STUDI PERENCANAAN TANGGUL UNTUK PENGENDALIAN BAJIR DI SUNGAI CIMANUK KABUPATEN INDRAMAYU

 **Marwan Hanan Attamimi1, Dr. Eko Noerhayati, MT.2Anita Rahmawati S.ST, M.T.3 1Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email :**

**marwanunisma@gmail.com**

**2Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email:**

**Eko.noerhayati@unisma.ac.id**

**3Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email :** **anita.rahmawati@unisma.ac.id**

ABSTRAK

Hampir setiap musim penghujan tiba, luapan air Sungai Cimanuk senantiasa menggenangi beberapa kawasan. Terkhusus di patok 39 – patok 54, dimana aliran sungai tersebut sangai berdekatan dengan pemukiman warga. Terjadinya banjir ini disebabkan beberapa faktor antara lain intensitas hujan yang tinggi, sedimentasi sungai yang tinggi, tanggul yang sudah banyak yang rusak dan lain sebagainya.Kondisi eksisting yang ada pada Sungai Cimanuk sudah tidak mampu menampung debit banjir. Dari masalah yang ada maka salah satu cara meminimalisir terjadi nya banjir yaitu merencanakan bangunan pengendalian banjir, yang mana bangunan pengendalian banjir ini adalah suatu bangunan tanggul sungai yang direncanakan sepanjang bantaran sungai yang di nilai memiliki resiko tinggi banjir.Di dalam perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode HSS Nakayasu dalam kala ulang 10 tahun di dapat debit sebesar 116,518 m3/det. Berdasarkan dari hasil di atas maka Sungai Cimanuk perlu di normalisasi dengan merencanakan tanggul sungai dengan kemiringan 1:3 serta mempunyai tinggi jagaan 0,6 meter dan lebar mercu 3 meter. Tanggul juga mengekung aliran air sungai, menghasilkan aliran air yang cepat dan muka air yang lebih tinggi. Sehingga dengan peningkatan efisiensi bangunan tanggul dan perbaikan dimensi saluran Sungai Cimanuk khususnya di patok 39 – patok 54 untuk segera dilakukan normalisasi agar permasalahan banjir di Sungai Cimanuk dapat diatasi.

**Kata Kunci***:* *Banjir, Sungai, Tanggul, Cimanuk*

***ABSTRACT***

 *Almost every time the rainy season arrives, the overflowing water of the Cimanuk River always inundates several areas. Especially at stake 39 – stake 54, where the river flow is very close to residential areas. The occurrence of this flood was caused by several factors, including high intensity rain, high river sedimentation, many embankments that were damaged and so on.The existing conditions on the Cimanuk River are no longer able to accommodate flood discharge. Based on the existing problems, one way to minimize the occurrence of flooding is to plan a flood control building, where this flood control building is a river embankment that is planned along a riverbank that is considered to have a high risk of flooding. In calculating flood discharge using the Nakayasu HSS method in a 10 year return period, a discharge of 116,518 m3/sec was obtained. Based on the results above, the Cimanuk River needs to be normalized by planning a river embankment with a slope of 1:3 and having a guard height of 0.6 meters and a lighthouse width of 3 meters.* *Embankments also confine river water flow, resulting in rapid water flow and higher water levels. So by increasing the efficiency of embankment buildings and improving the dimensions of the Cimanuk River channel, especially at peg 39 - peg 54, normalization can be carried out immediately so that the problem of flooding in the Cimanuk River can be overcome.*

*​* ***Keywords:*** *Flood, River, Embankment, Cimanuk*

**PENDAHULUAN**

#### Latar Belakang

Permasalahan banjir yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor salahsatunya yaitu akibat dari curah hujan yang tinggi dan mengakibatkan kapasitas sungai tidak mampu menampung debit air sehingga air melimpas ke sekitar sungai. Berdasarkan penelitian pada sungai Rejoso, salah satu cara untuk meminimalisir terjadinya banjir yaitu dengan cara normalisasi dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit puncak yang terjadia di sungai Rejoso, mengevaluasi penampang dan menentukan langkah pengendalian banjir yang tepat. {Eko Noerhayati 2021}

**Rumusan Masalah**

1. Berapa hasil perhitungan debit banjir rencana 10 tahun aliran sungai Cimanuk?
2. Berapa dimensi rencana tanggul pada sungai Cimanuk?
3. Bagaimana stabilitas tanggul sungai Cimanuk?
4. Berapa perhitungan volume galian dan volume urugan ?

#### Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui dimensi rencana tanggul pada sungai Cimanuk
2. Mengetahui hasil perhitungan debit banjir rencana aliran sungai Cimanuk.
3. Mengetahui perhitungan stabilitas tanggul sungai Cimanuk
4. Mengetahui perhitungan volume galian dan volume urugan

Manfaatnya adalah :

1. Penulis dapat mengetahui tentang cara normalisasi sungai untuk pengendalian banjir di masa yang akan datang.
2. Memberikan gagasan dalam perencanaan pembuatan tanggul yang berfungsi untuk meminimalisir terjadi banjir yang nanti bisa dijadikan bahan referensi yang dapat di pertimbangkan oleh dinas terkait.
3. Tugas akhir ini sebagai masukan ke instansi terkait.

**METODE PENELITIAN**

**Lokasi Penelitian**

Lokasi studi adalah sungai Cimanuk yang berada di wilayah timur Kabupaten Indramayu. Luas DAS Cimanuk = 58,25 km2 . Panjang utama Sungai Cimanuk = 25,50 km. Sedangkan hanya 686 meter yang akan di bangun tanggul.



**Gambar 1.**Peta Lokasi Studi

Sumber : (Google earth)

# **BAGAN ALIR**

Mulai

PengumpulaniData

DataiPeta Topografii

DataiCurah Hujani

DataiEksisting Sungai

RAPS

(Rescaled Adjusted Partial Sams)

Perhitungan Curah Hujan rerata Maksimum Daerah





 PerhitunganiCurahiHujaniEfektif



 Perhitungan Debit Rencana Banjir



DebitiMaksimum

AnalisaiKapasitasiPenampangiSungai

PerencanaaniTanggul





AnalisaiStabilitasiTanggul

 GambariPerencanaaniTanggul



Stabili



Kesimpulan



**Gambar 2**. Diagram Alir Penelitian

Sumber : Hasil Analis, 2023

# **HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Hidrologi**

**Data Curah Hujan**

Agar mengetahui jumlah debit air yang mengalir pada sungai Cimanuk, dalam studi ini menggunakan data hujan 10 tahun terakhir pada tahun 2012 – 2020.

**Tabel 4.1 Curah hujan total tahunan stasiun Argasunya**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NO | Tahun | Curah Hujan (mm) |
| 1 | **2012** | **1053** |
| 2 | **2013** | **376** |
| 3 | **2014** | **2326** |
| 4 | **2015** | **1615** |
| 5 | **2016** | **1635** |
| 6 | **2017** | **3507** |
| 7 | **2018** | **2538** |
| 8 | **2019** | **1615** |
| 9 | **2020** | **1676** |
| 10 | **2021** | **1516** |

Sumber : Data BBWS Cimanuk Indramayu 2023

**Curah Hujan Rerata Daerah Aliran**

Uji konsistensi data dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya menggunakan metode RAPS (Rescale Adjusted Partial Sums). Metode RAPS (*Rescale Adjusted Partial Sams*) adalah pengujian konsistensi data yang menggunakan data dari stasiun itu sendiri (uji homogenitas), yaitu pengujian komulatif penyimpanan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar komulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya. (Harto Sri, 2009). Uji konsistensi data dilakukan pada stasiun Kaimana. Dengan persamaan-persamaan berikut :

1. Sk\* = $\sum\_{i=1}^{k}(y\_{i}-Ȳ),$ dengan nilai k = 1,2 ……, n
2. Sk\*\* = $\frac{SK\*}{dy'}$ dengan nilai k = 0,1,2,3 ……, n
3. Dy2 = $\sum\_{i=1 }^{k}\frac{(y\_{i}-Ȳ)^{2}}{n}$
4. Q = Maks │Sk\*\*│, 0 ≤ k ≤ n, atau
5. R = Maksimum Sk\*\* **-** minimum Sk\*\* dengan ≤ k ≤ n,

Dengan :

Sk\* = Simpangan mutlak

Sk\*\* = Nilai konsistensi data

Y1 = data hujan ke-i

Ȳ = data hujan rerata-i

Dy = deviasi standar

N = jumlah data

Q = Nilai statistik Q untuk 0 ≤ k ≤ n

R = Nilai statistik (range)

Langkah Perhitungan :

n = 10

* Sk\* = $\sum\_{i=1}^{k}(Y\_{i}-Ȳ)$

Sk\* = 1053 – 1785,7 = -732,7

 Dy2 = $\sum\_{i=1 }^{k}\frac{(y\_{i}-Ȳ)^{2}}{n}$

 Dy2 = $\frac{(-732,7)^{2}}{10}$ = 53.684,9

 Dy$'$ = $\sqrt{\sum\_{i }^{k}\frac{(y\_{i}-Ȳ)^{2}}{n}}$ = $\sqrt{651061,61}$= 806,88

* Sk\*\* = $\frac{Sk\*}{dy^{'}}$

 Sk\*\* = $\frac{-732,7}{806,88} $= 66,534

* |Sk\*\*| = 66,534
* Sk\*\*Max = 367,200
* Sk\*\*Min = 1,491
* Q = |Sk\*\*max|= 367,20
* R = Sk\*\*max- Sk\*\*min

= 367,200 – (1,491) = 365,71

* Q/n = $\frac{367,20}{\sqrt{10}}$ = 1,16

= 1,16 < 1,29 ok!

* R/n = $\frac{365,71}{\sqrt{10}}$ = 1,15

= 1,15 <1,38 ok!

**Analisa Hidrograf Debit Banjir Rencana**

**Perhitungan Hujan Jam jaman**

Untuk perhitungan hidrograf banjir rancangan dengan menggunakan cara hidrograf satuan perlu diketahui bahwa sebaran hujan jam jaman dengan suatu interval tertentu.

Di studi ini untuk mencari data di gunakan rumus modifikasi dari mononobe, yaitu sebagai berikut :

I = $\frac{R24}{24}$ ($\frac{24}{tc}$)2/3

Berdasarkan data curah hujan, curah hujan rencana digunakan dengan kala ulang 5 tahun yaitu R5 = 114,76 mm.

I = $\frac{114,76 }{24} $($\frac{24}{0,058}$)2/3

 I = 56,88 mm/jam

I = $\frac{114,76 }{24} $($\frac{24}{1}$)2/3

I = 39,79 mm/jam

**Tabel 4.9 Distribusi curah hujan**

|  |  |
| --- | --- |
| Waktu | Intesitas curah hujanm (mm/Jam) |
| 0,585 | 56,88 |
| 1 | 39,79 |
| 2 | 25,06 |
| 3 | 19,13 |
| 4 | 15,79 |
| 5 | 13,61 |
| 6 | 12,05 |

Sumber : Perhitungan Pribadi 2023

**Tabel 4.12 Hidrograf banjir untuk kala ulang 10 tahun**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T | Q | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Q Tot |
| (jam) | ($m^{3}/detik)$ | 0,387 | 1,099 | 2,293 | 5,859 | 11,728 | 23,239 | $$(m^{3}/detik)$$ |
| 0 | 1,665 | 0,644 |  |  |  |  |  | 0,644 |
| 1 | 2,355 | 0,910 | 1,830 |  |  |  |  | 2,740 |
| 2 | 2,884 | 1,115 | 2,588 | 3,819 |  |  |  | 7,522 |
| 3 | 3,331 | 1,288 | 3,170 | 5,401 | 9,756 |  |  | 19,615 |
| 4 | 2,327 | 0,900 | 3,661 | 6,614 | 13,799 |  |  | 24,974 |
| 4,295 | 1,264 | 0,489 | 2,558 | 7,639 | 16,899 | 19527 |  | 47,112 |
| 5 | 0,918 | 0,355 | 1,389 | 5,337 | 19,518 | 27,620 | 38,692 | 92,911 |
| 6 | 0,666 | 0,257 | 1,009 | 2,899 | 13,635 | 33,824 | 54,727 | 106,351 |
| 7 | 0,484 | 0,187 | 0,732 | 2,105 | 7,406 | 39,067 | 67,020 | 116,518 |
| 8 | 0,351 | 0,136 | 0,532 | 1,527 | 5,379 | 27,292 | 77,408 | 112,274 |
| 9 | 0,255 | 0,099 | 0,386 | 1,110 | 3,902 | 14,824 | 54,076 | 74,398 |
| 10 | 0,698 | 0,270 | 0,280 | 0,805 | 2,836 | 10,766 | 29,374 | 44,331 |
| 10,431 | 0,303 | 0,117 | 0,767 | 0,585 | 2,057 | 7,811 | 21,333 | 32,670 |
| 11 | 0,246 | 0,095 | 0,333 | 1,601 | 1,494 | 5,676 | 15,477 | 24,677 |
| 12 | 0,198 | 0,077 | 0,270 | 0,695 | 4,090 | 4,117 | 11,248 | 20,496 |
| 13 | 0,161 | 0,062 | 0,218 | 0,564 | 1,775 | 2,991 | 8,157 | 13,767 |
| 14 | 0,129 | 0,050 | 0,177 | 0,454 | 1,441 | 8,186 | 5,926 | 16,234 |
| 15 | 0,104 | 0,040 | 0,142 | 0,369 | 1,160 | 3,554 | 16,221 | 21,486 |
| 16 | 0,084 | 0,032 | 0,114 | 0,296 | 0,943 | 2,885 | 7,041 | 11,312 |
| 17 | 0,068 | 0,026 | 0,092 | 0,239 | 0,756 | 2,322 | 5,717 | 9,152 |
| 18 | 0,079 | 0,031 | 0,075 | 0,193 | 0,609 | 1,888 | 4,601 | 7,397 |
| 19 | 0,209 | 0,081 | 0,087 | 0,156 | 0,492 | 1,513 | 3,741 | 6,070 |
| 19,635 | 0,057 | 0,022 | 0,230 | 0,181 | 0,398 | 1,220 | 2,998 | 5,049 |
| 20 | 0,067 | 0,026 | 0,063 | 0,479 | 0,463 | 0,985 | 2,417 | 4,433 |
| 21 | 0,049 | 0,019 | 0,074 | 0,131 | 1,225 | 0,798 | 1,952 | 4,197 |
| 22 | 0,041 | 0,016 | 0,054 | 0,154 | 0,334 | 0,927 | 1,580 | 3,064 |
| 23 | 0,035 | 0,014 | 0,045 | 0,112 | 0,393 | 2,451 | 1,836 | 4,851 |
| 24 | 0,136 | 0,053 | 0,038 | 0,094 | 0,287 | 0,669 | 4,857 | 5,998 |
|  |  |  |  |  |  |  |  | 116,518 |

 Sumber : Perhitungan Pribadi 2023

 Debit banjir kala ulang 10 tahun = 116,518m3/det

**Tabel 4.17 Kapasitas debit banjir penampang sungai rencana**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pot  | B | Elv Dasar  |  S |  H |  A |  P |  R |  V |  Q | Keterangan  |
| m |  m |  m2 |  m |  m |  m/det |  m3/det |
| 54 | 9 | -4,84 | 0,0049 | 1,52 | 32,263 | 18,606 | 1,729 | 4,04 | 129,949 | Tidak meluap |
| 53 | 8 | -5,08 | 0,00545 | 1,71 | 31,225 | 18,807 | 1,66 | 4,147 | 129,5 | Tidak meluap |
| 52 | 8 | -5,26 | 0,00434 | 1,9 | 33,25 | 20,008 | 1,662 | 3,703 | 123,138 | Tidak meluap |
| 51 | 10 | -5,49 | 0,00121 | 2,11 | 52,265 | 23,335 | 2,24 | 2,388 | 124,823 | Tidak meluap |
| 50 | 8 | -5,45 | 0,00649 | 2,29 | 34,052 | 22,473 | 1,515 | 4,257 | 144,963 | Tidak meluap |
| 49 | 10 | -5,79 | 0,00152 | 2,17 | 49,953 | 23,714 | 2,106 | 2,569 | 128,33 | Tidak meluap |
| 47 | 10 | -5,03 | 0,00462 | 2,12 | 34,683 | 23,398 | 1,482 | 3,539 | 122,751 | Tidak meluap |
| 41 | 10 | -5,34 | 0,00509 | 2,11 | 34,456 | 23,335 | 1,477 | 3,705 | 127,67 | Tidak meluap |
| 40 | 10 | -4,76 | 0,00121 | 2,85 | 52,868 | 28.012 | 1,8873 | 2,129 | 225,158 | Tidak meluap |
| 39 | 6 | -4,8 | 0,00303 | 2,79 | 40,092 | 23,633 | 1,6965 | 3,137 | 125,778 | Tidak meluap |

Sumber : perhitungan Pribadi 2023

# **Perencanaan Stabilitas Tanggul**

Pada perencanaan bangunan tanggul di sungai Cimanuk, akan direncanakan pembuatan tanggul dengan kemiringan 1:3. Untuk perhitungan stabilitas tanggul maka di ambil nilai faktor keamanan yang sesuai. Untuk faktor yang sesuai adalah F = 1,5 .

Gambar stabilitas lereng terlampir.

Dengan perhitungan sebagai berikut :

Untuk mengetahui berat jenis tanah, maka harus dilakukan uji lab terlebih dahulu. Dan setelah uji lab maka berat jenis tanah dan kohesi didapat sebagai berikut :

* Berat jenis tanah kering ( y dry) = 1,18 ton/m3
* Berat jenis tanah basah (y wet) = 1,64 ton/m3
* Berat jenis tanah jenuh (y sat) = 1,66 ton/m3
* Kohesi C’ = 0,75 ton/m2
* Sudut geser dalam = 25º
* Angka keamanan (F) = 1,5
* Berat pias : W = Luas irisan x Berat tanah kering

W1 = 3,41 X 1,18

 = 4,02 Kn/m

W2 = 8,29 X 1,18

 = 9,78 Kn/m

W3 = 6,58 X 1,18

 = 7,76 Kn/m

W4 = 5,66 X 1,18

 = 6,68 Kn/m

W5 = 6,61 X 1,18

 = 7,79 Kn/m

W6 = 5,82 X 1,18

 = 6,87 Kn/m

W7 = 6,98 X 1,18

 = 8,24 Kn/m

W8 = 3,64 X 1,118

 = 4,30 Kn/m

Periksa faktor aman :

F = $\frac{\sum\_{n=1}^{n=p}( c. ∆Ln)+(Wn cos∝ϴ) }{\sum\_{p=1}^{n=p}Wnsinsin ∝ }$

 = (0,75 x 35,41) + (47,30 x 0,47)

 23,36

 = 2,09

Fs = 1,5

F > Fs = Aman

* Berat pias : W = Luas irisan x Berat tanah basah

W1 = 3,41 X 1,64

 = 5,59 Kn/m

W2 = 8,29 X 1,64

 = 13,59 Kn/m

W3 = 6,57 X 1,64

 = 10,78 Kn/m

W4 = 5,66 X 1,64

 = 9,28 Kn/m

W5 = 6,61 X 1,64

 = 10,83 Kn/m

W6 = 5,82 X 1,64

 = 9,54 Kn/m

W7 = 6,98 X 1,64

 = 11,45 Kn/m

W8 = 3,64 X 1,64

 = 5,97 Kn/m

Periksa faktor aman :

F = $\frac{\sum\_{n=1}^{n=p}( c. ∆Ln)+(Wn cos∝.tantan ϴ }{\sum\_{p=1}^{n=p}Wnsinsin ∝ }$

 = (0,75 x 35,41) + (65,74 x 0,47)

 32,46

 = 1,77

Fs = 1,5

F > Fs = Aman

**Perhitungan Volume Galian dan Urugan**

Untuk mengetahui volume galian dan volume urugan dari suatu penampang yang di rencanakan maka bisa dilakukan dengan cara membandingkan antara penampang eksisting dengan penampang rencana. Dari perbandingan gambar pada potongan tiap penampang tersebut dapat diketahui luasan penampang yang di gali maupun di urug sehingga dapat di peroleh volume galian dan urugan.

Sebagai contoh, berikut perhitungan volume urugan dan galian pada patok 39.

Perhitungan :

* Volume Galian

Luas A = 64,5 m2

Jarak P39 – P40 = 35 m

Volume galian = 64,5 x 35

 = 2.257,5 m3

* Volume Urugan

Luas A = 17,375 m2

Jarak P39 - P40 = 35 m

Volume urugan A = 17,375 x 35

 = 608,125 m3

Luas B = 13,375 m2

Jarak P39 - P40 = 35 m

Volume urugan B = 13,375 x 35

 = 468,125 m3

Total volume urugan = 608,125 + 468,125

 = 1.076,25 m3

Untuk seluruh perhitungan volume galian dan volume urugan bisa di lihat pada tabel 4.23

**Tabel 4.23** Perhitungan volume urugan dan galian

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pot  | Galian  | Urugan  |
| Luas(m2)  | Jarak (m)  | Volume (m3)  | Luas(m2)  | Jarak (m)   | Volume (m3)   |
|  54  |  70,78 |  49 | 3468,22  |  33,89 |  49 |  1660,61 |
|  53 |  79,74 |  33 |  2631,42 |  38,37 |  33 |  1266,21 |
|  52 |  85,075 |  53 |  4508,98 |  41,03 |  53 |  2174,59 |
|  51 |  87,03 |  35 |  3046,05 |  42,15 |  35 |  1475,25 |
|  50 |  82,53 |  49 |  4043,9 |  39,76 |  49 |  1948,24 |
|  49 |  91,27 |  46 |  4198,42 |  44,13 |  46 |  2029,98 |
| 48  | 50,5 | 57 | 5158,50 | 43,75 | 57 | 2493,75 |
|  47 |  63,5 |  26 |  1651,00 |  30,25 |  26 |  786,50 |
|  46 |  63,5 |  24 |  1524 |  30,25 |  24 |  726,00 |
|  45 |  74,5 |  25 |  1862,50 |  35,75 |  25 |  893,75 |
|  44 |  69,165 |  22 |  1521,63 |  33,08 |  22 |  727,76 |
|  43 |  78,5 |  47 |  3689,50 |  37,75 |  47 |  1774,25 |
|  42 |  79,5 |  36 |  2862,00 |  38,35 |  36 |  1377,00 |
|  41 |  99,27 |  114 |  11316,78 |  48,12 |  114 |  5485,68 |
|  40 |  65,5 |  35 |  2292,50 |  31,25 |  35 |  1093,75 |
|  39 |  64,4 |  35 |  2254,00 |  30,75 |  35 |  1076,25 |
| Jumlah Galian  |  56029,47 | Jumlah Urugan  |  26989,57 |

##  Sumber : Hasil perhitungan

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil perhitungan ni maka dapat di ambil beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Berdasarkan hasidalam studi Perencanaan tanggul untuk pengendalian banjir sungai Cimanuk kabupaten Indramayu il perhitungan, maka hasil perhitungan debit rencana aliran sungai Cimanuk dengan metode HSS nakayasu dengan kala ulang 10 tahun adalah 116,518m3/det.
2. Dalam perencanaan dimensi penampang sungai Cimanuk yang di dapat dari hasil perhitungan analisis debit serta kondisi lapangan, maka di buat dimensi berbentuk trapesium dengan kemiringan lereng 1:3.
3. Untuk stabilitas tanggul dilihat dari faktor aman (Fs). Fs yang sesuai adalah 1,5. Sedangkan faktor aman yang di hitung pada patok 39 adalah 2,09 untuk tanah kering, 1,77 untuk tanah basah, dan 1,76 untuk tanah jenuh. Karena F > dari Fs (1,5) maka stabilitas tanggul dinyatakan aman.
4. Dari hasil perhitungan, didapat volume galian sebesar 56.029,47 m3. Sedangkan untuk volume urugan didapat sebesar 26.989,57 m3.

**Saran**

Berdasarkan hasil perhitungan di bab sebelumnya, maka ada beberapa saran dari penulis yag dapat di jadikan bahan pertimbangan dalam melakukan perencanaan tanggul di sungai Cimanuk antara lain :

1. Dari hasil uraian diatas, untuk perhitungan kala ulang selanjutnya menggunakan kala ulang banjir rencana 25 tahun. Pada sungai cimanuk untuk pengendalian banjir dapat juga menggunakan cara lain.
2. Perlu kajian khusus untuk pengendalian banjir yang lebih lanjut dengan pokok pembahasan yang berbeda sehingga dapat menanggulangi banjir di sungai Cimanuk atau sungai lain nya di Indonesia.

# **DAFTAR PUSTAKA**

Ardiansyah, Novan, and Heri Mulyono. "Analisis Perencanaan dan Penanggulangan Banjir Studi Kasus Sungai Cimanuk Kab. Indramayu." Jurnal Konstruksi 7.1 (2020).

Malisi, Hayata Nora, Eko Noerhayati, and Azizah Rokhmawati. "Studi Perencanaan Penambahan Tinggi Tanggul Lanjutan Lumpur Lapindo di Desa Kalitengah Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur." Jurnal Rekayasa Sipil 9.1 (2021): 40-49.

Utomo, Dwi, Eko Noerhayati, and Azizah Rachmawati. "Studi Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Kening Kabupaten Bojonegoro Dengan Menggunakan Metode Log person type III." Jurnal Rekayasa Sipil 8.7 (2020): 533-542.

Permatasari, Azizah. Studi Perencanaan Tanggul dan Dinding Penahan untuk Pengendalian Banjir di Sungai Cileungsi Kabupaten Bogor Jawa Barat. Diss. Universitas Brawijaya, 2015.

Hermawan, Chitra. "Studi perencanaan tanggul untuk pengendalian banjir di sungai Petapahan kabupaten Kuantan Singingi." JURNAL PLANOLOGI DAN SIPIL (JPS) 1.1 (2019)