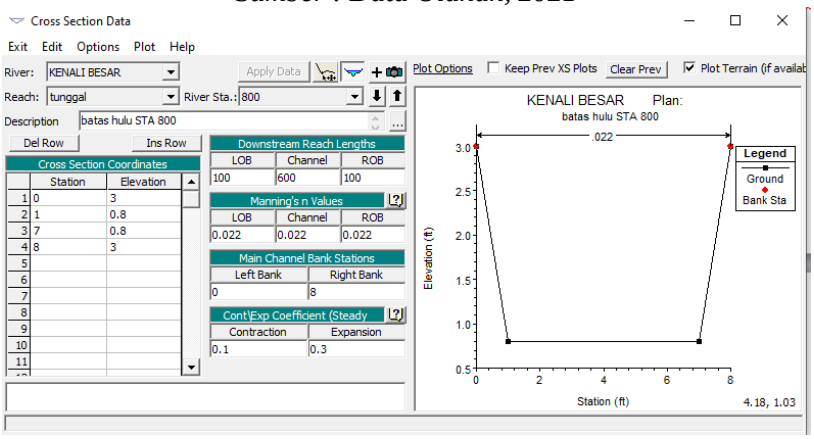

**Gambar 3.** Skema saluran sungai
*Sumber : Data Olahan, 2021*

b. Tampang lintang
Selanjutnya adalah penulisan data tampang lintang. Dengan cara klik *Cross Section*, kemudian klik *Option* → *Add a new cross section* tulis nilai STA 0 lalu klik OK. Kemudian masukan nilai yang tertera seperti pada gambar.

masukan data tampang lintang untuk STA 0 dan STA 800.




**Gambar 4.** Layar editor tampang lintang setelah diberi nilai untuk STA 0
*Sumber : Data Olahan, 2021*

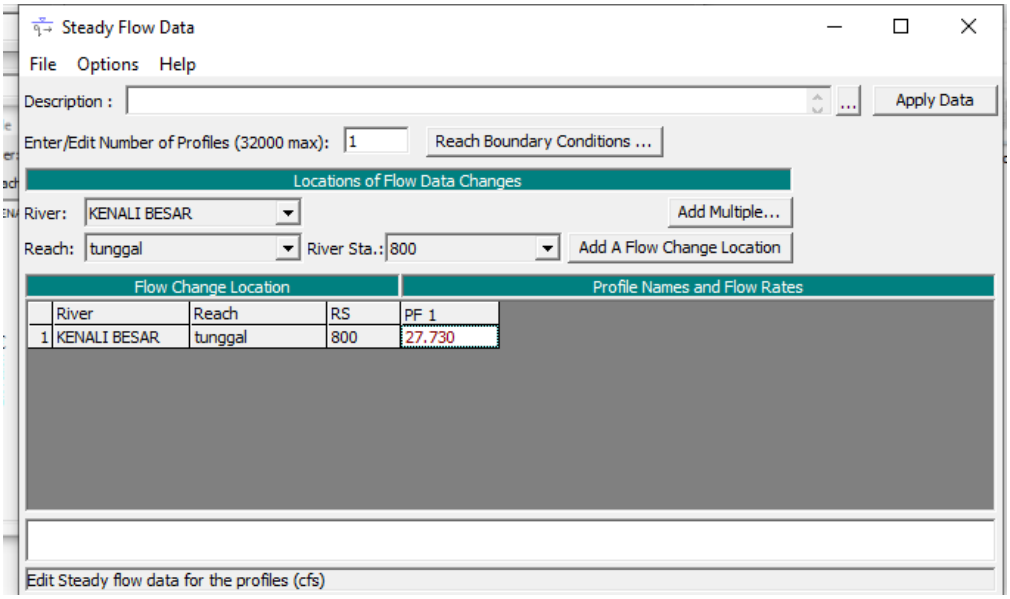



**Gambar 5.** Layar editor tampang lintang setelah diberi nilai untuk STA 800
*Sumber : Data Olahan, 2021*

3. Simulasi Aliran *Steady Flow*

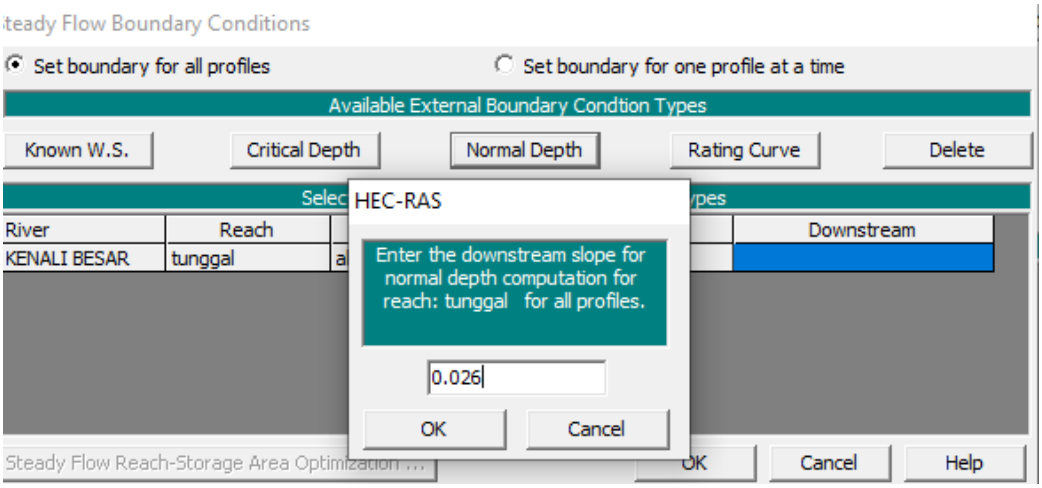
a. Input nilai debit

Untuk menginput nilai debit aliran *steady flow* . klik menu *bar edit* lalu klik sub menu *steady flow* data menginput nilai debit rencana yang sudah dihitung sebesar 11,7562 $m^3$/detik.



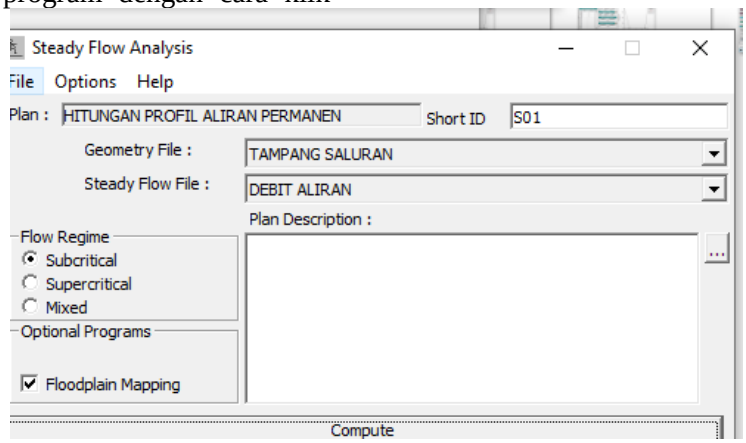
**Gambar 6.** Penginputan nilai debit
*Sumber : Data Olahan, 2021*

b. Input nilai kemiringan
Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom *Downstream* yaitu 0.00004, klik *Reach Boundary Conditions* kemudian pilih *Normal Depthan* lalu klik *Apply Data*.




**Gambar 7**. Penginputan nilai kemiringan
*Sumber : Data Olahan, 2021*

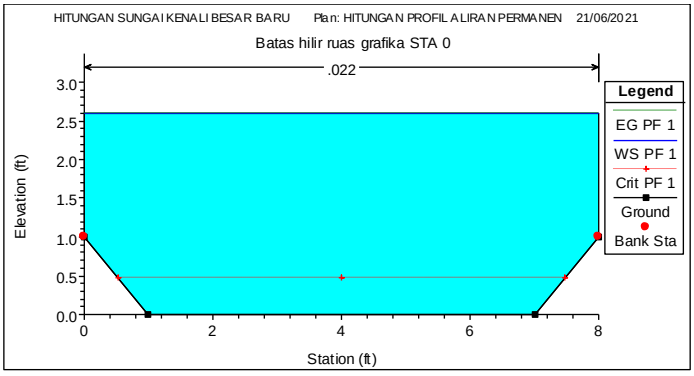
*c. Run Analisys Steady Flow*
Setelah data tersimpan selanjutnya di analisis oleh program dengan cara klik menu *Run* → *SteadyFlow Analisys* → *compute.*




**Gambar 8.** Hitungan Aliran Permanen
*Sumber : Data Olahan, 2021*

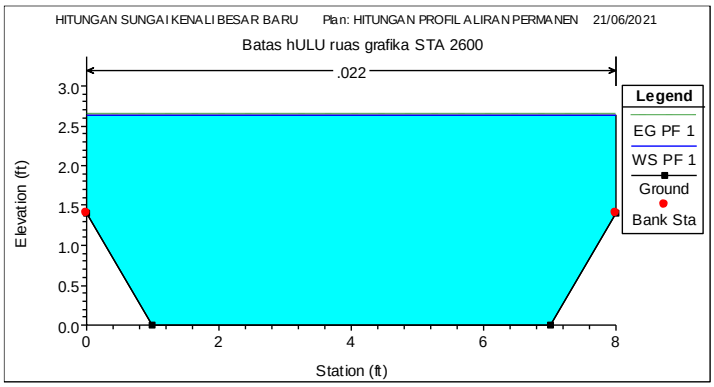
4. Presentasi Hasil Hitungan di Sebuah Tampang Lintang
Pilih menu *View* → *Cross Section*

a. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 0+000



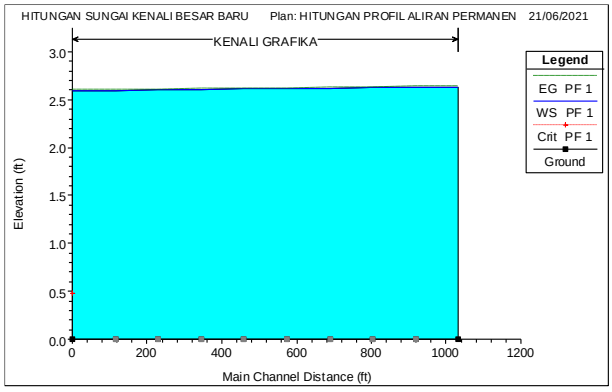
**Gambar 9**. Tampilan *Cross Section* STA 0+000
*Sumber : Data Olahan, 2021*

b. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 0+400



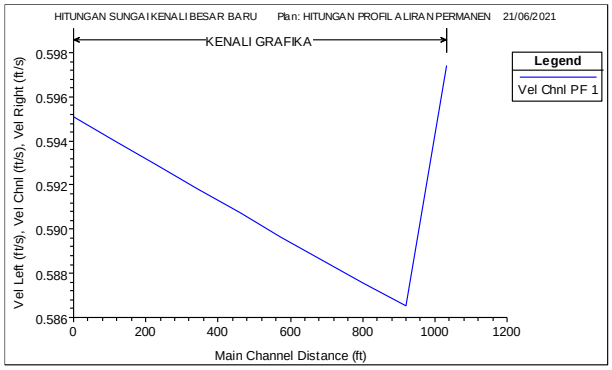

**Gambar 10.** Tampilan *Cross Section* STA 400
*Sumber : Data Olahan, 2021*

*5.* Presentasi Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai. Pilih menu *View* → *Water Surface Profiles*




**Gambar 11**. Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai
*Sumber : Data Olahan, 2021*

*6.* Presentasi Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur Klik *View* → *General Profile Plot*

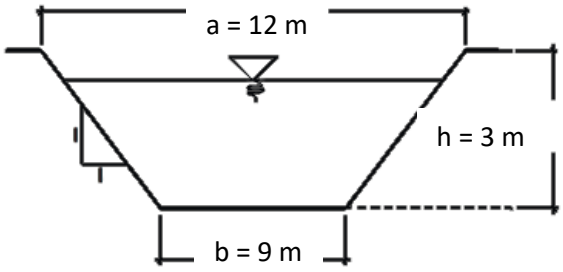



**Gambar 12**. Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur
*Sumber : Data Olahan, 2021*

Dari Output Program HEC-RAS kondisi eksisting Sungai Kenali Besar dengan debit kala ulang 10 tahun tidak mampu menampung debit yang ada, sehingga perluh mendesain ulang.

**1.7 Perhitungan Rencana Dimensi Saluran Penampang Sungai**

**1. Penampang Trapesium**




**Gambar 13** Penampang Trapesium
*Sumber : Perhitungan, 2021*

a). Luas Penampang (A)

A = (b + m. h).h

= ( 9 + 1 x 3 ) x 3 = 36 m²

b). Keliling Basah (P)

P = b + 2.h. $\sqrt{m^2+1}$

= $9 + 2\ x\ 3\sqrt{1^2+1}$ = 17,4853 m

c). Jari-jari Hidrolis (R)

R = $\frac{A}{P}$ = $\frac{36}{17,4853}$ = 2,0589 m

d). Kemiringan (So)

So= $\frac{kontur\ tertinggi - kontur\ terendah}{jarak}$

= $\frac{2,200-2,195}{117}$ = 0,00004 m

e). Kecepatan Aliran (v)

v = $\frac{1}{n} . R^{2/3} . S^{1/2}$

= $\frac{1}{0,022}\ x\ 12,0589^{2/3}\ x\ 0,00004^{1/2}$

= 0,4653 m/detik

f). Debit Saluran (Qsaluran)

Q saluran = A x V ≤ Qr

= 36 x 0,4653 m³/detik ≤ 15,3955 m³/detik

= 16,7508 m³/detik ≥ 15,3955 m³/detik

Dari hasil perhitungan *check* debit kontrol didapat Debit Saluran (Qs) = 16,7508 m³/detik lebih besar dari Debit Rencana (Qт) = 15,3955 m³/detik, maka dimensi rencana dapat digunakan.

Berikut adalah hasil dari tabel perbandingan antara saluran eksisting dan saluran rencana dengan analisis menggunakan program HEC-RAS.

**Tabel 7.** Hasil Rekapitulasi Penampang Saluran

| No | Dimensi saluran | Jenis saluran | |
|---|---|---|---|
| | | Eksisting (trapesium) | Rencana (trapesium) |
| 1 | Lebar Atas (m) | 8 | 12 |
| 2 | Lebar Bawah (m) | 6 | 9 |
| 3 | Tinggi Saluran (m) | 3 | 3 |
| 4 | Koefisien Manning | 0,022 | 0,022 |
| 5 | Kemiringan (So) | 0,00004 | 0,00004 |
| 6 | Luas Penampang (m²) | 27 | 36 |
| 7 | Keliling Basah (m) | 14,485 | 17,4853 |
| 8 | Jari-jari Hidrolis (m) | 1,864 | 2,0589 |
| 9 | Debit Saluran (m³/detik) | 11,7562 | 16,7508 |
| 10 | Debit Banjir (m³/detik) | 15,3955 | 15,3955 |

*Sumber : Perhitungan 2021*

**KESIMPULAN**

Dari uraian pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun maka didapat Intensitas curah hujan dengan durasi 60 menit sebsar = 167,8165 mm/jam
2. Debit banjir Sungai Kenali Besar dengan kala ulang 10 tahun sebesar = 15,3955 $m^3/detik$.
3. Kondisi eksisting sungai kenali besar yang telah di normalisasi dengan debit kala ulang 10 tahun tidak mampu menampung debit yang direncanakan sehingga perluh mendesain ulang saluran.
4. Hasil analisis penampang menggnakan program HEC-RAS adalah pada penampang saluran eksisting debit saluran lebih kecil dari pada debit banjir sehinggsa tidak dapat menampung debit yang ada, sedangkan pada penampang saluran desain debit eksisting lebih besar

dari pada debit banjir sehingga mampu menampung debit yang ada.

## SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk menghindari terjadinya banjir diminta kepada masyarakat Kelurahan Kenali Besar, khususnya yang tinggal di bantaran sungai untuk merawat dan menjaga sungai tersebut salah satunya dengan tidak membuang sampah ke sungai agar air yang mengalir tidak mengalami hambatan.
2. Kepada instansi yang terkait perlu adanya perhatian dan kerja sama dengan masyarakat sekitar dalam pemeliharaan sungai agar sungai dapat berkerja sebagaimana mestinya, yaitu dapat berupa pemeliharaan rutin berupa gotong royong dalam membersihkan sungai.

## DAFTAR PUSTAKA


Badan Standar Nasional. (2016). SNI 2415-2016 *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana.* Jakarta: Departemen Pekerjaan

Saputra, L., Hariati, F., & Alimuddin, A. (2018). Analisis Kapasitas Sungai Ciparigi terhadap Debit Banjir Kala Ulang. *Jurnal Komposit*, 2(2), 100.

Istiarto, (2012). *Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Hidro Dinamika Hec-Ras*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Kodoatie, R. J. (2013). *Rekayasa dan Manajamen Banjir Kota.* Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.

Loebis, Joesron. dkk. 1993. *Hidrologi Sungai*. Jakarta: PU

Paramita, G. P. (2015). *Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta*. Skripsi, Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Mori, Kiyotoka. *Manual on Hydrology*. (2003). Terjemahan oleh Taulu, L.; editor oleh Sosrodarsono, Suyono & Takeda, Kensaku. Jakarta: Pradnya Paramita.

Noor, M. A., Utomo, B. (2013). *Studi Kapasitas Sungai Riam Kiwa Menggunakan HEC-RAS 4.10*, Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan.

Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data.* Bandung: Nova.

Sosrodarsono, S. & Tominaga, M. (1994). *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Taqwa, F. M. L., & Hariati, F. (2020). Studi Kelayakan Pembangunan Alur Pelayaran di Muara Sungai Ciujung Lama Kabupaten Serang. *Astonjadro: Jurnal Rekayasa Sipil*, 2(2), 29-43.

Taqwa, F. M. L. (2017). Perencanaan Normalisasi Arus Sungai Cijere di Ds. Pasirmukti Kec. Citeureup Kab. Bogor. *Jurnal Komposit*, 1(2), 87-99.

Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.