

Analisis Kekasaran Dan Kapasitas Penampang Sungai Galang-Galang Kabupaten Polewali Mandar

Greistin Anggiani^{*1}, Benyamin Tanan^{*2}, Herman Welem Tanje^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia greistinanggiani335@gmail.com

^{*2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia ² nyamintan2002@yahoo.com ^{*2} dan hwtanje@ukipaulus.ac.id ^{*3}

Corresponding Author: greistinanggiani335@gmail.com

Abstrak

Sungai Galang-Galang atau Sungai Binanga Karaeng merupakan lokasi penelitian dimana sungai ini merupakan sungai perbatasan antara wilayah Kabupaten Polewali Mandar dengan Kabupaten Pinrang. Pada bulan April tahun 2020 terjadi banjir yang merusak bangunan irigasi pada sisi kanan bendung bagian hilir Sungai Galang-Galang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekasaran dan kapasitas penampang Sungai Galang-Galang. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Metode yang digunakan metode survey dan titik lokasi ditentukan berdasarkan pada titik pengamatan yang dapat mewakili bagian hulu, tengah, dan hilir. Analisis koefisien kekasaran menggunakan persamaan *Manning*. Nilai koefisien kekasaran Sungai Galang-Galang pada bagian hulu sebesar 0,037, tengah sebesar 0,015 dan hilir yaitu 0,037. Perbedaan nilai koefisien kekasaran dipengaruhi oleh faktor ketidakteraturan penampang, ukuran butiran sedimen yang berbeda tiap titik dan penyempitan saluran. Kapasitas penampang pada segmen 1-1, 2-2, dan 3-3 tidak mampu menampung debit banjir Q_{50} dan Q_{100} .

Kata kunci: Koefisien Kekasaran, Persamaan *Manning*, Sungai Galang-Galang

Abstract

Galang-Galang River or Binanga Karaeng River is a research site where this river is a border river between polewali mandar regency and Pinrang regency. In April 2020 there was a flood that damaged irrigation buildings on the right side of the bend downstream of the Galang-Galang River. This research aims to analyze the roughness and cross-sectional capacity of the Galang-Galang River. The data used consists of primary data and secondary data. The methods used survey methods and location points are determined based on observation points that can represent the upstream, middle, and downstream sections. Analysis of roughness coefficients using manning equations. The coefficient of the galang-galang river in the upstream is 0.037, the middle is 0.015 and downstream is 0.037. The difference in the coefficient value of roughness is influenced by cross-sectional irregularities, the size of the sediment grains that differ from each point and the narrowing of the channel. Cross-sectional capacity in segments 1-1, 2-2, and 3-3 is unable to accommodate Q_{50} and Q_{100} flood discharges.

Keywords: *Roughness Coefficient, Manning Equation, Galang-Galang River*

PENDAHULUAN

Saluran terbuka merupakan saluran alami atau buatan yang memiliki permukaan bebas. Saluran alam (*natural channel*) yaitu saluran yang terbentuk dengan cara alami tanpa bantuan tangan manusia contohnya sungai. Saluran buatan (*artificial channel*) adalah saluran yang dibentuk dan direncanakan manusia, contohnya saluran drainase jalan, saluran irigasi, saluran pembuangan, saluran banjir dan sebagainya. Pada penelitian ini terfokus pada saluran alam yaitu sungai khususnya koefisien kekasaran dan kapasitas penampang sungai.

Koefisien kekasaran sungai adalah salah satu nilai terpenting untuk merencanakan penampang sungai seperti keperluan perancangan normalisasi sungai ataupun untuk keperluan lain yang membutuhkan data koefisien kekasaran sungai sebagai tolak ukurnya, sesuai informasi yang didapatkan menerangkan bahwa nantinya akan ada perencanaan kembali untuk saluran irigasi sesuai permintaan warga setempat. Jika tidak tepat dalam menentukan koefisien kekasaran maka akan berdampak pada perencanaan yang kurang tepat bahkan dapat mempengaruhi secara keseluruhan.

Perubahan morfologi dan permukaan sungai memiliki pengaruh terhadap nilai koefisien kekasaran dan fungsi sungai untuk mengalirkan air limpasan. Sungai Galang-Galang atau Sungai Binanga Karaeng merupakan lokasi penelitian dimana sungai ini merupakan sungai perbatasan antara wilayah Kabupaten Polewali Mandar dengan Kabupaten Pinrang. Menurut informasi juga saat hujan turun kecepatan aliran sungai cukup deras dan terkadang banjir tiba-tiba dari hulu sungai.

Selain itu dijelaskan bahwa tinggi muka air sungai bisa mencapai 3 meter pada musim hujan biasanya terjadi pada bulan Oktober sampai bulan Maret dan puncaknya terjadi pada bulan April dan Mei. Dari informasi yang diperoleh pada bulan April tahun 2020 tinggi muka air melebihi 3 meter sehingga merusak bangunan irigasi pada bagian sisi kanan bendung dan jika dilihat secara visual tinggi muka air kurang 50 cm lagi mencapai jembatan gantung yang merupakan akses untuk menyebrangi sungai tersebut.

1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai adalah wilayah daratan berupa pengabungan antara sungai dan anak sungai yang dimanfaatkan untuk menampung, menyimpan, seta mengalirkan air yang diperoleh dari curah hujan mengarah ke danau atau laut dengan cara alamiah, untuk batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan [1].

2. Aliran Seragam

Aliran seragam adalah aliran yang tidak fleksibel menurut tempatnya. Aliran seragam memiliki dua kriteria utama yaitu:

- a. Kedalaman, luas basah, kecepatan dan debit pada setiap penampang pada bagian saluran yang lurus adalah konstan
- b. Garis energi, muka air dan dasar saluran saling sejajar.

3. Kekasaran Penampang Sungai

Untuk menentukan nilai koefisien kekasaran dasar sama halnya memprediksikan perlawanan aliran pada dasar saluran. Perlawanan aliran dasar saluran terjadi akibat beberapa komponen, salah satunya perlawanan gesekan butiran (*grain friction*). Pemakaian nilai koefisien kekasaran Manning disesuaikan n tabel, hanya dianjurkan untuk saluran keadaan baik. Untuk keadaan aliran saluran alami, pengaplikasian n tabel *Manning* sering menunjukkan hasil sangat kasar. Kasus ini disebabkan karena situasi aliran lebih banyak terpengaruh pada hal-hal yang tidak diketahui dari saluran buatan.

4. Metode Pelampung

Adapun beberapa cara yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran untuk saluran terbuka yaitu dengan memanfaatkan alat ukur arus (*current meter*), zat warna, atau pelampung. Sesuai dengan perinsipnya *current meter* adalah alat ukur yang standar, tetapi untuk keadaan tertentu seperti terjadi banjir atau fluktuasi muka air dan volume air yang relatif besar, pemanfaatan *current meter* tidak direkomendasikan sebab memperhatikan keamanan serta hasil yang tidak tepat. Untuk situasi tersebut direkomendasikan untuk menggunakan pelampung.

Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan metode pelampung antara lain:

- a. Pengukuran diaplikasikan pada bagian saluran/sungai yang lurus 50 – 100 m.
- b. Dalam arah melintang sungai/saluran banyak titik pengukuran minimal tiga. Untuk penentuan lebar segmen, dirancang sesesuai mungkin supaya debit untuk tiap segmen kurang lebih sepertiga dari debit keseluruhan.
- c. Pelampung sudah perlu dilepaskan pada jarak minimal 20 m ruas hulu titik pertama pengamatan [2].

5. Penampang Majemuk

Penampang majemuk adalah suatu penampang saluran bisa terbentuk melalui beberapa bagian yang memiliki nilai kekasaran yang berbeda. Salah satu contoh yang paling gampang dipahami adalah saluran banjir. Saluran banjir secara umum terdiri dari saluran utama dan saluran samping sebagai penampang debit banjir.

6. Penelitian Terkait

Dalam mengkaji penelitian ini ada beberapa penelitian terkait yang dapat dijadikan sebagai tolak ukur atau bahan pertimbangan oleh penulis yaitu “Analisis Koefisien Kekasaran Sungai di Sungai Sario Dengan Persamaan Manning” [3]. Hasil penelitian ini menjelaskan dari hasil jumlah rata-rata koefisien kekasaran yang dianalisa dengan metode Manning untuk bagian hulu, tengah maupun hilir yaitu 0,049, 0,050, 0,060. “Analisa Koefisien Kekasaran Sungai Di Parit Nanas Pontianak Utara” [4]. Hasil penelitian menerangkan metode yang dipakai yaitu metode manning dan kekasaran manning yang diperoleh yaitu 0,10, 0,060, 0,13, 0,15 dan 0,19. Sehingga hasil rata-rata yang di dapatkan yaitu 0,13. “Analisis Koefisien Kekasaran Manning Dasar Sungai Kreung Peusangan Pasca Banjir Tahun 2017” [5]. Hasil penelitian menjelaskan bahwa ukuran butiran sedimen semakin kasar, awalnya pada tahun 2004 yaitu $0,3 \text{ mm} \leq d_{50} \leq 0,85 \text{ mm}$ tetapi pada tahun 2018 bertambah menjadi $0,85 \text{ mm} \leq d_{50} \leq 1,80 \text{ mm}$, menyebabkan nilai koefisien kekasaran ikut bertambah dimana awalnya pada tahun 2004 dari $0,031 \leq n \leq 0,038$ berubah jadi $0,036 \leq n \leq 0,047$ pada tahun 2018. “Analisis Kapasitas Penampang Sungai Batang Mahat Terhadap Besaran Debit Banjir Menggunakan Pendekatan Model Matematik” [6]. Sesuai hasil analisis memperjelas bahwa untuk Q2 sudah banjir yang disebabkan tinggi muka air melewati tinggi tanggul kiri dan kanan pada daerah hulu sungai. Tinggi muka air meningkat seiring dengan meningkatnya pula debit banjir rencana. “Kajian Pengaliran Banjir Sungai Terhadap Koefisien Kekasaran Manning Pada Sungai Larompong Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan” [7]. Berdasarkan hasil yang didapatkan menjelaskan bahwa menganalisa saluran dengan dukungan *Software* HEC-RAS menyatakan untuk kapasitas sungai tidak dapat menampung volume banjir karena melebihi kemampuan tampungan sungai ketika *full bank capacity*. Didapatkan koefisien kekasaran Manning (*n*) rata-rata untuk titik bagian hulu sebesar 0,0425, titik bagian tengah sebesar 0,0427 dan titik bagian hilir = 0,047. “Analisis Kapasitas Penampang Sungai Roong Tondano Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir” [8]. Hasil simulasi menerangkan untuk semua badan sungai pada tiap kala ulang tidak bisa membendung banjir. “Analisis Dan Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Sampean Bondowoso Dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.1” [9]. Penelitian ini menyatakan bahwa dari hasil analisis dengan memanfaatkan HEC-RAS, ditemukan lokasi titik-titik banjir. Banjir terbesar terdapat di Sungai Sta.41 yang memiliki tinggi muka air

mencapai 4,45 m. “Analisis Kapasitas Tampung Dan Penentuan Lokasi Kerusakan Sungai Aih Tripe Kabupaten Gayo Lues” [10]. Penelitian ini menjelaskan mengenai untuk periode ulang satu tahun daya tampung telah terjadi banjir dan sesuai analisa morfologi sungai, terdapat 4 titik posisi kritis yang membutuhkan bantuan segera. “Analisa Perubahan Geometri Penampang Sungai Menggunakan HEC-6 Untuk Menaksir Debit Sedimen Pada Sungai Citanduy Di Jawa Barat” [11]. Penelitian ini menjelaskan bahwa angka kekasaran manning yang didapatkan yaitu 0,060. “Kajian Koefisien Kekasaran Manning (N) Pasangan Batu Dan Beton Berdasarkan Kualifikasi Kekasaran Hidrolis (Studi Kasus Daerah Irigasi Wawotobi Kab. Konawe Sultra)” [12]. Penelitian ini menyatakan mengenai hasil yang diperoleh dari menghitung koefisien kekasaran untuk saluran pasangan batu sebesar 0,021 sedangkan untuk saluran pasangan beton sebesar 0,019.

METODOLOGI

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Galang-Galang, Kampung Paku, Kabupaten Polewali Mandar. Pada hari selasa tanggal 15 juni 2021, pada saat itu bertepatan dengan dilakukannya pengurasan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Sungai Galang-Galang

2. Persiapan dan Pengumpulan Data

Untuk melaksanakan penelitian ini maka persiapan yang perlu disiapkan yaitu:

- Membaca, menganalisa dan mempelajari data terkait penelitian yang didapatkan sebelumnya.
- Mencerna dengan baik apa saja proses penelitian yang akan dilakukan.
- Menyiapkan alat serta tenaga yang akan diperlukan.

Berikut data-data yang akan diperlukan selama penelitian:

- Peta topografi diperoleh melalui *google earth*.
- Peta situasi pengukuran Bendung Paku yang didapatkan dari BBWS Jeneberang.
- Data ukur kedalaman sungai diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan alat bak ukur.
- Data ukur kecepatan diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan pelampung yang diberi pemberat berupa air.

3. Metode Penelitian

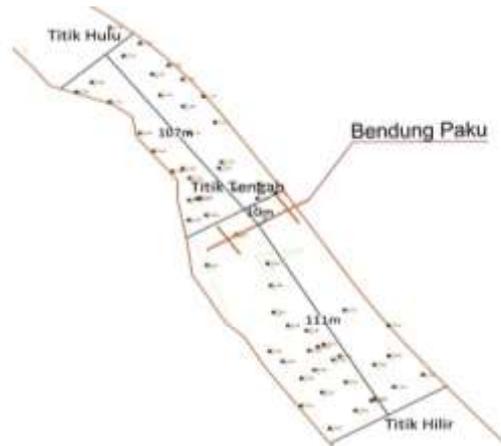
Metode yang digunakan yaitu metode survey dan untuk menentukan titik pengukuran serta pengamatan disesuaikan dengan pertimbangan tertentu. Titik lokasi yang ditentukan berdasarkan pada titik pengamatan yang dapat mewakili bagian hulu, tengah dan hilir. Jarak dari bendung ke hulu yaitu 107,32 m, untuk titik tengah 9,66 m, dan ke arah hilir 111,15 m.

4. Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan metode Pelampung yang nantinya akan diperoleh nilai kecepatan pelampung (V_p), kecepatan aliran (V), luas total penampang saluran (A), debit total (Q) dan kecepatan rata-rata (V). Sesuai data yang telah diperoleh nantinya akan didapatkan juga nilai koefisien kekasaran *Manning* (n).

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Peta Pembagian Lokasi Titik Pengamatan

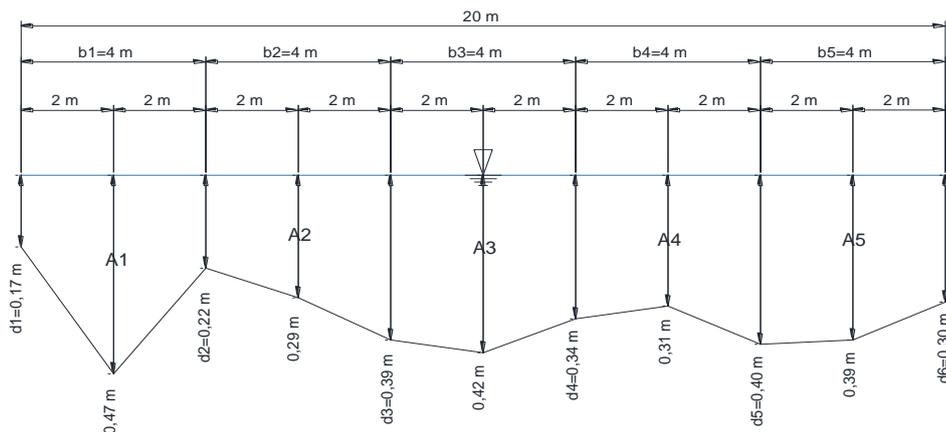


Gambar 2. Pembagian Lokasi Titik Pengamatan

2. Menghitung Debit Aliran (Q)

1) Segmen AA

Profil 1-1



Gambar 3. Bentuk Profil Melintang Sungai Segmen AA

Tabel 1. Debit (Q) Segmen AA

Profil	L (m)	t (det)	k	d ₁ (m)	d ₂ (m)	b (m)	vp (m/det)	v (m/det)	A (m ²)	Q ₁ (m ³ /det)
1-1	4	7,05	0,8	0,17	0,22	4	0,567	0,454	0,780	0,354
2-2	4	6,88	0,8	0,22	0,39	4	0,581	0,465	1,220	0,567
3-3	4	6,90	0,8	0,39	0,34	4	0,580	0,464	1,460	0,677
4-4	4	6,61	0,8	0,34	0,40	4	0,605	0,484	1,480	0,716
5-5	4	11,81	0,8	0,40	0,30	4	0,339	0,271	1,400	0,379

Menghitung debit total:

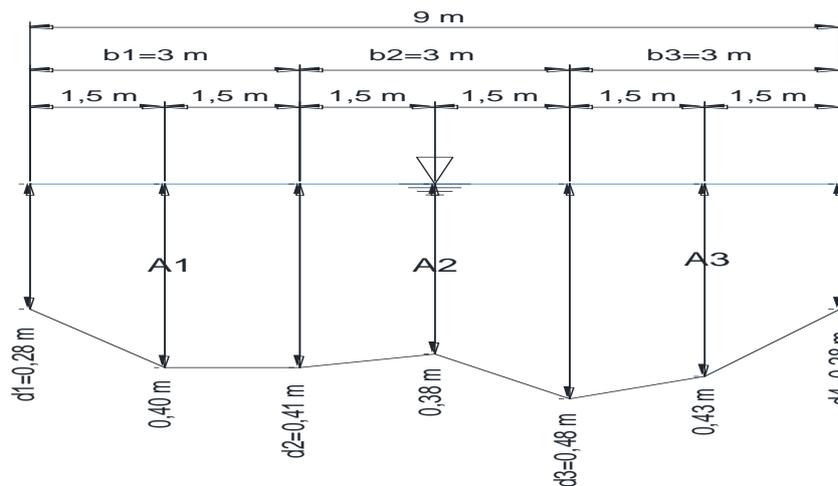
$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

$$Q = 0,354 + 0,567 + 0,677 + 0,716 + 0,379$$

$$= 2,694 \text{ m}^3/\text{det}$$

2) Segmen BB

Profil 1-1



Gambar 4. Bentuk Profil Melintang Sungai Segmen BB

Tabel 2. Debit (Q) Segmen BB

Profil	L (m)	t (det)	k	d ₁ (m)	d ₂ (m)	b (m)	vp (m/det)	v (m/det)	A (m ²)	Q ₁ (m ³ /det)
1-1	4	2,86	0,8	0,28	0,41	3	1,400	1,120	1,035	1,159
2-2	4	2,52	0,8	0,41	0,48	3	1,587	1,270	1,335	1,695
3-3	4	2,77	0,8	0,48	0,28	3	1,446	1,157	1,140	1,319

Menghitung debit total:

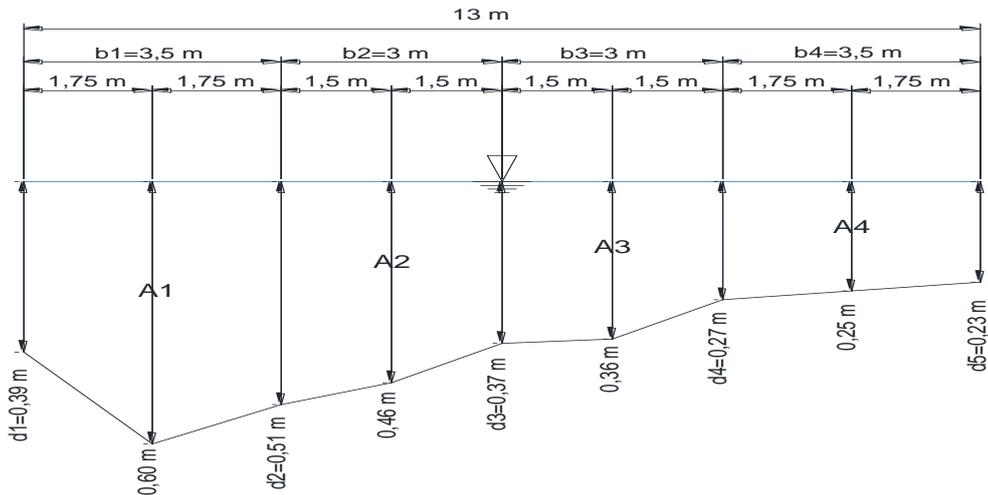
$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

$$Q = 1,159 + 1,695 + 1,319$$

$$= 4,173 \text{ m}^3/\text{det}$$

3) Segmen CC

Profil 1-1



Gambar 5. Bentuk Profil Melintang Sungai Segmen CC

Tabel 3. Debit (Q) Segmen CC

Profil	L (m)	t (det)	k	d ₁ (m)	d ₂ (m)	b (m)	vp (m/det)	v (m/det)	A (m ²)	Q ₁ (m ³ /det)
1-1	4	5,98	0,8	0,39	0,51	3,50	0,669	0,535	1,575	0,843
2-2	4	4,98	0,8	0,51	0,37	3,00	0,804	0,643	1,320	0,849
3-3	4	8,08	0,8	0,37	0,27	3,00	0,495	0,396	0,960	0,380
4-4	4	17,57	0,8	0,27	0,23	3,50	0,228	0,182	0,875	0,159

Menghitung debit total:

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

$$Q = 0,843 + 0,849 + 0,380 + 0,159$$

$$= 2,231 \text{ m}^3/\text{det}$$

4) Menghitung Koefisien Kekasaran Manning (n)

Rumus yang digunakan:

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

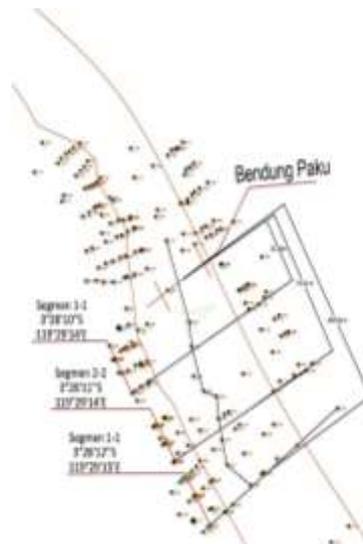
Sehingga diperoleh:

Tabel 4. Koefisien Kekasaran Manning Sungai Galang-Galang

Segmen	Q (m ³ /det)	P (m)	A (m ²)	R (m)	V (m/det)	S	n
AA	2,694	20,006	6,340	0,317	0,425	0,00115	0,037
BB	4,173	9,010	3,510	0,390	1,189	0,00115	0,015
CC	2,231	13,007	4,730	0,364	0,472	0,00115	0,037

3. Menghitung Kapasitas Tampung Penampang Sungai

Berikut posisi letak penampang yang akan dilakukan analisa kapasitas tampung:



Gambar 6. Posisi Letak Penampang

1. Segmen 1-1



Gambar 7. Potongan Melintang Segmen 1-1

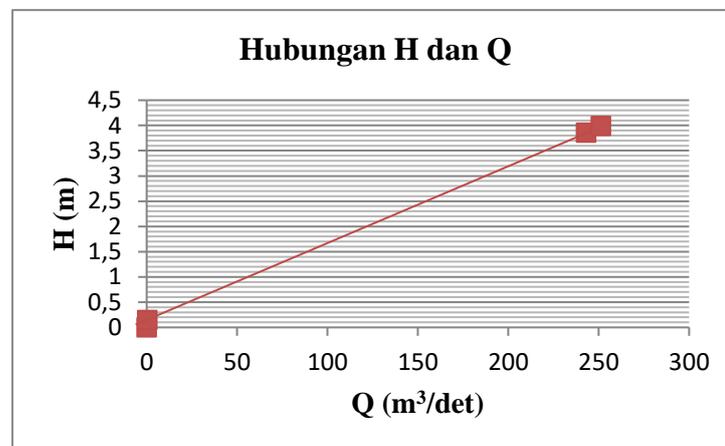
Tabel 5. Sketsa Elevasi Segmen 1-1

No. Sta	Elevasi (m)	Jarak (m)	m
1	23,429		
2	23,355	1,68	0,044
3	23,299	4,11	0,014
4	19,442	5,49	0,703
		30,02	-0,005

5	19,588		
		34,39	-0,113
6	23,469		

Tabel 6. Perhitungan Tampang Segmen 1-1

Elev. (m)	H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	n	V (m ³ /det)	Q (m ³ /det)
19.442	0	0	0	0	0,00115	0,037	0	0
19.588	0,146	2,192	30,166	0,073	0,00115	0,037	0,161	0,353
23.299	3,857	124,183	40,441	3,071	0,00115	0,037	1,956	242,943
23.429	3,987	129,281	42,522	3,040	0,00115	0,037	1,943	251,244



Gambar 8. Lengkung Debit (Q) Segmen 1-1

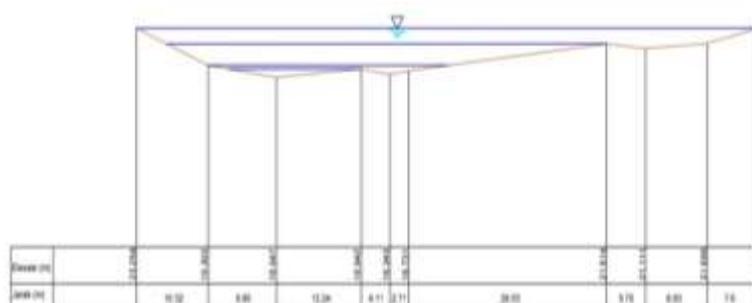
Diketahui:

$Q_{50} = 647,619 \text{ m}^3/\text{det}$

$Q_{100} = 715,015 \text{ m}^3/\text{det}$

Dari hasil interpolasi perhitungan didapatkan nilai h pada Q_{50} yaitu 10,195 m dan Q_{100} yaitu 11,250 m.

2. Segmen 2-2



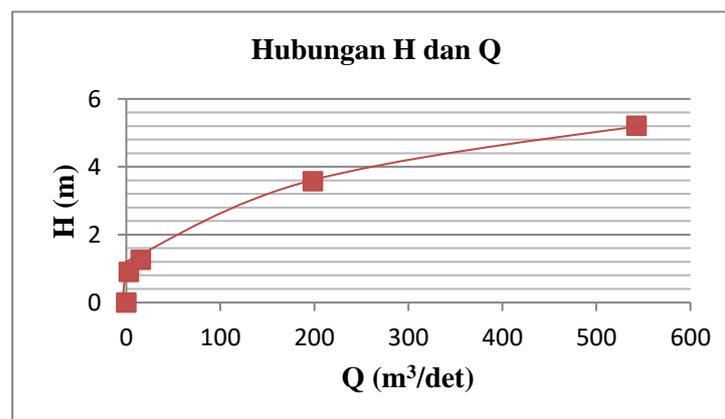
Gambar 9. Potongan Melintang Segmen 2-2

Tabel 7. Sketsa Elevasi Segmen 2-2

No. sta	Elevasi (m)	Jarak (m)	m
1	23,254		
		10,32	0,383
2	19,303		
		9,85	0,128
3	18,047		
		12,24	-0,073
4	18,942		
		4,11	0,146
5	18,343		
		2,71	-0,143
6	18,731		
		28,53	-0,101
7	21,614		
		5,70	0,088
8	21,111		
		8,83	-0,062
9	21,656		
		7,9	-0,211
10	23,323		

Tabel 8. Perhitungan Tampang Segmen 2-2

Elev. (m)	H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	n	V (m/det)	Q (m ³ /det)
18,047	0	0	0	0	0,00115	0,037	0	0
18,942	0,895	5,507	13,170	0,418	0,00115	0,037	0,518	2,851
19,303	1,256	20,883	29,671	0,704	0,00115	0,037	0,733	15,301
21,614	3,567	128,910	60,098	2,145	0,00115	0,037	1,540	198,540
23,254	5,207	270,705	85,021	3,184	0,00115	0,037	2,004	542,528



Gambar 10. Lengkung Debit (Q) Segmen 2-2

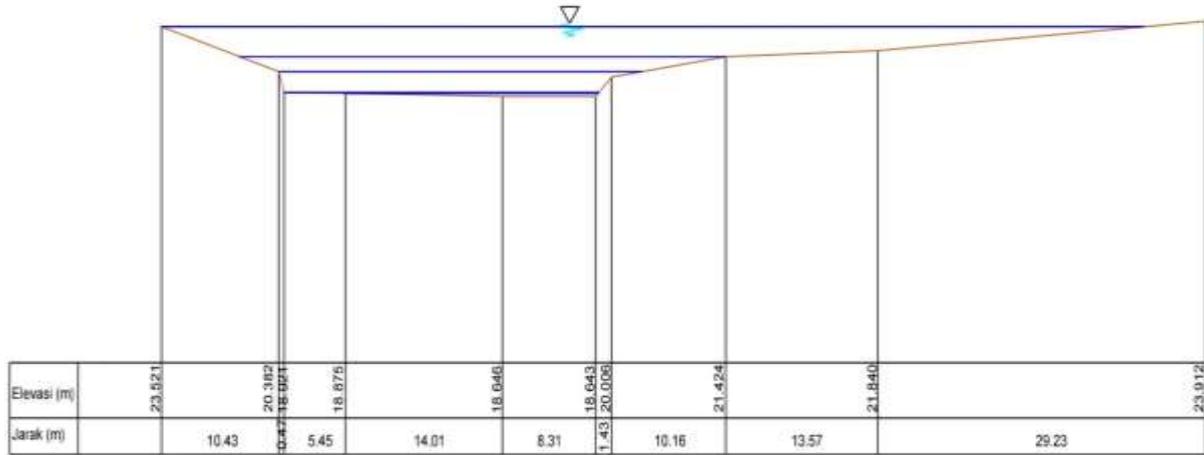
Diketahui:

$$Q_{50} = 647,619 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{100} = 715,015 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil interpolasi perhitungan didapatkan nilai h pada Q50 yaitu 5,708 m dan Q100 yaitu 6,029 m.

3. Segmen 3-3



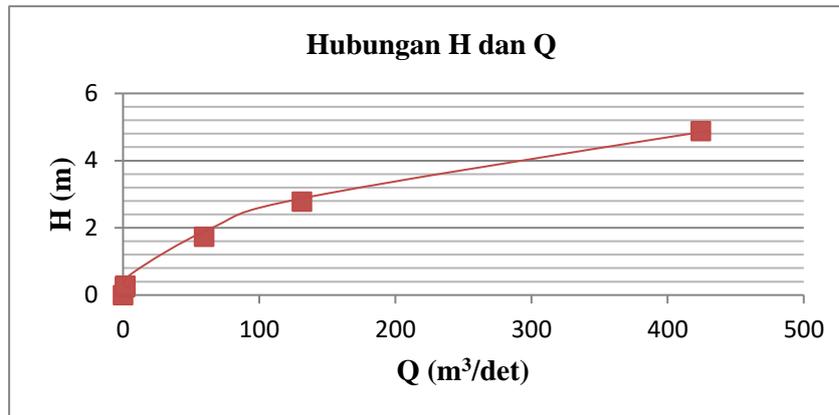
Gambar 11. Potongan Melintang Segmen 3-3

Tabel 9. Sketsa Elevasi Segmen 3-3

No. Sta	Elevasi (m)	Jarak (m)	m
1	23,521		
2	20,382	10,43	0,301
3	18,921	0,47	3,109
4	18,875	5,45	0,008
5	18,646	14,01	0,016
6	18,643	8,31	0,0004
7	20,006	1,43	-0,953
8	21,424	10,16	-0,140
9	21,840	13,57	-0,031
10	23,912	29,23	-0,071

Tabel 10. Perhitungan Tampang Segmen 3-3

Elev. (m)	H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	n	V (m ³ /det)	Q (m ³ /det)
18,643	0	0	0	0	0,00115	0,037	0	0
18,875	0,232	4,405	22,642	0,195	0,00115	0,037	0,311	1,370
18,921	0,278	5,557	28,156	0,197	0,00115	0,037	0,314	1,744
20,382	1,739	47,985	31,802	1,509	0,00115	0,037	1,218	58,454
21,424	2,781	88,536	44,943	1,970	0,00115	0,037	1,455	128,836
23,521	4,878	210,749	67,691	3,113	0,00115	0,037	1,974	416,102



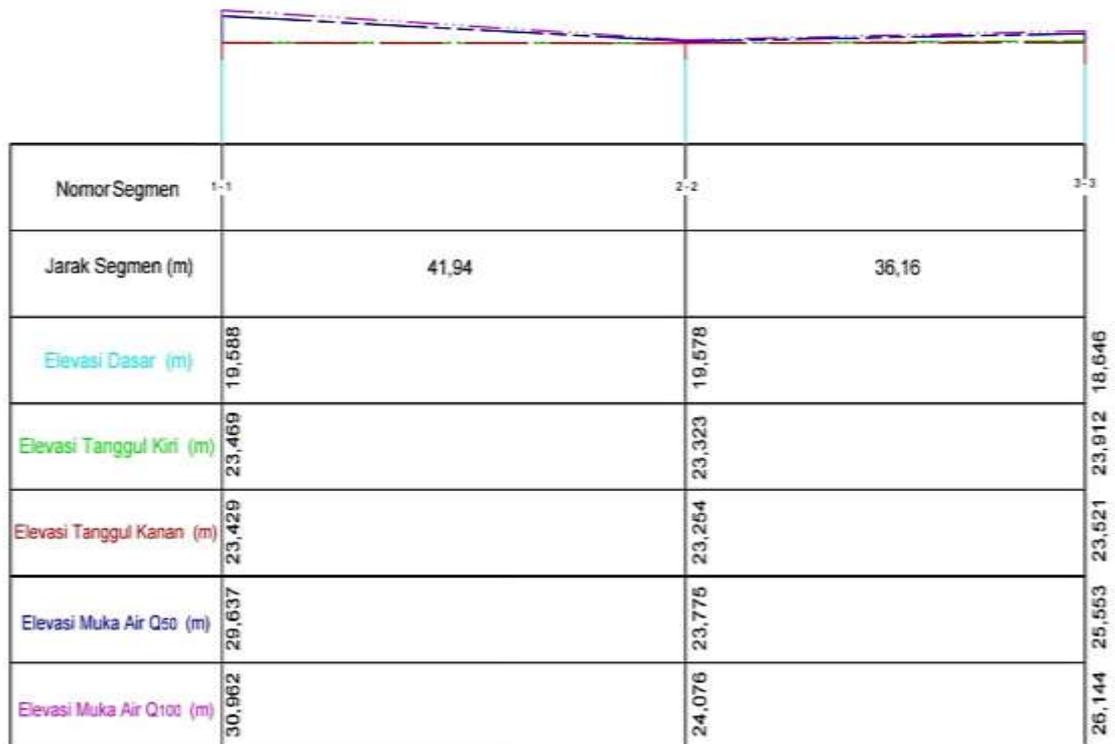
Gambar 12. Lengkung Debit (Q) Segmen 3-3

Diketahui:

$Q_{50} = 647,619 \text{ m}^3/\text{det}$

$Q_{100} = 715,015 \text{ m}^3/\text{det}$

Dari hasil interpolasi didapatkan nilai h pada Q_{50} yaitu 6,799 m dan Q_{100} yaitu 7,379 m. Berikut penggambaran *long section*:



Gambar 13. Long Section Segmen 1-1 – 3-3

KESIMPULAN

Dari hasil analisa data diperoleh koefisien kekasaran *manning* (n) pada bagian hulu sebesar 0,037, tengah sebesar 0,015 dan hilir sebesar 0,037. Perbedaan kekasaran ini disebabkan karena ketidakteraturan penampang, ukuran butiran sedimen dasar berbeda pada 3 titik pengambilan yang memiliki jenis sedimen

pasir sangat halus, pasir halus, pasir sedang, pasir kasar, pasir sangat kasar, kerikil sangat halus dan kerikil halus, sehingga perlu dibuatkan *sand pocket* untuk pengambilan pasir.

Berdasarkan analisa data dan pembahasan menerangkan bahwa pada segmen 1-1, 2-2 dan 3-3 tidak memenuhi untuk menampung debit banjir 50 tahun dan 100 tahun hal ini disebabkan adanya sedimen serta tanaman pengganggu membuat aliran air semakin lambat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PP, *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5292*. Negara Republik Indonesia: PP No. 37, 2012.
- [2] Chow V. T., *Hidrolika saluran terbuka*. Jakarta: Erlangga, 1997.
- [3] Rombang J. A., & Kalangi J. I. Montjai A. A., *Analisis Koefisien Kekasaran Sungai di Sungai Sario dengan Persamaan Manning*.: In *cocos* (Vol. 6, No. 12), 2015.
- [4] Nuri Z. & Gunarto D., *Analisis Koefisien Kekasaran Sungai di Parit Nanas Pontianak Utara*.: Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura.
- [5] Fauzi A. Gani, Kurniati Irham, *Analisis Koefisien Kekasaran Manning Dasar Sungai Kreung Peusangan Pasca Banjir Tahun 2017*.: In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhoksemawe* (Vol. 3, No. 1, p. 289), 2020.
- [6] Sadtim, Hartati, Indra Agus Dalrino, *Analisis Kapasitas Penampang Sungai Batang Mahat Terhadap Besaran Debit Banjir Menggunakan Pendekatan Model atematik*.: *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 15(2), 53-63, 2018.
- [7] Hanafi Ashad Halman, *Kajian Pengaliran Banjir Sungai Terhadap Koefisien Kekasaran Manning pada Sungai Larompong Kabupaten Luwu Provinsi Sulawesi Selatan*.: *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(2), 116-129, 2020.
- [8] Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung Frana L. Mamuaya, *Analisis Kapasitas Penampang Sungai Roong Tondano Terhadap Kala Ulang Banjir*.: *Jurnal Sipil Statik*, 2018.
- [9] Nanang Saiful Rizal, Taufan Abadi Agung Tejo Kusuma, *Analisis dan Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Sampean Bondowoso dengan Menggunakan HEC-RAS 4.1*.: *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 2(02), 2016.
- [10] Eldina Fatimah, Azmeri Maimun Saputra, *Analisis Kapasitas Tampung dan Penentuan Lokasi Kerusakan Sungai Aih Tripe Kabupaten Gayo Lues*.: *Jurnal Teknik Sipil*, 1(4), 915-928, 2018.
- [11] Hari Wibowo, *Analisis Perubahan Geometri Penampang Sungai Menggunakan HEC-6 Untuk Menaksir Debit Sedimen pada Sungai Citanduy di Jawa Barat*.: *Media komunikasi teknik sipil*, 19(2), 191-197, 2015.
- [12] Ratna Musa Muh. Tahir, *Kajian Koefisien Kekasaran Manning (n) Pasangan Batu dan Beton Berdasarkan Kualifikasi Kekasaran Hidrolis (studi kasus daerah irigasi wawotobi kab. konawe sultra)*.: *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(2), 101-115, 2020.