

ANALISIS PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI CIRASEA, KECAMATAN CIPARAY, KABUPATEN BANDUNG, JAWA BARAT

Rama Dhani Bekt Prakoso¹ dan Ruzardi²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: dhani.bekti33@gmail.com

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: ruzardi@uii.ac.id

Abstract: *River is one of the water resources that is widely used to meet water needs so that its existence is very important in human life. Besides being able to provide benefits to humans, rivers can also be a source of disaster. The most frequent disaster arising from overflowing water is a flood. There are several factors that cause flooding, factors often found in the field are heavy rain, siltation due to sedimentation, accumulation of waste, failure of embankment structures, and narrowing of river walls. The Cirasea River is a river that crosses the densely populated residential area. During a prolonged rainy season, flood water will overflow into settlements and plantations belonging to residents. Losses occur every time a flood occurs, so the area needs to be taken from the danger of flooding. This study aims to determine flood control solutions with a 25-year return period to prevent runoff that is detrimental to residents around the Cirasea River, Ciparay sub-district, Bandung Regency, West Java. In this study, the calculation of the design flood discharge using Hydrograph Unit Synthetic Nakayasu with a discharge of 191.490 m³ / sec and Hydrograph Unit Synthetic SCS with a discharge of 245.292 m³ / sec. HEC-RAS 4.1.0 is used to obtain flood elevation that occurs on the Cirasea river. Flood elevation analysis is carried out in each cross section on the Cirasea river. Planning for flood control is done by digging the riverbed or commonly called river normalization. River embankment planning is carried out on cross sections which are still experiencing flooding after river normalization.*

Keywords : *river, flood, normalization, flood control, embankment.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai adalah salah satu sumber daya air yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air sehingga keberadaannya sangat penting dalam kehidupan manusia. Selain dapat memberikan manfaat bagi manusia, sungai juga dapat menjadi sumber bencana. Bencana yang paling sering timbul akibat meluapnya air adalah bencana banjir. Ada beberapa faktor penyebab terjadinya banjir, faktor-faktor yang sering ditemukan di lapangan adalah hujan deras, pendangkalan akibat sedimentasi, menumpuknya sampah,

kegagalan struktur tanggul, dan menyempitnya dinding sungai.

Sungai Cirasea merupakan salah satu sungai yang berada di SUB-DAS Citarum Hulu, dan SUB-DAS tersebut adalah bagian dari Zona Citarum Hulu, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat (BBWS Citarum, 2015). Penggunaan lahan pada kawasan sekitar sungai Cirasea dari tahun ke tahun mengalami perubahan, jenis penggunaan lahan yang dominan mengalami perubahan adalah hutan dan perkebunan.

Pada tanggal 31 Desember 2015, telah terjadi banjir yang mengakibatkan tertutupnya jalan raya Bandung – Majalaya, tepatnya di kawasan Ciparay Kabupaten

Bandung, Jawa Barat. Banjir yang terjadi sejak pukul 17:00 WIB tersebut terus membesar pada malam hari, sehingga arus lalu lintas di jalur tersebut mengalami kemacetan. Banjir tersebut diakibatkan oleh meluapnya Sungai Cirasea dan Sungai Magung yang berada di kawasan tersebut. Hal tersebut yang melatar belakangi penulis untuk menjadikan Sungai Cirasea sebagai studi kasus dalam tugas akhir ini untuk dianalisis pengendalian banjir yang ideal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diambil perumusan masalah pada penelitian ini adalah: apa solusi pengendalian banjir yang ideal untuk elevasi banjir yang terjadi?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dijabarkan di atas, dapat diperoleh tujuan dari penelitian ini adalah: mendapatkan solusi pengendalian banjir yang ideal untuk elevasi banjir yang terjadi.

1.4. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dijabarkan di atas, dapat diperoleh manfaat penelitian sebagai berikut ini.

1. Manfaat bagi penulis; melatih mahasiswa untuk menemukan solusi dari bencana alam yang terjadi di lapangan.
2. Manfaat bagi pembaca; dapat menjadi referensi jika akan ada penelitian lanjutan atau penelitian dengan topik yang sama mengenai pengendalian banjir.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini

1. Objek yang diteliti hanya P 47 sampai P 9 Sungai Cirasea, Jawa Barat.
2. Semua data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari BBWS Citarum, Jawa Barat.
3. Tidak memperhitungkan struktur tanggul tembok.
4. Tidak menghitung stabilitas tanggul.

5. Tidak memperhitungkan rancangan anggaran biaya (RAB).

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no. 38 Tahun 2011 pasal 1, sungai adalah alur atau wadah alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri dengan garis sempadan. Garis sempadan merupakan garis maya di kiri dan kanan sungai yang ditetapkan sebagai batas perlindungan sungai.

2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PP Nomor 38 Pasal 1, 2011).

2.3. Banjir

Banjir merupakan peristiwa terjadinya genangan pada lahan yang biasanya kering atau terjadinya limpasan dari alur sungai yang disebabkan oleh debit sungai melebihi kapasitas pengalirannya.

Banjir yang terjadi dapat disebabkan oleh banyak hal, berikut adalah beberapa penyebab banjir.

1. Kapasitas tampang sungai berkurang.

Berkurangnya kapasitas tampang sungai ini dapat terjadi akibat dasar sungai yang sudah mulai dangkal akibat sedimentasi yang terjadi di sungai tersebut. Tidak hanya akibat dasar sungai yang mulai dangkal akibat sedimentasi, namun berkurangnya kapasitas tampang sungai dapat diakibatkan oleh menyempitnya bantaran, akibat pembangunan yang terjadi di sekitar bantaran sungai.

2. Peningkatan debit sungai.

Peningkatan debit sungai bisa disebabkan oleh hujan yang besar dan lama akibat

perubahan klimatologis yang mengakibatkan peningkatan intensitas hujan.

3. Perubahan tata guna lahan di DAS.

Perubahan tata guna lahan adalah beralihnya fungsi suatu lahan dari fungsi yang seharusnya. Contoh dari perubahan tata guna lahan di DAS salah satunya adalah kawasan retensi banjir yang berubah fungsi.

4. Kegagalan fungsi bangunan pengendali banjir sungai.

Contoh dari kegagalan fungsi bangunan pengendali banjir adalah jebolnya tanggul atau bendungan, pintu air tak berfungsi, dan pompa air macet.

2.4. Banjir Rancangan

Banjir rancangan adalah besarnya debit banjir yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan mendimensi bangunan-bangunan hidraulik (termasuk bangunan di sungai), sedemikian hingga kerusakan yang dapat ditimbulkan baik langsung maupun tidak langsung oleh banjir tidak boleh terjadi selama besaran tidak terlampaui (Sri Harto, 1993). Banjir rancangan ini dapat berupa debit puncak, volume banjir, ataupun hidrograf banjir. Besarnya banjir rancangan dinyatakan dalam debit banjir sungai dengan kala ulang tertentu.

2.5. Kala Ulang

Pemilihan kala ulang banjir rancangan untuk bangunan air dapat dilakukan berdasarkan jenis bangunan air yang akan direncanakan. Kriteia pemilihan kala ulang berdasarkan bangunan air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kala Ulang Berdasarkan Jenis Bangunan Air

No	Jenis Bangunan Air	Kala Ulang (tahun)
1	Bendungan urugan tanah/batu	1000
2	Bendungan beton/batu kali	500 – 1000
3	Bendung	50 – 100
4	Saluran Pengelak banjir	25 – 50
5	Tanggul sungai	10 – 25
6	Drainase saluran di sawah/pemukiman	5 – 10

Sumber: Ir. Suwanto, M. MS. Diktat Morfologi Sungai

2.6. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut terkonstentrasi. Data yang diperoleh adalah data hujan dimasa lampau. Rumus yang digunakan adalah rumus dari Dr. Mononobe yang dapat dilihat pada Persamaan 3.12.

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

dengan:

I_t = Intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam),

t = Lamanya curah hujan (jam), dan

R_{24} = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm).

2.7. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (t_c) suatu DAS adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi (Suripin, 2004). Dalam hal ini maka setiap bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940)

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385}$$

dengan:

t_c = Waktu konsentrasi (jam),

L = Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (km), dan

S = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air.

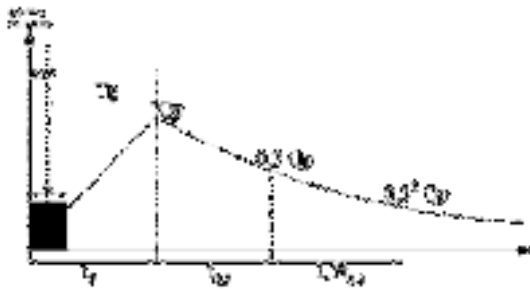
2.8. Hidrograf Satuan Sintetis (HSS)

Hidrograf Satuan Sintetis atau yang biasa disebut HSS adalah hidrograf satuan yang diturunkan berdasarkan data sungai pada

DAS yang sama atau DAS terdekat tetapi memiliki karakteristik yang sama. Penjelasan tentang model HSS akan dijelaskan pada uraian di bawah ini

1. HSS Nakayasu

Hidrograf satuan sintetis (HSS) nakayasu dikembangkan berdasar beberapa sungai di negara Jepang. Bentuk HSS Nakayasu akan ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 1 HSS Nakayasu
(Sumber: Kamiana, 2011)

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times A \times R_e \times \frac{1}{(0,3 \times t_p + t_{0,3})}$$

$$T_p = t_g + 0.8t_r$$

$$t_g = 0,4 + 0.058L; \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

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

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

dengan:

- Q_p = Debit puncak (m^3/det),
- A = Luas DAS (km^2),
- R_e = Curah hujan efektif (mm),
- T_p = Waktu puncak (jam),
- $T_{0,3}$ = Waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam),
- t_g = Waktu konsentrasi (jam),
- T_r = Satuan waktu dari curah hujan (jam),
- α = Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2, dan
- L = Panjang sungai utama (km).

Pada HSS Nakayasu bentuk hidrograf dibagi menjadi 4 bagian kurva. Untuk mendapatkan debit pada setiap bagian kurva menggunakan persamaan masing-masing.

Perhitungan debit setiap bagian kurva pada menggunakan persamaan-persamaan berikut ini.

1. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

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

2. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p}{t_{0,3}}}$$

3. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/1,5T_{0,3}}$$

4. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/2T_{0,3}}$$

dengan:

- Q_p = Debit puncak (m^3/det),
- Q_t = Debit pada jam ke (m^3/det),
- t = jam ke (jam)
- T_p = Waktu puncak (jam), dan
- $T_{0,3}$ = Waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam),

2. HSS Soil Conservation Services (SCS)

Hidrograf tak berdimensi yang diperoleh dari analisis beberapa hidrograf satuan berdasarkan data lapangan dengan berbagai ukuran DAS dan lokasi berbeda disebut Hidrograf Satuan Sintetis *Soil Conservation Services* (HSS SCS) (Triadmodjo, 2008). Perhitungan HSS SCS dapat diperoleh menggunakan persamaan-persamaan dibawah ini.

$$Q_p = \frac{0,208 \times A}{T_p}$$

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_p$$

$$t_p = 0,6 \times T_C$$

dengan:

- Q_p = Debit puncak (m^3/det),
- t_r = Durasi hujan efektif (jam),
- T_c = Waktu konsentrasi (jam),
- A = Luas DAS (km^2), dan
- T_p = Waktu puncak (jam).

2.9. Analisis Hidraulika

Hidraulika adalah ilmu yang mempelajari tentang sifat-sifat zat cair. Analisis hidraulika dimaksud untuk mengetahui kapasitas alur sungai terhadap banjir rencana yang selanjutnya akan digunakan untuk mendesain alur sungai.

2.9.1 Program HEC-RAS

HEC-RAS merupakan sebuah program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analys System (RAS)*, dibuat oleh *Hydrlogic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources (IWR)*, di bawah *US Army Corps of Engineers(USACE)*. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one dimension flow model*). HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi, yaitu:

1. hitungan profil muka air aliran permanen,
2. simulasi aliran tak permanen,
3. hitungan transpor sedimen, dan
4. hitungan kualitas air.

Paket program ini untuk menghitung profil muka air di sepanjang ruas sungai. Input data untuk program ini adalah data *cross section* sepanjang sungai, profil memanjang sungai, parameter hidrolika sungai, parameter bangunan sungai, debit rencana.

Sedangkan output dari program ini dapat berupa grafik maupun tabel. Diantaranya plot dari skema alur sungai, potongan melintang, profil, lengkung debit, hidrograf, juga variabel hidrolik lainnya. Selain itu juga dapat menampilkan gabungan potongan melintang yang membentuk alur sungai secara tiga dimensi lengkap dengan alirannya.

2.10. Perencanaan Tanggul

Tanggul disepanjang sungai adalah salah satu bangunan yang paling utama dan paling penting dalam usaha melindungi kehidupan dan harta benda masyarakat terhadap

genangan-genangan yang disebabkan oleh banjir badai. Tanggul dibangun terutama dengan kontruksi urugan tanah, karena tanggul merupakan bangunan menerus yang sangat panjang serta membutuhkan bahan urugan tanah yang volumenya sangat besar (Sosrodarsono dan Tominaga, 1985).

2.10.1 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan merupakan tambahan tinggi pada tanggul untuk menampung loncatan air dari permukaan air yang sedang mengalir. Loncatan ini dapat terjadi akibat adanya ombak, gelombang, dan loncatan hidrolis pada saat terjadi banjir. Kenaikan permukaan air sungai dapat pula terjadi akibat gejala naik turunnya dasar sungai yang disebabkan oleh proses pengerosan dan pengendapan dasar sungai (Sosrodarsono dan Tominaga, 1985).

Tinggi jagaan yang akan dipakai amat bergantung pada debit banjir rencana yang terjadi pada sungai tersebut, variasi tinggi rencana dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Tinggi Jagaan Standar Tanggul

No	Debit Banjir Rencana (m^3/dt)	Tinggi Jagaan (m)
1	< 200	0,6
2	200 – 500	0,8
3	500 – 2000	1,0
4	2000 – 5000	1,2
5	5000 – 10000	1,5
6	> 10000	2,0

Sumber: Sosrodarsono (1985)

2.10.2 Lebar Mercu Tanggul

Lebar mercu tanggul dapat ditentukan berdasarkan debit banjir rencana pada sungai tersebut, variasi lebar mercu tanggul dapat dilihat pada Tabel 3.

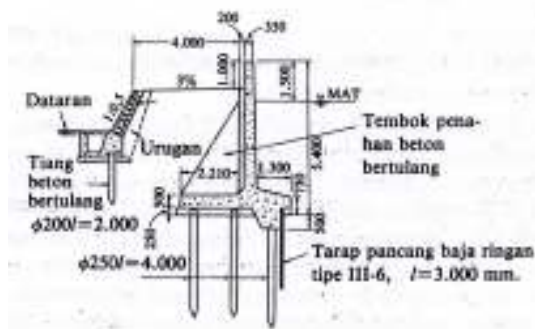
Tabel 3 Lebar Standar Mercu Tanggul

No	Debit Banjir Rencana (m^3/dt)	Lebar Mercu (m)
1	< 500	3
2	500 – 2000	4
3	2000 – 5000	5
4	5000 – 10000	6
5	> 10000	7

Sumber: Sosrodarsono (1985)

2.10.3 Tanggul Tembok

Pada daerah pemukiman yang padat, sehingga perolehan tanah untuk tempat kedudukan tanggul sulit dan mahal. Untuk menanggulangi hal tersebut maka dapat dibuat tanggul tembok. Tanggul tembok merupakan tanggul yang berbentuk seperti dinding penahan dengan material beton biasa atau beton bertulang. Gambaran tanggul tembok dapat dilihat pada Gambar 2.

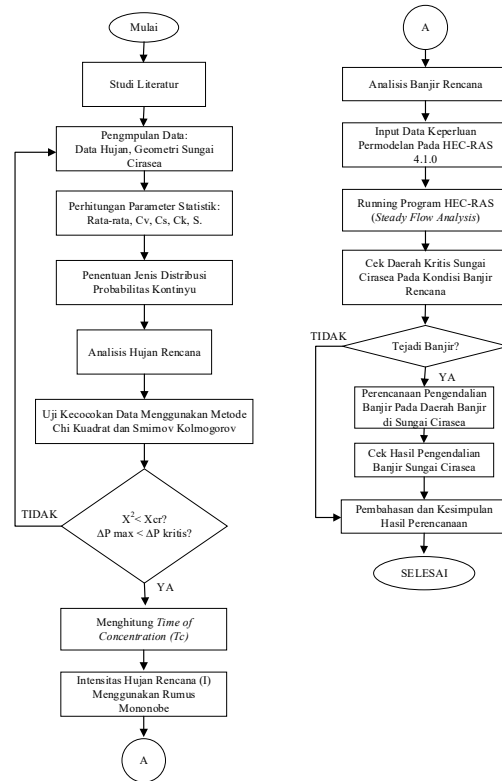


Gambar 2 Tanggul Tembok
(Sumber: Sosrodarsono dan Tominaga, 1985)



Gambar 3 Bagian Tanggul
(Sumber: Sosrodarsono dan Tominaga, 1985)

3. METODOLOGI PENELITIAN



4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hujan Harian Maksimum DAS Cirasea

Hujan harian maksimum dianalisis menggunakan metode Rerata Aritmatik (Aljabar) dari 2 stasiun hujan, yaitu stasiun hujan Cipaku dan stasiun hujan Ciparay. Ketersediaan data dari kedua stasiun adalah dari tahun 2002 sampai 2013. Hasil analisis hujan harian maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Hujan Harian Maks Tahunan

No	Kejadian			Stasiun Hujan		Hujan	Max
				Cipaku	Ciparay	Rata-Rata	
	Tahun	Tanggal	Bulan	mm	mm	mm	
1	2002	21	Apr	83	36	59,5	59,5
		28	Mar	8	58	33	
2	2003	8	Des	86	19	52,5	54
		25	Nov	40	68	54	
3	2004	14	Jan	76	0	38	38
		1	Des	9	56	32,5	
4	2005	1	Apr	71	12	41,5	43
		5	Apr	15	71	43	

5	2006	8	Des	86	54	70	70
		8	Jan	11	69	40	
6	2007	14	Jan	76	0	38	44,5
		7	Nov	6	83	44,5	
7	2008	9	Mar	74	41	57,5	74
		4	Des	38	110	74	
8	2009	24	Des	83	29	56	63
		6	Okt	52	74	63	
9	2010	19	Mar	82	52	67	67
		12	Feb	38	95	66,5	
10	2011	25	Des	94	0	47	47
		3	Des	8	72	40	
11	2012	1	Mei	98	11	54,5	64,25
		24	Des	27	101,5	64,25	
12	2013	16	Apr	86	48	67	78,25
		2	Jan	52	104,5	78,25	

4.2 Analisis Kala Ulang Distribusi Log Pearson III

Analisis curah hujan rencana pada penelitian ini menggunakan metode Log Pearson III. Hasil dari analisis curah hujan rencana dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Curah Hujan Rencana Tiap Kala Ulang

No	Kala Ulang (Tahun)	Cs	K _r	X _r (mm)
1	2	-0,4212	0,069	58,0640
2	5		0,855	69,8472
3	10		1,228	76,2416
4	25		1,598	83,1727
5	50		1,822	87,6751
6	100		2,013	91,7091

4.3 Uji Kecocokan

Dengan $\alpha = 5\%$, dan $D_k = 2$, maka berdasarkan tabel nilai parameter chi-kuadrat (χ^2_{cr}) yang ada pada lampiran 2, didapat nilai chi-kuadrat (χ^2_{cr}) = 5,991. Sedangkan hasil χ^2 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian Chi Kuadrat Distribusi Log Person III

Kelas	Interval	E _r	O _r	O _r - E _r	((O _r - E _r) ²)/E _r
1	> 69,847	2,4	3	0,6	0
2	60,809 - 69,809	2,4	3	0,6	0,150
3	50,580 - 60,809	2,4	2	-0,4	0
4	47,168 - 50,58	2,4	0	-2,4	2,400
5	< 47,168	2,4	4	1,6	1,0667
Jumlah		12	12	χ^2	3,833

Sehingga $\chi^2 < \chi^2_{cr}$ maka persamaan distribusi dapat diterima.

4.4 Analisis Intensitas Hujan

Analisis intensitas hujan dalam penelitian ini menggunakan rumus Mononobe. Hasil perhitungan analisis intensitas hujan dengan Mononobe dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Perhitungan IDF Monobe

Durasi (menit)	Durasi (jam)	Kala Ulang (tahun)					
		2	5	10	25	50	100
5	0,083	105,509	126,921	138,540	151,135	159,316	166,646
10	0,167	66,467	79,955	87,275	95,209	100,363	104,981
15	0,250	50,724	61,017	66,603	72,658	76,591	80,115
20	0,333	41,871	50,369	54,980	59,978	63,225	66,134
30	0,5	31,954	38,438	41,957	45,772	48,249	50,469
60	1	20,130	24,215	26,431	28,834	30,395	31,794
120	2	12,681	15,254	16,651	18,165	19,148	20,029

4.5 Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dan SCS

Untuk menentukan debit banjir rencana, dalam penelitian ini menggunakan metode Nakayasu dan SCS. Berikut ini adalah hasil debit banjir rencana Q_{25} dari kedua metode.

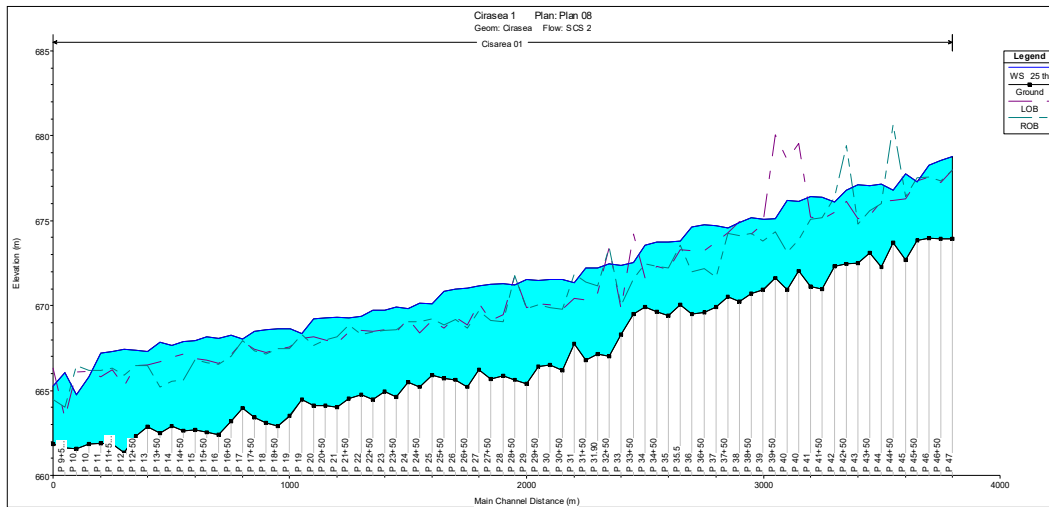
Tabel 8 Q₂₅ HSS Nakayasu dan SCS

Kala Ulang	Debit Banjir Rencana (m ³ /dt)	
	Nakayasu	SCS
25 tahun	191,490	245,292

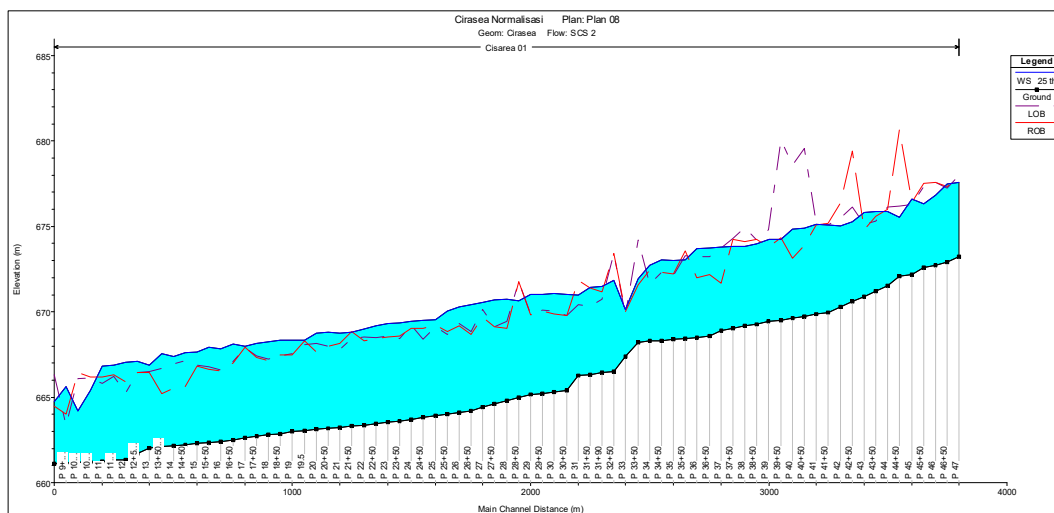
Dari tabel diatas, yang digunakan sebagai debit banjir rancangan untuk analisis selanjutnya yaitu SCS.

4.6 Analisis Hidraulika dengan program HEC-RAS

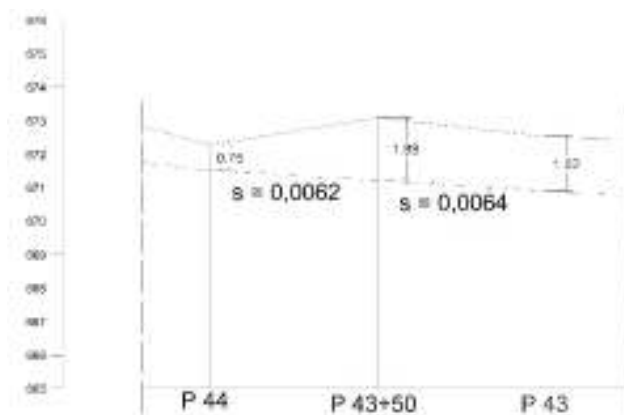
Dari hasil *running* HEC-RAS dengan Q_{25} pada penampang eksisting didapat banyak terjadi limpasan disepanjang sungai. Kemudian dilakukan normalisasi lalu di *running* kembali menggunakan HEC-RAS. Berikut ini adalah hasil *running* yang dapat dilihat pada gambar 4, 5, dan 6.



Gambar 4 Hasil Running Penampang Memanjang Eksisting Sungai Cirisea



Gambar 5 Hasil Running Penampang Memanjang Normalisasi Sungai Cirisea

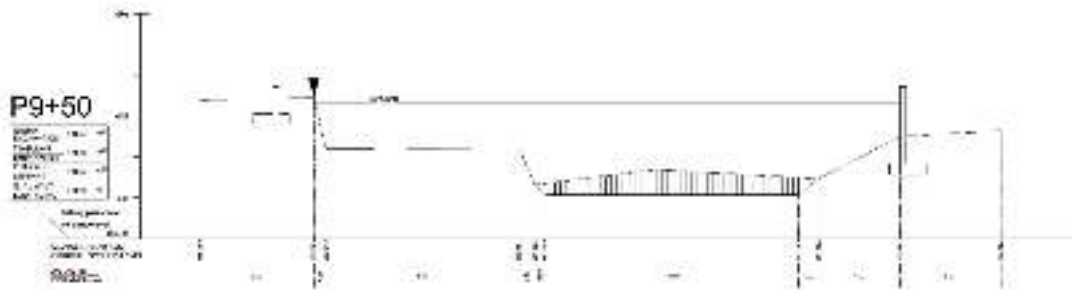


Gambar 6 Contoh Long Section Perencanaan Normalisasi Sungai Cirisea

4.7 Perencanaan Tanggul

Perencanaan tanggul dilakkukan pada *cross section* yang masih mengalami limpasan

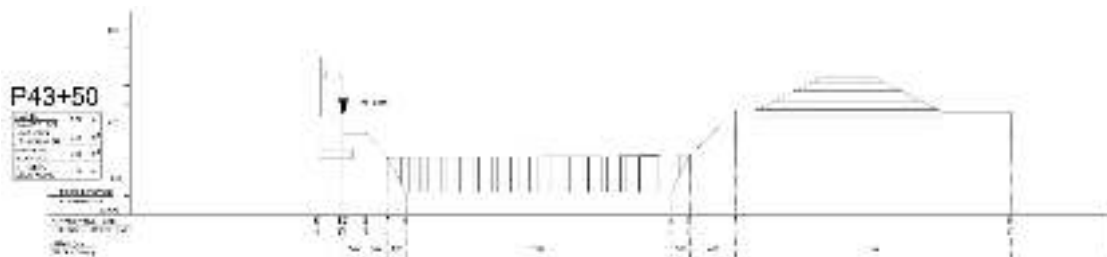
setelah dilakukan normalisasi atau syarat tinggi jagaan < 0,8m. Contoh perencanaan tanggul dapat dilihat pada gambar 7, 8, dan 9.



Gambar 7 Perencanaan Tanggul pada P9+50



Gambar 8 Perencanaan Tanggul pada P20+50



Gambar 9 Perencanaan Tanggul pada P43+50

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Pada kondisi eksisting sungai Cirasea tidak mampu menahan debit banjir, sehingga direncanakan normalisasi dan pembangunan tanggul menggunakan kala ulang 25 tahun dengan debit rencana 245,292 m³/det.
2. Tanggul yang direncanakan menggunakan tanggul urugan tanah dan tanggul tembok, mengingat ada beberapa lokasi yang melalui pemukiman padat penduduk sehingga sulit untuk mendapatkan tanah sebagai tempat kedudukan tanggul.

5.2 Saran

Dengan memperhatikan hasil penelitian tersebut maka terdapat beberapa saran agar penelitian dapat menjadi lebih baik, antara lain.

1. Perlu adanya data curah hujan yang lebih lengkap. Parameter tersebut untuk memperoleh data hujan harian maksimum agar lebih akurat.
2. Perlu dilakukan kajian ulang mengenai pemukiman padat penduduk yang ada di sekitar bantaran sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Aushaf, F.D. 2015. Analisa Tinggi Tanggul Ekonomis Sebagai Bangunan Pengendali .Banjir Sungai Cihaur Desa Cipari Kecamatan Cipari Kabupaten Cilacap Provinsi Jawa Tengah. . *pengairan.ub.ac.id*. Jawa Timur.
- Erlinawati, D. 2017. Simulasi Pengendalian Banjir Sungai Lewara Menggunakan Software HEC-RAS 5.0.1. *Tugas Akhir*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Harto, S., 1993 *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Istianto. dan Wibowo, G. J. 2007. Sistem Pengendalian Banjir Kali Juana. *Dinamika TEKNIK SIPIL* Vol.7 No.2:191-197. Yogyakarta
- Istianto. 2010, Bahan Kuliah Hidraulika Terapan, Yogyakarta, FT UGM
- Kamiana, I.M. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Kodoatie, R. J. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Andi Offset. Yogyakarta
- Lasmana, T.M. Analisis Tinggi Tanggul Ekonomis Sebagai Bangunan Pengendali Banjir Sungai Ciraja Kecamatan Karangpucung Kabupaten Cilacap Provinsi Jawa Tengah. *pengairan.ub.ac.id*. Jawa Timur.
- Perdana, G. dan Sirait, P. 2008. Normalisasi Sungai Cimanuk Mulai Bendung Rentang Hingga Muara Rambatan. *Tugas Akhir*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Permatasari, A. 2015. Studi Perencanaan Tanggul Dan Dinding Penahan Untuk Pengendali Banjir Di Sungai Cileungsi Kabupaten Bogor Jawa Barat. *pengairan.ub.ac.id*. Jawa Timur.
- Pratama, H. dan Farni, I. Perencanaan Pengendalian Banjir Batang Jelamu Kabupaten Pesisir Selatan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta. Padang.
- Presiden RI, 2011, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 38*, Sekretaris Negara RI. Jakarta.
- Sosrodarsono, S. dan Tominaga, M. 1985. *Perbaikan Dan Pengaturan Sungai*. Terjemahan oleh M. Yusuf Gayo dkk. 1994. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainasi Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 2008, *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wigati, R. dan Sudarsono. 2016. Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1 (Studi kasus sub DAS Cisimeut hilir HM 0+00 Samapai dengan HM 69+00), *Jurnal Fondasi* Volume 5 No 1. Cilegon