

STUDI ALTERNATIF PENANGGULANGAN BANJIR DI SUNGAI KLAMPAR KABUPATEN PAMEKASAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS

Devara Rheyhan¹, Azizah Rachmawati², Anita Rahmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : miukagami69@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : azizah.rachmawati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : anita.rahmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Sungai Klampar merupakan salah satu anak sungai sungai Topo, yang dimana bangunan sungai Klampar masih sangat bergantung pada tanggul bronjong dan tanggul alami sungai. Tujuan Studi penelitian ini untuk mengetahui tampungan penampang sungai dan debit aliran sungai yang terjadi di sungai Klampar dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS, sehingga dapat dilakukannya penanggulangan lupan banjir pada sungai Klampar yang terjadi setiap tahunnya. Hasil perhitungan analisis kapasitas penampang eksisting sungai klampar dengan menggunakan HEC-RAS didapatkan hasil perhitungan debit banjir rancangan dari data hujan 10 tahun terakhir di stasiun Klampar dan stasiun Proppo dengan menggunakan Metode HSS Nakayasu dengan kala ulang 10 tahun sebesar 9,3 m³/det. Cara Alternatif upaya penanggulangan diperlukan perencanaan ulang dimensi sungai dan membuat bangunan penanggulangan banjir yaitu dengan cara membuat tanggul yang berada di sungai Klampar yang mana stabilitas aman tanggul 1:1,5 dengan lebar mercu 3 m dan tinggi jagaan tanggul 0,6 m dan perhitungan galian dengan total volume 22555,10 m³ dan volume urugan 12802,80 m³ sehingga sungai dapat menanggulangi banjir setiap tahun di Sungai Klampar yang mana terjadi banjir akibat luapan.

Kata kunci: Banjir, HEC-RAS, Sungai Klampar, Tanggul.

ABSTRACT

The Klampar River is one of the tributaries of the Topo river, where the Klampar river construction is still very dependent on gabion embankments and natural river embankments. The purpose of this research study was to determine the cross-sectional reservoir of the river and the river flow discharge that occurred in the Klampar river using the HEC-RAS application. , so that flood prevention can be carried out on the Klampar river which occurs every year. Calculation Results Analysis, capacity, existing cross section of the Klampar river using HEC-RAS obtained the design flood discharge calculation results from the last 10 years of rainfall data at Klampar station and Proppo station using the HSS Nakayasu method with a 10 year return period of 9.3 m³/s. An alternative way of countermeasures requires re-planning the dimensions of the river and constructing a flood prevention building, namely by making an embankment on the Klampar river where the stability of the embankment is 1:1.5 with a crest width of 3 m and a guard height of 0.6 m and excavation calculations with a total volume of 22555.10 m³ and an embankment volume of 12802.80 m³ so that the river can cope with flooding every year on the Klampar River where flooding occurs due to overflow. setiap tahun di Sungai Klampar yang mana terjadi banjir akibat luapan.

Keywords: Flood, HEC-RAS, Klampar River, Embankment.

PENDAHULUAN

Banjir sudah menjadi Permasalahan rutin di musim penghujan yang berada di berbagai daerah aliran sungai (DAS) di sebagian besar wilayah Indonesia. Permasalahan banjir terjadi pada musim hujan selama beberapa tahun terakhir terus meningkat menyebabkan terjadinya genangan pada lahan, Terjadi karena limpasan dari aliran air sungai yang dimana disebabkan oleh tingginya debit air sungai melebihi kapasitas tampungan Sungai Klampar. Oleh karna itu perlunya dilakukanya penggulungan banjir pada Sungai Klampar Pamekasan.

Perencanaan penanggulangan banjir pada suatu DAS dapat dilakukan dengan baik apabila debit banjir rencangan didapatkan, Maka penelitian ini diperkukan pemoedelan penampang dengan menggunakan program aplikasi HEC-RAS yang merupakan aplikasi pemodel satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen dan model tiga dimensi Dengan menggunakan program HEC-RAS diharapkan dapat mengetahui keadaan Sungai Klampar yang sebenarnya agar banjir yang terjadi setiap tahunnya tidak terjadi kembali.

Pembangunan bangunan tanggul sungai yang sudah ada masih belum maksimal, itu terlihat saat musim hujan yang mengakibatkan besarnya debit air yang mengalir. Arus air sungai dapat meluap melalui tanggul yang disebabkan oleh bangunan tebing sungai yang kurang maksimal. Peningkatan efisiensi bangunan tanggul sungai khususnya di daerah sungai yang bermasalah perlu dilakukan perbaikan sehingga permasalahan banjir di sekitar warga tidak terkena dampak banjir.

Rumusan Masalah:

1. Bagaimana analisis penampang eksisting Sungai Klampar dengan menggunakan program HEC-RAS ?
2. Bagaimana debit banjir rancangan kala ulang 10 tahun pada Sungai Klampar ?
3. Bagaimana evaluasi kapasitas penampang sungai dengan menggunakan program HEC-RAS ?
4. Bagaimana desain alternative penampang saluran dalam penanggulangan Sungai Klampar ?

Batasan Masalah

1. Tidak menghitung anggaran biaya dalam penelitian
2. Tidak membahas analisa sedimentasi dampak lingkungan.
3. Tidak Membahas pemeliharaan dan system operasi paska konstruksi.

Tujuan

1. Mengetahui analisa penampang eksisting pada Sungai Klampar.
2. Mengetahui analisa debit banjir rancangan pada sungai Klampar.
3. Mengetahui profil aliran pada Sungai Klampar dengan menggunakan Program Software Hec-Ras.
4. Memberikan solusi alternatif untuk pengendalian banjir Sungai Klampar.

Manfaat

1. Penulis dapat mengetahui tentang cara menormalisasi Sungai untuk Pengendalian banjir Sungai Klampar.
2. Memberikan infomasi terkait ancaman bencana banjir di sekitar hilir Sungai Klampar, Kecamatan Pamekasan.
3. Memberikan solusi alternatif untuk pengendalian banjir Sungai Klampar.

TINJAUAN PUSTAKA

Daerah Aliran Sungai (DAS)

PP no.37 (2012) mendefinisikan daerah aliran sungai atau DAS sebagai daerah tempat satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya. berfungsi menampung,

menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut dan seterusnya.

Definisi Banjir

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap mengenai daerah (dataran banjir) sekitarnya.

Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu pengetahuan alam yang mempelajari pergerakan, Distribusi dan manajemen air, Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi ini adalah sebagai berikut :

1. Uji konsistensi data
2. Curah hujan harian rata-rata daerah.
3. Curah hujan rencana.
4. Uji distribusi frekuensi.
5. Analisa curah hujan periode ulang yang direncanakan 10 tahun.

Analisa Hidrolika

mengetahui karakteristik suatu aliran air sungai dengan lebar penampang yang besar memerlukan pendekatan beberapa pengamatan dengan melakukan pengukuran. Selanjutnya dilakukan kegiatan analisis terhadap fenomena aliran yang terjadi dengan menggunakan pemodel tertentu.

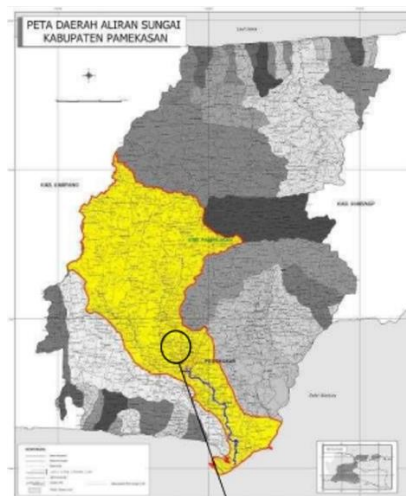
Analisa Pemodelan HEC-RAS

HEC-RAS merupakan program aplikasi yang digunakan untuk pemodelan dan perhitungan profil muka air disepanjang ruas sungai. Program bantu ini menggunakan asumsi dua jenis aliran *steady* dan *unsteady flow*, dan memberikan desain dari hasil perhitungan analisa hidrolika tersebut. Penggunaan aplikasi HEC-RAS akan sangat membantu dalam memberikan perhitungan pemodelan penampang eksisting sungai sehingga penanggulangan banjir bisa dilakukan lebih akurat.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

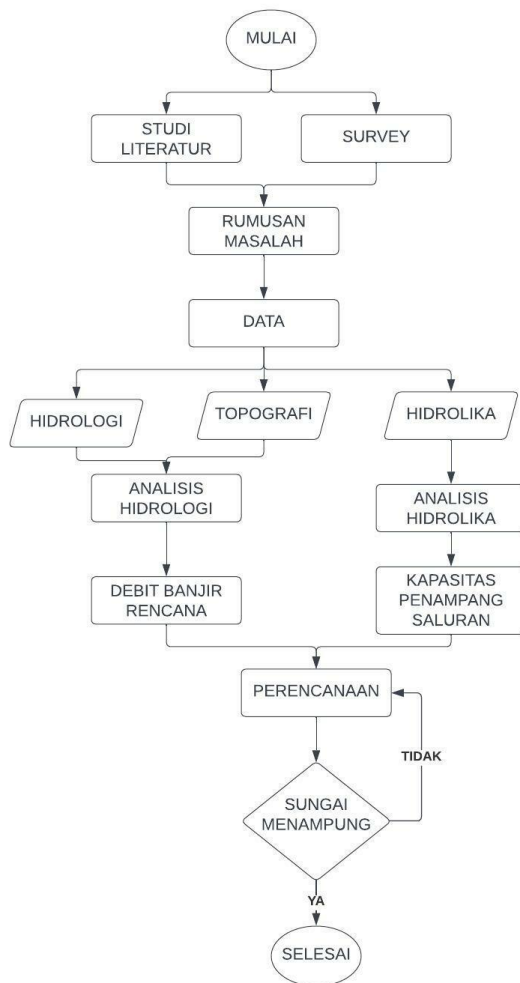
Lokasi penelitian berada di Sungai Klampar Kabupaten Pamekasan yang termasuk dalam daerah aliran sungai (DAS) Smajid..



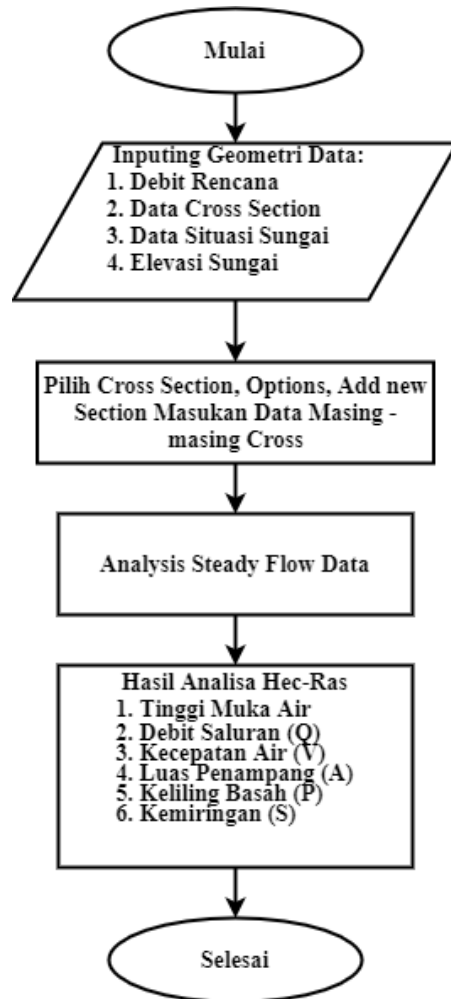
Gambar 1. DAS Smajid Pamekasan

Sumber: PUPR Pamekasan

Bagan Alir Penelitian



Bagan Aalir HEC-RAS



PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Data Curah Hujan

Pada studi ini, data yang diperlukan adalah data hujan dari stasiun penakar hujan yang berpengaruh pada daerah aliran sungai (DAS). Stasiun hujan yang berpengaruh adalah Stasiun Klampar dan Stasiun Proppo, dengan data curah hujan harian pada stasiun hujan yang digunakan adalah antara tahun 2013 sampai 2022 (10 tahun).

Uji Konsistensi Data Curah Hujan

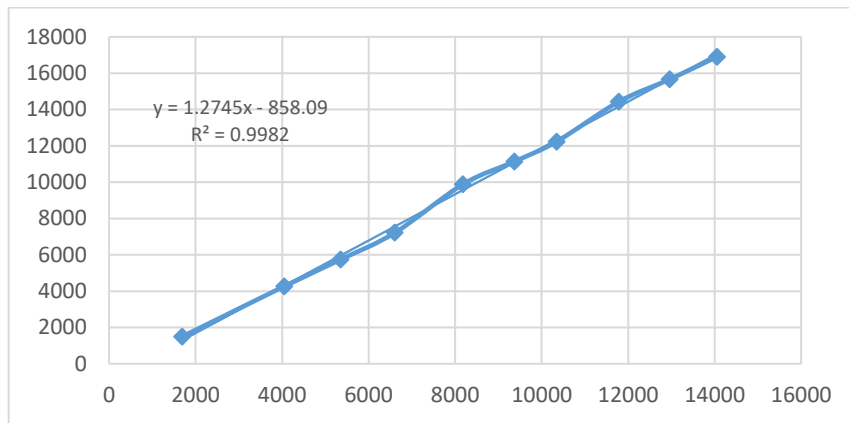
Dalam melakukan uji konsistensi data pada setiap stasiun maka langkah-langkah yang harus dilakukan adalah :

1. Mencari kumulatif data.
2. Menghitung data rata-rata di sekitarnya
3. Mengakumulatitkan data rata-rata di sekitarnya
4. Membuat grafik melalui data-data tersebut
5. Menganalisis data yang mengalami penyimpanan menganalisis kurva dan menentukan *trend line*.

Tabel 1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan

No	Tahun	Data Curah Hujan Tahunan (mm)		Konsistensi Sta. Hujan	
		Sta. Klampar	Sta. Proppo	Kumulatif	Kumulatif
		(a)	(b)	(a)	(b)
1	2012	1686	1492	1686	1492
2	2013	2359	2769	4045	4261
3	2014	1304	1476	5349	5737
4	2015	1254	1475	6603	7212
5	2016	1577	2671	8180	9883
6	2017	1189	1253	9369	11136
7	2018	974	1094	10343	12230
8	2019	1438	2197	11781	14427
9	2020	1179	1238	12960	15665
10	2021	1094	1239	14054	16904

Sumber : Hasil Perhitungan

**Gambar 2 Grafik Uji Konsistensi**

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2 Perhitungan CH Rencana dengan Distribusi Log Pearson Tipe III

No.	Tahun	Xi (mm/hari)	Log Xi	(Log Xi – LogXrerata)2	(Log Xi – LogXrerata)3
1	2013	90.5000	1.9566	0.0301	0.0052
2	2012	81.0000	1.9085	0.0157	0.0020
3	2016	86.0000	1.9345	0.0229	0.0035
4	2019	66.5000	1.8228	0.0016	0.0001
5	2014	46.0000	1.6628	0.0145	-0.0017
6	2015	75.5000	1.8779	0.0090	0.0009
7	2017	53.5000	1.7284	0.0030	-0.0002
8	2020	48.5000	1.6857	0.0095	-0.0009
9	2021	31.5000	1.4983	0.0811	-0.0231
10	2018	57.0000	1.7559	0.0007	0.0000
Jumlah		636.0000	17.8314	0.1881	-0.014
Rerata		63.6000	1.7831		
Sd		0.1446			
Cs		-0.6612			

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Uji Deistribusi Frekuensi

Uji kecocokan *Smirnov – Kormogolov* sering juga disebut uji non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Tabel 3 Uji Distribusi Frekuensi *Smirnov-Kormogolov*

No	Pe (x)	Xi (mm)	Log X	Log X - Log Xrerata	G	Pr (%)	Pt(X)	Pe (X) - Pt (X)
	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
1	0.091	90.500	1.957	0.174	1.200	82.980	0.170	-0.079
2	0.182	81.000	1.908	0.125	0.867	84.473	0.155	0.027
3	0.273	86.000	1.934	0.151	1.047	13.031	0.870	-0.597
4	0.364	66.500	1.823	0.040	0.274	40.575	0.594	-0.231
5	0.455	46.000	1.663	-0.120	-0.833	80.306	0.197	0.258
6	0.545	75.500	1.878	0.095	0.656	26.785	0.732	-0.187
7	0.636	53.500	1.728	-0.055	-0.379	63.991	0.360	0.276
8	0.727	48.500	1.686	-0.097	-0.674	74.589	0.254	0.473
9	0.818	31.500	1.498	-0.285	-1.970	121.206	-0.212	1.030
10	0.909	57.000	1.756	-0.027	-0.189	43.997	0.560	0.349
Jumlah			17.831				Dmaks	1.319
Rerata			1.783					
Sd			0.145					
Cs			-0.661					

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4 Hujan Efektif Kemungkinan Kala Ulang

Jam ke-	Rasio %	Hujan Jam-jaman (mm/jam)					
		2	5	10	25	50	100
1	0.585	0.202	0.274	0.333	0.420	0.496	0.582
2	0.152	0.052	0.071	0.086	0.109	0.129	0.151
3	0.107	0.037	0.050	0.061	0.077	0.091	0.106
4	0.085	0.029	0.040	0.048	0.061	0.072	0.085
5	0.072	0.025	0.034	0.041	0.052	0.061	0.071
CH Rancangan		0.575	0.781	0.948	1.198	1.415	1.660
C Pengaliran		0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600
Hujan Efektif Jam		0.345	0.469	0.569	0.719	0.849	0.996

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Nilai curah hujan rencana dapat dicari debit banjir rencana dengan menggunakan metode Nakayasu.

Tabel 5 Hidrograf Banjir untuk Kala Ulang 10 Tahun

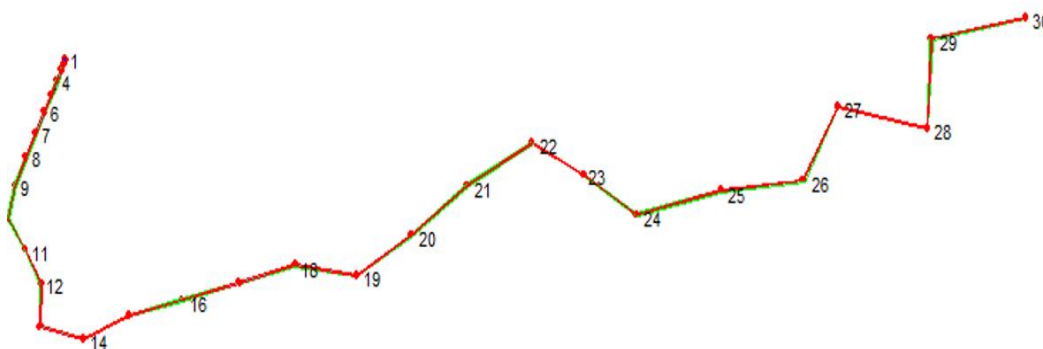
T (jam)	Qt	Akibat Hujan jam-jaman						QB	Qbanjir
	(m3/dt)	0.333	0.086	0.061	0.048	0.041	0.00	(m/dt)	(m3/dt)
0	0.00	-						2.97	2.97
1	0.43	0.14	-					2.97	3.11
2	2.28	0.76	0.20	-				2.97	3.93
3	6.04	2.01	0.52	0.37	-			2.97	5.87
4	12.04	4.01	1.04	0.73	0.58	-		2.97	9.33
5	8.87	2.95	0.77	0.54	0.43	0.36	-	2.97	8.02
6	7.35	2.45	0.64	0.45	0.36	0.30	-	2.97	7.15

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Analisa Hidrolika

Skema geometric sungai

Untuk skema sungai menggambarkan berbagai variasi jangkauan sungai yang saling berhubungan Pada program ini dari Sr 1 hingga Sr 30, skema sistem sungai merupakan data awal yang di butuhkan sebelum data lain di masukan, Skema sungai dapat dilihat pada gambar 2

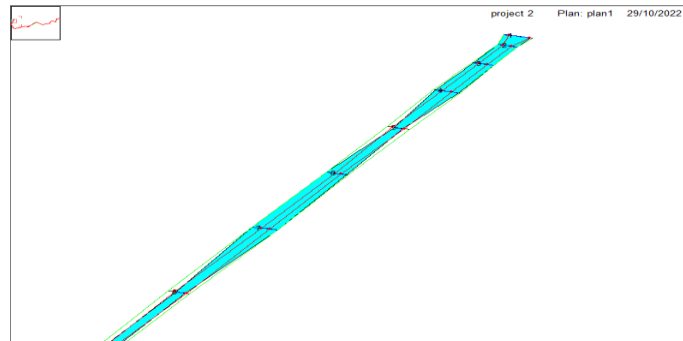


Gambar 2 Skema sistem Sungai Klampar

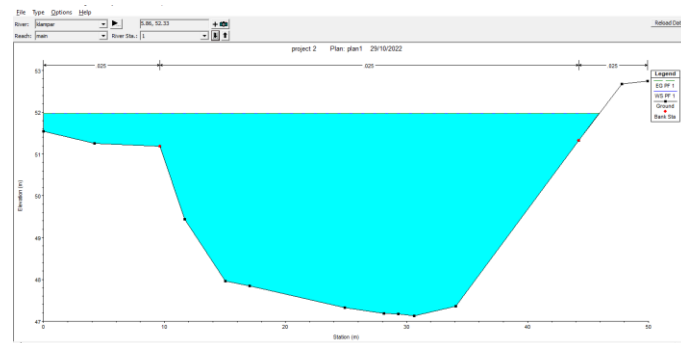
(Sumber : program HEC-RAS)

Hasil *Running* HEC-RAS Penampang Eksisting

Dari hasil perhitungan pemodelan aplikasi HEC-RAS didapatkan hasil penampang sungai tidak dapat menampung debit kala ulang banjir 10 tahun yang mana dapat di lihat pada gambar dibawah:



Gambar 3 Kondisi Eksisting Sungai Klampar
(Sumber : Program HEC-RAS)



Gambar 4 Tinggi Limpasan Pada SR1
(Sumber : Program HEC-RAS)

Tabel 6 Hasil Perhitungan HEC-RAS (Rencana)

River Sta	Qttotal m ³ /s	min Ch EL m	W.S. Elev m	E.G. Elev m	E.G. Slope m/m	Vel Chnl m/s	Flow Area m ²	Top Width m	Froude	Ket
30	9.33	49.00	52.25	52.25	0.000003	0.12	76.51	27.07	0.02	Aman
29	9.33	49.00	52.24	52.25	0.000007	0.18	51.89	21.58	0.04	Aman
28	9.33	49.38	52.22	52.23	0.000037	0.40	25.01	11.93	0.08	Aman
27	9.33	48.87	52.18	52.18	0.000028	0.30	31.51	16.96	0.07	Aman
26	9.33	48.75	52.12	52.13	0.000055	0.38	24.56	14.78	0.09	Aman
25	9.33	49.06	52.09	52.09	0.000002	0.26	36.13	21.63	0.06	Aman
24	9.33	48.69	52.07	52.08	0.000009	0.24	48.20	29.08	0.04	Aman
23	9.33	48.72	52.07	52.07	0.000007	0.20	50.05	28.83	0.04	Aman
22	9.33	46.85	52.05	52.06	0.000014	0.21	43.86	25.31	0.05	Aman
21	9.33	48.80	52.04	52.04	0.000015	0.23	41.04	25.92	0.05	Aman
20	9.33	48.70	52.02	52.02	0.000023	0.32	33.97	23.69	0.06	Aman
19	9.33	48.78	52.00	52.00	0.000025	0.29	33.80	23.10	0.07	Aman
18	9.33	48.84	51.98	51.98	0.000017	0.22	42.12	28.89	0.06	Aman
17	9.33	48.36	51.97	51.97	0.000008	0.19	49.99	22.80	0.04	Aman
16	9.33	48.37	51.96	51.96	0.000016	0.27	38.89	25.90	0.06	Aman
15	9.33	48.65	51.94	51.95	0.000033	0.36	27.37	15.26	0.07	Aman
14	9.33	48.53	51.93	51.93	0.000009	0.19	50.04	23.90	0.04	Aman
13	9.33	48.68	51.92	51.93	0.000016	0.28	35.42	18.63	0.06	Aman
12	9.33	48.45	51.92	51.92	0.000001	0.20	45.92	19.92	0.04	Aman
11	9.33	48.00	51.92	51.92	0.000001	0.10	92.02	26.99	0.02	Aman
10	9.33	48.55	51.91	51.91	0.000014	0.26	39.78	25.68	0.05	Aman
9	9.33	48.58	51.90	51.91	0.000014	0.28	36.55	19.39	0.05	Aman
8	9.33	48.43	51.90	51.90	0.000019	0.27	34.71	15.66	0.06	Aman
7	9.33	47.00	51.90	51.90	0.000001	0.08	119.43	28.75	0.01	Aman
6	9.33	48.00	51.90	51.90	0.000001	0.10	91.56	26.96	0.02	Aman
5	9.33	47.98	51.89	51.90	0.000002	0.27	34.02	15.06	0.06	Aman
4	9.33	47.00	51.90	51.90	0.000001	0.08	119.35	28.74	0.01	Aman
3	9.33	47.00	51.90	51.90	0.000001	0.08	119.34	28.74	0.01	Aman
2	9.33	47.00	51.90	51.90	0.000001	0.08	119.34	28.74	0.01	Aman
1	9.33	47.00	51.90	51.90	0.000001	0.08	119.34	28.74	0.01	Aman

(Sumber : Hasil Perhitungan)

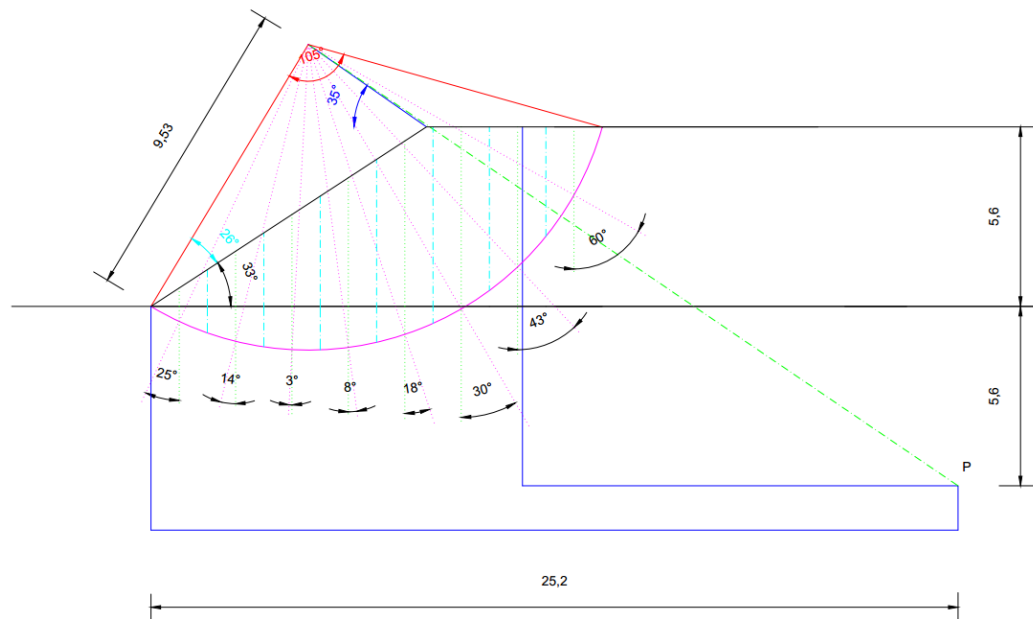
Perencanaan Stabilitas Tanggul

Untuk perhitungan nilai stabilitas lereng tanggul, maka diambil nilai faktor keamanan yang sesuai. Untuk factor keamanan yang didapat $F = 1,5$ dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 7 Stabilitas Lereng Kondisi Kering

No	Luas Pias	α	W	$\text{Cos}\alpha$	$\frac{W}{\text{Cos}\alpha}$	$\text{Sin}\alpha$	$\frac{W}{\text{Sin}\alpha}$	La	Cla
1	1.80	60	2.22	0.50	1.11	0.87	1.92	9.97	7.48
2	4.92	43	6.05	0.73	4.43	0.68	4.13	7.15	5.36
3	7.40	30	9.11	0.87	7.89	0.50	4.55	4.99	3.74
4	9.30	18	11.44	0.95	10.88	0.31	3.54	2.99	2.24
5	10.59	8	13.02	0.99	12.90	0.14	1.81	1.33	1.00
6	9.97	3	12.26	1.00	12.25	0.05	0.64	0.50	0.37
7	7.64	-14	9.39	0.97	9.11	-0.24	-2.27	-2.33	-1.75
8	3.53	-25	4.34	0.91	3.93	-0.42	-1.83	-4.16	-3.12
Jumlah			67.84		62.49		12.49	20.45	15.34

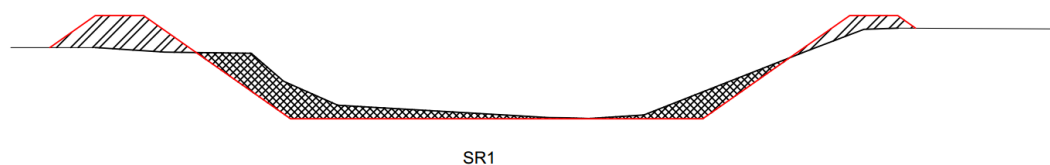
(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 5 Stabilitas Lereng

(Sumber : Hasil perhitungan)

Volume Galian dan Timbunan



Gambar 6 Galian Dan Urugan

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 8 Hasil Perhitungan

Sta	Panjang(m)	Galian		Timbunan	
		Luas(m ²)	Volume(m ³)	Luas(m ²)	Volume(m ³)
Sr1	50.00	28.59	1429.96	17.95	897.56
Sr2	50.00	42.71	2135.75	28.48	1424.41
Sr3	50.00	36.78	1839.44	14.18	709.07
Sr6	50.00	63.63	3181.67	21.51	1075.50
Sr7	50.00	38.71	1935.76	39.43	1971.52
Sr11	50.00	51.41	2570.61	15.70	785.07
Sr15	50.00	44.76	2238.12	18.13	906.96
Sr28	50.00	51.02	2551.42	30.70	1535.36
Sr29	50.00	54.38	2719.04	26.27	1313.59
Sr30	50.00	39.06	1953.34	43.67	2183.72
Jumlah			22555.10		12802.80

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Kesimpulan

- Hasil perhitungan analisis kapasitas penampang eksisting sungai klampar dengan menggunakan HEC-RAS didapatkan pada Sr1 sebagai Berikut :
 - Luas penampang A = 216,168 m²
 - Keliling basah P = 49,369 m
 - Jari-jari hidraulik R = 4,379 m
 - Kecepatan aliran V = 15,065 m/det
 - Debit Q = 3256,570 m³/det
- Hasil perhitungan debit banjir kala ulang 10 tahun di dapat sebesar 9,33 m³/det.
- Hasil pemodelan HEC-RAS dari sr1-sr30 terdapat 10 yang mengalami peluapan sehingga perlu di lakukan normalisasi.
- Cara alternatif untuk penanggulangan banjir pada sungai Klampar dengan cara melakukan pengerukan dan membuat bangunan tanggul pada sungai yang mengalami banjir dengan Slope 1 : 1,5 aman terhadap ke longsor.

Saran

- Pengkajian dan pendataan ulang secara lengkap dan bertahap berkaitan dengan lokasi penelitian dan kondisi fisik sungai agar peneliti mampu memahami memahami sungai yang mengalami banjir.
- Hasil perhitungan di atas, selanjutnya dapat menggunakan kala ulang banjir rencana 20 tahun agar dapat dibandingkan dengan hasil rencana kala ulang 10 tahun untuk mengetahui yang terbaik.
- Mengetahui debit banjir rencana dengan menggunakan hidrograf satuan sintetis, agar hasil debit banjir lebih mendetail.
- Dalam penelitian panannggulangan banjir menggunakan revetment, untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan sudetan.

Daftar Pustaka

- Rachmawati, A., Hima, P., 2015. Analisa Erosi Dan Fungsi Kawasan Berdasarkan ARLKT (Arahan Rehabilitasi Lahan Dan Konservasi Tanah) Pada Sub DAS Roban Bangun Kabupaten Mojokerto. J. Rekayasa Sipil 3, 12.
- Rahmawati, A., Damayanti, A., Soedjono, ES., 2015. Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Genangan di Kota Sidoarjo, Brantas Catchment Area. Seminar Nasional (ATPW). Surabaya