

Pengendalian Banjir dengan Sudetan pada Sungai Marmoyo Kabupaten Jombang

Marta Kusuma Ningrum¹, Minarni Nur Trilita²
Novie Handajani³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

^{1,2}Dosen Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: minarni.ts@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Sungai Marmoyo merupakan sungai yang relative datar dan anak sungai dari sungai Brantas yang berada pada daerah hilir yang melewati kabupaten Jombang dan Mojokerto. Sungai Marmoyo merupakan sungai yang bermuara pada kali Surabaya Banjir yang terjadi di sungai Marmoyo mengakibatkan kerugian yang cukup besar.. Diperlukan upaya untuk mengatasi masalah tersebut. Tahapan untuk mencapai tujuan tersebut adalah pertama analisa hidrologi, yang meliputi perhitungan curah hujan rata-rata, perhitungan curah hujan rencana, uji kesesuaian distribusi frekuensi, perhitungan debit banjir, perhitungan kapasitas penampang sungai. Kedua analisa hidrolika dengan menggunakan program bantu HEC-RAS. Setelah dilakukan analisis terhadap sungai Marmoyo dengan menggunakan debit kala ulang 50 tahun direncanakan sudetan terletak pada STA-78 untuk mengurangi debit banjir. Untuk perencanaan sudetan didapatkan hasil debit yang dialirkan melalui sudetan sebesar $Q = 106,926 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dengan dimensi penampang sudetan $b = 15 \text{ m}$, $z = 1:2$.

Kata Kunci : Banjir, Sudetan, Hidrologi

ABSTRACT

The Marmoyo River is a relatively flat river and a tributary of the Brantas river, which is in the downstream area that passes through the Jombang and Mojokerto districts. The Marmoyo River is a river that empties into the Surabaya River. Floods that occur in the Marmoyo river have caused considerable losses. The cause of flooding in the Marmoyo river is the confluence of the Marmoyo river and a tributary. efforts are needed to overcome the problem. The steps to achieve this goal are the first hydrological analysis, which includes the calculation of the average rainfall, the calculation of planned rainfall, the frequency distribution suitability test, the calculation of flood discharge, the calculation of river cross-sectional capacity. Second, hydraulic analysis using the HEC-RAS auxiliary program. After analyzing the Marmoyo river by using the 50-year return period, it is planned that the short cutis located at STA-78 to reduce the flood discharge. For the short cut design, the results of the discharge through the short cut design are $Q = 106.926 \text{ m}^3 / \text{s}$ with the cross-sectional dimensions $b = 15 \text{ m}$, $z = 1: 2$.

Keywords : Flood, Short cut, Hydrology

I. PENDAHULUAN

Sungai merupakan tempat untuk mengalirkan air secara alami. Selain itu sungai juga mempunyai peran penting dalam segi kehidupan masyarakat terutama pada musim kemarau. Namun selain bermanfaat sungai juga dapat merusak dan menyebabkan kerugian untuk masyarakat pada saat musim hujanya itu terjadi kelebihan debit pada sungai yang menyebabkan terjadinya banjir. Banjir terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang tinggi. Sudah terdapat banyak kasus mengenai banjir yang diakibatkan oleh luapan debit air pada sungai. Salah satunya adalah sungai Marmoyo.

Sungai Marmoyo merupakan

sungai yang relative datar selain itu sungai Marmoyo adalah sungai alami yang dimanfaatkan sebagai salah satu sistem jaringan pembuang yang terletak pada kabupaten Jombang. Pada sungai Marmoyo terdapat pertemuan antara sungai utama dan anak sungai Marmoyo diantaranya pertemuan sungai Marmoyo dengan sungai Bancang di desa Bawangan kecamatan Ploso, pertemuan antara sungai Marmoyo dan sungai Katemas di desa Bakalan kecamatan Kudu.

Sungai Marmoyo memiliki panjang $\pm 38 \text{ km}$. Bagian hulu sungai Marmoyo terletak di desa Marmoyo kabupaten Jombang. Banjir pada Daerah Aliran Sungai (DAS) pada sungai Marmoyo terjadi akibat tidak

mampunya penampang sungai dan banyaknya pertemuan antara sungai Marmoyo dengan anak sungainya sehingga menyebabkan luberan aliran pada sungai Marmoyo. Banjir pada sungai Marmoyo menggenangi beberapa wilayah terutama pada kabupaten Jombang, wilayah yang sering tergenang banjir salah satunya terdapat pada kecamatan Ploso, yaitu desa Rejoagung, desa Gedung ombo, desa Pandan blole, desa Dadi tunggal dengan tinggi genangan 100 cm pada daerah persawahan dan 70 cm pada pemukiman dengan lama genangan lebih dari 1 hari. Banjir yang disebabkan oleh meluapnya sungai.

Marmoyo memberikan dampak negative yaitu berupa kerugian materi kepada masyarakat yaitu petani mengalami kerugian pada hasil panen akibat banjir sehingga diperlukan upaya untuk pencegahan dan pengendalian banjir pada sungai Marmoyo dengan cara struktural, maupun non-struktural.

Untuk mengatasi permasalahan banjir pada sungai Marmoyo diperlukan alternative yaitu meliputi pembuatan sudetan, pembuatan sudetan untuk mengatasi banjir pada sungai Marmoyodirencanakan di desa Jati gedong kecamatan Ploso dan debit air akan dibuang langsung menuju sungai Brantas.

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar debit banjir sungai Marmoyo yang dapat dialirkan melalui sudetan menuju sungai Brantas?
2. Bagaimana rencana dimensi sudetan pada sungai Marmoyo ?

Tujuan penelitian adalah menghitung besar debit dari sungai Marmoyo yang dapat dialirkan melalui sudetan menuju sungai Brantas, merencanakan dimensi sudetan pada sungai Marmoyo.

Sungai Marmoyo merupakan sungai yang melewati kabupaten Jombang dan Kabupaten Mojokerto. Lokasi yang akan di rencanakan untuk sudetan berada pada desa Jati gedong Kecamatan Ploso kabupaten Jombang dikarenakan di wilayah ini merupakan wilayah yang emiliki lahan luas sehingga dapat dibuat saluran sudetan.



Gambar. 1. Lokasi Sudetan

II. METODE

Umum

Banjir terjadi disebabkan oleh aliran limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan. Limpasan merupakan aliran air yang mengalir pada permukaan tanah yang disebabkan oleh adanya curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, yang selanjutnya akan mengalir menuju ke sungai. Sehingga limpasan menjelaskan mengenai output dari daerah aliran sungai (DAS) yang ditetapkan dengan satuan waktu.

Analisa Curah Hujan

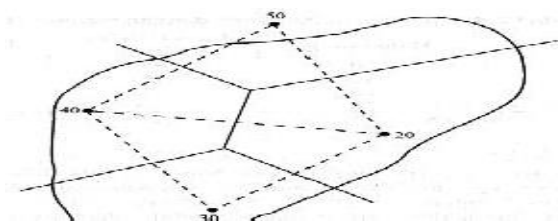
Stasiun penangkar hujan hanya mencatatkan ke dalam hujan pada titik dimana stasiun berada. Sehingga besarnya hujan pada suatu kawasan harus di perkirakan dari kedalaman titik hujan itu berada. Cara menghitung curah hujan dapat dilakukan dengan metode berikut ini Aritmatik, Poligon Thiessen, dan Isohiet.

Untuk kawasan hujan yang stasiun hujannya tidak merata dapat dihitung dengan metode polygon Thiessen. (Bambang Triatmojo, 2015).

$$\bar{p} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :

- \bar{p} = Hujan rerata kawasan
- p_1, p_2, p_n = Hujan pada stasiun 1, 2, 3..., n
- A_1, A_2, A_3 = Luas daerah yang mewakili 1, 2, 3....., n



Gambar 2.1 Poligon Thiessen (Sumber: Hidrologi Terapan Bambang Triatmojo, 2015)

Analisa Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana merupakan perkiraan antara besar curah hujan yang terjadi pada periode ulang tertentu (Febby dan Azwarman, 2018).

Dalam analisis frekuensi untuk hidrologi terdapat beberapa cara yang dapat digunakan yang meliputi:

distribusi normal, distribusi log normal, distribusi Gumbel, distribusi Pearson, dan distribusi Log Pearson (Triatmodjo, 2015).

Prosedur untuk menghitung curah hujan rancangan dengan metode Log Pearson III adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan harian maksimum (X_i) diubah menjadi bentuk logaritma ($\log X_i$)
2. Dihitung nilai logaritma rata-rata ($\log X$):

$$\log X = \frac{\sum \log X_i}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Menghitung nilai standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \log X)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(2.3)$$

4. Menghitung koefisien kepencengan

$$Cs = \frac{n \sum (\log X_i - \log X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots(2.4)$$

5. Logaritma curah hujan rancangan

$$\log XT = \log X \dots\dots\dots(2.5)$$

6. Dihitung anti log dari $\log X_i$ untuk mendapat nilai curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu (X_i).

dengan :

X = Rata-rata curah hujan maksimum (mm)

X_i = Curah hujan maksimum stasiun ke- i (mm)

N = Jumlah stasiun hujan

S = Standar deviasi (mm)

Cs = Koefisien kepencengan

Cv = Koefisien variasi

XT = Curah hujan rancangan (mm)

K = Faktor frekuensi

G = Faktor frekuensi untuk distribusi log pearson III

PENGUJIAN DISTRIBUSI FREKUENSI

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu uji Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov. (Harto,1993).

UJI CHI-KUADRAT

Uji Chi-Kuadrat menggunakan nilai X^2 yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$X^2 = \sum \frac{N}{t-1} \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

X^2 = Nilai Chi-Kuadrat terhitung

Ef = Frekuensi (banyak pengamatan)

Of = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

N = Jumlah sub kelompok dalam satu grup

UJI SMIRNOV KORMOGOROV

$$S_n(x) = m/(n+1)$$

$$K = (\log R - \log R_{rata-rata})/S$$

$$Pr = \text{Tabel Distribusi Log Pearson Type III}$$

$$Px = 1 - Pr$$

KOEFISIEN PENGALIRAN

Koefisien perbandingan antarajumlah air yang mengalir akibat turunnya hujan di suatu wilayah dengan jumlah air hujan yang turun pada daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi oleh hujan, luas dan daerah aliran, kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai, daya serap dan penguapan tanah, kelembaban tanah, suhu, angin, penggunaan lahan

Debit Banji Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum yang direncanakan di sungai ataupun aliran dengan periode ulang tertentu dan dapat dialirkan tanpa membahayakan kondisi lingkungan sekitar maupun stabilitas sungai (Sarminingsih, 2018).

Metode Nakayasu

Debit banjir yang akan terjadi dilakukan dengan analisis Rainfall (Runoff Model) dengan metode Nakayasu dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{AxR_0}{3.6 \times 10^3 \times T_p + T_{0.3}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan :

Q_p = Debit puncak banjir (m³/detik) R_0 = Hujan satuan (mm)

T_p =Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai 30% dari debit puncak

Untuk bagian lengkung naik (rising limb) hidrograf satuan mempunyai persamaan

$$Q_a = Q_p \cdot \frac{t^{2.4}}{T_p} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan :

Q_a = Limpasan sebelum mencapai debit puncak (m³/detik)

T = Waktu

Q_p = Debit puncak (m³/detik)

Pada bagian lengkung turun (decreasing limb) untuk, $Q_d > Q_p$

$$Q_d = Q_p \frac{t - T_p}{T_{0.3}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Untuk $Q_p > Q_d > Q_p$

$$Q_d = Q_p \frac{t - T_p + 0.5T_{0.3}}{1.5T_{0.3}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Untuk $Q_p > Q_d$.

$$Q_d = Q_p = \frac{t - T_p + 1.5T_{0.3}}{2T_{0.3}} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$T_{0.3} = \alpha \cdot T_g \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan ketentuan :

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

Untuk menghitung tenggang waktu

$$T_p = T_g + 0,8 t_r \dots\dots\dots(2.13)$$

Untuk

$$L < 15 \text{ km } t_g = 0,21 L^{0.7}$$

$$L > 15 \text{ km } t_g = 0,4 + 0,058 L$$

Dengan :

- L = Panjang sungai (Km)
- T_g = Waktu konsentrasi (jam)
- T_r = 0,5 t_g sampai t_g

Metode Rasional

Perhitungan debit banjir pada DAS sungai dengan metode Rasional:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{36} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan :

- C = koefisien limpasan air hujan
- I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran (km^2)
- Q = debit maksimum (m^3/dtk)

Analisa Hidrolika

Analisis yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit banjir rencana disebut analisis hidrolika. Apabila kondisi asli sungai tidak dapat menampung debit aliran biasanya dapat disebabkan oleh sedimentasi dan penyempitan DAS.

Rumus Manning

Untuk rumus manning dituliskan dengan persamaan berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan :

- V = Kecepatan rata-rata (m/detik)
- n = nilai koefisien manning
- R = Jari-jari hidrolis
- S = kemiringan saluran
- V = Kecepatan rata-rata (m/detik)
- n = nilai koefisien manning

- R = Jari-jari hidrolis
- S = kemiringan saluran

HEC-RAS

HEC-RAS merupakan suatu program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, RiverAnalysis System (RAS) yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam Institute for Water Resource (IWR), di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (steady and unsteady one- dimensional flow model).

HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi:

1. Hitungan profil muka air aliran permanen
2. Simulasi aliran tak permanen
3. Hitungan transport sedimen dan
4. Hitungan kualitas air.

Sudetan

Sudetan sungai direncanakan untuk memperlancar suatu aliran ataupun memperpendek aliran pada sungai yang berbelok-belok (Meander), ataupun untuk membagi debit air pada sungai agar kelebihan sungai dapat dialirkan agar sungai tidak mengalami luapan yang akan menyebabkan banjir.

Pada kota-kota besar yang padat penduduk, sudetan sungai berfungsi sebagai kanal banjir (Floodway) atau pun untuk penyebrangan air dari satu sungai menuju sungai yang lain yang berfungsi untuk mengurangi debit banjir maupun menyalurkan air (Nadjadji, 1986).

Kemiringan Dasar Saluran

Kemiringan Dasar Saluran (I_0)

$$I_0 = \frac{\Delta H}{L} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

- I_0 = Kemiringan dasar saluran
- ΔH = Selisih tinggi (m)
- L = Panjang saluran (m)

Dimensi Saluran

Dimensi saluran Trapesium

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

- Q = Debit Saluran (m^3/detik)
- A = Luas penampang basah saluran
- = (b + mh) . h

$$P = \text{Keliling basah} = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \text{Jari-jari hidrolis saluran (m)} = A/P$$

V = Kecepatan aliran (m/detik)

Data yang digunakan dalam penelitian data Primer merupakan data yang diperoleh langsung dari hasil pengamatan lokasi dan hasil wawancara secara langsung dengan pihak UPT PSDA Ploso Jombang data Sekunder merupakan data-data pendukung yang diperoleh dari instansi terkait yaitu dari Balai Besar Wilayah Sungai Brantas (BBWS Brantas), UPTPSDA Ploso Jombang dan UPT PSDAWS Puncu-Selodono Kediri.

Data-data tersebut antara lain :

- Data curah hujan
- Peta topografi
- Gambar long section sungai Marmoyo
- Gambar cross section sungai Marmoyo
- Peta stasiun hujan

Langkah-langkah yang akan digunakan pada perencanaan sudetan adalah sebagai berikut:

- Menghitung curah hujan rata-rata Menggunakan metode Poligon Thiessen
- Menghitung curah hujan rencana
- Uji kesesuaian distribusi frekuensi menggunakan uji Smirnov
- Kolmogorov dan Chi-Kuadrat
- Perhitungan debit banjir
- Menghitung besar debit yang dapat dialirkan menuju sudetan
- Perencanaan saluran banjir
- (Sudetan) di daerah yang terjadi banjir
- Analisa terhadap kapasitas sudetan dan sungai Brantas sebagai pembuang dari sudetan.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perhitungan analisa hidrologi meliputi data curah hujan dan perhitungan debit. Dari data yang ada akan digunakan untuk perencanaan debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu.

Tabel 4.1 Luas Pengaruh Thiessen Poligon

No.	Stasiun	Luas km ²	Bobot (W) %
1	Kabuh	56,543	0,322
2	Tapen	40,712	0,232
3	Tanjung	70,304	0,400
4	Ploso	8,009	0,046
		175,567	1

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan curah hujan rencana selengkapnya terdapat pada Tabel 4.3. sebagai berikut :

Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana untuk beberapa Periode pada DAS Marmoyo

R (m)	k (mm)	Log R (m)	R (mm)
2	0,046	1, 562	90,398
5	0,852	2, 307	107,333
10	1,248	2, 673	116,774
25	1,652	2, 047	127,269
50	1,903	2, 279	134,255

Sumber : Hasil Perhitungan

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji Chi Kuadrat

Untuk sebaran chi kuadrat ditetapkan nilainya 2

Dari tabel Chi Square (a = 5%) = $R^2 = 3,84$

Dari tabel Chi Square (a = 1%) = $R^2 = 6,63$

Menggunakan R^2 dengan nilai a = 5% maka hasilnya adalah :

$R^2_{hitung} < R^2_{tabel}$ maka distribusi **dapat diterima**

Uji Smirnov Kormogorov

Dari tabel 4.12 nilai kritis untuk Uji Smirnov Kolmogorov adalah sebesar 0,126 sedangkan dari tabel 2.4. dengan n = 10 Uji Smirnov Kormogolov didapat Untuk a = 5% ; $D_{cr} = 0,41$

Untuk a = 1% ; $D_{cr} = 0,67$

Karena $D_{cr_{hitung}} < D_{cr_{tabel}}$ maka **distribusi dapat diterima**.

Analisa Debit Rencana

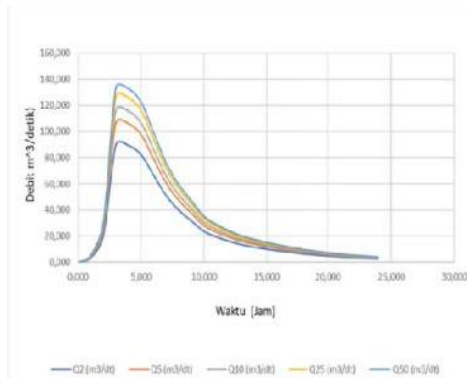
Tabel 4.4 Luas tiap Sub DAS

No	Sub DAS	Luas (km ²)
1.	III	26,505
2.	II	112,775
3.	I	175,567

Sumber : Hasil Perhitungan Hujan

Tabel 4.4. HujanEfektif

DAS II	m ³ /dt
Q2	89,996
Q5	106,856
Q10	116,254
Q25	126,703
Q50	133,658



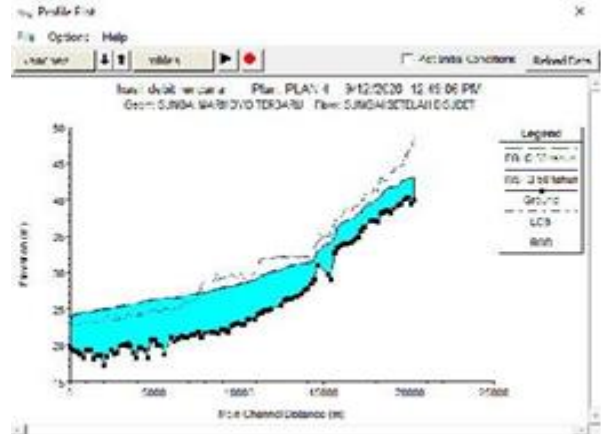
Gambar 4.1 Hidrograf Satuan NakayasuSUB DAS II

Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika merupakan suatu analisis yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang sungai dalam menampung debit banjir. Dalam penelitian ini analisa hidrolika akan dilakukan hanya pada sungai Marmoyo dengan menggunakan program HEC-RAS agar diketahui kapasitas sungai Marmoyo pada saat kondisi debit banjir di sungai Marmoyo dan pada saat kondisi iencanakan altenatif berupa sudetan pada sungai Marmoyo.

Dihitung pada debit banjir rencana dengan periode ulang : 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun. Debit banjir yang diisikan pada tabel profil harus sesuai dengan hidrograf banjir dan skema aliran debitnya.

Gambar 4.3 Potongan Melintang pada STA-56 setelah debit dialirkan melalui sudetan

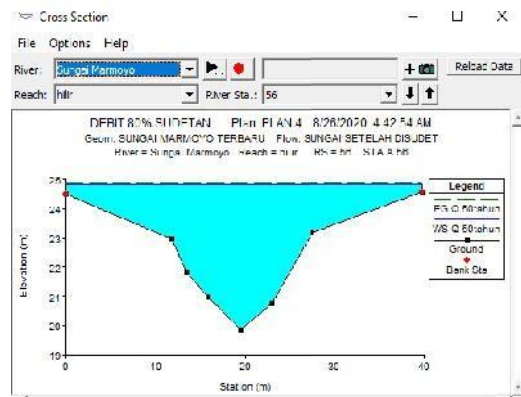


Gambar 4.2 Profil Potongan Memanjang Sungai Marmoyo pada kondisi eksisting untuk Q50

Pada gambar 4.2 dapat dilihat mengenai kondisi sungai Marmoyo pada saat menggunakan debit rencana terlihat bahwa banjir pada sungai Marmoyohnya terjadi pada sepanjang cross di daerah hilir, sehingga alternative yang akan dipilih adalah mengaktifkan kedua sungai yang ada yaitu sungai Marmoyo dan sudetan.

Perencanaan Sudetan

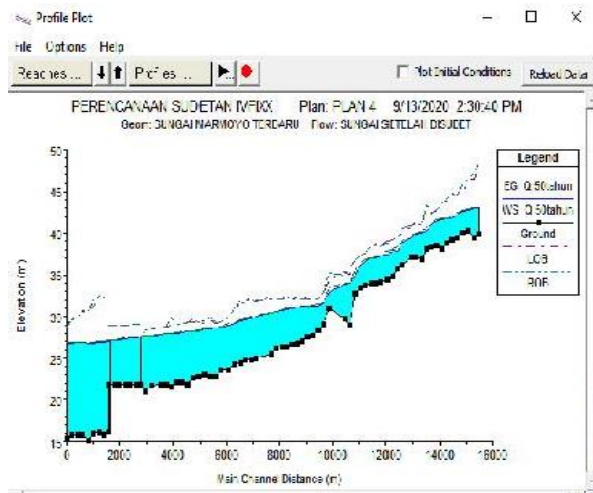
Untuk debit yang digunakan adalah Q50 pada = 133.658 m³/dtk Dilakukan coba-coba dengan menggunakan software HEC-RAS agar sungai idak mengalami banjir maka debit banjir rencana yang akan dicoba untuk dialirkan ke sungai Marmoyo adalah sebesar 80 % dari debit rencana.



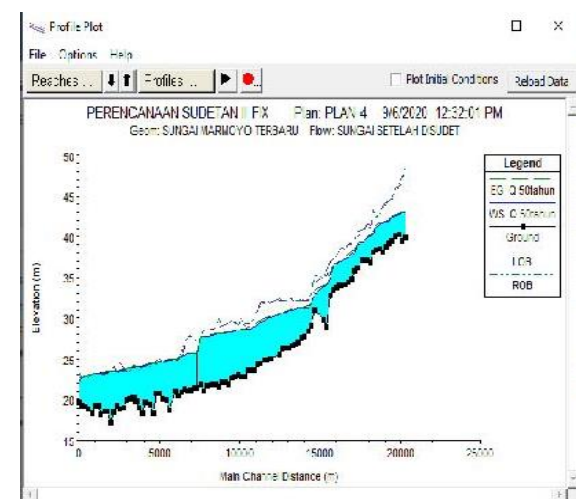
Gambar 4.3 Potongan Melintang pada STA-56 setelah debit dialirkan melalui sudetan

Perencanaan Dimensi Sudetan dan Elevasi dasar Sudetan

Diketahui Q rencana yang akan dialirkan menuju sudetan $=106.926 \text{ m}^3/\text{dtk}$, direncanakan menggunakan trapesium $b = 15 \text{ m}$, $I=0,0004$ $z = 1:2$; $n = 0.030$ (dirncanakan menggunakan sluran tanah). Dengan persamaan dasar untuk mencari nilai h (dengan cara coba-coba), $h= 5.25 \text{ m}$.



Gambar 4.4 Hasil Run HEC-RAS pada Perencanaan sudetan II terhadap sungai marmoyo dan sungai Brantas



Gambar 4.5 Hasil Run HEC-RAS pada Sungai Marmoyo setelah direncanakan Sudetan I

Setelah dilakukan run menggunakan program HEC-RAS muka air pada sudetan berada diatas muka air maksimum pada sungai Brantas yaitu untuk elevasi muka air pada hilir sudetan $+27,120$ dan tidak terdapat

perbedaan kedalaman air yang cukup tinggi antara hulu sudetan dengan hilir sudetan, dimana kedalaman air pada hulu sudetan adalah sebesar $5,393\text{m}$, sedangkan pada hilir sudetan adalah $5,773 \text{ m}$.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan perencanaan sudetan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan dengan program HEC-RAS apabila tidak ingin terjadi banjir pada hilir sungai Marmoyo debit banjir rencana Q_{50} yang dialirkan menuju sungai Marmoyo adalah sebesar $92,02 \text{ m}^3/\text{dtk}$ sehingga pada Sub DAS II akan dilakukan pengurangan debit melalui sudetan dengan besar debit yang dialirkan menuju sudetan $106,926 \text{ m}^3/\text{dtk}$ atau dengan presentase 80% dari Q_{50} debit yang masuk menuju Sub DAS II.
2. Dari hasil perhitungan perencanaan dimensi sudetan didapat lebar dasar sudetan 15 m , Kemiringan Sudetan $1:2$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adlyatma, Randy. 2013. Studi Normalisasi Sungai Kemuning dalam Penanggulangan Banjir di Kota Banjar baru Kalimantan Selatan. *Jurnal Sipil 1* (1): 37-49.
- [2] Anwar, Andjadji. 1986. *Rekayasa Pengembangan Sumber daya Air* cetakan Pertama. Surabaya: Kartika Yudha.
- [3] Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [4] Chow, V.T. 1992. *Hidrologi Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- [5] Hadisusanto, N. 2010. *Aplikasi Hidrologi*. jogjakarta: Jogja Media utama.
- [6] Hisyam, Endang dan Fajar. 2019. Kajian Erosi dan Sedimentasi pada Daerah Aliran Sungai Deniang kabupaten Bangka. *Jurnal Profil Vol.7 No. 1*
- [7] Kodoatie, Robert J. dan Roestam S.
- [8] 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi Offset
- [9] Sarminingsih, Anik. 2018. Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, Vol. 15 No. 1*

- [10] Soemarto, C.D. 1995. Hidrologi Teknik. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.
- [11] Sri Harto, B.R. 1993. Analisis Hidrologi. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [12] Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta
- [13] Sosrodarsono, Suyono. 2003. Perbaikan dan Pengaturan Sungai. Jakarta: Pordnya Paramita
- [14] Triatmodjo, Bambang. Hidrologi Terapan cetakan ke-5. Yogyakarta: Beta Offset.
- [15] Wigati, R., Soedarsono, Pribadi. 2016. Normalisasi Sungai Ciliwung Menggunakan Program HEC- RAS 4.1 (Studi Kasus Cililitan– Bidara Cina). Jurnal Fondasi.