

ANALISIS HIDROLOGI UNTUK PENENTUAN DEBIT BANJIR DI WILAYAH DAS SUNGAI KARANG MUMUS

Zuliana Fitriyanti

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Intisari

Sungai Karang Mumus merupakan nama Sungai yang membelah Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Sungai Karang Mumus merupakan anak Sungai Mahakam yang memiliki Daerah Aliran Sungai 321,574 km², Panjang 47,48 km, dan panjang aliran 34,7 km di wilayah Kota Samarinda.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya rancangan curah hujan harian maksimum dan nilai debit hujan Sungai Karang Mumus dengan kala ulang 2, 5, 10, dan 25 Tahun.

Dalam menghitung Hujan Rancangan menggunakan Metode Aritmatik, Metode Thiessen, Metode Isohyet dan Metode Log Person Tipe III. Dan untuk perhitungan Debit Banjir Menggunakan Hidrograf HSS Nakayasu.

Hujan Rancangan Menggunakan Metode Aritmatik mendapat nilai 122,12 mm, Metode Thiessen mendapat nilai 123,274 mm, Metode Isohyet mendapat nilai 126,722 mm, Metode Log Person Type III mendapat nilai kala ulang 2 tahun 89,0132 mm, kala ulang 5 tahun 96,8183 mm, kala ulang 10 tahun 8,7275 mm, kala ulang 25 tahun 99,7122 mm. Perhitungan debit banjir menggunakan Metode HSS Nakayasu kala ulang 2 tahun mendapat debit banjir 82,577 m³/dtk, kala ulang 5 tahun mendapat debit 89,816 m³/dtk, kala ulang 10 tahun mendapat debit 91,587 m³/dtk, dan kala ulang 25 tahun mendapat debit 92,501 m³/dtk.

Kata Kunci : Hidrologi, Hujan Rancangan, Debit Banjir.

ANALYSIS OF HYDROLOGY FOR DETERMINATION OF FLOOD DISCHARGE IN KARANG MUMUS RIVER WATERSHED

Abstract

Karang Mumus river is a river's name that divides Samarinda City, Kalimantan Timur. Karang Mumus river is a Mahakam tributary that has 321,574 km² watershed, 47,48 km length, and 34,7 km flow length.

In this study aims to determine the size of the maximum design of daily rainfall and get the value of the rainfall in Karang Mumus river watershed with a reset of 2, 5, 10, and 25 years.

In calculating Rain Design using Arithmetic Method, Thiessen Method, Isohyet Method and Type III Log Person Method. And for the calculation of Flood Discharge Using the HSS Nakayasu Hydrograph.

Rain Design Using Arithmetic Method gets 122.12 mm, Thiessen Method gets 123.274 mm, Isohyet Method gets 126.722 mm, Log Person Type III method gets 2 years return value 89.0132 mm, 5 year return period 96.8183 mm, 10 years return period 8,7275 mm, 25 years return period 99,7122 mm. Calculation of flood discharge using the Nakayasu HSS Method when 2 years return gets a flood discharge of 82,577 m³ / sec, a 5-year return period gets a debit of 89,816 m³ / sec, a 10-year return period gets a debit of 91,587 m³ / sec, and a 25-year return period gets a debit of 92,501 m³ / sec.

Keywords: Hydrology, Rain Design, Flood Discharge.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sungai Karang Mumus merupakan nama sungai yang membelah Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Sungai Karang Mumus merupakan anak Sungai Mahakam memiliki Daerah Aliran Sungai 321,574 km², Panjang 47,48 km, dan panjang aliran 34,7 km di wilayah Kota Samarinda. Sungai Karang Mumus menjadi salah satu jalur transportasi air bagi warga yang berada di daerah aliran sungai (DAS) Karang Mumus, selain itu juga menjadi sumber aktifitas mencuci, mandi, dan aktivitas lainnya Walaupun akhir-akhir ini, sesuai dengan intruksi dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Samarinda, kualitas air Sungai Karang Mumus tidak lagi layak untuk digunakan akibat pencemaran limbah rumah tangga yang melebihi ambang normal. Air pada DAS merupakan aliran air yang mengalami siklus hidrologi secara alamiah. Selama berlangsungnya daur hidrologi, yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti tersebut, air tersebut akan tertahan (sementara) di sungai, danau/waduk, dan dalam tanah sehingga akan dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup.

2. Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa besarnya rancangan curah hujan harian maksimum dengan kala ulang 2, 5, 10, dan 25 Tahun di DAS Sungai Karang Mumus ?
2. Berapa besarnya debit hujan DAS Sungai Karang Mumus dengan kala ulang 2, 5, 10, dan 25 Tahun ?

3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas pada laporan ini adalah :

1. Daerah kajian pada DAS Sungai Karang Mumus.
2. Perhitungan besarnya rancangan curah hujan harian maksimum dengan kala

ulang 2, 5, 10, dan 25 Tahun di DAS Sungai Karang Mumus.

3. Perhitungan besarnya debit hujan DAS Karang Mumus periode ulang 2, 5, 10, dan 25 Tahun.
4. Metode yang digunakan disesuaikan Catchmen Area yang diteliti.

4. Tujuan

adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besarnya rancangan curah hujan harian maksimum dengan kala ulang 2, 5, 10, dan 25 Tahun di DAS sungai karang mumus
2. Untuk mendapatkan nilai debit hujan DAS Sungai Karang Mumus dengan kala ulang 2, 5, 10, dan 25 Tahun

5. Manfaat

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besarnya rancangan curah hujan harian maksimum
2. Memberikan masukan untuk merancang kapasitas aliran dari debit hujan yang dihasilkan dengan beberapa metode.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Analisa Hidrologi

Dalam hal ini analisa hidrologi adalah salah satu metode yang dipakai dalam menganalisa curah hujan rancangan antara lain. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan harian yang berada dalam Daerah Pengaliran Sungai (DPS). Stasiun curah hujan yang dipakai adalah stasiun pencatat curah hujan Balai Wilayah Sungai Kalimantan III (Unit Hidrologi) Propinsi Kalimantan Timur.

2. Pengertian Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah salah satu dari 6 siklus biogeokimia yang berlangsung di bumi. Siklus hidrologi adalah suatu siklus atau sirkulasi air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus menerus. Siklus hidrologi memegang peran penting bagi kelangsungan hidup organisme bumi. Melalui siklus ini, ketersediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga, mengingat teraturnya suhu

lingkungan, cuaca, hujan, dan keseimbangan ekosistem bumi dapat tercipta karena proses siklus hidrologi ini

3. DAS Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang di batasi punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama (Asdak, 1995). DAS termasuk suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. (PP No 37 tentang Pengelolaan DAS, Pasal 1).

4. Panjang Sungai

Panjang sungai adalah panjang yang diukur sepanjang sungai, dari stasiun yang ditinjau atau muara sungai sampai ujung hulunya. Sungai utama adalah sungai terbesar pada daerah tangkapan dan yang membawa aliran menuju muara sungai.

Pengukuran panjang sungai dan panjang DAS adalah penting dalam analisis aliran limpasan dan debit aliran sungai. Panjang DAS adalah panjang maksimum sepanjang sungai utama dari stasiun yang ditinjau (atau muara) ke titik terjauh dari batas DAS. Panjang pusat berat adalah panjang sungai yang diukur sepanjang sungai dari stasiun yang ditinjau sampai titik terdekat dengan titik berat daerah aliran sungai. Pusat berat DAS adalah pusat berat titik perpotongan dari dua atau lebih garis lurus yang membagi DAS menjadi dua DAS yang kira – kira sama besar. (Bambang Triatmodjo.(2008).

5. Curah Hujan

Menurut Suyono Sosrodarsono (1983), curah hujan yang diperlukan untuk mendukung pekerjaan perencanaan dan detail design pengendalian banjir dimaksudkan untuk memperoleh keluaran berupa “besaran banjir rancangan”. Dalam hal ini besarnya volume debit yang

disebabkan oleh curah hujan jangka waktu yang pendek dipergunakan sebagai acuan dalam perencanaan bangunan – bangunan sungai, seperti talud, pintu air saluran pembuang (*Flap Gate*), pelindung lereng tebing (groin, bronjong, riprap, dan krip), bangunan pengendali dasar sungai (ground sill), bendung irigasi dan lain – lain.

6. Metode Aritmatik (Rata-Rata Aljabar)

Dengan menggunakan metode Aritmatik, curah hujan rata-rata DAS dapat ditentukan dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran untuk suatu periode tertentu dan membaginya dengan banyaknya stasiun pengukuran. Metode ini dapat dipakai pada daerah datar dengan jumlah stasiun hujan relatif banyak, dengan anggapan bahwa di DAS tersebut sifat hujannya adalah merata (uniform) Secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$P = 1/n \sum P_i$$

7. Metode Poligon Thiessen

Dalam metode poligon thiessen, curah hujan rata-rata didapatkan dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian setiap stasiun penakar hujan akan terletak pada suatu wilayah poligon tertutup luas tertentu. Cara ini dipandang lebih baik dari cara rerata aljabar (Arimatik), Yaitu dengan memasukkan faktor luas areal yang diwakili oleh setiap stasiun hujan

$$p = \frac{A_1.P_1 + A_2.P_2 + A_1.P_1 + \dots + A_n.P_n}{A_{total}}$$

8. Metode Isohyet

Metode ini menggunakan pembagian DAS dengan garis-garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan curah hujan yang sama besar (isohyet). Curah hujan rata-rata di daerah aliran sungai didapatkan dengan menjumlahkan perkalian antara curah hujan rata-rata di antara garis-garis isohyet dengan luas daerah yang dibatasi oleh garis batas DAS dan dua garis isohyet, kemudian dibagi dengan luas seluruh DAS.

$$P = \left(\frac{A_1}{A_{total}} \times \frac{(P_1 + P_2)}{2} \right) + \left(\frac{A_2}{A_{total}} \times \frac{(P_2 + P_3)}{2} \right) + \dots + \left(\frac{A_n}{A_{total}} \times \frac{(P_n + P_{n+1})}{2} \right)$$

9. Metode Log Person Tipe III

Curah hujan rancangan dihitung dengan menggunakan Metode Log Person Tipe III, karena metode ini dapat dipakai untuk semua sebaran data tanpa harus memenuhi syarat koefisien kemencengan (skewness) dan koefisien kepuncakan (kurtosis). Distribusi Log Person III mempunyai koefisien kemencengan (Coefisien of Skwennes) atau C_s , koefisien kurtosis (Coefisien Curtosis) atau C_k dan koefisien varians atau C_v dengan nilai bebas.

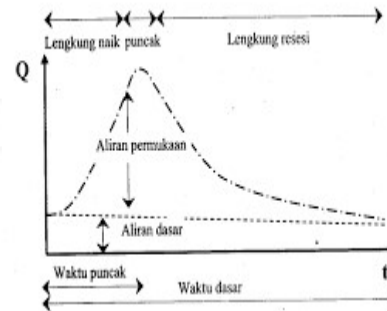
Tabel 2.1 Faktor Frekuensi Distribusi Normal

Distribusi Log Person Tipe III	Syarat	
	C_s	$\neq 0$

10. Pengertian Hidrograf

Sebelum mempelajari lebih lanjut mengenai hidrograf, terlebih dahulu akan disajikan beberapa pengertian yang berhubungan dengan hidrograf, sebagai berikut:

1. Hidrograf adalah penyajian secara grafis hubungan salah satu unsur aliran misalnya debit (Q) terhadap waktu (t). Istilah selanjutnya yang disebut dengan hidrograf dalam buku ini adalah hubungan antara debit dengan waktu.
2. Komponen pembentuk hidrograf berasal dari: limpasan atau aliran permukaan/aliran langsung dan aliran dasar (dibentuk oleh aliran antara dan aliran bawah tanah).
3. Hidrograf terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu: lengkung konsentrasi/lengkung naik, bagian puncak, dan lengkung resesi. (Lihat contoh pada Gambar 5.1).



Gambar 2.3 Bagian-bagian hidrograf

Hidrograf satuan sintetik metode DR. Nakayasu telah berulang kali diterapkan di Indonesia. Hingga saat ini hasilnya cukup memuaskan. Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya sebagai berikut:

1. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time of peak*).
2. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*).
3. Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*).
4. Luas daerah tangkapan air.
5. Panjang alur sungai utama terpanjang (*length of the longest channel*).
6. Koefisien pengaliran.

Rumus dari hidrograf satuan Nakayasu adalah :

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3,6 \cdot (0,3 \cdot T_p + T_{0,3})}$$

Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ digunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

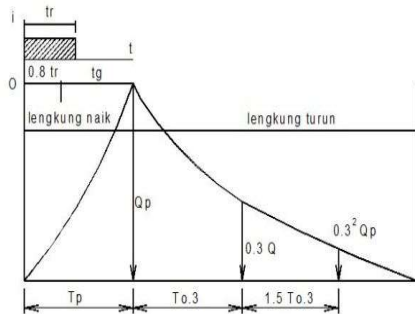
$$T_p = t_g + 0,8 t_r$$

$$T_{0,3} = a t_g$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g$$

t_g adalah time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam). t_g dihitung dengan ketentuan sebagai berikut:

- Sungai dengan panjang alur $L > 15$ km : $t_g = 0,4 + 0,058 L$
- Sungai dengan panjang alur $L < 15$ km : $t_g = 0,21 L^{0,7}$



Gambar. 2.6 Hidrograf Satuan – Metode Nakayasu

1. Pada waktu naik : $0 < t < T_p$

$$Q_p = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2.4} Q_p$$

2. Pada kurva turun (decreasing limb)

- a. Selang nilai : $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Q(t) = Q_p \cdot 0,3 \frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}$$

- b. Selang nilai: $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q(t) = Q_p \cdot 0,3 \frac{(t-T_p-0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}$$

- c. Selang nilai : $1,5 T_{0,3} > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q(t) = Q_p \cdot 0,3 \frac{(t-T_p-0,5T_{0,3})}{2,0 T_{0,3}}$$

Rumus tersebut diatas merupakan rumus empiris, maka penerapannya terhadap suatu daerah aliran harus didahului dengan suatu pemilihan parameter-parameter yang sesuai yaitu T_p dan a , dan pola distribusi hujan agar didapatkan suatu pola hidrograf yang sesuai dengan hidrograf banjir yang diamati.

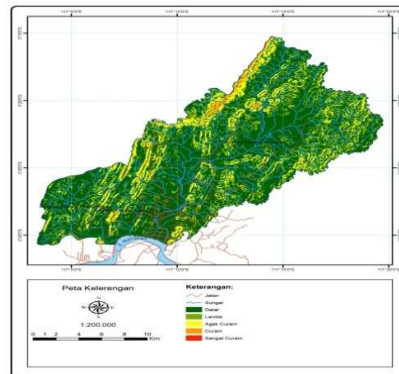
Hidrograf banjir dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_k = \sum U_i - P_n - (i-ii)$$

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di DAS Sungai Karang Mumus di kecamatan Samarinda Kota, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia



Gambar 3.1. Peta Topografi/Kemiringan Lereng Sub DAS Karang Mumus,

Dalam studi ini akan diamati mengenai daerah Sungai Karang Mumus. Sungai Karang Mumus merupakan anak sungai Mahakam

Sungai Karang Mumus menjadi salah satu jalur transportasi air bagi warga yang berada di daerah aliran Sungai (DAS) Karang Mumus. Lokasi yang menjadi objek penelitian dapat dilihat dalam gambar 3.1.

2. Pengumpulan Data

Untuk yang melakukan penyusunan tugas akhir ini, penulis mengumpulkan data – data yang dipakai untuk melakukan analisa dan perhitungan pada penelitian ini didapat dari beberapa sumber, antara lain :

- a. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait yaitu dinas PU Kalimantan Timur, Balai Wilayah Sungai Kalimantan III (Unit Hidrologi) dan instansi terkait lainnya

Tabel 3.1 Pengumpulan Data Sekunder

Data	Macam Data	Kegunaan
Peta Lokasi	Sekunder	Mengetahui luas DAS sungai Karang Mumus
Data Curah Hujan	Sekunder	Untuk analisis hidrologi mengetahui besarnya debit hujan di daerah sungai Karang Mumus

b. Pengumpulan Data Primer

Data Primer diperoleh dengan cara survei langsung di lapangan. Survei yang dilakukan antara lain :

Tabel 3.2 Pengumpulan Data Primer

Data	Macam Data	Kegunaan
Wawancara dan Observasi	Primer	1. Wawancara : menambah informasi atau kebenaran pada suatu objek 2. observasi : pengamatan dilapangan tentang suatu objek
Foto dan Dokumentasi	Primer	mengetahui situasi dan kondisi di lapangan

3. Teknik Analisis Data

Tahap analisis merupakan tindak lanjut setelah pengolahan data selesai dilakukan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami dan menganalisis hasil pengolahan secara mendalam dengan analisa hidrologi.

Tahap analisa data yang diperlu dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Perhitungan Rancangan dengan kala ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun
2. Pengujian data
3. Perhitungan debit curah hujan

ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Rancangan Curah Hujan Menggunakan Metode Aritmatik

Dengan menggunakan metode Aritmatik, curah hujan rata-rata DAS dapat ditentukan dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran untuk suatu periode tertentu dan membaginya dengan banyaknya stasiun pengukuran. Metode ini dapat dipakai pada daerah datar dengan jumlah stasiun hujan relatif banyak, dengan anggapan bahwa di DAS tersebut sifat hujannya adalah merata (uniform). Hasil perhitungan mendapatkan nilai rancangan sebesar 122,12 mm

2. Perhitungan Rancangan Curah Hujan Menggunakan Metode Poligon Thiessen

Dalam metode poligon thiessen, curah hujan rata-rata didapatkan dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian setiap stasiun penakar hujan akan terletak pada suatu wilayah poligon tertutup luas tertentu. Cara ini dipandang lebih baik dari cara rerata aljabar (Arimatik), Yaitu dengan memasukkan faktor luas areal yang diwakili oleh setiap stasiun hujan.

Tabel 4.6. Perhitungan Rancangan Curah Hujan dengan Metode Thiessen

Stasiun	Hujan P (mm)	Luas Poligon A (Km ²)	A _i x P _i
1	106,3	2,000	212,6
2	122,7	2,314	283,9
3	96,4	2,266	218,4
4	133,2	3,354	446,8
5	152	2,189	332,7
	Jumlah	12,123	1494

Hasil perhitungan mendapatkan nilai rancangan sebesar 123,274 mm.

3. Perhitungan Rancangan Curah Hujan Menggunakan Metode Isohyet

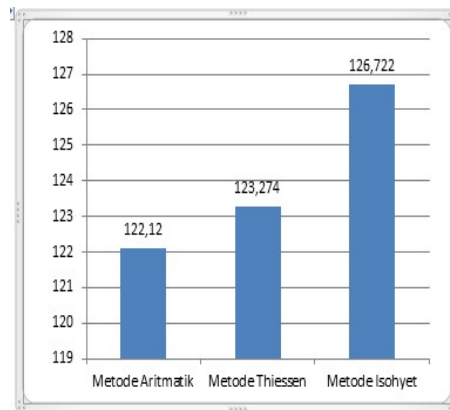
Metode ini menggunakan pembagian DAS dengan garis-garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan curah hujan yang sama besar (isohyet).

Curah hujan rata-rata di daerah aliran sungai didapatkan dengan menjumlahkan perkalian antara curah hujan rata-rata di antara garis-garis isohyet dengan luas daerah yang dibatasi oleh garis batas DAS dan dua garis isohyet, kemudian dibagi dengan luas seluruh DAS.

Tabel 4.7. Perhitungan Rancangan Curah Hujan dengan Metode Isohyet

Daerah	Isohyet P (mm)	Luas Daerah A (Km ²)	P x A
1 (1 dan 5)	129,15	5,898	761,7
2 (5 dan 2)	137,35	2,314	317,8
3 (2 dan 3)	109,55	2,266	248,2
	Jumlah	10,478	1328

Hasil Perhitungan mendapatkan nilai rancangan sebesar 126,722 mm.



Gambar 4.1 Grafik Rancangan Curah Hujan Harian Maksimum

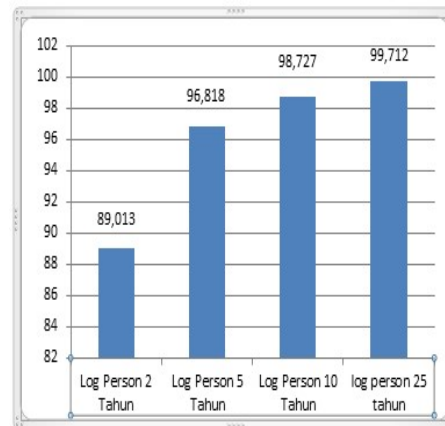
4. Perhitungan Hujan Harian Maksimum Menggunakan Metode Log Person Tipe III

Curah hujan rancangan dihitung dengan menggunakan metode Log Person Tipe III, karena metode ini dapat dipakai untuk semua sebaran data tanpa harus memenuhi syarat koefisien kemencengan {skewness} dan koefisien kepuncakan

(kurtosis). Distribusi Log Person III mempunyai koefisien kemencengan (Coefisien of Skwennes) atau Cs, koefisien kurtosis (Coefisien Curtosis) atau Ck dan koefisien varians atau Cv dengan nilai bebas.

Tabel 4.10. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Hujan Rancangan

NO	Periode Ulang	Hujan Rancangan (mm) Metode Log Person Type III
1	2	89,0132
2	5	96,8183
3	10	98,7275
4	25	99,7122



Gambar 4.1 Grafik Rancangan Curah Hujan Harian Maksimum

5. Distribusi Hujan Jam-Jaman

Pada distribusi hujan terpusat di Indonesia berkisar antara 4-7 jam setiap hari dan dalam kajian ini diambil 5 jam. Adapun perhitungan distribusi hujan digunakan persamaan *Mononobe*.

$$R_t = \frac{R_{24}}{t} \left(\frac{t}{T}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Dimana :
t = 5 jam

T = 0,5 jam

Maka :

$$R_T = \frac{R_{24}}{5} \left(\frac{5}{0,5}\right)^2$$

$$R_t = \frac{R_{24}}{5} 4,64$$

$$R_{0,5} = 0,9283 R_{24}$$

Tabel 4.13 Distribusi Hujan Jam-Jaman

Waktu Hujan T (Jam)	Curah Hujan Pada Jam Ke T (Rt)
A	B
0.5	0.9283 R ₂₄
1	0.5848 R ₂₄
1.5	0.4463 R ₂₄
2	0.3684 R ₂₄
2.5	0.3175 R ₂₄
3	0.2811 R ₂₄
3.5	0.2537 R ₂₄
4	0.2321 R ₂₄
4.5	0.2146 R ₂₄
5	0.2000 R ₂₄

6. Curah Hujan Efektif Jam-Jaman

Curah hujan ke-T :

$$R_T = t.R_t - ((t-1)R_{(t-1)})$$

$$R_{0,5} = 0,5 \cdot 0,9283 \cdot R_{24} - ((0,5-1)R_{(0,5-1)})$$

$$= 0,4642 \cdot R_{24} - ((-0,5) \cdot (0,928 R_{24}))$$

$$= 0,928 R_{24}$$

$$\text{Rasio (R)} = \frac{R_T}{R_{24}}$$

$$= \frac{R_T}{R_{24}} \cdot 100\%$$

$$= 0,928 \cdot 100\% = 92,8318\%$$

Tabel 4.14 Curah Hujan Efektif Jam-Jaman

Waktu Hujan T (Jam)	Rasio (Rt)	Rasio % (R) = RT x 100%
A	C	D
0.5	0.9283 R ₂₄	92.8318
1	0.5848 R ₂₄	58.4804
1.5	0.2053 R ₂₄	20.5274
2	0.1520 R ₂₄	15.2003
2.5	0.1243 R ₂₄	12.4268
3	0.1066 R ₂₄	10.6626
3.5	0.0942 R ₂₄	9.4203
4	0.0849 R ₂₄	8.4885
4.5	0.0776 R ₂₄	7.7585
5	0.0717 R ₂₄	7.1682

7. Hujan Netto (Rn)

Hujan Netto merupakan bagian dari hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (*direct run-off*), dimana sangat dipengaruhi oleh nilai C (Koefisien Limpasan) dan R (Intensitas Curah Hujan).

$$R_n = C \cdot R ; R = X_T ; X_2 =$$

$$R_n \text{ pada } T_2 = 0,56 \cdot 89,0133$$

$$= 50,04 \text{ mm}$$

Tabel 4.15 Curah Hujan Netto Jam-Jaman

No	T	C	R (mm)	Rn (mm)
A	B	C	D	E=CxD
1	2	0.56	89,0133	50,04
2	5	0.56	96,8183	54,43
3	10	0.56	98,7275	55,51
4	25	0.56	99,7122	72,02

Perhitungan Sebaran Hujan Netto Rancangan dengan Kala Ulang T

$$2Thn = \text{Rasio} \times \text{Hujan Netto (Rn)}$$

$$= 0,9283 \cdot 50,04 = 46,4571$$

Tabel 4.16 Perhitungan Sebaran Hujan Netto Jam-Jaman

Waktu (jam)	Rasio	Curah Hujan Netto dengan Periode Ulang (mm)			
		2	5	10	25
0,5	0,9283	46,4571	50,5307	51,5271	52,0410
1	0,5848	29,2661	31,8323	32,4600	32,7838
1,5	0,2053	10,2728	11,1736	11,3939	11,5076
2	0,1520	7,6069	8,2739	8,4370	8,5212
2,5	0,1243	6,2189	6,7642	6,8976	6,9664
3	0,1066	5,3361	5,8039	5,9184	5,9774
3,5	0,0942	4,7144	5,1277	5,2288	5,2810
4	0,0849	4,2480	4,6205	4,7116	4,7586
4,5	0,0776	3,8827	4,2232	4,3064	4,3494
5	0,0717	3,5873	3,9018	3,9788	4,0185
Hujan Netto		50,04	54,43	55,51	56,06
Koef. Pengaliran		0,56	0,56	0,56	0,56
Hujan Rencana		89,01	96,82	98,73	99,71

8. Perhitungan Banjir Rancangan menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Data Sungai Besar:

A = 12,123 km²

L = 12,63 km

dengan :

$T_g = 0,21 L^{0.70}$, untuk $L < 15$ km

$T_g = 0,21 L^{0.70}$

= 1,23 jam

$T_r = 0,5 t_g$ sampai t_g

$T_r = 1,23$

$T_p = T_g + (0,8 T_r)$

$T_p = 1,23 + (0,8 \times 1,23)$

= 2,53 jam

Nilai α berdasarkan kondisi daerah dibagi 3:

- $\alpha = 1,5$: untuk bagian naik hidrograf lambat dan menurun cepat

- $\alpha = 2$: untuk daerah pengaliran biasa

- $\alpha = 3$: untuk bagian naik hidrograf cepat dan menurun lambat

Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak, yaitu :

$T_{0,3} = \alpha \times t_g$

= $1,3340 \times 1,23$

= 1,653 jam

Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 60% dari debit puncak, yaitu :

$T_{0,6} = 1,5 \times 1,653$ jam

= 2,479 jam

Debit puncak banjir akibat hujan satuan :

$R_o = 1$ mm (satuan curah hujan pada umumnya)

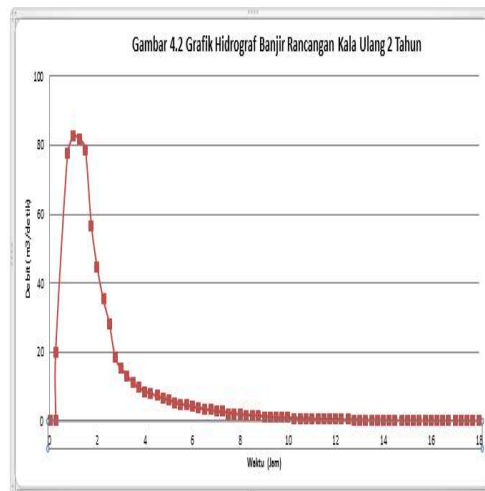
Tabel 4.18 Perhitungan Hidrograf Banjir Rancangan Kala Ulang 2 Tahun.

T (Jam)	Q (m ³ /detik)	Distribusi Hujan Per jam				Base Flow (m ³ /detik)	Q total (m ³ /detik)
		XT2	XT5	XT10	XT25		
		29,2661	7,6069	5,3361	4,2480		
A	B	C	D	E	F	H	I
0	0,0000	0,0000				0,01	0,0100
0,25	0,0026	0,0768	0,0000			0,01	0,0868
0,25	0,6762	19,7886	0,0199	0,0000		0,01	19,8185
0,75	2,4670	72,1988	5,1435	0,0140	0,0000	0,01	77,3662
1	2,0563	60,1814	18,7660	3,6080	0,0111	0,01	82,5765
1,25	1,7141	50,1643	15,6424	13,1639	2,8723	0,01	81,8623
1,5	1,4288	41,8145	13,0388	10,9728	10,4798	0,01	78,7414
1,75	0,6602	19,3205	10,8685	9,1464	8,7354	0,01	56,9305
2	0,5847	17,1122	5,0218	7,6240	7,2814	0,01	44,4262
2,25	0,5179	15,1564	4,4478	3,5227	6,0694	0,01	35,3552
2,5	0,4587	13,4240	3,9395	3,1200	2,8044	0,01	28,4234
2,75	0,2527	7,3968	3,4892	2,7634	2,4839	0,01	18,5115
3	0,2308	6,7532	1,9226	2,4476	2,2000	0,01	15,4309
3,25	0,2107	6,1656	1,7553	1,3486	1,9485	0,01	13,0859
3,5	0,1923	5,6291	1,6026	1,2313	1,0737	0,01	11,1921
3,75	0,1756	5,1393	1,4631	1,1242	0,9802	0,01	9,6235
4	0,1603	4,6922	1,3358	1,0264	0,8949	0,01	8,7871
4,25	0,1464	4,2839	1,2196	0,9370	0,8171	0,01	8,0234
4,5	0,1336	3,9112	1,1135	0,8555	0,7460	0,01	7,3261
4,75	0,1220	3,5709	1,0166	0,7811	0,6811	0,01	6,6896
5	0,1114	3,2602	0,9281	0,7131	0,6218	0,01	6,1084
5,25	0,1017	2,9765	0,8474	0,6511	0,5677	0,01	5,5778
5,5	0,0929	2,7175	0,7737	0,5944	0,5183	0,01	5,0933
5,75	0,0848	2,4811	0,7063	0,5427	0,4732	0,01	4,6510
6	0,0774	2,2652	0,6449	0,4955	0,4320	0,01	4,2472
6,25	0,0707	2,0681	0,5888	0,4524	0,3945	0,01	3,8785
6,5	0,0645	1,8882	0,5375	0,4130	0,3601	0,01	3,5419
6,75	0,0589	1,7239	0,4908	0,3771	0,3288	0,01	3,2346
7	0,0538	1,5739	0,4481	0,3443	0,3002	0,01	2,9540
7,25	0,0491	1,4369	0,4091	0,3143	0,2741	0,01	2,6979
7,5	0,0448	1,3119	0,3735	0,2870	0,2502	0,01	2,4640

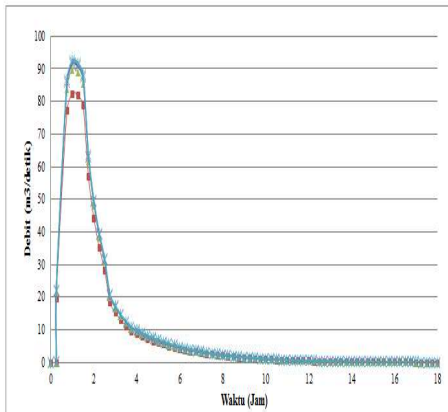
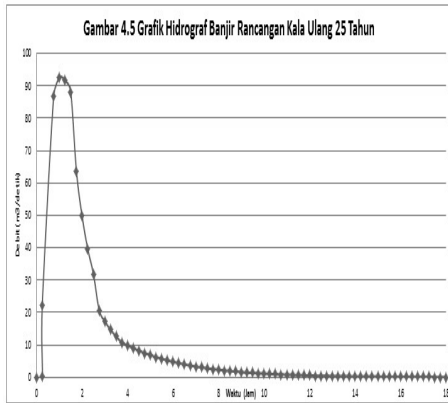
7,75	0,0409	1,1978	0,3410	0,2620	0,2284	0,01	2,2505
8	0,0374	1,0935	0,3113	0,2392	0,2086	0,01	2,0555
8,25	0,0341	0,9984	0,2842	0,2184	0,1904	0,01	1,8776
8,5	0,0311	0,9115	0,2595	0,1994	0,1739	0,01	1,7151
8,75	0,0284	0,8322	0,2369	0,1820	0,1587	0,01	1,5667
9	0,0260	0,7598	0,2163	0,1662	0,1449	0,01	1,4313
9,25	0,0237	0,6937	0,1975	0,1517	0,1323	0,01	1,3076
9,5	0,0216	0,6333	0,1803	0,1385	0,1208	0,01	1,1947
9,75	0,0198	0,5782	0,1646	0,1265	0,1103	0,01	1,0916
10	0,0180	0,5279	0,1503	0,1155	0,1007	0,01	0,9975
10,25	0,0165	0,4820	0,1372	0,1054	0,0919	0,01	0,9116
10,5	0,0150	0,4400	0,1253	0,0963	0,0839	0,01	0,8331
10,75	0,0137	0,4018	0,1144	0,0879	0,0766	0,01	0,7615
11	0,0125	0,3668	0,1044	0,0802	0,0700	0,01	0,6961
11,25	0,0114	0,3349	0,0953	0,0733	0,0639	0,01	0,6364
11,5	0,0104	0,3057	0,0870	0,0669	0,0583	0,01	0,5819
11,75	0,0095	0,2791	0,0795	0,0611	0,0532	0,01	0,5322
12	0,0087	0,2549	0,0726	0,0557	0,0486	0,01	0,4867
12,25	0,0080	0,2327	0,0662	0,0509	0,0444	0,01	0,4452
12,5	0,0073	0,2124	0,0605	0,0465	0,0405	0,01	0,4074
12,75	0,0066	0,1940	0,0552	0,0424	0,0370	0,01	0,3728
13	0,0061	0,1771	0,0504	0,0387	0,0338	0,01	0,3412
13,25	0,0055	0,1617	0,0460	0,0354	0,0308	0,01	0,3124
13,5	0,0050	0,1476	0,0420	0,0323	0,0282	0,01	0,2861
13,75	0,0046	0,1348	0,0384	0,0295	0,0257	0,01	0,2621
14	0,0042	0,1230	0,0350	0,0269	0,0235	0,01	0,2401
14,25	0,0038	0,1123	0,0320	0,0246	0,0214	0,01	0,2201
14,5	0,0035	0,1026	0,0292	0,0224	0,0196	0,01	0,2018
14,75	0,0032	0,0936	0,0267	0,0205	0,0179	0,01	0,1851
15	0,0029	0,0855	0,0243	0,0187	0,0163	0,01	0,1699
15,25	0,0027	0,0780	0,0222	0,0171	0,0149	0,01	0,1560
15,5	0,0024	0,0713	0,0203	0,0156	0,0136	0,01	0,1433
15,75	0,0022	0,0651	0,0185	0,0142	0,0124	0,01	0,1317
16	0,0020	0,0594	0,0169	0,0130	0,0113	0,01	0,1211
16,25	0,0019	0,0542	0,0154	0,0119	0,0103	0,01	0,1114
16,5	0,0017	0,0495	0,0141	0,0108	0,0094	0,01	0,1026
16,75	0,0015	0,0452	0,0129	0,0099	0,0086	0,01	0,0946
17	0,0014	0,0413	0,0117	0,0090	0,0079	0,01	0,0872
17,25	0,0013	0,0377	0,0107	0,0082	0,0072	0,01	0,0805
17,5	0,0012	0,0344	0,0098	0,0075	0,0066	0,01	0,0743

17,75	0,0011	0,0314	0,0089	0,0069	0,0060	0,01	0,0687
18	0,0010	0,0287	0,0082	0,0063	0,0055	0,01	0,0636
18,25	0,0009	0,0262	0,0075	0,0057	0,0050	0,01	0,0590
18,5	0,0008	0,0239	0,0068	0,0052	0,0046	0,01	0,0547
18,75	0,0007	0,0218	0,0062	0,0048	0,0042	0,01	0,0508
19	0,0007	0,0199	0,0057	0,0044	0,0038	0,01	0,0473
19,25	0,0006	0,0182	0,0052	0,0040	0,0035	0,01	0,0440
19,5	0,0006	0,0166	0,0047	0,0036	0,0032	0,01	0,0411
19,75	0,0005	0,0152	0,0043	0,0033	0,0029	0,01	0,0384
20	0,0005	0,0138	0,0039	0,0030	0,0026	0,01	0,0359
20,25	0,0004	0,0126	0,0036	0,0028	0,0024	0,01	0,0336
20,5	0,0004	0,0115	0,0033	0,0025	0,0022	0,01	0,0316
20,75	0,0004	0,0105	0,0030	0,0023	0,0020	0,01	0,0297
21	0,0003	0,0096	0,0027	0,0021	0,0018	0,01	0,0280
21,25	0,0003	0,0088	0,0025	0,0019	0,0017	0,01	0,0264
21,5	0,0003	0,0080	0,0023	0,0018	0,0015	0,01	0,0250
21,75	0,0003	0,0073	0,0021	0,0016	0,0014	0,01	0,0237
22	0,0002	0,0067	0,0019	0,0015	0,0013	0,01	0,0225
22,25	0,0002	0,0061	0,0017	0,0013	0,0012	0,01	0,0214
22,5	0,0002	0,0056	0,0016	0,0012	0,0011	0,01	0,0204
22,75	0,0002	0,0051	0,0014	0,0011	0,0010	0,01	0,0195
23	0,0002	0,0046	0,0013	0,0010	0,0009	0,01	0,0187
23,25	0,0001	0,0042	0,0012	0,0009	0,0008	0,01	0,0179
23,5	0,0001	0,0039	0,0011	0,0008	0,0007	0,01	0,0172
23,75	0,0001	0,0035	0,0010	0,0008	0,0007	0,01	0,0166
24	0,0001	0,0032	0,0009	0,0007	0,0006	0,01	0,0160
			0,0008	0,0006	0,0006	0,01	0,0126
				0,0006	0,0005	0,01	0,0116
					0,0005	0,01	0,0109
						0,01	0,0104
Maks							82,5765

Hasil Perhitungan kala ulang 2 tahun menggunakan metode Hidrograf HSS Nakayasu yaitu mendapatkan debit sebesar 82,5765 m³/detik. Berikut diagram kala ulang 2 tahun



Hasil Perhitungan kala ulang 25 tahun menggunakan metode Hidrograf HSS Nakayasu yaitu mendapatkan debit sebesar 92,5007 m³/detik. Berikut diagram kala ulang 25 tahun



Gambar 4.6 Grafik Hidrograf Banjir Kala Ulang Gabungan

Tabel 4.23 Hasil perhitungan hubungan waktu puncak dan debit puncak hidrograf banjir

No	Periode Ulang	T (jam)	Q Maks (m ³ /dtk)
A	B	C	D
1	2	1	82,577
2	5	1	89,816
3	10	1	91,587
5	25	1	92,501

PENUTUP

1. Kesimpulan

Dari perhitungan dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik sebuah kesimpulan, yaitu:

1. Curah hujan rancangan dengan beberapa Metode sebagai berikut :

- Metode Aritmatik : 122,12 mm
- Metode Thiessen : 123,274 mm
- Metode Isohyet : 126,722 mm

2. Curah hujan rancangan dengan Metode Log Person Tipe III :

- kala ulang 2 tahun : 89,0132 mm
- kala ulang 5 tahun : 96,8183 mm
- kala ulang 10 tahun : 98,7275 mm
- kala ulang 25 tahun : 99,7122 mm

2. Debit Hujan sebagai berikut :

Menggunakan Metode HSS Nakayasu untuk sungai dengan :

- kala ulang 2 tahun = 82,577 m³/dtk.
- kala ulang 5 tahun = 89,816 m³/dtk.
- kala ulang 10 tahun = 91,587 m³/dtk.
- kala ulang 25 tahun = 92,501 m³/dtk.

2. Saran

1. Mengupayakan alternatif lain guna menanggulangi banjir/limpasan seperti memperbaiki kondisi tata guna lahan serta menjaga kondisi hulu sungai agar tetap asri (tertutup vegetasi).

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penelitian ini untuk menentukan hidrograf banjir rancangan pada DAS yang diteliti sehingga dapat diketahui data hidrologi untuk perencanaan bangunan air.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. 1997, Drainase Perkotaan. Gunadarma, Jakarta.
2. Departemen Pekerjaan Umum. 2006, Perencanaan Drainase Jalan. Jakarta.
3. KP-03, 2010. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bangunan Saluran. Jakarta.
4. Soemarto, C.D. 1999, Hidrologi Teknik Edisi Ke-2. Erlangga. Jakarta
5. Soewarno. 1995, Hidrologi : Aplikasi Metode Statistika untuk Analisa Data. Graha Ilmu. Yogyakarta.
6. Suripin.2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi, Yogyakarta.
7. Triadmodjo, Bambang. 2010. Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta.
8. Anonim, Kementrian Pekerjaan Umum, Kalimantan Timur, 2015, BWS. (Unit Hidrologi) Data Curah Hujan, Dinas Pekerjaan Umum, Samarinda.
9. Asdak, Chay, 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
10. Anonim, PP No. 37 Tentang Pengelolaan DAS, Pasal 1 Sosrodarsono Suyono dan Kensaku Takeda, 1999. Hidrologi untuk Pengaliran, Pradya Paramitha, Bandung.
11. Soemarto, CD. 1986. Hidrolika Teknik, Usaha Nasional, Surabaya.
12. Dr. Ir. Drs. Nugroho Hadisusanto, Dipl. H. Aplikasi Hidrologi
13. Indarto, Hidrologi, Metode Analisis dan Tool untuk Interpretasi Hidrograf Aliran Sungai.
14. H.A. Halim Hasmar. 2011 Drainase Terapan, Yogyakarta.
15. Ir. J. Honing. 1996. Konstruksi Bangunan Air. Jakarta
16. I Made Kamiana. 2011. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Yogyakarta
17. Ersin Seyhan, 1990. Dasar- Dasar Hidrologi. Yogyakarta