

Analisis Hidrologi untuk Pendugaan Debit Banjir dengan Metode Nakayasu di Daerah Aliran Sungai Way Besai

Hydrological Analysis For Prediction of Flood Discharge By The Nakayasu Methode in Way Besai Catchment Area

Repinka Cornelia, Suprpto, Kelik Istanto

Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

Jl. Soekarno-Hatta No. 10, Rajabasa, Bandar Lampung

ABSTRACT

Way Besai is one tributary Way Kanan located in West Lampung and Way Kanan Regency, Lampung Province. Way Besai riverbanks downstream of the low areas during the rainy season in some locations overflowing river submerged. This condition is exacerbated by the destruction of the river catchment Way Besai resulting in flooding during the rainy season. The purpose of this study to estimate precipitation plan, and estimate the flood discharge plan using Nakayasu. Activities undertaken include the determination of the maximum daily rainfall, creation of Thiessen polygons, calculation of the maximum average rainfall, the calculation of the frequency distribution, determination of the suitability of the Chi Square test the method Gumbel and Log Pearson III method, the calculation of the design rainfall distribution, as well as the calculation of flood discharge by using Nakayasu method. The results of the calculation of rainfall plan (after the Chi Square test) were obtained for 10-year return period of 83.46 mm/day. Return period of 25 years at 105.41 mm/day. 50-year return period of 123.70 mm/day. Flood discharge plan obtained by unit hydrograph method Nakayasu of 244.15 m³/sec for a period of 10years, 308.35 m³/sec for 25-year return period and 361.83 m³/sec for a period of over 50 years. The time required for the peak flood from upstream to downstream for 19 hours.

Keywords: analysis of hydrology, rainfall plan, and flood discharge plan

Naskah ini diterima pada tanggal 31 Juli 2014, direvisi pada tanggal 5 Agustus 2014 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 15 Agustus 2014

PENDAHULUAN

Banjir merupakan peristiwa alam yang tidak bisa dicegah namun bisa dikendalikan. Secara umum banjir disebabkan karena kurangnya resapan air di daerah hulu, sementara curah hujan cukup tinggi, sehingga menyebabkan aliran permukaan (*Run Off*) yang besar sementara performa sungai yang ada tidak mampu untuk menampungnya. Jika banjir tidak dapat dikendalikan, tentu saja akan menghambat aktivitas manusia dan menimbulkan banyak kerugian seperti hilangnya harta benda, lumpuhnya infrastruktur, bahkan bisa merenggut korban jiwa (Anonim,1996).

Sungai Way Besai merupakan salah satu anak sungai Way Kanan yang terletak diantara Lampung Barat dan Kabupaten Way Kanan Provinsi Lampung. Bantaran sungai Way Besai bagian

hilir merupakan daerah rendah yang pada saat musim hujan di beberapa lokasi terendam luapan sungai. Kondisi ini diperparah dengan rusaknya daerah tangkapan hujan sungai Way Besai yang mengakibatkan banjir pada musim hujan dan debit sungai sangat kecil pada musim kemarau. Selain itu perubahan bentuk pada alur sungai yang mengakibatkan adanya erosi tebing sehingga morfologi sungai telah cukup banyak berubah serta menyebabkan pendangkalan pada aliran sungai akibat sedimentasi. Sedimentasi tersebut juga memperparah keadaan jika intensitas banjir cukup tinggi karena penampang sungai tidak sanggup lagi untuk menampung aliran air (BBWS Mesuji Tulang Bawang, 2013).

Untuk menanggulangi dampak yang lebih buruk, perlu adanya suatu kajian sebagai bahan acuan untuk penanggulangan banjir yaitu “Analisis Hidrologi untuk Pendugaan Debit Banjir Dengan Metode Nakayasu di DAS Way Besai”. Analisis hidrologi dibuat untuk memperkirakan curah hujan rencana dan debit banjir pada tahun yang akan datang, sehingga debit banjir yang akan datang dapat diantisipasi dan kerugian masyarakat dapat dikurangi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Penelitian ini membutuhkan beberapa bahan dan alat, meliputi: komputer, AutoCad, ArcGis, data curah hujan, dan peta DAS Way Besai.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian, data yang diambil adalah data skunder. Dalam pengumpulan data dilakukan sebagai berikut:

Tahap awal pelaksanaan kegiatan ini adalah penyiapan alat dan bahan, bahan yang harus dipersiapkan untuk mendukung kegiatan ini antara lain: data topografi, data curah hujan dan peta wilayah DAS.

Pengumpulan data curah hujan dapat diperoleh dari stasiun curah hujan yang berada dekat dengan lokasi kegiatan. Data curah hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan yang terjadi hanya pada satu tempat/titik tertentu (*point rainfall*). Mengingat curah hujan sangat bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, satu alat ukur belum dapat menggambarkan hujan yang terjadi pada wilayah tersebut. Gambaran hujan yang terjadi pada suatu wilayah adalah hujan wilayah yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang terdapat di dalam atau sekitar wilayah tersebut.

Pengolahan Data

1. Penentuan Sub DAS didasarkan pada batas punggung-punggung bukit untuk perhitungan curah hujan wilayah, dengan demikian perlu dilakukannya penentuan batas Sub DAS lokasi studi. Selain itu perlu ditentukan batas DAS untuk perhitungan debit banjir rancangan.

2. Data Hidrologi

Pengolahan data hidrologi dimulai dengan perhitungan curah hujan wilayah, perhitungan hujan harian maksimum, perhitungan distribusi frekuensi dengan menggunakan Gumbel dan metode Log Pearson III, serta perhitungan curah hujan rencana.

- Penentuan curah hujan harian maksimum.

Dalam penentuan curah hujan harian maksimum ini, data curah hujan setiap stasiun diurutkan dari nilai curah hujan besar ke kecil pada setiap bulannya selama setahun. Kemudian dipilih salah satu nilai yang terbesar untuk mewakili satu tahun.

- Curah hujan wilayah

Perhitungan curah hujan wilayah dengan menggunakan data curah hujan maksimum setiap tahun di kali dengan nilai koefisien poligon Thiessen.

- Distribusi frekuensi

Rancangan distribusi frekuensi ini menggunakan dua metode yang nantinya akan dipilih salah satu diantaranya. Metode dalam perhitungan ini yang digunakan adalah metode Gumble atau Log Pearson III.

- Uji kecocokan distribusi

Perhitungan uji kecocokan distribusi frekuensi harus mempertimbangkan nilai Cs dan Ck pada setiap metode, baik metode Gumbel maupun Log Pearson III. Apabila nilai Cs dan Ck tidak sesuai maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus *Chi Square*. Perhitungan *Chi Square* akan menghasilkan nilai yang berupa X^2 kritis dan derajat kepercayaan yang dapat dibandingkan antara metode Gumbel dan Log Person III dan untuk memilih nilai *Chi Square* yang tepat adalah dengan melihat nilai derajat kepercayaan yang lebih besar dan lebih dari 5% itu yang akan diterima menjadi distribusi frekuensi.

- Hujan rancangan

Setelah uji kecocokan memilih satu metode maka lakukan perhitungan dengan persamaan 2.24 pada bab II.

- Intensitas hujan

Dari hasil perhitungan curah hujan rancangan maka didapat curah hujan dengan periode ulang 10, 25 dan 50. Dalam penetapan intensitas hujan dilakukan dengan rumus Van Breen yang mengubah hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam.

- Debit banjir

Menentukan debit banjir rencana dapat diperoleh dengan Metode Hidrograf Nakayasu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Morfologi dan Hidrologi DAS Way Besai

Daerah Aliran Sungai (DAS) Way Besai melingkupi 10 sub DAS, sub DAS tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Sub-DAS Way Besai Hulu dengan data morfologi sebagai berikut:

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 93,47 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,025$$

- b. Sub-DAS Way Jelabat dengan data morfologi sebagai berikut:

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 20,11 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,003$$

- c. Sub-DAS Way Pujung dengan data morfologi sebagai berikut:

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 3,82 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,003$$

- d. Sub-DAS Way Sungsang dengan data morfologi sebagai berikut:

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 7,90 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,005$$

- e. Sub-DAS Way Putih dengan data morfologi sebagai berikut:

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 15,99 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,004$$

- f. Sub-DAS Way Bungur dengan data morfologi sebagai berikut:

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 7,38 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,001$$

- g. Sub-DAS Way Puli dengan data morfologi sebagai berikut:

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 12,27 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,003$$

- h. Sub-DAS Way Praho dengan data morfologi sebagai berikut:

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 16,41 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,002$$

- i. Sub-DAS Way Temedak dengan data morfologi sebagai berikut:

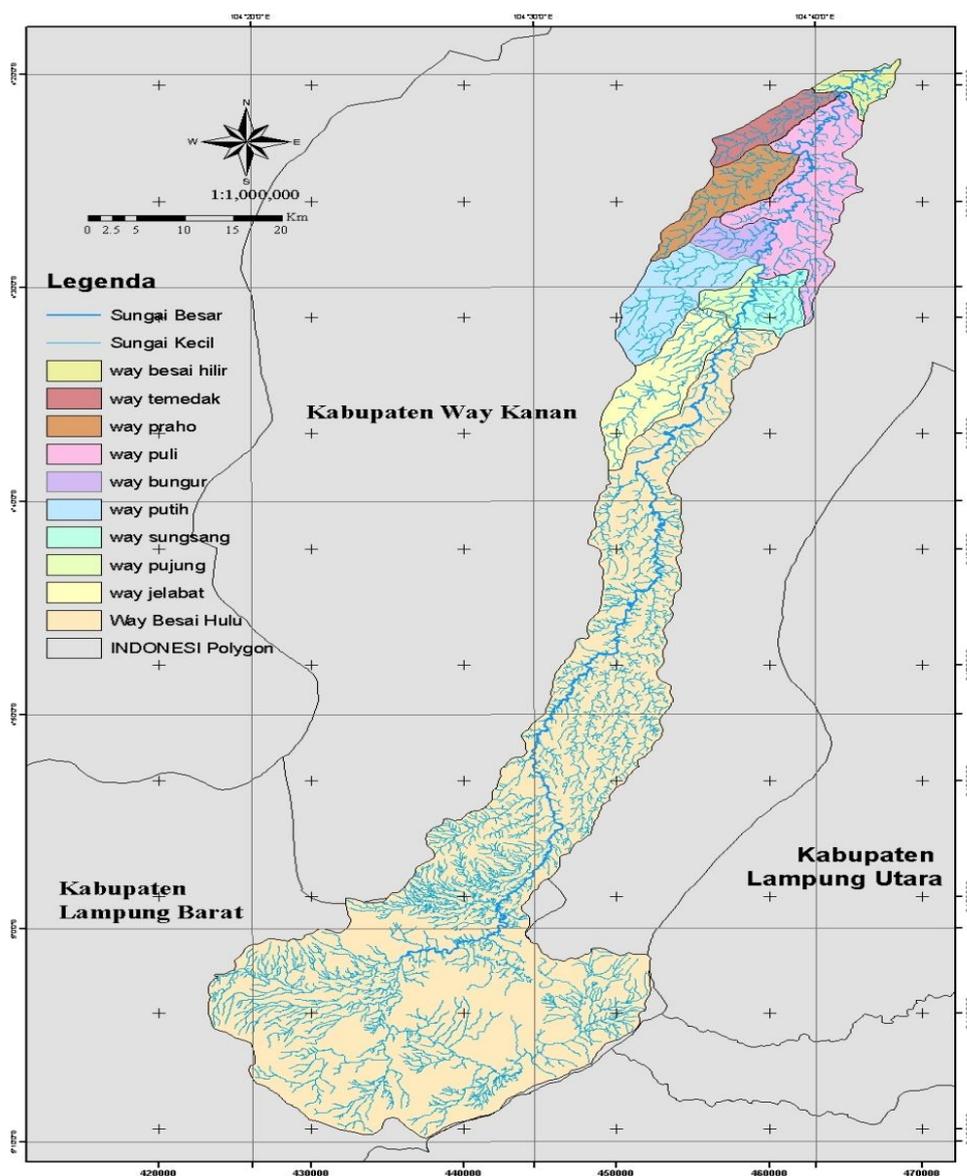
$$\text{Panjang Sungai (L)} = 11,86 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,003$$

- j. Sub-DAS Way Besai Hilir dengan data morfologi sebagai berikut:

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 7,00 \text{ km}$$

$$\text{Slope Sungai (S)} = 0,002$$



Gambar 1. Peta DAS Way Besai

Curah hujan di Daerah Aliran Sungai Way Besai dicatat oleh beberapa stasiun hujan terdekat yaitu: 4 stasiun yaitu R248 Air Hitam, Rantau Temiang, R236 Gedong Raja, dan R223 Mesir Hilir. Tahun data curah hujan yang digunakan yaitu periode tahun 1992-2009 (16 tahun). Syarat minimal panjang data dalam analisis hidrologi adalah 10 tahun, maka dengan demikian data yang digunakan telah memenuhi syarat. Untuk itu dilakukan perhitungan hujan rancangan maka data hujan harian maksimum dari setiap stasiun-stasiun. Setelah menghitung curah hujan maksimum kemudian melakukan pengukuran dengan metode poligon Thiessen dan mendapatkan nilai luas pengaruh stasiun hujan terhadap DAS sebagai berikut:

Tabel 1. Luas pengaruh stasiun hujan terhadap DAS Way Besai

| No. | Nama Stasiun | Luas DAS (km ²) | Koef. Thiessen |
|-------------------|------------------|-----------------------------|----------------|
| 1 | R248 Air Hitam | 437,24 | 0,45 |
| 2 | Rantau Temiang | 197,79 | 0,20 |
| 3 | R236 Gedung Raja | 97,98 | 0,10 |
| 4 | R223 Mesir Hilir | 243,01 | 0,25 |
| Luas Total | | 976,024 | 1 |

Berdasarkan rumus hujan rerata wilayah dengan menggunakan metode polygon Thiessen maka didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hujan Rerata Maksimum Wilayah di DAS Way Besai

| No. | Tanggal | Bulan | Tahun | Hujan Rerata Maksimum Wilayah |
|-----|---------|----------|-------|-------------------------------|
| 1 | 14 | Maret | 1992 | 57,9 |
| 2 | 30 | Juni | 1993 | 44,7 |
| 3 | 9 | Januari | 1994 | 54 |
| 4 | 20 | Januari | 1995 | 35,1 |
| 5 | 1 | Oktober | 1996 | 35,5 |
| 6 | 2 | Oktober | 1997 | 72,6 |
| 7 | 30 | Juni | 1998 | 36,1 |
| 8 | 6 | Februari | 1999 | 41,9 |
| 9 | 21 | November | 2000 | 40,9 |
| 10 | 13 | April | 2001 | 112,6 |
| 11 | 17 | Januari | 2003 | 47,7 |
| 12 | 31 | Desember | 2004 | 94,1 |
| 13 | 16 | Januari | 2005 | 40,5 |
| 14 | 25 | Desember | 2006 | 67,8 |
| 15 | 21 | Januari | 2007 | 25,3 |
| 16 | 21 | Februari | 2009 | 53,1 |

b. Distribusi Frekuensi

Distribusi Frekuensi adalah pengelompokan data ke dalam beberapa kategori yang menunjukkan banyaknya data dalam setiap kategori, dan setiap data tidak dapat dimasukkan ke dalam dua atau lebih kategori. Dalam perhitungan curah hujan digunakan distribusi frekuensi untuk memudahkan dalam mengolah data. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan 2 metode Log Pearson III dan Gumbel dan melihat Tabel uji *Chi Square* maka memiliki nilai derajat kebebasan yang berbeda. Perbandingan yang didapat pada nilai derajat kepercayaan dengan menggunakan Log Person III yaitu 0,047 sedangkan untuk Gumbel sebesar 0,020. Nilai derajat kepercayaan Log Pearson III lebih besar dibandingkan Gumbel dengan demikian yang dipakai atau diterima sebagai distribusi yaitu metode Log Pearson III. Nilai curah hujan rencana dengan menggunakan metode Log Pearson III periode ulang 10,25, dan 50 tahun didapat:

$$R_{10} = 83,46 \text{ mm}$$

R25 = 105,41 mm

R50 = 123,70 mm

c. Perhitungan debit rencana

Dari hasil perhitungan di atas didapat curah hujan rencana dengan masing-masing kala ulang yang dihasilkan dari Metode Log Pearson Type III. Maka nilai ini adalah nilai curah hujan rencana yang akan dipakai dalam perhitungan debit rencana. Untuk keperluan pengalih ragam data hujan ke besaran debit banjir (hidrograf banjir) dengan metode hidrograf satuan, diperlukan data hujan jam-jaman. Pada daerah studi maupun di DAS terdekat tidak tersedia data hujan perjam. Oleh sebab itu, hujan perjam akan diperkirakan berdasarkan karakteristik hujan secara umum. Menurut hasil penyelidikan Van Breen di Indonesia, hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam, dengan distribusi 10%, 40%, 40% dan 10%. Dari hasil analisa ini didapat distribusi hujan rancangannya adalah sebagai berikut:

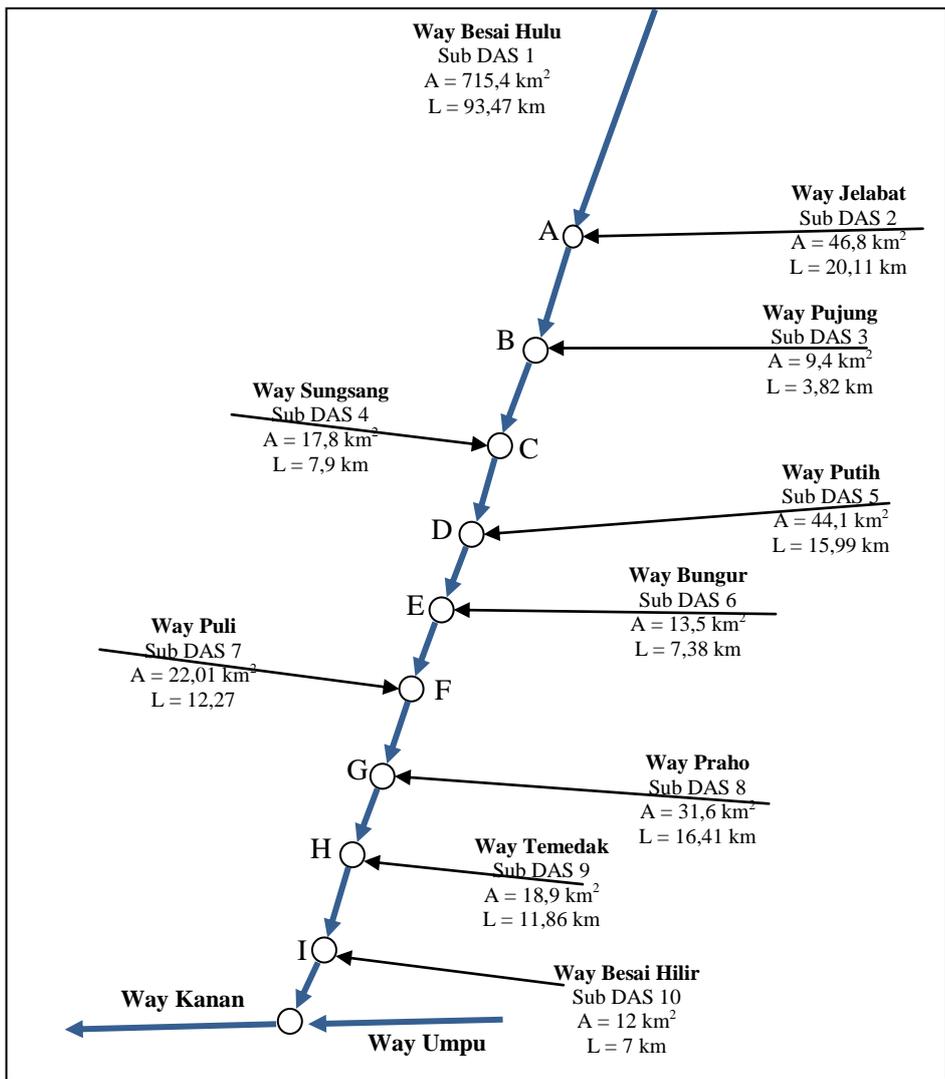
Tabel 3. Distribusi Hujan Rancangan

| T (tahun) | R (mm) | 90% R (mm) | Intensitas hujan (mm/jam) | | | |
|--------------|--------|---------------|---------------------------|----------|----------|----------|
| | | | Jam ke 1 | Jam ke 2 | Jam ke 3 | Jam ke 4 |
| | | | 10% | 40% | 40% | 10% |
| 10 | 83,47 | 75,12 | 7,51 | 30,05 | 30,05 | 7,51 |
| 25 | 105,41 | 94,87 | 9,49 | 37,95 | 37,95 | 9,49 |
| 50 | 123,70 | 111,33 | 11,13 | 44,53 | 44,53 | 11,13 |

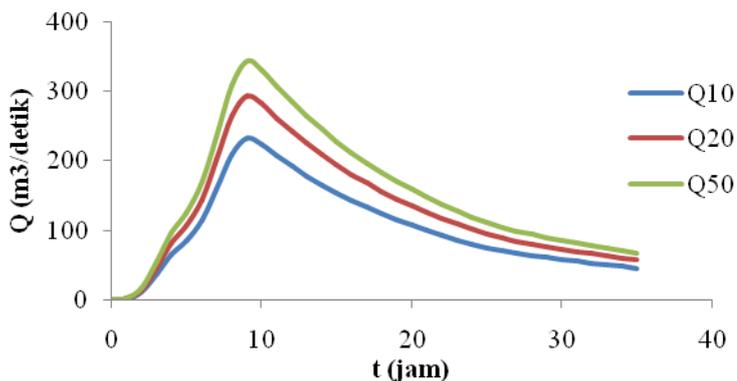
Perhitungan debit rencana kemudian dilakukan dengan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu dengan alasan metode ini adalah karna bentuk DAS yang relatif memanjang dan panjang sungainya. Tetapi sebelum dilakukan perhitungan, perlu diketahui terlebih dahulu struktur hirarki sungai pada DAS yang bersangkutan. DAS Way Besai mempunyai struktur hirarki dan Sub DAS dapat dilihat pada Tabel 5 hirarki sungai sebagai berikut:

Tabel 4. Sub DAS Way Besai

| No | Nama Sub DAS | Luas (km ²) | Panjang (km) | Kemiringan Sungai (S) |
|----|-----------------|-------------------------|--------------|-----------------------|
| 1 | Way Besai Hulu | 715,38 | 93,47 | 0,02534 |
| 2 | Way Jelabat | 46,77 | 20,11 | 0,00321 |
| 3 | Way Pujung | 9,42 | 3,82 | 0,00314 |
| 4 | Way Sungsang | 17,77 | 7,90 | 0,00456 |
| 5 | Way Putih | 44,11 | 15,99 | 0,00407 |
| 6 | Way Bungur | 13,53 | 7,38 | 0,00149 |
| 7 | Way Puli | 22,01 | 12,27 | 0,00310 |
| 8 | Way Praho | 31,61 | 16,41 | 0,00207 |
| 9 | Way Temedak | 18,85 | 11,86 | 0,00329 |
| 10 | Way Besai Hilir | 12,03 | 7,00 | 0,00269 |

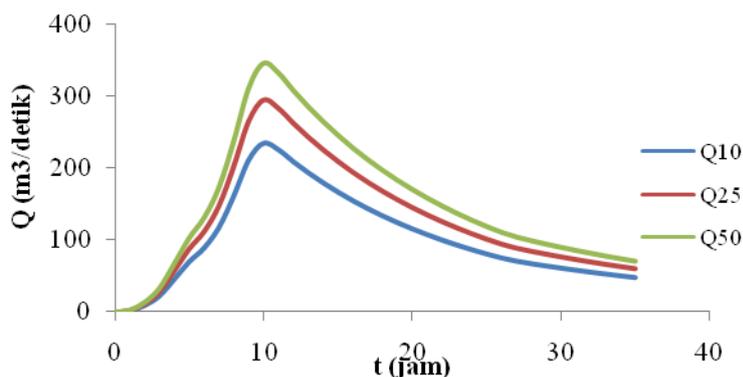


Gambar 2. Struktur Hirarki Sungai pada Way Besai



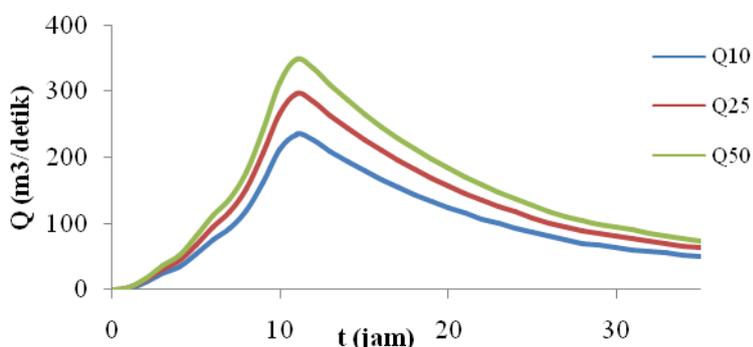
Gambar 3. Grafik Hidrograf Banjir di Titik A (Way Besai Hulu + Way Jelabat)

Berdasarkan gambar di atas, debit puncak banjir di titik A pada periode ulang 10 tahun sebesar 232,46 m³/detik, periode ulang 25 tahun sebesar 293,58 m³/detik, periode ulang 50 tahun 344,51 m³/detik dan terjadi debit puncak banjir pada jam ke 9.



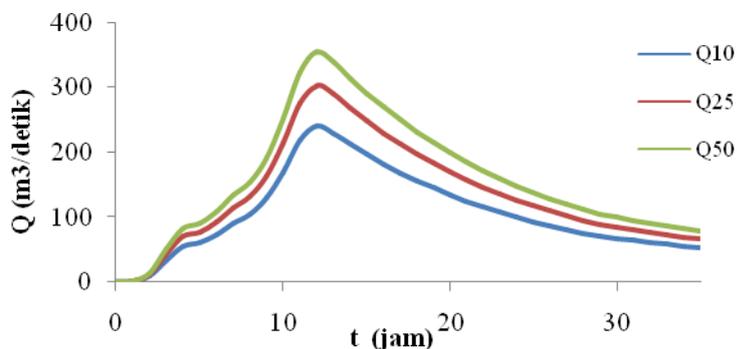
Gambar 4. Grafik Hidrograf Banjir di Titik B

Berdasarkan gambar di atas, debit puncak banjir di titik B pada periode ulang 10 tahun sebesar 233,21 m³/detik, periode ulang 25 tahun sebesar 294,53 m³/detik, periode ulang 50 tahun 345,61m³/detik dan terjadi debit puncak banjir pada jam ke 10.



Gambar 5. Grafik Hidrograf Banjir di Titik C

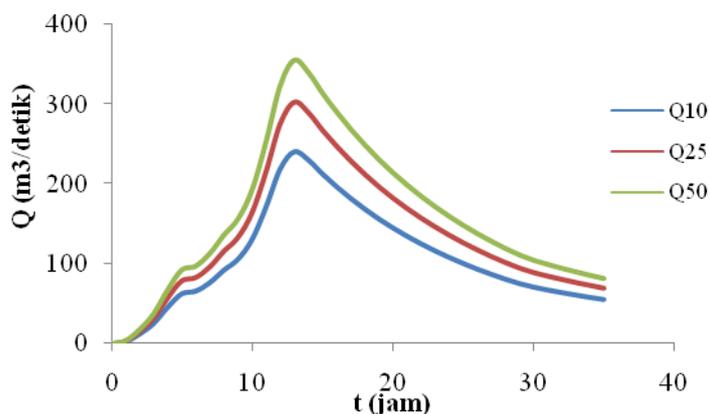
Berdasarkan gambar di atas, debit puncak banjir di titik C pada periode ulang 10 tahun sebesar 234,89 m³/detik, periode ulang 25 tahun sebesar 296,65 m³/detik, periode ulang 50 tahun 348,11m³/detik dan terjadi debit puncak banjir pada jam ke 11.



Gambar 6. Grafik Hidrograf Banjir di Titik D

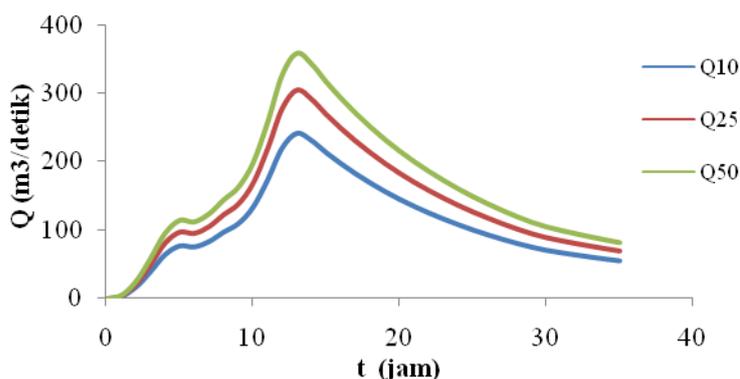
Berdasarkan gambar di atas, debit puncak banjir di titik D pada periode ulang 10 tahun sebesar 239,82 m³/detik, periode ulang 25 tahun sebesar 302,88 m³/detik, periode ulang 50 tahun

355,42m³/detik dan terjadi debit puncak banjir pada jam ke 12.



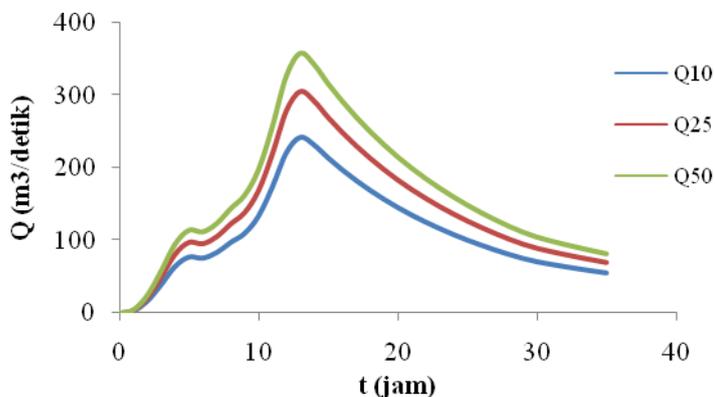
Gambar 7. Grafik Hidrograf Banjir di Titik E

Berdasarkan gambar di atas, debit puncak banjir di titik E pada periode ulang 10 tahun sebesar 240,26 m³/detik, periode ulang 25 tahun sebesar 303,43 m³/detik, periode ulang 50 tahun 356,06m³/detik dan terjadi debit puncak banjir pada jam ke 13.



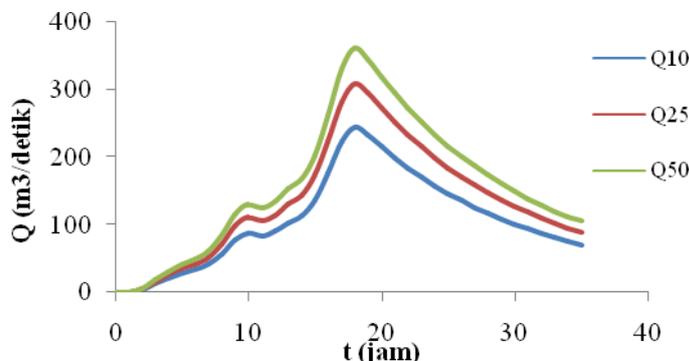
Gambar 8. Grafik Hidrograf Banjir di Titik F

Berdasarkan gambar di atas, debit puncak banjir di titik F pada periode ulang 10 tahun sebesar 241,81 m³/detik, periode ulang 25 tahun sebesar 305,39 m³/detik, periode ulang 50 tahun 358,37m³/detik dan terjadi debit puncak banjir pada jam ke 13.



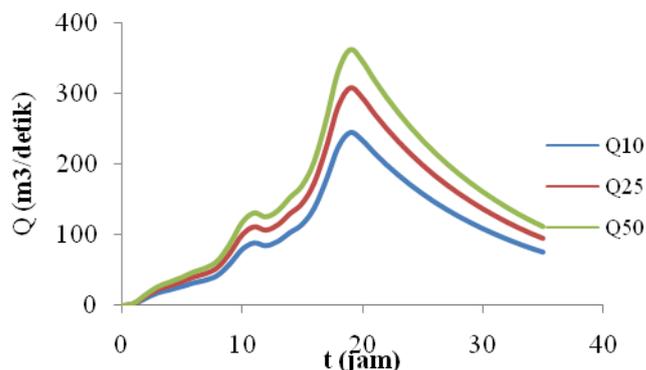
Gambar 9. Grafik Hidrograf Banjir di Titik G

Berdasarkan gambar di atas, debit puncak banjir di titik G pada periode ulang 10 tahun sebesar 243,60 m³/detik, periode ulang 25 tahun sebesar 307,65 m³/detik, periode ulang 50 tahun 361,01m³/detik dan terjadi debit puncak banjir pada jam ke 16.



Gambar 10. Grafik Hidrograf Banjir di Titik H

Berdasarkan gambar di atas, debit puncak banjir di titik H pada periode ulang 10 tahun sebesar 244,09 m³/detik, periode ulang 25 tahun sebesar 308,27 m³/detik, periode ulang 50 tahun 361,74m³/detik dan terjadi debit puncak banjir pada jam ke 18.



Gambar 11. Grafik Hidrograf Banjir di Titik I

Berdasarkan gambar di atas, debit puncak banjir di titik I pada periode ulang 10 tahun sebesar 244,15 m³/detik, periode ulang 25 tahun sebesar 308,35 m³/detik, periode ulang 50 tahun 361,83m³/detik dan terjadi debit puncak banjir pada jam ke 19.

KESIMPULAN

Hasil curah hujan rencana yang diperoleh berdasarkan metode Log Pearson III (setelah dilakukan uji Chi Kuadrat) untuk periode ulang 10 tahun sebesar 83,46 mm/hari, periode ulang 25 tahun sebesar 105,41 mm/hari dan periode ulang 50 tahun sebesar 123,70 mm/hari.

Debit puncak banjir rencana yang diperoleh berdasarkan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu sebesar 244,15 m³/detik, untuk periode ulang 10 tahun. 308,35m³/detik, untuk periode ulang 25 tahun dan 361,83m³/detik, untuk periode ulang 50 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1996. Pedoman Pengendalian Banjir, Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum.

BBWS Mesuji Tulang Bawang, 2013. SID Penanggulangan Banjir Way Besai Kabupaten Way Kanan. BBWS Mesuji Tulang Bawang. Bandar Lampung.

Sosrodarsono, S dan K. Takeda. 1980. Hidrologi untuk Pengairan. P.T. Pradnya Paramita. Jakarta
Triatmodjo, Bambang, 2008. Hidrologi Terapan, Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.