

## Analisis Debit Banjir Menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Terhadap DAS Lesti

**Andi Julius Caesar**

Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang

**Sunik Sunik**

Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang

**Benedictus Sonny Yoedono**

Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang

Alamat: Universitas Katolik Widya Karya Malang – Jl. Bondowoso No 2 Malang

Korespondensi penulis: [ssunik@widyakarya.ac.id](mailto:ssunik@widyakarya.ac.id)

**Abstract.** *The Lesti Watershed (DAS) has a flat to mountainous topography with the highest elevation of the sub-watershed located at the top of Mount Semeru and the outlet of the Lesti River at the Sengguruh Dam. The morphological conditions of the river are irregular and generally do not have river banks (dykes) with an average river depth of between 5-20 meters. The problems that occur in the Lesti Watershed include increasing the population around the Lesti Watershed, land damage that causes erosion, water shortages in the dry season and flooding in the rainy season, etc. There are 3 (three) methods used to minimize or overcome problems that occur in the Lesti River, namely the Gamma I, Nakayasu & Snyder method. In this study, the authors used the Nakayasu Synthetic Unit Hydrograph method. From the calculation results, the total design flood discharge with a return period of 10 and 25 years, the highest results are 278.2891 m<sup>3</sup>/s for a return period of 10 years and 305.2449 m<sup>3</sup>/s for a return period of 25 years. it is known that the highest intensity of rainfall occurs in the initial 5-6 hours in 24 hours, after passing 6 hours the intensity of rainfall begins to decrease, so that it can be used as material for consideration to address the increasing amount of water discharge that will occur so that later it will not become a problem and dangerous for the area around the Lesti river watershed*

**Keywords:** *Lesti Watershed (DAS), water discharge, HSS Nakayasu*

**Abstrak.** Daerah Aliran Sungai (DAS) Lesti kondisi topografi berbentuk datar sampai dengan bergunung dengan elevasi tertinggi sub DAS-nya terletak pada puncak Gunung Semeru dan outlet Sungai Lesti di Bendungan Sengguruh. Kondisi morfologis sungai tidak beraturan dan pada umumnya tidak mempunyai tepi sungai (tanggul) dengan kedalaman rerata sungai antara 5-20 meter. Adapun permasalahan yang terjadi pada DAS Lesti antara lain, bertambahnya jumlah populasi penduduk disekitar DAS Lesti, kerusakan lahan yang menimbulkan bahaya erosi, terjadinya kekurangan air dimusim kemarau dan banjir dimusim hujan, dll. Terdapat 3 (tiga) metode yang digunakan untuk meminimalisir atau mengatasi permasalahan yang terjadi pada sungai lesti yaitu dengan metode Gamma I, Nakayasu & Snyder. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah debit banjir rancangan dengan kala ulang 10 dan 25 tahun hasil tertinggi perhitungan yaitu 278,2891 m<sup>3</sup>/det untuk kala ulang 10 tahun dan 305,2449 m<sup>3</sup>/det untuk kala ulang 25 tahun selain itu Dari grafik yang didapat juga dapat diketahui intensitas tertinggi curah hujan terjadi pada 5-6 jam awal dalam 24 jam, setelah melewati 6 jam intensitas curah hujan mulai menurun, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk menyikapi semakin besarnya jumlah debit air yang akan terjadi sehingga nantinya tidak menjadi masalah dan membahayakan untuk wilayah sekitar DAS sungai Lesti

**Kata kunci:** *DAS Lesti, Debit air, Nakayasu synthetic unit hydrograph*

## LATAR BELAKANG

Secara geografis DAS Lesti memiliki luas daerah Lesti Hulu (26.051 ha) dan Lesti Hilir (21.684 ha) yang berbentuk memanjang diantara 8° 02' 50" - 8° 12' 10" Lintang Selatan dan 112° 42' 58" sampai 112° 56' 21" Bujur Timur dengan ketinggian antara 235m 4.676mdpl. Secara administratif masuk dalam wilayah Daerah Kabupaten Malang. Sungai Lesti merupakan anak dari sungai Brantas, sub DAS Lesti merupakan bagian dari DAS Brantas Hulu yang bermata air dari lereng gunung semeru.(Montarcih et al., 2010)

Berdasarkan pada peta topografi, wilayah sub DAS Lesti mempunyai kondisi topografi berbentuk datar sampai dengan bergunung. Dengan elevasi tertinggi terletak pada Sub-sub DAS Lesti Hulu tepatnya pada puncak Gunung Semeru, sedangkan outlet Sub DAS Lesti terletak pada bendungan Sengguruh. Secara umum kondisi sekitar sungai dari sisi morfologi sungai adalah tidak beraturan, dengan kemiringan yang terjal dengan lembah yang sempit, dalam hal ini ditunjukkan dengan adanya aliran yang cukup deras. Pada umumnya tidak mempunyai tepi sungai (tanggul) dengan kedalaman rerata sungai berkisar antara 5 sampai 20 meter. Dilihat dari bentuk dasar sungai, secara teoritis kondisi fisik sungai kurang menguntungkan, meskipun keadaan dasar sungai cukup stabil, dengan adanya gerusan yang terus-menerus menghantam dasar dan tebing sungai, maka akan mengakibatkan adanya degradasi dan kelongsoran tebing.

Sepanjang alur sungai Lesti, terutama pada bagian hulu terdapat beberapa anak sungai yang mengalir dari berbagai arah yang akhirnya bermuara pada alur sungai Lesti. Anak sungai yang berada di bagian hulu terletak menyebar di kaki gunung Semeru dan berada pada daerah yang peka erosi (*erodible area*), sehingga anak-anak sungai yang berada di bagian hulu ini merupakan sumber atau penyumbang material sedimen dalam jumlah besar terhadap endapan sedimen pada alur sungai lesti dibagian hilir. Dilihat dari susunan anak sungainya, maka bentuk aliran sungai Lesti dapat digolongkan dalam tipe menyebar.(Rokhmawati, 2018).

Beberapa permasalahan yang terjadi pada sungai Lesti, yaitu:

1. Bertambahnya jumlah populasi penduduk yang memaksa tanah untuk berproduksi secara maksimum.
2. Terjadinya kerusakan lahan yang menimbulkan bahaya erosi.
3. Terancamnya kelestarian DAS akibat bahaya erosi yang melebihi batas.
4. Semakin besarnya pengolahan lahan dengan buruk oleh masyarakat.
5. Masyarakat yang masih punya kecenderungan membuang sampah disungai yang dapat merusak fungsi dari sungai.

6. Terjadi kekurangan air pada saat musim kemarau dan sering terjadinya banjir saat musim hujan.

Terdapat 3 metode yang dapat digunakan untuk meminimalisir atau mengatasi permasalahan yang terjadi pada sungai lesti yaitu dengan metode Gamma I , Nakayasu & Snyder. Namun dalam pembahasan kali ini akan dilakukan dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dikembangkan di Jepang dan sangat populer untuk digunakan di Indonesia. Dimana dalam Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu terdapat beberapa variabel yang dapat digunakan antara lain: panjang sungai, koefisien pengaliran, parameter, luas DAS, hujan satuan

## **KAJIAN TEORITIS**

### **A. Siklus Hidrologi**

Air yang terdapat di bumi akan selalu mengalami proses sirkulasi yang berupa: penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Proses yang terjadi adalah air tanah ataupun air laut akan menguap dan berubah menjadi kumpulan uap yang membentuk awan, kumpulan uap air/awan akan kembali jatuh ke permukaan bumi yang disebut sebagai hujan namun tidak semua air tersebut langsung jatuh ke permukaan tanah namun masih ada yang menguap ataupun tertahan oleh tumbuhan. Tidak semua air dari hujan yang jatuh ke permukaan akan terserap oleh tanah, air yang tidak terserap oleh tanah akan mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju tempat yang lebih rendah, air yang mengalir akan masuk ke sungai-sungai dan akan berhenti ke dataran rendah yang disebut lautan.

### **B. Curah hujan harian dengan Metode Isohyet**

Isohyet merupakan garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode Isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis Isohyet tersebut. Metode Isohyet cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5.000 km<sup>2</sup>.

Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Isohyet membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya (Triatmodjo, 2008). Curah hujan dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$R = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\frac{Rn-1+Rn}{2} \times An}{An} \right)$$

Dimana:

A = luas daerah tiap pengamatan.

R = curah hujan disetiap stasiun pengamatan (mm).

### C. Kala Ulang

Dalam perhitungan debit banjir dapat menggunakan data intensitas hujan I (mm/jam) yang merupakan salah satu parameter penyebab banjir. Data yang diambil merupakan data curah hujan maksimum yang terjadi pada rentang waktu tertentu (misal 10 tahun) terhitung mulai tahun sekarang yang dihitung mundur selama 10 tahun terakhir semakin lama rentang waktu yang digunakan hasilnya akan semakin baik.

Sebagai contoh jika data yang digunakan 2011 sebagai data yang terakhir maka terhitung mundur data akan dimulai pada 2001, dari 2001 sampai 2011 setiap tahun akan terdapat curah hujan maksimum minimal 1 data sehingga selama 10 tahun akan memperoleh total 10 data, dari 10 data akan dikompilasi dengan melakukan analisis secara statistik.

### D. Curah hujan rencana metode log pearson tipe 3

Setelah diketahui tinggi nilai curah hujan harian maksimum dari data hujan yang telah diperoleh, maka dengan menggunakan metode ini dapat dihitung besarnya nilai banjir rancangan yang terjadi dengan periode kala ulang T tahun. (Ramadani, 2018)

$$\overline{\log(X)} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log(X)}\}^2}{n-1}}$$

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(X)\}^3}{(n-1)(n-2) Sd^3}$$

$$Y = \bar{Y} + K.S$$

$$\log(X_T) = \overline{\log(X)} + K.Sd$$

$$\log X = \overline{\log X} + k (S \overline{\log X})$$

Dimana:

$\log X$  = nilai logaritma curah hujan rencana (mm).

$\overline{\log X}$  = nilai rata-rata logaritma dari curah hujan maksimum tahunan (mm).

|                               |                                                                   |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| $\overline{S \text{ Log } X}$ | = nilai deviasi standar dari Log X.                               |
| K                             | = karakteristik dari distribusi Log Pearson Tipe 3.               |
| Y                             | = $\text{Log}(X_T)$ = Nilai Curah Hujan periode ulang T tahun.    |
| X                             | = Data curah hujan.                                               |
| $\bar{Y}$                     | = $\overline{\text{Log}(X)}$ = Nilai rata curah hujan logaritmik. |
| Sd                            | = Standar Deviasi.                                                |
| Cs                            | = Koefisien Skewnes/ Koefisien Kemencengan.                       |
| N                             | = Jumlah data hujan.                                              |

#### E. Uji distribusi smirnov-kolmogorov

Uji Kolmogorov Smirnov merupakan pengujian normalitas yang sering dipakai, terutama dengan banyak program statistik yang beredar. Konsep dasar yang digunakan dari uji normalitas Smirnov Kolmogorov adalah dengan membandingkan distribusi data dengan distribusi normal baku.dalam (Suliyanto, 2017) Perbandingan probabilitas data antara sebaran empiris dengan sebaran teoritis dengan rumus:

$$D = \text{maksimum } |P(X_m) - P'(X_m)|$$

Dimana:

D = selisih terbesar antara distribusi kumulatif sampel dengan distribusi kumulatif teoritis.

$P(X_m)$  = distribusi frekuensi kumulatif sampel.

$P'(X_m)$  = distribusi frekuensi kumulatif teoritis.

### METODE PENELITIAN

#### A. Pengumpulan Data

Sumber data penelitian menggunakan daa sekunder hasil penelitian dan Tugas Akhir Mahasiswa Johanes Aurelio Genpatrix Palbeno dengan judul PENGARUH DEBIT AIR RANCANGAN TERHADAP DAERAH ALIRAN SUNGAI KEPANJEN yang akan dianalisis dengan metode Isohyet dalam kurun waktu 10 Tahun untuk mendapatkan hasil curah hujan harian. Hasil tersebut akan menjadi dasar perhitungan hingga mendapatkan grafik dari HSS Nakayasu.

## B. Tahapan Penelitian

### 1. Tahap Persiapan

Survei lokasi tempat penelitian dilakukan di Stasiun Klimatologi Malang (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) yang berlokasi di Jl. Zentana No. 33 Karang Ploso Malang.



Gambar 1. Stasiun Klimatologi Malang

### 2. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

#### a. Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data curah hujan 10 tahun yang diperoleh dari data sekunder.

Tabel 1. Data Curah Hujan

| NO | TAHUN | CURAH HUJAN MAXIMUM CLUMPRIT | CURAH HUJAN MAXIMUM KEPANJEN | CURAH HUJAN MAXIMUM TUREN | TOTAL |
|----|-------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------|
| 1  | 2010  | 114                          | 68                           | 68                        | 250   |
| 2  | 2011  | 145                          | 100                          | 100                       | 345   |
| 3  | 2012  | 102                          | 57                           | 57                        | 216   |
| 4  | 2013  | 141                          | 115                          | 115                       | 371   |
| 5  | 2014  | 96                           | 102                          | 102                       | 300   |
| 6  | 2015  | 80                           | 32                           | 63                        | 175   |
| 7  | 2016  | 133                          | 32                           | 83                        | 248   |
| 8  | 2017  | 128                          | 70                           | 88                        | 286   |
| 9  | 2018  | 205                          | 57,5                         | 74                        | 336,5 |
| 10 | 2019  | 82                           | 55                           | 75                        | 212   |
| 11 | 2020  | 83                           | 95                           | 88                        | 266   |

#### b. Analisa Data

Analisa data yang akan digunakan untuk penyelesaian diawali dengan menggunakan perhitungan mengetahui Luas DAS ,pembagian wilayah pos hujan dengan metode Isohyet, analisis curah hujan harian, analisis curah hujan rencana Log Pearson tipe

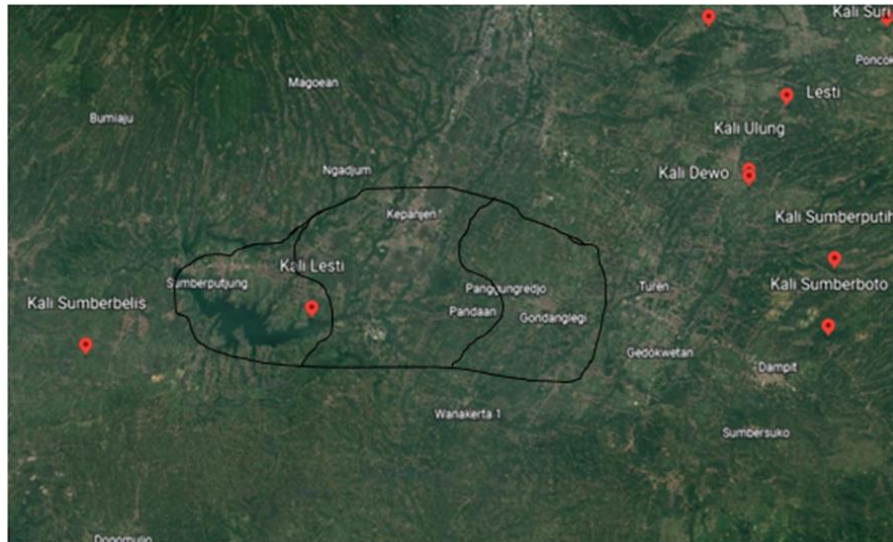
3, analisis Uji distribusi smirnov-kolmogorov, analisis jam-jam an model mononobe, analisis curah hujan efektif jam-jam an, Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, kesimpulan dan saran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Data & Penyebaran Curah Hujan

Berdasarkan data sekunder, data curah hujan harian didapat dari tiga lokasi stasiun klimatologi yaitu stasiun Clumpit, Turen, Kepanjen.

Untuk mendapatkan nilai curah hujan maksimum tidak dapat langsung dijumlahkan dari ketiga data lokasi stasiun hujan tersebut melainkan harus dihitung terlebih dahulu total luas DAS (Daerah Aliran Sungai). Untuk pembagian luas DAS per stasiun digunakan metode Isohyet seperti ditampilkan pada



Gambar 2. Peta DAS Lesti metode Isohyet

Sumber: Google Earth

Luasan wilayah DAS menggunakan skala 1 : 100.000. Pembagian sub DAS Lesti menghasilkan:

Stasiun P1: 117,35 km<sup>2</sup>

Stasiun P2: 179 km<sup>2</sup>

Stasiun P3: 181 km<sup>2</sup>

Selanjutnya dihitung nilai faktor koreksi untuk mendapatkan nilai sebaran curah hujan berdasarkan pembagian tiap stasiun. Contoh perhitungan untuk nilai faktor koreksi adalah sebagai berikut:

Faktor Koreksi = Luas DAS P1 : Total Luas DAS

Begitupun seterusnya untuk mendapatkan nilai faktor koreksi untuk P2 dan P3. Adapun faktor koreksi selengkapnya tercantum dalam Tabel 2

**Tabel 2. Perhitungan luas DAS menggunakan Metode Isohyet**

| NO                          | TAHUN | STASIUN |        |         |        |         |        | Total Luas Das (km <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|-------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|-----------------------------------|
|                             |       | P1 (mm) |        | P2 (mm) |        | P3 (mm) |        |                                   |
| Luas DAS (km <sup>2</sup> ) |       | 117,35  |        | 179     |        | 181     |        | 477,35                            |
| Faktor Koreksi              |       | 0,2458  |        | 0,3750  |        | 0,3792  |        |                                   |
| 1                           | 2010  | 114     | 28,025 | 68      | 25,499 | 68      | 25,784 |                                   |
| 2                           | 2011  | 145     | 35,646 | 100     | 37,499 | 100     | 37,918 |                                   |
| 3                           | 2012  | 102     | 25,075 | 57      | 21,374 | 57      | 21,613 |                                   |
| 4                           | 2013  | 141     | 34,663 | 115     | 43,123 | 115     | 43,605 |                                   |
| 5                           | 2014  | 96      | 23,600 | 102     | 38,249 | 102     | 38,676 |                                   |
| 6                           | 2015  | 80      | 19,667 | 32      | 12,000 | 63      | 23,888 |                                   |
| 7                           | 2016  | 133     | 32,696 | 32      | 12,000 | 83      | 31,472 |                                   |
| 8                           | 2017  | 128     | 31,467 | 70      | 26,249 | 88      | 33,368 |                                   |
| 9                           | 2018  | 205     | 50,396 | 57,5    | 21,562 | 74      | 28,059 |                                   |
| 10                          | 2019  | 82      | 20,159 | 55      | 20,624 | 75      | 28,438 |                                   |
| 11                          | 2020  | 83      | 20,404 | 95      | 35,624 | 88      | 33,368 |                                   |

Sumber: Data Primer, (2022)

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa luas wilayah yang ditinjau sebesar 477,35 km<sup>2</sup>. Dibagi menjadi 3 daerah stasiun hujan dengan luasan stasiun pertama (P1) dengan luasan 117,35 km<sup>2</sup>, P2 dengan luasan 179 km<sup>2</sup>, dan luasan P3 adalah 181 km<sup>2</sup>. Untuk mendapatkan faktor koreksi perlu dilakukan pembagian luas wilayah tiap stasiun hujan dibagi dengan luas wilayah keseluruhan. Setelah nilai faktor koreksi diketahui maka dapat dilanjutkan dengan menghitung nilai sebaran curah hujan dengan metode Isohyet pada tiap stasiun. Adapun persamaan perhitungan dapat dilihat sebagai berikut,

$$P1 \text{ Isohyet} = P1 \times \text{Faktor Koreksi P1}$$

Begitu pun seterusnya untuk mendapatkan nilai sebaran hujan menggunakan metode Isohyet pada tahun 2010-2020. Adapun nilai sebaran hujan dengan metode Isohyet tahun 2010-2020 pada stasiun P1, P2 dan P3 tercantum dalam Tabel 2. Setelah didapat nilai sebaran hujan dengan metode Isohyet pada stasiun P1, P2 dan P3 maka dapat dihitung nilai Rmaks Isohyet dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$R_{maks} \text{ Isohyet} = P1 + P2 + P3$$



Contoh nilai Rmaks Isohyet tahun 2010-2020 tercantum dalam Tabel 3

**Tabel 3. Nilai Rmaks tahun 2010-2020**

| NO. | TAHUN | R MAKS (mm) |
|-----|-------|-------------|
| 1   | 2010  | 79,308      |
| 2   | 2011  | 111,063     |
| 3   | 2012  | 68,063      |
| 4   | 2013  | 121,392     |
| 5   | 2014  | 100,525     |
| 6   | 2015  | 55,555      |
| 7   | 2016  | 76,167      |
| 8   | 2017  | 91,084      |
| 9   | 2018  | 100,017     |
| 10  | 2019  | 69,221      |
| 11  | 2020  | 89,396      |

## B. Analisis dan Pembahasan

Nilai yang sudah didapat dari perhitungan Rmaks selama 10 Tahun dengan metode Isohyet dapat digunakan untuk menghitung nilai debit banjir rancangan pada kala ulang 10 dan 25 Tahun serta mendapatkan model grafik HSS Nakayasu pada DAS Lesti maka akan dilanjutkan dengan berbagai perhitungan berikutnya yang berupa perhitungan Log Pearson Tipe 3, Uji Distribusi Smirnov-Kolmogorov, Sebaran hujan Model Mononobe, Sebaran Curah Hujan Efektif jam-jam an, Karakteristik Sungai, Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.

### 1. Log Pearson Tipe 3 Isohyet

Perhitungan *Log Pearson* Tipe 3 digunakan untuk mengetahui nilai banjir rencana pada kala ulang 10 dan 25 tahun. Ada beberapa indikator yang perlu diketahui untuk mendapatkan nilai banjir rencana pada kala ulang 10 dan 25 tahun. Contoh indikator yang diperlukan untuk dapat menghitung kala ulang tercantum dalam Tabel 4

Diketahui : Rmaks (nilai Rmaks diurutkan dari terkecil hingga terbesar tidak berdasarkan tahunnya).

$$\text{Log}X = \overline{\text{Log}X} + k(\overline{S\text{Log}X})$$

$\text{Log}X$  = nilai logaritma curah hujan rencana (mm).

$\overline{\text{Log}X}$  = nilai rata-rata logaritma dari curah hujan maksimum tahunan (mm).

$\overline{S\text{Log}X}$  = nilai deviasi standar dari Log X.

k = karakteristik dari distribusi *Log Pearson* Tipe 3

**Tabel 4. Perhitungan Log Pearson Type 3**

| NO              | R maks<br>(mm) | Peluang<br>(%) | Log x  | log x - log<br>x rerata | (log x - log x rerata) <sup>3</sup> |
|-----------------|----------------|----------------|--------|-------------------------|-------------------------------------|
| 1               | 55,555         | 0,08           | 1,74   | -0,19                   | -0,0065                             |
| 2               | 68,063         | 0,17           | 1,83   | -0,10                   | -0,0009                             |
| 3               | 69,221         | 0,25           | 1,84   | -0,09                   | -0,0007                             |
| 4               | 76,167         | 0,33           | 1,88   | -0,05                   | -0,0001                             |
| 5               | 79,308         | 0,42           | 1,90   | -0,03                   | 0,0000                              |
| 6               | 91,084         | 0,50           | 1,96   | 0,03                    | 0,0000                              |
| 7               | 89,396         | 0,58           | 1,95   | 0,02                    | 0,0000                              |
| 8               | 100,017        | 0,67           | 2,00   | 0,07                    | 0,0003                              |
| 9               | 100,525        | 0,75           | 2,00   | 0,07                    | 0,0004                              |
| 10              | 111,063        | 0,83           | 2,05   | 0,11                    | 0,0015                              |
| 11              | 121,392        | 0,92           | 2,08   | 0,15                    | 0,0036                              |
| Jumlah          |                |                | 21,24  | -0,01                   | -0,0025                             |
| Rerata          |                |                | 1,93   | -0,001                  | -0,00023                            |
| Standar deviasi |                |                | 0,1018 | 0,1018                  | 0,0024                              |

Setelah mendapatkan nilai Peluang, Log x, Jumlah, Rerata, Standar Deviasi, Log x – Log x rerata dan juga (Log x – Log x)<sup>3</sup>, perhitungan selanjutnya adalah mencari nilai Kemencengan (Cs), nilai Peluang (%), nilai K (tabel), serta R banjir rencana yakni Rlog dan R(mm). Contoh tabel perhitungan Log Pearson Tipe 3 dengan kala ulang 10 dan 25 tahun tercantum dalam Tabel 5

**Tabel 5. Debit rencana kala ulang 10 dan 25 tahun**

| Tr<br>(tahun) | Rerata<br>(log) | Std Deviasi<br>(log) | Kemencengan<br>(Cs) | Peluang<br>(%) | K<br>(tabel) | R rencana |        |
|---------------|-----------------|----------------------|---------------------|----------------|--------------|-----------|--------|
|               |                 |                      |                     |                |              | log       | (mm)   |
| 10            | 1,93            | 0,1018               | -0,2905             | 10             | 1,1404       | 2,04717   | 111,47 |
| 25            | 1,93            | 0,1018               | -0,2905             | 4              | 1,3452       | 2,06802   | 116,96 |

Untuk mendapatkan nilai Kemencengan (Cs) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Cs = n \cdot \sum (Log X - Log X)^3 / (n-1)(n-2) S^3$$

Untuk bisa mendapatkan hasil R rencana diperlukan perhitungan untuk kemencengan (Cs), hasil dari perhitungan nilai kemencengan (Cs) sangat diperlukan untuk menentukan nilai K pada tabel apakah nantinya dapat ditentukan menggunakan nilai yang tertera pada tabel ataukah harus menggunakan perhitungan interpolasi jika nilai kemencengan tidak terdapat pada tabel K. Jika sudah didapat nilai K pada tabel langkah selanjutnya dapat digunakan untuk perhitungan R rencana dengan kala ulang 10 tahun dan 25 tahun.

Untuk mendapatkan nilai k (tabel) perlu perhitungan interpolasi dengan melihat

Tabel 6. Nilai K Distribusi Pearson Tipe III

| Kemencengan<br>(CS) | Periode Ulang (tahun) |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 2                     | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 1000  |
|                     | Peluang (%)           |       |       |       |       |       |       |
|                     | 50                    | 20    | 10    | 4     | 2     | 1     | 0,5   |
| 3,0                 | -0,360                | 0,420 | 1,180 | 2,278 | 3,152 | 4,051 | 4,970 |
| 2,5                 | -0,360                | 0,518 | 1,250 | 2,262 | 3,048 | 3,845 | 4,652 |
| 2,2                 | -0,330                | 0,574 | 1,284 | 2,240 | 2,970 | 3,705 | 4,444 |
| 2,0                 | -0,307                | 0,609 | 1,302 | 2,219 | 2,912 | 3,605 | 4,298 |
| 1,8                 | -0,282                | 0,643 | 1,318 | 2,193 | 2,848 | 3,499 | 4,147 |
| 1,6                 | -0,254                | 0,675 | 1,329 | 2,163 | 2,780 | 3,388 | 3,990 |
| 1,4                 | -0,225                | 0,705 | 1,337 | 2,128 | 2,706 | 3,271 | 3,828 |
| 1,2                 | -0,195                | 0,732 | 1,340 | 2,087 | 2,626 | 3,149 | 3,661 |
| 1,0                 | -0,164                | 0,758 | 1,340 | 2,043 | 2,542 | 3,022 | 3,489 |
| 0,9                 | -0,148                | 0,769 | 1,339 | 2,018 | 2,498 | 2,957 | 3,401 |
| 0,8                 | -0,132                | 0,780 | 1,336 | 1,998 | 2,453 | 2,891 | 3,312 |
| 0,7                 | -0,116                | 0,790 | 1,333 | 1,967 | 2,407 | 2,824 | 3,223 |
| 0,6                 | -0,099                | 0,800 | 1,328 | 1,939 | 2,359 | 2,755 | 3,132 |
| 0,5                 | -0,083                | 0,808 | 1,323 | 1,910 | 2,311 | 2,686 | 3,041 |
| 0,4                 | -0,066                | 0,816 | 1,317 | 1,880 | 2,261 | 2,615 | 2,949 |
| 0,3                 | -0,050                | 0,824 | 1,309 | 1,849 | 2,211 | 2,544 | 2,856 |
| 0,2                 | -0,033                | 0,830 | 1,301 | 1,818 | 2,159 | 2,472 | 2,763 |
| 0,1                 | -0,017                | 0,836 | 1,292 | 1,785 | 2,107 | 2,400 | 2,670 |
| 0,0                 | 0,000                 | 0,842 | 1,282 | 1,751 | 2,054 | 2,326 | 2,576 |
| -0,1                | 0,017                 | 0,836 | 1,270 | 1,761 | 2,000 | 2,252 | 2,482 |
| -0,2                | 0,033                 | 0,830 | 1,258 | 1,680 | 1,945 | 2,178 | 2,388 |
| -0,3                | 0,050                 | 0,823 | 1,245 | 1,643 | 1,890 | 2,104 | 2,294 |
| -0,4                | 0,066                 | 0,815 | 1,231 | 1,606 | 1,834 | 2,029 | 2,201 |
| -0,5                | 0,083                 | 0,806 | 1,216 | 1,567 | 1,777 | 1,955 | 2,108 |
| -0,6                | 0,099                 | 0,797 | 1,200 | 1,528 | 1,720 | 1,880 | 2,016 |
| -0,7                | 0,116                 | 0,787 | 1,183 | 1,488 | 1,663 | 1,806 | 1,926 |
| -0,8                | 0,132                 | 0,776 | 1,166 | 1,448 | 1,606 | 1,733 | 1,837 |
| -0,9                | 0,148                 | 0,764 | 1,147 | 1,407 | 1,549 | 1,660 | 1,749 |
| -1,0                | 0,164                 | 0,752 | 1,128 | 1,366 | 1,492 | 1,588 | 1,664 |
| -1,2                | 0,195                 | 0,844 | 1,086 | 1,282 | 1,379 | 1,449 | 1,501 |
| -1,4                | 0,225                 | 0,832 | 1,041 | 1,198 | 1,270 | 1,318 | 1,351 |
| -1,6                | 0,254                 | 0,817 | 0,994 | 1,116 | 1,166 | 1,197 | 1,216 |
| -1,8                | 0,282                 | 0,799 | 0,945 | 1,035 | 1,069 | 1,087 | 1,097 |
| -2,0                | 0,307                 | 0,777 | 0,895 | 0,959 | 0,980 | 0,990 | 1,000 |
| -2,2                | 0,330                 | 0,752 | 0,844 | 0,888 | 0,900 | 0,905 | 0,907 |
| -2,5                | 0,360                 | 0,711 | 0,771 | 0,793 | 0,798 | 0,799 | 0,800 |
| -3,0                | 0,396                 | 0,636 | 0,660 | 0,666 | 0,666 | 0,667 | 0,668 |

Sumber: (Purba et al., 2021)

Contoh perhitungan distribusi Log Pearson Tipe 3 sebagai berikut:

$$\frac{0,2905 - 0,2}{0,3 - 0,2} = \frac{x - 1,258}{1,245 - 1,258}$$

$$\frac{0,905}{0,1} = \frac{x - 1,258}{-0,013}$$

$$0,1 (x - 1,258) = 0,905 \cdot -0,013$$

$$0,1x \cdot 0,1258 = -0,011765$$

$$0,1x = -0,011765 + 0,1258$$

$$x = \frac{0,114035}{0,1} = 1,14035$$

Setelah mendapatkan nilai perhitungan k (tabel) selanjutnya menghitung nilai banjir rencana

R. Contoh perhitungan R sebagai berikut:

$$R = R_{\log} + k \times Std$$

Dimana:

R : banjir rencana

R log : rerata

k : kemencengan

Std : Standar Deviasi

$$R_{mm} = T_r^{R_{log}}$$

Rmm : banjir rencana dengan satuan mm

Tr : kala ulang 10 tahun dan 25 tahun

Rlog : banjir rencana rerata

## 2. Smirnov-Kolmogorov

Perhitungan sudah banyak digunakan sebagai uji normalitas distribusi terutama dari banyaknya metode uji yang ada, kelebihan yang ada dari uji smirnov-kolmogorov ialah uji ini merupakan uji yang sederhana dan jarang menyebabkan perbedaan persepsi antara satu pengamat dengan yang lainnya yang konsepnya adalah dengan membandingkan antara distribusi data dengan distribusi normal baku. kelebihan dari uji smirnov-kolmogorov ini ialah sangat cocok untuk perhitungan yang jumlah datanya tidak terlalu banyak dan lebih efisien diantara banyak uji distribusi lainnya. Uji distribusi smirnov-kolmogorov digunakan untuk mengetahui nilai Dmaks dalam perhitungan apakah masih masuk nilai standar dari Dkritis atau melebihi nilai Dkritis. Contoh lampiran perhitungan distribusi uji smirnov-kolmogorov seperti terlampir pada Tabel 7

**Tabel 7. Nilai Kritis Uji Kolmogorov-Smirnov**

| n  | $\alpha = 0,20$ | $\alpha = 0,10$ | $\alpha = 0,05$ | $\alpha = 0,02$ | $\alpha = 0,01$ |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1  | 0,900           | 0,950           | 0,975           | 0,990           | 0,995           |
| 2  | 0,684           | 0,776           | 0,842           | 0,900           | 0,929           |
| 3  | 0,565           | 0,636           | 0,708           | 0,785           | 0,829           |
| 4  | 0,493           | 0,565           | 0,624           | 0,689           | 0,734           |
| 5  | 0,447           | 0,509           | 0,563           | 0,627           | 0,669           |
| 6  | 0,410           | 0,468           | 0,519           | 0,577           | 0,617           |
| 7  | 0,381           | 0,436           | 0,483           | 0,538           | 0,576           |
| 8  | 0,359           | 0,410           | 0,454           | 0,507           | 0,542           |
| 9  | 0,339           | 0,387           | 0,430           | 0,480           | 0,513           |
| 10 | 0,323           | 0,369           | 0,409           | 0,457           | 0,486           |
| 11 | 0,308           | 0,352           | 0,391           | 0,437           | 0,468           |
| 12 | 0,296           | 0,338           | 0,375           | 0,419           | 0,449           |
| 13 | 0,285           | 0,325           | 0,361           | 0,404           | 0,432           |
| 14 | 0,275           | 0,314           | 0,349           | 0,390           | 0,418           |
| 15 | 0,266           | 0,304           | 0,338           | 0,377           | 0,404           |
| 16 | 0,258           | 0,295           | 0,327           | 0,366           | 0,392           |

Sumber: (Tabel Nilai Kritis Uji Kolmogorov - Smirnov Pendekatan, n.d.)

Untuk nilai Dmaks dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai peluang pengamatan. Setelah mendapatkan nilai peluang pengamatan langkah selanjutnya nilai peluang teoritis setiap tahunnya.

$$D = \text{maksimum} | P(X_m) - P'(X_m)$$

Dimana:

$D$  = selisih terbesar antara distribusi kumulatif sampel dengan distribusi kumulatif teoritis.  
 $P(X_m)$  = distribusi frekuensi kumulatif sampel.  
 $P'(X_m)$  = distribusi frekuensi kumulatif teoritis.

Setelah nilai  $D_{maks}$  diketahui tiap tahunnya maka diambillah  $D_{maks}$  tertinggi untuk dibandingkan dengan nilai  $D_{kritis}$  apakah masih masuk dalam nilai standar  $D_{kritis}$  atau melebihi nilai  $D$  kritis. Untuk taraf kepercayaan menggunakan 5% karena merupakan taraf kepercayaan sederhana.

Setelah nilai  $D_{maks}$  didapatkan maka dibandingkan dengan nilai  $D_{kritis}$  seperti contoh lampiran pada **Error! Reference source not found.** Dari hasil rekapitulasi tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pada perhitungan uji distribusi smirnov-kolmogorov nilai dari  $D_{maks}$  lebih kecil dari  $D_{kritis}$  sehingga perhitungan uji distribusi smirnov-kolmogorov ini terpenuhi.

Dari hasil rekapitulasi Uji Smirnov-kolmogorov dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan taraf kepercayaan 5% dan perhitungan peluang teoritis dari persamaan distribusi yang dipakai menghasilkan nilai  $D_{maks}$  yang jika dibandingkan dengan nilai  $D_{kritis}$  yang sudah ditentukan dari tabel, hasil nilai  $D_{maks}$  lebih kecil dari nilai  $D_{kritis}$  sehingga persyaratan nilai  $D_{maks}$  harus lebih kecil dari  $D_{kritis}$  terpenuhi. Namun jika nilai  $D_{maks}$  lebih besar dari  $D_{kritis}$  maka perhitungan harus di teliti kembali pada perhitungan Log Pearson Tipe 3.

### 3. Sebaran Hujan Model Mononobe

Sebaran Hujan yang digunakan dengan model mononobe ialah sebaran hujan dalam waktu 1 hari (24 jam) dalam pembahasan pada model monobe ini menggunakan asumsi waktu 4 jam hujan dalam 24 jam sehingga pada perhitungannya dapat dihitung nilai intensitas curah hujan tertinggi dari jam ke 1 hingga jam ke 4 berikut model perhitungan dari sebaran hujan menggunakan model Mononobe.

Untuk mendapatkan nilai  $RT$  pada sebaran hujan 24 Mononobe:

$$RT : (1/t) \times (t/T)^{2/3}$$

Dimana:

$RT$  = Intensitas rata-rata hujan dalam  $T$  jam (mm/hari).

$R_{24}$  = curah hujan efektif dalam 1 hari (mm).

$T$  = waktu mulai hujan.

$t$  = waktu konsentrasi hujan.

Untuk mendapatkan nilai  $R_t$  Prosentase intensitas hujan:

$$R_t : (t \times R_T) - ((t-1) \times (R_T))$$

Dimana:

$R_t$  = Konsentrasi intensitas rata-rata hujan dalam T jam (mm/hari).

$R_T$  = Intensitas rata-rata hujan dalam T jam (mm/hari).

t = waktu konsentrasi hujan.

**Tabel 8. Sebaran Hujan R24 Mononobe**

| Sebaran Hujan R24 Mononobe |            |                |     |
|----------------------------|------------|----------------|-----|
| T<br>(Jam)                 | T<br>(Jam) | R <sub>T</sub> |     |
| 1                          | 4          | 0,630          | R24 |
| 2                          | 4          | 0,397          | R24 |
| 3                          | 4          | 0,303          | R24 |
| 4                          | 4          | 0,250          | R24 |

Sumber: Data Primer, (2022)

Model mononobe digunakan untuk menghitung curah hujan harian. Berdasarkan tabel 4 – 9, diketahui bahwa waktu pengamatan jam-jam an untuk curah hujan model mononobe dilakukan selama 4 jam dalam sehari. Sehingga diperoleh intensitas rata-rata hujan dalam jam pertama sampai jam keempat bervariasi selama satu hari penuh atau 24 jam. Model ini akan diaplikasikan untuk perhitungan kala ulang 10 dan 25 tahun.

**Tabel 9. Prosentase Intensitas Hujan**

| T<br>(jam) | R <sub>T</sub> | R <sub>t</sub> | Prosentase |
|------------|----------------|----------------|------------|
| 0          | 0              |                |            |
| 1          | 0,630          | 0,630          | 63%        |
| 2          | 0,397          | 0,164          | 16%        |
| 3          | 0,303          | 0,115          | 11%        |
| 4          | 0,250          | 0,091          | 9%         |

Sumber: Data Primer, (2022)

#### 4. Sebaran Curah Hujan Efektif jam-jam an

Perhitungan sebaran curah hujan efektif jam-jam an adalah perhitungan untuk mengetahui nilai intensitas curah hujan seperti halnya Mononobe namun untuk efektif jam-jam an disini untuk dapat memperkirakan apakah dalam beberapa tahun ke depan curah hujannya akan mendekati, sama ataupun lebih tinggi. Pada penelitian ini kala ulang yang digunakan adalah kala ulang 10 dan 25 tahun sehingga mengasumsikan intensitas hujan dalam waktu 10 tahun kedepan atau pun 25 tahun kedepan nilai intensitas hujannya seberapa besar berikut

lampiran perhitungan dari curah hujan efektif jam-jam an menggunakan kala ulang 10 dan 25 tahun.

Perhitungan untuk mendapatkan nilai sebaran hujan efektif:

$$Re = Rr \cdot C$$

Dimana:

Re = Debit Sebaran efektif (mm)

Rr = Debit banjir rancangan T tahun (mm)

C = Koefisien Pengaliran

Untuk mendapatkan Nilai sebaran hujan jam-jam an:

$$RE = Re \cdot \text{Prosentase}$$

**Tabel 10. Curah Hujan Kala Ulang 10 Tahun**

| NO | JAM KE | R 10    | KOEFISIEN PENGALIRAN | R EFEKTIF | PROSENTASE | R EFEKTIF JAM JAMAN |
|----|--------|---------|----------------------|-----------|------------|---------------------|
|    |        | mm      | C                    | mm        |            | Jam                 |
| 1  | 1      | 111,474 | 0,40                 | 44,590    | 63%        | 28,090              |
| 2  | 2      | 111,474 | 0,40                 | 44,590    | 16%        | 7,301               |
| 3  | 3      | 111,474 | 0,40                 | 44,590    | 11%        | 5,122               |
| 4  | 4      | 111,474 | 0,40                 | 44,590    | 9%         | 4,077               |

Sumber: Data Primer,(2022)

Dari Tabel 10. diketahui bahwa untuk mengetahui perhitungan efektif jam-jam an didasarkan pada perhitungan model mononobe. Perhitungan efektif jam-jam an ini dilakukan untuk mengetahui besarnya curah hujan efektif yang akan terjadi dalam 10 dan 25 tahun mendatang.

**Tabel 11. Curah Hujan Kala Ulang 25 Tahun**

| NO | JAM KE | R 25    | KOEFISIEN PENGALIRAN | R EFEKTIF | PROSENTASE | R EFEKTIF JAM JAMAN |
|----|--------|---------|----------------------|-----------|------------|---------------------|
|    |        | mm      | C                    | mm        |            | Jam                 |
| 1  | 1      | 116,956 | 0,40                 | 46,783    | 63%        | 29,471              |
| 2  | 2      | 116,956 | 0,40                 | 46,783    | 16%        | 7,660               |
| 3  | 3      | 116,956 | 0,40                 | 46,783    | 11%        | 5,373               |
| 4  | 4      | 116,956 | 0,40                 | 46,783    | 9%         | 4,278               |

Sumber: Data Primer, (2022)

## 5. Karakteristik Sungai

Mengetahui karakteristik sungai sangat penting untuk dapat menghitung HSS Nakayasu. Terdapat 5 parameter terdapat pada karakteristik Sungai: Panjang Sungai (L), Koefisien Pengaliran (k), Parameter ( $\alpha$ ), Luas DAS (A) dan Hujan Satuan ( $R_0$ ). Kelima parameter dari karakteristik sungai digunakan untuk mengetahui nilai nilai seperti:

**Tabel 12. Parameter Karakteristik Sungai**

| No | Karakteristik   | Notasi   | Satuan          | Nilai  |
|----|-----------------|----------|-----------------|--------|
| 1  | Panjang Sungai  | L        | km              | 46     |
| 2  | Koef Pengaliran | K        |                 | 0,40   |
| 3  | Parameter       | $\alpha$ |                 | 2      |
| 4  | Luas Das        | A        | km <sup>2</sup> | 477,35 |
| 5  | Hujan Satuan    | Ro       | mm              | 1      |

Sumber: Data Primer, (2022)

Rumus yang digunakan untuk menghitung:

$$tg = 0,40 + 0,058 \cdot L$$

$$Tr = 0,75 \cdot tg$$

$$TP = tg + 0,8 \cdot (Tr)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot tg$$

$$Qp = (K \cdot A \cdot Ro) / (3,6 (0,3 Tp + T_{0,3}))$$

Dimana:

tg = Tenggang waktu antara hujan sampai debit puncak

Tr = Satuan waktu hujan

Tp = Waktu awal hujan sampai puncak banjir

T<sub>0,3</sub> = Penurunan debit dari puncak menjadi 30%

Qp = Debit Puncak

## 6. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu adalah perhitungan yang digunakan untuk membaca grafik jumlah debit air dari nilai curah hujan yang mengalir ke sungai untuk dapat mengetahui dan membaca grafik yang terbentuk ada banyak tahapan perhitungan yang harus dilakukan pada HSS Nakayasu perhitungan awal yang harus dilakukan pada HSS Nakayasu ialah perhitungan Waktu Lengkung.

Perhitungan Waktu Lengkung digunakan untuk mengetahui bagaimana nilai intensitas curah hujan yang terjadi dengan asumsi selama 24 Jam, contoh perhitungan Waktu Lengkung:

$$\text{Lengkung Naik (Qdo)} = Qp \cdot (t/Tp)^{2,4}$$

$$\text{Lengkung turun tahap 1 (Qd1)} = Qp \cdot 0,3^{((t-Tp)/T_{0,3})}$$

$$\text{Lengkung turun tahap 2 (Qd2)} = Qp \cdot 0,3^{((t-Tp + 0,5 \cdot T_{0,3})/(1,5 \cdot T_{0,3}))}$$

$$\text{Lengkung turun tahap 3 (Qd3)} = Qp \cdot 0,3^{((t-Tp + 1,5 \cdot T_{0,3})/(2 \cdot T_{0,3}))}$$

Dari hasil perhitungan tersebut Maka didapat hasil seperti pada Tabel 13



**Tabel 13. Waktu Lengkung Hidrograf Nakayasu**

| No | Karakteristik          | Notasi | Awal (jam)    |        | Akhir (Jam)   |        |
|----|------------------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
|    |                        |        | Notasi        | Nilai  | Notasi        | Nilai  |
| 1  | Lengkung Naik          | Qd0    | 0             | 0,000  | Tp            | 4,909  |
| 2  | Lengkung turun tahap 1 | Qd1    | Tp            | 4,909  | Tp + To,3     | 11,045 |
| 3  | Lengkung turun tahap 2 | Qd2    | Tp + To,3     | 11,045 | Tp + 2.5 To,3 | 20,249 |
| 4  | Lengkung turun tahap 3 | Qd3    | Tp + 2.5 To,3 | 20,249 | 24            | 24,000 |

Sumber: Data Primer, (2022)

Nilai hasil perhitungan Unit HSS Nakayasu yang sudah didapat kemudian dapat dilanjutkan untuk mencari nilai (Q) debit banjir rencana dengan menggunakan Kala Ulang 10 dan 25 Tahun. Perhitungan dengan Kala Ulang 10 dan 25 tahun digunakan untuk memprediksi jumlah debit banjir rencana selama 10 dan 25 tahun kedepan sehingga dapat menjadi patokan perkiraan dalam merencanakan bangunan air jika dibutuhkan, berikut lampiran dari perhitungan debit banjir rancangan HSS Nakayasu pada Kala Ulang 10 dan 25 tahun:

Untuk mendapatkan nilai Q banjir rancangan dengan kala ulang data yang digunakan sebagai perhitungan ialah nilai  $Q_t$  perhitungan menggunakan waktu 4 Jam dari perhitungan sebaran efektif sehingga dapat dihitung :

$$R1 : Q_t \times R \text{ efektif}$$

Dimana:

R1 : waktu yang digunakan ialah jam ke-1

$Q_t$  : waktu lengkung

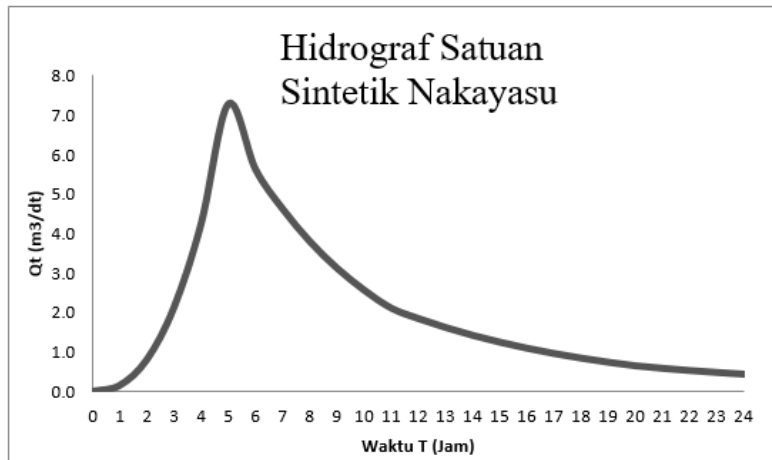
Refektif: nilai dari R efektif jam-jaman.

untuk nilai Base Flow adalah satuan ketetapan sehingga dapat dihitung nilai dari Q sebaran hujan dengan Kala ulang dengan cara menjumlahkan nilai dari waktu lengkung, sebaran efektif 4 jam dan nilai Base Flow secara horizontal sehingga didapat nilai Q untuk kala ulang.

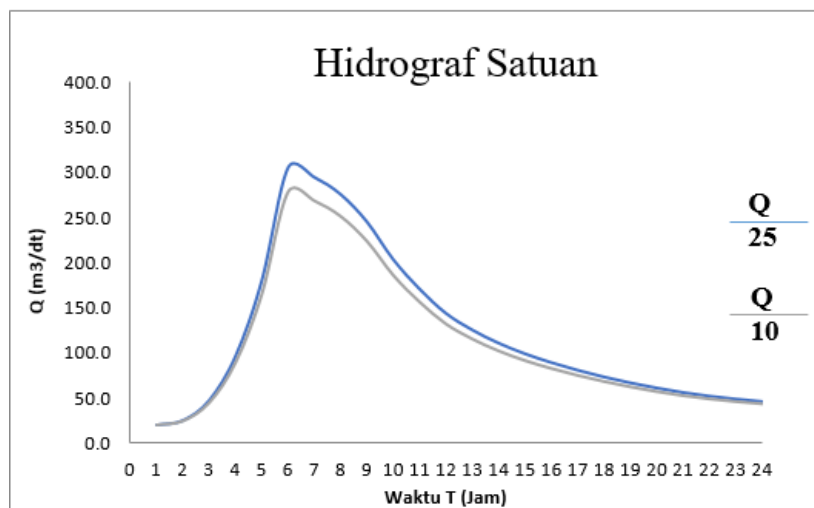
Untuk pembuatan grafik pada HSS Nakayasu digunakan sumbu X: waktu dalam 1 hari(24 Jam) dan Y: nilai  $Q_t$ (waktu lengkung) didapat gambar grafik seperti pada grafik  $Q_t$  nilai debit rencana dalam 1 hari. Sehingga dapat dibaca bahwa puncak hitungan banjir rencana dalam 1 hari adalah pada jam ke 5 dengan nilai 7,2858 m<sup>3</sup>/dtk.

Untuk pembuatan grafik pada HSS Nakayasu dengan kala ulang 10 dan 25 tahun digunakan sumbu X: waktu selama 24 jam dan Y: nilai Q(waktu lengkung)sehingga didapat gambar grafik seperti pada grafik Q dengan kala ulang 10 dan 25 tahun pada grafik ini terdapat 2 bentuk grafik yang berbeda dikarenakan dengan asumsi perhitungan yang sudah dilakukan jumlah debit air setiap tahun akan semakin bertambah sehingga semakin besar nilai tahun yang

diasumsikan akan semakin besar juga nilai debit yang dihasilkan. Sehingga dapat terbaca bahwa puncak hitungan banjir rencana pada 10 tahun kedepan sebesar 278,2891 m<sup>3</sup>/ dtk, dan untuk hitungan banjir rencana pada 25 tahun kedepan sebesar 305,2449 m<sup>3</sup>/dtk.



Grafik 1. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu



Grafik 2. Hidrograf Satuan

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan yang didapat bisa diketahui jumlah debit banjir rancangan dengan kala ulang 10 tahun dan 25 tahun hasilnya adalah 278,2891 m<sup>3</sup>/dt dan 305,2449 m<sup>3</sup>/dt sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk menyikapi semakin besarnya jumlah debit air yang akan terjadi dan nantinya tidak menjadi masalah yang membahayakan untuk wilayah sekitar DAS sungai Lesti.
2. Dari grafik yang didapat juga dapat diketahui intensitas tertinggi curah hujan terjadi pada 5-6 jam awal dalam 24 jam, setelah melewati 6 jam intensitas curah hujan mulai menurun.

## **B. Saran**

1. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menyikapi semakin besarnya jumlah debit air yang akan terjadi dalam kurun waktu 10 tahun dan 25 tahun kedepan.

Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan acuan dalam merencanakan pembangunan infrastruktur pada DAS Lesti ketika ingin merencanakan bangunan air ataupun melakukan upaya dalam menjaga wilayah DAS sungai Lesti agar dapat mengurangi resiko yang dapat membahayakan wilayah DAS dan dapat memperbaiki infrastruktur yang sudah terlaksana memberikan hasil yang lebih baik lagi.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Frans, J. H., & Halema, E. U. M. (2019). ANALISIS PARAMETER ALFA HIDROGRAF SATUAN SINTETIK. VIII(2), 227–240.
- Montarchi, L., Masrevaniah, A., & Subiyantoro, E. A. (2010). Studi Optimasi Pengelolaan dan Pengembangan Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Lesti Kabupaten Malang. Jurnal Teknik Pengairan, 1(2), 76–83.
- Purba, N., Anisah, L., & Sarifah. (2021). Terhadap Penampang Saluran Drainase. Jurnal Buletin Utama Teknik, 16(2), 119–125.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2017). Modul 5 Hidrologi dan Hidrolika Sungai. 1–62.
- Ramadani, M. M. N. (2018). Analisa Debit Air Menggunakan Metode Log Person Type Iii Dan Metode Gumbel Berbasis Sistem Informasi Geografi ( Sig ) Di Sub DAS Martapura. Jurnal Universitas Islam Malang, 2110512049, 165–175.
- Rokhmawati, A. (2018). Analisa Tata Guna Lahan DAS Lesti Berbasis SIG (Sistem Informasi Geografis). Jurnal Rekayasa Sipil, 2(1), 82–89.
- Suliyanto. (2017). Uji Kolmogorov Smirnov. Ekonometrika Terapan : Teori & Aplikasi Dengan SPSS, 1, Suliyanto. (2017). Uji Kolmogorov new. Ekonometrik.
- Tabel Nilai Kritis Uji Kolmogorov - Smirnov Pendekatan. (n.d.). 161.