

EVALUASI GERUSAN DI JEMBATAN WAIKAKA MENGGUNAKAN SOFTWARE
HEC-RAS 5.0.7

Antoinette B Wattimury¹⁾, C.G. Buyang²⁾, A. Kalalimbong³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Sipil Universitas Pattimura Ambon
¹⁾antoinettebiela17@gmail.com , ²⁾cg.buyang@fatek.unpatti.ac.id,
³⁾abrahamkalalimbong@fatek.unpatti.ac.id

ABSTRACT

The water erosions to the pillars of the Waikaka bridge caused it to become tilted. After further analysis of the data collected in the field it is found that the bridge tilted by $7,81^\circ$. This damage causes disruptions to land transportation on Seram Island. Due to repeat of the same problem native had to take another alternative route which cost them time (*up to five to six hours from original time of two hours*). This bridge is a vital object due to it positions at the main route of trans Seram traffics axis. To overcome this problem, we conducted study to determine the depth of scour that occurs on the bridge assisted by Hec-Ras 5.0.7 software and scour handling solutions. The research method used is direct filed survey with help of two analysis method namely hydrological analysis and hydraulic analysis. Hydrological analysis consists of determining the watershed (DAS), maximum rainfall analysis, maximum rainfall frequency analysis, frequency test, rainfall intensity and planned flood discharge. Mean while the hydraulics analysis is assisted by HEC-Ras 5.0.7 software. The results of the analysis shows that the planned rainfall used the Pearson Type III Log distributions and planned flood discharge obtained with a return period of 2 years was 141.34 meters, 5 years was 202.68 meters, 10 years was 240.83 meters, 25 years of 318.11 meters, 50 years of 347.96 meters, and 100 years of 376.82 meters. The results produced by the help of HEC-Ras 5.0.7 software shows that the dept of scour with the flood plane used is 25 years, namely on pillar number 1 of 3.19 meters and pillar number 2 of 3.09 meters. After careful thinking and consideration based on this study, the solutions that can be suggested to deal with the named problem is to use a concrete block system.

ABSTRAK

Terjadinya gerusan pada pilar jembatan Waikaka mengakibatkan jembatan tersebut menjadi miring. Dari data ukur dilapangan kemiringan jembatan adalah $7,81^\circ$. Kerusakan tersebut mengganggu transportasi darat di Pulau Seram. Gerusan yang terus menerus terjadi, masyarakat Pulau Seram harus mengambil jalan alternatif lain sehingga memakan waktu lama lima sampai enam jam yang awalnya hanya satu sampai dua jam saja. Karena jembatan Waikaka berada pada jalur utama atau poros lalu lintas trans Pulau Seram. Dalam mengatasi persoalan tersebut maka tujuan penelitian ini adalah menghitung kedalaman gerusan yang terjadi pada jembatan Waikaka yang dibantu dengan *software* Hec-Ras 5.0.7 serta solusi penanganan gerusan. Metode penelitian yaitu survei dilapangan, dengan menggunakan dua analisa yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Analisis hidrologi terdiri dari penentuan daerah aliran sungai (DAS), Analisis curah hujan maksimum, Analisis frekuensi hujan maksimum, Uji frekuensi, Intensitas curah hujan, dan debit banjir rencana. Sedangkan analisis hidrolika dibantu menggunakan *software* Hec-Ras 5.0.7. Analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan rencana maksimum digunakan distribusi Log Pearson Type III dan debit banjir rencana yang didapatkan dengan kala ulang 2 tahun sebesar 141,34 meter, 5 tahun sebesar 202,68 meter, 10 tahun sebesar 240,83 meter, 25 tahun sebesar 318,11 meter, 50 tahun sebesar 347,96 meter, dan 100 tahun sebesar 376,82 meter. Berdasarkan hasil analisis hidrolika dengan bantuan *software* Hec-Ras 5.0.7 diperoleh kedalaman gerusan dengan banjir rencana yang dipakai adalah 25 tahun yaitu pada pilar nomor 1 sebesar 3,19 meter dan pilar nomor 2 sebesar 3,09 meter. Dari penelitian ini solusi yang dapat disarankan untuk menagani gerusan pilar nomor 1 sebesar 3,19 meter dan pilar nomor 2 sebesar 3,09 meter dengan proyeksi data banjir rancangan untuk waktu 25 tahun adalah menggunakan sistem blok beton.

Kata kunci: Jembatan; Gerusan; Hec-Ras 5.0.7.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan sangat diperlukan dalam menjalankan sistem transportasi darat, yang menjadi penghubung untuk melalui rintangan-rintangan seperti alur sungai, lembah, dan lautan. Struktur jembatan terdiri dari dua bagian penting yaitu struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah. Struktur bangunan atas berupa trotoar, slab lantai kendaraan, gelagar, balok diafragma, ikatan pengaku, tumpuan (bearing) dan struktur bangunan bawah berupa pondasi, pilar dan abutment jembatan. Pilar merupakan bagian penting dari sebuah jembatan karena berfungsi menahan atau menopang berat jembatan itu sendiri beserta berat beban yang melintas di jembatan tersebut dan meneruskannya ke pondasi. Transportasi juga sangat penting bagi kebutuhan sosial, ekonomi dan pembangunan di suatu daerah. Dari segi perekonomian jembatan dapat mengurangi biaya transportasi dan dari segi efisiensi waktu, dengan ada jembatan dapat mempersingkat waktu tempuh pada perjalanan darat yang saling terpisah. Jembatan haruslah dibuat dengan cukup kuat dan tahan untuk menopang sistem transportasi darat yang ada. Kerusakan yang terjadi pada jembatan dapat disebabkan karena kestabilan jembatan dan gerusan.

Gerusan pada jembatan diakibatkan karena pada saat musim penghujan debit air sungai bertambah sehingga sering kali terjadi banjir. Bisa juga dikarenakan perubahan morfologi sungai atau mengalami penyempitan pada aliran sungai. Gerusan yang terjadi biasanya berlangsung dalam jangka waktu yang lama, karena proses ini terjadi secara bertahap sedikit demi sedikit. Prosesnya akan terlihat lebih nyata saat terjadi banjir besar, hal ini didasari karena saat terjadi banjir, fluktuasi air tidak lagi dapat diprediksi.

Jembatan Waikaka merupakan akses jalan utama yang menghubungkan antara tiga Kabupaten, yaitu Kabupaten Seram Bagian Barat, Kabupaten Maluku Tengah, dan Kabupaten Seram Bagian Timur. Salah satu permasalahan gerusan pada jembatan Waikaka dengan panjang 100 m dan bentang 6 m yang diakibatkan karena adanya gerusan (gerusan lokal) disekitar jembatan yang mengakibatkan jembatan menjadi miring. Dengan data ukur dilapangan kemiringan jembatan adalah $7,81^\circ$. Kerusakan tersebut berdampak pada aktifitas masyarakat Pulau Seram dalam betransporasi. Gerusan yang terus menerus terjadi, maka masyarakat harus mengambil jalur alternatif lain sehingga memakan waktu lama lima sampai enam jam perjalanan yang biasanya hanya menempuh perjalanan satu sampai dua jam saja. Karena jembatan Waikaka merupakan jalur utama atau poros jalur lalu lintas trans Pulau Seram. Untuk mengatasi permasalahan gerusan di Jembatan Waikaka Kecamatan Amalatu Kabupaten Seram Bagian Barat Pulau Seram, perlu dilakukan kajian guna mengevaluasi gerusan pada jembatan Waikaka Kecamatan Amalatu.

Untuk itu penulis mengambil judul “**Evaluasi Gerusan di Jembatan Waikaka Menggunakan Software HEC-RAS 5.0.7**”

1.2 Rumusan Masalah

Berapa kedalaman gerusan yang terjadi pada Jembatan Waikaka dengan debit banjir rencana 25 tahun dan solusi penanggulangan pada pilar jembatan Waikaka.

1.3 Tujuan Penelitian

Menghitung kedalaman gerusan pada Jembatan Waikaka dan solusi penanggulangan pada pilar jembatan Waikaka.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil yang didapatkan dari penelitian ini maka diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat menjadi acuan dalam perbaikan jembatan tersebut.
2. Dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam menganalisis besar gerusan pada jembatan-jembatan lainnya.
3. Sebagai pengetahuan tambahan bagi pembaca tentang pengaruh kerusakan jembatan akibat gerusan di jembatan Waikaka.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data hujan diambil dari Badan Meteorologi Klimantologi dan Geofisika Amahai tahun 2010 sampai 2019.
2. Perhitungan debit banjir hanya menggunakan HSS Nakayasu dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
3. Perhitungan gerusan dilakukan dengan bantuan software HEC-RAS 5.0.7

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Analisis hidrologi sangat diperlukan untuk mengetahui karakteristik hidrologi di daerah sungai Tala. Dalam analisis hidrologi salah satu aspek yang diharapkan untuk menunjang perancangan bangunan-bangunan hidrolik adalah penetapan banjir rencana pada suatu tahun periode ulang tertentu.

Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
2. Menentukan luas pengaruh daerah stasiun hujan.
3. Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
4. Menentukan intensitas curah hujan.

5. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana pada periode ulang T tahun.

Untuk mengetahui debit gerusan ada beberapa langkah untuk memahami karakteristik hidrologi suatu daerah. Perhitungan statistik hidrologi menjadi data utama untuk menghitung curah hujan kawasan, luas daerah aliran sungai, debit banjir dan debit gerusan. Berikut merupakan penjelasan tentang langkah-langkah tersebut.

1. Penentuan Stasiun Hujan Metode Rerata aritmatika

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan (Triatmodjo, 2015).

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- \bar{p} = hujan rerata kawasan (mm)
- $p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$ = hujan stasiun 1, 2, 3 n
- n = jumlah stasiun

2. Analisis Frekuensi Hujan

Tujuan Analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa- peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (*independent*) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik (Suripin, 2004).

Tabel 1. Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^6 + 6C_v^4 + 15C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

Sumber: Triatmodjo, 2015

3. Analisa Intensitas Curah Hujan

Menggunakan metode Mononobe dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- t = Waktu (jam)
- R = Debit banjir rencana (mm)

4. Analisa Debit Banjir Rencana

Penentuan debit banjir rencana, dilakukan menurut ketentuan Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana, SNI. Penentuan debit banjir yang dilakukan adalah dengan Metode Unit Hidrograf (*Hidrograf Sintetik*) Nakayasu dengan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{t}{24} \times \left(\frac{24}{R}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (3)$$

$$T_p = T_g + 0,8 T \dots\dots\dots (4)$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 L \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \dots\dots\dots (5)$$

$$T_g = 0,21 L^{0,7} \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \dots\dots\dots (6)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g \dots\dots\dots (7)$$

$$T_r = 0,5 T_g \text{ sampai } T_g \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- Q_p = Debit banjir (m³ / detik)
- A = Luas DAS (km²)
- Re = Curah hujan efektif (1 mm)
- T_p = Waktu konsentrasi (jam)
- $T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan dari kulminasi sampai 30 % banjir (jam)
- T_g = Waktu kosentrasi (jam)
- T_r = Satuan waktu dari curah hujan (jam)
- α = Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2
- L = Panjang sungai utama (km)

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut:

1. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \dots\dots\dots (9)$$

2. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}} \dots\dots\dots (10)$$

3. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(0,5T_{0,3})} \dots\dots\dots (11)$$

4. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})} \dots\dots\dots (12)$$

Koefisien pengaliran yaitu perbandingan tinggi limpasan air hujan maksimum dengan tinggi hujan rata-rata yang jatuh dipermukaan. Koefisien pengaliran dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi / hutan, lapisan penutup permukaan tanah, banyaknya cekungan rendah penahan air dan jenis material permukaan tanah (Triatmodjo, 2015).

5. Analisa Gerusan Pada Pilar Jembatan

Gerusan yang terjadi disekitar pilar jembatan ialah terjadi *akibat* sistem pusaran (*horseshoe vortex*) yang

timbul karena aliran dirintangi oleh suatu bangunan. *Hoershoe vortex* mengangkat material dari sekitar pilar, dan membuat lubang gerusan. Pada *HEC-RAS* menyajikan 2 (dua) persamaan/formula yang dapat dipakai untuk menganalisa besarnya kedalaman gerusan pada pilar, yaitu persamaan *Colorado State University (CSU)* dan persamaan *Froechlich* (1991).

Pada *HEC.18* Persamaan *CSU* lebih direkomendasikan untuk menghitung besarnya kedalaman gerusan. Persamaan *CSU* dapat menghitung kedalaman gerusan pilar pada kondisi *live-bed* dan *clear-water*. Persamaan *CSU* adalah sebagai berikut:

$$d_s = 2,0 y K_1 K_2 K_3 K_4 a^{0,65} y^{0,35} F_r^{0,43} \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

- d_s = Kedalaman gerusan (m)
- y = Kedalaman aliran pada hulu pilar (m)
- K_1 = Faktor koreksi bentuk penampang pilar
- K_2 = Faktor koreksi arah datang aliran air
- K_3 = Faktor koreksi kondisi dasar permukaan dan gundukan
- K_4 = Faktor koreksi ketahanan dasar saluran
- a = Tebal pilar (m)
- L = Panjang pilar (m)
- Fr = Angka Froude
- V_1 = Kecepatan rata-rata aliran pada hulu pilar (m/s)
- g = Nilar gravitasi (9.81 m/s²)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi dan waktu penelitian sebagai berikut:

1. Lokasi Penelitian
Lokasi Penelitian berada di Sungai Tala Jembatan Waikaka Kabupaten Seram Bagian Barat, Pulau Seram. Dengan titik koordinat 3°19'50,8" LS dan 128°41'5,3" BT. Panjang sungai yang diteliti yaitu dari hilir Sta 120 m – hulu Sta 120 m.
2. Waktu
Waktu penelitian ini dilaksanakan selama 2 hari. 1 hari pengambilan data kedalaman sungai, kecepatan sungai, pengukuran bentang jembatan dan pengambilan sampel pada sungai tala jembatan Waikaka seram Bagian Barat. 1 hari Pengujian laboratorium untuk mengetahui ukuran butiran tanah. Untuk pengolahan data waktu yang digunakan adalah 2 bulan meliputi penyajian dalam bentuk skripsi dan proses bimbingan langsung.

3.2 Data Penelitian

1. Data Primer
 - a. Data pengukuran Cross Section sungai
 - b. Dokumentasi.
2. Data Sekunder
 - a. Peta Topografi/ kontur. Diperlukan untuk mengetahui kondisi topografi sungai serta

- penampang memanjang dan penampang melintang sungai.
- b. Data Curah Hujan 15 tahun terakhir.
- c. Data Ukuran Butiran Tanah.

3.3 Variabel Penelitian

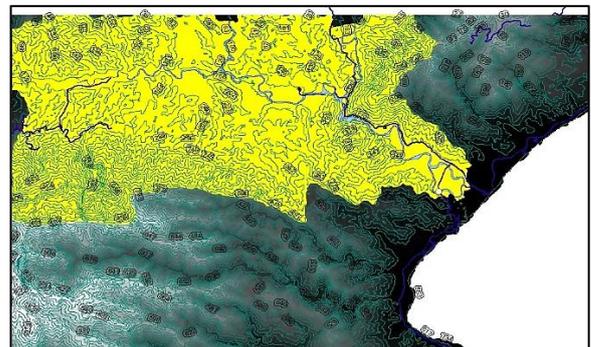
1. Variabel Terikat (Y)
 Y = Kedalaman Gerusam (m)
2. Variabel Bebas (X)
 X_1 = Debit banjir rencana (m³/det)
 X_2 = Kecepatan aliran (m/det)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

Analisa Hidrologi dalam mengevaluasi gerusan pada Jembatan Waikaka ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

1. Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)
Untuk penentuan daerah aliran sungai (DAS) dilakukan berdasarkan pada peta rupa bumi/kontur. DAS pada sungai Tala yang terletak pada Kabupaten Seram Bagian Barat Pulau Sera mini mempunyai luasan sebesar 192,00 km². Penentuan luasan ini dibantu dengan menggunakan software ArcGIS 2018. Dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Sumber: ArcGIS, 2018

Gambar 1. Daerah Aliran sungai Waikaka yang Ditinjau

2. Analisis Curah Hujan Maksimum

Analisis Curah Hujan berdasarkan data hujan selama 15 tahun terakhir dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2019, diambil dari stasiun hujan Amahai. Dari hasil perhitungan maka didapatkan curah hujan maksimum sbb:



Sumber: Penulis, 2021

Gambar 2. Curah Hujan Harian Maksimum

3. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisa Frekuensi Curah Hujan digunakan untuk menetapkan besarnya curah hujan dengan kala ulang tertentu. Setelah parameter statistik sudah diketahui maka akan diuji kecocokannya dengan menggunakan metode smirnov-Kolmogorof.

Tabel 2. Hasil penentuan pemilihan distribusi

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 0$	$C_s = 0,01$ $C_k = 2,18$	Tidak memenuhi
2	Log Normal	$C_s \approx 3 C_v + C_v^3 \approx 1,2497$	$C_s = 0,01$	Tidak memenuhi
3	Log Pearson III	$C_s \neq 0$	$C_s = 0,01$	Memenuhi
4	Gumbel	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$	$C_s = 0,01$ $C_k = 2,18$	Memenuhi

Sumber: Penulis, 2021

dari tabel diatas menjelaskan bahwa pemilihan distribusi dilakukan untuk memperkirakan besarnya debit banjir dengan kala ulang tertentu. Dengan data-data hujan didekatkan dengan sebaran distirbusi, agar besarnya debit banjir tidak sampai jauh melenceng dari kenyataan banjir yang terjadi. Jadi tabel diatas menunjukkan bahwa jenis distribusi yang memenuhi syarat yaitu jenis distribusi Log Pearson III dan Gumbel.

Selanjutnya dilakukan uji probabilitas untuk menentukan dari kedua distribusi tersebut mana yang dapat digunakan dengan metode yang dipakai adalah smirnov-Kolmogorov. Dari hasil perhitungan menggunakan metode smirnov-Kolmogorov dapat disimpulkan distibusi yang digunakan adalah Log Pearson Type III dapat diterima dengan nilai Kritis yang digunakan sebesar 5%.

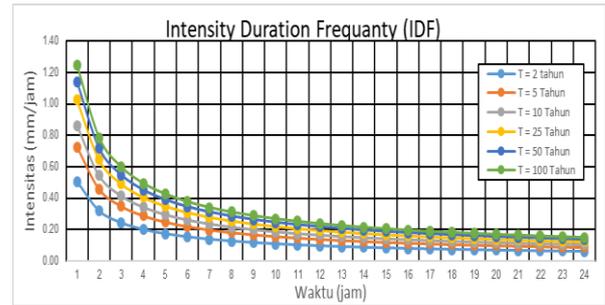
Tabel 3. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III

No	Tr (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1	2	146,06
2	5	209,67
3	10	249,22
4	25	296,28
5	50	329,36
6	100	360,29

Sumber: Penulis, 2021

4. Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan metode Mononobe, metode ini digunakan untuk mengetahui besarnya intensitas hujan berdasarkan data hujan harian.



Sumber: Penulis, 2021

Gambar 2. Grafik Intensitas Curah Hujan

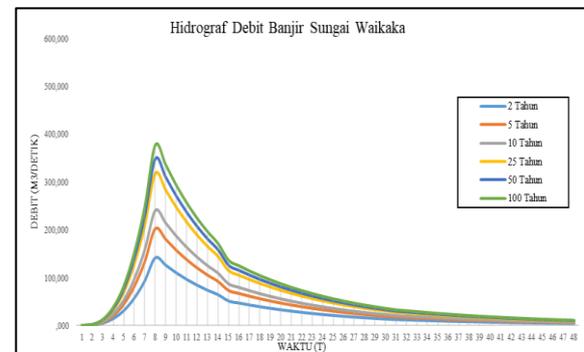
5. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana pada penelitian ini digunakan metode Unit Hidrograf (*Hidrograf Sintetik*) Nakayasu. Hasil perhitungan direkapitulasi pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 4. Debit Rencana

No	Q Rencana	Debit (m ³ /detik)
1	2 Tahun	141,34
2	5 Tahun	202,68
3	10 Tahun	240,83
4	25 Tahun	318,11
5	50 Tahun	347,96
6	100 Tahun	376,82

Sumber: Penulis, 2021



Sumber: Penulis, 2021

Gambar 3. Grafik Hidrograf Debit Banjir Sungai Waikaka

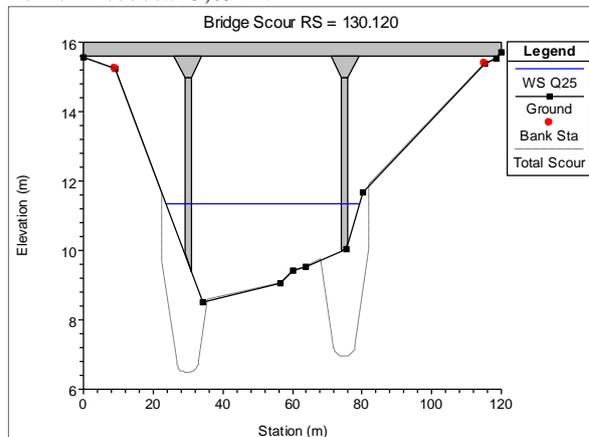
4.2 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dalam penelitian ini akan dibantu dengan *software* HEC-RAS 5.0.7 pemodelan dilakukan untuk mendapatkan profil muka air, elevasi sungai serta gerusan yang terjadi pada jembatan Waikaka dengan debit air yang mengalir pada sungai Waikaka, dalam menjalankan *Software* HEC-RAS 5.0.7. Data yang harus diperlukan sebagai berikut:

1. Penampang memanjang Sungai
2. Potongan melintang sungai
3. Data debit sungai
4. Koefisien manning penampang sungai.

Untuk memodelkan gerusan pada jembatan dibutuhkan data jembatan seperti data deck jembatan, data pilar, jarak antar pilar.

Hasil memodelkan gerusan dengan bantuan *software* Hec-Ras 5.0.7, didapatkan kedalaman gerusan dengan debit banjir rencana Q25 tahun 318,11 m³/det adalah pada pilar nomor 1 sebesar 3,19 m dan pilar nomor 2 sebesar 3,09 m.



Sumber: *Penodelan Hec-Ras 5.0.7, 2021*

Gambar 4. Local Scour yang terjadi dengan debit rencana 25 tahun

4.3 Solusi Penanggulangan Pada Pilar Jembatan

1. Blok Beton ACBs Kelebihan dari beton ACBs ini untuk meninggikan elevasi muka air dan menampung sementara endapan semen. Kelemahannya hanya digunakan pada gerusan lokal saja.
2. Matras Berisi tanah, kelebihan menggunakannya yaitu pemasangan lebih cepat dan tanpa perlu pengeringan, ekonomis, serta dapat dipasang ditempat yang beragam baik itu di air atau di tempat kering. Sedangkan kekurangannya yaitu membutuhkan lahan yang lebar dalam pengerjaannya karena ukurannya yang besar, bahan kawatnya tidak tahan terhadap air yang mengandung kadar garam tinggi atau kadar asam tinggi
3. Riprap, kelebihan riprap mudah didapat atau terjangkau. Sedangkan kelemahannya hanya dapat digunakan dalam air jernih dan aliran yang seragam.

Dari ketiga solusi penanganan gerusan pada pilar jembatan yang dapat menjadi solusi untuk jembatan waikaka adalah penggunaan blok beton ACBs dimana pada gerusan tersebut merupakan gerusan lokal. Gerusan lokal terjadi karena akibat pengaruh adanya pilar pada jembatan Waikaka yang menghalangi aliran.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Besar Debit Rencana untuk periode ulang 2 tahun sebesar 141,34 m³ det, 5 tahun sebesar 202,68 m³ /det, 10 tahun sebesar 240,83 m³ /det 25 tahun sebesar

318,11 m³ /det 50 tahun sebesar 347,96 m³ /det, dan 100 tahun sebesar 376,82 m³ /det. Untuk hasil analisis kedalaman gerusan pada pilar jembatan Waikaka menggunakan bantuan *software* Hec-Ras 5.0.7 didapat kedalaman gerusan untuk Q25 tahun pada pilar nomor 1 sebesar 3,19 meter dan pilar nomor 2 sebesar 3,09 meter. Solusi untuk melindungi pilar jembatan dari bahaya gerusan yaitu direkomendasikan menggunakan sistem blok beton ACBs.

5.2 Saran

1. Kondisi pada pilar jembatan Waikaka mengalami penurunan untuk itu perlu adanya perbaikan jembatan dengan memperhatikan gerusan yang ada pada sungai tersebut.
2. Perubahan bentuk sungai Waikaka ini perlu diperhatikan dengan melakukan pengembalian bentuk alami sungai.
3. Disarankan menggunakan pengaman pada pilar jembatan yaitu dengan pemasangan Blok Beton ACBs.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifi Yunar., 2006., *Karakteristik Gerusan Pilar Segi Empat Ujung Bulat pada Kondisi Terjadi Penurunan Dasar Sungai dengan Proteksi Tirai*. Jurnal SMARTEK. Palu: UNTAD.
- Ariyanto, Anton., 2010., *Analisis Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Potensi Gerusan Lokal*. Jurnal APTEK Vol. 2 No. 1. Riau: Universitas Pasir Pengaraian.
- Army Corps of Engineers., 2016., *Hec-Ras River Analysis, Hydraulic Reference Manual*. U.S.
- Arianto., 2010., *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Tenaga Kerja di Provinsi Jawa Tengah Tahun 1985-2007*. Jurnal Skripsi. Semarang: Fakultas Ekonomi Diponegoro.
- Bambang Triatmodjo., 2015., *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta, Beta Offset.
- Breuser.H.N.C. and Raudkivi.A.J., 1991., *Scouring IAHR Hydraulic Structure Design Manual*. Rotterdam: AA Balkema.
- Departement of Transportation., 2009., *Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures: Experience. Selection. and Design Guidance-Third Edition*. U.S.
- Departement of Transport and Main Roads., 2003., *Bridge scour manual*. State of Queensland. U.S.
- Department of Transportation Hydraulic. 2012. *Engineering Circular No. 18 Evaluating Scour at Bridges Fifth Edition*. U.S.
- Ekarismaza., 2008., *Gerusan Yang Terjadi Di Sekitar Abutment Bersayap Pada Jembatan*. Tugas Akhir. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Istriarto., 2011., *Problematika Jembatan di Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Istriarto., 2012., *Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS*

- (*Jenjang Dasar: Simple Geometry River*). Modul Pelatihan.
- Kasiram, Moh. 2008. *Metodologi Penelitian*. Malang: UIN-Malang Pers.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Moleong Lexy. 2005. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mukti, Aditya Wibawa. 2016. *Pengaruh Bentuk Pilar Jembatan Terhadap Gerusan Lokal Menggunakan software iRIC Nays2DH 1.0 (Model Pilar Berpenampang Belah Ketupat, Kotak, Lingkaran dan Palung)*. Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah.
- National Cooperative Highway Research Program (NCHRP 593). 2007. *Countermeasures to Protect Bridge Piers from Scour*. Washington.D.C
- Ramadhani, Sarra. 2014. *Mekanisme Gerusan Lokal Terhadap Variasi Bentuk Pilar*. Tugas Akhir. Medan: USU.
- Sucipto. 2010. *Analisis gerusan lokal disekitar semi-circular-end Abutmen dengan perlindungan groundsil pada froud number (Fr)0.2*. Semarang: Teknik Sipil dan Perencanaan. 12 (1).
- Supriyadi dan Muntohar. 2007. *JEMBATAN (Edisi Ke-IV)*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Standar Nasional Indonesia 6371. 2015. *Tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik dengan sistem klasifikasi unifikasi tanah*. Jakarta.
- Victor La Se. 2017. *Pemodelan Gerusan Jembatan Wai Salolo di Maluku Dengan Program Hec-Ras 5.0.3*. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.