

# Analisis Debit Banjir Di Sungai Tondano Berdasarkan Simulasi Curah Hujan Rencana

Tommy

Tiny Mananoma, Lambertus Tanudjaja

Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado

Email: [tommy11091992@gmail.com](mailto:tommy11091992@gmail.com)

## ABSTRAK

Sungai Tondano merupakan sungai ketiga terpanjang di Propinsi Sulawesi Utara. Memiliki panjang 39,9 km, dengan luas DAS 544,75 km<sup>2</sup>. Sungai Tondano adalah salah satu sungai yang berpotensi banjir. Salah satu penyebab terjadi banjir yaitu intensitas curah hujan dengan durasi yang panjang. Mengingat intensitas curah hujan merupakan faktor alam yang tak dapat dihindari, maka diperlukan suatu analisis debit banjir berdasarkan simulasi data curah hujan yang ada. Penentuan debit banjir ini menggunakan metode rasional yang kemudian dibuat suatu simulasi curah hujan rencana. Berdasarkan simulasi curah hujan rencana ini kemudian kombinasikan periode ulang tertentu tiap-tiap stasiun. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh besaran debit banjir rencana dengan beberapa kombinasi periode ulang yang disesuaikan dengan pola hujan di DAS Tondano. Untuk menghitung debit banjir di Sungai Tondano digunakan data hujan harian maksimum selama 20 tahun dari 6 stasiun yaitu, Stasiun Rumengkor, Stasiun Kaleosan, Stasiun Sawangan, Stasiun Noongan, Stasiun Paleloan, dan Stasiun Molompar dengan periode pencatatan tahun 1995 s/d 2014 dan menggunakan peta topografi skala 1:200.000. Berdasarkan kombinasi yang ada diperoleh total 30 kombinasi debit rencana, dengan 22 alternatif berbeda. Hasil penelitian diperoleh bahwa dari data pola curah hujan yang ada (Tahun 2010-2014) memberikan kombinasi terbesar pada tanggal 15 Januari tahun 2014, dengan perolehan debit rencana terbesar adalah 783,62891 m<sup>3</sup>/det (alternatif 20).

Kata kunci : sungai Tondano, debit banjir, curah hujan

## I. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Sungai Tondano merupakan sungai ketiga terpanjang di Sulawesi Utara, setelah Sungai Poigar dan Sungai Ranoyapo. Memiliki panjang 39,9 km, luas DAS 544,75 km<sup>2</sup> (sumber data : BPDAS Manado), dan bermuara di teluk Manado. Sungai ini mempunyai peranan penting guna menunjang kehidupan masyarakat Tondano, Manado dan sekitarnya antara lain sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di Tonsea Lama serta Tanggari I dan II, sebagai sumber utama air minum untuk masyarakat Kota Manado dan Minahasa (PDAM Manado dan Minahasa).

Sungai Tondano adalah salah satu sungai yang berpotensi banjir. Pada tanggal 15 Januari 2014, Sungai Tondano meluap dan menyebabkan banjir di Kota Manado dan sekitarnya, yang disebabkan oleh salah satu faktor alam yaitu intensitas curah hujan dengan durasi yang panjang. Banjir ini menyebabkan begitu banyak kerugian, baik kerugian materil maupun non-materil.

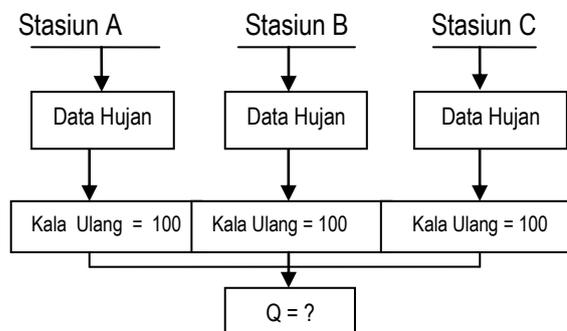
Mengingat intensitas curah hujan merupakan faktor alam yang tak dapat dihindari, dan juga salah satu penyebab terjadi banjir, karena itu perlu suatu analisis debit banjir berdasarkan simulasi data curah hujan yang ada. Karena keterbatasan akan data, penentuan debit banjir yang terjadi dapat melalui beberapa metode analisis debit.

Pada dasarnya, perhitungan debit banjir rencana diperoleh dengan menggunakan periode ulang hujan

rencana untuk masing-masing stasiun. Tetapi dalam perhitungan ini, seringkali kita selalu mengambil periode-periode ulang yang sama untuk setiap stasiun.

Pada kenyataannya yang terjadi di dalam kehidupan kita tidaklah demikian. Oleh karena itu, debit banjir yang diperoleh dari hasil perhitungan nantinya akan terlalu besar jika dibandingkan dengan debit banjir yang benar-benar terjadi.

Misalnya ada 3 stasiun dengan suatu data curah hujan tertentu. Stasiun A, B, dan C memiliki data curah hujan maksimum tertentu.



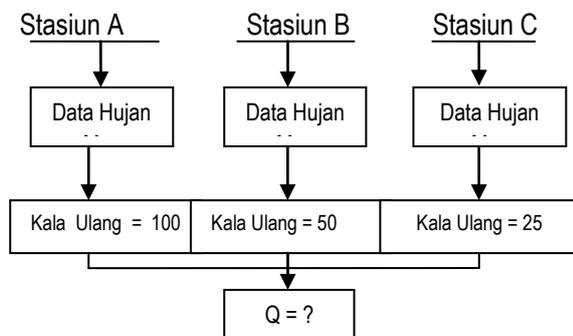
Gambar 1.1. Contoh Struktur Analisis Debit Banjir 1.

Dengan melihat data curah hujan maksimum yang ada, kemudian di tentukan periode ulang yang akan digunakan untuk masing-masing stasiun. Seringkali kita menggunakan periode ulang yang sama untuk

tiap-tiap stasiun. Sehingga, hasil perhitungan debit banjir rencana (Q) diperoleh tidak bisa kita katakan salah tetapi hasil ini akan sangat besar jika dibandingkan dengan debit banjir yang benar-benar terjadi.

Hal seperti ini seharusnya tidak kita dilakukan pada penentuan debit banjir rencana. Karena curah hujan yang terjadi tidak secara merata, kita harus melihat dan membandingkan curah-curah hujan yang terjadi di tiap stasiun. Dengan adanya kecenderungan curah hujan yang terjadi, maka kita akan bisa menentukan periode ulang yang akan dipakai dalam perhitungan debit nantinya. Dengan demikian, diharapkan debit banjir rencana yang diperoleh bisa lebih mendekati dengan debit yang sebenarnya terjadi.

Misalnya ada 3 stasiun dengan suatu data curah hujan tertentu. Stasiun A memiliki besaran curah hujan maksimum tertentu. Stasiun B dan stasiun C memiliki besaran curah hujan yang kecil dan bukan maksimum. Selanjutnya kombinasi akan dibuat sebagai berikut.



Gambar 1.2. Contoh Struktur Analisis Debit Banjir 2.

Berdasarkan simulasi curah hujan ini kita akan mengkombinasikan periode ulang tertentu tiap-tiap stasiun. Penentuan periode ulang itu sendiri harus berdasarkan kecenderungan-kecenderungan curah hujan yang pernah terjadi. Kemudian, akan dibuat sebanyak mungkin kombinasi yang memungkinkan berdasarkan kecenderungan yang ada.

Misalnya curah hujan stasiun hujan pertama lebih kecil dari stasiun kedua, maka periode ulang stasiun hujan pertama akan lebih kecil pula dari stasiun kedua. Pada intinya, jika curah hujan harian maksimum yang terjadi semakin besar maka periode ulang yang digunakan semakin besar. Sebaliknya jika curah hujan semakin kecil maka periode ulang semakin kecil.

Penentuan periode ulang ini dengan melihat dan membandingkan data curah hujan harian maksimum tiap stasiun yang disesuaikan pada tanggal dan tahun yang sama pula. Disamping itu, akan digunakan data curah hujan selama 20 tahun untuk tiap stasiun.

## I.2 Rumusan Masalah

Bagaimana memperoleh besaran debit banjir rencana yang mendekati debit aktual?

## I.3 Batasan Masalah

1. Analisis hidrologi menggunakan data hujan harian maksimum selama 20 tahun dari 6 stasiun yaitu, Stasiun Rumengkor, Stasiun Kaleosan, Stasiun Sawangan, Stasiun Noongan, Stasiun Paleloan, dan Stasiun Molompar.
2. Titik kontrol di lokasi AWLR di Kairagi.
3. Kala ulang rencana pada 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun.
4. Perhitungan debit rencana maksimum menggunakan Metode Rasional.

## I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk : memperoleh besaran debit banjir rencana dengan beberapa kombinasi periode ulang yang disesuaikan dengan pola hujan di DAS.

## I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada pihak-pihak yang terkait mengenai hasil dari penelitian, sehingga dapat berguna untuk menanggulangi masalah banjir di Sungai Tondano.
2. Sebagai informasi kepada masyarakat di Tondano dan Manado mengenai kondisi sungai Tondano yang rawan terhadap banjir.

## II. LANDASAN TEORI

### II.1 Daerah Aliran Sungai

Sri Harto (1993) mendefinisikan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah di mana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan.

### II.2 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan. Data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum tahunan, yaitu data terbesar yang terjadi selama satu tahun, yang terukur selama beberapa tahun (Triatmodjo, 2008).

### II.3 Parameter Statistik

Dalam analisis data hidrologi diperlukan ukuran-ukuran numerik yang menjadi ciri data tersebut. Parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari suatu variabel disebut dengan parameter statistik (Triatmodjo, 2008). Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: rata-rata hitung, simpangan baku (*standar deviasi*), koefisien variasi, kemencengan (*koefisien skewness*) dan koefisien *kurtosis*.

### Pengukuran Central Tendency

Pengukuran central tendency adalah pengukuran yang mencari nilai rata-rata kumpulan variabel (*mean*). Persamaan untuk mencari mean atau nilai rata-rata, diperlihatkan pada persamaan :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.1)$$

Untuk perhitungan nilai Log maka persamaan diatas harus diubah dahulu ke dalam bentuk logaritmik, sehingga berubah menjadi :

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Log } X_i \quad (2.2)$$

### Simpangan Baku (Standar Deviasi)

Standar deviasi adalah suatu nilai pengukuran dispersi terhadap data yang dikumpulkan. Standar deviasi adalah parameter pengukuran variabilitas yang paling cocok dalam analisis statistik. Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^2}{n-1}} \quad (2.3)$$

Untuk perhitungan nilai Log maka persamaan diatas harus diubah dahulu ke1 dalam bentuk logaritmik, sehingga berubah menjadi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \log(X_{rt})\}^2}{n-1}} \quad (2.4)$$

### Koefisien Kemencengan (skewness)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak-simetrisan dari suatu bentuk distribusi. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \times \sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^3 \quad (2.5)$$

Untuk perhitungan nilai Log maka persamaan diatas harus diubah dahulu ke dalam bentuk logaritmik, sehingga berubah menjadi:

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S_{log}^3} \times \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^3 \quad (2.6)$$

### Koefisien Variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitungan suatu distribusi. Koefisien variasi dapat dihitung dengan persamaan :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.7)$$

### Koefisien Kurtosis

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} \quad (2.8)$$

Untuk perhitungan nilai Log maka persamaan diatas harus diubah dahulu ke dalam bentuk logaritmik, sehingga berubah menjadi:

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X_{rt})^4}{S^4} \quad (2.9)$$

## Pemilihan Tipe Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi.

| Jenis Sebaran        | Persyaratan   |
|----------------------|---|
| Normal               | Cs ≈ 0  |
|                      | Ck ≈ 3  |
| Log Normal           | Cs = Cv <sup>3</sup> + 3Cv  |
|                      | Ck = Cv <sup>6</sup> +6Cv <sup>6</sup> +15Cv <sup>4</sup> +16Cv <sup>2</sup> +3 |
| Gumbel               | Cs ≈ 1,14   |
|                      | Ck ≈ 5,4  |
| Log Pearson Type III | Selain dari nilai diatas  |
|                      | Selain dari nilai diatas  |

Sumber : Triatmodjo, 2008

## II.4 Distribusi Harga Ekstrim

Tujuan teori statistik tentang distribusi harga ekstrim antara lain untuk menganalisis hasil pengamatan harga-harga ekstrim untuk meramal harga-harga ekstrim berikutnya. Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data yang diperoleh dari rekaman data (data historik) baik data hujan maupun data debit. (Limantara, 2010).

Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi. Yang banyak dikenal dalam hidrologi antara lain :

1. Distribusi Gumbel
2. Distribusi Normal
3. Distribusi Log Normal
4. Distribusi Log Person III

### Distribusi Gumbel

$$X_{Tr} = \bar{X} + SxK \quad (2.10)$$

$$K = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \quad (2.11)$$

$$Y_t = -\ln \left[ \ln \frac{Tr}{Tr-1} \right] \quad (2.12)$$

### Distribusi Normal

$$X_{Tr} = \bar{X} + K_T x S \quad (2.13)$$

### Distribusi Log Normal

$$\text{Log } X_{Tr} = \text{Log } \bar{X} + K_T x S_{log} \quad (2.14)$$

### Distribusi Log Pearson III

$$\text{Log } X_{Tr} = \text{Log } \bar{X} + K_T x S_{log} \quad (2.15)$$

Hujan rencana kala ulang T (tahun) dihitung dengan menggunakan antilog dari Log XT atau bisa ditulis dengan persamaan:

$$X_{Tr} = (10^{\text{Log } X_{Tr}}) \quad (2.16)$$

## II.5 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit terbesar yang mungkin terjadi pada sungai bersangkutan. Ada beberapa metode untuk memperkirakan debit banjir. Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Metode yang umum dipakai adalah metode hidrograf banjir dan metode rasional. (Suripin, 2003).

### Metode Rasional

Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS). Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS dengan ukuran kecil ( $\leq 2,5 \text{ km}^2$ ). Jika ukuran daerah pengaliran  $> 2,5 \text{ km}^2$  maka koefisien pengaliran bisa dipecah-pecahkan sesuai tata guna lahan yang bersangkutan. (Triatmodjo, 2008).

Untuk memperkirakan besarnya air larian puncak (*peak runoff*,  $Q_p$ ) metode rasional (*U.S Soil Conversation Service*, 1973) adalah salah satu metode teknik yang dianggap baik. Metode ini merupakan salah satu metode yang dikategorikan praktis dalam memperkirakan besarnya  $Q_p$  untuk merancang bangunan pencegah banjir, erosi dan sedimentasi.

Analisis debit puncak dengan menggunakan persamaan :

$$Q_p = 0,278 C \cdot I \cdot A \quad (2.17)$$

$$Q_p = 0,00278 C \cdot I \cdot A \quad (2.18)$$

dimana :

$Q_p$  = Debit banjir rancangan ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

$C$  = Koefisien pengaliran

$I$  = Intensitas hujan ( $\text{mm}/\text{jam}$ )

$A$  = Luas DAS ( $\text{km}^2$  atau ha)

### Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien aliran permukaan ( $C$ ) didefinisikan sebagai laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai  $C$  adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan (Suripin, 2003).

Menurut Suripin (2003), untuk DAS dengan tata guna lahan yang tidak homogen nilai debit puncak ( $Q_p$ ) dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_p = 0,278 I \sum C_i \cdot A_i \quad (2.19)$$

Tabel Mononobe Koefisien Aliran Permukaan

| Kondisi Daerah Pengaliran dan Sungai  | Koefisien Limpasan |
|---|--------------------|
| Daerah pegunungan yang curam  | 0,75-0,90          |
| Daerah pegunungan tersier   | 0,70-0,80          |
| Tanah bergelombang dan hutan  | 0,50-0,75          |
| Tanah dataran yang ditanami   | 0,45-0,60          |
| Persawahan yang diairi  | 0,70-0,80          |
| Sungai di daerah pegunungan   | 0,75-0,85          |
| Sungai kecil di dataran   | 0,45-0,75          |
| Sungai besar yang lebih dari setengah daerah pengalirannya terdiri dari daratan | 0,50-0,75          |

### Intensitas Curah hujan (I)

Intensitas hujan adalah kedalaman air hujan atau tinggi air hujan per satuan waktu. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.20)$$

dengan:

$I$  = Intensitas hujan ( $\text{mm}/\text{jam}$ )

$R_{24}$  = curah hujan harian maksimum selama 24 jam ( $\text{mm}$ )

$tc$  = lamanya hujan / waktu konsentrasi ( $\text{jam}$ )

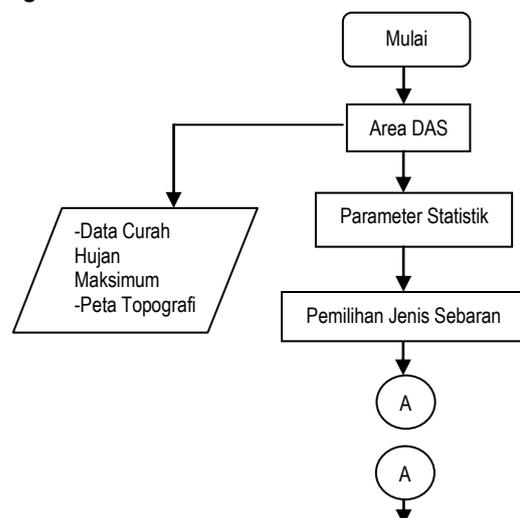
### Waktu Konsentrasi (tc)

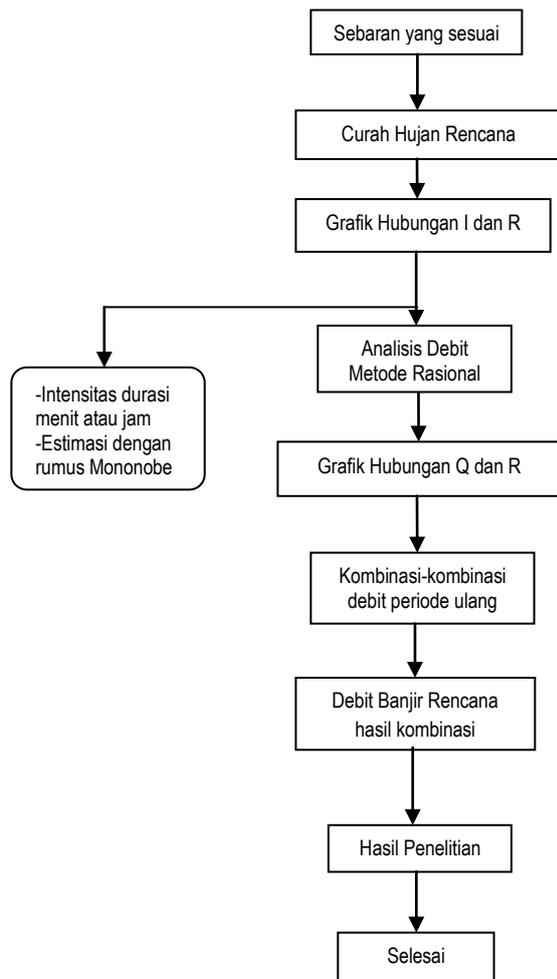
Waktu konsentrasi  $tc$  (*time of concentration*) adalah waktu perjalanan yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air (*outlet*). Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk menghitung  $tc$  yang paling umum dilakukan adalah persamaan matematik yang dikembangkan oleh Kirpich (1940), persamaannya :

$$tc = \left(\frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S}\right)^{0,385} \quad (2.21)$$

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### Bagan Alir Penelitian





Gambar 4. Bagan Alir Penelitian.



Gambar 4.1. Daerah Pengaruh Tiap Stasiun

### Pemilihan Jenis Sebaran

Tabel 4. Parameter Pemilihan Distribusi Data Debit

| Jenis Sebaran        | Persyaratan                                      | Hasil Perhitungan | Keterangan     |
|----------------------|--|-------------------|----------------|
| Normal               | $Cs \approx 0$                                   | $Cs = 0,0001409$  | Memenuhi       |
|                      | $Ck \approx 3$                                   | $Ck = 0,00002517$ | Tidak Memenuhi |
| Log Normal           | $Cs = Cv^3 + 3Cv = 0,129$                        | $Cs = 0,406$      | Tidak Memenuhi |
|                      | $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 3,03$ | $Ck = 2,586$      | Tidak Memenuhi |
| Gumbel               | $Cs \approx 1,14$                                | $Cs = 0,0001409$  | Tidak Memenuhi |
|                      | $Ck \approx 5,4$                                 | $Ck = 0,00002517$ | Tidak Memenuhi |
| Log Pearson Type III | Selain dari nilai diatas                         | $Cs = 0,406$      | Memenuhi       |
|                      | Selain dari nilai diatas                         | $Cv = 0,043$      | Memenuhi       |

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Catchment Area

Tabel 1. Luas Daerah Pengaruh

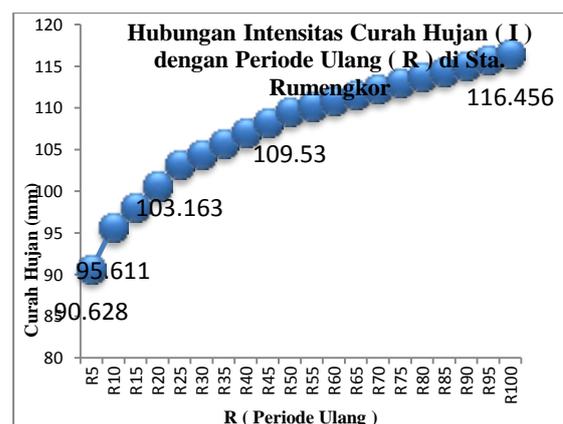
| Nama Stasiun   | Luas Daerah Pengaruh (Km <sup>2</sup> ) | Luas Total (Km <sup>2</sup> ) | Persentase Daerah Pengaruh (%) |
|----------------|---|-------------------------------|--------------------------------|
|                |   | 527,745                       |                                |
| Sta. Rumengkor | 124,26                                  | 527,745                       | 23,545                         |
| Sta. Kaleosan  | 76,62                                   |                               | 14,518                         |
| Sta. Sawangan  | 69,71                                   |                               | 13,209                         |
| Sta. Noongan   | 83,29                                   |                               | 15,782                         |
| Sta. Paleloan  | 162,705                                 |                               | 30,830                         |
| Sta. Molompar  | 11,16                                   |                               | 2,115                          |
| Total          | 527,745                                 |                               | 100                            |

### Hubungan Intensitas Curah Hujan ( I ) dan Periode Ulang ( R )

#### 1. Stasiun Rumengkor

Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sta. Rumengkor

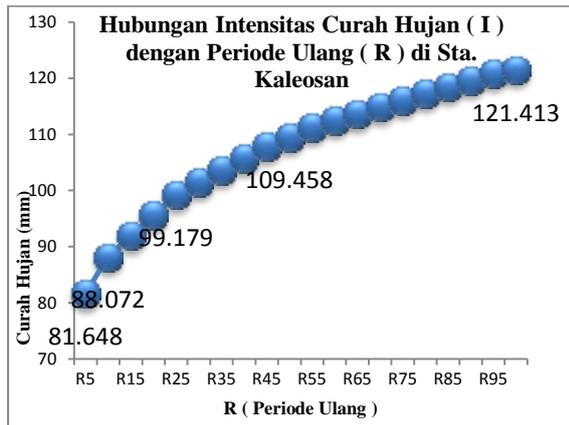
| Periode Ulang    | Curah Hujan Rencana (mm) |
|------------------|--------------------------|
|                  |                          |
| R <sub>5</sub>   | 90,628                   |
| R <sub>10</sub>  | 95,611                   |
| R <sub>25</sub>  | 103,163                  |
| R <sub>50</sub>  | 109,53                   |
| R <sub>100</sub> | 116,456                  |



## 2. Stasiun Kaleosan

Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sta. Kaleosan

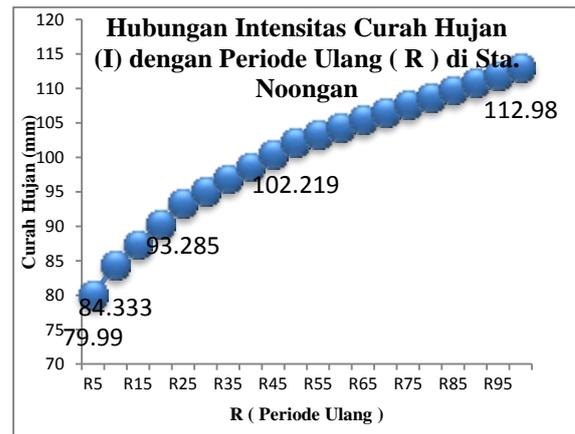
| Periode Ulang    | Curah Hujan Rencana (mm) |
|------------------|--------------------------|
| R <sub>5</sub>   | 81,648                   |
| R <sub>10</sub>  | 88,072                   |
| R <sub>25</sub>  | 99,179                   |
| R <sub>50</sub>  | 109,458                  |
| R <sub>100</sub> | 121,413                  |



## 4. Stasiun Noongan

Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sta. Noongan

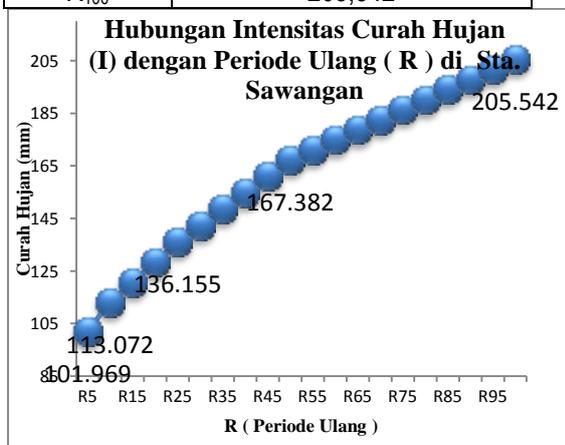
| Periode Ulang    | Curah Hujan Rencana (mm) |
|------------------|--------------------------|
| R <sub>5</sub>   | 79,99                    |
| R <sub>10</sub>  | 84,333                   |
| R <sub>25</sub>  | 93,285                   |
| R <sub>50</sub>  | 102,219                  |
| R <sub>100</sub> | 112,98                   |



## 3. Stasiun Sawangan

Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sta. Sawangan

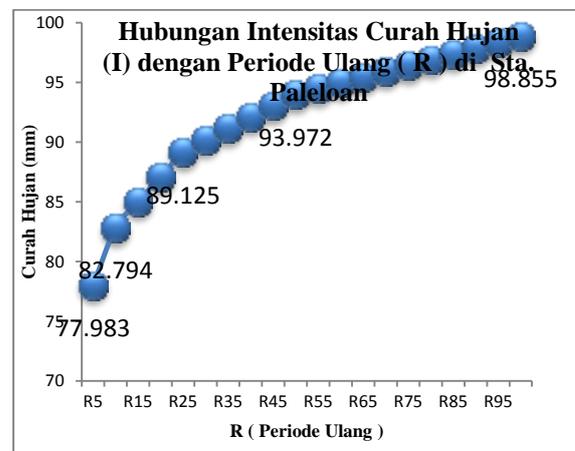
| Periode Ulang    | Curah Hujan Rencana (mm) |
|------------------|--------------------------|
| R <sub>5</sub>   | 101,969                  |
| R <sub>10</sub>  | 113,072                  |
| R <sub>25</sub>  | 136,155                  |
| R <sub>50</sub>  | 167,382                  |
| R <sub>100</sub> | 205,542                  |



## 5. Stasiun Paleloan

Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sta. Paleloan

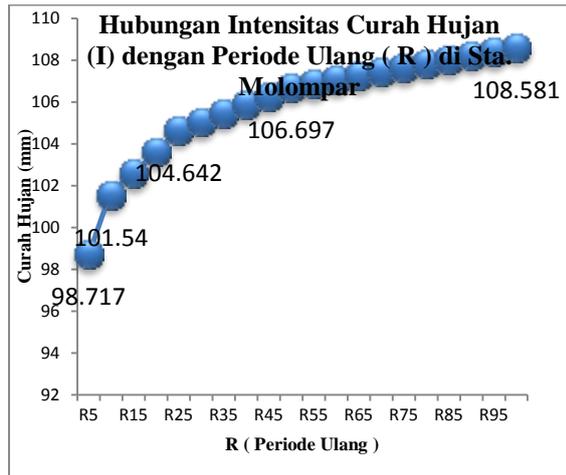
| Periode Ulang    | Curah Hujan Rencana (mm) |
|------------------|--------------------------|
| R <sub>5</sub>   | 77,983                   |
| R <sub>10</sub>  | 82,794                   |
| R <sub>25</sub>  | 89,125                   |
| R <sub>50</sub>  | 93,972                   |
| R <sub>100</sub> | 98,855                   |



## 6. Stasiun Molompar

### Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Sta. Molompar

| Periode Ulang    | Curah Hujan Rencana (mm) |
|------------------|--------------------------|
| R <sub>5</sub>   | 98,717                   |
| R <sub>10</sub>  | 101,54                   |
| R <sub>25</sub>  | 104,642                  |
| R <sub>50</sub>  | 106,697                  |
| R <sub>100</sub> | 108,581                  |



### Kontribusi Debit Banjir Rencana Metode Rasional

#### Hasil Perhitungan Debit rencana Sta. Rumengkor

| Periode Ulang    | Debit Rencana (m/det) |
|------------------|-----------------------|
| Q <sub>5</sub>   | 162,36284             |
| Q <sub>10</sub>  | 171,29004             |
| Q <sub>25</sub>  | 184,81968             |
| Q <sub>50</sub>  | 196,22636             |
| Q <sub>100</sub> | 208,6345              |

#### Hasil Perhitungan Debit Rencana Sta. Kaleosan

| Periode Ulang    | Debit Rencana (m/det) |
|------------------|-----------------------|
| Q <sub>5</sub>   | 90,194613             |
| Q <sub>10</sub>  | 97,291054             |
| Q <sub>25</sub>  | 109,56069             |
| Q <sub>50</sub>  | 120,91566             |
| Q <sub>100</sub> | 134,12207             |

#### Hasil Perhitungan Debit Rencana Sta. Sawangan

| Periode Ulang    | Debit Rencana (m/det) |
|------------------|-----------------------|
| Q <sub>5</sub>   | 102,48402             |
| Q <sub>10</sub>  | 113,6431              |
| Q <sub>25</sub>  | 136,84268             |
| Q <sub>50</sub>  | 168,2274              |
| Q <sub>100</sub> | 206,58014             |

#### Hasil Perhitungan Debit Rencana Sta. Noongan

| Periode Ulang    | Debit Rencana (m/det) |
|------------------|-----------------------|
| Q <sub>5</sub>   | 96,055328             |
| Q <sub>10</sub>  | 101,27058             |
| Q <sub>25</sub>  | 112,02052             |
| Q <sub>50</sub>  | 122,74884             |
| Q <sub>100</sub> | 135,6711              |

#### Hasil Perhitungan Debit Rencana Sta. Paleloan

| Periode Ulang    | Debit Rencana (m/det) |
|------------------|-----------------------|
| Q <sub>5</sub>   | 182,93371             |
| Q <sub>10</sub>  | 194,21943             |
| Q <sub>25</sub>  | 209,07078             |
| Q <sub>50</sub>  | 220,44095             |
| Q <sub>100</sub> | 231,89556             |

#### Hasil Perhitungan Debit Rencana Sta. Molompar

| Periode Ulang    | Debit Rencana (m/det) |
|------------------|-----------------------|
| Q <sub>5</sub>   | 15,883604             |
| Q <sub>10</sub>  | 16,337826             |
| Q <sub>25</sub>  | 16,836939             |
| Q <sub>50</sub>  | 17,167589             |
| Q <sub>100</sub> | 17,470725             |

#### Hasil kombinasi Debit Rencana Dalam Angka (Tahun 2010-2014)

| Tahun | Tanggal | Debit Total (m3/det) | Keterangan   |
|-------|---------|----------------------|--------------|
| 2010  | 13-Feb  | 465,2513             | alternatif 1 |
|       | 06-Agu  | 695,42869            | alternatif 2 |
|       | 10-Des  | 408,51574            | alternatif 3 |
|       | 09-Okt  | 559,7195             | alternatif 4 |
|       | 23-Jul  | 447,78057            | alternatif 5 |
|       | 08-Sep  | 200,40444            | alternatif 6 |

| Tahun | Tanggal | Debit Total<br>(m <sup>3</sup> /det) | Keterangan    |
|-------|---------|--------------------------------------|---------------|
| 2011  | 24-Mar  | 559,7195                             |               |
|       | 21-Feb  | 651,50124                            | alternatif 7  |
|       | 16-Jun  | 296,57681                            | alternatif 8  |
|       | 26-Mei  | 274,38336                            | alternatif 9  |
|       | 24-Mar  | 559,7195                             |               |
|       | 13-Sep  | 667,46643                            | alternatif 10 |
| 2012  | 22-Dec  | 560,67284                            | alternatif 11 |
|       | 18-Jul  | 273,12832                            | alternatif 12 |
|       | 15-Mei  | 285,41773                            | alternatif 13 |
|       | 20-Apr  | 559,7195                             |               |
|       | 03-Jan  | 457,23548                            | alternatif 14 |
|       | 06-Dec  | 651,50124                            |               |
| 2013  | 26-Jan  | 364,49639                            | alternatif 15 |
|       | 17-Feb  | 553,29466                            | alternatif 16 |
|       | 17-Feb  | 553,29466                            |               |
|       | 19-Nop  | 306,20469                            | alternatif 17 |
|       | 08-Apr  | 487,55128                            | alternatif 18 |
|       | 21-Feb  | 386,65438                            | alternatif 19 |
| 2014  | 15-Jan  | 783,62891                            | alternatif 20 |
|       | 14-Jan  | 414,85253                            | alternatif 21 |
|       | 15-Jan  | 783,62891                            |               |
|       | 20-Jul  | 552,64535                            | alternatif 22 |
|       | 12-Jun  | 457,23548                            |               |
|       | 12-Mei  | 651,50124                            |               |

## V. PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan yaitu : data pola curah hujan yang ada (Tahun 2010-2014) memberikan kombinasi terbesar pada tanggal 15 Januari tahun 2014, dengan perolehan debit rencana terbesar adalah 783,62891 m<sup>3</sup>/det (alternatif 20).

### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai debit banjir berdasarkan simulasi curah hujan ini di sungai-sungai lainnya sebagai bahan perbandingan.
2. Perlu adanya stasiun dan data pola hujan yang lebih banyak, lengkap serta akurat. Mengingat pembacaan alat pengukuran curah hujan biasanya tidak tersedia karena disebabkan stasiun belum beroperasi, alat macet, alat rusak, alat belum dikalibrasi, serta data biasanya bersifat rahasia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta. Hal.141;195;211.
- Harter, Leon, 1969, *Tables Of K Values Appendix 3*, Technometrics, Vol 11 & Vol 13. Hal 177-187 dan Hal 203-304.
- Limantara, Lily Montarich, 2010. *Hidrologi Praktis*, CV. Lubuk Agung, Bandung. Hal 54-57;59;64.
- Rapar, Sharon. (2014). *Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS Gama I dan HSS Limantara*. Vol.2 : 13-21.
- Robot, Jeffier. (2014). *Analisis Debit Banjir Sungai Ranoyapo Menggunakan Metode HSS Gama-I dan HSS Limantara*. Vol.2 : 1-12.
- Soemarto, (1986). *Hidrologi teknik*. Penerbit Usaha Nasional, Surabaya. Hal 123.
- Sri Harto, 1993. *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Hal 5-6
- Suripin, 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta. Hal 75.
- \_\_\_\_\_. Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Tondano.
- \_\_\_\_\_. Balai Wilayah Sungai Sulawesi Utara I.