

**STUDY OF OPTIMIZATION AND NORMALIZATION OF VILLAGE NATURAL
RIVER BUILDING REJO TENGGARONG DISTRICT, KUTAI KARTANEGARA**

Rusman Arta Putra

ABSTRACT

In the area of Bangun Rejo Village in Tenggara Seberang District, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan Province is an area that often experiences flooding and is a major problem for Bangun Rejo Village Residents. Several factors cause flooding due to the not yet maximum capacity of river channels and sedimentation to drain incoming water. The existing dimensions that need to change in order to smooth the flow of river water.

The method used to calculate the design rainfall is using the Gumbel method, the Log person type III method, and for the design discharge calculation using the Nakasayu Synthetic Unit Hydrograph (HSS) method.

From the results of the design discharge calculations 2, 5, 10, and 25 years obtained design discharge for each river channel to be investigated, in the field measurements each river channel is calculated and obtained river dimensions and river capacity discharge, from existing analysis results river discharge is not able to accommodate the design discharge, the conclusion is needed to change the dimensions of the river for the next 25 years.

Keywords: River, Design Rainfall, River Capacity, River Cross Section Plan Dimensions.

INTISARI

Pada wilayah Desa Bangun Rejo di Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur ini merupakan wilayah yang sering mengalami banjir dan menjadi masalah utama untuk Warga Desa Bangun Rejo. Beberapa faktor penyebab banjir karena belum maksimalnya kemampuan saluran sungai dan endapan sedimentasi untuk mengalirkan air yang datang. Dimensi existing yang perlu perubahan agar meperlancar aliran air sungai.

Metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan metode Gumbel ,metode Log person tipe III, dan untuk perhitungan debit rancangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakasayu (HSS).

Dari hasil perhitugan debit rancangan 2, 5, 10, dan 25 tahun didapat debit rancangan untuk setiap masing-masing saluran sungai yang akan diteliti, pada pengukuran dilapangan setiap saluran sungai di hitung dan didapatkan dimensi sungai dan debit kapasitas sungai, dari hasil analisa yang ada debit sungai tidak mampu menampung debit rancangan, maka kesimpulannya diperlukan perubahan dimensi sungai untuk kala ulang 25 tahun kedepan.

Kata Kunci :Sungai, Curah Hujan Rancangan, Kapasitas Sungai, Dimensi Rencana Penampang Sungai.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas-batas topografi secara alami sedemikian rupa sehingga setiap air hujan yang jatuh dalam DAS tersebut akan mengalir melalui titik tertentu dalam DAS tersebut.

Penurunan mutu Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia telah menjadi keprihatinan nasional. Hal ini ditandai oleh fluktuasi debit aliran sungai yang tinggi setiap tahun serta meningkatnya laju erosi. Akibat yang ditimbulkannya adalah semakin seringnya kejadian banjir dan kekeringan, kurang efisiennya system irigasi karena tidak optimalnya distribusi air, penipisan lapisan olah pada lahan pertanian. Apabila masalah ini tidak ditangani segera, maka akan terjadi peningkatan laju penurunan produktivitas DAS.

Normalisasi sungai adalah mengembalikan kondisi sungai agar dapat kembali ke fungsinya semula. Kegiatan tersebut dapat berupa membersihkan sungai, penertiban dan pembebasan lahan dari pemukiman liar, perkuatan tebing sungai, dan sebagainya. Hal tersebut berfungsi untuk memperlancar aliran air dan

meningkatkan kapasitas tampung sungai.

Desa Bangun Rejo adalah salah satu desa di Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara , Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia bangun rejo memiliki penduduk sekitar 3000 - 5000, bangun rejo biasa dikenal dengan L3, yang memiliki 4 blok yaitu Blok A,B,C,D1, mayoritas penduduknya adalah petani..

Untuk meningkatkan sarana pelayanan kepada masyarakat khususnya di Desa Bangun Rejo untuk memenuhi kebutuhan para petani, maka saluran – saluran irigasi yang akan mengairi persawahan di normalisasi agar senantiasa kebutuhan para petani terpenuhi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa debit eksisting DAS di sungai Desa Bangun Rejo Tenggarong Seberang Kutai Kartanegara?
2. Berapa debit rancangan DAS yang di perlukan untuk mengoptimalkan fungsi sungai Desa Bangun Rejo Tenggarong Seberang Kutai Kartanegara dengan kala ulang 2, 5, 10, 25 tahun?
3. Berapa dimensi Penampang sungai yang dibutuhkan untuk

mengoptimalkan fungsi sungai yang mampu menampung debit puncak di sungai Desa Bangun Rejo?

1.3 Batasan Masalah

1. Daerah yang dikaji di sungai Desa Bangun Rejo Tenggara Sebrang Kutai Kartanegara.
2. Data hujan yang digunakan adalah data sekunder dari Dinas Pekerjaan Umum data hujan yang digunakan adalah data hujan 10 tahun terakhir.
3. Menganalisa debit rencana dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.
4. Perhitungan besarnya debit rancangan di sungai Desa Bangun Rejo Tenggara Sebrang Kutai Kartanegara dengan kala ulang 2, 5, 10, 25 tahun.
5. Perhitungan dimensi penampang sungai Desa Bangun Rejo Tenggara Sebrang Kutai Kartanegara.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Untuk Pemerintah Daerah penelitian ini bisa dijadikan masukan untuk kajian Optimalisasi dan Normalisasi

sungai yang terjadi di lokasi penelitian.

2. Untuk ilmu pengetahuan penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sungai

Sungai adalah tempat atau wadah serta jaringan air mulai dari mata air sampai dengan muara dengan dibatasi kanan kirinya dan sepanjang pengalirannya oleh garis sepadan, Sungai mempunyai fungsi utama menampung curah hujan setelah aliran permukaan dan mengalirkannya sampai ke laut. Oleh karena itu, sungai dapat diartikan sebagai wadah atau penampung dan penyalur aliran air yang terbawa dari DAS ketempat yang lebih rendah dan bermuara di laut.

2.2 Analisa Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (*hidrologic phenomena*), seperti : curah hujan, debit sungai, tinggi muka air, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai, dan frekuensi dari intensitas

hujan rencana. Ukuran dari daerah tangkapan air akan mempengaruhi aliran permukaan sedangkan daerah aliran dapat ditentukan dari peta topografi atau foto udara.

Analisis Frekuensi

Periode ulang adalah waktu perkiraan dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Besarnya debit hujan untuk fasilitas sungai tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang dipakai. Dengan memilih debit dengan periode ulang yang panjang dan berarti debit hujan besar, kemungkinan terjadinya resiko kerusakan menjadi menurun, namun biaya konstruksi untuk menampung debit yang besar meningkat. Sebaliknya debit dengan periode ulang yang terlalu kecil dapat menurunkan biaya konstruksi, tetapi meningkatkan resiko kerusakan akibat banjir.

Sedangkan frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Dalam

ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi.

Distribusi Log Person Type III

Distribusi Log-Person Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem.

Bentuk kumulatif dari distribusi log-person tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (logarithmic probability paper) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus.

Distribusi Gumbel

Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_{Tr} = X + K .$$

S

Besarnya faktor frekuensi dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n}$$

Dengan:

X_T = besarnya curah hujan untuk periode tahun berulang T_r tahun (mm)

T_r = periode tahun berulang (*return period*) (tahun)

X = curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S = standard deviasi

K = faktor frekuensi

Y_{T_r} = *reduced variate*

Y_n = *reduced mean*

S_n = *reduced standard*

Sebelum menganalisis data hujan dengan salah satu distribusi di atas, perlu pendekatan dengan parameter-parameter statistik untuk menentukan distribusi yang tepat digunakan. Parameter-parameter tersebut meliputi:

- Rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

- Simpangan baku (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

- Koefisien variasi (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2).S^3}$$

- Koefisien Ketajaman (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3).S^4}$$

Uji Distribusi Data

Untuk menentukan kecocokan (the goodness of fit test) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang akan di sajikan dalam masalah ini menggunakan:

Uji Chi kuadrat

Uji ini dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Uji Chi kuadrat digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal apakah distribusi pengamatan dapat diterima oleh distribusi teoritis.

Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov digunakan untuk membandingkan peluang yang paling maksimum antara distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut Amaks-Prosedur

Kala Ulang Hujan

Kala ulang hujan digunakan untuk menentukan jenis perencanaan penampang karena tergantung dari fungsi saluran. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan,

- a. saluran kwarter : periode ulang 1 tahun;
- b. saluran tersier : periode ulang 2 tahun;
- c. saluran sekunder : periode ulang 5 tahun;
- d. saluran primer : periode ulang 10 tahun.

Sehingga untuk normalisasi sungai dapat diambil dengan kala ulang > 10 tahun karena dimensi penampang sungai yang relatif lebih besar dari saluran primer.

Waktu Konsentrasi

waktu konsentrasi (T_c) adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (*outlet*) setelah tanah menjadi jenuh. Dalam hal

ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap *outlet*.

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.77}$$

Dimana :

T_c = waktu konsentrasi (menit)

L = panjang aliran (m)

S = kemiringan lereng (m)

Intensitas Hujan

Untuk menentukan debit banjir rencana (*design flood*), perlu didapatkan harga suatu intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau

Dalam pembahasan intensitas curah hujan, metode yang digunakan adalah metode Dr. Mononobe. Rumus ini digunakan apabila data curah hujan yang tersedia hanya curah hujan harian.

Rumus :

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

dimana :

R_t = intensitas curah hujan
(mm/jam);

R_{24} = curah hujan maksimum
dalam 24 jam (mm);

t = lamanya curah hujan
(jam);

T =durasi hujan/waktu
konsentrasi (jam).

Daerah Tangkapan Air (Catchment Area)

Luas tangkapan air (Catchment Area) adalah daerah pengaliran yang menerima curah hujan selama waktu tertentu (Intensitas Hujan) sehingga menimbulkan debit limpasan yang harus ditampung oleh saluran hingga mengalir ke ujung saluran (*outlet*).

Untuk menghitung luas area tangkapan air dapat digunakan rumus :

$$A = \frac{1}{2} \left(X_1.Y_2 + X_2.Y_3 + \dots + X_n.Y_{n+1} - Y_1.X_2 - Y_2.X_3 - \dots - Y_n.X_{n+1} \right)$$

Dimana :

A = Luas area (km²).

$X_1, X_2, X_3, X_n, \dots$ = Titik kordinat sumbu x yang ditinjau dari peta topografi.

$Y_1, Y_2, Y_3, Y_n, \dots$ = Titik kordinat sumbu y yang ditinjau dari peta topografi

Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut .

Intensitas hujan tinggi menyebabkan koefisien C tinggi, sebab infiltrasi dan kehilangan air lainnya hanya berpengaruh kecil pada limpasan. Pemukiman (blok, kelompok) dimana jenis permukaannya lebih dari satu macam, diambil harga rata-ratanya dengan rumus berikut ini :

$$C_{rata-rata} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$$

Dimana:

C_i = Koefisien pengaliran untuk bagian daerah yang ditinjau dengan satu jenis permukaan

Ai = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)

Nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- a. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*).
- b. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time long*).
- c. Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograf*).
- d. Luas daerah pengaliran.

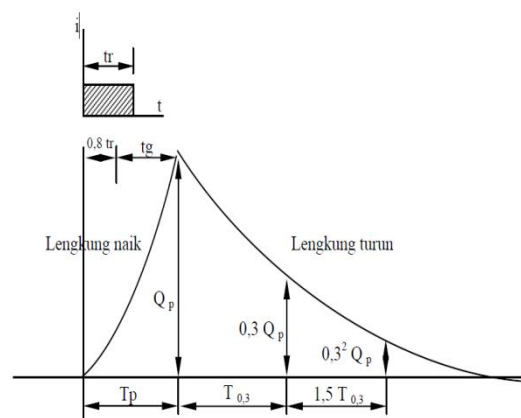
e. Panjang alur sungai utama (*length of the longest channel*).

Persamaan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu:

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

Keterangan :

- Q_p =debit puncak banjir (m³/detik);
- R_o =curah hujan satuan (1 mm);
- T_p = tenggang waktu (*time long*) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- $T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak (jam)
- A = luas daerah aliran (km²).



Persamaan untuk Hidrograf Nakayasu :

$$T_p = tg + 0,8 \text{ tr}$$

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

tg dihitung berdasarkan rumus :

$$tg = 0,21 \cdot L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km, (}$$

$$tg = 0,40 + 0,058 \cdot L \text{ untuk } L > 15 \text{ km,}$$

tr = lama hujan efektif yang besarnya 0,5 tg sampai tg

Persamaan kurva hidrograf satuan sintetisnya adalah :

a. Bagian kurva naik (*rising limb*) untuk $0 < t < T_p$,

$$Q_a = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

b. Bagian kurva turun (*decreasing limb*)

$$Q_d > 0,3 Q_p \text{ untuk } T_p < t < T_{0,3},$$

$$Q_{d1} = Q_p \cdot 0,3 \left[\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right]$$

$$0,3 Q_p > Q_d > 0,3^2 Q_p \text{ untuk } T_{0,3} < t < T_p,$$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3 \left[\frac{t - T_p + 0,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right]$$

$$0,3^2 Q_p > Q_d \text{ untuk } t > T_{0,3},$$

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3 \left[\frac{t - T_p + 1,5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}} \right]$$

Hubungan antara bentuk daerah pengaliran dengan $T_{0,3}$ dapat dinyatakan:

$$T_{0,3} = 0,47 (A.L)^{0,25}$$

Dengan :

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

Maka :

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

dimana,

Q_a : limpasan sebelum mencapai debit puncak ($m^3/detik$);

Q_d : limpasan sesudah mencapai debit puncak ($m^3/detik$);

t : waktu (Jam);

L : panjang alur sungai (km);

tg : waktu konsentrasi (jam);

α : konstanta

Sedangkan harga α mempunyai kriteria sebagai berikut,

- daerah pengaliran biasa $\alpha = 2$;
- bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1,5$;
- bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3$.

Setelah dilakukan perhitungan hidrograf satuan, maka hidrograf banjir rencana untuk kala ulang tertentu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_k = U_1 R_1 + U_2 R_{1-1} + U_3 R_{1-2} + \dots + U_n R_{1-(n-1)} + Bf$$

Keterangan :

Q_k = ordinat hidrograf banjir pada jam ke 1;

U_n = ordinat hidrograf satuan;

R_1 = hujan netto pada jam ke 1;

Bf = aliran dasar (*base flow*).

Debit Air Rencana (Q)

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1973). Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya. Metode ini masih cukup akurat apabila diterapkan pada suatu wilayah perkotaan yang kecil sampai sedang. Persamaan matematik metode rasional dinyatakan dalam bentuk

$$Q = 0,278.C.I.A$$

Dengan :

Q = Debit banjir (m³/dtk)

C = Koefisien pengaliran

A = Luas DAS (km²)

I = Intensitas hujan (m/dtk)

2.3 Analisa Hidrolika

Kapasitas

Saluran

Perhitungan dimensi saluran digunakan rumus kontinuitas dan rumus Manning, sebagai berikut :

$$Q = V.A$$

Dengan :

Q = Debit pengaliran (m³/dtk).

V = Kecepatan rata-rata (m/dtk).

A = Luas penampang basah saluran (m²).

Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran air merupakan salah satu parameter penting dalam mendesain dimensi saluran, dimana kecepatan minimum yang diperbolehkan tidak akan menimbulkan pengendapan dan mencegah pertumbuhan tanaman dalam saluran. Sedangkan kecepatan maksimum yang diperbolehkan tidak akan menimbulkan penggerusan pada bahan saluran.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S_0^{1/2}$$

Dengan:

V = Kecepatan rata-rata (m/dtk).

n = Koefisien kekasaran Manning.

R = Jari-jari hidraulis (m).

S = Kemiringan dasar saluran.

Kemiringan Saluran

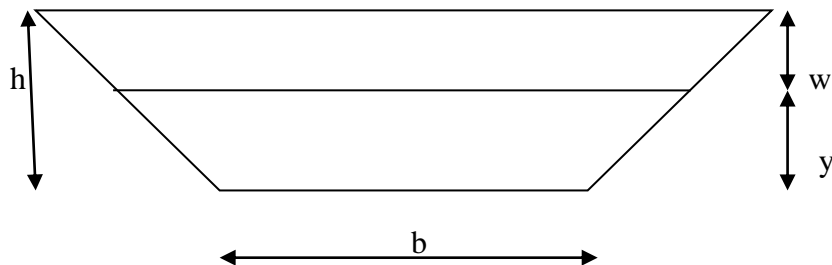
Kemiringan saluran disesuaikan dengan keadaan topografi dan energy yang diperlukan untuk mengalirkan air secara gravitasi dan kecepatan yang ditimbulkan harus sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Kemiringan saluran samping jalan ditentukan berdasarkan bahan yang

digunakan, hubungan antara beban yang digunakan dengan kemiringan saluran samping jalan arah memanjang yang dikaitkan dengan erosi aliran.

Tinggi Jagaan

Yang dimaksud tinggi jagaan adalah jarak antara elevasi muka air (elevasi muka air pada saat perencanaan) sampai puncak tanggul, yang disediakan untuk perubahan elevasi penuh air akibat angin dan penutupan pintu air di hulu (bukan untuk tambahan debit).

Dimensi Penampang Sungai Rencana



Dimana :

$$Q = A.V$$

$$A = b.y$$

$$P = (b+2y)$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Keterangan :

A= luas penampang basah (m²);

Dimensi penampang sungai rencana yang diperlukan harus mampu menampung Q rencana, maka :

$$A = \frac{Q}{V}$$

Keterangan :

A = luas penampang berdasarkan debit air dan kecepatan (m²);

Q = debit air (m³/detik);

V = kecepatan aliran (m/detik).

Penampang basah sungai rencana yang paling ekonomis, untuk menampung debit maksimum (Fe).

P = keliling basah (m);

R = jari-jari hidrolis (m);

I= kemiringan dasar penampang;

b = lebar penampang (m);

h = tinggi saluran (m);

y= dalamnya air di penampang (m);

w= tinggi jagaan (m).

n = koefisien kekasaran *Manning*.

Analisa Penampang Sungai *Existing*

Analisa penampang sungai *existing* dapat dihitung dengan rumus *Manning* karena sungai dianggap sebagai saluran alam (terbuka) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

Dimana,

V = kecepatan rata-rata;

n = koefisien kekasaran *Manning*;

R = jari-jari hidrolis;

i = kemiringan sungai.

Setelah didapatkan Q *existing*, maka Q *existing* tersebut dibandingkan dengan debit Q rencana. Apabila Q *existing* lebih besar dari Q rencana, maka tidak perlu dilakukan penanganan. Namun apabila Q *existing* lebih kecil dari Q rencana, maka perlu dilakukan penanganan.

2.4 Sedimentasi

sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang ditransport oleh media yang berupa air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. pada saat sedimen memasuki badan sungai maka

berlangsunglah transport sediment. Kecepatan transport sediment merupakan fungsi dari kecepatan aliran sungai dan ukuran partikel sedimen. Partikel sedimen ukuran kecil seperti tanah liat dan debu dapat diangkut aliran air dalam bentuk terlarut sedangkan partikel yang lebih besar, antara lain, pasir cenderung bergerak dengan cara melompat. Partikel yang lebih besar dari pada pasir, seperti kerikil (*gravel*) bergerak dengan cara merayap atau menggelinding di dasar sungai.

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian



Tempat lokasi kegiatan berada di Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi Penelitian tersebut berada pada daerah Desa Bangun Rejo

3.2 Teknik 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, Badan

Metereologi, Klimatologi dan Geofisika (Stasiun Metereologi) dan instansi terkait lainnya.

b. Pengumpulan Data Primer

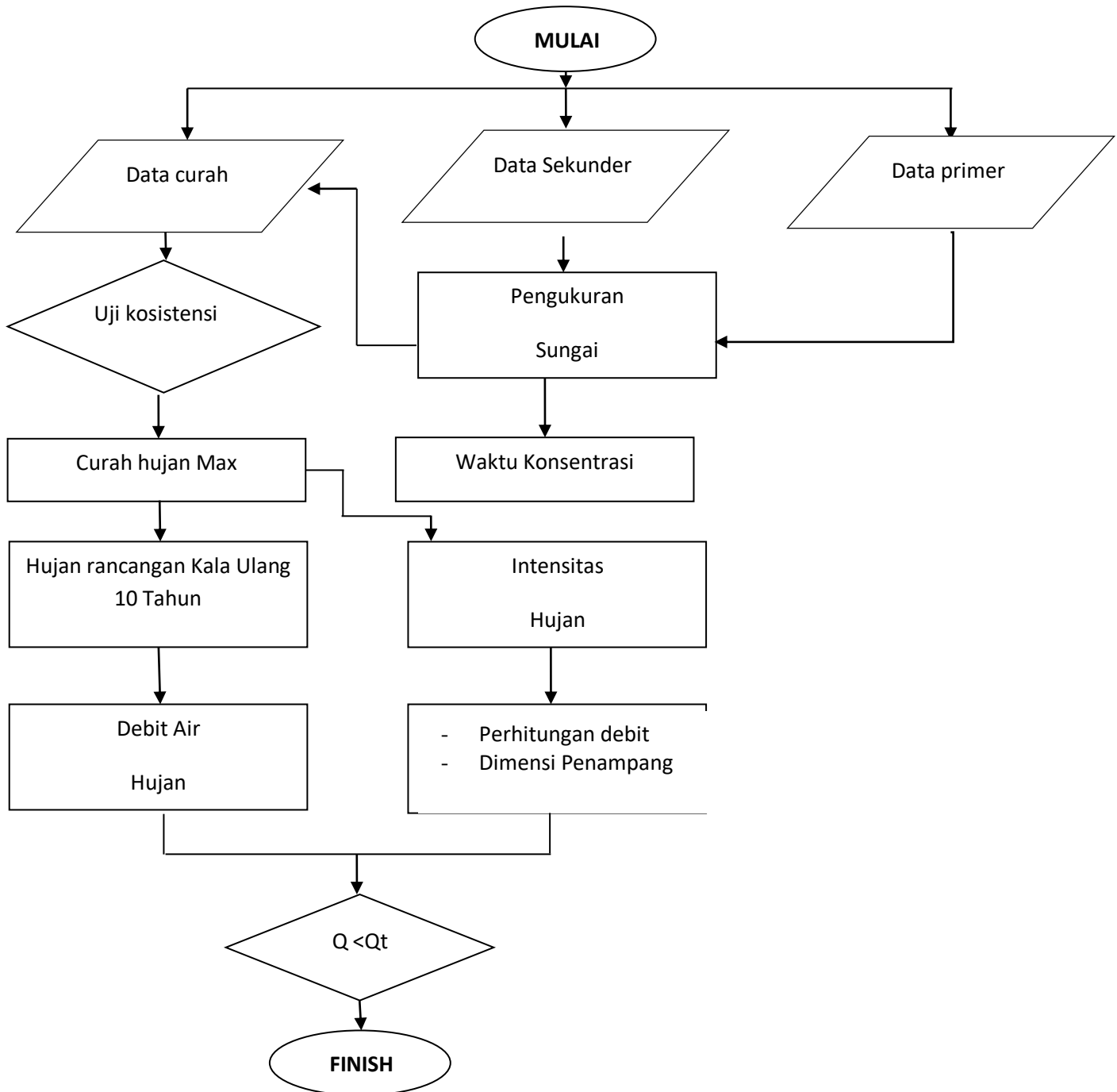
Data Primer diperoleh dengan cara survey langsung di lapangan (di sungai alam desa bangun rejo). Seperti pengambilan dokumentasi, survey pengukuran sungai dan batas daerah tangkapan air.

Table 1. Data Sungai

No	Titik Tinjau	Lebar Sungai (m)		Tinggi Sungai (m)				
		Atas	Bawah	1	2	3	4	5
A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Sungai 1	9.4	2.7	0.43	1.49	1.56	1.5	0.89
2	Sungai 2	9.49	2.65	0.67	1.76	1.76	1.72	1.13
3	Sungai 3	10	2.26	0.37	1.46	1.59	1.51	0.57
4	Sungai 4	10	2.26	0.36	1.46	1.58	1.5	0.52
5	Sungai 5	8.82	2.38	0.74	1.6	1.65	1.61	0.68
6	Sungai 6	10	2.43	0.83	1.75	1.83	1.75	0.88
7	Sungai 7	10	2.16	0.55	1.68	1.71	1.7	0.83
8	Sungai 8	10	2.34	0.62	1.59	1.59	1.61	0.81
9	Sungai 9	10	2.27	0.78	1.65	1.63	1.65	0.97
10	Sungai 10	10	2.27	1.02	1.84	1.82	1.84	1.12

Sumber : Hasil Pengukuran

Dari desain penelitian ini dapat dibuat alur kerja (Flow Chart) seperti :



HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa

Dalam studi ini dipakai data curah hujan harian kota Samarinda dari stasiun pencatat curah hujan Bandara Temindung kota Samarinda di mulai dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2019 (10 tahun) yang disajikan pada tabel 4.1. Dalam pengolahan data curah hujan ini digunakan curah hujan harian maksimum (mm) tiap tahunnya.

Tabel 2. Curah Hujan Harian Rata-Rata Tahun 2010 sampai dengan Tahun 2019 (10 tahun)

No	Tahun	Curah Hujan (X) mm
1	2010	68.3
2	2011	58.3
3	2012	55.7
4	2013	68.3
5	2014	66.9
6	2015	59.5
7	2016	66.7
8	2017	61
9	2018	46.5
10	2019	56.4

Sumber: Hasil Analisa

4.2 Analisa Hidrologi

Table 3. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Menggunakan Metode Log Person Type III

No	Tahun	Curah Hujan (X) mm	Log X	$(\log X - \log X_{rt})$	$(\log X - \log X_{rt})^2$	$(\log X - \log X_{rt})^3$	$(\log X - \log X_{rt})^4$
1	2	3	4	5	6	7	8

1	2010	68.3	1.83442	0.05357	0.00287	0.00015	0.00001
2	2011	58.3	1.76567	-0.01518	0.00023	0.00000	0.00000
3	2012	55.7	1.74586	-0.03499	0.00122	-0.00004	0.00000
4	2013	68.3	1.83442	0.05357	0.00287	0.00015	0.00001
5	2014	66.9	1.82543	0.04458	0.00199	0.00009	0.00000
6	2015	59.5	1.77452	-0.00633	0.00004	0.00000	0.00000
7	2016	66.7	1.82413	0.04328	0.00187	0.00008	0.00000
8	2017	61	1.78533	0.00448	0.00002	0.00000	0.00000
9	2018	46.5	1.66745	-0.11340	0.01286	-0.00146	0.00017
10	2019	56.4	1.75128	-0.02957	0.00087	-0.00003	0.00000
Jumlah		607.600	17.80850	0.0000	0.02485	-0.00105	0.00019
Rata - Rata		60.7600	1.7808				

Sumber: Hasil Analisa

- Harga rata-rata (Rerata)

$$\text{Log} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X}{n} = 17.808 / 10 = 1,7808 \text{ mm}$$

- Harga Simpangan Baku (Standar Deviasi)

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1} \right]^{0.5}$$

$$= (0,0248) / (10 - 1)^{0.5} = 0,0525 \text{ mm}$$

- Koefisien Kemencengan (CS)

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)s^3} = (-0,0105) / ((9.8.(0,0525)^3) = -1.0085 \text{ mm}$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} = (0,002) / (9.8.7(0,0525)^4) = 0,4987 \text{ mm}$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}} = (0,0525) / (1,7808) = 0,0295 \text{ mm}$$

Tabel 4. Perhitungan Curah Hujan Metode Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan (X) mm	Xi	(Xi - X _{rt})	(Xi - X _{rt}) ²	(Xi - X _{rt}) ³	(Xi - X _{rt}) ⁴
A	B	C	D	E	F	G	I
1	2010	68.3	46.50	-14.26	203.35	-2899.74	41350.25
2	2011	58.3	55.70	-5.06	25.60	-129.55	655.54
3	2012	55.7	56.40	-4.36	19.01	-82.88	361.36
4	2013	68.3	58.30	-2.46	6.05	-14.89	36.62
5	2014	66.9	59.50	-1.26	1.59	-2.00	2.52
6	2015	59.5	61.00	0.24	0.06	0.01	0.00
7	2016	66.7	66.70	5.94	35.28	209.58	1244.93
8	2017	61	66.90	6.14	37.70	231.48	1421.26
9	2018	46.5	68.30	7.54	56.85	428.66	3232.10
10	2019	56.4	68.30	7.54	56.85	428.66	3232.10
Jumlah		607.60			442.34	-1830.66	51536.70
Rata - Rata		60.7600					

Sumber: Hasil Analisa

- Jumlah data (n) = 10
- Harga rata-rata :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\bar{X} = \frac{1}{10} \times 607,60$$

$$\bar{X} = 60,760$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$$

$$S = \left[\frac{1}{10-1} \times 442,34 \right]^{1/2}$$

$$= 7,011$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}}$$

$$Cv = \frac{7,011}{60,760}$$

$$= 0,115$$

- Koefisien Kemencengan (Cs atau G)

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

$$Cs = \frac{10 \times (-1830,66)}{(10-1)(10-2) 7,011^3}$$

$$Cs = -0,7379$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4}$$

$$Ck = \frac{10 \times 51536,70}{(10-1)(10-2)(10-3) 7,011^4}$$

$$Ck = 0,4233$$

Dari tabel di dapat nilai $S_n = 0,9496$

$$a = \frac{S_n}{S}$$

$$a = \frac{0,9496}{7,011}$$

$$a = 0,1354$$

Dari tabel di dapat nilai $Y_n = 0,4952$

$$b = \bar{X} - \frac{Y_n \cdot S}{S_n}$$

$$b = 60,760 - \frac{0,4952 \cdot 7,011}{0,9496}$$

$$b = 57,104$$

➤ Jadi besarnya X dengan periode kala ulang 2 tahun dimana $Y_{tr} = 0,366$ adalah

$$X_{tr} = b + \frac{1}{a} Y_{tr}$$

$$X_{tr} = 57,104 + 1 \times 0,366 \cdot 0,13545$$

$$X_{tr} = 59,8061 \text{ mm}$$

➤ Jadi besarnya X dengan periode kala ulang 5 tahun dimana $Y_{tr} = 1,500$ adalah

$$X_{tr} = b + \frac{1}{a} Y_{tr}$$

$$X_{tr} = 57,104 + \frac{1}{0,13545} \times 1,500$$

$$X_{tr} = 68,1782 \text{ mm}$$

➤ Jadi besarnya X dengan periode kala ulang 10 tahun dimana $Y_{tr} = 2,251$ adalah

$$X_{tr} = b + \frac{1}{a} Y_{tr}$$

$$X_{10} = 57,104 + \frac{1}{0,1354} \times 2,251$$

$$X_{10} = 73,7226 \text{ mm}$$

➤ Jadi besarnya X dengan periode kala ulang 25 tahun dimana $Y_{tr} = 3,1993$ adalah

$$X_{tr} = b + \frac{1}{a} Y_{tr}$$

$$X_{25} = 57,104 + \frac{1}{0,1354} \times 3,1993$$

$$X_{25} = 80,7215 \text{ mm}$$

Table 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Hujan Rancangan

No	Periode Ulang	Hujan Rancangan (mm) Metode Log Person Tipe III	Hujan Rancangan (mm) Metode Gumbel
1	2	61.5839	59.8061
2	5	66.9295	68.1782
3	10	69.2021	73.7226
4	25	71.2238	80.7215

Sumber: Hasil Analisa

Dari hasil perhitungan distribusi curah hujan dengan menggunakan *Metode Log Person Tipe III* dan *Metode Gumbel* diatas hujan rancangan yang dipakai nilai yang terbesar dan nilai tersebut terdapat pada *Metode Gumbel*.

Table 6. Uji Smirnov Kolmogorof

No	Tahun	Curah Hujan (X)	Log Xi (mm)	$P(X) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(x<)$	$f(t) = \frac{(X_i - X_{rt})}{S}$	$P'(X) = \frac{m}{(n-1)}$	$P'(x<)$	$P(x) - P'(x)$
1	2	3	4	5	$\frac{6}{5} = 1 - \frac{1}{5}$	7	8	9 = nilai 1 - 8	10 = 6 - 9
1	2018	46.5	1.6675	0.0909	0.9091	-0.0162	0.1111	0.8889	0.0202
2	2012	55.7	1.7459	0.1818	0.8182	-0.0050	0.2222	0.7778	0.0404
3	2019	56.4	1.7513	0.2727	0.7273	-0.0042	0.3333	0.6667	0.0606
4	2011	58.3	1.7657	0.3636	0.6364	-0.0022	0.4444	0.5556	0.0808
5	2015	59.5	1.7745	0.4545	0.5455	-0.0009	0.5556	0.4444	0.1010
6	2017	61	1.7853	0.5455	0.4545	0.0006	0.6667	0.3333	0.1212
7	2016	66.7	1.8241	0.6364	0.3636	0.0062	0.7778	0.2222	0.1414
8	2014	66.9	1.8254	0.7273	0.2727	0.0064	0.8889	0.1111	0.1616
9	2010	68.3	1.8344	0.8182	0.1818	0.0076	1.0000	0.0000	0.1818
10		68.3	1.8344	0.9091	0.0909	0.0076	1.1111	-0.1111	0.2020

	2013								
Jumlah	607.600	17.808							
Rata - rata	60.760	1.781							

Sumber: Hasil Analisa

Table 7. konsentrasi hujan jam-jaman

No	T (jam)	Rt
1	2	3
1	0.5	0.9283
2	1	0.5848
3	1.5	0.4463
4	2	0.3684
5	2.5	0.3175
6	3	0.2811
7	3.5	0.2537
8	4	0.2321
9	4.5	0.2146
10	5	0.2

Sumber: Hasil Analisa

Table 8. Rerata hujan sampai jam T (Rt) dan hubungan pada jam t (Rt) Serta Distribusi Hujan

T (Jam)	Rt		RT		Rasio % (R) = RT x 100%
A	B		C		D
0.5	0.9283	R24	0.4642	R24	46.4159
1	0.5848	R24	0.5848	R24	58.4804
1.5	0.4463	R24	0.2053	R24	20.5274
2	0.3684	R24	0.1520	R24	15.2003

2.5	0.3175	R24	0.1243	R24	12.4268
3	0.2811	R24	0.1066	R24	10.6626
3.5	0.2537	R24	0.0942	R24	9.4203
4	0.2321	R24	0.0849	R24	8.4885
4.5	0.2146	R24	0.0776	R24	7.7585
5	0.2	R24	0.0717	R24	7.1682

Sumber: Hasil Analisa

Table 9. Sebaran Hujan Netto jam-jaman

Waktu	Rasio				
		Xt2	Xt5	Xt10	Xt25
A	B	D		D	F
0.5	0.4642	10.6261	12.1136	13.0988	14.3423
1	0.5848	13.3881	15.2622	16.5034	18.0701
1.5	0.2053	4.6994	5.3573	5.7929	6.3429
2	0.1520	3.4798	3.9670	4.2896	4.6968
2.5	0.1243	2.8449	3.2431	3.5069	3.8398
3	0.1066	2.4410	2.7827	3.0090	3.2947
3.5	0.0942	2.1566	2.4585	2.6585	2.9108
4	0.0849	1.9433	2.2153	2.3955	2.6229
4.5	0.0776	1.7762	2.0248	2.1895	2.3974
5	0.0717	1.6410	1.8708	2.0229	2.2149
Hujan Netto		22.8933	26.0980	26.0980	30,8995
Koef. Pengaliran		0.3828	0.3828	0.3828	0.3828
Hujan Rencana		59.8061	68.1782	73.7226	80,7215

Sumber: Hasil Analisa

Table 10. Sebaran Hujan Netto jam-jaman

Waktu	Rasio				
		Xt2	Xt5	Xt10	Xt25
A	B	D		D	F
0.5	0.4642	10.6261	12.1136	13.0988	14.3423
1	0.5848	13.3881	15.2622	16.5034	18.0701
1.5	0.2053	4.6994	5.3573	5.7929	6.3429
2	0.1520	3.4798	3.9670	4.2896	4.6968
2.5	0.1243	2.8449	3.2431	3.5069	3.8398
3	0.1066	2.4410	2.7827	3.0090	3.2947
3.5	0.0942	2.1566	2.4585	2.6585	2.9108
4	0.0849	1.9433	2.2153	2.3955	2.6229
4.5	0.0776	1.7762	2.0248	2.1895	2.3974
5	0.0717	1.6410	1.8708	2.0229	2.2149
Hujan Netto		22.8933	26.0980	26.0980	30,8995
Koef. Pengaliran		0.3828	0.3828	0.3828	0.3828
Hujan Rencana		59.8061	68.1782	73.7226	80,7215

Sumber: Hasil Analisa

Nakayasu

Persamaan untuk Hidrograf Nakayasu :

$$Q_p = \left(\frac{C.A.R}{3,6.(0,3T_p + T_{0,3})} \right)$$

$$T_p = t_g + 0,8 \text{ tr}$$

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

t_g dihitung berdasarkan rumus :

$$t_g = 0,21 . L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$t_g = 0,40 + 0,058 . L \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

tr = lama hujan efektif yang besarnya 0,5 t_g sampai t_g

Persamaan kurva hidrograf satuan sintetisnya adalah :

c. Bagian kurva naik (*rising limb*) untuk $0 < t < T_p$,

$$Q_a = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

d. Bagian kurva turun (*decreasing limb*)

- $Q_d > 0,3 Q_p$ untuk $T_p < t < T_{0,3}$,

$$Q_{d1} = Q_p \cdot 0,3^{\left[\frac{t-T_p}{T_{0,3}} \right]}$$

- $0,3 Q_p > Q_d > 0,3^2 Q_p$ untuk $T_{0,3} < t < T_p$,

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3^{\left[\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right]}$$

- $0,3^2 Q_p > Q_d$ untuk $t > T_{0,3}$,

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3^{\left[\frac{t-T_p+1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}} \right]}$$

Hubungan antara bentuk daerah pengaliran dengan $T_{0,3}$ dapat dinyatakan :

$$T_{0,3} = 0,47 (A.L)^{0,25}$$

Dengan :

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

Maka :

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

dimana,

Q_a : limpasan sebelum mencapai debit puncak ($m^3/detik$)

Q_d : limpasan sesudah mencapai debit puncak ($m^3/detik$)

t : waktu (Jam)

L : panjang alur sungai (km) ;

tg : waktu konsentrasi (jam);

α : konstanta

Sedangkan harga α mempunyai kriteria sebagai berikut,

a. daerah pengaliran biasa $\alpha = 2$;

b. bagian naik hidrograf lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1,5$;

c. bagian naik hidrograf cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3$.

Setelah dilakukan perhitungan hidrograf satuan, maka hidrograf banjir rencana

untuk kala ulang tertentu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$Q_k = U_1 R_1 + U_2 R_{1-1} + U_3 R_{1-2} + \dots + U_n R_{1-(n-1)} + B_f$$

Keterangan :

Q_k = ordinat hidrograf banjir pada jam ke 1

U_n = ordinat hidrograf satuan

R_1 = hujan netto pada jam ke 1

B_f = aliran dasar (*base flow*)

Sungai terpanjang dari outlet 2 km, sehingga $L < 15$ km, maka $t_g = 0,21 \times L^{0,7}$

$$\text{Luas DAS (A)} = 4,6463 \text{ km}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} \\ \text{Sungai (L)} &= 1,850 \text{ km} \end{aligned}$$

karena $L = 2 < 15$ Km, maka :

$$\begin{aligned} \text{Waktu} \\ \text{Konsentrasi } t_g &= 0,21 \times L^{0,7} \\ &= 0,21 \times \left| 1,850 \right|^{0,7} \\ &= 0,21 \times 1,5328 \\ &= 0,3230 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$T_r = 0,75 \times t_g = 0,242$$

$$\begin{aligned} T_p &= T_g + 0,8 \text{ tr} \\ &= 0,4 + 0,8 \times 0,24 \\ &= 0,27 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{0,47 \times (A \times L)^{0,25}}{T_g} \\ &= \frac{0,47 \times (4,6463 \times 1,85)^{0,25}}{0,3230} \\ &= 2,4913 \end{aligned}$$

$$T_{0.3} = \alpha \times t_g$$

$$= 2,4913 \quad \times \quad 0,3230$$

$$= 0.8048 \quad \text{Jam}$$

Debit puncak banjir akibat hujan satuan :

Ro =1 mm (Satuan Curah Hujan)

Maka:

$$Q_{maks} = \frac{1}{3,6} \times A \times \frac{1}{0,3 \times t_p + T_{0,3}}$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 4.646 \times \frac{1}{0,3 \times 0,272 + 0,805}$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 4.646 \times 1,1282$$

$$= 1.4561 \quad \text{m}^3/\text{det}$$

Dengan menggunakan rumus HSS, Nakayasu dan Dengan menentukan Parameter-parameternya akan di dapat Kordinat HSS. Nakayasu sebagai Berikut:

$$Q_a = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

$$= 1,456 \times \left(\frac{1}{0,2721} \right)^{2,4}$$

$$0 < t < T_p \quad 0 < t < T_p$$

$$0 < t < 0,2721$$

$$t = 0,5$$

Hidrograf kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{03}$)

$$Q_{d1} = 0,3 \cdot Q_p \left[\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right]$$

$$\begin{aligned}
 \text{a} \quad t_p &< t && (t_p + T_{0.3}) \\
 0.2721 &< t && 0.272 + 0.8048 \\
 0.2721 &< t && 1.0768
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_d1 \quad Q_t &= Q_p \times \frac{0.3^{t - t_p}}{T_{0.3}} \\
 Q_t &= 1.456 \times \frac{0.3^{t - 0.272}}{0.805}
 \end{aligned}$$

jadi $0.272 < t < 1.0768 \rightarrow t = 1$

$$Q_1 = 0.4900 \text{ m}^3/\text{det}/\text{mm}$$

b

$$\begin{aligned}
 t_p + T_{0.3} &\leq t \leq t_p + T_{0.3} + 1.5 \times T_{0.3} \\
 0.2721 + 0.8048 &\leq t \leq 0.272 + 0.8048 + 1.5 \times 0.8048 \\
 1.0768 &\leq t \leq 2.284
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_d2 \quad Q_t &= Q_p \times \frac{0.3^{t - T_p + 0.5 \times T_{0.3}}}{1.5 \times T_{0.3}} \\
 &= 1.456 \times \frac{0.3^{t - 0.3 + 0.5 \times 0.8048}}{1.5 \times 0.8048}
 \end{aligned}$$

Jadi $1,0768 \leq t \leq 2,284 \rightarrow t = 2$

$$Q_2 = 0,1740$$

$$Q_{2,5} = 0,1056$$

$$\begin{aligned}
 t &\geq T_p + T_{0.3} + 2 \times T_{0.3} \\
 t &\geq 0.2721 + 0.8048 + 2 \times 0.8048 \\
 t &\geq 2.2840
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_t &= Q_p \times \left(\frac{t - T_p + 0.5 \times T_{0.3}}{1.5 \times T_{0.3}} \right)^{0.3} \\
 Q_{d3} &= 1.456 \times \left(\frac{t - 0.3 + 0.5 \times 0.8048}{1.5 \times 0.8048} \right)^{0.3}
 \end{aligned}$$

Jadi $t \geq \rightarrow t = 3 \text{ s/d } 24$

Table 11. Ringkasan Hidrograf Banjir Beberapa Kala Ulang HSS Nakayasu

No	Periode Ulang	T (jam)	Q Maks (m ³ /dt)
A	B	C	D
1	2	0.50	23.640
2	5	0.50	26.947
3	10	0.50	29.174
4	25	0.50	31.940

Sumber: Hasil Analisa

Kapasitas Existing

Table 12. Dimensi sungai

No	Titik Tinjau	Lebar Sungai (m)		Tinggi Sungai (m)					P (m)
		Atas	Bawah	1	2	3	4	5	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Sungai 1	9.4	2.7	0.43	1.49	1.56	1.5	0.89	24.166

2	Sungai 2	9.49	2.65	0.67	1.76	1.76	1.72	1.13	22.080
3	Sungai 3	10	2.26	0.37	1.46	1.59	1.51	0.57	31.691
4	Sungai 4	10	2.26	0.36	1.46	1.58	1.5	0.52	32.061
5	Sungai 5	8.82	2.38	0.74	1.6	1.65	1.61	0.68	22.762
6	Sungai 6	10	2.43	0.83	1.75	1.83	1.75	0.88	25.596
7	Sungai 7	10	2.16	0.55	1.68	1.71	1.7	0.83	28.498
8	Sungai 8	10	2.34	0.62	1.59	1.59	1.61	0.81	28.288
9	Sungai 9	10	2.27	0.78	1.65	1.63	1.65	0.97	27.305
10	Sungai 10	10	2.27	1.02	1.84	1.82	1.84	1.12	24.879

Sumber: Hasil Analisa

Table 13. Luas Saluran

Titik Tinjau	1	2	3	4	5	6	Jumlah
1	0.25155	0.96	1.525	1.53	1.195	0.51175	5.9733
2	0.53265	0.96	1.525	1.53	1.195	1.21475	6.9574
3	1.13	0.915	1.525	1.55	1.04	0.4617	6.6217
4	0.18	0.91	1.52	1.54	1.01	0.4212	5.5812
5	0.6549	1.17	1.625	1.63	1.145	0.5984	6.8233
6	0.88395	1.29	1.79	1.79	1.315	0.99	8.05895
7	0.55	1.115	1.695	1.705	1.265	0.84245	7.17245
8	0.62	1.105	1.59	1.6	1.21	0.83025	6.95525
9	0.78	1.215	1.64	1.64	1.31	0.9894	7.5744
10	1.1577	1.43	1.83	1.83	1.48	1.2824	9.0101

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 14. kecepatan aliran dan kekeasaran manning

Titik	A m ²	P (m)	L (m)	R = A/P (m)	manning n
A	B	C	D	E	F

Sungai 1	5.9733	24.166	200	0.2472	0.03
Sungai 2	6.9574	22.080	200	0.3151	0.03
Sungai 3	6.6217	31.691	200	0.2089	0.03
Sungai 4	5.5812	32.061	200	0.1741	0.03
Sungai 5	6.8233	22.762	200	0.2998	0.03
Sungai 6	8.0590	25.596	200	0.3149	0.03
Sungai 7	7.1725	28.498	200	0.2517	0.03
Sungai 8	6.9553	28.288	200	0.2459	0.03
Sungai 9	7.5744	27.305	200	0.2774	0.03
Sungai 10	9.0101	24.879	200	0.3622	0.03

Table lanjutan

kemiringan	V m/det	Q bankfull m ³ /dt	Elevasi titik (m)	Elevasi (Δh) m
G	H	I	J	K
0.01000	1.313	7.8420	10	2
0.00250	0.772	5.3694	8	0.5
0.00750	1.016	6.7309	7.5	1.5
0.03000	1.800	10.0462	6	6
0.00250	0.747	5.0937	5	0.5
0.00750	1.336	10.7670	5.5	1.5
0.01500	1.627	11.6724	7	3
0.01500	1.602	11.1440	10	3
0.01500	1.736	13.1527	7	3
0.01500	2.074	18.6891	10	3

Sumber: Hasil Analisa

Perhitungan Dimensi

- Kala ulang 2 tahun bentuk penampang trapezium

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$Q = 23,640 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V = 1.1 \text{ m/det}$$

$$A = 21,490 \text{ m}^2 \text{ Dimensi saluran (b \& h)}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = (h^2 \times \sqrt{3}) \times \left(\frac{1}{n} \times \frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q \times n \times 2^{\frac{1}{2}} = h^2 \times \sqrt{3} \times h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = \frac{Q \times n \times 2^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{3} \times S^{\frac{1}{2}}}$$

$$h = 1.888 \text{ m}$$

Substitusi nilai h = 1,888 m

$$A = 0,5 \times (a + b) \times h$$

$$21,490 = 0.5 \times (a + b) \times 1,888$$

$$21,490 = 0,944 \times (a+b)$$

$$(a+b) = 22,764$$

$$2+3 = 22,764$$

$$5 = 22,764$$

$$1 = 4,553$$

$$a = 2 \times 4,533 = 9,106 \text{ m}$$

$$b = 3 \times 4,533 = 13,659 \text{ m}$$

Tinggi jagaan

$$w = \sqrt{0,5 h}$$

$$W = 0,971 \text{ m}$$

Kemiringan dasar saluran

$$m = \left(\frac{V \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}}\right)^2$$

$$V = 1,1 \text{ m/det}$$

$$n = 0,03$$

$$P = a + 2 h$$

$$= 9,106 + 2 \cdot 1,888$$

$$= 12,882 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = 21,490 / 12,882 = 1,668 \text{ m}$$

$$m = \left(\frac{V \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}}\right)^2$$

$$m = \left(\frac{1,1 \times 0,03}{1,668^{\frac{2}{3}}}\right)^2$$

$$= 0,000550$$

$$Q = A \times V$$

$$A = (a + m \cdot h) \cdot h$$

$$A = (9,106 + 0,000550 \times 1,888) \times 1,888$$

$$A = 17,194$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 5,741 \text{ m/det}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = 17,194 \times 5,741$$

$$Q = 98,711 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Kala ulang 5 tahun bentuk penampang trapezium

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$Q = 26,947 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V = 1.1 \text{ m/det}$$

$$A = 24,497 \text{ m}^2$$

Dimensi saluran (b & h)

$$Q = A \times V$$

$$Q = (h^2 \times \sqrt{3}) \times \left(\frac{1}{n} \times \frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q \times n \times 2^{\frac{1}{2}} = h^2 \times \sqrt{3} \times h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = \frac{Q \times n \times 2^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{3} \times S^{\frac{1}{2}}}$$

$$h = 1.971 \text{ m}$$

Substitusi nilai h = 1,971 m

$$A = 0,5 \times (a + b) \times h$$

$$24,497 = 0,5 \times (a + b) \times 1,971$$

$$24,497 = 0,985 \times (a+b)$$

$$(a+b) = 24,870$$

$$2+3 = 24,870$$

$$4 = 24,870$$

$$1 = 4,975$$

$$a = 2 \times 4,975 = 9,950 \text{ m}$$

$$b = 3 \times 4,975 = 14,925 \text{ m}$$

Tinggi jagaan

$$w = \sqrt{0,5 h}$$

$$W = 0,993 \text{ m}$$

Kemiringan dasar saluran

$$m = \left(\frac{V \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$V = 1,1 \text{ m/det}$$

$$n = 0,03$$

$$P = a + 2 h$$

$$= 9,950 + 2 \cdot 1,971$$

$$= 13,892 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = 24,497 / 13,892 = 1,763 \text{ m}$$

$$m = \left(\frac{V \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$m = \left(\frac{1,1 \times 0,03}{1,763^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$= 0,000511$$

$$Q = A \times V$$

$$A = (a + m \cdot h) \cdot h$$

$$A = (9,950 + 0,000511 \times 1,971) \times 1,971$$

$$A = 19,613$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 5,597 \text{ m/det}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = 19,613 \times 5,597$$

$$Q = 116,834 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Kala ulang 10 tahun bentuk penampang trapesium Luas aliran yang diperlukan

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$Q = 29,174 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V = 1,1 \text{ m/det}$$

$$A = \frac{29,174}{1,1}$$

$$= 26,522 \text{ m}^2$$

Dimensi saluran (b & h)

$$Q = A \times V$$

$$Q = (h^2 \times \sqrt{3}) \times \left(\frac{1}{n} \times \frac{h}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q \times n \times 2^{\frac{1}{2}} = h^2 \times \sqrt{3} \times h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = \frac{Q \times n \times 2^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{3} \times S^{\frac{1}{2}}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = \frac{29,174 \times 0,03 \times 2^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{3} \times 0,015^{\frac{1}{2}}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 6,549$$

$$h = 6,5496^{\frac{3}{8}}$$

$$h = 2,023 \text{ m}$$

Substitusi nilai h = 2,023 m

$$A = 0,5 \times (a + b) \times h$$

$$26,522 = 0,5 \times (a + b) \times 2,023$$

$$26,522 = 1,012 \times (a + b)$$

$$(a + b) = 26,208$$

$$(a + b) = 26,208$$

$$2 + 3 = 26,208$$

$$5 = 26,208$$

$$1 = 5,242$$

$$a = 2 \times 5,242 = 10,484 \text{ m}$$

$$b = 3 \times 5,242 = 15,726 \text{ m}$$

Tinggi jagaan

$$w = \sqrt{0,5 h}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times 2,023} = 1,006 \text{ m}$$

Kemiringan dasar saluran

$$m = \left(\frac{V \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$V = 1,1 \text{ m/det}$$

$$n = 0,03$$

$$P = a + 2h$$

$$= 10,484 + 2 \cdot 2,023$$

$$= 14,530 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{26,522}{14,530}$$

$$= 1,825 \text{ m}$$

$$m = \left(\frac{V \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$m = \left(\frac{1,1 \times 0,03}{1,825^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$= 0,000488$$

$$Q = A \times V$$

$$A = (a + m \cdot h)h$$

$$A$$

$$= (10,484 + 0,000488 \times 2,023) \times 2,023$$

$$A = 21,211$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,03} \times 1,825^{\frac{2}{3}} \times 0,015^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 6,097 \text{ m/det}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = 21,211 \times 6,097$$

$$Q = 129,323 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Kala ulang 25 tahun bentuk penampang trapesium Luas aliran yang diperlukan

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$Q = 31,940 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V = 1,1 \text{ m/det}$$

$$A = \frac{31,940}{1,1}$$

$$= 29,036 \text{ m}^2$$

Dimensi saluran (b & h)

$$Q = A \times V$$

$$Q = (h^2 \times \sqrt{3}) \times \left(\frac{1}{n} \times \frac{h}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q \times n \times 2^{\frac{1}{2}} = h^2 \times \sqrt{3} \times h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = \frac{Q \times n \times 2^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{3} \times S^{\frac{1}{2}}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = \frac{31,940 \times 0,03 \times 2^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{3} \times 0,015^{\frac{1}{2}}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 7,170$$

$$h = 7,170^{\frac{3}{8}}$$

$$h = 2,093 \text{ m}$$

Substitusi nilai h = 2,093 m

$$A = 0,5 \times (a + b) \times h$$

$$29,036 = 0,5 \times (a + b) \times 2,093$$

$$29,036 = 1,047 \times (a + b)$$

$$(a + b) = 27,733$$

$$(a + b) = 27,733$$

$$2 + 3 = 27,733$$

$$5 = 27,733$$

$$1 = 5,547$$

$$a = 2 \times 5,547 = 11,094 \text{ m}$$

$$b = 3 \times 5,547 = 16,641 \text{ m}$$

Tinggi jagaan

$$w = \sqrt{0,5 h}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times 2,093} = 1,023 \text{ m}$$

Kemiringan dasar saluran

$$m = \left(\frac{V \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$V = 1,1 \text{ m/det}$$

$$n = 0,03$$

$$P = a + 2 h$$

$$= 11,094 + 2 \cdot 2,093$$

$$= 15,280 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{29,036}{15,280}$$

$$= 1,900 \text{ m}$$

$$m = \left(\frac{V \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$m = \left(\frac{1,1 \times 0,03}{1,900^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$= 0,000463$$

$$Q = A \times V$$

$$A = (a + m \cdot h)h$$

$$A$$

$$= (11,094$$

$$+ 0,000463 \times 2,093) \times 2,093$$

$$A = 23,222$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,03} \times 1,900^{\frac{2}{3}} \times 0,015^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 6,263 \text{ m/det}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = 23,222 \times 6,263$$

$$Q = 145,439 \text{ m}^3/\text{det}$$

PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa data dan pembahasan mengenai Kajian Optimalisasi Dan Normalisasi sungai Desa Bangun Rejo Tenggarong Sebrang Kutai Kartanegara, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa di dapat debit eksisting
 2. Sungai 1 = 7.482 m³/s
 3. Sungai 2 = 5.369 m³/s
 4. Sungai 3 = 6.731 m³/s
 5. Sungai 4 = 10.046 m³/s
 6. Sungai 5 = 5.094 m³/s
 7. Sungai 6 = 10.767 m³/s
 8. Sungai 7 = 11.672 m³/s
 9. Sungai 8 = 11.144 m³/s
 10. Sungai 9 = 13.153 m³/s
 11. Sungai 10 = 18.689 m³/s
2. Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan Metode Nakayasu di dapat debit rancangan dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, tahun
 - a. Hasil analisa yang dari Metode Nakayasu di dapat debit rancangan dengan kala ulang 2 tahun yaitu sebesar 23,640 m³/det
 - b. Hasil analisa yang dari Metode Nakayasu di dapat debit rancangan dengan kala ulang 5 tahun yaitu sebesar 26,947 m³/det
 - c. Hasil analisa yang dari Metode Nakayasu di dapat debit rancangan dengan kala ulang 10 tahun yaitu sebesar 29,174 m³/det
 - d. Hasil analisa yang dari Metode Nakayasu di dapat debit rancangan dengan kala

ulang 25 tahun yaitu sebesar
 $31,940 m^3/det$

3. Berdasarkan hasil analisa dari perhitungan di dapat dimensi penampang sungai dengan kala ulang 2, 5, 10, 25 tahun yang di butuhkan untuk menampung debit puncak di sungai Desa Bangun Rejo

a. Dimensi kala ulang 2 bentuk penampang trapesium

- Lebar saluran atas = 13,659 m
- Lebar saluran bawah = 9,106 m
- Tinggi muka air = 1,888 m
- Tinggi Jagaan = 0,971 m
- Kemiringan dasar saluran = 0.000550
- Luas penampang debit air dan kecepatan $21,490 m^2$

b. Dimensi kala ulang 5 bentuk penampang trapesium

- Lebar saluran atas = 14,925 m
- Lebar saluran bawah = 9.950 m
- Tinggi muka air = 1,971 m
- Tinggi Jagaan = 0,993 m
- Kemiringan dasar saluran = 0.000511
- Luas penampang debit air dan kecepatan $24,497 m^2$

c. Dimensi kala ulang 10 bentuk penampang trapesium

- Lebar saluran atas = 15,762 m
- Lebar saluran bawah = 10,484 m
- Tinggi muka air = 2,023 m
- Tinggi Jagaan = 1.006 m

- Kemiringan dasar saluran = 0.000488

- Luas penampang debit air dan kecepatan $26,522 m^2$

d. Dimensi kala ulang 25 bentuk penampang trapesium

- Lebar saluran atas = 16,641 m
- Lebar saluran bawah = 11,094 m
- Tinggi muka air = 2,093 m
- Tinggi Jagaan = 1.023 m
- Kemiringan dasar saluran = 0.000463
- Luas penampang debit air dan kecepatan $29,036 m^2$

2. Saran

1. Tahapan yang segera dapat di kerjakan karena kondisi sungai saat ini, di khawatirkan karna belum cukup untuk menampung debit air bila tidak segera di tangani akan terjadi luapan atau banjir yang akan merugikan dan merusak daerah sekitar.

2. Salah satu upaya non structural pengendalian banjir di sungai atau mengembalikan fungsi alami sungai serta menerapkan konsep ekologi hidrolik untuk mengefektifkan upaya pengendalian banjir.

3. Menormalisasi daerah yang bersedimentasi pada daerah muara dan merencanakan turap di bibir sungai yang rawan terjadi longsor dan merawat sungai agar tetap terjaga kondisinya sehingga sungai dapat mengoptimalkan fungsi sungai.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak, 2010. *Karakteristik Sungai*, Jakarta.

Bambang Triatmodjo, 2010. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta

Dr. Ir. Suripin, M. Eng, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.

Dr. Ir. Suripin, M. Eng, 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Andi Offset, Yogyakarta.

Data dari Badan Standar Nasional Indonesia (SNI), Tahun 1994.

Data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Samarinda, Tahun 2019.

Gunadarma, 1997. *Drainase Perkotaan*, Jakarta.

Hergt Heinrich, 1999. *Klasifikasi Sungai*, Yogyakarta.

Soewarno, 1995. *Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I dan II*, Nova Offset, Bandung.

Sosrodarsono Suyono dan Kensaku Takeda, 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradya Paramitha, Bandung.

Ven Te Chow, 1985. Alih Bahasa, E.V. Nensi Rosalina, 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Erlangga, Jakarta.