

BAB III

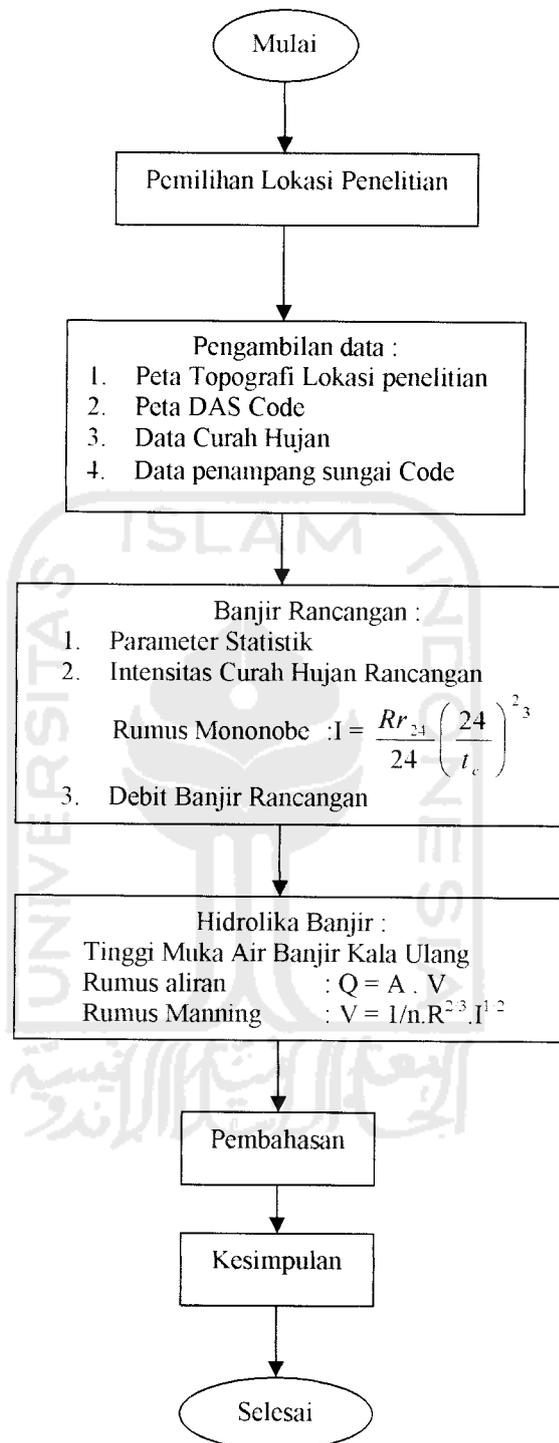
PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah sungai Code, mulai dari penggal jembatan Sarjito sampai penggal Bendung Mergangsan, dengan panjang (L) sekitar 4800 meter, karena penggal sungai tersebut dianggap telah mewakili DAS Code pada daerah perkotaan Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada penggal sungai tersebut dibagi menjadi lima titik penelitian yaitu stasiun 1 di kalurahan Terban, stasiun 2 di Ledok Code kalurahan Kota Baru, stasiun 3 di Juminahan kelurahan Tegal Panggung, stasiun 4 di Purwokinanti kelurahan Gondomanan, dan stasiun 5 di Sayidan kelurahan Mergangsan. Gambar lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 pada Lampiran 1.

3.2 Cara Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara gabungan (analitik matematik) yaitu dengan mengumpulkan data lapangan (data primer) dan data yang didapatkan dari instansi terkait (data sekunder) kemudian dianalisis, dan dihitung besarnya hujan rancangan, intensitas hujan, debit banjir rancangan, dan akhirnya dihitung tinggi banjir yang terjadi pada lokasi penelitian, bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bagan Alir (*Flow Chart*) Penelitian

3.3 Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ada dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari lapangan, yaitu data pengukuran langsung penampang melintang sungai pada setiap stasiun penelitian dengan menggunakan alat theodolit. Data sekunder adalah data yang didapatkan tidak secara langsung melalui pengamatan atau penelitian di lapangan, adapun data sekunder yang digunakan yaitu data curah hujan harian, peta topografi DAS Code, dan peta tata guna lahan DAS Code. Data sekunder diambil dari Balai Pusat Pengembangan Sumber Daya Air (BPPSDA) Yogyakarta, peta topografi DAS Code, dan peta tata guna lahan DAS Code dapat dilihat pada Gambar 3.3. pada Lampiran 2.

3.4 Persiapan Data

Persiapan data adalah proses pengolahan data dasar yaitu data yang didapatkan dari hasil pengamatan menjadi data yang siap digunakan sebagai data dalam proses perhitungan berikutnya. Data yang perlu disiapkan adalah data hujan rerata, data hujan harian rerata maksimum tahunan, data topografi, koefisien aliran, dan waktu konsentrasi. Dengan panjang sungai terukur di bendung Mergangsan adalah 34670 meter, luas DAS terukur di bendung Mergangsan adalah 35,71 Km², elevasi DAS tertinggi +2000 meter dan elevasi terendah DAS adalah +100 meter maka dapat dihitung besarnya banjir rencana.

Data hujan yang digunakan adalah data hujan otomatis, karena dengan data hujan otomatis dapat diambil durasi pengukuran sesuai dengan kehendak dan dapat diketahui kapan mulai dan berakhirnya hujan. Stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun hujan Kemptu, Prumpung, Angin-angin, dan Beran.

1. Hujan Rerata

Data hujan yang didapatkan dari Balai Pusat Pengembangan Sumber Daya Air (BPPSDA) Yogyakarta adalah data hujan titik (*point rainfall*) sedangkan dalam perhitungan hujan rancangan yang diperlukan adalah data hujan rerata daerah (*areal*

rainfall) sehingga perlu diubah terlebih dahulu agar menjadi data hujan rerata daerah. Untuk merubah data hujan titik menjadi data hujan rerata daerah digunakan cara Rerata Thyessen (*Thyessen Mean*), yaitu dengan anggapan bahwa setiap hujan dianggap telah mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu, dan luas tersebut merupakan faktor koreksi (*Weighting Factor*).

Karena data hujan pada setiap tahun tidak tersedia lengkap, maka faktor pembobot dihitung dengan poligon yang berbeda sesuai dengan stasiun hujan yang tersedia lengkap. Dengan mengambil luas DAS Code terukur di Mergangsan sebesar 35,71 Km², maka perhitungan faktor pembobot pada setiap polygon dapat dilihat pada Tabel 3.1, sedangkan gambar poligon thiessen dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 3.1. Faktor pembobot (W) untuk setiap polygon Thiessen.

No	Stasiun yang digunakan	Luas (A) Km ²	W (A / Atot)
1	Kemput	16,51	0,46
	Angin-angin	0,87	0,02
	Prumpung	8,17	0,23
	Beran	10,16	0,28
		35,71	1
2	Angin-angin	17,89	0,5
	Prumpung	8,12	0,23
	Beran	9,71	0,27
		35,71	1
3	Kemput	17,48	0,49
	Angin-angin	6,96	0,19
	Beran	11,28	0,32
		35,71	1
4	Kemput	17,57	0,49
	Angin-angin	0,84	0,02
	Prumpung	17,3	0,48
		35,71	1

No	Stasiun yang digunakan	Luas (A) Km ²	W (A / Atot)
5	Kemput	17,86	0,49
	Prumpung	17,85	0,51
		35,71	1

2. Hujan Harian Rerata Daerah Maksimum Tahunan

Dari hasil pengolahan data hujan rerata diambil nilai hujan rerata dengan nilai tertinggi pada setiap tahun mulai dari tahun 1991 sampai tahun 2004, dan disebut dengan hujan harian rerata daerah maksimum tahunan yang kemudian data hujan harian rerata daerah maksimum tahunan digunakan dalam perhitungan hujan rancangan. Dari hasil perhitungan faktor pembobot diatas didapatkan hujan rerata daerah maksimum tahunan. Hujan harian rerata daerah maksimum tahunan dari tahun 1991 sampai dengan tahun 2004 berurutan adalah : 99,72; 89,61; 67,21; 67,18; 96,78; 82,43 ; 117,36; 73,69; 69,09; 112,91; 89,18; 104,18; 76,80; dan 75,68 mm.

3. Koefisien Aliran (c)

Nilai C adalah koefisien aliran, yang dipengaruhi oleh jenis tanah, tutup (permukaan atas tanah), dan kemiringan tanah. Sebagai arahan untuk menentukan koefisien aliran pada kala ulang tertentu, maka dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini :

Tabel 3.2, Koefisien aliran untuk metode Rasional

Tata Guna Lahan	C ₅₀	C ₁₀₀	C ₂₀₀	C ₅₀₀
Pemukiman	0,92	0,97	0,98	1
Sawah Irigasi	0,43	0,47	0,50	0,57
Semak / Alang-alang	0,37	0,41	0,44	0,53
Tanah Terbuka	0,44	0,47	0,50	0,58

Sumber : Chow V. T, 1988

Perhitungan koefisien aliran dengan kala ulang 50 tahun adalah sebagai berikut :

$$C = \sum \frac{(A_i x c_i)}{A_{total}}$$

$$C = \frac{(12,71 \times 0,92) + (14,52 \times 0,43) + (4,66 \times 0,37) + (3,82 \times 0,44)}{35,71}$$

$$C = 0,60$$

Maka digunakan C untuk kala ulang 50 tahun adalah 0,60. Dengan cara yang sama, maka koefisien aliran untuk setiap kala ulang dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Koefisien Aliran Untuk Setiap Kala Ulang

Kala Ulang (Tahun)	C				C
	Pemukiman 12,71Km ²	Sawah Irigasi 14,52 Km ²	Semak 4,66 Km ²	Tanah terbuka 3,82 Km ²	
50	0,92	0,43	0,37	0,44	0,60
100	0,97	0,47	0,41	0,47	0,64
200	0,98	0,5	0,44	0,5	0,66
500	1	0,57	0,53	0,58	0,72

Koefisien aliran dihitung pada setiap kala ulang dengan koefisien aliran yang berbeda tergantung jenis tata guna lahan daerah. Luasan daerah aliran sungai dengan tata guna lahan yang berbeda akan sangat mempengaruhi besarnya koefisien aliran. Daerah aliran sungai Code teridentifikasi dalam beberapa macam penggunaan lahan yaitu pemukiman, sawah irigasi, alang-alang, dan tanah terbuka.

4. Waktu Konsentrasi (t_c)

Sebelum menghitung nilai t_c maka perlu dihitung terlebih dahulu nilai i_t digunakan rumus Mononobe sebagai berikut :

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

$t = t_c$ = Waktu konsentrasi, dapat dihitung dengan persamaan (Kirpich, 1940 dalam K. Subramanya, 1986)

$t = t_c$ = Waktu konsentrasi, dapat dihitung dengan persamaan (Kirpich,1940 dalam K. Subramanya, 1986)

$$t_c = 0,01947L^{0,77} S^{-0,385}$$

Dengan S adalah kemiringan dasar saluran, dapat dihitung dengan persamaan :

$$S = \frac{ElvA - ElvB}{L}$$

$$S = \frac{2000 - 100}{34670} = 0,0548' \text{ meter}$$

Dengan persamaan tersebut maka perhitungan nilai t_c adalah sebagai berikut :

$$t_c = 0,01947 \times 34670^{0,77} \times 0,0548^{-0,385}$$

$$t_c = 3,11 \text{ jam}$$

3.5. Analisis Data

Setelah semua data yang diperlukan terkumpul dan telah disiapkan untuk proses perhitungan, maka selanjutnya dilakukan analisis data. Data-data yang akan dianalisis dimaksudkan untuk memperoleh nilai hujan rancangan, intensitas hujan, banjir rancangan, dan hidrolika banjir. Untuk menghitung besarnya hujan rancangan maka harus diketahui terlebih dahulu besarnya parameter statistik, dan jenis sebaran yang akan digunakan.

1. Parameter Statistik

Data yang digunakan dalam menentukan besarnya parameter statistik adalah data hujan harian rerata daerah maksimum tahunan. Perhitungan besarnya parameter statistik dapat dilihat pada tabel 3.4. seperti berikut :

Tabel 3.4 Perhitungan Parameter Statistik Hujan Rancangan

Tahun	R ₂₄ Max	$X - \bar{X}$	$X - \bar{X}^2$	$X - \bar{X}^3$	$X - \bar{X}^4$
1991	99,72	12,45	154,93	1928,45	24003,73
1992	89,61	2,34	5,46	12,77	29,84
1993	67,21	-20,06	402,52	-8075,67	162020,93
1994	67,18	-20,09	403,72	-8111,95	162992,19
1995	96,78	9,51	90,39	859,31	8169,59
1996	82,43	-4,84	23,45	-113,58	550,06
1997	117,36	30,09	905,24	27235,97	819452,51
1998	73,69	-13,58	184,49	-2505,96	34038,04
1999	69,09	-18,18	330,62	-6011,55	109307,13
2000	112,91	25,64	657,26	16850,35	431994,77
2001	89,18	1,91	3,64	6,94	13,23
2002	104,18	16,91	285,85	4832,93	81711,07
2003	76,80	-10,47	109,68	-1148,67	12029,86
2004	75,68	-11,59	134,39	-1558,01	18061,84
Jumlah	1221,82	0,00	3691,65	24201,33	1864374,79

1. Hujan rerata data (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{1}{14} \times 1221,82$$

$$= 87,27$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{3691,65}{13}}$$

$$S = 16,85$$

3. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{16,85}{87,27}$$

$$Cv = 0,193$$

4. Koefisien A Simetri (Cs)

$$C_s = \frac{14 \times 24201,33}{(13)(12) \cdot 16,85^3}$$

$$C_s = 0,454$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{14^2 \times 1864374,79}{(13)(12)(11) \times 16,85^4}$$

$$C_k = 2,64$$

3.5.1 Hujan Rancangan

Setelah diketahui besarnya parameter statistik maka dapat ditentukan jenis sebaran yang akan digunakan untuk menghitung besarnya hujan rancangan. Cara yang digunakan untuk menentukan jenis sebaran digunakan cara Sri Harto, cara tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Pemilihan Sebaran

Sebaran	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = 0,454$	Tidak dicoba
Gumbel's	$C_s = 1,1396$	$C_s = 0,454$	Tidak dicoba
LN2P	$C_s/C_v = 3$	$C_s/C_v = 2,352$	Dicoba
Log Person III	$C_s > 3$ atau $C_s < 0$	$C_s = 0,454$	Tidak dicoba

Sumber : Sri Harto, 1980

Dari hasil hitungan parameter statistik didapatkan nilai $C_v = 0,193$, dan nilai $C_s = 0,454$ maka jenis sebaran yang paling mendekati adalah sebaran Log Normal Dua Parameter (LN2P). Perhitungan faktor frekuensi dengan persamaan Log Normal Dua Parameter untuk kala ulang (T) 50 tahun adalah sebagai berikut :

$$k_T = \frac{e^{\frac{[\ln(1+Cv^2)]^2 Z - \frac{1}{2}[\ln(1-Cv^2)]}{Cv}} - 1}{Cv}$$

$$k_{50} = \frac{e^{\frac{[\ln(1-0,193^2)]^{\frac{1}{2}} \cdot 2,05 - \frac{1}{2}[\ln(1+0,193^2)]}{0,193}} - 1}{0,193} = 2,35$$

Dengan cara yang sama maka hasil hitungan faktor frekuensi dapat dilihat pada Tabel 3.6. seperti berikut :

Tabel 3.6. Perhitungan Faktor Frekuensi berdasar Sebaran Log Normal Dua Parameter

Kala Ulang (T)	P	Z (tabel)	K _T
50	0,9800	2,05	2,35
100	0,9900	2,33	2,76
200	0,9950	2,58	3,15
500	0,9980	2,88	3,64

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan jenis sebaran yang digunakan adalah Log Normal Dua Parameter (LN2P), sehingga hujan rancangan kala ulang T tahun. Setelah didapatkan nilai K_T maka dapat dihitung besarnya hujan rancangan, hitungan besarnya hujan rancangan untuk kala ulang 50 tahun adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} R_{50} &= R_{r24} + K_T \times I \\ &= 87,27 + 2,35 \times 16,85 \\ &= 126,835 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, besarnya hujan rancangan dengan kala ulang 100 tahun, 200 tahun, dan 500 tahun dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Penentuan Hujan Rancangan dengan cara LN2P

Kala Ulang (T)	R ₂₄ (mm)	I	K _T	R _T (mm)
50	87,27	16,85	2,35	126,835
100	87,27	16,85	2,76	133,814
200	87,27	16,85	3,15	140,368
500	87,27	16,85	3,64	148,659

3.5.2 Analisis Intensitas Hujan

Setelah dihitung besarnya hujan rancangan dengan kala ulang tertentu maka selanjutnya dihitung besarnya intensitas hujan. Perhitungan besarnya intensitas hujan untuk kala ulang 50 tahun dengan menggunakan persamaan Mononobe adalah sebagai berikut :

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

$$i_{50} = \left(\frac{126,835}{24} \right) \left(\frac{24}{3,11} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$i_{50} = 20,80 \text{ mm / jam}$$

Dengan cara yang sama maka intensitas hujan dengan kala ulang 100, 200, dan 500 tahun dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Perhitungan Intensitas Hujan

T	T _c	i _T (mm/jam)
50	3,11	20,80
100	3,11	21,90
200	3,11	23,00
500	3,11	24,40

3.5.3 Analisis Banjir Rancangan

Dalam penetapan debit banjir rancangan hendaknya ditetapkan tidak terlalu kecil, agar jangan sering terjadi bahaya banjir yang dapat merusak bangunan atau daerah sekitar oleh debit banjir yang lebih besar dari rencana. Untuk itu besar debit banjir rancangan ditetapkan dengan kala ulang tertentu. Pada penelitian akan dihitung banjir rencana kala ulang 50 tahun, 100 tahun, 200 tahun dan 500 tahun dengan cara Rasional. Besarnya banjir rancangan dengan cara Rasional dapat dilihat pada perhitungan seperti berikut.

$$Q_T = CxI_{t,T} x A$$

$$Q_{50} = \frac{1}{3,6} (0,60 \times 20,8 \times 35,71)$$

$$Q_T = 123,22' m^3 / dtk$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan diatas, maka besarnya banjir rancangan untuk kala ulang 100 tahun, 200 tahun, dan 500 tahun dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Banjir Rancangan dengan Kala Ulang T tahun

Kala Ulang (Tahun)	C	It (mm/jam)	A (Km ²)	Q _T (m ³ /dtk)
50	0,60	20,8	35,71	123.22
100	0,64	21,9	35,71	139.24
200	0,66	23,0	35,71	151.29
500	0,72	24,4	35,71	173,73

3.5.4 Hidrolika Banjir

Tinggi muka air banjir sungai dihitung dengan persamaan aliran pada kondisi tunak seragam dan dipakai cara Rumus Kecepatan Manning's untuk menghitung tinggi banjir yang akan terjadi dan memperkirakan bahaya banjir bagi masyarakat sekitar tempat penelitian atau tidak. Untuk menentukan tinggi muka air banjir maka

perlu diketahui besarnya angka kekasaran saluran, penampang basah permukaan saluran, dan kemiringan dasar saluran untuk masing-masing penggal (stasiun). Angka kekasaran sungai digunakan angka kekasaran Manning, dapat dilihat pada lampiran Tabel 2.5. Untuk menghitung tinggi muka air digunakan persamaan 2.31. Perhitungan tinggi muka air pada setiap stasiun penelitian dapat dilihat seperti berikut.

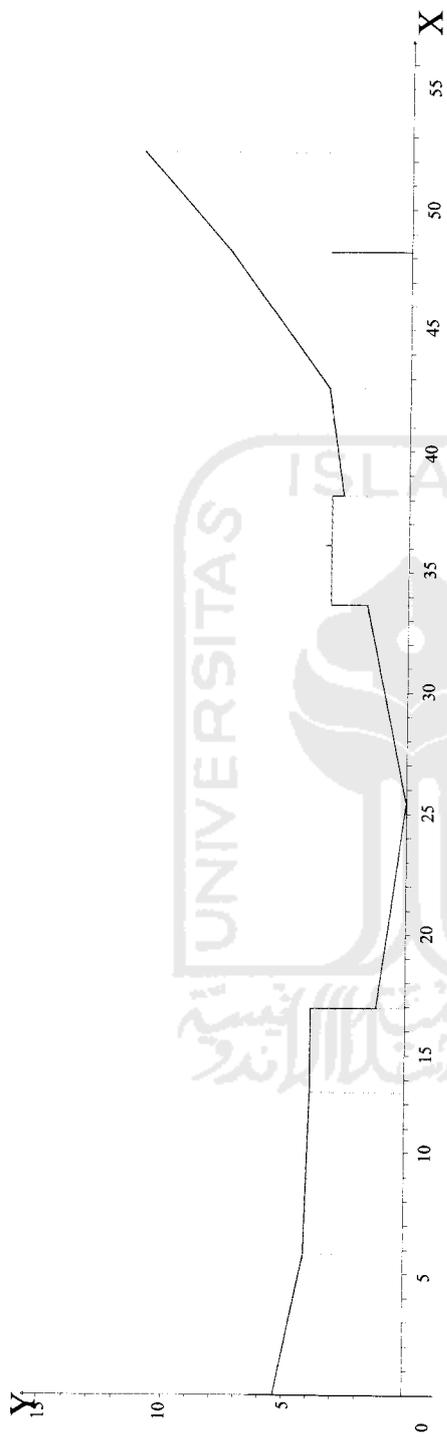
1. Stasiun 1, Kalurahan Terban.

Kondisi lokasi penelitian pada stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut :



Gambar 3.4. Sungai Code Stasiun 1

Dari hasil pengukuran pada stasiun 1, maka dapat dibuat gambar penampang sungai pada stasiun 1 adalah seperti terlihat pada Gambar 3.5 sebagai berikut :



Gambar 3.5. Penampang melintang sungai Code Stasiun1

Karena permukaan dasar sungai adalah batu kerikil dan pasir (alami) maka diambil nilai $n_1 = 0,023$, dan untuk dinding saluran adalah pasangan batu kali (buatan), maka diambil nilai $n_2 = 0,033$.

a. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 1 untuk kala ulang 50 tahun.

Dicoba $h = 2,5$ meter, maka

$$P = 1,313 + 8,55 + 8,41 + 0,8659 \\ = 19,1389 \text{ meter}$$

$$A = 29,973 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(110 - 108)}{1000}$$

$$I = 0,002 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00053 \times 16,97) + (0,00109 \times 1,1789)}{19,1389}}$$

$$n = 0,0237$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,0237} \times \frac{29,973^{\frac{2}{3}}}{19,1389} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = (29,973) \times \left(\frac{1}{0,0237} \times \frac{29,973^{\frac{2}{3}}}{19,1389} \times 0,002^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$Q = 76,27 \text{ m}^3/\text{dtk} \rightarrow \text{Belum sesuai dengan hitungan banjir rancangan}$$

Q_{50} , maka harus diulang lagi.

Dicoba $h = 3,26$ meter, maka

$$P = 2,07 + 8,55 + 8,41 + 1,51 + 4,58 + 0,49 + 4,37 + 0,4 \\ = 30,38 \text{ meter}$$

$$A = 42,41 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(110 - 108)}{1000}$$

$$I = 0,002 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 2,07) + (0,00053 \times 16,96) + (0,00109 \times 6,09) + (0,00123 \times 5,26)}{30,38}}$$

$$n = 0,019$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,019} \times \frac{42,41^{\frac{2}{3}}}{30,38} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (42,41) \times \left(\frac{1}{0,019} \times \frac{42,41^{\frac{2}{3}}}{30,38} \times 0,002^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk} \rightarrow$ Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{50} = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 50 tahun adalah 3,26 meter.

b. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 1 untuk kala ulang 100 tahun.

Dicoba h = 3,32 meter, maka

$$P = 2,075 + 8,55 + 8,41 + 1,51 + 4,58 + 0,49 + 4,37 + 0,4$$

$$= 30,41 \text{ meter}$$

$$A = 45,615 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(110 - 108)}{1000}$$

$$I = 0,002 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 2,0752) + (0,00053 \times 16,96) + (0,00109 \times 6,09) + (0,00123 \times 5,26)}{30,41}}$$

$$n = 0,019$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,019} \times \frac{45,61^{\frac{2}{3}}}{30,41} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (45,61) \times \left(\frac{1}{0,019} \times \frac{45,61^{\frac{2}{3}}}{30,41} \times 0,002^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 139,24 \text{ m}^3/\text{dtk} \rightarrow$ Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{100} = 139,24 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 100 tahun adalah 3,32 meter.

c. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 1 untuk kala ulang 200 tahun.

Dicoba h = 3,35 meter, maka

$$P = 2,07 + 8,55 + 8,41 + 1,51 + 4,58 + 0,49 + 4,37 + 0,74 \\ = 30,72 \text{ meter}$$

$$A = 47,98 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(110 - 108)}{1000}$$

$$I = 0,002 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 2,075) + (0,00053 \times 16,96) + (0,00109 \times 6,09) + (0,00123 \times 5,6)}{30,72}}$$

$$n = 0,019$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,019} \times \frac{47,98^{\frac{2}{3}}}{30,72} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (47,98)x\left(\frac{1}{0,019}x\frac{47,98^{\frac{2}{3}}}{30,72}x0,002^{\frac{1}{2}}\right)$$

$Q = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{200} = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 200 tahun adalah 3,35 meter.

d. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 1 untuk kala ulang 500 tahun.

Dicoba h = 3,37 meter, maka

$$P = 2,38+8,55+8,41+1,51+4,58+0,49+4,37+0,87$$

$$= 31,16 \text{ meter}$$

$$A = 52,663 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(110 - 108)}{1000}$$

$$I = 0,002 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123x2,38) + (0,00053x16,96) + (0,00109x6,09) + (0,00123x5,73)}{31,16}}$$

$$n = 0,019$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,019} x \frac{52,663^{\frac{2}{3}}}{31,16} x 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

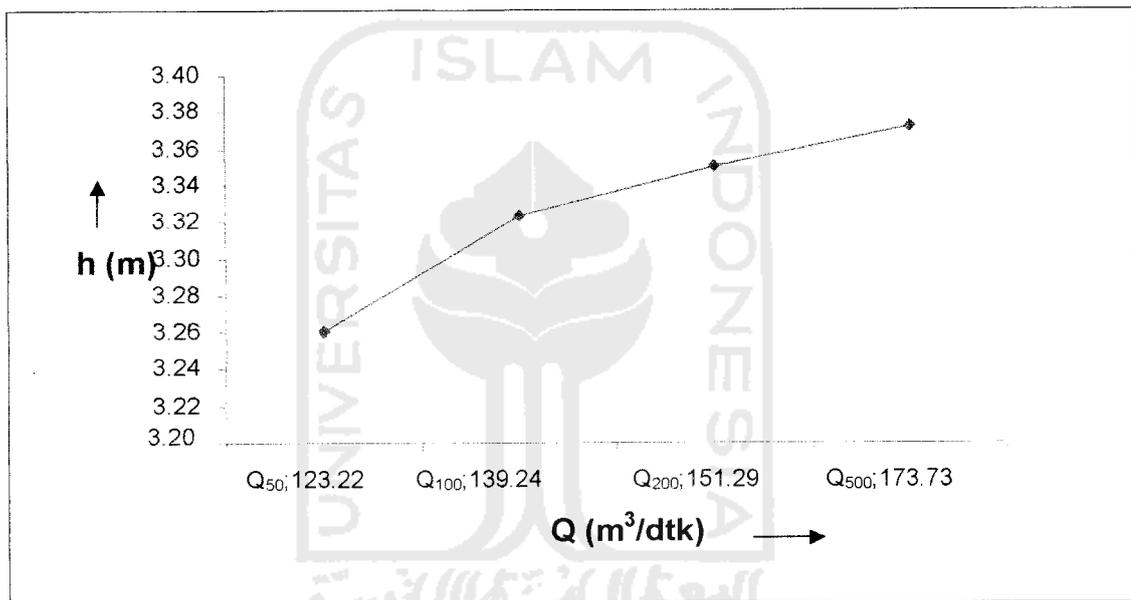
$$Q = (52,663)x\left(\frac{1}{0,019}x\frac{52,663^{\frac{2}{3}}}{31,16}x0,002^{\frac{1}{2}}\right)$$

$Q = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{500} = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 500 tahun adalah 3,37 meter.

$$Q = (52,663) \times \left(\frac{1}{0,019} \times \frac{52,663^{\frac{2}{3}}}{31,16} \times 0,002^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{500} = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 500 tahun adalah 3,37 meter.

Dari hasil hitungan tinggi muka air pada stasiun 1 pada kala ulang 50, 100, 200, dan 500 tahun dapat dibuat grafik hubungan Q_T dengan h_T seperti terlihat pada Gambar Grafik 3.6. seperti berikut.



Gambar 3.6. Grafik Hubungan Q dan h pada Stasiun 1

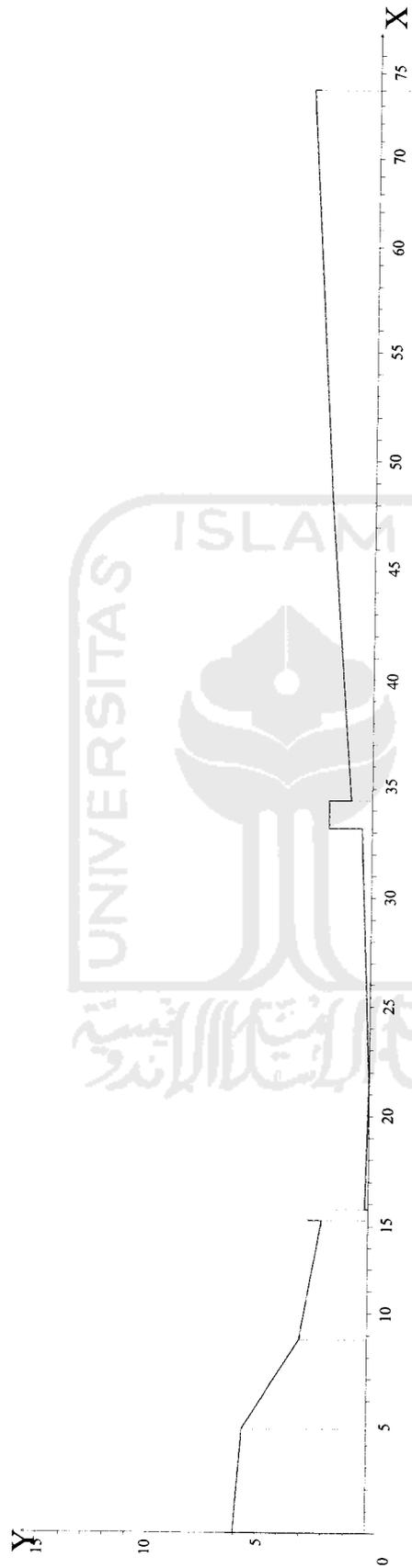
2. Stasiun 2, Ledok Code Kalurahan Kota Baru.

Kondisi lokasi penelitian pada stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 3.7. sebagai berikut :



Gambar 3.7. Sungai Code Stasiun 2

Dari hasil pengukuran pada stasiun 2, maka dapat dibuat gambar penampang sungai pada stasiun 2 adalah seperti terlihat pada Gambar 3.8. sebagai berikut :



Gambar 3.8. Penampang melintang sungai Code Stasiun 2

Karena permukaan dasar sungai adalah batu kerikil dan pasir (alami) maka diambil nilai $n_1 = 0,023$, dan untuk dinding saluran adalah pasangan batu kali (buatan) maka diambil nilai $n_2 = 0,033$, dan untuk dataran banjir $n_3 = 0,35$.

a. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 2 untuk kala ulang 50 tahun.

Dicoba $h = 2,5$ meter, maka

$$P = 2,36 + 5,72 + 11,771 + 1,27 + 1,495 + 1 + 13,73 + 10,04$$

$$= 47,36 \text{ meter}$$

$$A = 59,634 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(108 - 105)}{1000}$$

$$I = 0,003 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00109 \times 2,36) + (0,00053 \times 17,49) + (0,00123 \times 26,499)}{47,36}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,31} \times \frac{59,634^{\frac{2}{3}}}{47,36} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (59,634) \times \left(\frac{1}{0,31} \times \frac{59,634^{\frac{2}{3}}}{47,36} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk} \rightarrow$ Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{50} = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 50 tahun adalah 2,5 meter.

b. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 2 untuk kala ulang 100 tahun.

Dicoba $h = 2,67$ meter, maka

$$P = 2,57+5,72+11,771+1,27+1,495+1+13,65+10,04$$

$$= 51,171 \text{ meter}$$

$$A = 66,585 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(108 - 105)}{1000}$$

$$I = 0,003 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00109 \times 2,57) + (0,00053 \times 17,49) + (0,00123 \times 26,419)}{51,171}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,31} \times \frac{66,585^{\frac{2}{3}}}{51,171} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (66,585) \times \left(\frac{1}{0,31} \times \frac{66,585^{\frac{2}{3}}}{51,171} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 139,24 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{100} = 139,24 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 100 tahun adalah 2,67 meter.

c. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 2 untuk kala ulang 200 tahun.

Dicoba $h = 2,8$ meter, maka

$$P = 2,57+5,72+11,771+1,27+1,495+1+4,138+10,04$$

$$= 57,119 \text{ meter}$$

$$A = 73,71 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(108 - 105)}{1000}$$

$$I = 0,003 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00109 \times 2,57) + (0,00053 \times 17,491) + (0,00123 \times 16,907)}{57,119}}$$

$$n = 0,32$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,032} \times \frac{73,71^{\frac{2}{3}}}{57,119} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = (73,71) \times \left(\frac{1}{0,032} \times \frac{73,71^{\frac{2}{3}}}{57,119} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{200} = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 200 tahun adalah 2,8 meter.

d. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 2 untuk kala ulang 500 tahun.

Dicoba h = 2,97 meter, maka

$$P = 5,117 + 5,72 + 11,771 + 1,27 + 1,495 + 1 + 15,9 + 10,04$$

$$= 71,67 \text{ meter}$$

$$A = 82,87 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(108 - 105)}{1000}$$

$$I = 0,003 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00109 \times 5,117) + (0,00053 \times 17,491) + (0,00123 \times 28,669)}{71,67}}$$

$$n = 0,29$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

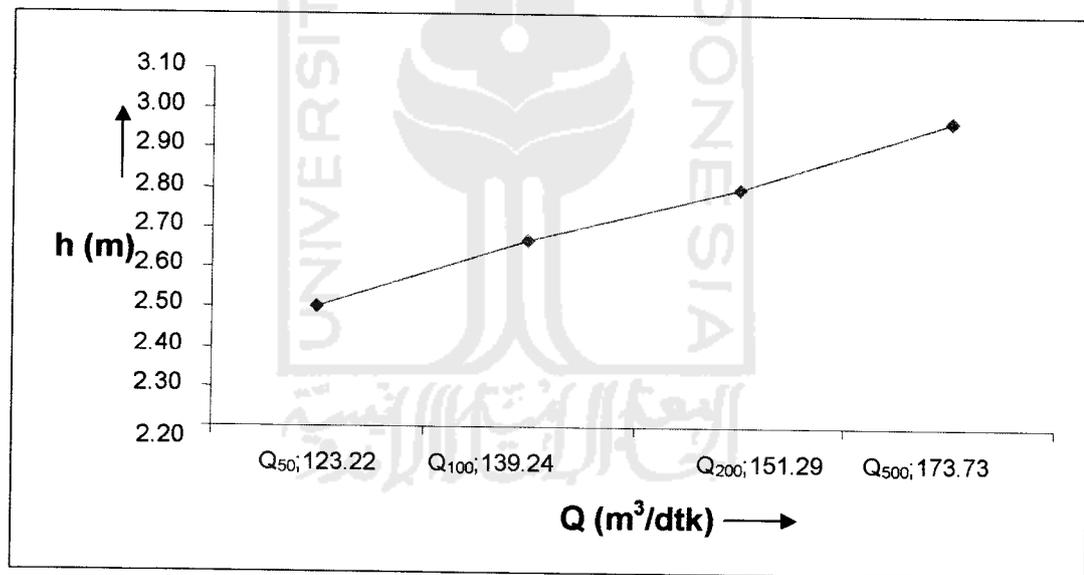
$$V = \frac{1}{0,029} \times \frac{82,87^{\frac{2}{3}}}{71,67} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (82,87) \times \left(\frac{1}{0,029} \times \frac{82,87^{\frac{2}{3}}}{71,67} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{500} = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 500 tahun adalah 2,97 meter.

Dari hasil hitungan tinggi muka air pada stasiun 2 pada kala ulang 50, 100, 200, dan 500 tahun dapat dibuat grafik hubungan Q_T dengan h_T seperti terlihat pada Gambar Grafik 3.9. seperti berikut :



Gambar 3.9. Grafik Hubungan Q dan h pada Stasiun 2

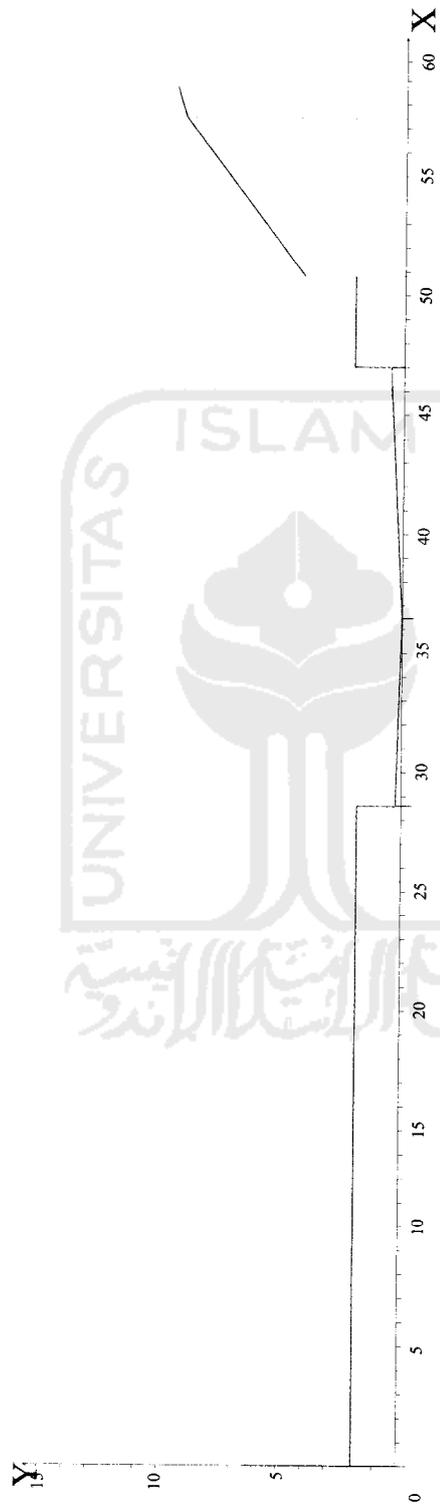
3. Stasiun 3

Kondisi lokasi penelitian pada stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 3.10. sebagai berikut :



Gambar 3.10. Sungai Code Stasiun 3

Dari hasil pengukuran pada stasiun 3, maka dapat dibuat gambar penampang sungai pada stasiun 3 adalah seperti terlihat pada Gambar 3.11. sebagai berikut :



Gambar 3.1.1. Penampang melintang sungai Code Stasiun 3

Karena permukaan dasar sungai adalah batu kerikil dan pasir (alami) maka diambil nilai $n_1 = 0,023$, dan untuk dinding saluran adalah pasangan batu kali (buatan) maka diambil nilai $n_2 = 0,033$, dan untuk dataran banjir $n_3 = 0,35$.

a. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 3 untuk kala ulang 50 tahun.

Dicoba $h = 2,28$ meter, maka

$$P = 27,6 + 1,53 + 7,86 + 10,559 + 1,73 + 3,8$$

$$= 53,079 \text{ meter}$$

$$A = 53,876 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(105 - 100)}{1000}$$

$$I = 0,005 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 27,6) + (0,00109 \times 1,6) + (0,00053 \times 18,419) + (0,00109 \times 1,452)}{53,079}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,31} \times \frac{53,876^{\frac{2}{3}}}{53,079} \times 0,005^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (53,876) \times \left(\frac{1}{0,31} \times \frac{53,876^{\frac{2}{3}}}{53,079} \times 0,005^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk} \rightarrow$ Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{50} = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 50 tahun adalah 2,28 meter.

b. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 3 untuk kala ulang 100 tahun.

Dicoba $h = 2,31$ meter, maka

$$P = 27,6 + 1,53 + 7,86 + 10,559 + 1,76 + 3,8$$

$$= 53,109 \text{ meter}$$

$$A = 56,395 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(105 - 100)}{1000}$$

$$I = 0,005 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 27,6) + (0,00109 \times 1,6) + (0,00053 \times 18,419) + (0,00109 \times 1,452)}{53,109}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,031} \times \frac{56,395^{\frac{2}{3}}}{53,109} \times 0,005^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (56,395) \times \left(\frac{1}{0,031} \times \frac{56,395^{\frac{2}{3}}}{53,109} \times 0,005^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$Q = 139,24 \text{ m}^3/\text{dtk} \rightarrow \text{Sesuai dengan hitungan banjir rancangan } Q_{100} =$$

139,24 m³/dtk, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 100 tahun adalah 2,31 meter.

c. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 3 untuk kala ulang 200 tahun.

Dicoba h = 2,40 meter, maka

$$P = 27,6 + 1,53 + 7,86 + 10,559 + 1,94 + 3,8$$

$$= 53,263 \text{ meter}$$

$$A = 61,013 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(105 - 100)}{1000}$$

$$I = 0,005 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 27,6) + (0,00109 \times 1,6) + (0,00053 \times 18,419) + (0,00109 \times 1,914)}{53,263}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,031} \times \frac{61,013^{\frac{2}{3}}}{53,263} \times 0,005^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = (61,013) \times \left(\frac{1}{0,031} \times \frac{61,013^{\frac{2}{3}}}{53,263} \times 0,005^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{200} = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 200 tahun adalah 2,40 meter.

d. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 3 untuk kala ulang 500 tahun.

Dicoba h = 2,70 meter, maka

$$P = 27,6 + 1,53 + 7,86 + 10,559 + 2,15 + 3,8$$

$$= 53,499 \text{ meter}$$

$$A = 66,41 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(105 - 100)}{1000}$$

$$I = 0,005 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 27,6) + (0,00109 \times 1,6) + (0,00053 \times 18,419) + (0,00109 \times 2,15)}{53,499}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

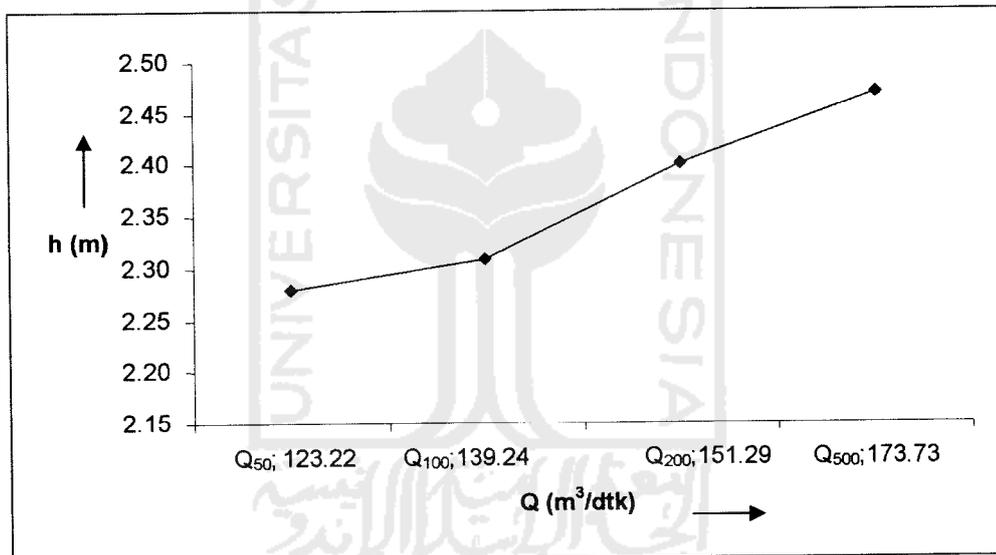
$$V = \frac{1}{0,031} \times \frac{66,41^{\frac{2}{3}}}{53,499} \times 0,005^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (66,41) \times \left(\frac{1}{0,031} \times \frac{66,41^{\frac{2}{3}}}{53,499} \times 0,005^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{500} = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 500 tahun adalah 2,47 meter.

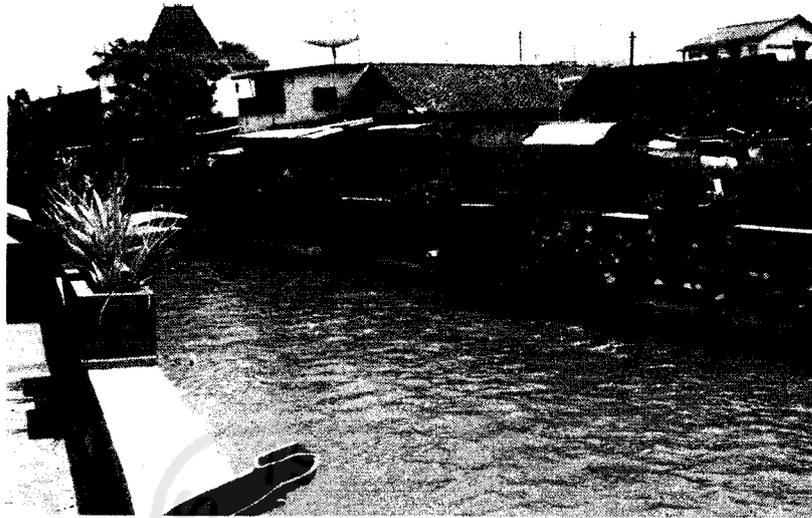
Dari hasil hitungan tinggi muka air pada stasiun 3 pada kala ulang 50, 100, 200, dan 500 tahun maka dapat dibuat grafik hubungan Q_T dengan h_T seperti terlihat pada Gambar Grafik 3.12.



Gambar 3.12. Grafik Hubungan Q dan h pada Stasiun 3

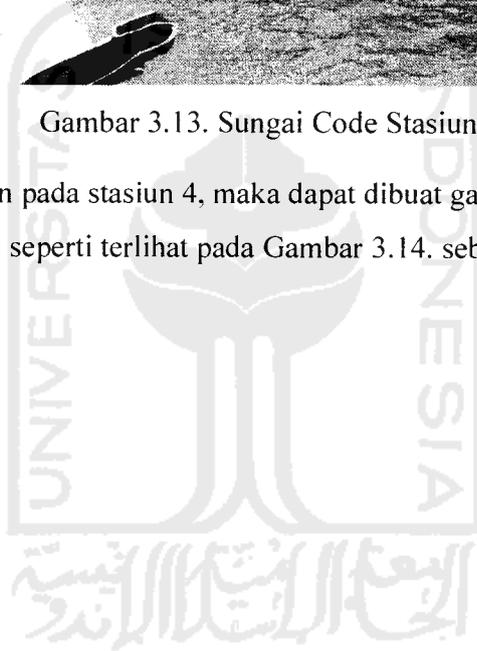
4. Stasiun 4, Purwokinanti Kalurahan Gondomanan.

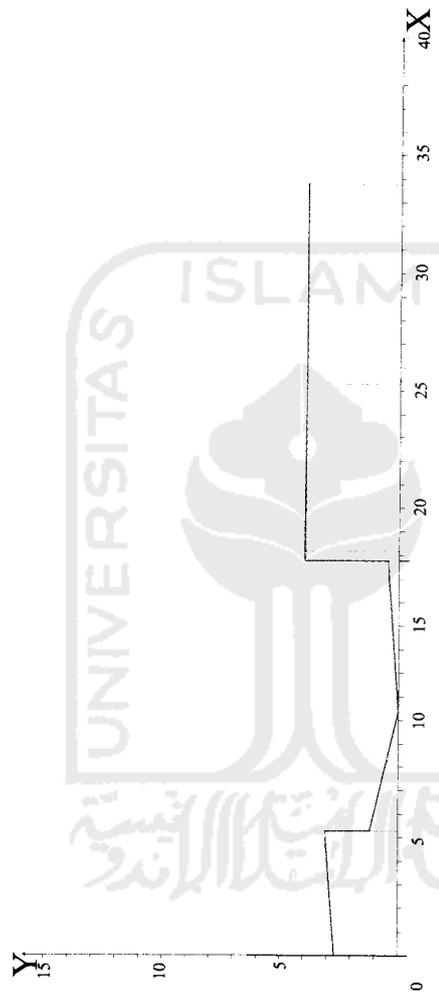
Kondisi lokasi penelitian pada stasiun 4 dapat dilihat pada Gambar 3.13. sebagai berikut :



Gambar 3.13. Sungai Code Stasiun 4

Dari hasil pengukuran pada stasiun 4, maka dapat dibuat gambar penampang sungai pada stasiun 4 adalah seperti terlihat pada Gambar 3.14. sebagai berikut :





Gambar 3.14. Penampang melintang sungai Code Stasiun 4

Karena permukaan dasar sungai adalah batu kerikil dan pasir (alami) maka diambil nilai $n_1 = 0,023$, dan untuk dinding saluran adalah pasangan batu kali (buatan) maka diambil nilai $n_2 = 0,033$, dan untuk dataran banjir $n_3 = 0,35$.

a. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 4 untuk kala ulang 50 tahun.

Dicoba $h = 3,90$ meter, maka

$$P = 5,30 + 1,88 + 5,22 + 2,837 + 3,47$$

$$= 18,71 \text{ meter}$$

$$A = 46,825 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(100 - 98)}{1000}$$

$$I = 0,002 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 5,30) + (0,00109 \times 1,88) + (0,00053 \times 8,057) + (0,00109 \times 3,47)}{18,71}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,31} \times \frac{46,825^{\frac{2}{3}}}{18,71} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (46,825) \times \left(\frac{1}{0,31} \times \frac{46,825^{\frac{2}{3}}}{18,71} \times 0,002^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk} \rightarrow$ Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{50} = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 50 tahun adalah 3,90 meter.

b. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 4 untuk kala ulang 100 tahun.

Dicoba $h = 4,03$ meter, maka

$$P = 5,30 + 1,88 + 5,22 + 2,837 + 3,501$$

$$= 18,75 \text{ meter}$$

$$A = 50,428 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(100 - 98)}{1000}$$

$$I = 0,002 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 5,30) + (0,00109 \times 1,88) + (0,00053 \times 8,057) + (0,00109 \times 3,50)}{18,75}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,031} \times \frac{50,428^{\frac{2}{3}}}{18,75} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (50,428) \times \left(\frac{1}{0,031} \times \frac{50,428^{\frac{2}{3}}}{18,75} \times 0,002^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 139,24 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{100} = 139,24 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 100 tahun adalah 4,03 meter.

c. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 4 untuk kala ulang 200 tahun.

Dicoba h = 4,10 meter, maka

$$P = 5,30 + 1,88 + 5,22 + 2,837 + 3,50$$

$$= 18,76 \text{ meter}$$

$$A = 52,996 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(100 - 98)}{1000}$$

$$I = 0,002 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 5,30) + (0,00109 \times 1,88) + (0,00053 \times 8,057) + (0,00109 \times 3,50)}{18,76}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,031} \times \frac{52,996^{\frac{2}{3}}}{18,76} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (52,996) \times \left(\frac{1}{0,031} \times \frac{52,996^{\frac{2}{3}}}{18,76} \times 0,002^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{200} = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 200 tahun adalah 4,10 meter.

d. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 4 untuk kala ulang 500 tahun.

Dicoba h = 4,26 meter, maka

$$P = 5,30 + 1,88 + 5,22 + 2,837 + 3,51$$

$$= 18,75 \text{ meter}$$

$$A = 57,573 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(100 - 98)}{1000}$$

$$I = 0,002 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00123 \times 5,30) + (0,00109 \times 1,88) + (0,00053 \times 8,057) + (0,00109 \times 3,51)}{18,75}}$$

$$n = 0,31$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

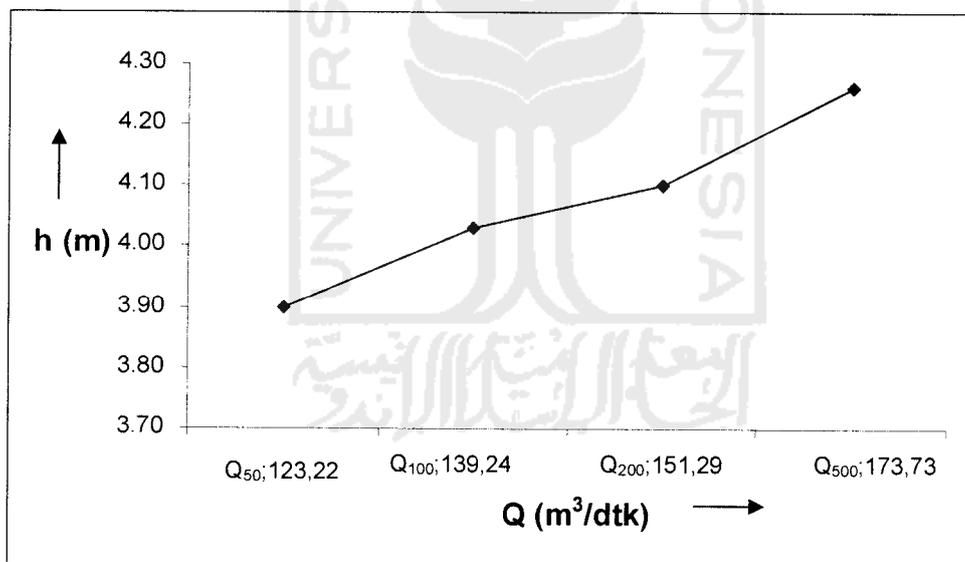
$$V = \frac{1}{0,031} \times \frac{57,573^{\frac{2}{3}}}{18,75} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (57,573) \times \left(\frac{1}{0,031} \times \frac{57,573^{\frac{2}{3}}}{18,75} \times 0,002^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{500} = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 500 tahun adalah 4,26 meter.

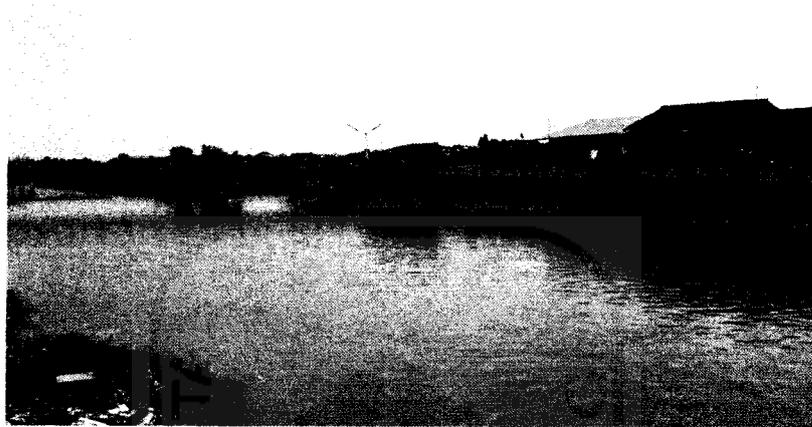
Dari hasil hitungan tinggi muka air pada stasiun 1 pada kala ulang 50, 100, 200, dan 500 tahun maka dapat dibuat grafik hubungan Q_T dengan h_T seperti terlihat pada Gambar Grafik 3.15.



Gambar 3.15. Grafik Hubungan Q dan h pada Stasiun 4

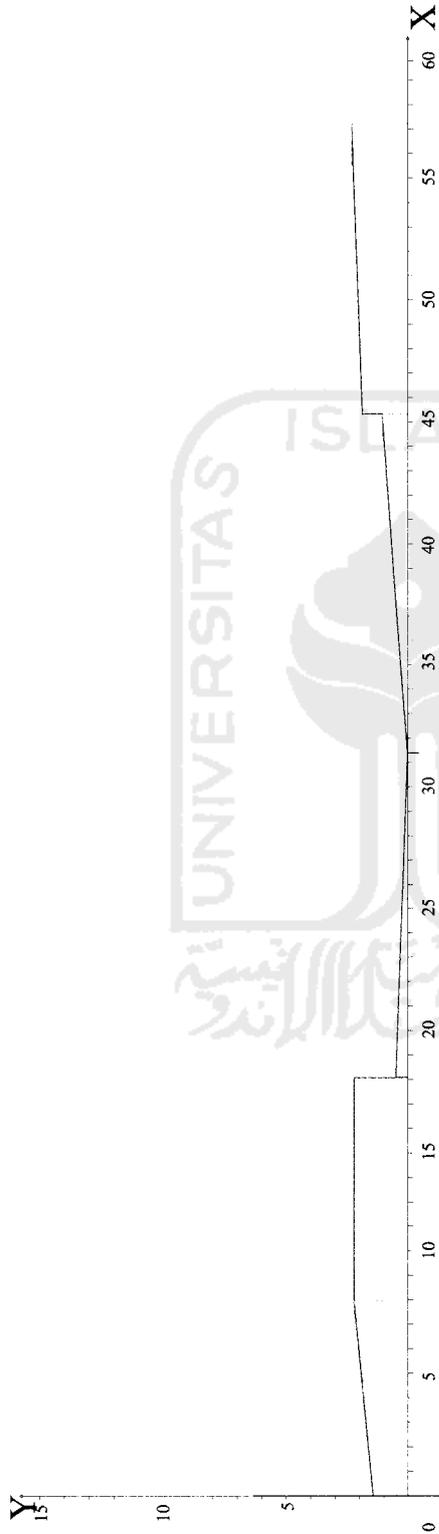
5. Stasiun 5, Sayidan Kalurahan Mergangsan.

Kondisi lokasi penelitian pada stasiun 5 dapat dilihat pada Gambar 3.16 sebagai berikut :



Gambar 3.16. Sungai Code Stasiun 5

Dari hasil pengukuran pada stasiun 5, maka dapat dibuat gambar penampang sungai pada stasiun 5 adalah seperti terlihat pada Gambar 3.17. sebagai berikut :



Gambar 3.17. Penampang melintang sungai Code Stasiun 5

Karena permukaan dasar sungai adalah batu kerikil dan pasir (alami) maka diambil nilai $n_1 = 0,023$, dan untuk dinding saluran adalah pasangan batu kali (buatan) maka diambil nilai $n_2 = 0,033$, dan untuk dataran banjir $n_3 = 0,35$.

a. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 5 untuk kala ulang 50 tahun.

Dicoba $h = 1,85$ meter, maka

$$P = 1,37 + 13,31 + 13,98 + 0,78 \\ = 29,44 \text{ meter}$$

$$A = 42,196 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(98 - 95)}{1000}$$

$$I = 0,003 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00109 \times 1,37) + (0,00053 \times 27,29) + (0,00109 \times 0,78)}{29,44}}$$

$$n = 0,024$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,024} \cdot \frac{42,196^{\frac{2}{3}}}{29,44} \cdot 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (42,196) \cdot \left(\frac{1}{0,024} \cdot \frac{42,196^{\frac{2}{3}}}{29,44} \cdot 0,003^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk} \rightarrow$ Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{50} = 123,22 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 50 tahun adalah 1,85 meter.

b. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 5 untuk kala ulang 100 tahun.

Dicoba $h = 1,93$ meter, maka

$$P = 1,37+13,31+13,98+0,83$$

$$= 29,55 \text{ meter}$$

$$A = 45,515 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(98 - 95)}{1000}$$

$$I = 0,003 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00109 \times 1,37) + (0,00053 \times 27,29) + (0,00109 \times 0,83)}{29,55}}$$

$$n = 0,24$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,024} \times \frac{45,515^{\frac{2}{3}}}{29,55} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (45,515) \times \left(\frac{1}{0,024} \times \frac{45,515^{\frac{2}{3}}}{29,55} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 139,24 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{100} = 139,24 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 100 tahun adalah 1,93 meter.

c. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 5 untuk kala ulang 200 tahun.

Dicoba h = 1,98 meter, maka

$$P = 1,37+13,31+13,98+0,91$$

$$= 29,70 \text{ meter}$$

$$A = 47,997 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(98 - 95)}{1000}$$

$$I = 0,003 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00109 \times 1,37) + (0,00053 \times 27,29) + (0,00109 \times 0,91)}{29,70}}$$

$$n = 0,24$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,024} \times \frac{47,997^{\frac{2}{3}}}{29,70} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = (42,196) \times \left(\frac{1}{0,024} \times \frac{47,997^{\frac{2}{3}}}{29,70} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{200} = 151,29 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 200 tahun adalah 1,98 meter.

d. Perhitungan tinggi muka air pada stasiun 5 untuk kala ulang 500 tahun.

Dicoba h = 2,00 meter, maka

$$P = 1,37 + 13,31 + 13,98 + 2,2$$

$$= 31,2 \text{ meter}$$

$$A = 53,768 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{(98 - 95)}{1000}$$

$$I = 0,003 \text{ meter}$$

$$n = \sqrt{\frac{(0,00109 \times 1,37) + (0,00053 \times 27,29) + (0,00109 \times 2,20)}{31,2}}$$

$$n = 0,24$$

$$V = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

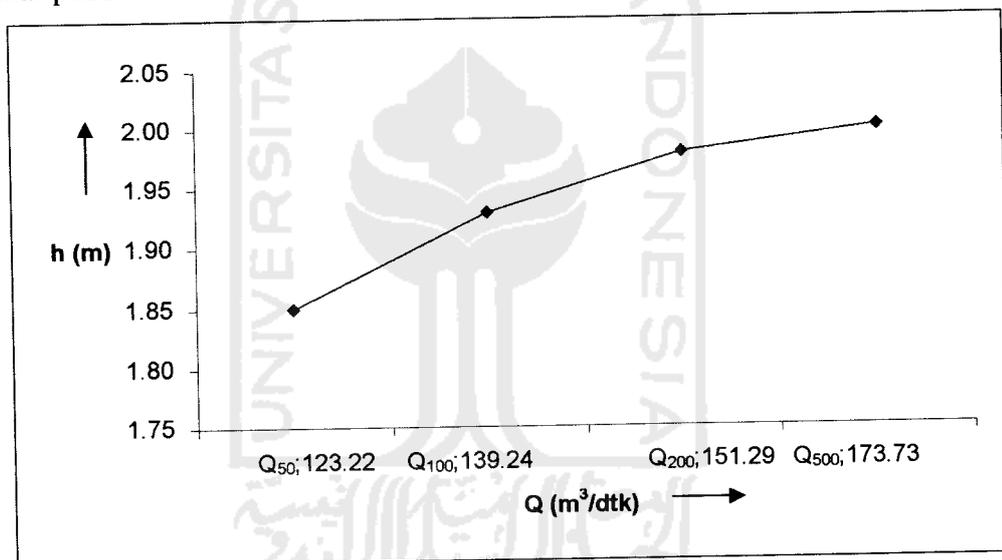
$$V = \frac{1}{0,024} \times \frac{53,768^{\frac{2}{3}}}{31,2} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = AxV$$

$$Q = (42,196) \times \left(\frac{1}{0,024} \times \frac{53,768^{\frac{2}{3}}}{31,2} \times 0,003^{\frac{1}{2}} \right)$$

$Q = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$ → Sesuai dengan hitungan banjir rancangan $Q_{500} = 173,73 \text{ m}^3/\text{dtk}$, maka tinggi (h) air untuk kala ulang 500 tahun adalah 2,00 meter.

Dari hasil hitungan tinggi muka air pada stasiun 5 pada kala ulang 50, 100, 200, dan 500 tahun maka dapat dibuat grafik hubungan Q_T dengan h_T seperti terlihat pada Gambar Grafik 3.18.



Gambar 3.18. Grafik Hubungan Q dan h pada Stasiun 5