

# EVALUASI KONSTRUKSI JEMBATAN KALI KEMIRI AKIBAT BANJIR DAN GERUSAN DI KABUPATEN JAYAPURA PROVINSI PAPUA

Korinus Wabia<sup>1\*</sup>, Dominggus Bakarbessy<sup>2</sup>, dan Dewi Anggraeni<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>Mahasiswa pada Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, e-mail:

[korinuswabia800@gmail.com](mailto:korinuswabia800@gmail.com)

<sup>2</sup>Staf Pengajar pada Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, e-mail:

[domybakarbessy@gmail.com](mailto:domybakarbessy@gmail.com)

<sup>3</sup>Staf Pengajar pada Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, e-mail:

[dewipapua2009@gmail.com](mailto:dewipapua2009@gmail.com)

## ABSTRAK

Banjir atau genangan air merupakan masalah yang dapat mengganggu konstruksi bagian bawah jembatan di suatu kawasan. Jembatan di Sungai Kemiri Distrik Sentani juga menghadapi potensi gangguan ini saat terjadi hujan deras di kawasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi konstruksi Jembatan Kali Kemiri setelah beberapa kali kejadian banjir besar di kawasan Distrik Sentani. Dalam proses pelaksanaannya, tahap pertama adalah mengetahui besarnya debit air hujan, gerusan, dan tinggi muka air banjir yang mengakibatkan terjadinya genangan serta mengidentifikasi masalah lain yang menjadi penyebab terjadinya gerusan pada abutmen jembatan ini seperti sedimentasi dan rusaknya saluran sungai yang ada. Berdasarkan hasil analisis menggunakan program HEC-RAS, kedalaman gerusan/ *scouring* pada pilar Jembatan Kali Kemiri dominan berada pada sisi sebelah kiri dan kanan dengan nilai gerusan 1,33 - 1,45 meter.

**Kata Kunci :** *Saluran, Gerusan, Sedimentasi, Banjir*

## 1. PENDAHULUAN

Sungai adalah saluran terbuka yang terbentuk secara alami di muka bumi yang mengalir menurut kondisi permukaan bumi dari mata air melewati beberapa alur sungai menuju ke danau atau laut secara dinamis. Air yang mengalir di dalam sungai akan mengakibatkan penggerusan tanah dasarnya. Proses gerusan dapat terjadi karena adanya perubahan morfologi sungai berupa tikungan dan penyempitan saluran atau adanya bangunan-bangunan air seperti pilar, abutmen, bendung, dan sebagainya. Pilar jembatan pada ruas sungai dapat menyebabkan perubahan pola aliran yang menimbulkan gerusan lokal di sekitar pilar sehingga mengakibatkan penurunan elevasi dasar sungai. Banjir atau genangan air juga merupakan masalah yang dapat mengganggu konstruksi bagian bawah jembatan di suatu kawasan. Jembatan di Sungai Kemiri, Distrik Sentani, atau biasa disebut Jembatan Kali Kemiri, juga menghadapi potensi gangguan ini saat terjadi hujan deras di kawasan tersebut, yaitu kerusakan pada konstruksi jembatan yang disebabkan oleh beberapa faktor yang salah satunya adalah gerusan lokal. Penelitian mengenai gerusan lokal pada bangunan-bangunan khususnya pilar jembatan perlu dilakukan, karena dampak dari gerusan lokal pada pilar yang akan menurunkan tingkat keamanan struktur jembatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi konstruksi Jembatan Kali Kemiri setelah beberapa kali kejadian banjir besar di kawasan Distrik Sentani. Dalam proses pelaksanaannya, tahap pertama adalah mengetahui data debit banjir pada Sungai Kemiri, kemudian memperoleh data tinggi muka air banjir, dan mengetahui besarnya gerusan/*scouring* pada pilar Jembatan Kali Kemiri.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Gerusan

Merupakan suatu proses alamiah yang terjadi di sungai sebagai pengaruh morfologi sungai (dapat berupa tikungan atau bagian penyempitan aliran sungai) atau adanya bangunan air (*hydraulic structure*) seperti: jembatan, bendungan, pintu air, dan lain-lain.

### Jenis-Jenis Gerusan

Gerusan yang terjadi dapat digolongkan menjadi 3, yaitu :

1. Gerusan Umum (*General Scour*)

Yaitu bertambah dalamnya dasar saluran sungai akibat interaksi yang terjadi antara aliran yang terjadi pada sungai dengan material dasar sungai. Hal ini menyebabkan terjadinya angkutan sedimen pada sungai, yang dapat dibagi menjadi:

- a) Angkutan sedimen dasar, adalah pergerakan material lepas dasar sungai yang bergerak menggelinding, bergeser atau melompat-lompat di dasar sungai atau saluran akibat gaya seret aliran.
- b) Angkutan sedimen layang, adalah pergerakan material lepas yang berasal dari dasar sungai atau hasil kikisan permukaan daerah tangkapan hujan, bergerak melayang bersama aliran dan dapat mengendap jika gaya berat material tersebut lebih besar dari pada kombinasi gaya angkat air dan gaya akibat turbulensi aliran.
- c) Angkutan sedimen kikisan, adalah pergerakan material lepas yang berasal dari kikisan permukaan daerah tangkapan hujan, bergerak, melayang bersama aliran, sukar mengendap, kecuali di tampungan waduk atau muara sungai.

## 2. Gerusan Lokal (*Local Scour*)

Gerusan lokal adalah penggerusan pada dasar atau tebing sungai yang terjadi setempat di sekitar bangunan akibat peningkatan energi dan turbulensi aliran karena gangguan bangunan atau gangguan alami. Gerusan lokal dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

### a) Kondisi tidak ada angkutan sedimen (*Clear Water Scour*)

Yaitu pergerakan sedimen hanya terjadi pada sekitar abutmen yang timbul akibat tegangan geser yang terjadi lebih besar dari pada tegangan geser kritis, yang dapat dibedakan menjadi :

1) Untuk  $\left(\frac{U}{U_{cr}}\right) \leq 0,5$

Yaitu kondisi gerusan lokal tidak terjadi dan proses transportasi sedimen tidak terjadi.

2) Untuk  $0,5 \leq \left(\frac{U}{U_{cr}}\right) \leq 1,0$

Yaitu, kondisi gerusan lokal terjadi menerus dan proses transportasi sedimen tidak terjadi.

### b) Kondisi ada angkutan sedimen (*live bed scour*)

Terjadi akibat adanya perpindahan sedimen yaitu jika  $\left(\frac{U}{U_{cr}}\right) \leq 1,0$

Keterangan :

$U$  = kecepatan aliran rata – rata (m/dtk)

$U_{cr}$  = kecepatan aliran kritis (m/dtk)

## 3. Gerusan akibat adanya penyempitan di alur sungai (*contraction scour*).

Gerusan ini terjadi akibat perubahan bentuk morfologi sungai yang semakin menyempit yang sebagian besar diakibatkan adanya bangunan air.

## Bilangan Froude

Chow (1959) menyatakan bahwa gaya tarik bumi terhadap aliran dinyatakan dengan rasio inersia dengan gaya tarik bumi (g). Rasio ini diterapkan sebagai bilangan Froude ( $f_r$ ). Bilangan Froude untuk saluran terbuka dinyatakan sebagai berikut (Mukti, 2016) :

1. Aliran kritis, merupakan aliran yang mengalami gangguan permukaan, seperti yang diakibatkan oleh riak yang terjadi karena batu yang dilempar ke dalam sungai tidak akan bergerak menyebar melawan arus. Aliran dapat dikategorikan aliran kritis apabila bilangan Froude memiliki nilai sama dengan satu ( $f_r = 1$ ).
2. Aliran sub kritis, pada aliran ini biasanya kedalaman aliran lebih besar dari pada kecepatan aliran lebih besar dari pada kecepatan aliran rendah, semua riak yang timbul dapat bergerak melawan arus. Apabila bilangan lebih kecil dari satu ( $f_r < 1$ ) maka termasuk aliran sub kritis.
3. Aliran super kritis, pada aliran ini kedalaman aliran relatif lebih kecil dan kecepatan relatif tinggi, segala riak yang ditimbulkan dari suatu gangguan adalah mengikuti arah arus. Apabila bilangan Froude lebih besar dari satu ( $f_r > 1$ ) maka aliran tersebut termasuk aliran super kritis.

Persamaan untuk menghitung bilangan Froude, yaitu:  $f_r = \frac{u}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots(1)$

Keterangan :

$f_r$  = bilangan Froude

$u$  = kecepatan aliran (m/dtk)

$g$  = percepatan gravitasi (m/dtk)

$h$  = kedalaman aliran (m)

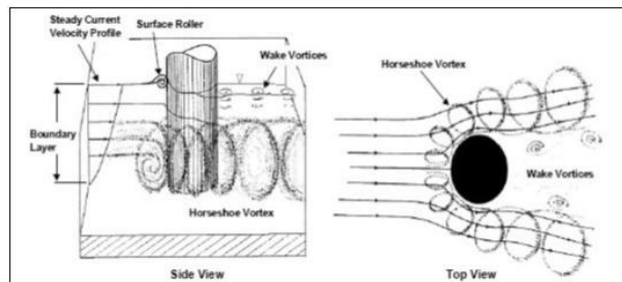
### Mekanisme Gerusan

Gerusan lokal umumnya terjadi pada alur sungai yang terhalang pilar jembatan sehingga menyebabkan adanya pusaran. Pusaran tersebut terjadi pada bagian hulu pilar. Isnugroho (1992) dalam Aisyah (2004) menyatakan bahwa adanya pilar akan mengganggu kestabilan butiran dasar. Bila perubahan air hulu tertahan akan terjadi gangguan pada elevasi muka air di sekitar pilar, selanjutnya aliran akan berubah secara cepat. Karena adanya percepatan aliran maka elevasi muka air akan turun.

Pola aliran di sekitar pilar pada aliran saluran terbuka cukup kompleks dengan semakin luasnya lubang gerusan. Suatu studi mengenai bentuk/pola aliran yang telah dilanjutkan oleh Melville dalam Indra (2000) menyatakan bahwa aliran hingga terbentuknya lubang gerusan pola aliran dapat dibedakan dalam beberapa komponen sebagai berikut:

1. Arus bawah di depan pilar.
2. Pusaran sepatu kuda (*horse shoes vortex*)
3. Pusaran yang terangkat (*cost – off vortices*) dan menjalar (*wake*)
4. Punggung gelombang (*bow wave*)

Menurut Miller (2003), jika struktur ditempatkan pada suatu arus air, maka aliran air di sekitar struktur tersebut akan berubah, dan gradien kecepatan vertikal (*vertical velocity gradient*) dari aliran akan berubah menjadi gradien tekanan (*pressure gradient*). Ini merupakan hasil dari aliran bawah yang membentur *bed*. Pada dasar struktur, aliran bawah ini membentuk pusaran yang pada akhirnya menyapu sekeliling dan bagian bawah struktur dengan memenuhi seluruh aliran. Hal ini dinamakan pusaran tapal kuda (*horse shoe vortex*), karena dilihat dari atas bentuk pusaran ini mirip tapal kuda. Pada permukaan air, interaksi aliran dan struktur membentuk busur ombak (*bow wave*) yang disebut sebagai gulungan permukaan (*surface roller*). Pada saat terjadi pemisahan aliran pada struktur bagian dalam mengalami *wake vortices*.



Gambar 1. Mekanisme Gerusan Akibat Pola Aliran Air di Sekitar Pilar  
Sumber : Miller, 2003

### Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kedalaman Gerusan

#### Kecepatan Aliran

Kedalaman gerusan lokal maksimum merata di sekitar pilar sangat tergantung pada nilai relatif kecepatan alur sungai (perbandingan antara kecepatan merata aliran dan kecepatan geser), nilai diameter butiran dan lebar pilar. Dengan demikian maka gerusan lokal maksimum merata tersebut merupakan gerusan lokal maksimum dalam kondisi setimbang.

#### Kedalaman Aliran

Kedalaman gerusan lokal yang terjadi dipengaruhi oleh kedalaman dasar sungai dari muka air (tinggi aliran zat air), maka kecepatan relatif ( $u/u^*c$ ) dan kedalaman relatif ( $y_0/b$ ) merupakan faktor penting untuk mengestimasi kedalaman gerusan lokal ini.

#### Ukuran Butiran

Ukuran butiran dari sedimen transport merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kedalaman gerusan. Kedalaman gerusan ( $y_s/b$ ) tak berdimensi merupakan fungsi dari karakteristik gradasi sedimen material dasar.

#### Bentuk Pilar

Pengaruh bentuk pilar berdasarkan potongan horisontal dari pilar telah diteliti oleh Laursen dan Toch (1956), Neil (1973) dan Dietz (1972). Hal ini juga tergantung pada panjang dan lebar ( $l/b$ ) masing-masing bentuk. Macam-macam bentuk pilar antara lain : silinder, persegi (*rectangular*), persegi dengan ujung setengah lingkaran (*rectangular with semi circular nose*), ujung setengah lingkaran dengan bentuk belakang lancip (*semi circular nose with wedge shape tail*), persegi dengan sisi depan miring (*rectangular with wedge shape nose*), elips (*elliptic*), lenticular, dan aerofoil.

**Posisi Pilar (Sudut Kemiringan Pilar)**

Kedalaman gerusan lokal tergantung pada kedudukan/posisi pilar terhadap arah aliran yang terjadi serta panjang dan lebarnya pilar karena kedalaman gerusan merupakan rasio dari panjang dan lebar serta sudut dari tinjauan terhadap arah aliran.

**Metode Empiris Untuk Menghitung Kedalaman Gerusan**

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung kedalaman gerusan yang terjadi pada dasar sungai di sekitar pilar di antaranya:

1. *Metode Laursen dan Toch*

Laursen dan Toch (1956) dalam Achmadi (2001) mengembangkan persamaan gerusan yang terjadi pada pilar jembatan sebagai fungsi lebar pilar dan kedalaman aliran.

Persamaannya sebagai berikut :

$$D_s = 1,35 b^{0,7} y^{0,3} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- $d_s$  = kedalaman gerusan (m)
- $b$  = lebar pilar (m)
- $y$  = kedalaman aliran (m)

2. *Metode Froehlich*

Persamaan yang dikembangkan oleh Dr. David Froehlich (1988) dalam Achmadi (2001) menyatakan bahwa kedalaman gerusan sebagai fungsi bilangan *Froude*, lebar pilar, sudut aliran jenis pilar, dan ukuran butiran persamaannya sebagai berikut :

$$d_s = 0,32 b K \left(\frac{b'}{b}\right)^{0,02} \left(\frac{y}{b}\right)^{0,46} f_r^{0,2} \left(\frac{b}{D_{50}}\right)^{0,08} + 1,0 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- $d_s$  = kedalaman gerusan (m)
- $f_r$  = bilangan *Froude*
- $y$  = kedalaman aliran (m)
- $b$  = lebar pilar
- $b' = b \cos \theta + \sin \theta$
- $\theta$  = sudut aliran
- $l$  = panjang pilar (m)
- $D_{50}$  = ukuran butiran (m)
- $K$  = koefisien jenis pilar

( $K = 1,3$  untuk pilar berujung kotak, ( $K = 1,0$  untuk pilar bulat dan berujung bulat  $K = 0,7$  untuk pilar berujung lancip)

3. *Metode Colorado State University (CSU)*

Persamaan Colorado State University (CSU) dikemukakan oleh Richardson (1990) dalam Achmadi (2001) adalah persamaan yang paling sering digunakan di Amerika.

$$d_s = 2,0 y K_1 K_2 K_3 \left(\frac{b}{y}\right)^{0,65} f_r^{0,43} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- $d_s$  = kedalaman gerusan (m)
- $f_r$  = bilangan *Froude*
- $b$  = lebar pilar (m)
- $y$  = kedalaman aliran (m)
- $K_1$  = koefisien bentuk pilar (Tabel 1)

$K_2$  = koefisien sudut aliran (Tabel 2)

$K_3$  = koefisien kondisi dasar saluran (Tabel 3)

**Tabel 1.** Koefisien Koreksi terhadap Bentuk Pilar ( $K_1$ )

Bentuk Pilar	$K_1$
Persegi	1,1
Bulat	1,0
Lingkaran silinder	1,0
Kumpulan silinder	1,0
Tajam	0,9

Sumber : Miller, 2003

**Tabel 2.** Koefisien Koreksi terhadap Sudut Aliran ( $K_2$ )

Sudut aliran	$l/b = 4$	$l/b = 8$	$l/b = 12$
0	1,0	1,0	1,0
15	1,0	2,0	2,5
30	2,0	2,5	3,5
45	2,3	3,3	4,5
90	3,5	3,9	5,0

Sumber : Miller, 2003

**Tabel 3.** Koefisien Koreksi terhadap Sudut Aliran ( $K_3$ )

Kondisi Saluran	Ukuran	$K_3$
Clear water scour	-	1,1
Dasar rata	-	1,1
Gundulan kecil	0,6 - 3,0 m	1,1
Gundulan sedang	3,0 - 9,1 m	1,1-1,2
Gundulan besar	> 9,1 m	2,3

Sumber : Miller, 2003

## Analisis Hidrolika

### a) Analisis Debit Banjir Rencana

Untuk mendesain keperluan jaringan sistem drainase, data hidrologi yang diperlukan adalah data curah hujan merata di seluruh daerah pengaliran. Data ini diperoleh dari beberapa stasiun terdekat dengan waktu pengamatan yang cukup panjang dari stasiun penakar hujan sehingga diperoleh hasil perhitungan yang teliti.

Manfaat-manfaat analisis hidrologi antara lain:

1. Memperkirakan besarnya banjir yang ditimbulkan oleh hujan deras, sehingga dapat direncanakan bangunan-bangunan untuk mengendalikannya seperti pembuatan tanggul banjir, drainase, gorong-gorong jembatan dan bendungan.
2. Memperkirakan jumlah air yang dibutuhkan oleh suatu jenis tanaman sehingga dapat direncanakan bangunan untuk melayani kebutuhan tersebut.
3. Memperkirakan jumlah air yang tersedia di suatu sumber air (mata air, sungai, danau, dsb) untuk dapat dimanfaatkan guna berbagai keperluan seperti air baku (air untuk keperluan rumah tangga, perdagangan, industri), irigasi pembangkit listrik tenaga air, perikanan, peternakan, dsb.

### b) Curah Hujan Rata-Rata Daerah (*Average Basin Rain Fall*)

Curah hujan, yang diperlukan untuk suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir, adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan di suatu daerah tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah yang dinyatakan dalam mm.

Curah hujan merata adalah metode rerata aljabar dengan persamaan sebagai berikut:

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} \dots\dots\dots(5)$$

Di mana :

- d = Tinggi curah hujan rata – rata
- d1..dn = Tinggi curah pada pos penakar 1, 2, 3, .....n
- n = Banyaknya pos penakar

**c) Analisis Hujan Rancangan Maksimum (Frekuensi Curah Hujan)**

Hujan rancangan maksimum adalah curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan kala ulang tertentu, yang ditentukan dengan beberapa metode sebagai berikut:

- Metode Distribusi *Gumbel*
- Metode Distribusi Log Normal
- Metode Log *Pearson Type III*

Dalam menganalisis hujan rancangan digunakan metode Log Pearson Type III dengan pertimbangan bahwa metode ini lebih fleksibel dan dapat digunakan untuk semua sebaran data.

**d) Analisis Hidrolika Saluran**

Analisis hidrolika saluran terbuka pada perencanaan drainase ini meliputi:

**1. Kapasitas Saluran**

Besar kapasitas saluran drainase dihitung berdasarkan kondisi *steady flow* menggunakan rumus Manning:

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(6)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots(7)$$

Di mana:

- Q = Debit Saluran ( m<sup>3</sup> / dt )
- V = Kecepatan Aliran dalam Saluran ( m / dt )
- A = Potongan Melintang Aliran ( m<sup>2</sup> )
- R = Jari-Jari Hidrolis ( m )
- I = Kemiringan Dasar Saluran
- N = Koefisien Kekasaran Manning, ambil nilai sesuai dengan kondisi lapangan

**2. Kedalaman Penampang Saluran ( h )**

Kedalaman penampang aliran tepatnya kedalaman penampang aliran, tegak lurus arah aliran atau tinggi penampang saluran yang diliputi air.

$$h = b / m$$

Di mana:

- B = Lebar Dasar Saluran ( m )
- H = Tinggi Air ( m )
- M = Kemiringan Talud ( 1 Vertikal : m Horisontal)

**3. Lebar Puncak ( b )**

Lebar puncak adalah lebar penampang saluran pada permukaan bebas.

$$b = m \times h$$

Di mana:

- b = Lebar Dasar Saluran ( m )
- h = Tinggi Air ( m )
- m = Kemiringan Talud ( 1 Vertikal : m Horisontal)

**4. Lebar Basah / Luas Basah ( A )**

Lebar basah adalah luas penampang melintang yang tegak lurus arah aliran.

$$A = b \cdot h \dots\dots\dots(8)$$

Di mana:

- b = Lebar Dasar Saluran ( m )
- h = Tinggi Air ( m )
- m = Kemiringan Talud ( 1 Vertikal : m Horisontal)
- A = Potongan Melintang Aliran ( m<sup>2</sup> )

**5. Jari-Jari Hidrolis ( R )**

*Hydraulic Radius* adalah perbandingan luas basah dengan keliling basah.

$$R = A / P \dots\dots\dots(9)$$

Di mana:

A = Potongan Melintang Aliran ( m<sup>2</sup> )

R = Jari - Jari Hidrolis ( m )

P = Keliling Basah ( m )

**6. Keliling Basah ( P )**

Keliling basah adalah panjang garis perpotongan dari permukaan basah dengan bidang penampang melintang yang tegak lurus arah aliran.

$$P = b + 2 \times h \dots\dots\dots(10)$$

Di mana:

P = Keliling Basah ( m )

b = Lebar Dasar Saluran ( m )

h = Tinggi Air ( m )

m = Kemiringan Talud ( 1 Vertikal : m Horisontal)

**7. Kecepatan Aliran ( V )**

Ada ketentuan tentang kecepatan aliran yang diizinkan.

**8. Kemiringan Dasar Saluran**

$$I = \left[ \frac{V \times n}{R^{2/3}} \right]^2 \dots\dots\dots(11)$$

Di mana:

V = Kecepatan Aliran dalam Saluran ( m / dt )

R = Jari-Jari Hidrolis ( m )

I = Kemiringan Dasar Saluran

n = Koefisien Kekasaran Manning

**9. Tinggi Jagaan / Freeboard ( W )**

Adalah jarak vertikal dari puncak tanggul sampai permukaan air pada kondisi perencanaan. Tinggi jagaan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 4.** Hubungan Debit dengan Tinggi Jagaan

Debit Banjir (m <sup>3</sup> /detik)	Tinggi Jagaan Pasangan (m)
< 0,50	0,20
0,50 – 1,50	0,20
1,50 – 5,00	0,25
5,00 – 10,00	0,30
10,00 – 15,00	0,40
>15,00	0,50

*Sumber :Kriteria Perencanaan Bagian Saluran KP – 03, Standar Perencanaan Irigasi Departemen Pekerjaan Umum, Tahun 1986)*

**Tahap Pemodelan HEC-RAS**

**a) Starting HEC-RAS**

Setelah HEC-RAS diinstal, biasanya ikon HEC-RAS akan muncul di *start menu*. Untuk mulai pekerjaan HEC-RAS (istilah di HEC-RAS adalah *Project*), klik “File”, lalu “New Project”, kemudian simpan *Project* dengan nama tertentu pada direktori atau folder yang diinginkan.

**b) Mengisi Geometri Data**

Langkah selanjutnya adalah membuat dan mengisi geometri data. Pembuatan geometri data adalah dengan cara klik tool bar “Edit/Enter Geometric Data” dari tampilan awal HEC-RAS.

**3. METODE PENELITIAN**

**a) Teknik Pengumpulan Data**

Dalam menganalisis tinggi muka air banjir dan perhitungan gerusan pada Jembatan Kali Kemiri, diperlukan data-data yang diperoleh antara lain lewat observasi secara langsung (primer) maupun secara tidak langsung (sekunder).

**b) Data Primer**

Data primer adalah data yang diambil atau ditinjau secara langsung ataupun merupakan hasil wawancara informan.

Adapun data-data primer yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Pengukuran pilar jembatan
- Pengukuran tinggi muka air normal
- Pengambilan material pada tempat penelitian
- Menghitung kecepatan (V) Air Normal dengan *stop watch*.
- Pengambilan material di sekitar lokasi jembatan

**c) Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diambil atau dikutip dari lembaga/instansi ataupun peneliti sebelumnya dan bukan merupakan hasil observasi langsung.

Adapun data-data sekunder yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Data curah hujan 10 tahun terakhir
- Data informasi umum (profil lokasi studi)
- Peta kontur lokasi studi / data elevasi

**d) Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan selama enam bulan.

**e) Lokasi Penelitian**

Tempat penelitian berada pada di wilayah Distrik Sentani, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua.

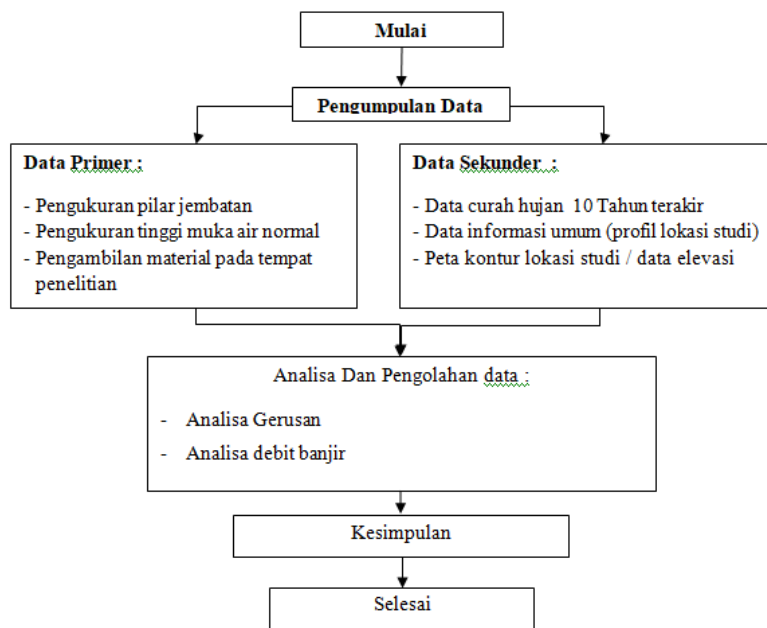


Sumber : Google Maps

**Gambar 1.** Lokasi Penelitian Jembatan Kali Kemiri

**f) Bagan Alur Penelitian**





**Gambar 2.** Bagan Alur Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### **Analisis Hidrologi**

Analisis hidrologi yang dilakukan adalah perhitungan debit periode ulang yang melintasi ruas sungai pada lokasi studi. Debit periode ulang adalah debit yang terjadi satu kali di mana besarnya akan disamai atau dilampaui dalam periode tersebut. Dalam penelitian ini, debit periode ulang yang digunakan adalah 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Data yang digunakan adalah data debit harian yang tercatat dari pos pengamatan di Stasiun Sentani Kabupaten Jayapura tahun 2009 sampai dengan 2018. Dalam perhitungan debit periode ulang ini metode yang digunakan adalah metode Gumbel. Adapun langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut:

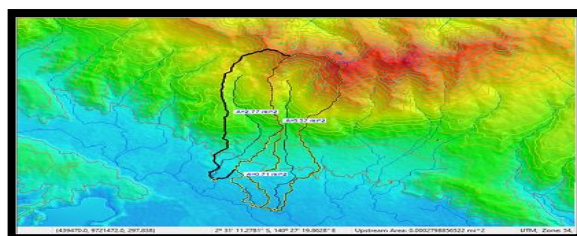
- a) Menghitung besar debit maksimum di setiap tahun.
  - 1) Menghitung debit rata-rata maksimum.
  - 2) Menghitung standar deviasi.
  - 3) Menghitung konstanta  $\alpha$  dan  $u$ .
  - 4) Menghitung faktor reduksi Gumbel (YT).
  - 5) Menghitung debit periode ulang.

##### **Pengukuran Sungai/Topografi**

Data ukur atau topografi digunakan untuk menggambar kontur lokasi aliran sungai yang akan dianalisis. Pengambilan data ukur menggunakan alat *GPSmap 62S*. Data hasil pengukuran disajikan dalam Gambar 3. Diketahui bahwa panjang aliran Sungai Kemiri di Distrik Sentani Kabupaten Jayapura adalah 9,1 Km sedangkan ruas sungai di lokasi penelitian sepanjang 400 m.



**Gambar 3.** Peta Aliran Sungai Kemiri



**Gambar 4.** Peta Topografi Tanah

Sumber : Hasil Analisis, 2020

**Pengukuran Elevasi Dasar Sungai**

Penampang sungai yang diukur adalah penampang memanjang sungai dan penampang melintang sungai untuk mendapatkan elevasi di dasar sungai.

**Tabel 5.** Data Hasil Pengukuran Elevasi Dasar Sungai Dengan Tinggi Titik P0 D1 = 137,4622m

Pengukuran Elevasi Dasar Sungai								
Titik	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Lebar Sungai (m)
P0	137,4622	136,8257	134,614	134,01	134,61	135,8243	134,114	947,4673
P1	136,1283	135,4531	132,785	132,19	132,64	134,0957	132,908	936,191
P2	133,2241	132,8466	130,957	130,36	131,26	133,0692	132,526	924,237
P3	131,0046	130,7249	129,135	128,53	129,13	130,6824	130,74	909,9552
P4	129,8667	129,3233	127,732	127,13	127,73	129,1108	128,282	899,1787
P5	128,948	128,5115	126,439	125,83	126,44	127,8761	127,353	891,3974
P6	128,2727	128,016	125,45	125	125,45	126,9889	127	886,1773
P7	127,9081	127,587	124,475	124,17	124,47	126,8685	126,911	882,398
P8	127,9135	127,5937	123,499	122,9	123,5	126,3146	126	877,7191
P9	127,65	127,5979	122,408	122,37	122,57	126,4168	126,097	875,1129
P10	127,5244	127,334	121,548	120,93	121,55	126,2698	126,152	871,31
P11	126,4156	125,9169	120,507	119,97	120,6	124,6684	124,743	862,8237

Sumber : Hasil Analisis, 2020

**Pengujian Analisis Saringan I**

Hasil pengujian agregat halus (pasir) dari Kali Kemiri, Distrik Sentani, dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 6.** Sampel I Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

Berat contoh kering 500 gram							
Nomor Saringan	Berat Saringan (gr)	Berat saringan + Tertahan (gr)	Berat Tertahan (gr)	Σ Berat Tertahan (gr)	Berat Tertahan		
					Persen %	Kumulatif %	Lolos %
3" (76,2 mm)	584,4	584,4	0	0	0,00	0,00	100,00
2" (50 mm)	595,3	595,3	0	0	0,00	0,00	100,00
1,5" (38,1 mm)	636,9	636,9	0	0	0,00	0,00	100,00
1" (25,4 mm)	617,8	617,8	0	0	0,00	0,00	100,00
0,75" (19,1 mm)	384,6	384,6	0	0	0,00	0,00	100,00
0,5" (12,7 mm)	395,6	395,6	0	0	0,00	0,00	100,00
0,37"	384,6	384,6	0	0	0	0,00	100,00
0,375" (9,52 mm)	544,6	545,9	1,3	1,3	0,03	0,03	99,97
<b>No.4</b>	<b>375,9</b>	<b>503,2</b>	<b>127,3</b>	<b>128,6</b>	<b>2,56</b>	<b>2,58</b>	<b>97,42</b>
<b>No.8</b>	<b>414,5</b>	<b>745,2</b>	<b>330,7</b>	<b>459,3</b>	<b>6,65</b>	<b>9,23</b>	<b>90,77</b>
No.12	417,3	1024,8	607,5	1066,8	12,20835594	21,43847591	78,56
No.16	265,4	922,4	657	1723,8	13,20	34,64	65,36
No.30	260	2225,6	1965,6	3689,4	39,50	74,14	25,86
No.40	395,4	706,4	311	4000,4	6,2498744	80,39227507	19,61
No.50	389,7	406,5	16,8	4017,2	0,34	80,73	19,27
No.100	388,6	1138,7	750,1	4767,3	15,07	95,80	4,20
No.200	285,8	397,8	112	4879,3	2,25	98,05	1,95
PAN	444,4	541,2	96,8	4976,1	1,95	100,00	0,00
JUMLAH			4976,1		100,00	497,02	0,00

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Keterangan : dari hasil analisis saringan yang lolos saringan Nomor 8 sebesar 90,77% berat tertahan sebesar 330,7% dengan persentase berat tertahan sebesar 6,65% dengan berat sigma tertahan 459,3%

**Perhitungan pada saringan No. 8 (2,36 mm) :**

- Berat tertahan = (Berat tertahan + berat saringan) - Berat saringan  
= 745,2 - 414,5  
= 330,7 gr
- Σ Berat tertahan = Σ Berat tertahan (saringan No.4) + Berat tertahan (saringan No.8)  
= 128,6 + 330,7  
= 459,3 gr
- % Kumulatif = (Σ Berat tertahan x 100) : 4976,1

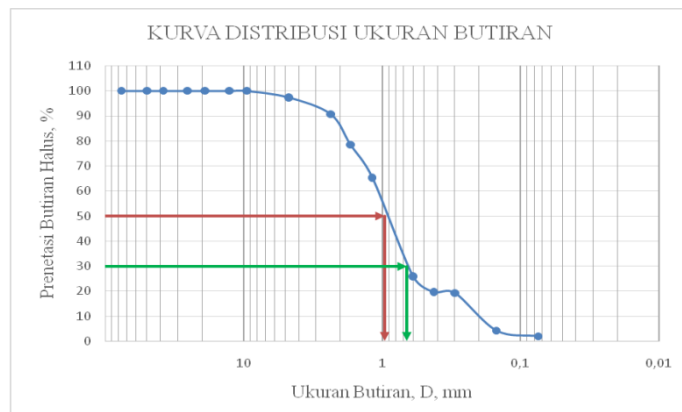
- = ( 459,3 x 100 ) : 4976,1  
= 9,23 %
4. Persen Lolos = 100 % - % Kumulatif  
= 100 % - 46,15%  
= 90,77
- Modulus Halus Butiran (MHB) = (Jumlah% Kumulatif) : 100%  
= 497,02% : 100%  
= 497,02% (lihat juga Tabel 7 dan Gambar 5)

**Perhitungan Data Curah Hujan**

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah bulanan selama 10 Tahun (2009 – 2018) yang di peroleh dari BMKG Balai Besar Wilayah V untuk stasiun penakaran Sentani. Curah hujan rencana merupakan besaran curah hujan yang digunakan untuk menghitung debit banjir untuk setiap periode rencana yang ditentukan. Analisis untuk menentukan besaran hujan rencana sesuai dengan periode ulang rencana yang ditentukan di atas menggunakan metode Log Person II karena lebih fleksibel dan dapat digunakan untuk semua sebaran data (lihat juga Tabel 8, Tabel 9, dan Gambar 6).

**Tabel 7.** Hasil Uji Analisis Saringan Sampel I dengan Berat Contoh Kering 5000 gram

Nomor Saringan	%lolos	Ukuran Butiran, mm	HORIZONTAL	VERTIKAL
3"	76,2	1,101296	100	50
2"	50	D 50	0,954461	50
1.5"	38,1	D 35	0,734208	
1"	25,5	D 30	0,66079	0
0.75"	19,1	D 10	0,954461	50
0.5"	12,7			
0.375"	9,52		HORIZONTAL	
no.4	4,75		100	30
no.8	2,36		0,66079	30
no.12	1,7		VERTIKAL	
no.16	1,18		0,66079	0
no.30	0,6		0,66079	30
no.40	0,425			
no.50	0,3			
no.100	0,15			
no.200	0,075			



**Gambar 5.** Grafik Kurva Distribusi Ukuran Butiran  
*Sumber : Hasil Analisis, 2020*

**Tabel 8.** Curah Hujan Bulanan

DATA JUMLAH CURAH HUJAN BULANAN  
LOKASI : STASIUN METEOROLOGI SENTANI

KABUPATEN : JAYAPURA  
TAHUN : 2009 – 2018

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	JML
2009	121	412	462	271	90	114	160	110	272	118	101	269	462
2010	356	195	355	225	158	55	53	48	46	80	121	262	356
2011	110	194	116	87	118	153	258	344	183	195	247	220	344
2012	110	287	340	203	171	124	76	86	163	120	202	34	340
2013	486	228	413	85	85	147	96	109	112	125	146	209	486
2014	189	168	76	273	91	164	79	133	248	80	231	308	308
2015	223	138	116	77	86	84	134	45	177	53	114	89	223
2016	148	93	180	90	65	108	134	63	263	70	107	295	295
2017	238	202	59	172	123	132	224	172	221	121	165	192	238
2018	83	200	205	157	121	92	138	149	158	85	202	208	208
RATA- 2	206	212	232	164	111	117	135	126	184	105	164	209	339

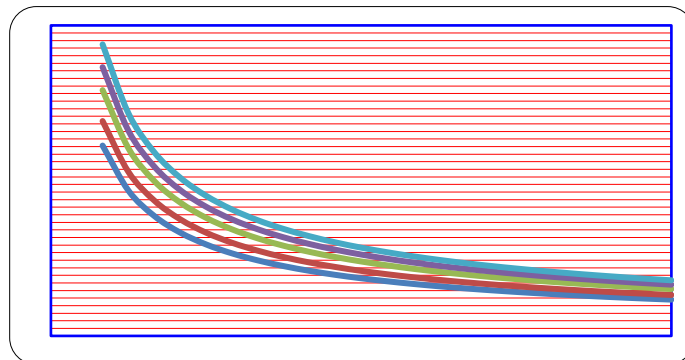
Sumber : BMKG Sentani

Tabel 9. Data Harian Hujan Bulanan

DATA HARIAN HUJAN BULANAN  
LOKASI : STASIUN METEOROLOGI SENTANI  
KABUPATEN : JAYAPURA  
TAHUN : 2009 – 2018

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES	JML
2009	24,0	26,0	22,0	25,0	25,0	23,50	17,90	87,70	38,30	108,00	95,50	70,70	563,60
2010	27,0	25,0	27,0	24,0	24,0	77,50	74,60	62,00	112,30	63,00	107,10	57,40	680,90
2011	28,0	21,0	23,0	27,0	27,0	105,80	71,20	114,40	123,90	106,20	203,70	62,90	914,10
2012	27,0	29,0	20,0	27,0	27,0	76,30	117,80	62,40	32,60	115,30	57,90	73,20	665,50
2013	20,0	29,0	22,0	26,0	26,0	37,30	43,00	30,10	77,35	71,10	68,50	64,90	515,25
2014	24,0	28,0	21,0	26,0	26,0	56,60	13,40	34,90	20,80	48,30	75,50	99,70	474,20
2015	16,0	26,0	28,0	26,0	26,0	45,73	34,91	27,91	85,33	82,61	87,21	64,25	549,95
2016	16,0	23,0	24,0	25,0	25,0	35,40	45,30	20,10	70,20	103,00	13,40	58,40	458,80
2017	24,0	23,0	25,0	23,0	23,0	47,40	96,40	69,00	97,40	48,90	88,00	62,40	627,50
2018	24,0	23,0	25,0	23,0	23,0	57,40	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,40
RATA- 2	23,00	25,30	23,70	25,20	25,20	56,29	54,55	50,85	65,82	74,64	79,68	61,39	565,62

Sumber : BMKG Sentani



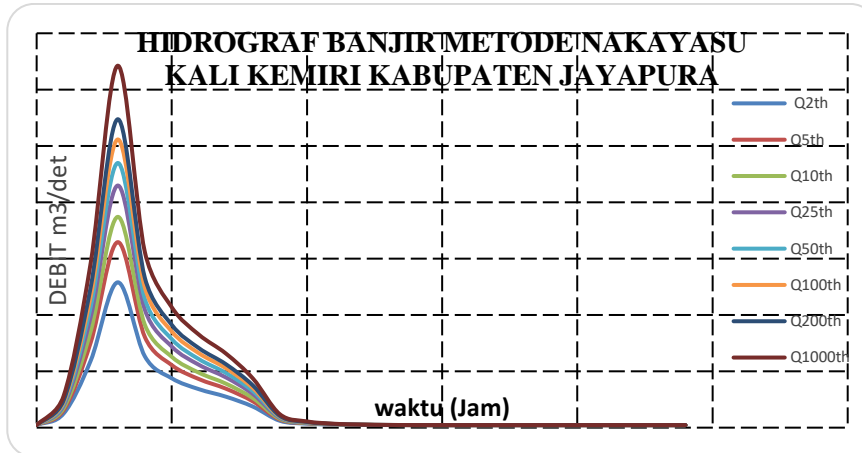
Gambar 6. Grafik Debit Banjir Kali Kemiri

Sumber : Hasil Analisis, 2020

**Perhitungan debit banjir maksimum pertahun**

- Debit banjir maksimum Normal = 2,835 m<sup>3</sup>/s
- Debit banjir rancangan maksimum 2 tahun = 25,80 m<sup>3</sup>/det

- Debit banjir rancangan maksimum 5 tahun = 32,92 m<sup>3</sup>/det
- Debit banjir rancangan maksimum 10 tahun = 37,42 m<sup>3</sup>/det
- Debit banjir rancangan maksimum 25 tahun = 42,978 m<sup>3</sup>/det
- Debit banjir rancangan maksimum 25 tahun = 46,978 m<sup>3</sup>/det



**Gambar 7.** Hidrograf Banjir Metode Nakayasu Kali Kemiri Kabupaten Jayapura

#### **Analisis Hidrolika Penampang**

Analisis hidrolika penampang sungai dihitung dengan menggunakan program HEC-RAS. Dengan analisis ini dapat diketahui elevasi muka air pada penampang sungai saat suatu debit air melalui sungai tersebut. Hasil dari analisis ini merupakan parameter untuk perencanaan bangunan pengelak dan perencanaan bangunan peredam energi pada bangunan pelimpah.

Data-data yang diperlukan dalam analisis penampang sungai dengan bantuan *software* HEC-RAS adalah:

- Penampang memanjang sungai
- Potongan melintang sungai
- Data debit yang melalui sungai
- Angka Manning penampang sungai

Sebelum mulai analisis hidrolika ini, data-data yang diperlukan harus dipersiapkan. Tahap-tahap analisis hidrolika dengan program HEC-RAS adalah sebagai berikut:

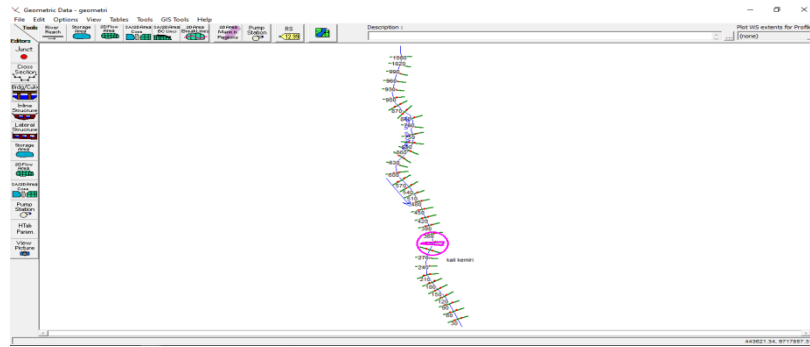
- Membuat File HEC-RAS Baru
- Input Data Geometri Sungai
- Input Data Debit
- Analisis hidrolika dari data-data yang dimasukkan

Membuat File HEC-RAS; Tahap-tahap membuat file HEC-RAS adalah Buka program HEC-RAS.

#### **Input Data Geometri Sungai**

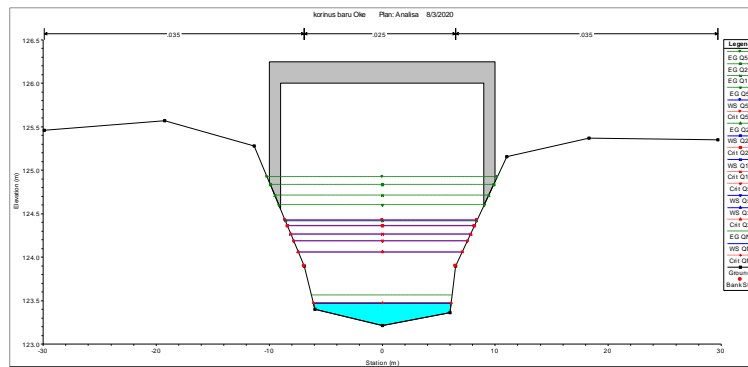
Tahap-tahap dalam input data geometri sungai :

- Menggambar alur sungai.  
Dalam menggambar alur sungai titik pertama yang dibuat adalah hulu sungai.
- *Input* data penampang melintang (*cross section*)  
Dengan klik pada persilangan, keluar tampilan seperti Gambar 8. Pilih *add a new cross section* pada menu *Option*.

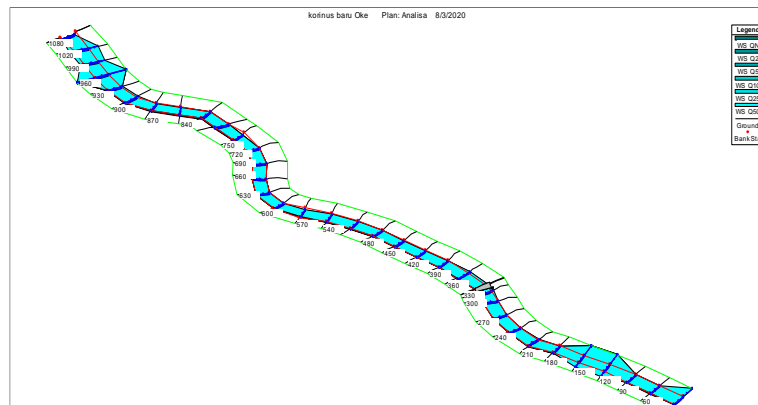


**Gambar 8.** Tampilan Input Data Geometri Kali Kemiri Program HEC-RAS  
*Sumber : The Hydrologic Engineer Centre (HEC)*

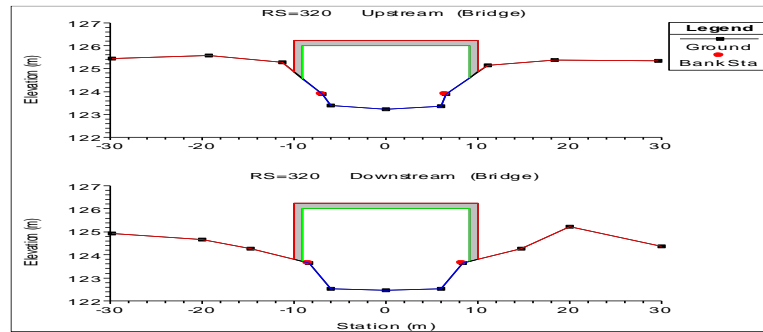
Jika *input* data telah selesai dilakukan dan program telah dijalankan maka diperoleh profil potongan melintang dan tinggi elevasi muka air pada kondisi eksisting seperti pada gambar di bawah ini.



**Gambar 9.** Muka Air Pada Penampang Melintang Sungai Hasil Analisis Hidrolika Dengan Program HEC-RAS  
*Sumber : The Hydrologic Engineer Centre (HEC)*

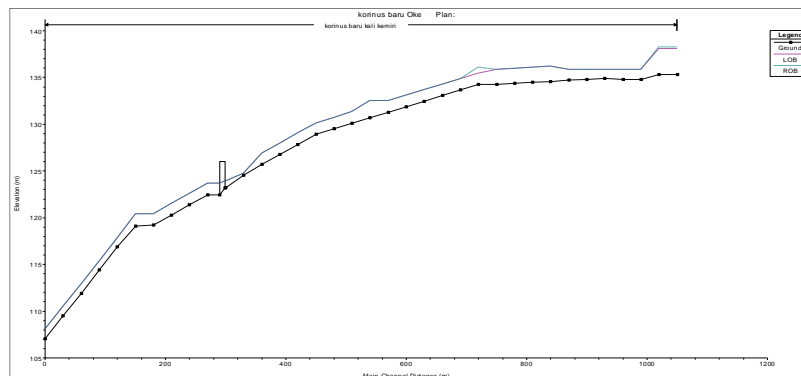


**Gambar 10.** Tampak Atas Profil Memanjang Kondisi Eksisting 3D  
*Sumber : The Hydrologic Engineer Centre (HEC)*



**Gambar 11.** Detail Rencana Potongan Penampang di Jembatan  
*Sumber : The Hydrologic Engineer Centre (HEC)*

Pada penampang melintang ini, dapat dilihat bahwa terjadi luapan pada penampang tersebut sehingga harus dilakukan penanganan berupa peningkatan kapasitas penampangnya agar luapan dapat terminimalisir, baik peningkatan kapasitas berupa pelebaran ataupun penggerusan kedalaman sungainya, agar mendapatkan penampang yang cukup. Setelah data selesai di-entry, tinggal di-setting. Untuk melihat grafik dari data tersebut, dapat dilakukan melalui Plot Data sehingga akan terlihat seperti pada gambar berikut ini.



**Gambar 12.** Plot Alur Aliran Sungai Kemiri (Hidrograf)  
*Sumber : The Hydrologic Engineer Centre (HEC)*

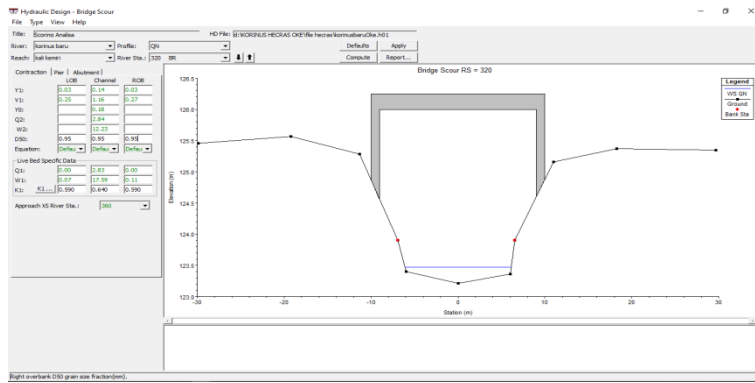
Bridge Output				
File Type Options Help				
River:	korinus baru	Profile:	QN	
Reach:	kali kemiri	RS:	320	
Plan: Analisa		korinus baru	kali kemiri	RS: 320
Profile: QN				
E.G. US. (m)	123.57	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	123.51	E.G. Elev (m)	123.56	122.83
Q Total (m3/s)	2.84	W.S. Elev (m)	123.47	122.80
Q Bridge (m3/s)	2.84	Crit W.S. (m)	123.47	122.67
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	0.26	0.35
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.31	0.72
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	2.16	3.93
Weir Submerg		Froude # Chl	1.00	0.42
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	0.59	0.82
Min El Weir Flow (m)	124.87	Hydr Depth (m)	0.18	0.30
Min El Prs (m)	126.00	W.P. Total (m)	12.31	13.30
Delta EG (m)	0.82	Conv. Total (m3/s)	27.0	69.8
Delta WS (m)	0.84	Top Width (m)	12.23	13.18
BR Open Area (m2)	43.90	Frctn Loss (m)	0.03	0.07
BR Open Vel (m/s)	1.31	C & E Loss (m)	0.02	0.01
BR Skuce Coef		Shear Total (N/m2)	18.91	4.78
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	24.84	3.45

**Gambar 13.** Hasil Keluaran setiap Cross Section  
*Sumber : The Hydrologic Engineer Centre (HEC)*

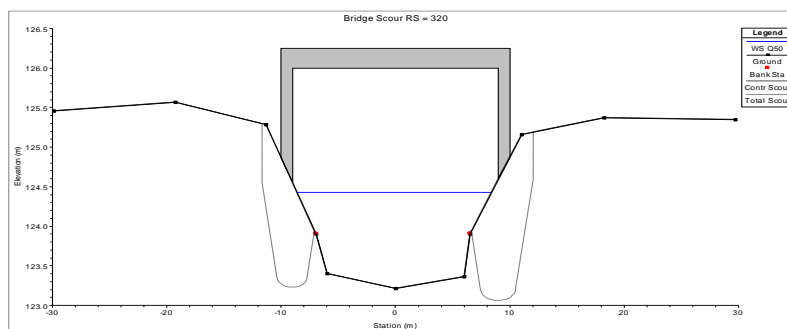
Langkah terakhir dalam melakukan pemodelan adalah menampilkan hasil perhitungan. Beberapa fitur untuk menampilkan hasil keluaran perhitungan berada di tampilan utama HEC-RAS. Salah satu tabel contoh hasil keluaran model HEC-RAS adalah seperti terlihat pada Gambar 14.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	S.G. Slope	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Frictile @ Ch
sta kemiri 990	Q30		46.98	134.79	136.34	136.53	0.001922	1.92	25.58	26.35	0.51	
sta kemiri 995	Q30		46.98	134.88	136.35	136.47	0.001193	1.64	40.36	59.80	0.45	
sta kemiri 1000	Q30		46.98	134.79	136.15	136.40	0.002460	2.22	21.41	18.67	0.63	
sta kemiri 1005	Q30		46.98	134.72	136.09	136.33	0.002301	2.17	22.05	20.52	0.61	
sta kemiri 1010	Q30		46.98	134.88	135.95	136.24	0.003076	2.38	19.72	16.48	0.70	
sta kemiri 1015	Q30		46.98	134.47	135.87	136.14	0.002904	2.24	20.07	16.51	0.68	
sta kemiri 1020	Q30		46.98	134.37	135.79	136.06	0.003076	2.38	20.61	16.55	0.68	
sta kemiri 1025	Q30		46.98	134.26	135.73	135.98	0.002416	2.21	21.30	16.62	0.62	
sta kemiri 1030	Q30		46.98	134.23	135.24	135.84	0.006641	3.12	15.08	15.28	1.00	
sta kemiri 1035	Q30		46.98	133.66	134.80	134.80	0.006626	3.12	15.05	15.31	1.01	
sta kemiri 1040	Q30		46.98	133.07	134.19	134.68	0.006697	3.12	15.03	15.28	1.01	
sta kemiri 1045	Q30		46.98	132.48	133.57	133.57	0.006641	3.12	15.08	15.28	1.00	
sta kemiri 1050	Q30		46.98	131.89	132.97	132.97	0.006602	3.12	15.05	15.28	1.00	
sta kemiri 1055	Q30		46.98	131.30	132.42	132.42	0.006699	3.12	15.04	15.28	1.01	
sta kemiri 1060	Q30		46.98	130.70	131.85	131.85	0.006624	3.12	15.05	15.31	1.01	
sta kemiri 1065	Q30		46.98	130.11	131.13	131.13	0.006656	2.97	15.81	17.99	1.00	
sta kemiri 1070	Q30		46.98	129.52	130.58	130.58	0.006625	2.98	15.78	17.55	1.00	
sta kemiri 1075	Q30		46.98	128.93	130.06	130.06	0.006583	3.05	15.42	16.49	1.01	
sta kemiri 1080	Q30		46.98	127.85	129.98	129.98	0.006582	3.05	15.42	16.49	1.01	
sta kemiri 1085	Q30		46.98	127.77	127.90	127.90	0.006582	3.12	15.42	16.49	1.01	
sta kemiri 1090	Q30		46.98	125.69	126.82	126.82	0.006599	3.04	15.49	16.50	1.00	
sta kemiri 1095	Q30		46.98	124.55	125.52	125.52	0.006577	2.93	16.44	20.01	0.99	
sta kemiri 1100	Q30		46.98	123.21	124.49	124.49	0.004703	2.97	16.68	17.41	0.88	
sta kemiri 1105	Bridge											
sta kemiri 1110	Q30		46.98	122.45	123.58	123.58	0.006584	3.05	15.42	16.49	1.01	
sta kemiri 1115	Q30		46.98	121.37	122.50	122.50	0.006584	3.05	15.42	16.49	1.01	
sta kemiri 1120	Q30		46.98	120.29	121.42	121.42	0.006583	3.05	15.42	16.49	1.01	
sta kemiri 1125	Q30		46.98	119.21	120.34	120.34	0.003376	2.47	19.38	19.62	0.74	
sta kemiri 1130	Q30		46.98	118.09	120.23	120.23	0.006586	3.07	15.30	16.11	1.00	
sta kemiri 1135	Q30		46.98	116.88	118.03	118.39	0.003987	2.54	22.68	48.87	0.80	
sta kemiri 1140	Q30		46.98	114.44	115.61	115.61	0.003945	2.53	23.05	49.70	0.80	
sta kemiri 1145	Q30		46.98	111.92	112.87	113.31	0.006885	2.92	16.12	19.09	1.01	
sta kemiri 1150	Q30		46.98	109.49	110.42	110.85	0.006931	2.91	16.17	19.07	1.01	
sta kemiri 1155	Q30		46.98	107.06	108.14	108.52	0.005748	2.76	17.54	34.20	0.94	

Gambar 14. Hasil Keluaran Model HEC-RAS  
Sumber : The Hydrologic Engineer Centre (HEC)



Gambar 15. Rencana Potongan Aliran Sungai Tepat di Bawah Jembatan saat Muka Air Normal  
Sumber : The Hydrologic Engineer Centre (HEC)



Gambar 16. Rencana Potongan Aliran Sungai Tepat di Bawah Jembatan saat Muka Air Banjir dan Pengaruh Scouring Terjadi  
Sumber: The Hydrologic Engineer Centre (HEC)



	Left	Channel	Right
<b>Input Data</b>			
Average Depth (ft):	0.41	0.89	0.41
Approach Velocity (ft/s):	2.04	2.03	2.12
SI Channel Slope (ft):	0.26	0.26	0.26
SI Channel Plan (ft):	0.28	0.17	0.43
SI Channel Bed (ft):	0.00	0.00	0.00
SI Channel Bank (ft):	0.41	0.59	0.57
Approach Flow (ft <sup>3</sup> /s):	0.91	17.29	0.42
K1 Coefficient:	0.640	0.640	0.640
<b>Results</b>			
Scour Depth (ft):	0.01	0.00	0.00
Channel Velocity (ft/s):	0.12	0.80	0.12
Equation:	None	None	None
<b>Abutment Scour</b>			
<b>Input Data</b>			
Station at Toe (ft):	-0.01	0.01	
Toe to abut (ft):	-11.11	11.07	
Abutment Length (ft):	0.97	1.97	
Depth at Toe (ft):	-0.07	0.13	
K1 Shape Coeff:	0.00	0.00	Vertical abutment
Channel Slope (degrees):	0.00	0.00	
K2 Shape Coeff:	0.00	0.00	
Project Length (ft):	0.97	1.97	
Plan Obstruction (ft):	0.41	0.47	
Area Obstruction (ft <sup>2</sup> ):	0.39	0.59	
<b>Results</b>			
Scour Depth (ft):	1.22	1.94	
Channel Velocity:	0.12	1.29	
Equation:	Proehlrich	Proehlrich	
<b>Combined Scour Depths</b>			
Left abutment scour + contraction scour (ft):	1.33		
Right abutment scour + contraction scour (ft):	1.54		

**Gambar 17.** Hasil Output Aplikasi HEC-RAS Terhadap Scouring/Gerusan pada Jembatan  
 Sumber: The Hydrologic Engineer Centre (HEC)

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis pada debit banjir rencana dengan periode ulang diperoleh pada waktu maksimum per tahun yaitu:
  - 2 tahun = 25,80 m<sup>3</sup>/det
  - 5 tahun = 32,92 m<sup>3</sup>/det
  - 10 tahun = 37,42 m<sup>3</sup>/det
  - 25 tahun = 42,978 m<sup>3</sup>/det
  - 50 tahun = 46,978 m<sup>3</sup>/det
2. Berdasarkan hasil analisis pada program HEC-RAS, kedalaman gerusan/scouring pada pilar Jembatan Kali Kemiri dominan berada pada sisi sebelah kiri dan kanan dengan nilai gerusan 1,33 - 1,45 meter.

### Saran

Saran yang diberikan adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh debit banjir setiap kala ulang tahun maksimum yang diprediksi semakin tinggi sehingga dapat diantisipasi warga yang berada di wilayah aliran Sungai Kemiri.
2. Diperlukan penelitian lanjutan terkait gerusan/scouring yang terjadi di bawah pilar Jembatan Kali Kemiri di Distrik Sentani, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Barokah, I dan Purwantoro, D. (2014). *Pengaruh Variasi Debit Aliran Terhadap Gerusan Maksimal di Bangunan Jembatan dengan Menggunakan Program Hec-Ras*. Diakses pada [http://journal.uny.ac.id/index.php/inersia/article/download/9965/7862\[03/01/17\]](http://journal.uny.ac.id/index.php/inersia/article/download/9965/7862[03/01/17])
- Laursen, E. M. dan Toch, (1956). *Scour Around Bridge Piers and Abutments, Iowa Highway*. Res Board, Buletin No.4. 60. PP.
- Miller, W. (2003). *Model For The Time Rate Of Local Sediment Scour At A Cylindrical Structure*. Dissertation. Florida : PPS Universitas Florida.
- Triatmodjo, B. (1993). *Hidraulika I*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidraulika II*. Yogyakarta : Beta Offset.