# ANALISIS ATAS DEBIT MAKSIMUM DAS MANIKIN MENGGUNAKAN METODE RASIONAL DAN HIDROGRAF SATUAN SINTETIS NAKAYASU

Cyprianus W. Wuwur[1] (ipiwuwur@yahoo.com)
Judi K. Nasjono[2] (judi.nasjono@staf.undana.ac.id)
Sudiyo Utomo[3] (diyotomo@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pada Daerah Aliran Sungai Manikin volume debit pada musim hujan sangat besar, sehingga sering terjadi banjir pada daerah sekitar. Dalam penelitian ini, faktor curah hujan dan debit terukur pada Sungai Manikin perlu dievaluasi untuk melihat kecocokan debit maksimum yang terjadi. Perhitungan Debit maksimum terukur menggunakan persamaan *rating curve* berdasarkan tinggi muka air yang tercatat, sedangkan perhitungan debit maksimum akibat curah hujan menggunakan Metode Rasional dan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. Hasil perhitungan berdasarkan Persamaan *rating curve* dari debit maksimum dari tahun 2009-2015 yang terbesar terjadi pada tahun 2009 sebesar 154,901 $m^3$/det sedangakan nilai debit maksimum terkecil pada tahun 2010 sebesar 20,982 $m^3$/det. Hasil analisis menggunakan Metode Rasional nilai debit terbesar terjadi pada tahun 2015 sebesar 107,735 $m^3$/det,sedangkan yang terkecil terjadi pada tahun 2011 sebesar 52,750 $m^3$/det. Untuk hasil analisis Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu nilai debit maksimum terbesar terjadi pada tahun 2015 sebesar 95,841 $m^3$/det,sedangkan nilai debit terkecil terjadi pada tahun 2011 sebesar 46,926 $m^3$/det. Hasil evaluasi ketelitian menggunakan indikator kesalahan volume, kesalahan bentuk geolmbang dan kesalahan debit puncak untuk Metode Rasional yaitu 48,185%,14,100% dan 5,808 %, sedangkan untuk Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu yaitu 60,807 %,3,400 % dan 5,882%.

**Kata Kunci : Debit; Rasional; Nakayasu**

***ABSTRACT***

*The discharge volume on Manikin catchment area wa very high that often cause flood around the area. In this research, the rainfall factor and measurable discharge on Manikin River should be evaluated to find out the compatibility of maximum discharge that may happen. The calculation of measureable maximum discharge id uding recorded water level, whlie the calculation of rainfall maximum discharge is using Rational and Nakayasu Synthetical hydrograph. In this research, maximum discharge based on rating curve equation in 2009-2015 reported that highest maximum discharge happened in 2009 with 154,901 $m^3$/sec, while the lowest maximum discharge happened in 2010 with 20,982 $m^3$/sec. The highest maximum discharge calculated using Rational Method on Manikin Catchment Area happened in 2015 with 125,616 $m^3$/sec,while the lowest maximum discharge happened in 2011 with 87,171 $m^3$/sec. Based on NakayasuSynthetical Hydrograph, the highest maximum discharge happened in 2015 with 111,748 $m^3$/sec, while the lowest discharge happened in 2011with 77,548 $m^3$/sec. Based on error analysis of maximum discharge for volume error,wave shape error,and peak discharge error of Rational Method are, 48,185%, 14,100% and 5,808%, meanwhile for Nakayasu Synthetical Hydrohraph are 60,807% , 3,400%, and 5,882%.*

***Keyword : Debit; Rational; Nakayasu***

[1] Prodi Teknik Sipil, FST Undana;
[2] Prodi Teknik Sipil, FST Undana;
[3] Prodi Teknik Sipil, FST Undana.

# PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber daya air pada suatu Daerah Airan Sungai (DAS) dalam pengembangan daerah sekitarnya, baik itu digunakan untuk irigasi, kebutuhan sehari-hari dan kebutuhan lainnya bergantung pada ketersediaan air pada DAS tersebut. Kontribusi dari ketersediaan air pada DAS tersebut dapat diperhitungkan dengan memanfaatkan ketersedian data-data penunjang dan juga menggunakan metode-metode empiris yang telah ada. Permasalahan yang ada di Pulau Timor yaitu ketersediaan catatan aliran dari sungai-sungai yang ada masih kurang untuk melakukan analisis hidrologi. Data debit pada DAS di Nusa Tenggara Timur umumnya tidak tersedia, sehingga perlu dianalisis data karakteristik DAS Manikin untuk mengetahui besarnya nilai debit tiap tahunnya dengan Metode Rasional dan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. Debit dapat diperoleh dari catatan tinggi muka air sungai yang dihubungkan dengan debit air yang disebut sebagai kurva lengkung debit (*Rating Curve)*. Pada penelitian ini menggunakan persamaa *rating curve* yang diperoleh dari Puslitbang Bandung. Debit hasil analisis dari Metode Rasional dan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu akan dibandingkan dengan debit hasil analisis dari persamaan *rating curve*. Untuk menentukan kecocokan nilai debit maksimum yang terjadi pada DAS Manikin dilakukan evaluasi dengan menggunakan indikator kesalahan (*error*) diantaranya kesalahan bentuk gelombang, kesalahan volume, dan kesalahan debit puncak. DAS Manikin terletak di daerah Kabupaten Kupang yang sumber daya airnya banyak dimanfaatkan untuk daerah sekitar maka penulis ingin melakukan penelitian dengan pendekatan sederhana membandingkan debit maksimum pada Daerah Aliran Sungai Manikin untuk mendapatkan metode yang paling cocok digunakan.

# TINJAUN PUSTAKA

## Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada satu titik/stasiun yang ditinjau (Triatmodjo,B,2010). Luas Daerah aliran sungai (DAS) diperkirakan denga mengukur daerah itu pada topografi. Luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit sungai, dimana semakin besar DAS semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai (Triatmodjo,2010 ).
Menurut Sosrodarsono (2003) berdasarkan perbedaan debit banjir,corak banjir dan debit pengaliran dasar yang terjadi, bentuk DAS dapat dibedakan menjadi tiga bentuk, yaitu bentuk bulu burung, bentuk radial, dan bentuk paralel.

## Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (Sosrodarsono, 2003).
Untuk mendapatkan gambaran mengenai distibusi curah hujan di seluruh daerah aliran sungai, maka di berbagai tempat tersebar merata di seluruh daerah itu dipasang alat pengukur hujan (Subarkah, 1980 ).

## Analisis Curah Hujan

Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode berikut, yaitu Metode Rerata Aljabar, Metode Poligon Thiessen dan Metode Isohiet (Triatmodjo,B, 2010).

## Metode Rerata Aljabar

$$P = \frac{1}{n}(P_1 + P_2 + \ldots\ldots + P_n) \quad (1)$$

Dimana :

$\bar{P}$ = Hujan rerata kawasan (mm)

N = Jumlah stasiun

$P_1, P_2, \ldots P_n$ = Hujan di stasiun 1, 2, 3,.....n

**Intensitas Curah Hujan**

Intensitas curah hujan didefinisikan sebagai ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air hujan berkonsentrasi (Triatmodjo,B,2010). Perhitungan curah hujan dipergunakan rumus empiris dalam hidrologi untuk menghitung intensitas curah hujan digunakan metode menurut Mononobe (Triatmodjo,B, 2010).

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \quad (2)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan untuk lamanya hujan t (mm/jam)

$R_{24}$= Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

$t_c$ = Lamanya curah hujan (jam).

**Waktu Konsentrasi**

Dalam Subarkah (1980) lama waktu konsentrasi sangat tergantung pada ciri-ciri daerah aliran, terutama panjang jarak yang harus ditempuh air hujan yang jatuh di tempat terjauh dari titik p. Untuk menentukan waktu konsentrasi menggunakan rumus Kirpich :

$$tc = \left(\frac{0{,}87 \text{ x } L^2}{1000 \text{ x } S}\right)^{0{,}385} \quad (3)$$

Dimana :

$t_c$ = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang sungai (km)

S = Kemiringan dasar sungai

**Kemiringan Dasar Sungai**

Kemiringan sungai berpengaruh besar pada kecepatan aliran.Semakin tinggi kemiringan sungai maka kecepatan aliran semakin cepat, sedangkan semakin rendah kemiringan sungai, maka kecepatan aliran semakin pelan.Nilai kemiringan sungai dapat ditentukan dengan panjang sungai dan perbedaan tinggi pada hulu dan hilir sungai.

$$S = \frac{\Delta H}{L} \quad (4)$$

Dimana :

S = Kemiringan dasar Sungai (m)

ΔH = Beda elevasi hulu dan hilir (m)

L = Panjang Sungai (km)

**Koefisien Limpasan**

Koefisen limpasan juga tergantung pada sifat kondisi tanah. Laju infiltrasi menurun pada hujan yang terus-menerus dan juga dipengaruhi oleh kondisi kejenuhan air sebelumnya. Faktor lain yang mempengaruhi nilai C yaitu air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah dan simpanan depresi (Suripin,2003).
Jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut (Kamiana,2012) :

$$C_{DAS} = \frac{\Sigma\, C_i A_i}{\sum_{i=0}^{n} A_i} \quad (5)$$

Dimana :
$C_{DAS}$ = Koefisien limpasan
n = Jumlah sub daerah pengaliran
$C_i$ = Koefisien pengaliran sub daerah pengaliran ke i
$A_i$ = Luas sub daerah pengaliran ke i ($km^2$)

Pemilihan harga C yang tepat memerlukan pengalaman hidrologi yang luas, Maka dari itu pada Tabel 1 dan Tabel 2 akan menampilkan harga C.

Tabel 1. Harga Koefisien Limpasan (Kodoatie dan syarief,2005)

| Penutupan Lahan | C |
|---|---|
| Hutan Lahan Kering Sekunder | 0,03 |
| Semak Belukar | 0,07 |
| Hutan Primer | 0,02 |
| Hutan Tanah Industri | 0,05 |
| Hutan Rawa Sekunder | 0,15 |
| Perkebunan | 0,4 |
| Pertanian Lahan Kering | 0,1 |
| Pertanian Lahan Kering Campur Semak | 0,1 |
| Permukiman | 0,6 |
| Sawah | 0,15 |
| Tambak | 0,05 |
| Terbuka | 0,2 |
| Perairan | 0,05 |

Tabel 2. Harga Koefisien Limpasan (Soewarno,2000)

| Penutupan Lahan | C (%) | C |
|---|---|---|
| Semak Belukar | 15 | 0,15 |
| Sawah | 15 | 0,15 |
| Daerah Pertanian, Perkebunan | 40 | 0,40 |
| Daerah Permukiman | 7 | 0,007 |
| Bangunan Padat | 70-90 | 0,70-0,90 |
| Bangunan Terpencar | 30-70 | 0,30-0,70 |
| Atap Rumah | 70-90 | 0,70-0,90 |
| Jalan Tanah | 13-50 | 0,13-0,50 |
| Lapis Keras Beton | 70-90 | 0,70-0,90 |
| Tanah Lapang | 10-30 | 0,10-0,30 |

**Persamaan *Rating Curve***

Rumus *rating curve* DAS Manikin didapatkan dari Pusat Penelitian Bandung tahun 1992,sebagai berikut :

$$Q = 8{,}929 \times (H-0{,}020)^{2{,}343} \quad (6)$$

Dimana :
Q = Debit aliran ($m^3$/det)
H = Tinggi muka air (m)

**Metode Rasional**

Metode Rasional merupakan rumus yang tertua dan yang terkenal diantara rumus-rumus empiris. Metode Rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran namun dengan daerah pengaliran yang terbatas (Kamiana,2012).

$$Q = 0{,}278 \times C \times I \times A \quad (7)$$

Dimana :
Q = Debit puncak limpasan permukaan ( $m^3$/det).
C = Angka pengaliran (tanpa dimensi).
A = Luas daerah pengaliran ($km^2$).
I = Intensitas curah hujan (mm/jam).

**Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu**

Nakayasu (1950) telah menyelidiki hidrograf satuan di Jepang dan memberikan seperangkat persamaan untuk membentuk suatu hidrograf satuan sebagai berikut (Kamiana,2012). Debit puncak HSS Nakayasu adalah :

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_o}{3{,}6\,(0{,}3T_p + T_{0,3})} \quad (8)$$

Dimana :
$Q_p$ = Debit puncak ($m^3$/det)
$R_o$ = Hujan satuan (mm),tetapan
C = Koefisien Limpasan
A = Luas DAS ($km^2$)
$T_p$ = Waktu Puncak (jam)
$T_{0,3}$ = Waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam)

Nilai $T_p$ diperoleh dari

$$T_p = t_g + 0{,}8\ tr \quad (9)$$

Nilai $t_g$ diperoleh dari

$$t_g = 0{,}4 + 0{,}058\ L \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km} \quad (10)$$
$$t_g = 0{,}21 \times L^{0{,}7} \quad \text{untuk } L < 15 \text{ km} \quad (11)$$

Nilai $t_r$ diperoleh dari

$$tr = 0{,}5\ t_g \text{ sampai } t_g \quad (12)$$

Sedangkan nilai $T_{0,3}$

$$T_{0,3} = \alpha\ t_g \quad (13)$$

Sementara nilai α

Untuk α = 2 (daerah pengaliran biasa)
α = 1,5 (bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun cepat)
α = 3 (bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat)

**Evaluasi Kesalahan (*Error)***

Ada tiga indikator kesalahan yang digunakan yaitu kesalahan bentuk gelombang, kesalahan volume dan kesalahan debit puncak. Secara umum ketiga parameter kesalahan (*Error*) ini biasa digunakan dalam mengevaluasi ketelitian debit maksimum, berikut merupakan persamaan dari ketiga parameter kesalahan (Handayani, dkk,2015) :

Kesalahan Bentuk Gelombang

$$E_w = \frac{1}{n}\sum_{i=}^{n}\left(\frac{Q_{0(i)-}-Q_{0(i)}}{Q_{0(i)}}\right)^2 \quad (14)$$

Dimana :
$E_w$ = Kesalahan bentuk gelombang
$Q_o$ = Debit hasil pemodelan
$Q_c$ = Debit observasi lapangan

Kesalahan Volume

$$F_v = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_{o\,(i)} - \sum_{i=1}^{n} Q_{c(i)}}{\sum_{i=1}^{n} Q_{o\,(i)}} \quad (15)$$

Dimana :
$F_v$ = Kesalahan volume
$Q_o$ = Debit hasil pemodelan
$Q_c$ = Debit observasi lapangan

Kesalahan Debit Puncak

$$E_p = \frac{Q_{op}-Q_{cp}}{Q_{op}} \quad (17)$$

Dimana :
$E_p$ = Kesalahan debit puncak
$Q_{op}$ = Debit hasil pemodelan
$Q_{cp}$ = Debit observasi lapangan

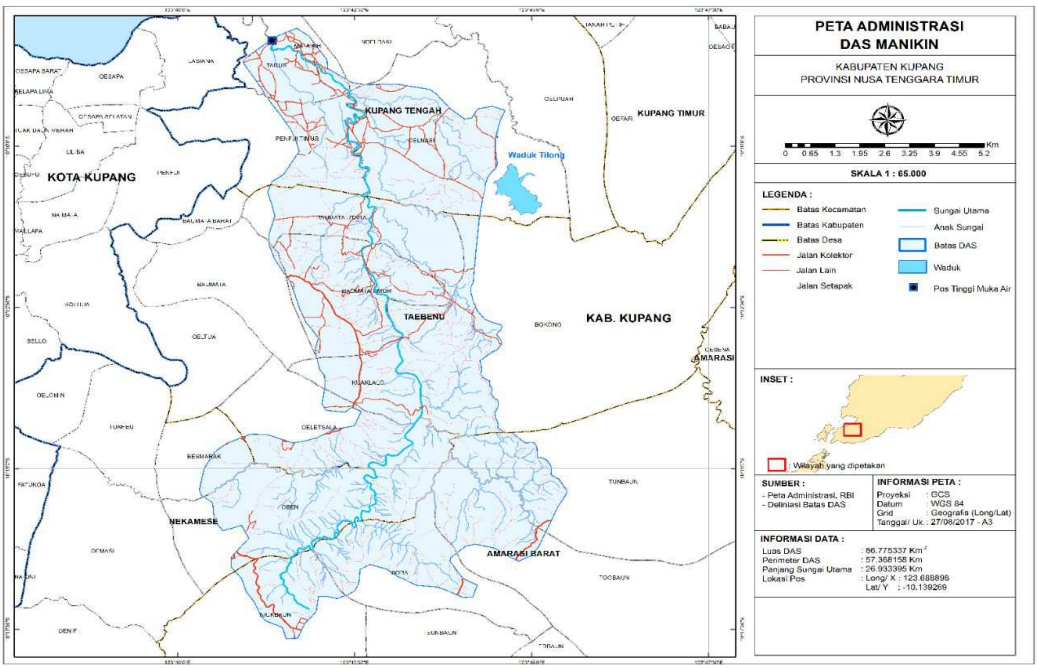
# HASIL DAN PEMBAHASAN

**Gambar Umum Lokasi Penelitian**

Sungai Manikin merupakan salah satu sungai yang mengalir pada daerah Kabupaten Kupang dan termasuk dalam Wilayah Sungai Noelmina yang bermura di Teluk Kupang. Pada Daerah Aliran Sungai ini terdapat sebuah bendung yang terletak di Desa Mata Air, dimana digunakan untuk kebutuhan irigasi daerah sekitar. Berdasarkan Peta Administrasi DAS Manikin seperti pada Lampiran 1, memiliki luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sebesar 86,775 $km^2$ dan panjang sungai utamanya 26,933 km. Batas-batas DAS Manikin, meliputi :

- Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Besmarak
- Sebelah Timur berbatasn dengan Desa Bokong
- Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Noelbaki
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Niukbaun.

Bentuk dari DAS Manikin dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.




Gambar 1. Peta Administrasi DAS Manikin

## Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan menggunakan persamaan 1. Untuk DAS Manikin terdapat dua pos pengukur curah hujan, yakni pos hujan Lasiana dan Pos hujan Baun yang masing-masing terletak pada luar DAS. Kedua pos hujan ini mempengaruhi hujan yang masuk pada DAS Manikin, sehingga hujan yang tercatat pada tiap pos hujan dihitung rata-ratanya dan diambil yang maksimum untuk perhitungan debit puncak tahunan. Hasil perhitungan curah hujan dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan Metode Rata-Rata Aljabar

| Kejadian | | | Pos Hujan | | Hujan Rata-Rata Harian (mm) | Hujan Maksimum Harian Rata-Rata (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tanggal | Bulan | Tahun | Sta. Lasiana (mm) | Sta. Baun (mm) | | |
| 16 | Desember | 2009 | 173 | 20 | 96,500 | 96,500 |
| 14 | Desember | | 27 | 65 | 46,000 | |
| 18 | Januari | 2010 | 100 | 86 | 93,000 | 93,000 |
| 1 | Agustus | | 0 | 117 | 58,500 | |
| 24 | Februari | 2011 | 78 | 78 | 53,500 | 59,000 |
| 19 | Maret | | 1 | 117 | 59,000 | |
| 3 | Februari | 2012 | 100 | 43 | 71,500 | 71,500 |
| 13 | Maret | | 0 | 101 | 50,500 | |
| 7 | Januari | 2013 | 139 | 39 | 89,000 | 89,000 |
| 21 | Februari | | 1 | 106 | 53,500 | |
| 22 | Januari | 2014 | 111 | 36 | 73,500 | 93,000 |
| 19 | Februari | | 101 | 85 | 93,000 | |
| 11 | Januari | 2015 | 154 | 28 | 91,000 | 120,500 |
| 25 | Januari | | 114 | 127 | 120,500 | |

**Koefisien Limpasan**

Luas DAS Manikin sebesar 86,775 $km^2$ dengan tata guna lahannya sebagian besar didominasi oleh padang rumput dan kebun menduduki tempat kedua. Besarnya nilai C untuk setiap tata guna lahan dicocokkan dengan nilai C pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pada Tabel 4 berikut memperlihatkan besarnya nilai C untuk setiap tata guna lahan dan nilai koefisien limpasan (C) untuk DAS Manikin sebesar 0,296.

Tabel 4. Perhitungan Koefien Limpasan Pada DAS Manikin

| No | Tata Guna Lahan | Luas ($km^2$) | C (%) | C x A ($km^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Hutan | 0,393 | 0,030 | 0,012 |
| 2 | Padang rumput/Tanah Lapang | 73,108 | 0,300 | 21,932 |
| 3 | Kebun | 5,537 | 0,400 | 2,215 |
| 4 | Sawah | 1,176 | 0,150 | 0,176 |
| 5 | Pemukiman | 1,151 | 0,600 | 0,806 |
| 6 | Semak belukar | 3,662 | 0,070 | 0,256 |
| 7 | Ladang/Terbuka | 1,104 | 0,200 | 0,221 |
| 8 | Sungai/Perairan | 0,644 | 0,050 | 0,032 |
| Total | | 86,775 | 1,900 | 25,650 |

**Metode Rasional**

Nilai debit maksimum untuk Metode Rasional dapat dihitung apabila diketahui luas DAS, intensitas curah hujan dan nilai koefisien limpasan. Hasil analisis debit maksimum untuk Metode Rasional dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Debit Maksimum Pada DAS Manikin Analisis Metode Rasional

| Tahun | C | I (mm/jam) | A ($km^2$) | Q ($m^2$/det) |
|---|---|---|---|---|
| 2009 | 0,296 | 14,920 | 86,775 | 86,277 |
| 2010 | 0,296 | 13,604 | 86,775 | 83,148 |
| 2011 | 0,296 | 12,225 | 86,775 | 52,750 |
| 2012 | 0,296 | 12,601 | 86,775 | 63,926 |
| 2013 | 0,296 | 15,359 | 86,775 | 79,572 |
| 2014 | 0,296 | 12,287 | 86,775 | 87,618 |
| 2015 | 0,296 | 17,616 | 86,775 | 107,735 |

**Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu**

Dalam perhitungan debit maksimum mennggunkan Metode Nakayasu penentuan nilai α sangat penting karena sangat bepengaruh pada hasil debir maksimum. Pada penelitian ini menggunkan nilai α = 1,5, 2 dan 3 dengan nilai $t_r = 0,75\ t_g$. Dari hasil analisis debit maksimum dari tahun 2009-2015 diperoleh menggunakan α = 3, hasilnya mlebih mendekati denagn debit maksimum hasil analisis persamaan *rating curve*. Oleh karena itu, pada perhitungan ini menggunakan α = 3 dapat dilihat pada Tabel 6 berkut ini.

Tabel 6. Debit Maksimum Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

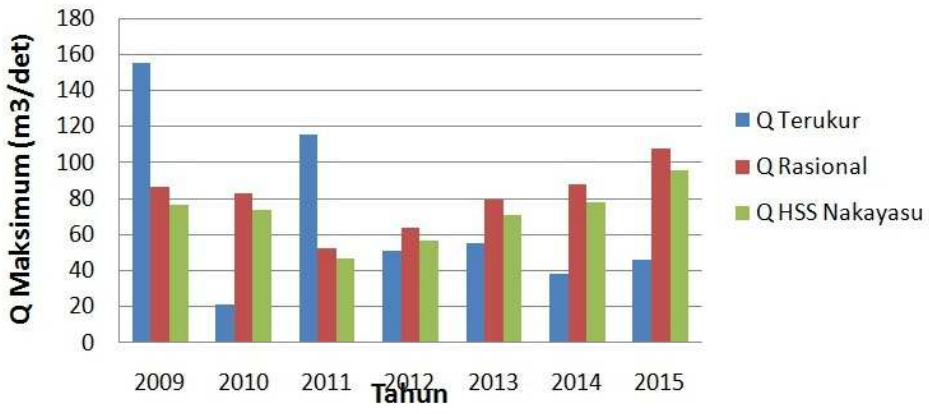
| Tahun | $T_r$ (jam) | α | $T_{0,3}$ (jam) | $T_p$ | $Q_p$ | Qmaks ($m^3$/det) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2009 | 1,472 | 3 | 5,886 | 3,139 | 1,403 | 76,752 |
| 2010 | 1,472 | 3 | 5,886 | 3,139 | 1,403 | 73,969 |
| 2011 | 1,472 | 3 | 5,886 | 3,139 | 1,403 | 46,926 |
| 2012 | 1,472 | 3 | 5,886 | 3,139 | 1,403 | 56.868 |
| 2013 | 1,472 | 3 | 5,886 | 3,139 | 1,403 | 70,787 |
| 2014 | 1,472 | 3 | 5,886 | 3,139 | 1,403 | 77,945 |
| 2015 | 1,472 | 3 | 5,886 | 3,139 | 1,403 | 95,841 |

**Analisis Debit Persamaan *Rating Curve***

Analisis debit maksimum pada persamaan ini,menggunakan data tinggi muka air hasil pencatatan pada Pos Duga Tinggi Muka Air dalam tiap tahunnya lalu dipilih nilai debit maksimum, pada penelitian ini menggunakan data tinggi muka air tahun 2009 sampai tah8n 2015 seperti pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Debit Maksimum Persamaan *Rating Curve*

| Tahun | Tinggi Muka Air | Debit Maksimum |
|---|---|---|
| | (m) | ($m^3$/det) |
| 2009 | 3,400 | 154,900 |
| 2010 | 1,460 | 20,980 |
| 2011 | 3,000 | 115,317 |
| 2012 | 2,020 | 45,300 |
| 2013 | 2,200 | 55,438 |
| 2014 | 1,880 | 38,379 |
| 2015 | 2,040 | 46,370 |




Gambar 2. Histogram Perbandingan Debit Persamaan *Rating Curve*, Debit Metode Rasional, dan debit Metode HSS Nakayasu.

**Analisis Kesalahan (*Error*) Metode Rasional Dan Metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu Pada DAS Manikin.**

Kesalahan Bentuk Gelombang Metode Rasional Pada DAS Manikin

$$E_w = \frac{1}{n} \sum_i^n \left( \frac{Q_{o(i)-} - Q_{o(i)}}{Q_{o(i)}} \right)^2$$

$$E_w = \frac{1}{7} (337{,}296\ \%)$$

$$E_w = 48{,}185\ \%$$

Kesalahan Bentuk Gelombang Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakyasu pada DAS Manikin

$$E_w = \frac{1}{n} \sum_i^n \left( \frac{Q_{o(i)-} - Q_{o(i)}}{Q_{o(i)}} \right)^2$$

$$E_w = \frac{1}{7} (425{,}646\ \%)$$

$$E_w = 60{,}807\ \%$$

Kesalahan Volume Metode Rasional Pada DAS Manikin

$$F_v = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{o\,(i)} - \sum_{i=1}^n Q_{c(i)}}{\sum_{i=1}^n Q_{o\,(i)}}$$

$$F_v = \frac{221{,}007}{703{,}182}$$

$$F_v = 0,\ 141 \text{ x } 100\ \%$$

$$F_v = 14{,}100\ \%$$

Kesalahan Volume Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakyasu pada DAS Manikin

$$F_v = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{o\,(i)} - \sum_{i=1}^n Q_{c(i)}}{\sum_{i=1}^n Q_{o\,(i)}}$$

$$F_v = \frac{143{,}376}{655{,}551}$$

$$F_v = 0{,}034 \text{ x } 100\ \%$$

$$F_v = 3{,}400\ \%$$

Kesalahan Debit Puncak Metode Rasional Pada DAS Manikin

$$E_p = \frac{Q_{op} - Q_{cp}}{Q_{op}}$$

$$E_p = \frac{1}{7} (40{,}654\ \%)$$

$$E_p = 5{,}808\ \%$$

Kesalahan Debit Puncak Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakyasu pada DAS Manikin

$$E_p = \frac{Q_{op} - Q_{cp}}{Q_{op}}$$

$$E_p = \frac{1}{7} (41{,}171\ \%)$$

$$E_p = 5{,}882\ \%$$

## Pembahasan

Debit Debit maksimum terukur Sungai Manikin hasil olahan data tinggi muka air yang terbesar yaitu pada tahun 2009 dengan $Q_{maks}$ = 154,901 $m^3$/det, sedangkan nilai debit maksimum yang terkecil yaitu pada tahun 2010 dengan $Q_{maks}$ = 20,982 $m^3$/det. Debit maksimum hasil analisis Metode Rasional pada DAS Manikin menghasilkan nilai debit maksimum terbesar yaitu terjadi pada tahun 2015 dengan $Q_{maks}$= 107,735 $m^3$/det, sedangkan nilai debit maksimum yang terkecil terjadi pada tahun 2011 dengan $Q_{maks}$ = 52,750 $m^3$/det. Debit maksimum hasil analisis HSS Nakyasu pada DAS Manikin menghasilkan nilai debit maksimum terbesar yaitu terjadi pada tahun 2015 dengan $Q_{maks}$= 95,841 $m^3$/det, sedangkan nilai debit maksimum yang terkecil terjadi pada tahun 2011 dengan $Q_{maks}$ = 46,926 $m^3$/det. Berdasarkam hasil evaluasi kesalahan (*error*)

debit maksimum hasil olahan data tinggi muka air dan debit maksimum hasil analisis Metode Rasional dan HSS Nakayasu tahun 2009-2015 pada DAS Manikin secara berturut-turut diperoleh berturut-turut sebagai berikut kesalahan bentuk gelombang 48,185 % dan 60,807 %, kesalahan volume 14,100 % dan 3,400 %, kesalahan debit puncak 5,808 % dan 5,882 %.

## KESIMPULAN

1. Debit maksimum terukur hasil analisis data tinggi muka air pada Daerah Aliran Sungai Manikin menghasilkan nilai debit maksimum terbesar terjadi pada tahun 2009 dengan $Q_{maks}$ = 154,901 $m^3$/det, sedangkan nilai debit masksimum yang terkecil terjadi pada tahun 2010 dengan $Q_{maks-}$= 20,982 $m^3$/det.
2. Debit maksimum pada Daerah Aliran Sungai Manikin hasil analisis Metode Rasional menghasilkan nilai debit maksimum yang terbesar terjadi pada tahun 2015 dengan $Q_{maks}$= 107,735$m^3$/det, sedangkan nilai debit maksimum yang terkecil terjadi pada tahun 2011 dengan $Q_{maks}$ = 52,750 $m^3$/det. Hasil analisis HSS Nakayasu menghasilkan nilai debit maksimum terbesar terjadi pada tahun 2015 dengan $Q_{maks}$ = 95,841 $m^3$/det, sedangkan nilai debit maksimum yang terkecil terjadi pada tahun 2011 dengan $Q_{maks}$ = 46,926 $m^3$/det.
3. Hasil analisis Kesalahan (*error*) untuk kesalahan bentuk gelombang, kesalahan volume dan kesalahan debit puncak pada debit maskimum terukur dan terhitung DAS Manikin Metode Rasional dan HSS Nakayasu tahun 2009-2015 berturut-turut sebagai berikut kesalahan bentuk gelombang 48,185 % dan, 60,807 %, kesalahan volume 14,100 % dan 3,400%, kesalahan debit puncak 5,808 % dan 5,882 %.
4. Berdasarkan hasil evaluasi dari ketiga parameter kesalahan (*error*) hasil yang didapat kesalahan untuk HSS Nakayasu lebih kecil dibandingkan dengan Metode Rasional. Dalam kasus ini HSS Nakayasu lebih baik dibandingkan dengan Metode Rasional, akan tetapi kedua cara ini dapat diterapkan di DAS Manikin.

## SARAN

1. Dalam penelitian ini data curah hujan dan data tinggi muka air yang digunakan hanya 7 tahun (2009-2015). Oleh karena itu, bisa dilakukan penelitian lanjutan jika data-data yang dibutuhkan tersedia lebih dari yang digunakan saat ini.
2. Dapat dilakukan penelitian dengan menggunakan Metode lain seperti HSS Snyder dan HSS Gama I.

## DAFTAR PUSTAKA

Handayani. dkk. 2015. *Model Hidrologi Untuk Analisis Banjir Berbasis Data Satelit*. Pekanbaru. Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau.

Kamiana. 2012. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Kodoatie, R.J., dan Roestam Syarief. 2015. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi, Jakarta.

Puslitbang. 1995. Besarnya Aliran Berdasarkan Metode Hymos Manning Q = 8,929 (H-0,02)2,343 yang Dibuat Menurut Data Pengukuran Aliran Dari Tahun 1981 Sampai Dengan Tahun 1992, Puslitbang, Bandung.

Soewarno. 2000. *Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Hidrologi Jilid II.* Nova, Bandung.

Sosrodarsono, Suyono. 2003, Hidrologi Untuk Pengairan, Penerbit Pradnya Paramita, Yogyakarta.

Subarkah, Iman. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Idea

Dharma, Bandung.

Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi: Yogyakarta

Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.