

# STUDI PENENTUAN SEBARAN DAERAH TERDAMPAK BANJIR DI DAS KALI KAMUNING KABUPATEN SAMPANG MENGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS v5.0

Siti Talitha Rachma<sup>1</sup>, Lily Montarcih Limantara<sup>2</sup>, Suwanto Marsudi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Sarjana Teknik Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang, Jawa Timur, Indonesia

Jalan MT.Haryono 167 Malang 65141, Indonesia

E-mail: talitharachmaa@gmail.com

**ABSTRAK:** Sumber daya air terutama sungai selain memiliki peran penting bagi kehidupan manusia namun juga memiliki beberapa kerugian jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu kerugian yang sering timbul adalah banjir khususnya di Kali Kamuning yang berada pada kabupaten Sampang. Maka, diperlukan analisa untuk mengetahui daerah mana saja yang terdampak banjir. Langkah awal yang dilakukan dalam menganalisa daerah terdampak banjir ini adalah dengan analisa hidrologi. Dalam analisa hidrologi ini dihitung debit banjir rancangan dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun dengan menggunakan metode HSS Nakayasu. Debit rancangan yang telah didapatkan kemudian diolah menggunakan program HEC-RAS v5.0 dengan metode *steady flow* untuk mengetahui tinggi muka air yang disebabkan oleh banjir. Didapatkan besaran debit banjir sebesar  $Q_{2th} = 276,50 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{5th} = 319,70 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{10th} = 342,75 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{25th} = 367,49 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{50th} = 383,48 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $Q_{100th} = 397,76 \text{ m}^3/\text{det}$ . Pada kondisi eksisting sebaran rata-rata tinggi genangan untuk setiap kala ulang setinggi 1,70 m, 1,96 m, 2,10 m, 2,24 m, 2,34 m dan 2,42 m. Sehingga, daerah yang terdampak banjir mulai dari desa Tanggumong, Paseyan, Panggung, Gunung Sekar dan Dalpenang dengan luas tiap debit banjir rancangan  $5,09 \text{ km}^2$ ,  $5,36 \text{ km}^2$ ,  $5,47 \text{ km}^2$ ,  $5,57 \text{ km}^2$ ,  $5,60 \text{ km}^2$  dan  $5,63 \text{ km}^2$ . Diperkirakan nilai kerusakan dan kerugian akibat banjir kala ulang 25 tahun sebesar Rp78.589.235.000.

**Kata Kunci:** Kali Kamuning, Sampang, banjir, HEC-RAS v5.0

**ABSTRACT:** *Water resources especially rivers not only have an important role for human life but also have disadvantages if the utilization of it wasn't good enough. One of disadvantages that frequently occurred is flood especially in Kali Kamuning that located in Sampang. It is important to know which areas are potentially flooded. The first step in analyzing areas that affected by flood is hydrological analysis. In hydrological analysis, flood discharge plan of 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years being calculated using HSS NAKAYASU. After flood discharge plan has been obtained, later the data being processed in HEC-RAS v5.0 with steady flow method to find out the water level that caused by flood. The flood discharge plan are  $Q_{2th} = 276,50 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $Q_{5th} = 319,70 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $Q_{10th} = 342,75 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $Q_{25th} = 367,49 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $Q_{50th} = 383,48 \text{ m}^3/\text{sec}$  and  $Q_{100th} = 397,76 \text{ m}^3/\text{sec}$ . With the existing cross section that flooded the average height of the flood itself from embankment are 1,70 m, 1,96 m, 2,10 m, 2,24 m, 2,34 m and 2,42 m. With this, affected areas because of flood inundate from Tanggumong, Paseyan, Panggung, Gunung Sekar dan Dalpenang with area that affected are  $5,09 \text{ km}^2$ ,  $5,36 \text{ km}^2$ ,  $5,47 \text{ km}^2$ ,  $5,57 \text{ km}^2$ ,  $5,60 \text{ km}^2$  and  $5,63 \text{ km}^2$  for each time period. For the estimated value of damage and loss using  $Q_{25th}$  is Rp78.589.235.000 for total.*

**Keywords:** Kali Kamuning, Sampang, flood, HEC-RAS v5.0

Sumber daya air memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Jika pemanfaatannya tidak baik, maka akan terjadi

beberapa bencana yang akan membahayakan nyawa manusia yang tinggal disekitar sumber daya air tersebut. Salah satu contoh sumber

daya air yang keberadaannya dekat dengan aktivitas manusia adalah sungai.

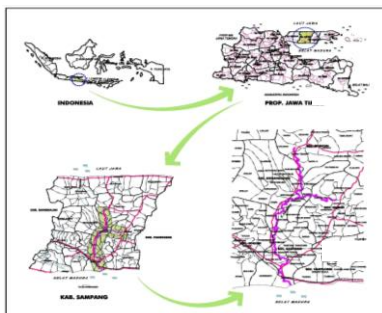
Permasalahan yang sering dihadapi sungai di Indonesia pada umumnya adalah laju sedimentasi yang tinggi yang menyebabkan pendangkalan dan akhirnya mengakibatkan berkurangnya kapasitas penampang sehingga menyebabkan banjir. Terutama di kota Sampang, banjir yang terjadi karena Kali Kemuning tidak mampu lagi menampung debit banjir yang lewat dan akhirnya meluap.

Menurut data dari BNPB kejadian banjir yang terjadi di Indonesia khususnya pada provinsi Jawa Timur sepanjang tahun 2015 adalah 83 kejadian dan meningkat menjadi 116 kejadian per Oktober 2016. Kabupaten Sampang merupakan salah satu wilayah di provinsi Jawa Timur yang sering mengalami banjir. Data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah kabupaten Sampang menyatakan bahwa terdapat total 7 kejadian banjir sepanjang tahun 2016.

Potensi banjir dan kerugian setiap tahun semakin meningkat di beberapa daerah di Indonesia khususnya pada kabupaten Sampang membuat studi mengenai pemetaan daerah terdampak banjir perlu dilakukan. Sehingga, studi ini nantinya dapat menjadi informasi bagi instansi terkait dalam pengambilan keputusan terhadap kemungkinan kejadian banjir yang akan datang agar jumlah kerugian secara ekonomi maupun sosial dapat dikurangi.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Studi



**Gambar 1.** Lokasi studi

Sumber: Badan Informasi Geospasial, 2011

Kali Kemuning dengan DAS-nya berada pada wilayah kabupaten Sampang, pulau Madura. Kali Kemuning merupakan kali terbesar di kabupaten Sampang dengan posisi geografi yang terletak pada 113°08' BT sampai 113°39' BT dan 6°05' LS sampai 7°13' LS. Berbatasan dengan laut Jawa di sebelah utara, kabupaten Pamekasan di sebelah timur, selat Madura di sebelah selatan, dan kabupaten Bangkalan di sebelah barat.

Panjang sungai kajian adalah 4,98 km dengan jumlah titik pengamatan sebanyak 40 patok dengan variasi jarak  $\pm$  22-163 m.

### Data yang Digunakan

Terdapat beberapa data yang digunakan dalam pengerjaan studi ini, berikut merupakan data-data yang diperlukan.

1. Data curah hujan yang didapatkan dari stasiun hujan Sampang, Omben, Kedungdung dan Robatal tahun 2006-2015 untuk analisa hidrologi.
2. Data karakteristik sungai yang meliputi peta *layout* sungai dan data penampang melintang sungai untuk analisa tinggi muka air menggunakan HEC-RAS v5.0.
3. Peta –peta pendukung yang meliputi peta topografi dan peta tata guna lahan. Adapun langkah-langkah pengerjaan studi ini agar tujuan dapat dicapai sebagai berikut.
  1. Pengumpulan data-data yang dibutuhkan.
  2. Pengujian kualitas data yang meliputi uji konsistensi data (metode kurva massa ganda).
  3. Perhitungan debit banjir rancangan dan pegujian kesesuaian distribusi.
  4. Analisa profil aliran menggunakan HEC-RAS v5.0
  5. Analisa kerusakan dan kerugian akibat banjir menggunakan metode ECLAC (*Economic Commission for Latin America and Caribbean*).

## Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan koefisien yang nilainya didapatkan dari kondisi permukaan tanah, kemiringan medan, jenis tanah, dan lamanya hujan di daerah pengaliran tersebut. Untuk daerah aliran yang memiliki penggunaan lahan bervariasi, maka digunakan nilai koefisien gabungan menggunakan rumus berikut:

$$C_{gab} = \Sigma \left( \frac{Luas\ lahan}{Luas\ DAS} \times C \right) \quad (1)$$

**Tabel 1.** Koefisien pengaliran lahan

| No. | Jenis Daerah                          | Koefisien C |
|-----|---------------------------------------|-------------|
| 1.  | Daerah perdagangan                    |             |
|     | Perkotaan ( <i>downtown</i> )         | 0,70-0,09   |
|     | Pinggiran                             | 0,50-0,70   |
| 2.  | Permukiman                            |             |
|     | Perumahan satu keluarga               | 0,30-0,50   |
|     | Perumahan berkelompok, terpisah-pisah | 0,40-0,60   |
|     | Perumahan berkelompok, bersambungan   | 0,60-0,75   |
|     | Suburban                              | 0,25-0,40   |
| 3.  | Daerah apartamen                      | 0,50-0,70   |
|     | Industri                              |             |
|     | Daerah industri ringan                | 0,50-0,80   |
| 4.  | Daerah industri berat                 | 0,60-0,90   |
|     | Taman, pekuburan                      | 0,10-0,25   |
| 5.  | Taman bermain                         | 0,20-0,35   |
| 6.  | Daerah stasiun kereta api             | 0,20-0,40   |
| 7.  | Daerah belum diperbaiki               | 0,10-0,30   |
| 8.  | Jalan                                 | 0,70-0,95   |
| 9.  | Bata                                  |             |
|     | Jalan, hamparan                       | 0,75-0,85   |
|     | Atap                                  | 0,75-0,95   |

Sumber: Schwab, et al, 1981, dalam Arsyad, 2006

## Debit Banjir Rancangan

Terdapat beberapa cara untuk menghitung debit banjir rancangan yaitu salah satunya dengan membuat hidrograf menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis. Pada studi ini akan digunakan metode HSS Nakayasu. Berikut merupakan persamaan HSS Nakayasu :

$$Qp = \frac{CA \times R_0}{3,6(0,3Tp + T_{0,3})} \quad (2)$$

dengan,

$Qp$  = debit puncak banjir ( $m^3/detik$ )

$R_0$  = hujan satuan

$Tp$  = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$  = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam)

$CA$  = luas daerah pengaliran sungai ( $km^2$ )

Untuk mendapatkan  $Tp$  dan  $T_{0,3}$  dengan panjang sungai lebih dari 15 km digunakan rumus:

$$Tg = 0,4 + 0,058 L \quad (3)$$

$$T_{0,3} = 0,6 \cdot Tg \quad (4)$$

dengan,

$Tg$  = waktu antara hujan sampai puncak debit (jam)

$L$  = panjang sungai

$\alpha$  = parameter hidrograf

= pengaliran biasa  $\alpha = 1$

= bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat  $\alpha = 1,5$

= bagian menurun hidrograf yang lambat dan bagian naik yang cepat  $\alpha = 3$

$Tr$  = satuan waktu dari curah hujan yang besarnya  $(0,5 - 1) \times Tg$

## Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika dilakukan untuk mengetahui profil muka air dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun untuk selanjutnya diketahui tinggi muka akhir yang nantinya akan diinterpretasikan dalam bentuk peta genangan. Analisa hidrolika ini menggunakan program HEC-RAS v5.0 dengan memasukkan data debit pada tiap kala ulang dengan metode *steady flow*.

## Analisa Kerugian dan Kerusakan

Metode yang digunakan dalam penilaian kerusakan dan kerugian ini adalah Metode ECLAC (*Economic Commission for Latin America and the Caribbean*). Jenis kerusakan akan dibagi menjadi 3 jenis yaitu rusak ringan dengan kriteria tinggi genangan  $< 0,5$  m, rusak sedang dengan kriteria tinggi

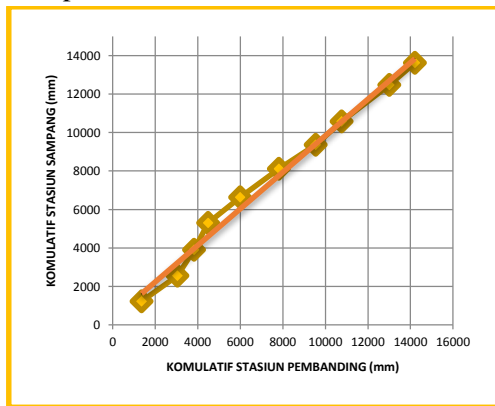
genangan antara 0,5-1,5 m, dan rusak berat dengan kriteria tinggi genangan > 1,5 m.

Untuk pendekatan harga kerusakan dan kerugian akan digunakan pedoman yang dikeluarkan oleh Bappenas pada tahun 2008, sehingga harga barang perlu disesuaikan dengan harga tahun 2018.

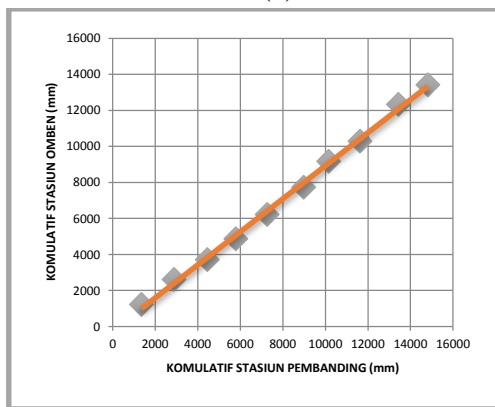
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Hidrologi

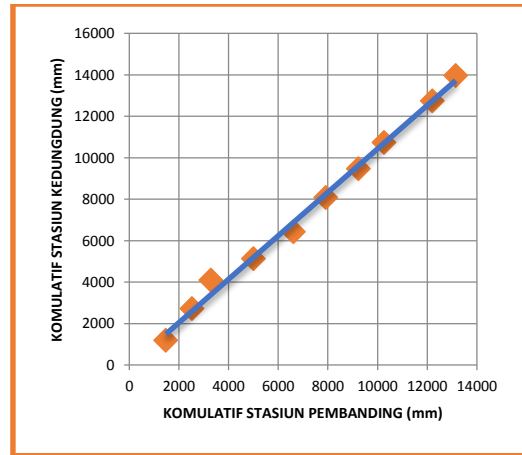
Dalam studi ini, analisa debit banjir rancangan diawali dengan uji konsistensi dengan metode Kurva Massa Ganda untuk setiap stasiun.



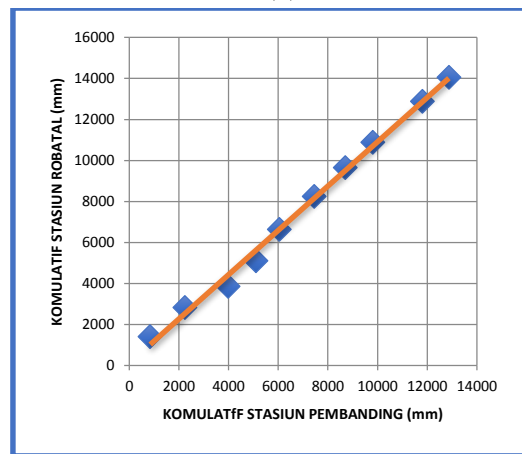
(a)



(b)



(c)



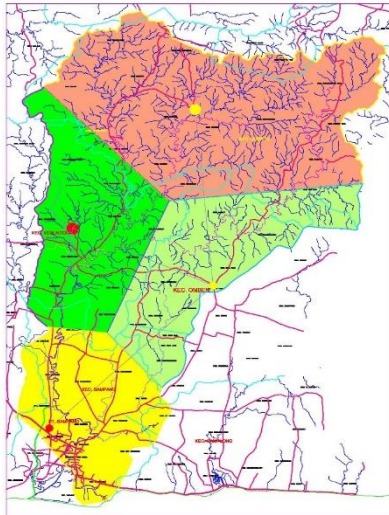
(d)

**Gambar 2.** Grafik kurva massa ganda pada stasiun (a) Sampang, (b) Omben, (c) Kedungdung, (d) Robatal.

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Pada uji konsistensi ini diketahui bahwa data curah hujan yang dimiliki dapat dianggap konsisten karena sebaran data tidak terlalu melenceng dari garis 45°.

Untuk selanjutnya curah hujan rerata daerah akan dihitung dengan metode Poligon Thiessen.



**Gambar 3.** Peta Poligon Thiessen DAS Kali Kamuning

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah didapatkan pembagian daerah dengan bantuan metode poligon thiessen maka dapat dicari koefisien Thiessen dengan rumus:

$$\frac{A_i}{A} \times 100\% \quad (5)$$

**Tabel 2.** Perhitungan Koefisien Thiessen

| Stasiun Hujan | Luas (km <sup>2</sup> ) | Luas DAS (km <sup>2</sup> ) | %     | K     |
|---------------|-------------------------|-----------------------------|-------|-------|
| Omben         | 63,25                   | 310,2                       | 20,39 | 0,204 |
| Robatal       | 132,6                   |                             | 42,75 | 0,427 |
| Sampang       | 51,15                   |                             | 16,49 | 0,165 |
| Kedungdung    | 63,19                   |                             | 20,37 | 0,204 |
| <b>Jumlah</b> |                         |                             |       | 1,0   |

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk menghitung curah hujan rancangan digunakan metode Log Pearson III dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil perhitungan Log Pearson III

| Kala Ulang | Log Xrt | K     | Sd   | Hujan Rancangan (mm/hari) |        |
|------------|---------|-------|------|---------------------------|--------|
| 2          |         | 0,063 | 1,86 | 72,38                     |        |
| 5          |         | 0,855 | 1,92 | 83,77                     |        |
| 10         | 1,85    | 1,234 | 0,08 | 1,95                      | 89,85  |
| 25         |         | 1,614 |      | 1,98                      | 96,37  |
| 50         |         | 1,846 |      | 2,00                      | 100,59 |
| 100        |         | 2,045 |      | 2,02                      | 100,35 |

Sumber: Hasil Perhitungan

Setelah didapatkan curah hujan rancangan dengan metode Log Pearson III,

akan diuji kesesuaian distribusi dengan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

Pada uji Chi-Kuadrat didapat  $\alpha = 5\%$  diperoleh  $x^2_{cr} = 5,991$  dan didapat  $x^2_{hitung} = 3,0$ . Sehingga  $x^2_{hitung} < x^2_{cr} \rightarrow 3,0 < 5,991$  maka hipotesa dapat diterima. Sedangkan untuk  $\alpha=1\%$  diperoleh  $x^2_{cr} = 9,210$  dan didapat  $x^2_{hitung} = 3,0$ . Sehingga  $x^2_{hitung} < x^2_{cr} \rightarrow 3,0 < 9,210$  maka hipotesa dapat diterima.

Sedangkan pada uji Smirnov-Kolmogorov dari tabel Nilai Kritis Smirnov-Kolmogorof diketahui untuk  $\alpha = 5\%$  diperoleh nilai  $\Delta_{cr} = 41,0$  dan untuk  $\alpha = 1\%$  diperoleh nilai  $\Delta_{cr} = 49,0$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa  $\Delta_{maks} = 12,99$  sehingga  $\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$  maka hipotesa diterima.

Setelah diuji kesesuaian distribusi, maka dihitung koefisien pengalirannya. Koefisien pengaliran didapat dari mengitung jumlah luas tutupan lahan. Sehingga didapatkan nilai 0,3634.

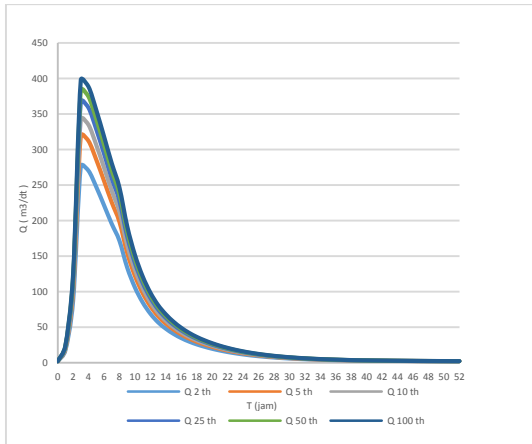
### Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan merupakan debit maksimum yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu.

Dalam studi ini perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu. Dengan parameter perhitungan yang diperlukan adalah panjang sungai utama 27,68 km, luas DAS 310,2 km<sup>2</sup>, dan  $\alpha$  sebesar 2. Untuk aliran dasar dihitung dengan rumus:

$$Q_b = 0,4751 \times A^{0,6444} \times \left(\frac{L}{A}\right)^{0,943} \quad (6)$$

sehingga didapatkan aliran dasar sebesar 1,96 m<sup>3</sup>/det. Berdasarkan hasil perhitungan pada HSS Nakayasu didapatkan bentuk rekapitulasi hidrograf sebagai berikut:



**Gambar 4.** Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rancangan

Sumber: Hasil Perhitungan

Berikut merupakan rekapitulasi banjir rancangan dengan HSS Nakayasu:

**Tabel 4.** Rekapitulasi banjir rancangan

| Kala Ulang         | Q Banjir Rancangan<br>m <sup>3</sup> /det |
|--------------------|---|
| Q <sub>2th</sub>   | 276,50                                    |
| Q <sub>5th</sub>   | 319,70                                    |
| Q <sub>10th</sub>  | 342,75                                    |
| Q <sub>25th</sub>  | 367,49                                    |
| Q <sub>50th</sub>  | 383,48                                    |
| Q <sub>100th</sub> | 397,76                                    |

Sumber: Hasil Perhitungan

### Analisa Hidrolika

Perhitungan profil aliran menggunakan HEC-RAS dilakukan dengan metode *steady flow* dengan pertimbangan bahwa daerah studi selain tidak terdampak pasang surut air laut namun juga tidak terdampak dengan masukan debit dari sungai kecilyang lain.

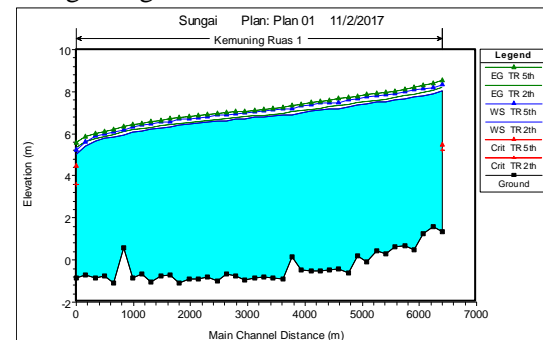
Pada *reach boundary* (kondisi batas) digunakan dua bagian, yaitu *critical depth* untuk kondisi batas hulu dan *normal depth* untuk kondisi batas hilir.

Dari hasil *running* aplikasi HEC-RAS dengan input debit dengan masing-masing untuk tiap kala ulang yaitu  $Q_{2th} = 276,50$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{5th} = 319,70$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{10th} = 342,75$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{25th} = 367,49$  m<sup>3</sup>/det,  $Q_{50th} = 383,48$  m<sup>3</sup>/det dan  $Q_{100th} = 397,76$  m<sup>3</sup>/det.

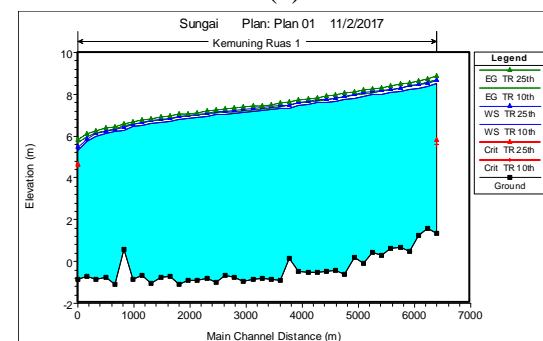
Desa yang tergenang mulai dari desa Tanggumong, Paseyan, Panggung, dan Dalpenang. Dengan rata-rata ketinggian banjir dari tanggul untuk setiap kala ulang yaitu 1,7 m, 1,96 m, 2,1 m, 2,24 m, 2,34 m, dan 2,42 m.

Dengan luas genangan untuk masing-masing kala ulang sebesar 5,09 km<sup>2</sup>, 5,36 km<sup>2</sup>, 5,47 km<sup>2</sup>, 5,57 km<sup>2</sup>, 5,60 km<sup>2</sup> dan 5,63 km<sup>2</sup>.

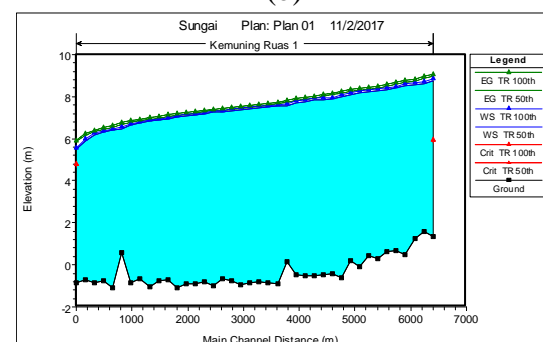
Sehingga, dapat digambarkan tinggi genangan dan luas genangan untuk setiap kala ulang sebagai berikut:



(a)



(b)



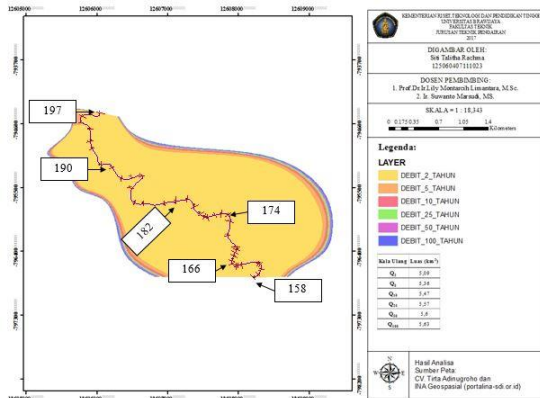
(c)

**Gambar 5.** Potongan memanjang sungai kajian dengan kala ulang (a) 2 dan 5 tahun, (b) 10 dan 25 tahun, (c) 50 dan 100 tahun.

Sumber: Hasil Analisa HEC-RAS v5.0

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa hampir semua patok dari 197-158 baik di sisi kiri maupun kanan terjadi genangan.

Mengacu pada hasil tinggi muka air genangan melalui *running* pada aplikasi HEC-RAS, maka akan didapatkan proyeksi peta genangan pada Gambar 6. Dapat diketahui bahwa hanya pada kala ulang 2 tahun patok yang tidak terendam yaitu hanya patok 196 pada sisi kanan sungai.

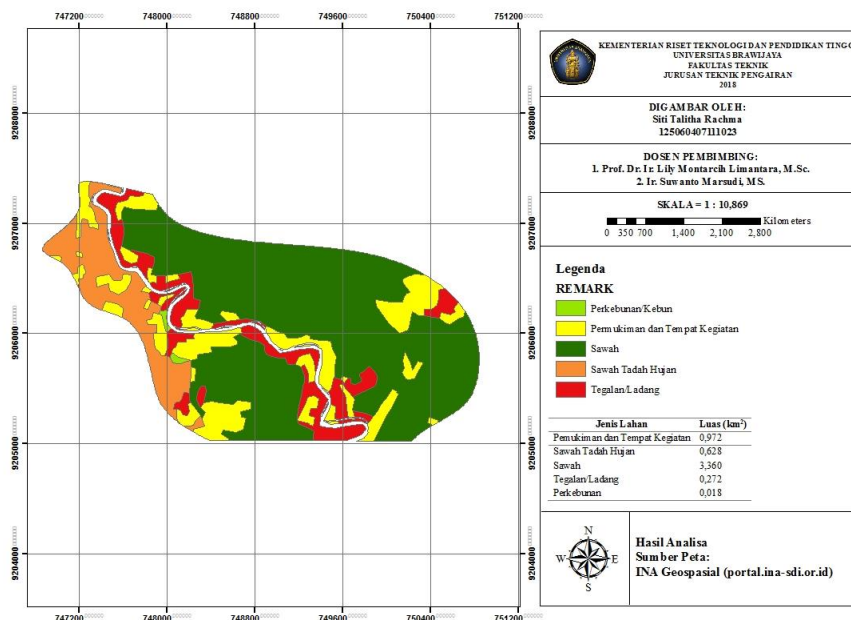


**Gambar 6.** Sebaran banjir yang terjadi untuk semua kala ulang dengan overlay peta satelit

Sumber: Hasil Analisa

### Analisa Kerusakan dan Kerugian

Dalam analisa kerusakan dan kerugian yang disebabkan banjir di DAS Kali



**Gambar 7.** Sebaran tata guna lahan pada kala ulang 25 tahun.

Sumber: Hasil Analisa

Sesuai dengan Gambar 6 didapatkan hasil kerusakan dan kerugian pada debit banjir

kamuning ini dibutuhkan data luas genangan dan tinggi muka air banjir pada debit banjir rancangan kala ulang 25 tahun.

Perhitungan kerusakan dan kerugian menggunakan metode ECLAC (*Economic Commission for Latin America and Caribbean*). Dengan asumsi tipe rumah untuk perumahan merupakan rumah tunggal dengan struktur bangunan menggunakan struktur beton bertulang dan memiliki luas 200 m<sup>2</sup>, jalan kabupaten, jembatan, SD dengan asumsi memiliki 6 ruang kelas, SMP dengan asumsi memiliki 9 ruang kelas, masjid, pondok pesantren, dan pertanian yang terdiri dari sawah, ladang dan kebun yang diasumsikan ditanami dengan padi, jagung, dan kedelai.

Dengan penyesuaian harga barang yang direkomendasikan adalah harga barang pada tahun 2008 sehingga perlu disesuaikan dengan harga barang tahun 2018. Sehingga, diperlukan perhitungan faktor eskalasi dari pertumbuhan inflasi pada tahun 2008 sampai 2018 sebesar 6-7%. Sehingga didapatkan faktor eskalasi sebesar 2.

rancangan kala ulang 25 tahun sebesar Rp78.589.235.000 yang mengacu pada harga

barang pada tahun 2008, sehingga jika disesuaikan dengan harga pada tahun 2018 perlu dikalikan dengan faktor eskalasi yang telah diketahui sebelumnya yaitu 2. Maka dapat disimpulkan bahwa total nilai kerusakan dan kerugian menjadi Rp157.178.470.000.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan didapatkan debit banjir rancangan menggunakan HSS Nakayasu sebesar  $Q_{2th} = 276,50 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{5th} = 319,70 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{10th} = 342,75 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{25th} = 367,49 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{50th} = 383,48 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $Q_{100th} = 397,76 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Dengan menggunakan program HEC-RAS v5.0 didapatkan kesimpulan bahwa hampir seluruh patok mengalami genangan baik disisi kiri maupun kanan. Hanya patok 196 saja yang tidak tergenang pada kala ulang 2 tahun. Didapat pula rata-rata ketinggian untuk setiap kala ulang setinggi 1,7 m, 1,96 m, 2,1 m, 2,24 m, 2,34 m, dan 2,42 m.

Luas daerah yang tergenang untuk setiap kala ulang seluas ,09 km<sup>2</sup>, 5,36 km<sup>2</sup>, 5,47 km<sup>2</sup>, 5,57 km<sup>2</sup>, 5,60 km<sup>2</sup> dan 5,63 km<sup>2</sup> dengan desa yang tergenang mulai dari desa Tanggumong, Paseyan, Panggung, Gunung Sekar, dan Dalpenang. Dengan total kerugian akibat banjir pada debit 25 tahun sebesar Rp157.178.470.000.

### Saran

1. Analisa hidrologi yang lebih mendalam lebih baik dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Pada patok-patok yang masih terjadi genangan, diperlukan adanya normalisasi sungai dan peninggian tanggul dengan melihat ketinggian

maksimum genangan pada setiap patok.

3. Untuk mengurangi dampak kerugian dan kerusakan diperlukan adanya perencanaan pemanfaatan sungai yang terintegrasi, sistem pemantauan dan peringatan di daerah rawan banjir dan melakukan penataan pada daerah aliran.
4. Agar hasil yang didapatkan lebih maksimal, perlu adanya studi lebih lanjut mengenai perencanaan normalisasi, perencanaan tanggul, dan perencanaan saluran banjir di kawasan Kali Kamuning.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2006). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press. 466 hal. ISBN 978-979-493-415-9
- Harto, Sri. (1993). *Analisa Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 303 hal. ISBN 978-979-511-235-8.
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional. (2008). *Pengalaman Penyusunan Penilaian Kerusakan dan Kerugian*. Jakarta: Bappenas. 43 hal. [https://darmadi18.files.wordpress.com/2013/03/tatacara\\_menyusun\\_dla.pdf](https://darmadi18.files.wordpress.com/2013/03/tatacara_menyusun_dla.pdf)
- Limantara, Lily Montarcih. (2010). *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV. Lubuk Agung, ISBN 978-979-505-182-4. pp. 53-147
- Soemarto, C.D. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional. 515 hal.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi – Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I*. Bandung: Nova. 269 hal.
- Sosrodarsono, Suyono & Takeda, Kensaku. (1987). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Erlangga. 226 hal. ISBN 979-408-108-6