

# NORMALISASI SUNGAI ARU UNTUK MENANGGULANGI BANJIR DI KECAMATAN GALELA KABUPATEN HALMAHERA UTARA

Article history

Received

5 Agustus 2020

Received in revised form

12 September 2020

Accepted

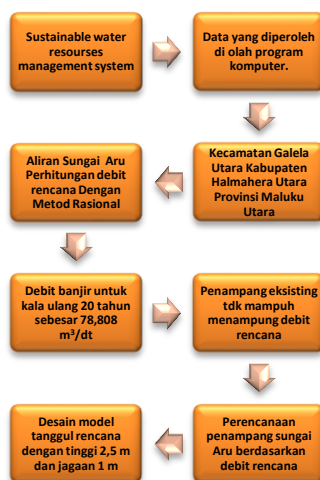
Oktober 2020

Zulkarnain K. Misbah<sup>a,\*</sup>, Edward Rizky Ahadian<sup>b</sup>  
<sup>a,b</sup>, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

\*Corresponding author

[zulkarnainmisbah@gmail.com](mailto:zulkarnainmisbah@gmail.com)

## Graphical abstract



## Abstract

Aru River with its watershed is included in North Halmahera Regency. Based on the existing slope map, it can be seen that the mainland area of North Halmahera is dominated by land with a slope of 0 - 8%. Floods in North Galela Subdistrict were caused by rising water levels in the Aru River because they could not drain the flood discharge. This study uses the probability distribution method and is tested using the probability test to calculate the planned rainfall. Buoy method for calculating river discharge. The rational method, the Kirpich method, the Mononobe method for calculating flood discharge and the Manning method for calculating the cross-sectional capacity of the plan and existing. Flood discharge on the Aru River for a 2 year return period, 23.18 m<sup>3</sup> / sec for a 5 year return period, 28.26m<sup>3</sup> / sec for a 10 year return period, 31.45 m<sup>3</sup> / sec for a 20 year return period, 34.51 m<sup>3</sup> / second. The average discharge of the Aru River is 24.14 m<sup>3</sup> / second, for the discharge plan for the cross-sectional area of the Aru river is 78.808 m<sup>3</sup> / second and for the embankment design model that is in accordance with the flood discharge can be a guard height of 1 m for embankment height 2, 5 m. From the results of the discussion, it can be seen that the existing cross section of the Aru river is unable to accommodate the flood discharge of the high rainfall plan. So that the cross section of the Aru river needs to be normalized. Then it is found that the cross section of the Aru River normalization plan can drain the flood discharge.

*Keywords*— Aru River, Flood, Normalization.

## Abstrak

Sungai Aru dengan DAS-nya termasuk dalam wilayah Kabupaten Halmahera Utara. Berdasarkan peta eksisting lereng, dapat dilihat bahwa wilayah daratan Halmahera Utara didominasi oleh lahan dengan kemiringan lereng 0 - 8 %. Banjir di Kecamatan Galela Utara diakibatkan oleh naiknya muka air pada Sungai Aru karena tidak dapat mengalirkan debit banjir. Penelitian ini menggunakan metode distribusi probabilitas dan di uji menggunakan uji probabilitas untuk menghitung curah hujan rencana. Metode pelampung untuk menghitung debit sungai. Metode rasional, metode Kirpich, metode Mononobe untuk menghitung debit banjir dan Metode manning untuk menghitung kapasitas penampang rencana dan eksisting. Debit banjir pada Sungai Aru untuk periode ulang 2 tahun, 23,18 m<sup>3</sup>/detik untuk periode ulang 5 tahun, 28,26m<sup>3</sup>/detik untuk periode ulang 10 tahun, 31,45 m<sup>3</sup>/detik untuk periode ulang 20 tahun, 34,51 m<sup>3</sup>/detik. Debit rata-rata eksisting Sungai Aru sebesar 24,14 m<sup>3</sup>/detik, untuk debit rencana penampang sungai Aru sebesar 78,808 m<sup>3</sup>/detik dan untuk model desain tanggul yang sesuai dengan debit banjir di dapat tinggi jagaan tanggul 1 m untuk tinggi tanggul 2,5 m. Dari hasil pembahasan dapat dilihat penampang eksisting sungai aru tidak mampu menampung debit banjir rencana curah hujan tinggi. Sehingga penampang sungai Aru perlu di normalisasi. Maka didapatkan bahwa penampang rencana normalisasi Sungai Aru dapat mengalirkan debit banjir.

*Kata kunci*— Sungai Aru, Banjir, Normalisasi

© 2020 Penerbit Fakultas Teknik Unkhair. All rights reserved

## 1.0 INTRODUCTION

Sungai/laut atau aliran air yang menyediakan kemudahan hidup bagi masyarakat di sekitarnya juga bisa menjadikan masyarakat tadi menghadapi risiko bencana tahunan akibat banjir. Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain. Genangan lokal terjadi pada saat musim hujan, skala banjir yang terjadi cukup besar dan belum dapat dikendalikan secara dominan. Hal ini membutuhkan strategi-strategi penanganan yang menyeluruh dan multi stakeholders (Ichwan Frendi, 2013).

Permasalahan yang dihadapi sungai – sungai di Indonesia pada umumnya adalah tingginya laju sedimentasi sebagai akibat dari meningkatnya laju erosi permukaan maupun erosi tebing di daerah hulu atau daerah pengairan sungainya. Pengelolaan lahan secara intensif yang mengabaikan aspek konservasi dalam upaya pemenuhan kebutuhan akibat bertambahnya penduduk dapat mengakibatkan laju erosi yang semakin tinggi (Ichwan Frendi, 2013).

Secara astronomis kabupaten halmahera utara terletak antara 1057' Lintang Utara - 3000' Lintang Selatan dan 127017' Bujur Timur - 129008' Bujur Timur, Secara administratif luas keseluruhan wilayah Kabupaten Halmahera Utara adalah 22.507,32 kilometer persegi yang terdiri dari luas Laut kurang lebih 17.555,71 Km<sup>2</sup> (78%), sedangkan luas daratan kurang lebih 4.951,61 Km<sup>2</sup> (22%).

Saat ini Kabupaten Halmahera Utara terdiri dari 17 Kecamatan dan 196 Desa (Balai Wilayah Sungai Maluku Utara, 2016).

Sungai Aru dengan DAS-nya termasuk dalam wilayah Kabupaten Halmahera Utara. Berdasarkan peta eksisting lereng, dapat dilihat bahwa wilayah daratan Halmahera Utara didominasi oleh lahan dengan kemiringan lereng 0 – 8 %. Daerah Loloda Utara dan Galela Utara adalah wilayah yang memiliki lahan dengan kemiringan 26 – 40 % terluas dibandingkan dengan wilayah lainnya di daratan Halmahera Utara. Daerah dengan kemiringan lereng curam yaitu > 40 % tersebar di Sebagian wilayah Galela, Tobelo Utara, Tobelo dan Tobelo Tengah (Balai Wilayah Sungai Maluku Utara, 2016).

## 2.0 METODE PENELITIAN

### A. Waktu Dan Lokasi Penelitian

Lokasi dan waktu penelitian dilaksanakan di Desa Bobisonga Kecamatan Galela, Kabupaten Halmahera Utara, secara geografis dengan letak astronomi berada di garis ekuador dan iklim tropis yang hanya memiliki dua musim yaitu musim hujan dan kemarau. Mayoritas masyarakat Kecamatan Galela dalam melakukan aktivitas ialah bercocok tanam, dengan waktu penelitian dilaksanakan selama 6 bulan sejak pengambilan data sampai analisis hasil perhitungan yaitu pada pertengahan bulan Februari 2019 sampai dengan bulan Juli 2020

### B. Teknik Pengumpulan Data

Terdapat dua pengambilan data yang dikumpulkan agar pelaksanaan dan keputusan yang diterapkan menjadi efisien. Data yang diperoleh berupa :

#### 1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil observasi, yaitu pengamatan langsung terhadap lokasi penelitian dan subjek penelitian. Data primer yang dikumpulkan yaitu :

#### Data debit sungai

Langkah-langkah pengukuran sebagai berikut :

- Pengukuran dilakukan pada aliran sungai yang lurus.
- Jarak pengaliran pelampung harus lebih besar dari lebar sungai. Dimana jarak antara tiap titik penampang adalah 15 meter sedangkan lebar sungai 7,80 meter. Dalam satu titik penampang terdapat 3 titik pengukuran yaitu pada bagian sisi kanan sungai, tengah dan sisi kiri sungai.
- Mengukur lebar dan kedalaman sungai.
- Melepaskan pelampung dari titik penampang A ke B.
- Mencatat waktu yang diperlukan pelampung untuk mencapai titik B menggunakan *stopwatch*.
- Pengukuran dibuat 3 kali pada titik penampang yang berbeda.

### C. Teknik Analisa Data

Sebagian data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis dengan teknik analisis deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan keadaan atau fenomena tertentu. Setelah itu dilakukan pengumpulan data sekunder dan primer.

## a. Analisis hidrologi

Untuk analisis hidrologi perhitungan pertama yang dilakukan adalah perhitungan curah hujan rencana dari data curah hujan yang didapatkan dengan menggunakan distribusi probabilitas:

## 1. Distribusi Probabilitas

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi Probabilitas yang biasa digunakan, diantaranya (SNI 2415, 2016):

1. Distribusi Gumbel.
2. Distribusi Normal.
3. Distribusi Log Normal.
4. Distribusi Log Pearson Type III

## b. Analisis hidrolika

1. Analisis penampang eksisting
2. Perencanaan penampang melintang sungai

**D. Alat – Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Meteran berfungsi untuk menentukan letak titik yang akan diukur.
2. GPS (Global Positioning System) berfungsi alat untuk mengetahui elevasi suatu lokasi.
3. Patok berfungsi alat untuk menentukan letak titik yang akan diukur.
4. Stopwatch dan pelampung untuk mengukur kecepatan.

**E. Analisa Hidrologi**

Analisis hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Fenomena hidrologi seperti besarnya debit sungai, curah hujan dan lainnya.

*Pengukuran Debit Air*

Pada penelitian ini debit air di ukur secara langsung di lokasi. Prinsip dasar dari pelaksanaan pengukuran debit adalah mengukur luas penampang basah, kecepatan aliran dan kedalaman sungai pada titik-titik yang sudah ditentukan dengan jarak penampang 15 meter.

**Tabel 1.** Data pengukuran sungai bagian hulu

Titik	Jarak (M)	Kecepatan			Tinggi penampang basah			Lebar penampang basah	
		kanan (det)	tengah (det)	kiri (det)	kanan (m)	tengah (m)	kiri (m)	Kerin g (m)	Basah (m)
A	15	30	11	10	0,12	0,19	0,18	11	14
B	15	16	13	12	0,1	0,17	0,15	9	12
C	15	13	17	14	0,15	0,1	0,12	11	16

**Tabel 2.** Perhitungan debit sungai bagian hulu

Titik	V			A			Q			Total (m <sup>3</sup> /det)
	Kanan (m/det)	Tengah (m/det)	Kiri (m/det)	Kanan (m <sup>2</sup> )	Tengah (m <sup>2</sup> )	Kiri (m <sup>2</sup> )	Kanan (m <sup>3</sup> /det)	Tengah (m <sup>3</sup> /det)	Kiri (m <sup>3</sup> /det)	
A	0,50	1,36	1,5	1,68	2,66	2,52	0,84	3,63	3,78	8,25
B	0,94	1,15	1,25	1,2	2,04	1,8	1,125	2,35	2,25	5,73
C	1,15	0,88	1,07	2,4	1,6	1,92	2,77	1,41	2,06	6,24
									Q	6,74

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh debit sungai (Q) untuk daerah hulu = 6,74 m<sup>3</sup>/det.

**Tabel 3.**Data pengukuran sungai bagian tengah

Titik	Jarak (M)	Kecepatan			Tinggi penampang basah			Lebar penampang basah	
		kanan (det)	tengah (det)	kiri (det)	kanan (m)	tengah (m)	kiri (m)	Kering (m)	Basah (m)
A	15	6	7	14	0,15	0,25	0,1	18	10
B	15	10	17	13	0,12	0,31	0,14	16	13
C	15	16	14	10	0,29	0,15	0,11	14	15

**Tabel 4.** Tabel perhitungan debit sungai bagian tengah

Titik	V			A			Q			Total (m <sup>3</sup> /det)
	kanan (m/det)	tengah (m/det)	kiri (m/det)	kanan (m <sup>2</sup> )	Tengah (m <sup>2</sup> )	kiri (m <sup>2</sup> )	kanan (m <sup>3</sup> /det)	tengah (m <sup>3</sup> /det)	kiri (m <sup>3</sup> /det)	
A	2,50	2,14	1,07	1,50	2,50	1,00	3,75	5,36	1,07	10,18
B	1,50	0,88	1,15	1,56	4,03	1,82	2,34	3,56	2,10	8,00
C	0,94	1,07	1,50	4,35	2,25	1,65	4,08	2,41	2,48	8,96
									Q	9,05

Berdasarkan hasil perhitungan debit sungai bagian tengah diperoleh  $Q = 9,05 \text{ m}^3/\text{det}$

**Tabel 5.** Data pengukuran sungai bagian hilir

Titik	Jarak (M)	Kecepatan			Tinggi penampang basah			Lebar penampang basah	
		kanan (det)	tengah (det)	kiri (det)	kanan (m)	tengah (m)	kiri (m)	Kering (m)	Basah (m)
A	15	11	26	29	0,2	0,5	0,58	2	17
B	15	13	28	33	0,27	0,53	0,6	2,4	17,6
C	15	16	30	37	0,29	0,59	0,68	1,5	18,5

**Tabel 6.** Debit perhitungan sungai bagian hilir

Titik	V			A			Q			Total (m <sup>3</sup> /de)
	Kanan (m/det)	tengah (m/det)	kiri (m/det)	kanan (m <sup>2</sup> )	tengah (m <sup>2</sup> )	kiri (m <sup>2</sup> )	kanan (m <sup>3</sup> /det)	tengah (m <sup>3</sup> /det)	kiri (m <sup>3</sup> /de)	
A	1,36	0,58	0,52	3,40	8,50	9,86	4,64	4,90	5,10	14,64
B	1,15	0,54	0,45	4,75	9,33	10,56	5,48	5,00	4,80	15,28
C	0,94	0,50	0,41	5,37	10,92	12,58	5,03	5,46	5,10	15,59
									Q	15,17

Berdasarkan hasil perhitungan debit sungai bagian hilir diperoleh  $Q$  sebesar  $15,17 \text{ m}^3/\text{det}$

#### 1. Analisa Curah Hujan

Pengumpulan data harian hujan diperoleh dari BMKG Kota Ternate. Dengan data harian hujan dilakukan rekapitulasi hujan harian maksimum, didapatkan data harian hujan per-bulan dan data harian hujan per-tahun.

**Tabel 7.** Data curah hujan di lokasi studi

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2009	133	227	358	131	272	211	105	148	11	99	285	102
2010	226	110	132	254	393	243	438	190	222	174	240	284
2011	155	459	554	210	145	4	12	147	266	225	206	502
2012	332	152	236	122	194	247	316	176	31	274	199	150
2013	331	136	229	350	256	154	213	185	231	166	273	130
2014	388	243	72	87	189	93	58	393	17	37	184	106
2015	293	222	123	58	119	419	73	53	8	16	256	128
2016	35	87	38	145	227	210	277	135	180	192	99	367
2017	88,6	198	257,7	112,0	233,2	375	292	286	290	234	122	350
2018	244	311	330	247	231	147	156	93	91	93	80	264

### 3. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata

Pengumpulan data harian hujan diperoleh dari BMKG Kota Ternate. Dengan data harian hujan dilakukan perhitungan hujan harian rata-rata per-tahun.

**Tabel .8** Curah hujan Maksimum Rata-rata

No	tahun	Curah hujan Maksimum (mm)
1	2009	173,50
2	2010	242,17
3	2011	240,42
4	2012	202,42
5	2013	221,17
6	2014	155,58
7	2015	147,33
8	2016	210,88
9	2017	247,86
10	2018	190,58
N= 10	$\Sigma$	2031,91

Perhitungan parameter statistik dengan berbagai metode

#### 1. Metode distribusi Gumbel

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan hujan rencana metode Gumbel

T	Yt	K	R-rencana
2	0,3065	-0,1986943	196,39114
5	1,4999	1,057913	239,39271
10	2,2504	1,8481626	266,43535
20	2,9702	2,6060861	292,37178

## 2. Metode distribusi Normal

Tabel 10 Hasil Perhitungan Hujan rencana metode Normal

T	P	KT	R-rencana
2	0,5	0	203,19
5	0,8	0,84	231,94
10	0,9	1,28	246,99
20	0,95	1,64	259,31

## 3. Metode distribusi Log Normal

Tabel 11. Hasil Perhitungan hujan rencana metode Log Normal

T	P	Kt	R-rencana	
2	0,5	0	2,30	200,17
5	0,8	0,84	2,37	233,85
10	0,9	1,28	2,40	253,70
20	0,95	1,64	2,43	271,19

## 4. Metode distribusi Log Pearson III

Tabel 12. Hasil perhitungan hujan rencana metode Log Pearson Tipe III

T	KT	R-rencana	
2	0	2,369	200,167
5	0,8417	2,369	233,927
10	1,282	2,404	253,797
20	1,5947	2,430	268,926
25	1,751	2,442	276,823

Tabel 13. Rekapitulasi Hasil perhitungan distribusi hujan rencana

T	Gumbel	Log Person Tipe III	Log Normal	Normal
2	196,3911	233,9265	200,1673	203,1905
5	239,3927	233,9265	237,5976	231,9356
10	266,4354	253,7972	257,7658	246,9926
20	292,3718	268,9261	275,5339	259,3120

Tabel 16 Perhitungan  $\chi^2$  Untuk distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(Of - Ef)^2 / Ef$
1	> 239,3942	2	2	0	0
2	209,5513 - 239,3942	2	3	1	0,5
3	188,4971 - 209,5513	2	1	-1	0,5
4	168,1996 - 188,4971	2	2	0	0
5	< 168,1996	2	2	0	0
		10	10		1

Tabel 17. Perhitungan  $\chi^2$  untuk distribusi Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(Of - Ef)^2 / Ef$
1	> 231,9356	2	2	0	0
2	211,75 - 231,94	2	4	2	2
3	194,64 - 211,75	2	0	-2	2
4	174,45 - 194,64	2	2	0	0
5	< 174,45	2	2	0	0
		10	10		4

Tabel 18 Perhitungan  $\chi^2$  untuk distribusi Log Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(Of - Ef)^2 / Ef$
1	> 237,60	2	2	0	0
2	213,01 - 237,60	2	4	2	2
3	194,17 - 213,01	2	0	-2	2
4	174,08 - 194,17	2	1	-1	0,5
5	< 174,08	2	3	1	0,5
		10	10		5

Tabel 19 Perhitungan  $\chi^2$  untuk distribusi Log Pearson Tipe III

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(Of - Ef)^2 / Ef$
1	> 233,9271	2	4	2	2
2	205,4091 - 233,9271	2	2	0	0
3	186,8775 - 205,4091	2	1	-1	0,5
4	171,334 - 186,8775	2	1	-1	0,5
5	< 171,334	2	2	0	0
		10	10		3

Tabel 20. Hasil Rekapitulasi nilai  $\chi^2$  dan  $\chi_{cr}^2$ 

Distribusi Probabilitas	$\chi^2$	$\chi_{cr}^2$	Keterangan
Normal	4	5,9910	Diterima
Log Normal	5	5,9910	Diterima
Log Pearson III	3	5,9910	Diterima
Gumbel	1	5,9910	Diterima

Berdasarkan Tabel 20. semua distribusi probabilitas memiliki nilai  $\chi^2 < \chi_{cr}^2$  maka dapat disimpulkan bahwa semua distribusi tersebut dapat diterima, namun yang paling baik untuk menganalisis seri data curah hujan adalah distribusi probabilitas metode gumbel, dikarenakan mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis.

*Analisa debit banjir rencana metode rasional*

1. Luas daerah aliran sungai (A) = 6011 Ha
2. Panjang sungai (L) = 2000 m
3. Kemiringan sungai = 0,012

Perhitungan:

Perhitungan  $t_c$  menggunakan Metode Kirpich (1940) untuk daerah pedesahan dan perhitungan intensitas hujan (I) menggunakan Metode Mononobe merupakan rumus untuk menghitung intensitas hujan setiap waktu berdasarkan data hujan harian.

$$t_c = 0.0195 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$= 86,96$$

$$I_t = \frac{XT}{24} \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$$

$$= 5,15$$

$$Q_{20} = 0,00278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,00278 \times 0,40 \times 5,15 \times 6011$$

$$= 34,51 \text{ (m}^3/\text{det)}$$

Debit banjir rencana untuk periode ulang 20 tahun sebesar 34,51 m<sup>3</sup>/det, perhitungan yang sama untuk periode ulang tertentu lainnya. Berikut adalah hasil rekapitulasi debit banjir rancangan menggunakan metode rasional bisa dilihat pada tabel berikut.

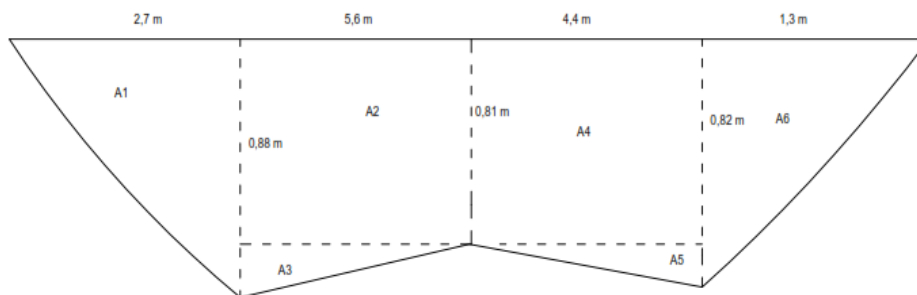
**Tabel 21.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan debit Banjir rencan ( T )

T	XT	T <sub>c</sub>	I <sub>t</sub>	Q m <sup>3</sup> /det
2	196,39	86,96	3,47	23,18
5	239,39	86,96	4,23	28,26
10	266,44	86,96	4,71	31,45
20	292,37	86,96	5,16	34,51

Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir rencana metode rasional untuk periode ulang 2 tahun sebesar 23,18 m<sup>3</sup>/det, untuk periode ulang 5 tahun sebesar 28,26 m<sup>3</sup>/det, untuk periode ulang 10 tahun sebesar 31,45 m<sup>3</sup>/det dan untuk periode ulang 20 tahun sebesar 34,51 m<sup>3</sup>/det.

*Analisa Hidrolika*

1. Analisis Penampang Eksisting



Gambar 1. Penampang Eksisting STA1

Luas penampang (A) STA1

- $A1 = \frac{1}{2} B \times H = \frac{1}{2} \times 2,7 \text{ m} \times 0,88 \text{ m} = 1,188 \text{ m}^2$
- $A2 = B \times H = 5,6 \text{ m} \times 0,88 \text{ m} = 4,93 \text{ m}^2$
- $A3 = \frac{1}{2} B \times H = \frac{1}{2} \times 0,88 \text{ m} \times (0,88 \text{ m} - 0,81 \text{ m}) = 0,196 \text{ m}^2$
- $A4 = B \times H = 4,4 \text{ m} \times 0,81 \text{ m} = 3,564 \text{ m}^2$



- $A_5 = \frac{1}{2} B \times H = \frac{1}{2} \times 4.4 \text{ m} \times (0,82 \text{ m} - 0,81 \text{ m}) = 0,02 \text{ m}^2$
- $A_6 = \frac{1}{2} B \times H = \frac{1}{2} \times 1,3 \text{ m} \times 0,82 \text{ m} = 0,53 \text{ m}^2$
- ❖ Luasan Total (A<sub>total</sub>)
- $A_{total} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$   
 $= 1,188 \text{ m}^2 + 4,93 \text{ m}^2 + 0,196 \text{ m}^2 + 3,564 \text{ m}^2 + 0,02 \text{ m}^2 + 0,53 \text{ m}^2$   
 $= 10,431 \text{ m}^2$

Jadi, berdasarkan hasil hitungan luas total untuk penampang sungai STA1 didapat sebesar 10,431 m<sup>2</sup>.

1. Jari-Jari Hidrograf (R)

- $R = \frac{A}{P}$
- $p = B + 2H\sqrt{(1 + m^2)}$   
 $= 14 \text{ m} + (2 \times 0,88 \text{ m})\sqrt{(1 + 2,5^2)}$   
 $= 15,760 \text{ m}$
- $R = \frac{10,431}{15,760}$   
 $= 0,662 \text{ m}$

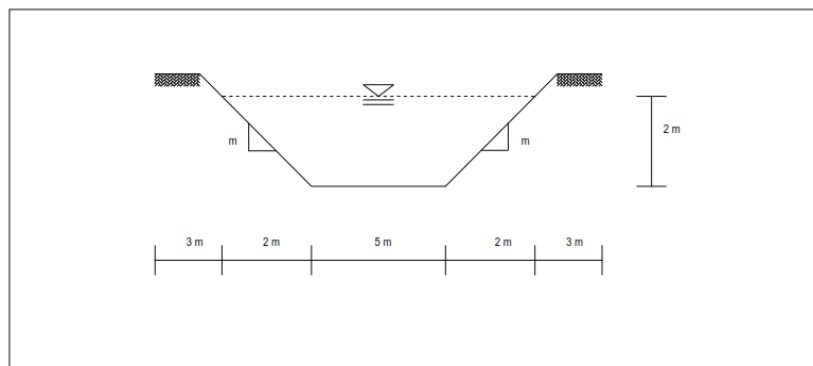
Jadi, berdasarkan hasil hitungan Jari-jari hidrograf pada penampang sungai STA1 didapat sebesar 0,662 m.

**Tabel 22.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan luas penampang eksisting STA1 – STA10

Titik	A (m <sup>2</sup> )	R (m)	P (m)	V (m/det)	n	S	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /det)
STA1	10,43	0,66	15,76	2,77	0,03	0,012	28,92	34,51
STA2	7,95	0,58	13,80	2,53	0,03	0,012	20,09	34,51
STA3	10,60	0,60	17,80	2,58	0,03	0,012	27,39	34,51
STA4	7,82	0,53	14,85	2,38	0,03	0,012	18,62	34,51
STA5	9,18	0,52	17,74	2,35	0,03	0,012	21,58	34,51
STA6	9,40	0,47	19,79	2,22	0,03	0,012	20,89	34,51
STA7	11,78	0,55	21,31	2,46	0,03	0,012	28,97	34,51
STA8	9,72	0,45	21,53	2,15	0,03	0,012	20,88	34,51
STA9	10,87	0,50	21,62	2,31	0,03	0,012	25,07	34,51
STA10	12,32	0,52	23,81	2,35	0,03	0,012	29,00	34,51

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas penampang eksisting sungai Aru dapat dilihat pada tabel 22. Bahwa debit penampang eksisting sungai Aru lebih kecil dari debit banjir rencana, maka penampang eksisting sungai Aru perlu untuk di normalisasi karena tidak mampu menampung debit banjir rencana untuk kala ulang 20 tahun.

**F. Perencanaan Penampang Sungai Berdasarkan Debit Rencana**



Gambar 2. Rencana Penampang STA1

1. Luas penampang (A)
  - $A_1 = \frac{1}{2} B \times H = \frac{1}{2} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$
  - $A_2 = B \times H = 5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$
  - $A_3 = \frac{1}{2} B \times H = \frac{1}{2} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$
- ❖ Luasan Total (A<sub>total</sub>)
  - $A_{\text{total}} = A_1 + A_2 + A_3$   
 $= 2 \text{ m}^2 + 10 \text{ m}^2 + 2 \text{ m}^2$   
 $= 14 \text{ m}^2$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan luas total untuk penampang rencana sungai STA1 didapat sebesar 14 m<sup>2</sup>.

2. Jari-Jari Hidrograf (R)
  - $R = \frac{A}{P}$
  - $p = B + 2H\sqrt{(1 + m^2)}$   
 $= 9 \text{ m} + (2 \times 2 \text{ m})\sqrt{(1 + 2,5^2)}$   
 $= 19,77 \text{ m}$
  - $R = \frac{39,514}{19,77}$   
 $= 0,7081 \text{ m}$

Jadi, berdasarkan hasil hitungan Jari-jari hidrograf pada penampang rencana sungai STA1 didapat sebesar 0,7081 m.

3. Kecepatan Aliran (V)
  - $V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I_2^{\frac{1}{2}}$   
 $= \frac{1}{0,03} \times 0,7081^{\frac{2}{3}} \times 0,012^{\frac{1}{2}}$   
 $= 2,9 \text{ m/det}$

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan kecepatan aliran pada penampang rencana sungai STA1 didapat adalah 2,9 m/det

4. Debit Penampang Rencana Sungai STA1 (QR)
  - $QR = A \times V$   
 $= 14 \text{ m}^2 \times 2,9 \text{ m/det}$   
 $= 40,609 \text{ m}^3/\text{det}$

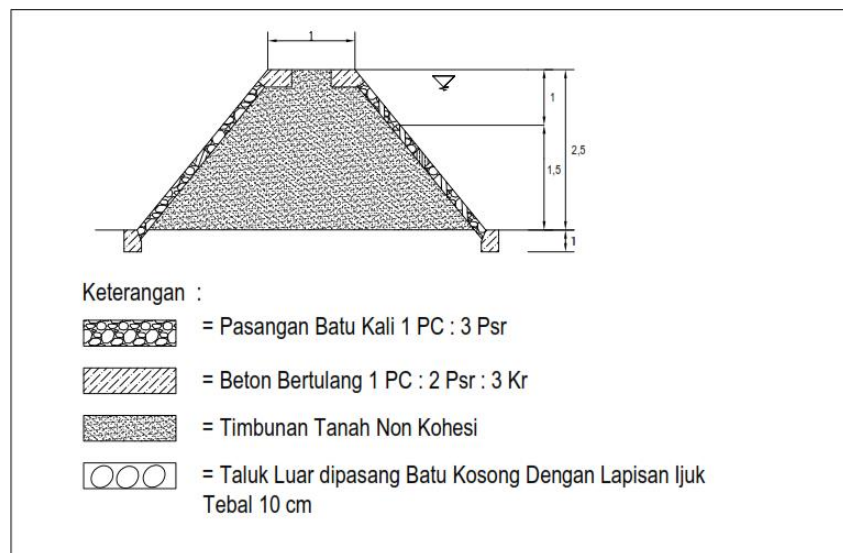
Jadi dari hasil perhitungan rencana penampang sungai Aru didapat QRencana sebesar 40,609 m<sup>3</sup>/det maka, perencanaan penampang sungai STA1 dapat diterima, karena mampu menampung debit banjir rencana untuk periode ulang 20 Tahun.

Tabel 23. Rekapitulasi hasil perhitungan Kapasitas penampang rencana STA1 – STA10

Titik	A (m <sup>2</sup> )	R (m)	P (m)	V (m/d et)	n	S	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /de t)	Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /det )	QR (m <sup>3</sup> /det)
STA1	14,00	0,708	19,77	2,90	0,03	0,012	28,920	34,51	40,609
STA2	16,00	0,752	21,27	3,02	0,03	0,012	20,090	34,51	48,318
STA3	15,00	0,722	20,77	2,94	0,03	0,012	27,390	34,51	44,084
STA4	16,00	1,143	14,00	3,99	0,03	0,012	18,620	34,51	63,865
STA5	17,00	1,133	15,00	3,97	0,03	0,012	21,580	34,51	67,479
STA6	17,00	1,172	14,50	4,06	0,03	0,012	20,890	34,51	69,022
STA7	16,60	1,122	14,80	3,94	0,03	0,012	28,970	34,51	65,436
STA8	18,40	1,122	16,40	3,94	0,03	0,012	20,880	34,51	72,546
STA9	18,20	1,096	16,60	3,88	0,03	0,012	25,070	34,51	70,663
STA10	19,80	1,138	17,40	3,98	0,03	0,012	29,000	34,51	78,806

Berdasarkan hasil perhitungan rencana penampang pada tabel 23 sungai Aru didapat  $Q_{Rencana}$  sebesar 78,806  $m^3/det$  maka, perencanaan penampang sungai dapat diterima, karena mampu menampung debit banjir rencana untuk periode ulang 20 Tahun.

### G. Tanggul



Gambar 3. Penampang melintang tanggul rencana

Berdasarkan hasil analisis hidrolika maka dapat dibuat penampang tanggul untuk debit banjir rencana  $Q_{20}$  tahun dengan tinggi jagaan tanggul 1 meter dan tinggi tanggul 2,5 meter.

#### 3.1.. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan analisa perhitungan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kala ulang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kala ulang 20 tahun. Besarnya curah hujan rencana masing-masing jenis distribusi di lokasi studi berdasarkan curah hujan 2009 s.d 2018 periode ulang 20 tahun untuk metode Gumbel ; 292,372 mm untuk metode Normal ; 259,31 mm untuk metode Log Normal adalah 271,19 mm dan untuk metode Log Pearson Type III 276,823 mm. Dari pengujian distribusi probabilitas didapat persamaan distribusi probabilitas yang dapat mewakili yaitu distribusi Gumbel karena memiliki parameter Chi Kuadrat terkecil dari semua distribusi atau nilai  $\chi^2 = 1$  dan simpangan baku maksimum pada uji Smirnov-Kolmogorof lebih kecil dari simpangan baku kritis ( $0.20 < 0.41$ ).
2. Berdasarkan hasil pengukuran disungai Aru diperoleh debit sungai ( $Q$ ) pada ruas hulu sebesar 6,74  $m^3/det$  untuk ruas tengah sebesar 9,05  $m^3/det$  dan untuk ruas hilir adalah 15,17  $m^3/det$ .
3. Berdasarkan hasil perhitungan debit eksisting penampang sungai Aru diperoleh debit rata-rata eksisting ( $Q_s$ ) sungai Aru sebesar = 24,14  $m^3/det$ .

- [1] Adlyatma, Randy. 2013. Studi Normalisasi Sungai Kemuning Dalam Penanggulangan Banjir di Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan. Jurna Rekayasa Sipil. Vol. 1 No. 1 Februari 2013. Kalimantan Selatan.
- [2] Aliyansyah, Andi Muhammad. 2017. *Analisis Hidrolika Aliran Sungai Bolifar Dengan Menggunakan HEC-RAS*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Makassar
- [3] Arbaningrum, Rizka dkk. 2015. *Perencanaan Tanggul Banjir Sungai Lusi Hilir*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Jurnal Karya Teknik Sipil. Vol. 4 No. 1 Tahun 2015 Hal. 186-196. Semarang
- [4] Aushaf, Fajar Deny. 2015. *Analisa Tinggi Tanggul Ekonomis Sebagai Bangunan Pengendali Banjir Sungai Cihaur Kecamatan Cipari Kabupaten Cilacap*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Jurnal Teknik Pengeiran. Malang
- [5] Balai Wilayah Sungai Maluku Utara. 2016. *Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Halmahera Utara*.

- [6] Fajar F. M.G dan Arief Sudradjat. 2012. *Analisis Kondisi Eksisting Penampang Sungai Sisangkuy Hilir Menggunakan REC-RAS 4.1.0*. Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung. Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 18 No. 1 April 2012 Hal. 43-53. Bandung
- [7] Higang, Fransiskus dkk. 2013. *Normalisasi Sungai Rantauan Sebagai Alternatif Penanggulangan Banjir di Kecamatan Jelimpo*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Tanjungpura. Jurnal Teknik Sipil. Kalimantan Barat
- [8] Pitanggi, Gezzy Tria dkk. 2017. *Normalisasi Sungai Dolok Semarang*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Jurnal Karya Teknik Sipil. Vol.6 No. 4 Tahun 2017
- [9] Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. 2017. *Modul Dasar-Dasar Perencanaan Alur dan Bangunan Sungai Pelatihan Perencanaan Teknis Sungai*

