

BAB IV

PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

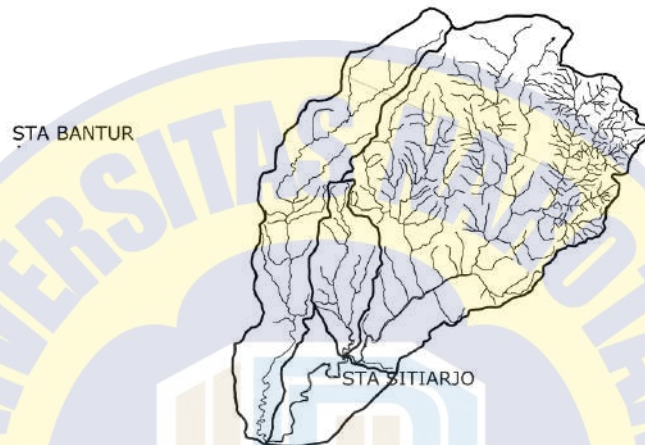
4.1. Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata.

Dalam perhitungan curah hujan rata – rata dapat diperoleh dengan cara Theissen Poligon. Menurut (Suripin, 2004) dalam bukunya yang berjudul *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, bahwa Metode Theissen Poligon memerlukan daerah pengaruh dari beberapa stasiun hujan. Pada analisa pendahuluan kami, Sungai Penguluran di Desa Sitarjo terbagi menjadi 3 (tiga) Sub DAS, yaitu:

- a. Sub DAS Mbambang seluas 34,729 km². Sub DAS ini dipengaruhi oleh Stasiun Hujan Sitarjo dan Stasiun Hujan Dampit. Luas Sub DAS yang dipengaruhi Stasiun Hujan Dampit seluas 6,1208 km² dan luas Sub DAS yang dipengaruhi oleh Stasiun Hujan Sitarjo seluas 28,6082 km².
- b. Sub DAS Klakah seluas 87,21 km². Sub DAS ini dipengaruhi oleh Stasiun Hujan Sitarjo dan Stasiun Hujan Dampit. Luas Sub DAS yang dipengaruhi Stasiun Hujan Dampit seluas 33,299 km² dan luas Sub DAS yang dipengaruhi oleh Stasiun Hujan Sitarjo seluas 53,907 km².
- c. Sub DAS Penguluran seluas 10,6702 km². Sub DAS ini dipengaruhi hanya oleh Stasiun Hujan Sitarjo.

STA TUREN

STA DAMPIT



Gambar 4. 1. Peta Stasiun Hujan

Luas daerah pengaruh dari setiap stasiun hujan DAS Kali Penguluran dapat dilihat pada tabel 4.1, sebagai berikut:

Tabel 4. 1. Luas Daerah Pengaruh Setiap Stasiun Hujan tiap Sub-DAS

SUB DAS Klakah			
No.	Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh	Koefisien Curah Hujan
1	Dampit	33,299	0,381842992
2	Sitiarjo	53,907	0,618157008
Total		87,206	1
SUB DAS Mbambang			
No.	Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh	Koefisien Curah Hujan
1	Dampit	6,1208	0,176244637
2	Sitiarjo	28,6082	0,823755363
Total		34,729	1
SUB DAS Penguluran			
No.	Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh	Koefisien Curah Hujan
1	Dampit	0	0
2	Sitiarjo	10,6702	1
Total		10,6702	1

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 2. Data Curah Hujan Maksimum Berdasarkan Stasiun Dampit

STA Dampit		Bulan												Max		Σ
No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des			
1	2002	149	45	65	32	70	0	0	1	8	0	22	71	149	Jan	463
2	2003	61	72	92	16	65	15	2	0	21	56	98	80	98	Nop	578
3	2004	57	43	135	16	75	0	16	0	167	8	42	91	167	Sep	650
4	2005	41	50	74	64	0	60	50	0	61	145	73	57	145	Okt	675
5	2006	59	81	45	106	33	0	0	0	0	0	37	66	106	Apr	427
6	2007	32	61	137	82	17	11	0	0	0	24	62	225	225	Des	651
7	2008	55	74	74	117	41	0	0	5	0	77	96	51	117	Apr	590
8	2009	106	74	64	29	45	42	0	0	45	27	90	86	106	Jan	608
9	2010	54	62	70	71	35	34	77	51	108	39	82	106	108	Sep	789
10	2011	49	37	41	89	40	9	0	0	0	0	75	61	89	Apr	401
11	2012	63	72	109	32	24	9	22	0	0	0	42	57	109	Mar	430
12	2013	74	75	52	50	0	0	79	0	0	0	28	43	79	Jul	401
13	2014	49	50	50	59	17	25	0	30	0	0	24	74	74	Des	378
14	2015	30	75	39	51	6	82	0	0	0	0	53	89	89	Des	425
15	2016	147	62	68	73	41	50	14	79	94	94	63	31	147	Jan	816
16	2017	56	39	37	67	24	19	0	12	10	103	45	50	103	Okt	462
17	2018	61	54	56	86	12	50	1	4	10	3	62	84	86	Apr	483
18	2019	92	59	80	41	5	19	0	0	0	0	0	0	92	Jan	296
19	2020	51	82	50	75	90	47	19	19	156	90	52	75	156	Sep	806
20	2021	75	75	95	95	2	57	2	96	40	19	75	94	96	Agust	725

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 3. Data Curah Hujan Maksimum Berdasarkan Stasiun Sitiarjo

STA Sitiarjo		Bulan												Max		Σ
No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des			
1	2002	235	54	65	50	40	0	0	0	0	0	45	50	235	Jan	539
2	2003	75	25	25	35	45	42	0	0	15	35	210	70	210	Nop	577
3	2004	87	65	107	19	97	17	80	0	13	54	67	410	410	Des	1016
4	2005	76	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	Jan	99
5	2006	65	48	60	67	49	0	0	0	0	0	0	38	67	Apr	327
6	2007	25	83	80	95	62	25	0	0	0	32	54	137	137	Des	593
7	2008	95	72	67	69	49	0	0	0	0	37	123	87	123	Nop	599
8	2009	62	167	38	39	109	26	109	0	98	85	104	70	167	Feb	907
9	2010	39	49	60	122	132	97	83	32	145	95	71	75	145	Sep	1000
10	2011	57	73	39	79	65	25	10	9	9	19	149	91	149	Nop	625
11	2012	99	26	125	47	78	0	48	0	2	27	0	98	125	Mar	550
12	2013	79	29	89	121	0	0	200	27	5	81	32	79	200	Jul	742
13	2014	103	75	36	43	106	21	0	0	0	0	56	205	205	Des	645
14	2015	76	57	66	81	80	18	0	0	6	26	39	81	81	Apr	449
15	2016	32	78	41	81	81	73	141	54	164	153	159	110	164	Sep	1167
16	2017	55	64	25	23	9	70	87	15	88	97	147	68	147	Nop	748
17	2018	86	30	44	65	1	51	0	10	5	12	47	109	109	Des	460
18	2019	82	33	50	63	5	0	0	0	0	2	0	0	82	Jan	235
19	2020	61	63	64	32	119	65	68	32	60	30	68	82	119	Mei	744
20	2021	101	54	55	55	26	112	38	80	18	147	84	76	147	Okt	846

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. 4. Curah Hujan Rata-Rata Maksimum dengan Poligon Thiessen

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum Klakah	No	Tahun	Curah Hujan Maksimum Mbambang
1	2002	202	1	2002	220
2	2003	167	2	2003	190
3	2004	288	3	2004	354
4	2005	63	4	2005	70
5	2006	82	5	2006	74
6	2007	171	6	2007	153
7	2008	113	7	2008	118
8	2009	131	8	2009	151
9	2010	131	9	2010	138
10	2011	121	10	2011	136
11	2012	119	11	2012	122
12	2013	154	12	2013	179
13	2014	155	13	2014	182
14	2015	70	14	2015	76
15	2016	137	15	2016	152
16	2017	108	16	2017	129
17	2018	99	17	2018	105
18	2019	86	18	2019	84
19	2020	108	19	2020	114
20	2021	98	20	2021	124

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum Penguluran
1	2002	235
2	2003	210
3	2004	410
4	2005	76
5	2006	67
6	2007	137
7	2008	123
8	2009	167
9	2010	145
10	2011	149
11	2012	125
12	2013	200
13	2014	205
14	2015	81
15	2016	164
16	2017	147
17	2018	109
18	2019	82
19	2020	119
20	2021	147

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2. Perhitungan Distribusi Gumbel.

Persyaratan penggunaan distribusi probabilitas adalah menghitung besarnya statistik Koefisien Variasi (Cv), Koefisien Ketajaman (Ck), Koefisien Simetris (Cs). Langkah awal menghitung besarnya koefisien adalah menghitung uji distribusi yang terjadi pada Saluran Pengaliran. Hasil perhitungan penentuan distribusi dapat dilihat pada tabel 4.5, sebagai berikut :

Tabel 4. 5. Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata

No.	Tahun	X_{terurut}	$(X_i - X_{\text{rerata}})$	$(X_i - X_{\text{rerata}})^2$	$(X_i - X_{\text{rerata}})^3$	$(X_i - X_{\text{rerata}})^4$
1	2006	67,00	-87,90	7726,41	-679151,44	59697411,49
2	2005	76,00	-78,90	6225,21	-491169,07	38753239,54
3	2015	81,00	-73,90	5461,21	-403583,42	29824814,66
4	2019	82,00	-72,90	5314,41	-387420,49	28242953,65
5	2018	109,00	-45,90	2106,81	-96702,58	4438648,38
6	2020	119,00	-35,90	1288,81	-46268,28	1661031,22
7	2008	123,00	-31,90	1017,61	-32461,76	1035530,11
8	2012	125,00	-29,90	894,01	-26730,90	799253,88
9	2007	137,00	-17,90	320,41	-5735,34	102662,57
10	2010	145,00	-9,90	98,01	-970,30	9605,96
11	2017	147,00	-7,90	62,41	-493,04	3895,01
12	2021	147,00	-7,90	62,41	-493,04	3895,01
13	2011	149,00	-5,90	34,81	-205,38	1211,74
14	2016	164,00	9,10	82,81	753,57	6857,50
15	2009	167,00	12,10	146,41	1771,56	21435,89
16	2013	200,00	45,10	2034,01	91733,85	4137196,68
17	2014	205,00	50,10	2510,01	125751,50	6300150,20
18	2003	210,00	55,10	3036,01	167284,15	9217356,72
19	2002	235,00	80,10	6416,01	513922,40	41165184,32
20	2004	410,00	255,10	65076,01	16600890,15	4234887077,52
Jumlah :		3098,00	0,00	109913,80	15330722,16	4460309412,03
X rerata		154,90				

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4.5, maka nilai S_x , C_s , dan C_k dapat dihitung sebagai berikut :

- Menghitung nilai \bar{R} (Rata- rata hujan maksimum) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} = \frac{3098}{20} = 154,9 \text{ mm}$$

- b. Menghitung nilai Sx menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n-1}}$$

$$Sx = \sqrt{\frac{109913,8}{20-1}}$$

$$Sx = 76,059$$

- c. Menghitung nilai Cs (Koevisian Simetris) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cs = \frac{n \sum (R - \bar{R})^3}{(n-1) \times (n-2) \times (Sx)^3}$$

$$Cs = \frac{20 \times 15330722,16}{19 \times 83 \times (76,059)^3}$$

$$Cs = 2,038$$

- d. Menghitung nilai Ck (Koefisien Ketajaman) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Ck = \frac{n^2 \sum (R - \bar{R})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times (S)^4}$$

$$Ck = \frac{20 \times 4460309412,03}{19 \times 18 \times 17 \times (76,059^4)}$$

$$Ck = 9,170$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui nilai $Cs = 2,038$ dan $Ck = 9,170$ maka menurut Tabel 2.1. Persyaratan Pemilihan Distribusi Frekuensi memenuhi untuk menggunakan Metode Distribusi *Log Person Type III*.

4.3. Perhitungan Distribusi Log Person Type III.

Perhitungan Distribusi Log Person Type III ditunjukkan pada Tabel 4.6. di bawah ini:

Tabel 4. 6. Perhitungan Distribusi Log Person Type III

No.	Xi	Log Xi	(Log Xi - rerata Log X)	(Log Xi - rerata Log X) ²	(Log Xi - rerata Log X) ³	(Log Xi - rerata Log X) ⁴
1	67,00	1,826	-0,323	0,104646	-0,033852	0,010951
2	76,00	1,881	-0,269	0,072227	-0,019411	0,005217
3	81,00	1,908	-0,241	0,058120	-0,014011	0,003378
4	82,00	1,914	-0,236	0,055579	-0,013103	0,003089
5	109,00	2,037	-0,112	0,012575	-0,001410	0,000158
6	119,00	2,076	-0,074	0,005479	-0,000406	0,000030
7	123,00	2,090	-0,060	0,003559	-0,000212	0,000013
8	125,00	2,097	-0,053	0,002773	-0,000146	0,000008
9	137,00	2,137	-0,013	0,000165	-0,000002	0,000000
10	145,00	2,161	0,012	0,000139	0,000002	0,000000
11	147,00	2,167	0,018	0,000315	0,000006	0,000000
12	147,00	2,167	0,018	0,000315	0,000006	0,000000
13	149,00	2,173	0,024	0,000558	0,000013	0,000000
14	164,00	2,215	0,065	0,004261	0,000278	0,000018
15	167,00	2,223	0,073	0,005351	0,000391	0,000029
16	200,00	2,301	0,151	0,022942	0,003475	0,000526
17	205,00	2,312	0,162	0,026305	0,004266	0,000692
18	210,00	2,322	0,173	0,029809	0,005147	0,000889
19	235,00	2,371	0,222	0,049064	0,010868	0,002407
20	410,00	2,613	0,463	0,214572	0,099394	0,046041
TOTAL	3098,0000	42,991	0,000	0,6688	0,0413	0,0734
		2,150				

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.6. Perhitungan Distribusi Log Person Type III, maka dapat dihitung nilai SD (Devisiasi Standart) dan nilai Cs (Koefisien Skewness) sebagai berikut

- a. Menghitung nilai SD (Devisiasi Standart) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(\log R - \log R \text{ rata-rata})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0,6688}{19}}$$

$$SD = 0,188$$

b. Menghitung nilai Cs (Koefisien Skewness) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CS = \frac{n \sum (\log R - \log R \text{ rata-rata})^3}{(n-1)(n-2)(SD)^3}$$

$$CS = \frac{20 \times 0,0413}{19 \times 18 \times 0,188^3}$$

$$CS = 0,366$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui nilai Cs (Koefisien Skewness) = 0,366, maka untuk menentukan nilai K menggunakan cara interpolasi pada Tabel 2.5 antara Cs = 0,3 dan Cs = 0,4 sehingga nilai K dapat dilihat pada Tabel 4.7. sebagai berikut :

Tabel 4. 7. Distribusi Log Person Type III

Nilai Cs	Waktu Balik (Tahun)								
	1,01	2	5	10	25	50	100	200	1000
0,366	Peluang (%)								
	99	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
0,4000	-2,0290	-0,0660	0,8160	1,3170	1,8800	2,2610	2,6150	2,9490	3,6700
0,3000	-2,1040	-0,0500	0,8240	1,3090	1,8490	2,2110	2,5440	2,8560	3,5250

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.7. maka dapat menghitung nilai kala ulang setiap periode tahunan. Kala tahunan yang digunakan adalah setiap kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun.

$$\text{Log } R_{2th} = \text{Log } \bar{R} + K . SD$$

$$\text{Log } R_{2th} = 2,15 + (-0,061) . 0,188$$

$$\text{Log } R_{2th} = 2,138$$

$$R_{2th} = 137,472$$

Dengan cara yang sama maka didapat nilai kala ulang setiap periode tahunan, dapat dilihat pada Tabel 4.8. sebagai berikut :

Tabel 4. 8. Kala Ulang Setiap Periode Tahunan

T	P(%)	Cs	G	Log X	X (mm)
1,01	99	0,366	-2,055	1,764	58,086
2	50	0,366	-0,061	2,138	137,472
5	20	0,366	0,819	2,303	200,988
10	10	0,366	1,314	2,396	248,962
25	4	0,366	1,869	2,500	316,429
50	2	0,366	2,244	2,571	371,990
100	1	0,366	2,591	2,636	432,109
200	0,5	0,366	2,917	2,697	497,552
1000	0,1	0,366	3,620	2,829	674,150

Sumber: Hasil Perhitungan

4.4. Perhitungan Uji Chi Square dan Uji Smirnov Kolmogorov.

Menurut (Suripin,2004) dalam bukunya yang berjudul “*Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*” bahwa diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Uji kecocokan yang digunakan adalah Uji Chi Square dan Uji Smirnov Kolmogorov. Penentuan jumlah kelas menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\gamma = 1 + 3,3 \cdot \log N$$

$$\gamma = 1 + 3,3 \cdot \log 20$$

$$\gamma = 5,322 \text{ dibulatkan menjadi } 6$$

Kemudian dilanjutkan dengan mencari batas kelas pada metode Uji Chi Square, perhitungan batasan kelas dapat dilihat pada tabel 4.9. dibawah ini:

Tabel 4. 9. Perhitungan Batas Kelas

P(%)	Cs	G	Log X	X (mm)
17	0,366	0,984	2,334	215,853
33	0,366	0,428	2,230	169,768
50	0,366	-0,061	2,138	137,472
67	0,366	-0,739	2,011	102,555
83	0,366	-1,417	1,884	76,506
100	0,366	-2,095	1,756	57,074

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan jumlah kelas dan perhitungan pada Tabel 4.9. maka dapat ditentukan batas kelas Uji Chi Square pada Tabel 4.10. sebagai berikut:

Tabel 4. 10. Batas Kelas Uji Chi Square

No.	Nilai Batas Sub Kelas		Jumlah Data		(OF - EF) ²	(OF - EF) ² / EF	
			OF	EF			
1	X	<	57,074	0	3,33	11,11	3,33
2	57,074	< X <	76,506	2	3,33	1,78	0,53
3	76,506	< X <	102,555	2	3,33	1,78	0,53
4	102,555	< X <	137,472	6	3,33	7,11	2,13
5	137,472	< X <	169,768	8	3,33	21,78	6,53
6	X	>	169,768	2	3,33	1,78	0,53
Jumlah :				20	20	45,33	6,53

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari perhitungan pada tabel 4.10. didapat nilai R^2 sebesar 3,33. Dari hasil ini dapat dicari derajat kebebasannya (DK) dengan cara sebagai berikut :

$$DK = \gamma - R - 1$$

$$DK = 6 - 2 - 1$$

$$DK = 3$$

Dari hasil perhitungan diketahui Uji Chi Square diterima atau tidak dengan ketentuan $R^2_{hitung} < R^2_{tabel}$. Nilai R^2_{tabel} Uji Chi Square yang digunakan sebagai acuan adalah Tabel 2.6. Jika nilai $\alpha = 0,05$ dan $\alpha = 0,01$ pada derajat kebebasan 3

didapat nilai R^2_{tabel} sebesar $0,05 = 7,815$ dan $0,01 = 11,345$ sedangkan R^2_{hitung} sebesar $3,33$ Jadi berdasarkan $R^2_{hitung} < R^2_{tabel}$ maka hasil perhitungan distribusi *Uji Chi Square* dapat diterima.

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin,2004). Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4. 11. Uji Smirnov Kolmogorov

Tahun	X	Log X	G	m	$S_n(X)$	Pr	$P_x(X)$	$D = P_x(X) - S_n(X) $
2006	67,00	1,826	-1,724	1,00	0,048	0,909	0,091	0,044
2005	76,00	1,881	-1,432	2,00	0,095	0,837	0,163	0,068
2015	81,00	1,908	-1,285	3,00	0,143	0,801	0,199	0,056
2019	82,00	1,914	-1,257	4,00	0,190	0,794	0,206	0,016
2018	109,00	2,037	-0,598	5,00	0,238	0,632	0,368	0,130
2020	119,00	2,076	-0,395	6,00	0,286	0,582	0,418	0,132
2008	123,00	2,090	-0,318	7,00	0,333	0,563	0,437	0,103
2012	125,00	2,097	-0,281	8,00	0,381	0,554	0,446	0,065
2007	137,00	2,137	-0,068	9,00	0,429	0,502	0,498	0,069
2010	145,00	2,161	0,063	10,00	0,476	0,458	0,542	0,066
2017	147,00	2,167	0,095	11,00	0,524	0,447	0,553	0,029
2021	147,00	2,167	0,095	12,00	0,571	0,447	0,553	0,018
2011	149,00	2,173	0,126	13,00	0,619	0,436	0,564	0,055
2016	164,00	2,215	0,348	14,00	0,667	0,361	0,639	0,027
2009	167,00	2,223	0,390	15,00	0,714	0,346	0,654	0,061
2013	200,00	2,301	0,807	16,00	0,762	0,204	0,796	0,034
2014	205,00	2,312	0,864	17,00	0,810	0,191	0,809	0,000
2003	210,00	2,322	0,920	18,00	0,857	0,180	0,820	0,037
2002	235,00	2,371	1,181	19,00	0,905	0,112	0,888	0,017
2004	410,00	2,613	2,469	20,00	0,952	0,008	0,992	0,040
							D Maks.	0,132

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan diketahui Uji Smirnov Kolmogorov diterima atau tidak dengan ketentuan $D_{hitung} < D_{tabel}$. Nilai D_{tabel} pada Uji Smirnov yang digunakan sebagai acuan adalah Tabel 2.7. Nilai D_{tabel} didapat $\alpha = 0,05$ sebesar $0,29$ dan $\alpha = 0,01$ sebesar $0,36$, sedangkan D_{hitung} sebesar $0,132$ Jadi

berdasarkan D_{cr} hitung $< D_{cr}$ tabel maka hasil perhitungan distribusi diatas dapat diterima

4.5. Analisa Intensitas Hujan Jam – Jaman.

Waktu yang diperlukan oleh hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ketempat keluarnya (titik kontrol) disebut dengan waktu konsentrasi suatu daerah aliran dimana setelah tanah menjadi jenuh dan tekanan kecil terpenuhi. Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi maka setiap bagian daerah aliran secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol.

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besarperiode ulangnya makin jauh pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas hujan, lamanya hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yaitu intensity, duration, frequency curve. Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari stasiun penangkar otomatis, selanjutnya berdasarkan hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dari Tabel dibawah dan divariasikan terhadap waktu.

$$t = 6 \text{ jam}$$

$$RT = t \cdot Rt - (t - 1) \cdot R1-5$$

T Waktu	Rt	Distribusi hujan %
1	$2 = t/T^{(2/3)}/t$	$3 = ((TxRt)-((1-1)x0))x100$
1	0.5503	55.0321
2	0.3467	14.3040
3	0.2646	10.0339
4	0.2184	7.9880
5	0.1882	6.7456
6	0.1667	5.8964
Total	1.7348	100.0000

Dimana :

Rt = Intensitas hujan dalam T jam

t = Konsetrasi hujan

T = Waktu mulai (jam)

RT = besarnya curah hujan ke - T

Rt = intensitas hujan

Tabel 4. 12. Distribusi Hujan Mononobe DAS Klakah.

Periode	Rn	Rasio Sebaran Hujan					
		1	2	3	4	5	6
Ulang		0.550	0.143	0.100	0.080	0.067	0.059
1.01	34.23	18.84	4.90	3.43	2.73	2.31	2.02
2	71.76	39.49	10.26	7.20	5.73	4.84	4.23
5	98.65	54.29	14.11	9.90	7.88	6.65	5.82
10	117.80	64.83	16.85	11.82	9.41	7.95	6.95
25	143.58	79.01	20.54	14.41	11.47	9.69	8.47
50	163.99	90.24	23.46	16.45	13.10	11.06	9.67
100	185.36	102.01	26.51	18.60	14.81	12.50	10.93
200	207.94	114.43	29.74	20.86	16.61	14.03	12.26
1000	266.15	146.47	38.07	26.71	21.26	17.95	15.69

Tabel 4. 13. Distribusi Hujan Mononobe DAS Mbambang..

Periode	Rn	Rasio Sebaran Hujan					
		1	2	3	4	5	6
Ulang		0.550	0.143	0.100	0.080	0.067	0.059
1.01	35.67	19.63	5.10	3.58	2.85	2.41	2.10
2	77.53	42.67	11.09	7.78	6.19	5.23	4.57
5	109.94	60.50	15.73	11.03	8.78	7.42	6.48
10	134.07	73.78	19.18	13.45	10.71	9.04	7.91
25	167.57	92.22	23.97	16.81	13.39	11.30	9.88
50	194.74	107.17	27.86	19.54	15.56	13.14	11.48
100	224.23	123.40	32.07	22.50	17.91	15.13	13.22
200	255.97	140.86	36.61	25.68	20.45	17.27	15.09
1000	340.66	187.47	48.73	34.18	27.21	22.98	20.09

Tabel 4. 14. Distribusi Hujan Mononobe DAS Penguluran.

Periode	Rn	Rasio Sebaran Hujan					
		1	2	3	4	5	6
Ulang		0.550	0.143	0.100	0.080	0.067	0.059
1.01	46.47	25.57	6.65	4.66	3.71	3.13	2.74
2	109.98	60.52	15.73	11.04	8.78	7.42	6.48
5	160.79	88.49	23.00	16.13	12.84	10.85	9.48
10	199.17	109.61	28.49	19.98	15.91	13.44	11.74
25	253.14	139.31	36.21	25.40	20.22	17.08	14.93
50	297.59	163.77	42.57	29.86	23.77	20.07	17.55
100	345.69	190.24	49.45	34.69	27.61	23.32	20.38
200	398.04	219.05	56.94	39.94	31.80	26.85	23.47
1000	539.32	296.80	77.14	54.11	43.08	36.38	31.80

4.6. Analisa Debit Banjir Rencana.

Ct dan Cp adalah koefisien-koefisien yang bergantung pada satuan dan ciri DAS (Wilson, 1993). Koefisien-koefisien Ct dan Cp harus ditentukan secara empirik, karena besarnya berubah-ubah antara daerah yang satu dengan daerah yang lain.

Dalam menentukan nilai banjir rencana digunakan Metode HSS Snyder. Berikut rumus perhitungan debit banjir untuk $Q_2, Q_5, Q_{10}, Q_{25}, Q_{50}$, dan Q_{100}

dengan metode Metode HSS Snyder. Berikut ini adalah perhitungan debit banjir rencana sebagai berikut:

$$\text{Luas Daerah (A)} = 87,21 \text{ Km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai Utama (L)} = 19,30 \text{ km}$$

$$\text{Panjang Sungai dari hilir ke titik berat (Lc)} = 9,65 \text{ km}$$

$$\text{Koefisien (Ct)} = 1,4 (1,10 - 1,4)$$

$$\text{Koef. Aliran (Cp)} = 0,4 (0,4 - 0,80)$$

$$N = 0,4$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} T_p &= C_t \cdot (L \cdot L_c)^n \\ &= 7.742 \text{ jam} \end{aligned}$$

Keterangan :

L = dalam mil

LC= dalam mil

$$\begin{aligned} T_p &= 0,6 \cdot T_c \\ &= 4.645 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_e &= t_p/5.5 \\ &= 0.845 \end{aligned}$$

$$t_p' \text{ (koreksi)} = t_p + 0,25 (t_r - t_e) = 4.645$$

$$\begin{aligned} T_p \text{ (time rise to peak)} &= t_p' + 0.5 t_R \\ &= 5.145 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_p &= 0.278 \cdot C_p \cdot A / T_p \\ &= 1.885 \end{aligned}$$

Perhitungan menggunakan persamaan Alexeyev Factor :

$$\text{Lamda} = (Q_p * T_p) / (h * A) \text{ ----> } h = 1 \text{ mm}$$

$$= 0.40032$$

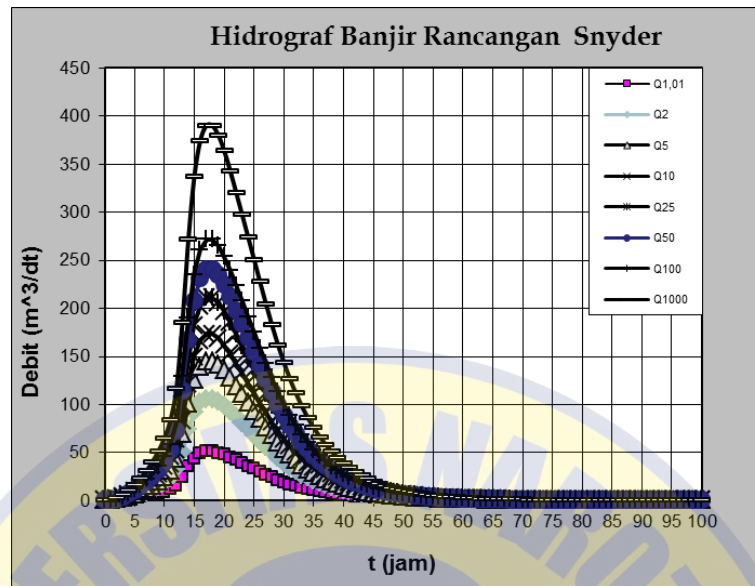
$$A = 1.32 * \text{lamda}^2 + 0.15 * \text{lamda} + 0.045$$

$$= 0.317$$

Tabel 4. 15. HHS Snyder DAS Klakah

t	Q1,01	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q1000
jam	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	1,04	1,09	1,12	1,15	1,18	1,20	1,23	1,33
2	1,28	1,59	1,81	1,97	2,19	2,35	2,53	3,20
3	1,70	2,47	3,02	3,41	3,94	4,35	4,79	6,44
4	2,32	3,77	4,81	5,55	6,55	7,33	8,16	11,28
5	3,08	5,36	6,99	8,16	9,72	10,96	12,26	17,17
6	3,94	7,17	9,48	11,13	13,34	15,10	16,94	23,88
7	4,90	9,18	12,25	14,43	17,37	19,70	22,14	31,35
8	6,11	11,72	15,74	18,60	22,45	25,50	28,69	40,76
9	7,53	14,70	19,83	23,49	28,41	32,30	36,38	51,80
10	9,31	18,42	24,95	29,60	35,86	40,82	46,00	65,62
11	11,68	23,39	31,78	37,76	45,80	52,17	58,84	84,05
12	15,91	32,25	43,96	52,30	63,53	72,42	81,73	116,91
13	24,71	50,71	69,34	82,60	100,46	114,60	129,41	185,37
14	35,86	74,07	101,45	120,95	147,20	167,99	189,75	272,02
15	44,27	91,70	125,69	149,89	182,48	208,27	235,29	337,40
16	49,07	101,77	139,53	166,42	202,61	231,27	261,29	374,73
17	51,06	105,94	145,26	173,26	210,96	240,81	272,06	390,20
18	51,06	105,95	145,27	173,28	210,98	240,83	272,09	390,24
19	49,82	103,34	141,69	169,00	205,77	234,87	265,35	380,57
20	47,68	98,85	135,52	161,63	196,78	224,61	253,76	363,92
21	45,03	93,30	127,89	152,52	185,68	211,94	239,43	343,35
22	42,14	87,24	119,55	142,56	173,54	198,07	223,75	320,84
23	39,17	81,02	111,01	132,36	161,11	183,87	207,70	297,79
24	36,17	74,72	102,35	122,02	148,50	169,47	191,42	274,42

Sumber :Hasil Perhitungan

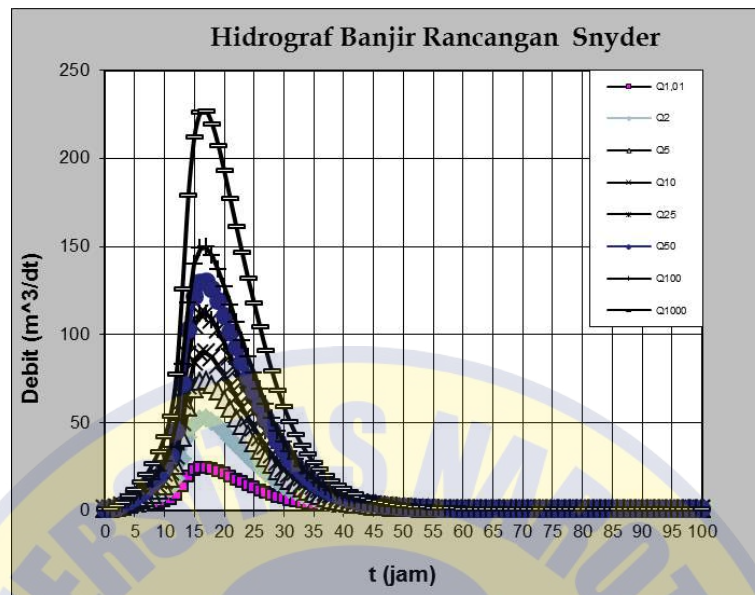


Gambar 4. 2. Grafik Hidrograf Banjir Rancangan Snyder DAS Klakah

Tabel 4. 16. HHS Snyder DAS Mbambang

t	Q1,01	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q1000
jam	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det	m3/det
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	1,04	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,36
2	1,19	1,41	1,58	1,71	1,89	2,03	2,19	2,80
3	1,43	1,94	2,33	2,62	3,02	3,35	3,71	5,11
4	1,77	2,67	3,37	3,89	4,62	5,20	5,84	8,35
5	2,16	3,53	4,58	5,37	6,46	7,34	8,31	12,10
6	2,59	4,46	5,91	6,98	8,48	9,69	11,01	16,21
7	3,07	5,50	7,39	8,79	10,73	12,31	14,03	20,79
8	3,68	6,83	9,26	11,08	13,59	15,64	17,85	26,60
9	4,39	8,37	11,45	13,74	16,93	19,51	22,31	33,38
10	5,29	10,33	14,23	17,13	21,16	24,43	27,98	41,99
11	6,54	13,04	18,07	21,82	27,02	31,24	35,82	53,91
12	9,05	18,49	25,81	31,25	38,81	44,94	51,59	77,87
13	14,07	29,42	41,29	50,14	62,42	72,38	83,18	125,86
14	19,66	41,56	58,51	71,13	88,65	102,87	118,29	179,19
15	23,11	49,08	69,17	84,13	104,90	121,75	140,03	212,23
16	24,55	52,20	73,59	89,53	111,65	129,59	149,06	225,94
17	24,63	52,36	73,83	89,81	112,01	130,01	149,54	226,68
18	23,86	50,69	71,46	86,92	108,39	125,81	144,71	219,33
19	22,63	48,02	67,66	82,30	102,61	119,09	136,97	207,57
20	21,09	44,68	62,94	76,54	95,41	110,72	127,34	192,94
21	19,46	41,12	57,89	70,38	87,72	101,78	117,04	177,29
22	17,82	37,56	52,85	64,22	80,02	92,84	106,74	161,65
23	16,24	34,13	47,98	58,29	72,61	84,22	96,82	146,58
24	14,72	30,82	43,28	52,56	65,44	75,89	87,23	132,01

Sumber :Hasil Perhitungan

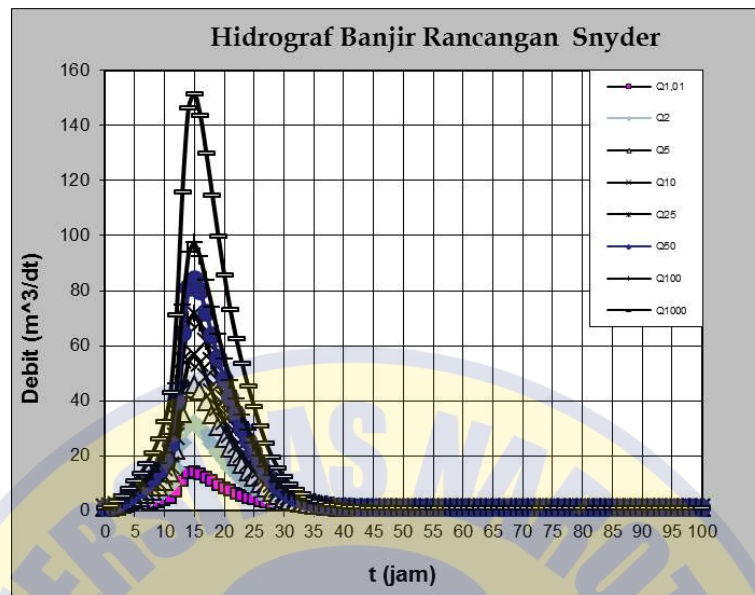


Gambar 4. 3. Grafik Hidrograf Banjir Rancangan Snyder DAS Mbambang

Tabel 4. 17. HHS Snyder DAS Penguluran

t jam	Q1,01 m3/det	Q2 m3/det	Q5 m3/det	Q10 m3/det	Q25 m3/det	Q50 m3/det	Q100 m3/det	Q1000 m3/det
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	1,07	1,16	1,23	1,28	1,36	1,42	1,49	1,76
2	1,20	1,48	1,71	1,88	2,11	2,31	2,52	3,37
3	1,40	1,94	2,37	2,70	3,16	3,54	3,95	5,61
4	1,62	2,48	3,16	3,68	4,40	5,00	5,65	8,25
5	1,86	3,04	3,98	4,69	5,69	6,51	7,40	10,99
6	2,09	3,58	4,78	5,68	6,95	7,99	9,12	13,67
7	2,38	4,27	5,78	6,92	8,53	9,85	11,28	17,04
8	2,74	5,11	7,00	8,44	10,45	12,11	13,91	21,14
9	3,16	6,11	8,47	10,25	12,76	14,82	17,06	26,05
10	3,72	7,44	10,41	12,66	15,82	18,42	21,24	32,58
11	4,61	9,54	13,48	16,46	20,65	24,10	27,83	42,86
12	7,05	15,32	21,94	26,94	33,96	39,75	46,01	71,23
13	10,91	24,44	35,27	43,46	54,96	64,44	74,69	115,96
14	13,51	30,60	44,28	54,61	69,14	81,11	94,05	146,18
15	13,96	31,68	45,86	56,56	71,62	84,02	97,44	151,46
16	13,28	30,06	43,48	53,63	67,89	79,63	92,34	143,50
17	12,10	27,27	39,41	48,58	61,47	72,09	83,58	129,84
18	10,80	24,20	34,92	43,01	54,40	63,77	73,92	114,76
19	9,52	21,15	30,47	37,50	47,39	55,54	64,35	99,83
20	8,30	18,28	26,27	32,30	40,78	47,77	55,33	85,76
21	7,23	15,75	22,57	27,71	34,95	40,92	47,37	73,34
22	6,32	13,59	19,40	23,79	29,97	35,06	40,56	62,72
23	5,52	11,70	16,65	20,38	25,63	29,96	34,64	53,48
24	4,82	10,05	14,23	17,38	21,83	25,48	29,44	45,37

Sumber :Hasil Perhitungan



Gambar 4. 4. Grafik Hidrograf Banjir Rancangan Snyder DAS Penguluran

Tabel 4. 18. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan

Kala Ulang	Klakah m^3/dt	Mbambang m^3/dt	Penguluran m^3/dt
Q1,01	51,06	24,63	13,96
Q2	105,95	52,36	31,68
Q5	145,27	73,83	45,86
Q10	173,28	89,81	56,56
Q25	210,98	112,01	71,62
Q50	240,83	130,01	84,02
Q100	272,09	149,54	97,44
Q1000	390,24	226,68	151,46

Sumber :Hasil Perhitungan

4.7. Analisa Kapasitas Saluran (Bankfull Capacity).

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui besarnya kapasitas sungai untuk menampung air. Analisis bankfull capacity bertujuan untuk melakukan kalibrasi analisa debit banjir rencana yang telah dilaksanakan apakah sesuai dengan kapasitas sungai yang ada. Analisa bankfull capacity di Sungai Penguluran ini

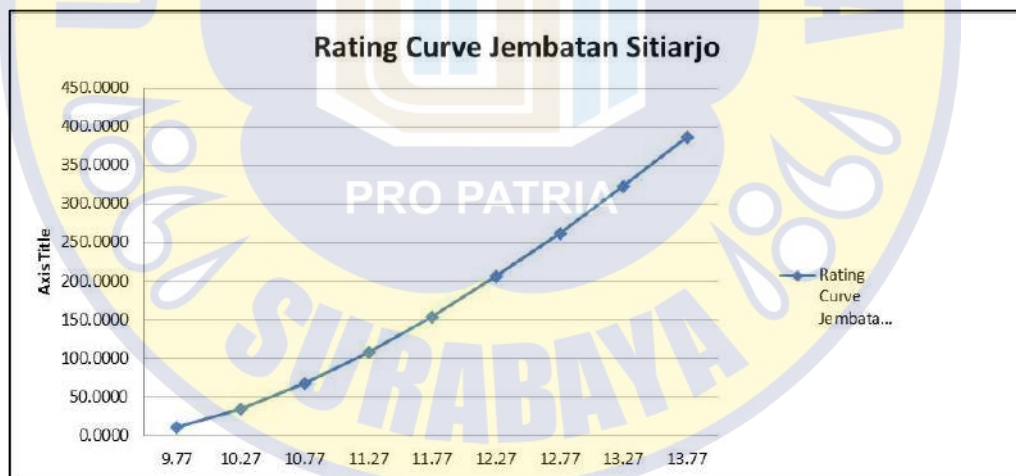
dilakukan pada penampang Jembatan yang terletak di Desa Sitarjo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang.

Koordinat Jembatan : UTM X = 684885.726
Y = 9073875.994

Hasil analisa bankfull capacity di Sungai Penguluran dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 4. 19. Sampling Perhitungan Fullbank Capacity di Jembatan Sitarjo

Nama Patok	Ketinggian m	Elevasi m	A m ²	P m	R	Elv. Hulu m.dpl	Elv. Hilir m.dpl	Panjang	S	1/n	V m/s	Q m ³ /s
JEBATAN	0.50	9.77	18.00	37.00	0.49	9.6	9.27	50	0.0066	12.5000	0.6281	11.3067
Sitarjo	1.00	10.27	36.00	38.00	0.95	9.6	9.27	50	0.0066	12.5000	0.9796	35.2639
STA. 7+806.59	1.50	10.77	54.00	39.00	1.38	9.6	9.27	50	0.0066	12.5000	1.2615	68.1232
	2.00	11.27	72.00	40.00	1.80	9.6	9.27	50	0.0066	12.5000	1.5027	108.1922
	2.50	11.77	90.00	41.00	2.20	9.6	9.27	50	0.0066	12.5000	1.7152	154.3702
	3.00	12.27	108.00	42.00	2.57	9.6	9.27	50	0.0066	12.5000	1.9060	205.8521
	3.50	12.77	126.00	43.00	2.93	9.6	9.27	50	0.0066	12.5000	2.0795	262.0116
Pas Jembatan	4.00	13.27	144.00	44.00	3.27	9.6	9.27	50	0.0066	12.5000	2.2385	322.3426
Diatas Jembatan	4.50	13.77	162.00	45.00	3.60	9.6	9.27	50	0.0066	12.5000	2.3853	386.4251



Gambar 4. 5. Rating Curve di Jembatan Sitarjo

Berdasarkan perbandingan hasil analisa bankfull capacity ($Q = 322.32$ m³/dt) dengan perhitungan debit banjir beberapa metode HSS diatas (Tabel 4 – 46), maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas penampang Sungai Penguluran hanya dapat menampung sampai dengan debit banjir kala ulang 10 tahun (Q_{10th}).

Selain itu, metode HSS yang paling mendekati dengan hasil analisa bankfull capacity dan digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah Debit Banjir Rencana metode HSS Snyder.

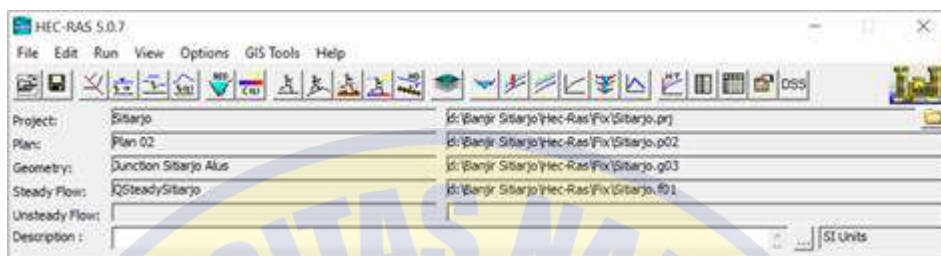
4.8. Analisa Hidrolika (HEC-RAS).

Analisa hidrolika dilakukan dengan menggunakan program *Hec-Ras* bertujuan untuk mengetahui kapasitas sungai berdasarkan tata guna lahan eksisting, kondisi penampang sungai saat menampung debit banjir rencana, kondisi setelah adanya saluran rencana baru. Data yang diperlukan untuk mengaplikasikan program ini adalah:

1. Model sungai atau saluran (*river reach / junction*).
2. Data *cross section* penampang atau saluran (dimensi saluran, elevasi).
3. Data *long section* penampang atau saluran (jarak, permukaan air, lahan untuk pelebaran saluran).
4. Koefisien kekasaran *manning*.
5. Batas hulu dan hilir saluran.
6. Data tambahan lain-lain jika terdapat bangunan air lainnya.

Setelah mengetahui penampang saluran, langkah selanjutnya adalah memasukkan data debit yang diinput dari debit banjir rencana yang dihitung berdasarkan tata guna eksisting yang sesuai dengan DAS. Debit rencana menggunakan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun juga 100 tahun.

Sedangkan keluaran program berupa permodelan melintang tiap cross, long section tiap sungai dan permodelan 2 dimensi dengan debit tiap kala ulang yang ditentukan. Berikut akan ditampilkan beberapa permodelan tiap sungai.



Gambar 4. 6. Tampilan Project Analisa Hidrolika Sitarjo dalam HEC-RAS

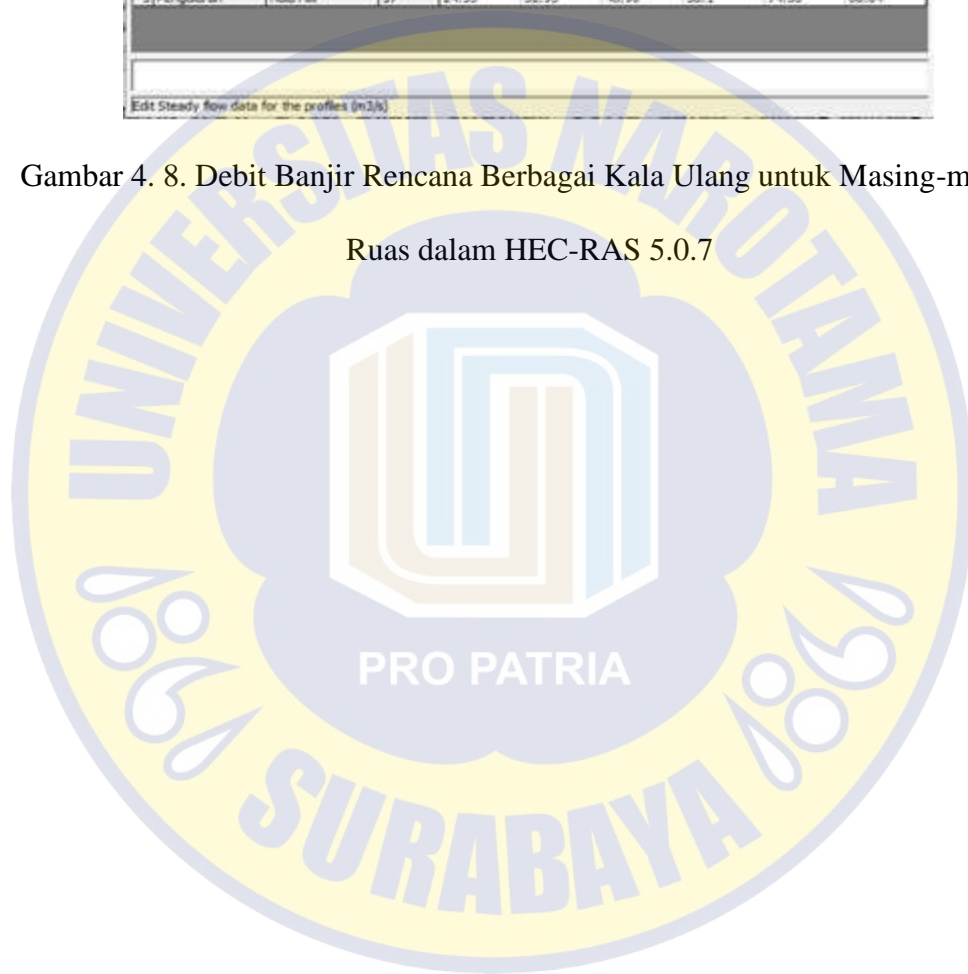
Keluaran program berupa permodelan melintang tiap cross, long section tiap sungai dan permodelan 3 dimensi dengan debit tiap kala ulang yang telah ditentukan. Berikut ini adalah hasil keluaran dari permodelan Sungai Klakah, Sungai Penguluran dan Sungai Mbambang. Ketiga sungai dianalisa dengan menggunakan debit banjir rancangan kala ulang 10 th dari metode HSS Snyder.

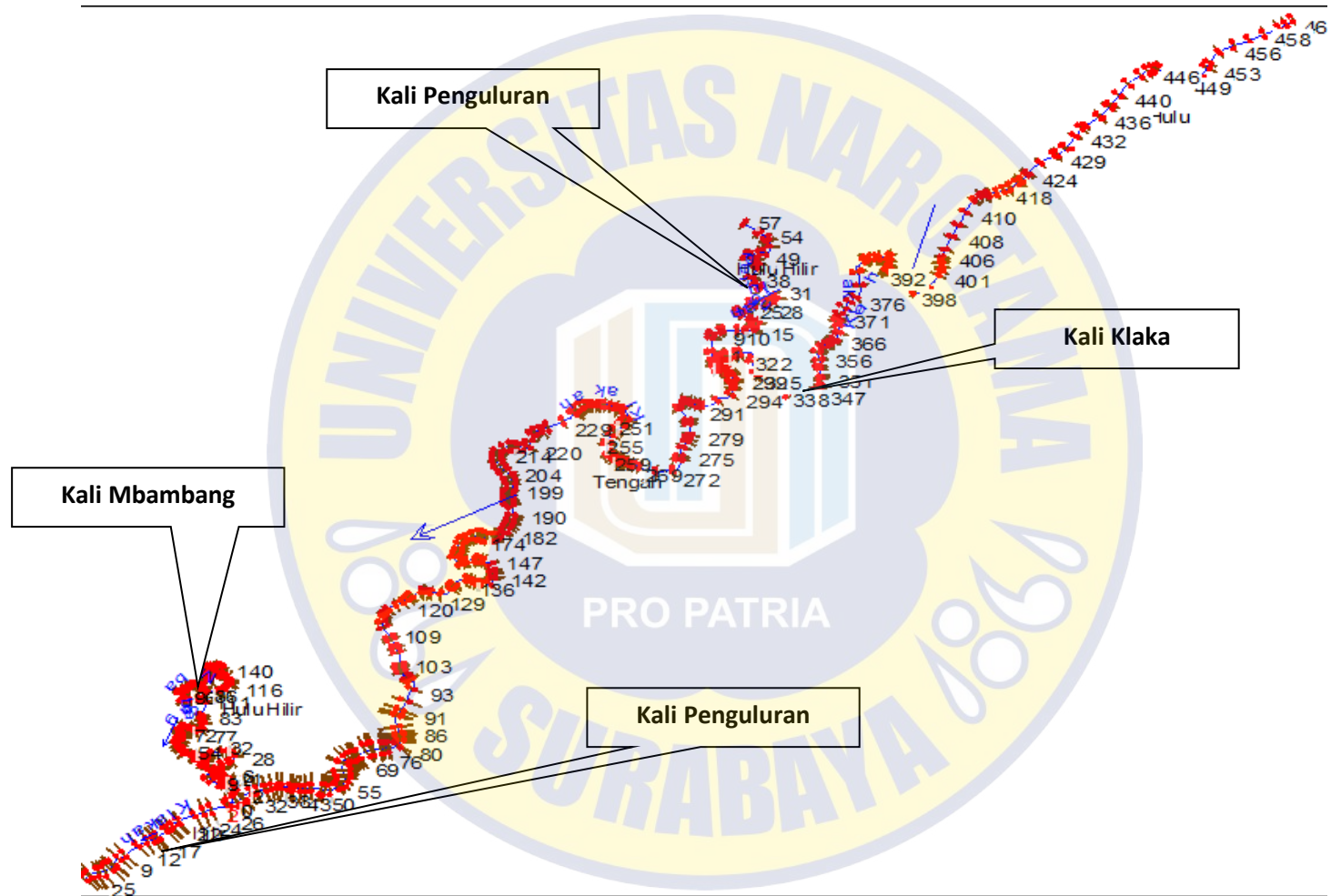


Gambar 4. 7. Project Analisa Hidrolika Sitarjo dalam HEC-RAS

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates					
River	Reach	R/S	Q 2	Q 5	Q 10	Q 25	Q 50	Q 100
1 Klahah	Hulu	461	93.5	126.53	181.7	225.49	289.42	343.24
2 Klahah	Tengah	312	118.03	159.46	228.66	283.59	363.78	431.28
3 Klahah	Hilir	26	160.93	217.32	311.51	386.28	495.42	587.3
4 Mbanbang	Hulu Hilir	140	42.9	57.86	82.85	102.69	131.64	156.02
5 Pengukuran	Hulu Hilir	57	24.53	32.93	46.96	58.1	74.36	88.04

Gambar 4. 8. Debit Banjir Rencana Berbagai Kala Ulang untuk Masing-masing Ruas dalam HEC-RAS 5.0.7



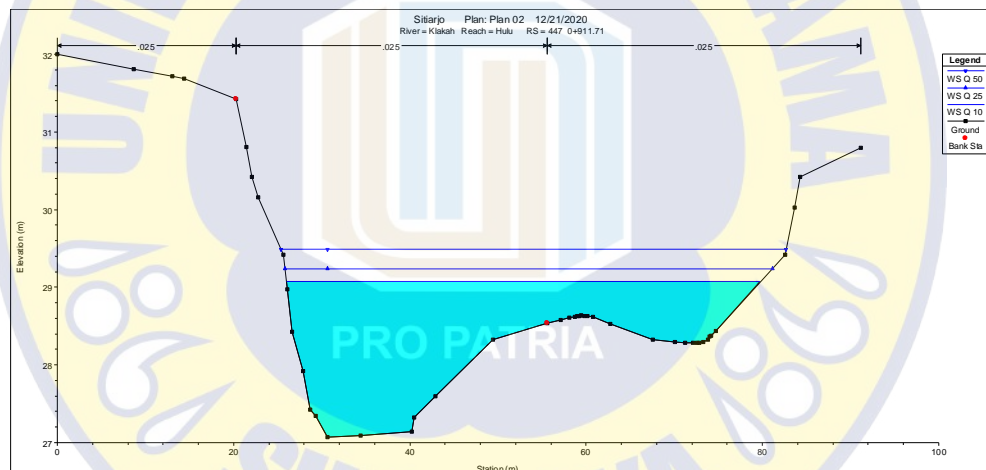


Gambar 4. 9. Tampilan Penampang Sungai Klakah, Penguluran dan Mbambang dalam Geometry Data HEC-RAS

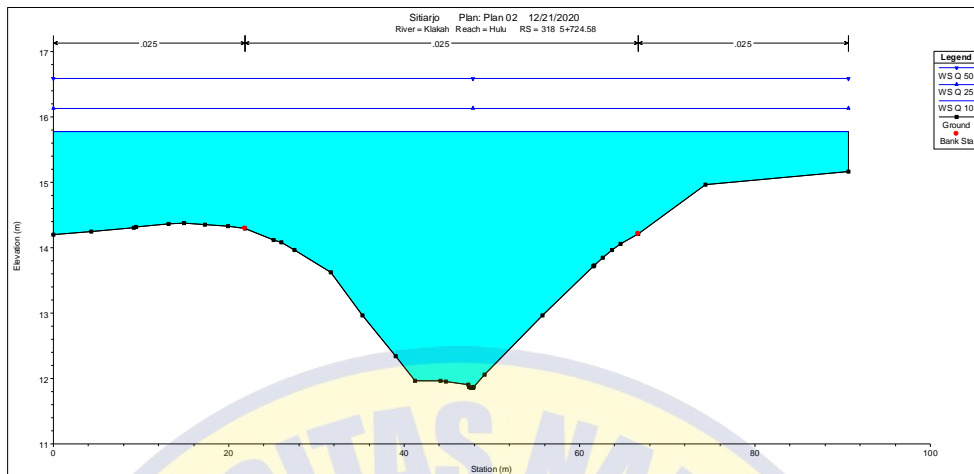
4.8.1. Pemodelan Sungai Kondisi Eksisting.

A. Pemodelan Sungai Klakah (Section 1) Kala Ulang 10th, 25th dan 50th

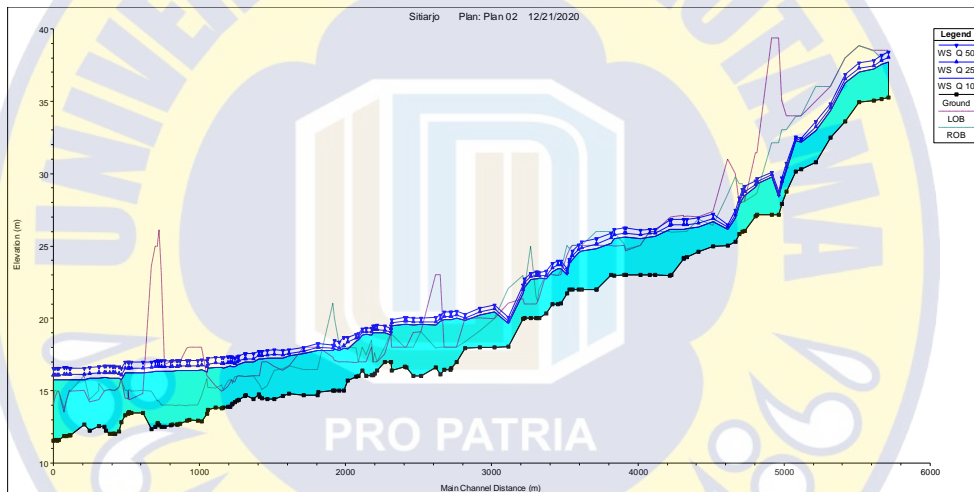
Pada pemodelan dengan menggunakan program HEC-RAS Sungai Klakah dibagi menjadi 3 (tiga) ruas, yaitu ruas hulu, tengah dan hilir. Ruas hulu (section 1) dimulai dari hulu sungai sampai pertemuan dengan Sungai Penguluran. Ruas tengah (section 3) dimulai dari pertemuan Sungai Klakah dengan Sungai Penguluran sampai dengan pertemuan Sungai Klakah dan Sungai Mbambang. Dan ruas hilir (section 5) dimulai dari pertemuan Sungai Klakah dan Sungai Mbambang sampai dengan hilir Sungai Klakah.



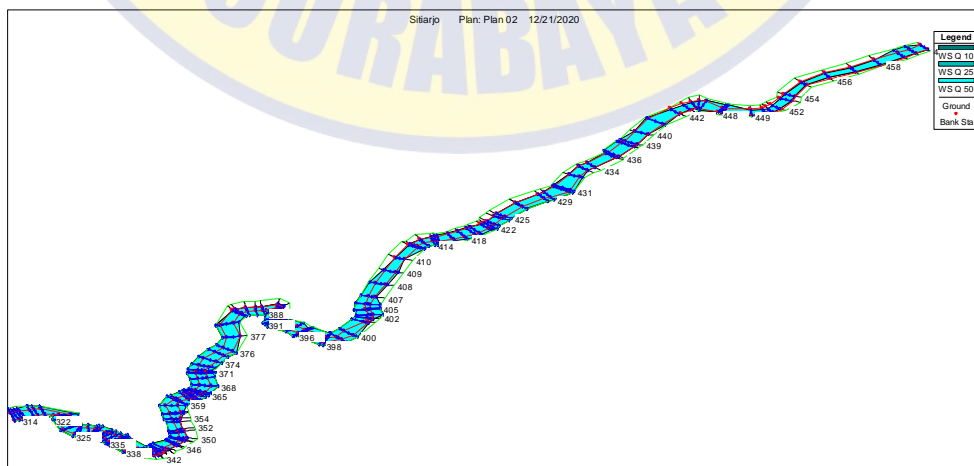
Gambar 4. 10. Cross 450 Sungai Klakah (Bendung Lama)



Gambar 4. 11. Cross 322 Sungai Klakah (Pertemuan dengan Sungai Penguluran)



Gambar 4. 12. Long Section Sungai Klakah (Hulu)



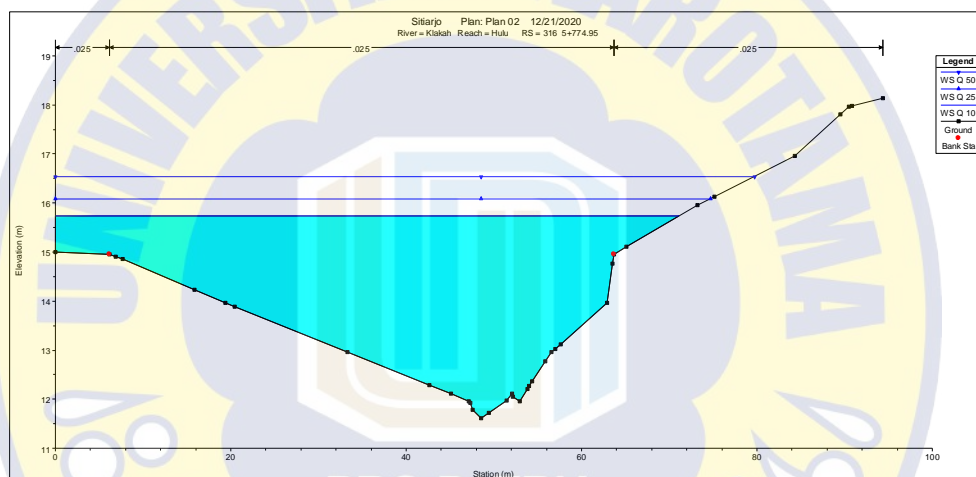
Gambar 4. 13. X-Y-Z Perspective Plot Sungai Klakah (Section 1)

Tabel 4. 20. Output HEC-RAS Sungai Klakah (Hulu)

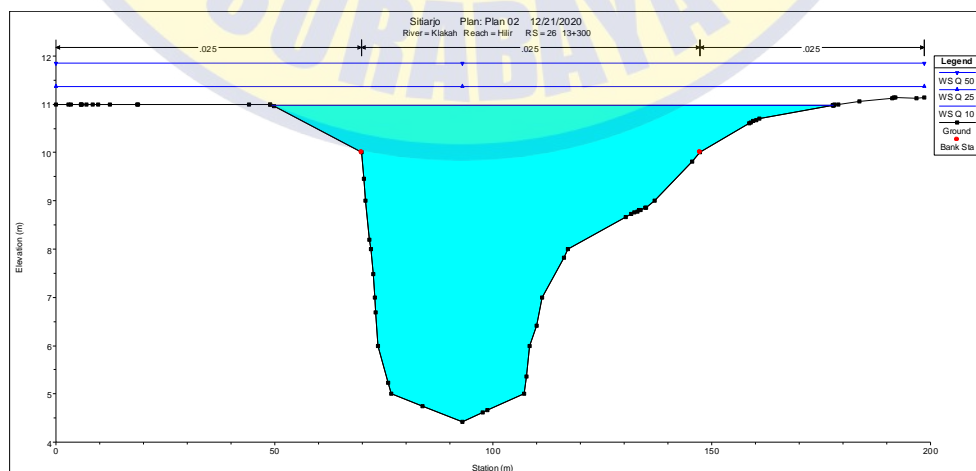
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Hulu	461	Q 10	181.7	35.28	37.71	37.14	38.12	0.002083	2.84	64.19	34.33	0.64
Hulu	461	Q 25	225.49	35.28	37.98	37.39	38.46	0.002131	3.08	74.21	38.48	0.66
Hulu	461	Q 50	289.42	35.28	38.31	37.75	38.89	0.00226	3.42	87.46	43.34	0.69
Hulu	460	Q 10	181.7	35.17	37.55		38	0.00268	2.98	61.07	34.35	0.71
Hulu	460	Q 25	225.49	35.17	37.83		38.34	0.002645	3.17	71.25	39.13	0.72
Hulu	460	Q 50	289.42	35.17	38.2	37.7	38.77	0.002554	3.37	90.08	63.54	0.72
Hulu	459	Q 10	181.7	35.06	37.22		37.82	0.003956	3.43	52.96	31.74	0.85
Hulu	459	Q 25	225.49	35.06	37.44	37.28	38.16	0.004222	3.76	59.9	32.69	0.89
Hulu	459	Q 50	289.42	35.06	37.79	37.79	38.59	0.004162	3.98	75.92	56.5	0.9
Hulu	458	Q 10	181.7	34.94	37.02		37.43	0.002877	2.83	64.15	41.6	0.73
Hulu	458	Q 25	225.49	34.94	37.29		37.75	0.00266	2.97	75.81	42.98	0.72
Hulu	458	Q 50	289.42	34.94	37.65	37.19	38.16	0.002484	3.17	91.32	44.55	0.71
Hulu	457	Q 10	181.7	33.6	36.25	36.25	37	0.005617	3.85	47.25	31.92	1.01
Hulu	457	Q 25	225.49	33.6	36.51	36.51	37.34	0.005433	4.03	55.91	34.28	1.01
Hulu	457	Q 50	289.42	33.6	36.85	36.85	37.77	0.005194	4.26	67.97	37.12	1
Hulu	456	Q 10	181.7	32.49	34.36	34.88	36	0.017529	5.68	31.99	28.43	1.71
Hulu	456	Q 25	225.49	32.49	34.56	35.16	36.36	0.016804	5.94	37.94	30.51	1.7
Hulu	456	Q 50	289.42	32.49	34.82	35.5	36.82	0.016026	6.26	46.24	33.18	1.69
Hulu	455	Q 10	181.7	30.8	32.98	33.45	34.55	0.011873	5.55	32.72	21.93	1.45
Hulu	455	Q 25	225.49	30.8	33.25	33.76	34.96	0.011353	5.79	38.93	23.62	1.44
Hulu	455	Q 50	289.42	30.8	33.61	34.15	35.48	0.010743	6.06	47.77	25.91	1.42
Hulu	454	Q 10	181.7	30.28	32.19	32.47	33.25	0.011213	4.56	39.86	35.38	1.37
Hulu	454	Q 25	225.49	30.28	32.3	32.69	33.65	0.012929	5.14	43.87	36.17	1.49
Hulu	454	Q 50	289.42	30.28	32.46	32.99	34.19	0.014704	5.83	49.64	37.27	1.61
Hulu	453	Q 10	181.7	30.14	32.27	32.27	32.89	0.005835	3.5	51.97	42.09	1
Hulu	453	Q 25	225.49	30.14	32.45	32.47	33.18	0.005845	3.77	59.78	43.22	1.02
Hulu	453	Q 50	289.42	30.14	32.53	32.75	33.6	0.008208	4.59	62.99	43.67	1.22

Dari hasil analisa dengan bantuan program HEC-RAS diatas, dapat diketahui bahwa kondisi Sungai Klakah Eksisting (section 1) dengan menggunakan debit banjir rancangan Q10th, Q25th dan Q50th pada beberapa cross section mengalami banjir. Rata-rata ketinggian muka air banjir dari bibir sungai adalah 1-3 meter dengan Q50th.

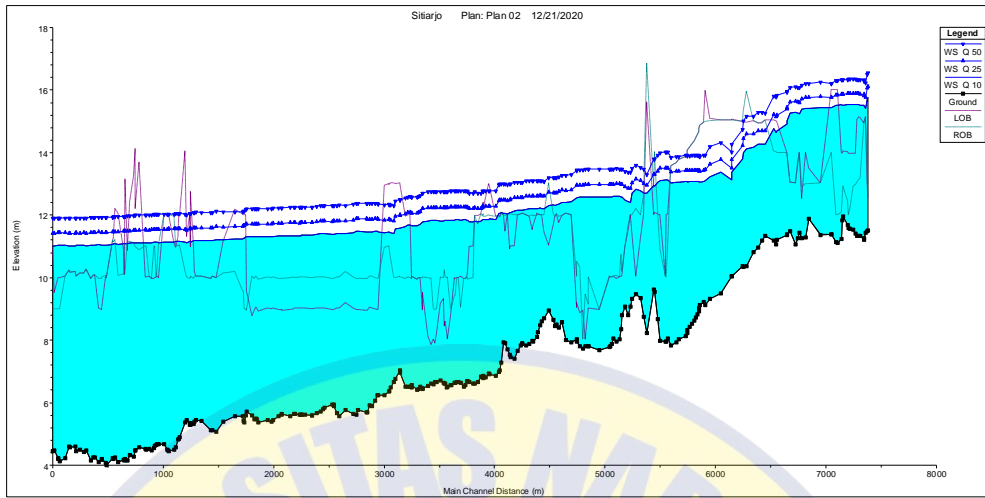
B. Pemodelan Sungai Klakah (Section 3) Kala Ulang 10th, 25th dan 50th



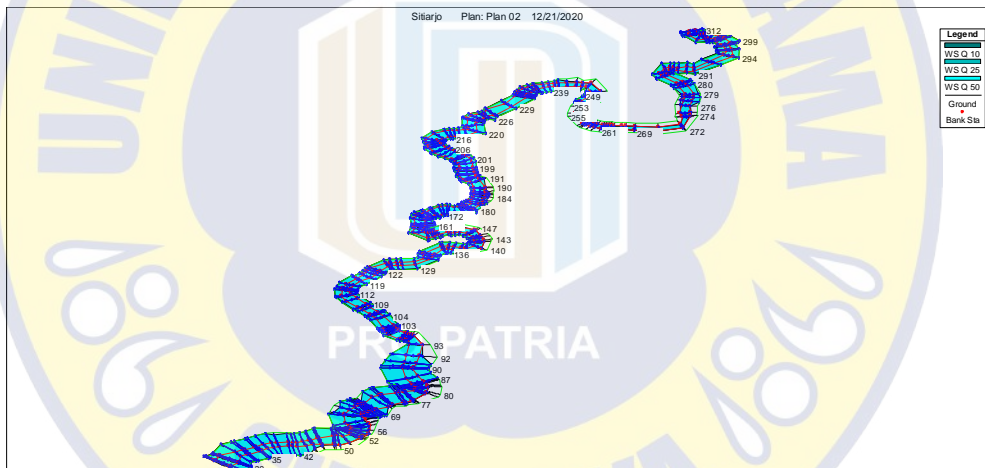
Gambar 4. 14. Cross 319 Sungai Klakah (Setelah Pertemuan Sungai)



Gambar 4. 15. Cross 30 Sungai Klakah (Pertemuan Sungai Klakah - Mbambang)



Gambar 4. 16. Long Section Sungai Klakah (Tengah)



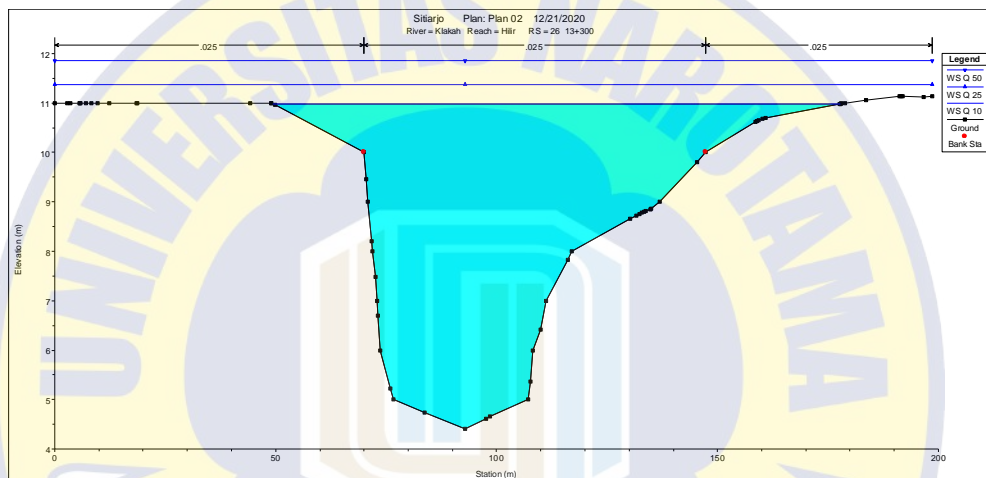
Gambar 4. 17. X-Y-Z Perspective Plot Sungai Klakah (Tengah)

Tabel 4. 21. Output HEC-RAS Sungai Klakah (Tengah)

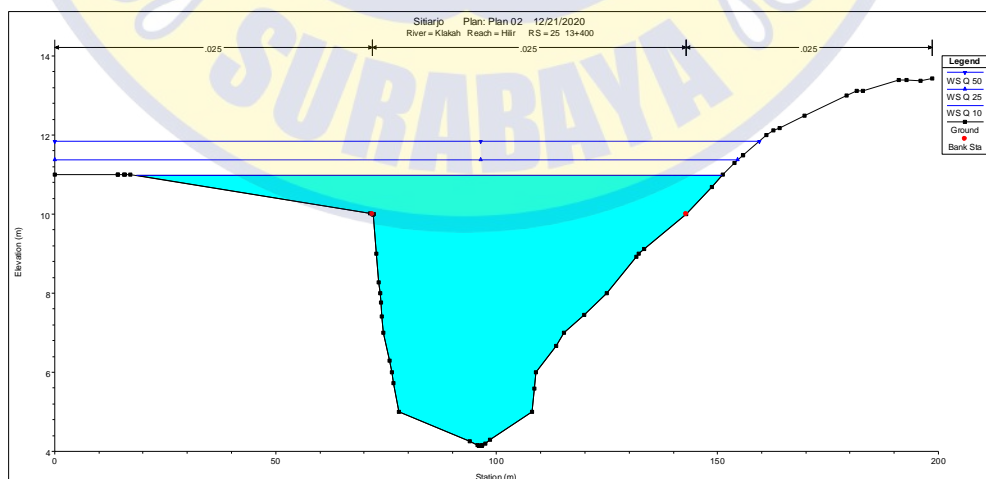
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Tengah	312	Q 10	228.66	11.5	15.76		15.79	0.000078	0.81	310.33	96.23	0.14
Tengah	312	Q 25	283.59	11.5	16.11		16.15	0.000085	0.91	344.14	96.23	0.15
Tengah	312	Q 50	363.78	11.5	16.57		16.61	0.000095	1.04	388.11	96.23	0.16
Tengah	311	Q 10	228.66	11.49	15.7		15.78	0.000266	1.42	195.29	92.21	0.25
Tengah	311	Q 25	283.59	11.49	16.05		16.14	0.000263	1.51	227.43	92.21	0.25
Tengah	311	Q 50	363.78	11.49	16.5		16.61	0.000261	1.63	269.22	92.21	0.26
Tengah	310	Q 10	228.66	11.44	15.42		15.75	0.001288	2.52	92.81	61.24	0.52
Tengah	310	Q 25	283.59	11.44	15.75		16.1	0.001217	2.67	116.43	81.3	0.52
Tengah	310	Q 50	363.78	11.44	16.23		16.57	0.001012	2.71	157.35	92.81	0.48
Tengah	309	Q 10	228.66	11.26	15.48		15.71	0.000811	2.13	112.76	67.4	0.42
Tengah	309	Q 25	283.59	11.26	15.81		16.07	0.000793	2.28	136.07	79.15	0.42
Tengah	309	Q 50	363.78	11.26	16.28		16.54	0.0007	2.37	178.38	92.22	0.41
Tengah	308	Q 10	228.66	11.22	15.53		15.69	0.00058	1.8	136.13	88.87	0.36
Tengah	308	Q 25	283.59	11.22	15.87		16.04	0.000544	1.9	166.43	88.87	0.35
Tengah	308	Q 50	363.78	11.22	16.33		16.52	0.000488	1.98	208	88.87	0.34
Tengah	307	Q 10	228.66	11.35	15.52		15.67	0.000605	1.82	141.33	88.14	0.36
Tengah	307	Q 25	283.59	11.35	15.86		16.02	0.000551	1.88	172.99	92.39	0.35
Tengah	307	Q 50	363.78	11.35	16.33		16.5	0.000481	1.95	216.59	92.39	0.34
Tengah	306	Q 10	228.66	11.34	15.53		15.65	0.000407	1.58	161.71	89.67	0.3
Tengah	306	Q 25	283.59	11.34	15.88		16	0.000391	1.67	193.77	94.06	0.3
Tengah	306	Q 50	363.78	11.34	16.35		16.48	0.00036	1.76	237.93	94.06	0.3
Tengah	305	Q 10	228.66	11.33	15.54		15.64	0.000343	1.49	171.47	90.46	0.28
Tengah	305	Q 25	283.59	11.33	15.88		15.99	0.000337	1.59	202.4	90.46	0.28
Tengah	305	Q 50	363.78	11.33	16.35		16.47	0.000322	1.7	244.7	90.46	0.28
Tengah	304	Q 10	228.66	11.41	15.54		15.63	0.000298	1.51	182.07	94.53	0.27
Tengah	304	Q 25	283.59	11.41	15.88		15.99	0.000293	1.6	214.57	94.53	0.27
Tengah	304	Q 50	363.78	11.41	16.35		16.47	0.000282	1.7	258.95	94.53	0.27

Dari hasil analisa dengan bantuan program HEC-RAS diatas, dapat diketahui bahwa kondisi Sungai Klakah Eksisting (tengah) dengan menggunakan debit banjir rancangan Q10th pada beberapa cross section mengalami banjir. Rata-rata ketinggian muka air banjir dari bibir sungai adalah 2-4 meter dengan Q50th.

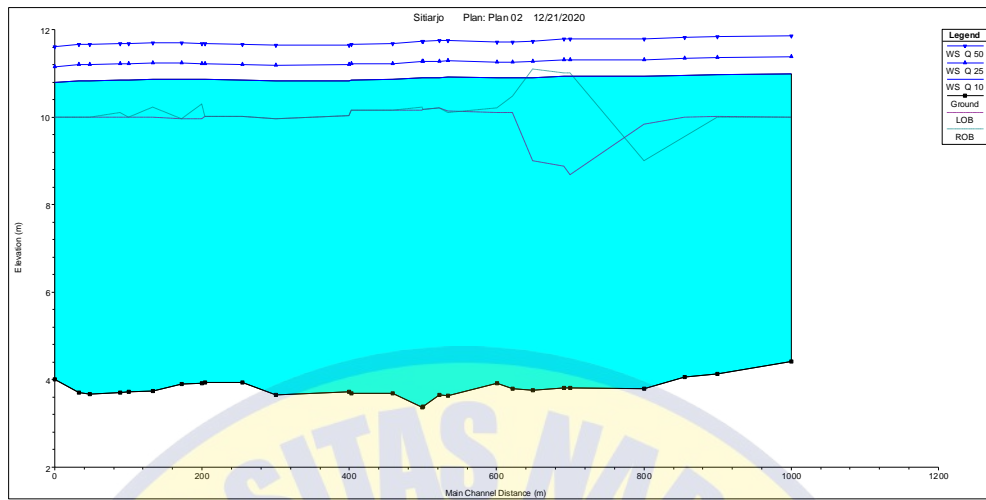
C. Pemodelan Sungai Klakah (Section 5) Kala Ulang 10th, 25th dan 50th



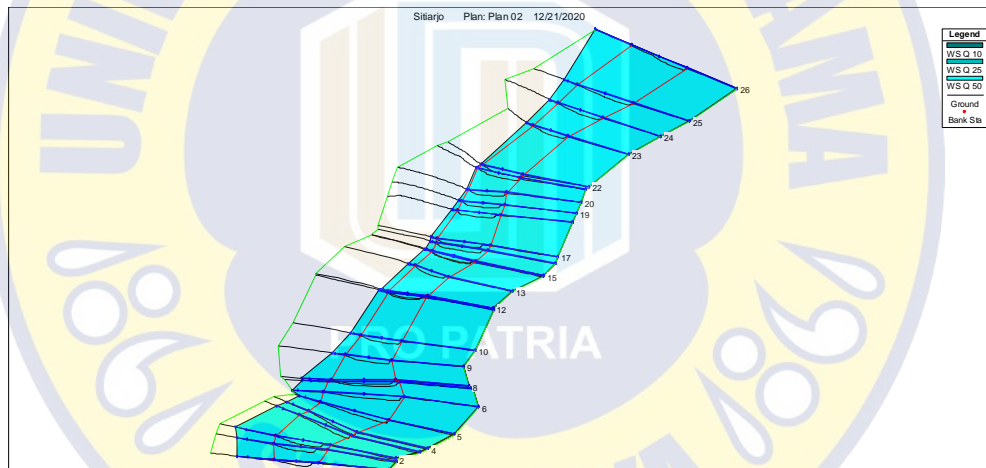
Gambar 4. 18. Cross 28 Sungai Klakah Hilir (Pertemuan Sungai)



Gambar 4. 19. Cross 27 Sungai Klakah Hilir (Setelah Pertemuan Sungai)



Gambar 4. 20. Long Section Sungai Klakah (Hilir)



Gambar 4. 21. X-Y-Z Perspective Plot Sungai Klakah (Hilir)

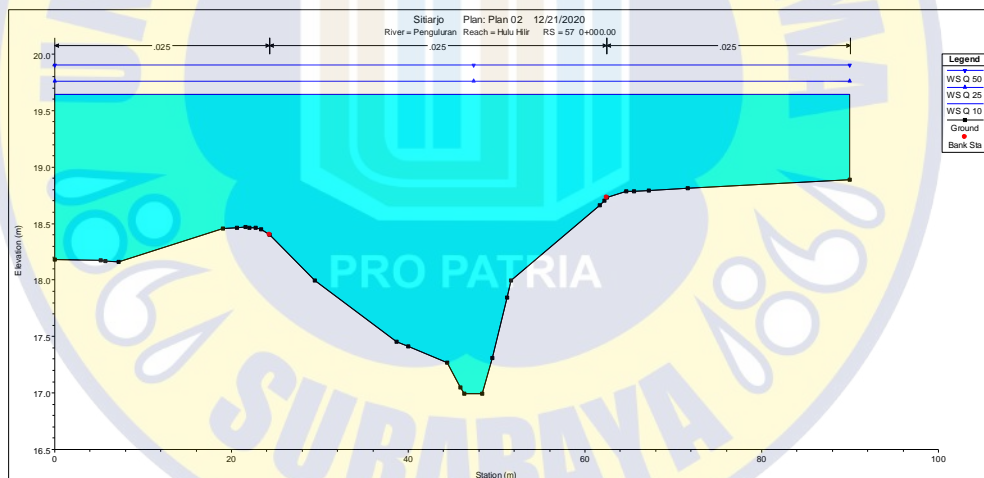
Tabel 4. 22. Output HEC-RAS Sungai Klakah (Hilir)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Hilir	26	Q 10	311.51	4.42	10.98		11.03	0.000088	0.95	344.33	128.49	0.15
Hilir	26	Q 25	386.28	4.42	11.37		11.43	0.000094	1.05	418.77	198.59	0.16
Hilir	26	Q 50	495.42	4.42	11.86		11.92	0.000098	1.14	515.55	198.59	0.16
Hilir	25	Q 10	311.51	4.13	10.98		11.02	0.000082	0.96	347.5	132.59	0.15
Hilir	25	Q 25	386.28	4.13	11.36		11.42	0.000091	1.06	406.21	154.5	0.15
Hilir	25	Q 50	495.42	4.13	11.85		11.91	0.000099	1.19	481.94	159.52	0.16
Hilir	24	Q 10	311.51	4.05	10.96		11.02	0.000092	1.07	312.99	114.91	0.15
Hilir	24	Q 25	386.28	4.05	11.34		11.41	0.000104	1.2	365.37	139.83	0.17
Hilir	24	Q 50	495.42	4.05	11.82		11.9	0.000116	1.34	432.69	141.83	0.18
Hilir	23	Q 10	311.51	3.79	10.93		11.01	0.00012	1.28	272.58	118.03	0.18
Hilir	23	Q 25	386.28	3.79	11.31		11.4	0.000136	1.42	319.98	126.38	0.19
Hilir	23	Q 50	495.42	3.79	11.78		11.89	0.000152	1.59	379.97	127.41	0.2
Hilir	22	Q 10	311.51	3.81	10.94		10.99	0.000081	1.08	327.06	104.63	0.15
Hilir	22	Q 25	386.28	3.81	11.31		11.38	0.000095	1.22	372.39	122.86	0.16
Hilir	22	Q 50	495.42	3.81	11.79		11.87	0.000109	1.38	430.72	123.75	0.17
Hilir	21	Q 10	311.51	3.81	10.94		10.99	0.000078	1.06	334.4	108	0.14
Hilir	21	Q 25	386.28	3.81	11.32		11.38	0.000091	1.19	380.12	123.21	0.16
Hilir	21	Q 50	495.42	3.81	11.79		11.87	0.000105	1.35	438.68	124.23	0.17
Hilir	20	Q 10	311.51	3.75	10.9		10.98	0.000127	1.33	260.32	97.31	0.18
Hilir	20	Q 25	386.28	3.75	11.26		11.37	0.000151	1.5	301.04	121.97	0.2
Hilir	20	Q 50	495.42	3.75	11.73		11.86	0.000171	1.68	358.1	122.79	0.21
Hilir	19	Q 10	311.51	3.79	10.89		10.98	0.000128	1.29	251.77	78.85	0.18
Hilir	19	Q 25	386.28	3.79	11.26		11.37	0.000153	1.47	289.23	125.09	0.2
Hilir	19	Q 50	495.42	3.79	11.72		11.86	0.000176	1.67	347.37	126.31	0.22
Hilir	18	Q 10	311.51	3.91	10.89		10.97	0.000118	1.25	257.19	71.13	0.17
Hilir	18	Q 25	386.28	3.91	11.26		11.36	0.000144	1.44	288.2	127.55	0.19
Hilir	18	Q 50	495.42	3.91	11.72		11.85	0.000169	1.64	347.38	129.22	0.21

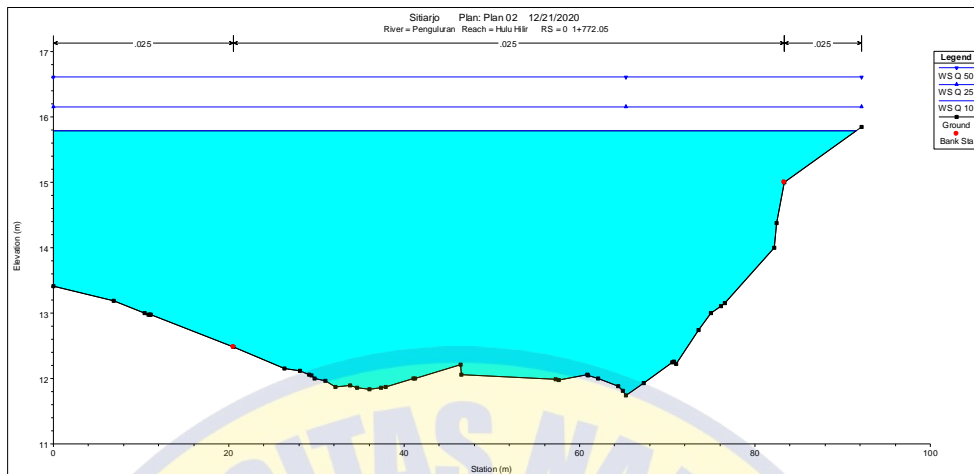
Dari hasil analisa dengan bantuan program HEC-RAS diatas, dapat diketahui bahwa kondisi Sungai Klakah Eksisting (section 5) dengan menggunakan debit banjir rancangan Q10th mengalami banjir. Rata-rata ketinggian muka air banjir dari bibir sungai adalah 1-2 meter dengan Q50th.

D. Pemodelan Sungai Penguluran (Section 2) Kala Ulang 10th, 25th & 50th

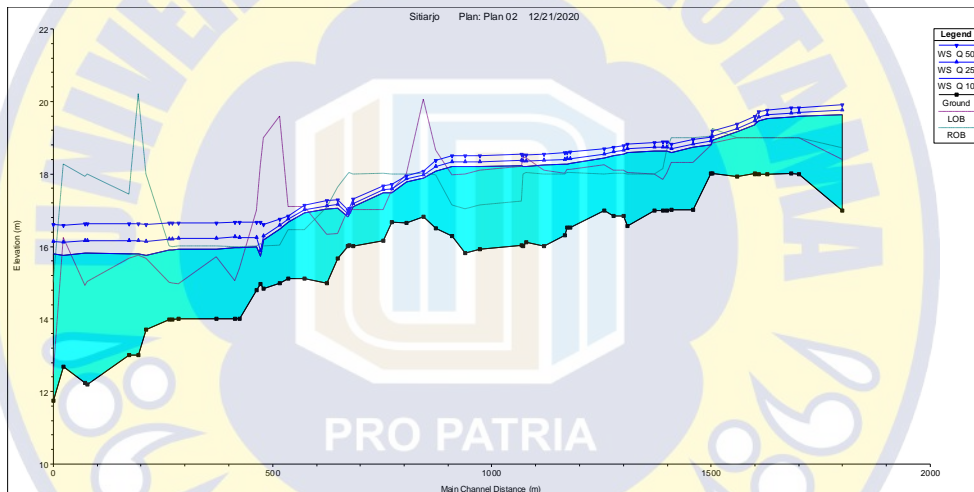
Pada pemodelan dengan menggunakan program HEC-RAS 5 analisa Sungai Penguluran dilakukan dengan menggunakan debit banjir rancangan kala ulang 10th, 25th dan 50th. Analisa dilakukan untuk mengetahui tinggi muka air banjir yang melimpas di sungai.



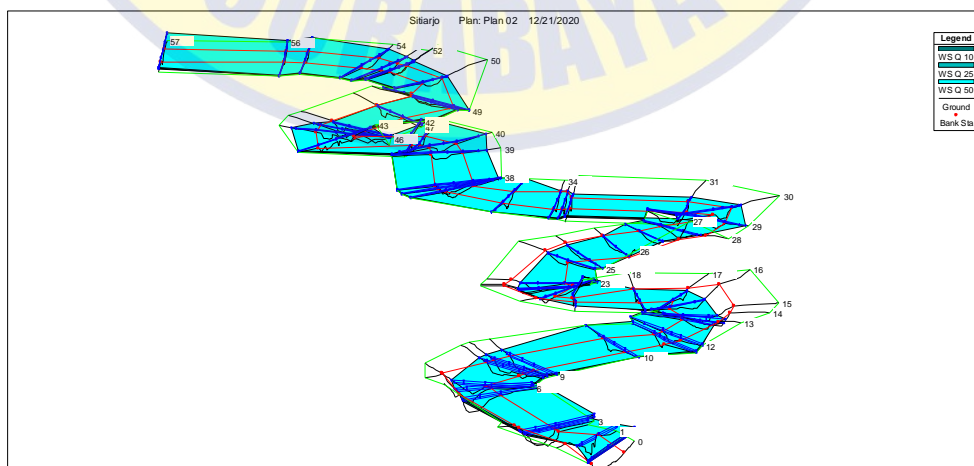
Gambar 4. 22. Cross 56 Sungai Penguluran (Hulu)



Gambar 4. 23. Cross 1 Sungai Penguluran (Hilir)



Gambar 4. 24. Long Section Sungai Penguluran (Section 2) Debit Kala Ulang 5 th



Gambar 4. 25. X-Y-Z Perspective Plot Sungai Penguluran

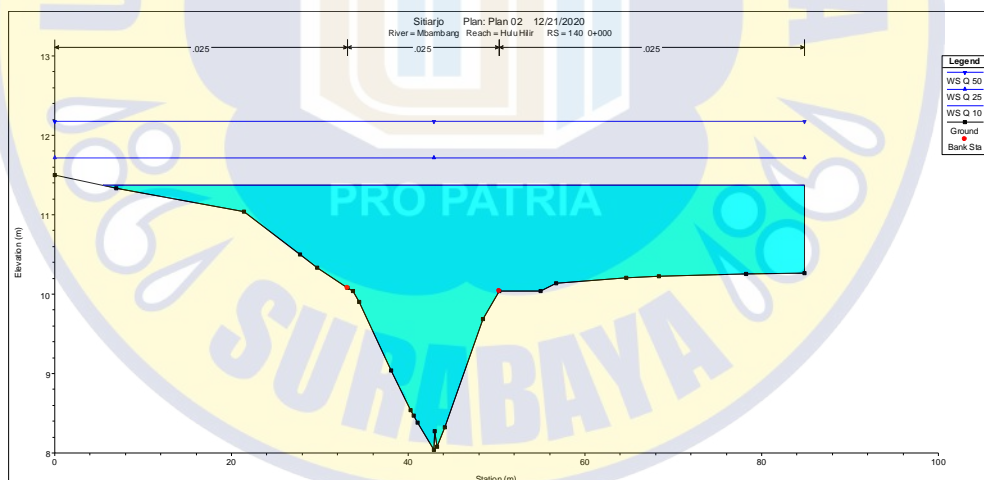
Tabel 4. 23. Output HEC-RAS Sungai Penguluran

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Hulu Hilir	55	Q2th	28,15	17,75	18,83	18,32	18,9	0,000896	1,17	24,04	24,34	0,38
Hulu Hilir	55	Q5th	37,84	17,75	19,01	18,45	19,1	0,000984	1,34	28,25	25,02	0,4
Hulu Hilir	55	Q10th	54,04	17,75	19,25	18,63	19,38	0,00109	1,57	34,5	26	0,43
Hulu Hilir	55	Q25th	66,89	17,75	19,42	18,76	19,57	0,001153	1,72	38,99	26,68	0,45
Hulu Hilir	55	Q50th	85,65	17,75	19,64	18,93	19,83	0,001227	1,9	45,02	27,57	0,48
Hulu Hilir	55	Q100th	101,45	17,75	19,81	19,07	20,02	0,001277	2,04	49,77	28,25	0,49
Hulu Hilir	54	Q2th	28,15	17,85	18,48	18,43	18,7	0,005727	2,11	13,31	22,51	0,88
Hulu Hilir	54	Q5th	37,84	17,85	18,6	18,55	18,88	0,005748	2,36	16,03	22,98	0,9
Hulu Hilir	54	Q10th	54,04	17,85	18,77	18,73	19,14	0,005777	2,69	20,08	23,68	0,93
Hulu Hilir	54	Q25th	66,89	17,85	18,9	18,86	19,32	0,005706	2,89	23,12	24,19	0,94
Hulu Hilir	54	Q50th	85,65	17,85	19,07	19,03	19,57	0,005537	3,13	27,4	24,88	0,95
Hulu Hilir	54	Q100th	101,45	17,85	19,21	19,17	19,76	0,005422	3,29	30,81	25,43	0,96
Hulu Hilir	53	Q2th	28,15	17,75	18,37	18,32	18,6	0,005862	2,13	13,22	22,49	0,89
Hulu Hilir	53	Q5th	37,84	17,75	18,49	18,45	18,78	0,005878	2,38	15,92	22,96	0,91
Hulu Hilir	53	Q10th	54,04	17,75	18,67	18,63	19,04	0,005831	2,7	20,02	23,67	0,94
Hulu Hilir	53	Q25th	66,89	17,75	18,8	18,76	19,22	0,005716	2,89	23,11	24,18	0,95
Hulu Hilir	53	Q50th	85,65	17,75	18,98	18,93	19,47	0,005452	3,11	27,54	24,91	0,94
Hulu Hilir	53	Q100th	101,45	17,75	19,12	19,07	19,66	0,005183	3,24	31,27	25,5	0,94
Hulu Hilir	52	Q2th	28,15	17,44	18,09	18,02	18,3	0,005188	2,05	13,73	22,58	0,84
Hulu Hilir	52	Q5th	37,84	17,44	18,22	18,14	18,48	0,004943	2,25	16,81	23,12	0,84
Hulu Hilir	52	Q10th	54,04	17,44	18,43	18,32	18,74	0,004496	2,48	21,76	23,96	0,83
Hulu Hilir	52	Q25th	66,89	17,44	18,59	18,45	18,94	0,004201	2,62	25,53	24,58	0,82
Hulu Hilir	52	Q50th	85,65	17,44	18,81	18,62	19,19	0,003771	2,76	31,06	25,47	0,8
Hulu Hilir	52	Q100th	101,45	17,44	18,98	18,76	19,4	0,003508	2,85	35,55	26,16	0,78
Hulu Hilir	51	Q2th	28,15	17,34	17,99	17,91	18,2	0,005005	2,03	13,89	22,61	0,83
Hulu Hilir	51	Q5th	37,84	17,34	18,14	18,04	18,39	0,004509	2,19	17,31	23,21	0,81
Hulu Hilir	51	Q10th	54,04	17,34	18,37	18,22	18,66	0,003956	2,38	22,68	24,11	0,78
Hulu Hilir	51	Q25th	66,89	17,34	18,53	18,35	18,85	0,003664	2,51	26,69	24,77	0,77
Hulu Hilir	51	Q50th	85,65	17,34	18,76	18,52	19,12	0,003271	2,63	32,54	25,7	0,75
Hulu Hilir	51	Q100th	101,45	17,34	18,94	18,66	19,32	0,00305	2,72	37,23	26,42	0,73

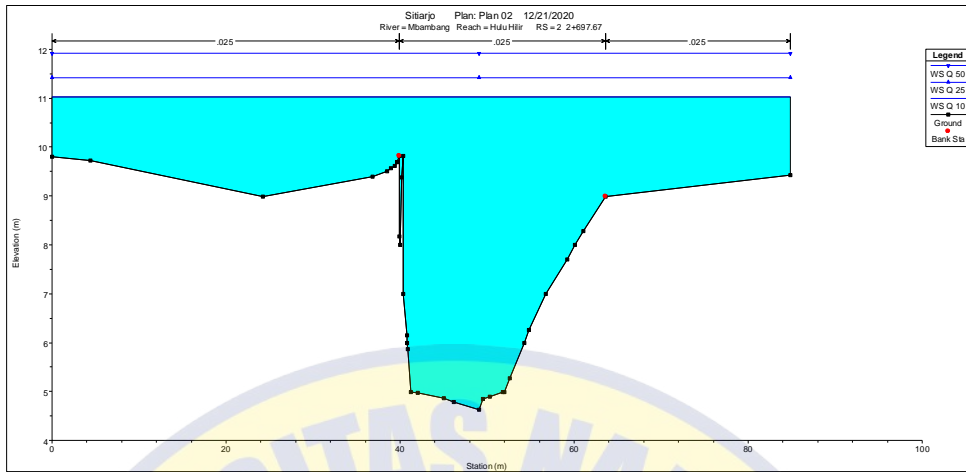
Dari hasil analisa dengan bantuan program HEC-RAS diatas, dapat diketahui bahwa kondisi Sungai Penguluran Eksisting (section 2) dengan menggunakan debit banjir rancangan Q10th, Q25th dan Q50th pada beberapa cross section mengalami banjir, dengan ketinggian air banjir 1-2 meter dengan Q50th.

E. Pemodelan Sungai Mbambang (Section 4) Kala Ulang 10th, 25th & 50th

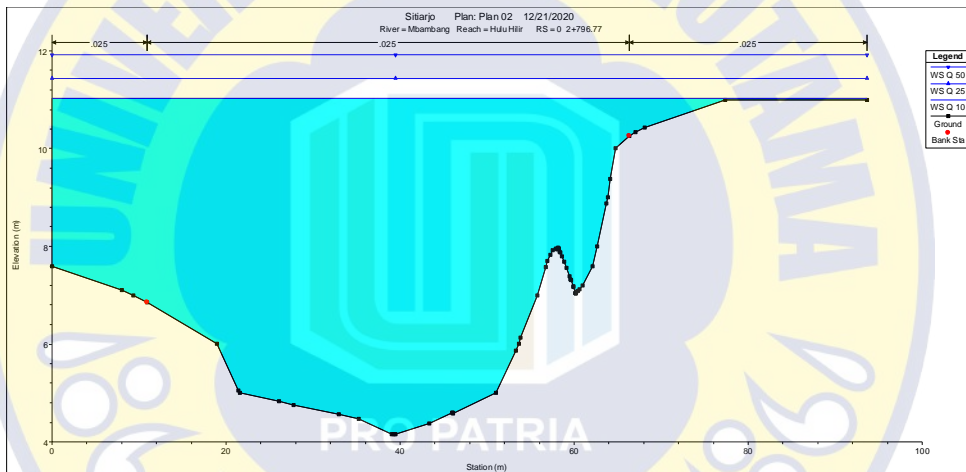
Pada pemodelan dengan menggunakan program HEC-RAS 5.0.7 analisa Sungai Mbambang dilakukan dengan menggunakan debit banjir rancangan kala ulang 10th, 25th dan 50th. Analisa dilakukan untuk mengetahui tinggi muka air banjir yang melimpas di sungai.



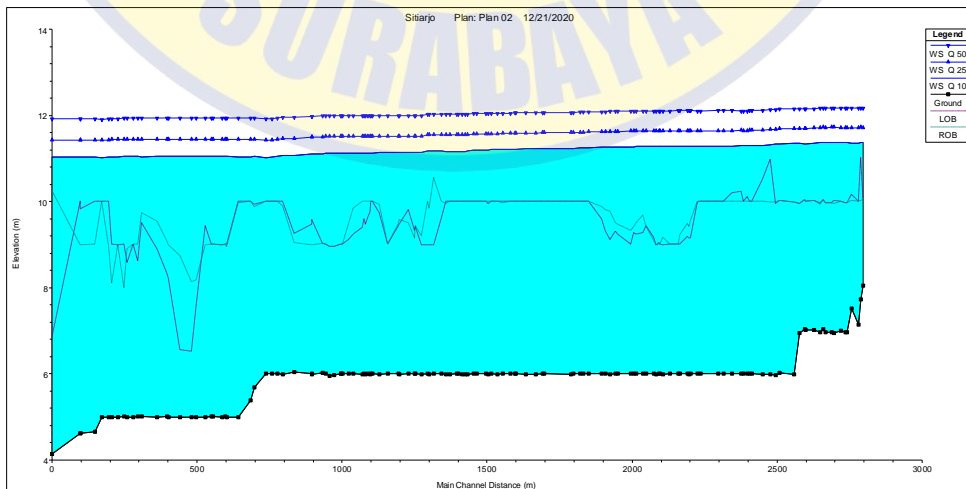
Gambar 4. 26. Cross 141 Sungai Mbambang (Hulu)



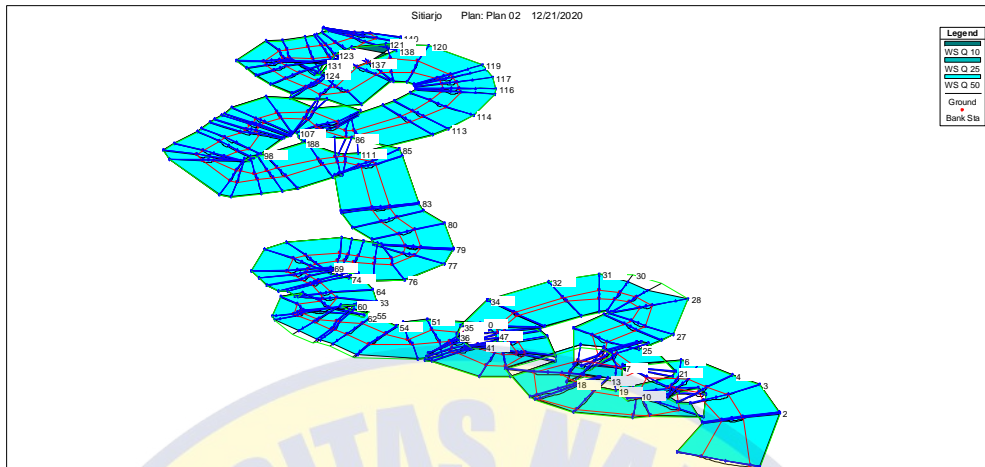
Gambar 4. 27. Cross 4 Sungai Mbambang (Mendekati Peretemuan Sungai)



Gambar 4. 28. Cross 1 Sungai Mbambang (Mendekati Peretemuan Sungai)



Gambar 4. 29. Long Section Sungai Mbambang



Gambar 4. 30. X-Y-Z Perspective Plot Sungai Mbambang

Tabel 4. 24. Output HEC-RAS Sungai Mbambang

Reach	River Sta	Profile	Q	Min	W.S.	Crit	E.G.	E.G.	Vel	Flow	Top	Froude
			Total (m ³ /s)	Ch El (m)	Elev (m)	W.S. (m)	Elev (m)	Slope (m/m)	Chnl (m/s)	Area (m ²)	Width (m)	# Chl
Hulu Hilir	140	Q 10	82.85	8.04	11.37	10.54	11.42	0.000307	1.19	92.34	79.46	0.25
Hulu Hilir	140	Q 25	102.69	8.04	11.72	10.65	11.76	0.000227	1.12	121.39	84.89	0.22
Hulu Hilir	140	Q 50	131.64	8.04	12.17	10.79	12.21	0.000165	1.06	160.17	84.89	0.19
Hulu Hilir	139	Q 10	82.85	7.74	11.38		11.42	0.000262	0.96	97.77	78.56	0.22
Hulu Hilir	139	Q 25	102.69	7.74	11.72		11.76	0.000199	0.93	126.52	84.89	0.2
Hulu Hilir	139	Q 50	131.64	7.74	12.17		12.21	0.00015	0.92	165.15	84.89	0.18
Hulu Hilir	138	Q 10	82.85	7.15	11.35		11.41	0.000303	1.24	89.35	77.15	0.25
Hulu Hilir	138	Q 25	102.69	7.15	11.7		11.75	0.000228	1.17	118.9	84.89	0.22
Hulu Hilir	138	Q 50	131.64	7.15	12.16		12.21	0.000168	1.11	158.01	84.89	0.19
Hulu Hilir	137	Q 10	82.85	7.52	11.36		11.4	0.000204	0.99	106.47	84.89	0.21
Hulu Hilir	137	Q 25	102.69	7.52	11.71		11.74	0.000159	0.96	136.09	84.89	0.19
Hulu Hilir	137	Q 50	131.64	7.52	12.17		12.2	0.000124	0.94	175.02	84.89	0.17
Hulu Hilir	136	Q 10	82.85	6.98	11.37		11.39	0.000124	0.83	127.38	84.89	0.16
Hulu Hilir	136	Q 25	102.69	6.98	11.71		11.74	0.000105	0.83	156.87	84.89	0.15
Hulu Hilir	136	Q 50	131.64	6.98	12.17		12.2	0.000088	0.84	195.69	84.89	0.14
Hulu Hilir	135	Q 10	82.85	6.97	11.37		11.39	0.000125	0.82	128.25	84.89	0.16
Hulu Hilir	135	Q 25	102.69	6.97	11.71		11.74	0.000105	0.82	157.74	84.89	0.15
Hulu Hilir	135	Q 50	131.64	6.97	12.17		12.2	0.000088	0.82	196.57	84.89	0.14
Hulu Hilir	134	Q 10	82.85	7	11.37		11.39	0.000119	0.78	132.95	84.89	0.16
Hulu Hilir	134	Q 25	102.69	7	11.71		11.74	0.0001	0.78	162.44	84.89	0.15
Hulu Hilir	134	Q 50	131.64	7	12.17		12.2	0.000084	0.79	201.26	84.89	0.14
Hulu Hilir	133	Q 10	82.85	6.95	11.37		11.38	0.000053	0.55	178.24	84.89	0.11
Hulu Hilir	133	Q 25	102.69	6.95	11.72		11.73	0.00005	0.58	207.64	84.89	0.1
Hulu Hilir	133	Q 50	131.64	6.95	12.18		12.19	0.000047	0.62	246.4	84.89	0.1
Hulu Hilir	132	Q 10	82.85	6.97	11.37		11.38	0.000036	0.47	203.95	92.93	0.09
Hulu Hilir	132	Q 25	102.69	6.97	11.72		11.73	0.000035	0.5	236.15	92.93	0.09
Hulu Hilir	132	Q 50	131.64	6.97	12.18		12.19	0.000034	0.54	278.61	92.93	0.09

Dari hasil analisa dengan bantuan program HEC-RAS diatas, dapat diketahui bahwa kondisi Sungai Mbambang Eksisting dengan menggunakan debit banjir rancangan Q10th, Q25th dan Q50th mengalami banjir. Rata-rata ketinggian muka air banjir dari bibir sungai adalah 2-4 meter. Tingginya muka air banjir diperkirakan terjadi karena adanya back water dari Sungai Klakah.

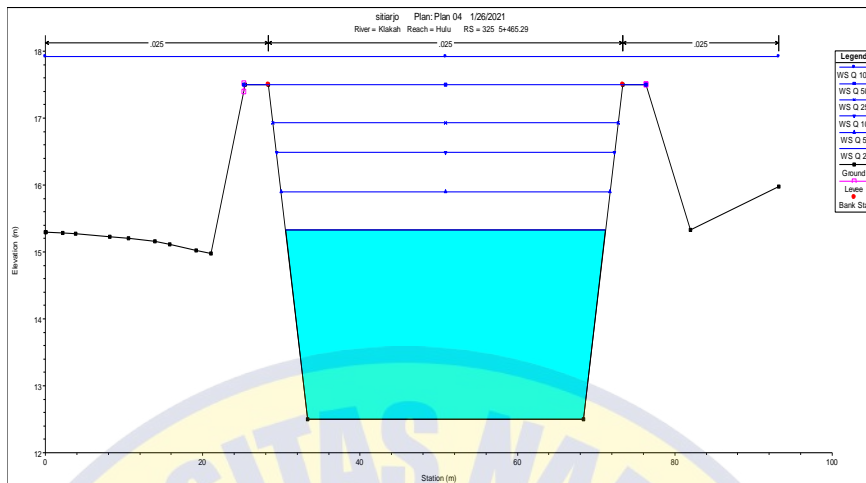
Ketiga sungai mengalami banjir ketika di running dengan debit banjir rencana Q 50th. Hal ini disebabkan karena profil sungai yang sudah banyak berubah akibat sedimentasi dan penggunaan bantaran sungai untuk kegiatan manusia.

Untuk itu, perlu dilakukan kegiatan perbaikan alur sungai dan analisa tata guna lahan untuk mencegah dan meminimalkan potensi terjadinya banjir di Desa Sitarjo.

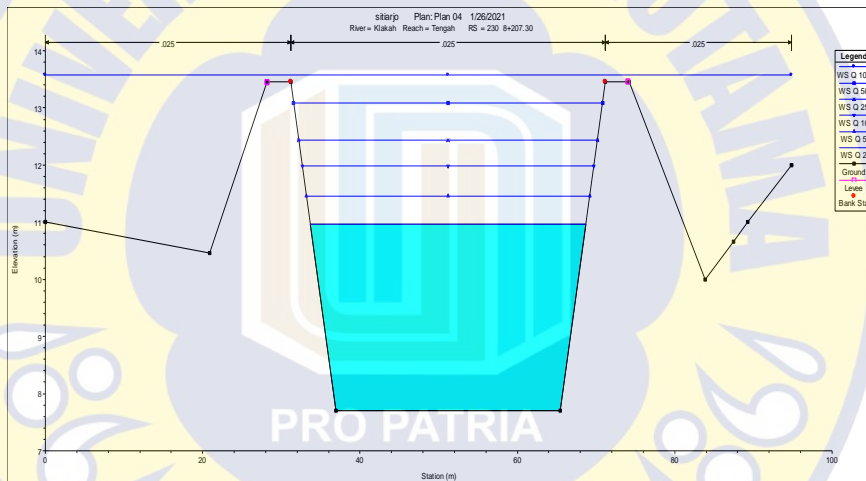
4.8.2. Pemodelan Sungai Kondisi Rencana (Desain).

A. Pemodelan Desain Sungai Klakah) Kala Ulang 10th, 25th dan 50th

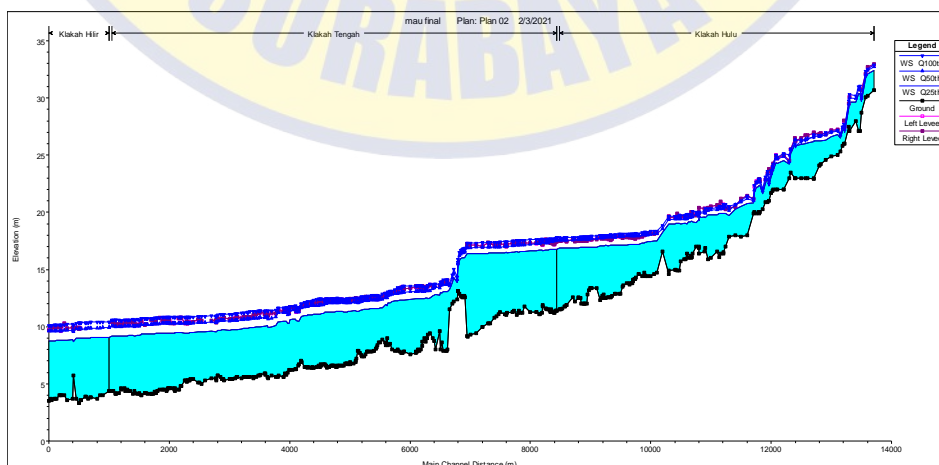
Keluaran dari program HEC-RAS 4.0. untuk kondisi penampang Sungai Klakah yang telah direncanakan dapat dilihat dari beberpa penampang melintang di bawah ini.



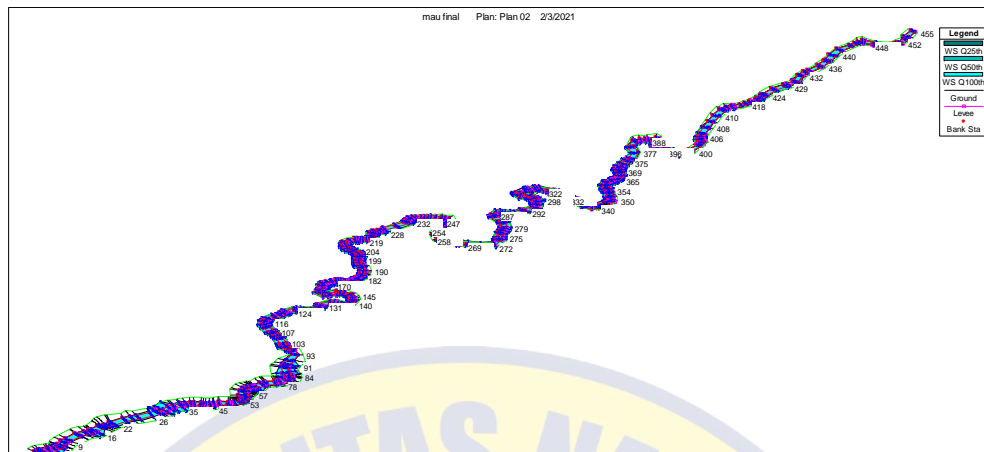
Gambar 4. 31. Cross 325 Sungai Klakah (Section 1) Desain 2022



Gambar 4. 32. Cross 230 Sungai Klakah (Section 3) Desain 2022



Gambar 4. 33. Long Section Sungai Klakah Desain 2022

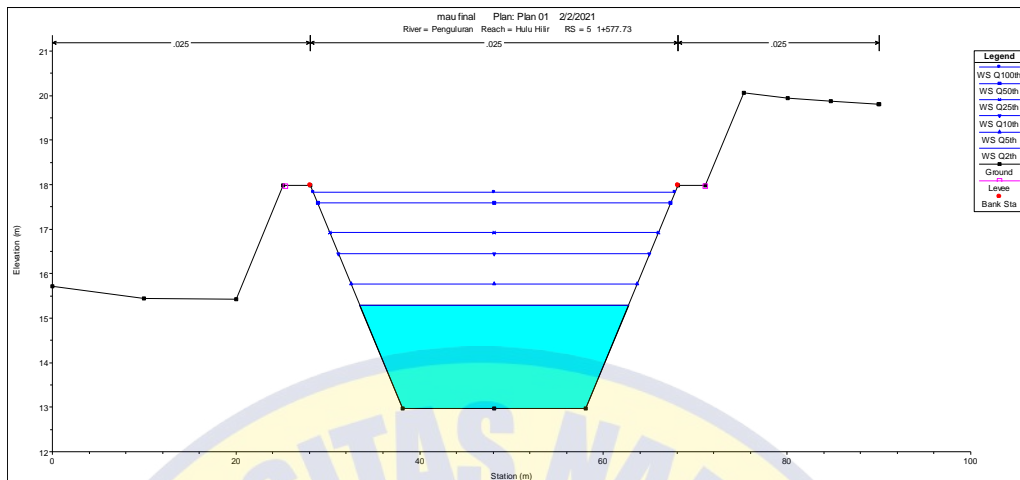


Gambar 4. 34. X-Y-Z Perspective Plot Sungai Klakah Desain 2022

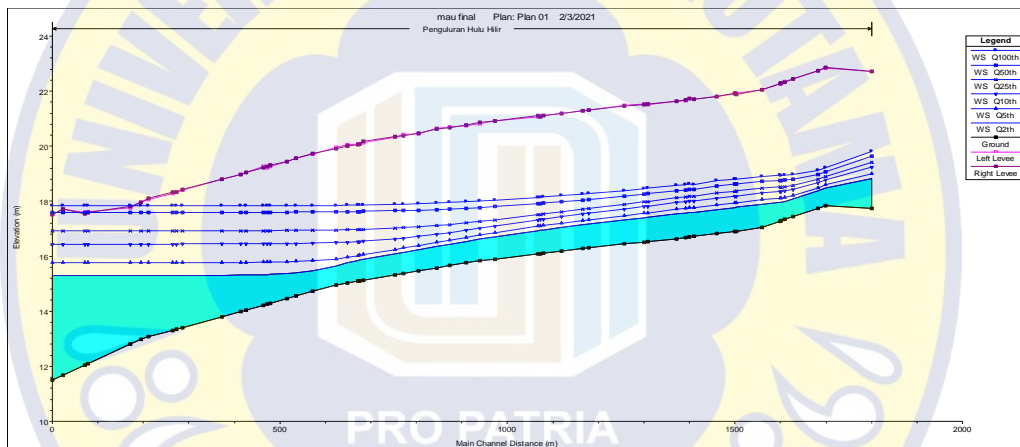
Dari hasil analisa dengan bantuan program HEC-RAS diatas, dapat diketahui bahwa kondisi Sungai Klakah Desain dengan menggunakan debit banjir rancangan Q25th sudah tidak mengalami banjir. Dari hasil keseluruhan running diatas, dapat disimpulkan bahwa profil desain sungai pada masing-masing section sudah tidak mengalami banjir.

B. Permodelan Desain Sungai Penguluran Kala Ulang 10th, 25th dan 50th

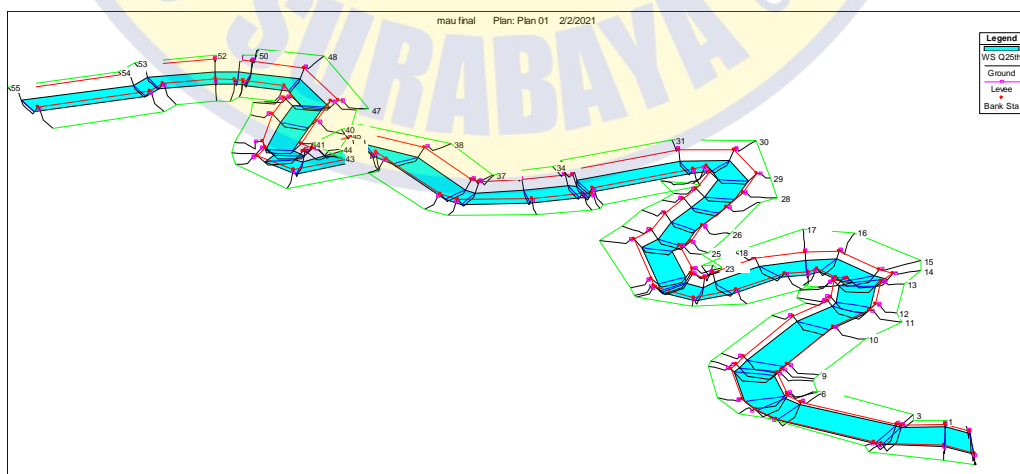
Berikut keluaran dari program HEC-RAS 4.0. untuk kondisi penampang Sungai Penguluran yang telah direncanakan.



Gambar 4. 35. Cross 5 Sungai Penguluran (Section 2) Desain 2022



Gambar 4. 36. Long Section Sungai Penguluran Desain 2022

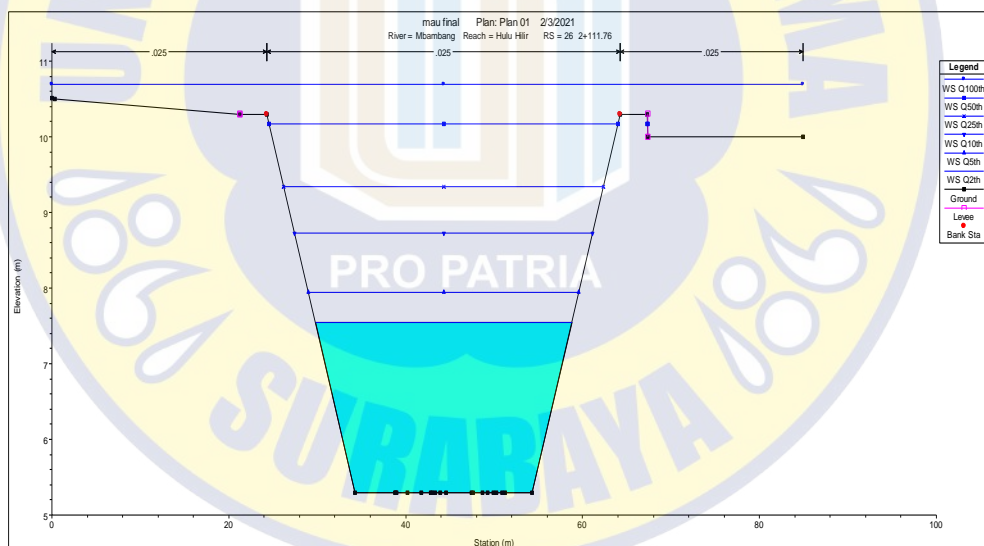


Gambar 4. 37. X-Y-Z Perspective Plot Sungai Penguluran Desain 2022

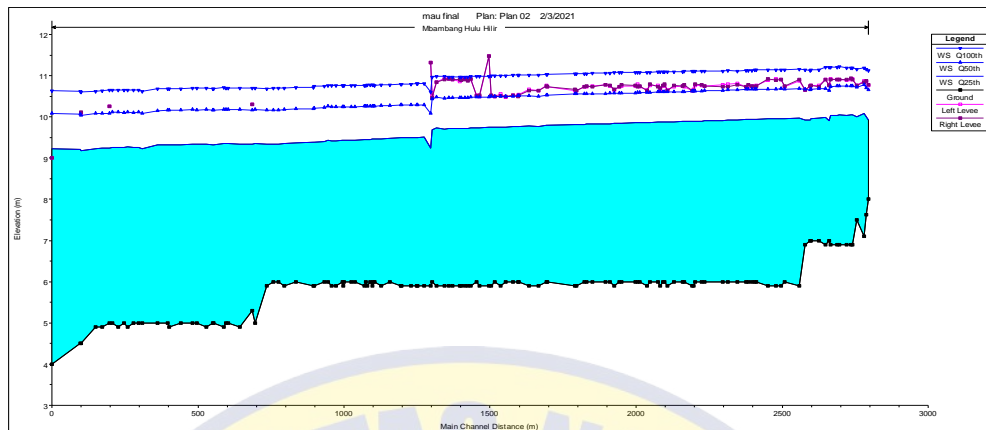
Dari hasil analisa dengan bantuan program HEC-RAS diatas, dapat diketahui bahwa kondisi Sungai Penguluran Desain dengan menggunakan debit banjir rancangan Q25th sudah tidak mengalami banjir. Dari hasil keseluruhan running diatas, dapat disimpulkan bahwa profil desain sungai pada masing-masing section sudah tidak mengalami banjir.

C. Permodelan Desain Sungai Mbambang Kala Ulang 10th, 25th dan 50th

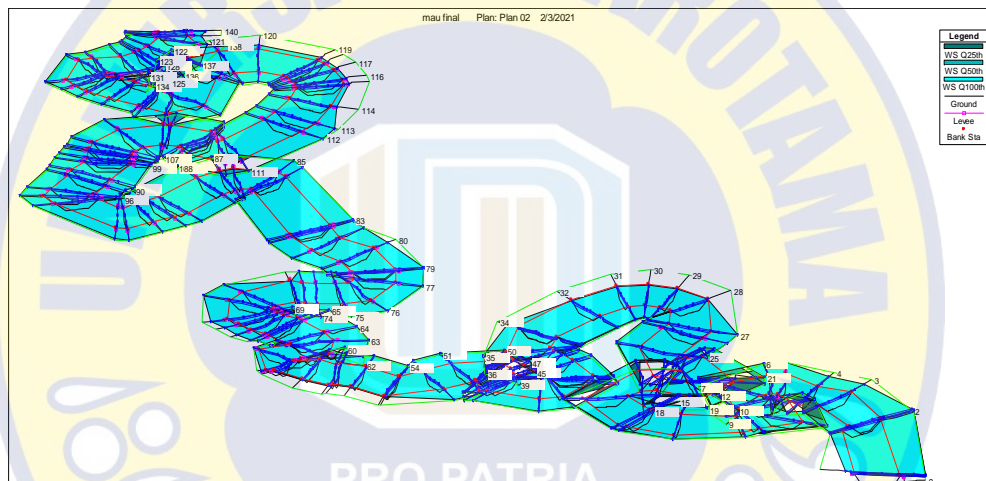
Keluaran dari program HEC-RAS 4.0. untuk kondisi penampang Sungai Klakah yang telah direncanakan dapat dilihat dari beberapa penampang melintang di bawah ini.



Gambar 4. 38. Cross 26 Sungai Mbambang (Section 4) Desain 2022



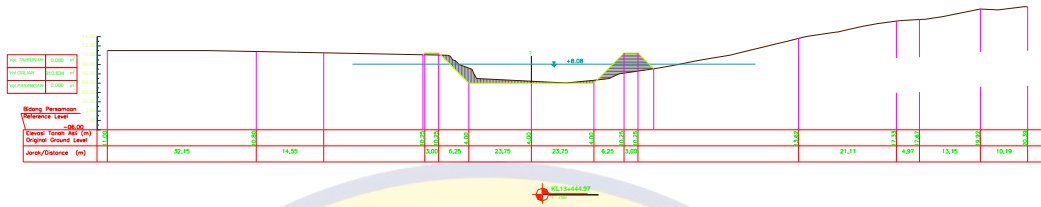
Gambar 4. 39. Long Section Sungai Mbambang Desain 2022



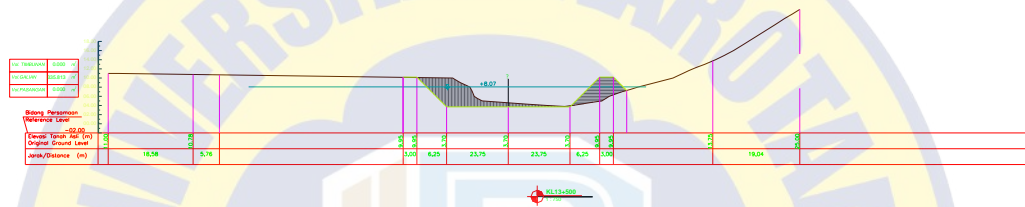
Gambar 5.1. X-Y-Z Perspective Plot Sungai Mbambang Desain 2022

Dari hasil analisa dengan bantuan program HEC-RAS diatas, dapat diketahui bahwa kondisi Sungai Mbambang Desain dengan menggunakan debit banjir rancangan Q25th sudah tidak mengalami banjir. Dari hasil keseluruhan running diatas, dapat disimpulkan bahwa profil desain sungai pada masing-masing section sudah tidak mengalami banjir.

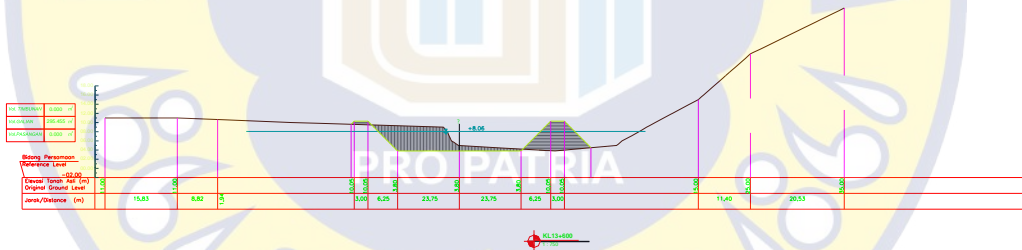
Berikut disajikan beberapa sampel gambar desain hasil permodelan hec-ras yang telah dilakukan :



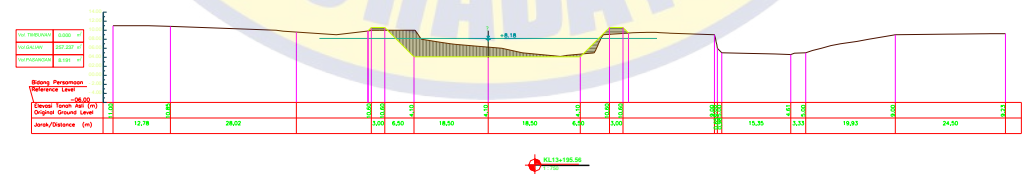
Gambar 4. 40. Lokasi Gambar Pada Titik Cross RS 24 : STA 13+444.97



Gambar 4. 41. Lokasi Gambar Pada Titik Cross RS 23 : STA 13+500



Gambar 4. 42. Lokasi Gambar Pada Titik Cross RS 22 : STA 13+600



Gambar 4. 43. Lokasi Gambar Pada Titik Cross RS 13 : STA 13+195.56