

## **BAB IV**

### **ANALISIS HIDROLOGI**

#### **4.1 TINJAUAN UMUM**

Dalam merencanakan bangunan air, analisis yang penting perlu ditinjau adalah analisis hidrologi. Analisis hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana yang mana debit banjir rencana akan berpengaruh besar terhadap besarnya debit maksimum maupun kestabilan konstruksi yang akan dibangun. Pada perencanaan konstruksi, data curah hujan harian selama periode 10 tahun yang akan dijadikan dasar perhitungan dalam menentukan debit banjir rencana.

Data hujan harian selanjutnya akan diolah menjadi data curah hujan rencana, yang kemudian akan diolah menjadi debit banjir rencana. Data hujan harian didapatkan dari beberapa stasiun di sekitar lokasi rencana bendung, di mana stasiun tersebut masuk dalam catchment area atau daerah pengaliran sungai.

Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
- b. Menentukan luas pengaruh daerah stasiun-stasiun penakar hujan sungai.
- c. Menentukan curah hujan maksimum tiap tahunnya dari data curah hujan yang ada.
- d. Menganalisis curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
- e. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya curah hujan rencana diatas pada periode ulang T tahun.

#### **4.2 DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)**

Sebelum menentukan daerah aliran sungai, terlebih dahulu menentukan lokasi bangunan air (bendung) yang akan direncanakan. Dari lokasi bendung ke arah hulu, kemudian ditentukan batas daerah aliran sungai dengan menarik garis imajiner yang menghubungkan titik-titik yang memiliki kontur tertinggi sebelah kiri dan kanan sungai yang ditinjau.

Dari peta topografi didapat luas Daerah Aliran Sungai (DAS) Tulis sebesar 104,6 km<sup>2</sup>. Untuk peta daerah aliran sungai (DAS) dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.3 ANALISIS CURAH HUJAN RATA-RATA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)

Dari metode perhitungan curah hujan yang ada, digunakan metode Thiessen karena kondisi topografi dan jumlah stasiun memenuhi syarat untuk digunakan metode ini. Adapun jumlah stasiun yang masuk di lokasi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang akan digunakan dalam perhitungan analisis curah hujan rata-rata berjumlah tiga buah stasiun yaitu Sta. Pejawaran, Sta. Banyukembar, Sta. Sikunang.

Dari tiga stasiun tersebut masing-masing dihubungkan untuk memperoleh luas daerah pengaruh dari tiap stasiun. Di mana masing-masing stasiun mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun.

Berdasarkan hasil pengukuran dengan peta kontur, luas pengaruh dari tiap stasiun ditunjukkan pada tabel 4.1.

*Tabel 4.1 Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Sungai Tulis*

No Sta.	Nama Stasiun	Luas (Km <sup>2</sup> )	Bobot (%)
26d	Banyukembar	19,48	18,62
66	Pejawaran	38,82	37,11
24	Sikunang	46,3	44,27
	Luas Total	104,6	100

*Sumber : Hasil Pengukuran*

## 4.3.1 Data Curah Hujan Maksimum

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Banyukembar

NO	TAHUN	CURAH HUJAN BULANAN												R (maks)
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGT	SEPT	OKT	NOV	DES	
1	1980	406	318	638	502	135	71	34	140	63	386	525	530	100
2	1981	446	310	494	330	309	192	278	37	294	368	580	500	97
3	1982	517	545	527	326	0	24	0	0	0	24	210	567	124
4	1983	367	442	267	384	416	82	0	0	10	318	529	420	101
5	1984	538	437	404	581	166	29	40	8	250	293	368	344	135
6	1985	679	586	596	567	259	167	30	99	65	262	485	476	143
7	1986	357	255	622	386	149	185	60	61	255	238	456	392	119
8	1987	526	572	336	175	211	53	28	0	0	16	468	513	103
9	1988	733	486	853	195	370	305	43	66	88	402	507	315	175
10	1989	443	381	364	238	244	300	142	56	0	226	239	516	110
11	1990	405	489	323	293	221	78	134	120	12	97	269	425	123
12	1991	440	619	776	634	175	0	0	0	0	282	606	651	127
13	1992	521	406	748	598	243	144	93	460	121	561	522	662	189
14	1993	500	287	580	531	251	140	0	7	5	77	569	481	93
15	1994	812	591	773	817	25	147	0	1	0	83	645	792	176
16	1995	589	648	557	423	231	367	210	0	0	457	1072	439	99
17	1996	416	581	481	311	130	63	18	98	8	738	838	434	86
18	1997	351	391	325	319	319	33	0	0	0	0	238	484	73
19	1998	482	851	803	314	453	624	580	155	200	593	489	760	113
20	1999	1082	737	593	370	394	165	55	12	24	530	615	647	185
21	2000	430	321	769	597	205	54	55	88	33	539	873	599	184
22	2001	651	467	649	431	214	106	83	10	112	531	699	334	119
23	2002	443	193	690	406	109	98	19	5	20	34	488	975	132
24	2003	798	579	713	324	262	45	0	4	49	303	514	428	155
25	2004	654	490	399	207	273	201	12	92	128	95	130	819	93
26	2005	727	485	336	78	78	40	89	0	23	55	494	425	81
27	2006	397	266	280	168	44	47	6	0	141	177	180	233	28

Sumber : Dinas PSDA Provinsi Jawa Tengah

Tabel 4.3 Data Curah Hujan bulanan Stasiun Pejawaran

NO	TAHUN	CURAH HUJAN BULANAN												R (maks)
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGT	SEPT	OKT	NOV	DES	
1	1980	406	318	638	502	135	71	34	140	63	386	525	530	125
2	1981	446	310	494	330	309	192	278	37	294	368	580	500	89
3	1982	517	545	527	326	0	24	0	0	0	24	210	567	120
4	1983	367	442	267	384	416	82	0	0	10	318	529	420	125
5	1984	538	437	404	581	166	29	40	8	250	293	368	344	170
6	1985	679	586	596	567	259	167	30	99	65	262	485	476	128
7	1986	357	255	622	386	149	185	60	61	255	238	456	392	165
8	1987	526	572	336	175	211	53	28	0	0	16	468	513	125
9	1988	733	486	853	195	370	305	43	66	88	402	507	315	95
10	1989	443	381	364	238	244	300	142	56	0	226	239	516	125
11	1990	405	489	323	293	221	78	134	120	12	97	269	425	150
12	1991	440	619	776	634	175	0	0	0	0	282	606	651	75
13	1992	521	406	748	598	243	144	93	460	121	561	522	662	225
14	1993	500	287	580	531	251	140	0	7	5	77	569	481	176
15	1994	812	591	773	817	25	147	0	1	0	83	645	792	127
16	1995	589	648	557	423	231	367	210	0	0	457	1072	439	172
17	1996	416	581	481	311	130	63	18	98	8	738	838	434	152
18	1997	351	391	325	319	319	33	0	0	0	0	238	484	126
19	1998	482	851	803	314	453	624	580	155	200	593	489	760	135
20	1999	1082	737	593	370	394	165	55	12	24	530	615	647	126
21	2000	430	321	769	597	205	54	55	88	33	539	873	599	178
22	2001	651	467	649	431	214	106	83	10	112	531	699	334	136
23	2002	443	193	690	406	109	98	19	5	20	34	488	975	145
24	2003	798	579	713	324	262	45	0	4	49	303	514	428	154
25	2004	654	490	399	207	273	201	12	92	128	95	130	819	102
26	2005	727	485	336	78	78	40	89	0	23	55	494	425	95
27	2006	397	266	280	168	44	47	6	0	141	177	180	233	75

Sumber : Dinas PSDA Provinsi Jawa Tengah

Tabel 4.4 Data Curah Hujan bulanan Stasiun Sikunang

NO	TAHUN	CURAH HUJAN BULANAN												R (maks)
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGT	SEPT	OKT	NOV	DES	
1	1980	406	318	638	502	135	71	34	140	63	386	525	530	89
2	1981	446	310	494	330	309	192	278	37	294	368	580	500	105
3	1982	517	545	527	326	0	24	0	0	0	24	210	567	76
4	1983	367	442	267	384	416	82	0	0	10	318	529	420	122
5	1984	538	437	404	581	166	29	40	8	250	293	368	344	121

6	1985	679	586	596	567	259	167	30	99	65	262	485	476	130
7	1986	357	255	622	386	149	185	60	61	255	238	456	392	239
8	1987	526	572	336	175	211	53	28	0	0	16	468	513	110
9	1988	733	486	853	195	370	305	43	66	88	402	507	315	136
10	1989	443	381	364	238	244	300	142	56	0	226	239	516	112
11	1990	405	489	323	293	221	78	134	120	12	97	269	425	77
12	1991	440	619	776	634	175	0	0	0	0	282	606	651	108
13	1992	521	406	748	598	243	144	93	460	121	561	522	662	132
14	1993	500	287	580	531	251	140	0	7	5	77	569	481	119
15	1994	812	591	773	817	25	147	0	1	0	83	645	792	97
16	1995	589	648	557	423	231	367	210	0	0	457	1072	439	133
17	1996	416	581	481	311	130	63	18	98	8	738	838	434	87
18	1997	351	391	325	319	319	33	0	0	0	0	238	484	118
19	1998	482	851	803	314	453	624	580	155	200	593	489	760	111
20	1999	1082	737	593	370	394	165	55	12	24	530	615	647	129
21	2000	430	321	769	597	205	54	55	88	33	539	873	599	109
22	2001	651	467	649	431	214	106	83	10	112	531	699	334	67
23	2002	443	193	690	406	109	98	19	5	20	34	488	975	73
24	2003	798	579	713	324	262	45	0	4	49	303	514	428	112
25	2004	654	490	399	207	273	201	12	92	128	95	130	819	70
26	2005	727	485	336	78	78	40	89	0	23	55	494	425	78
27	2006	397	266	280	168	44	47	6	0	141	177	180	233	120

Sumber : Dinas PSDA Provinsi Jawa Tengah

**4.3.2. Analisis Curah Hujan Area**

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan (catchment area) tersebut, yaitu dengan menganalisis data-data curah hujan maksimum yang didapat dari tiga stasiun penakar hujan yaitu Sta. Pejawaran, Sta. Banyukembar, Sta. Sikunang.

Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah metode Thiessen seperti persamaan 2.02 Bab II sebagai berikut:

Persamaan :

$$\bar{R} = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$W_n = \frac{A_n}{A}$$

Di mana :

- $\bar{R}$  = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)
- $R_1, R_2, \dots, R_n$  = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)
- $A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah pada polygon 1, 2, ..., n (Km<sup>2</sup>)
- $W_1, W_2, \dots, W_n$  = bobot luas bagian DAS yang terpengaruh di tiap titik pengamatan (Sta. Hujan).

Dalam hubungannya dengan R24 yang akan dipakai ada 2 cara yang biasa digunakan dalam perhitungan, yaitu :

- R24 pada satu stasiun dibandingkan dengan stasiun lain pada waktu yang sama.
- R24 langsung diambil pada masing-masing stasiun tanpa membandingkan besar R24 pada stasiun lain. Dari ketiga curah hujan maksimum pada masing – masing stasiun dikalikan dengan bobot luas (Wn), maka didapatkan curah hujan areal DAS Tulis.

**A. R<sub>24</sub> pada satu stasiun dibandingkan dengan stasiun lain pada waktu yang sama.**

Pada cara ini, curah hujan maksimum rata – rata didapatkan dengan mengalikan curah hujan masimum pada tiap stasiun dengan bobot luas (Wn). Lalu curah hujan maksimum rata – rata tersebut dibandingkan dengan stasiun lain dan diambil yang terbesar untuk mendapatkan curah hujan areal DAS Tulis.

*Tabel 4.5 Curah Hujan Areal berdasarkan hujan maksimum di Sta Banyukembar*

N0	TANGGAL	BANYUKEMBAR		PEJAWARAN		SIKUNANG		RH max (mm)
		BOBOT 18,62 %		BOBOT 37,11 %		BOBOT 44,27 %		
		Rmax	R1 bobot*Rmax	Rmax	R2 bobot*Rmax	Rmax	R3 bobot*Rmax	(R1+R2+R3)
1	19-Mar-80	100	18.620	0	0.000	7	3.0989	21.719
2	10-Oct-81	97	18.061	1	0.371	12	5.3124	23.745
3	25-Feb-82	124	23.089	48	17.813	11	4.8697	45.771

4	2-Dec-83	101	18.842	12	4.453	13	5.7551	29.051
5	15-Jan-84	135	25.082	10	3.711	67	29.6609	58.454
6	15-Dec-85	143	26.703	0	0.000	58	25.6766	52.380
7	21-Nov-86	119	22.158	7	2.598	90	39.843	64.599
8	11-Feb-87	103	19.094	14	5.195	38	16.8226	41.112
9	24-Mar-88	175	32.585	9	3.340	3	1.3281	37.253
10	28-Dec-89	110	20.482	10	3.711	14	6.1978	30.391
11	15-Dec-90	123	22.903	33	12.246	12	5.3124	40.461
12	9-Mar-91	127	23.647	30	11.133	39	17.154625	51.935
13	24-Mar-92	189	35.192	10	3.711	40	17.57519	56.478
14	6-Mar-93	93	17.317	176	65.314	41	17.995755	100.626
15	12-Apr-94	176	32.771	23	8.535	42	18.41632	59.723
16	17-Feb-95	99	18.434	41	15.215	43	18.836885	52.486
17	18-Nov-96	86	16.013	84	31.172	44	19.25745	66.443
18	28-Nov-97	73	13.593	63	23.379	44	19.678015	56.650
19	28-Jan-98	113	21.041	111	41.192	45	20.09858	82.331
20	21-Nov-99	185	34.447	2	0.742	46	20.519145	55.708
21	12-Dec-00	184	34.261	20	7.422	13	5.7551	47.438
22	20-Nov-01	119	22.158	90	33.399	47	20.93971	76.497
23	2-Dec-02	132	24.578	74	27.461	48	21.360275	73.400
24	6-Mar-03	155	28.861	10	3.711	49	21.78084	54.353
25	28-Feb-04	93	17.317	26	9.649	50	22.201405	49.167
26	25-Nov-05	81	15.082	9	3.340	51	22.62197	41.044
27	29-Apr-06	28	5.214	0	0.000	52	23.042535	28.256

Tabel 4.6 Curah Hujan Areal berdasarkan hujan maksimum di Sta Pejawaran

NO	TANGGAL	BANYUKEMBAR		PEJAWARAN		SIKUNANG		RH max (mm)
		BOBOT 18,62 %		BOBOT 37,11 %		BOBOT 44,27 %		(R1+R2+R3)
		R max	R1 bobot*Rmax	Rmax	R2 bobot*Rmax	Rmax	R3 bobot*Rmax	
1	2-Apr-80	21	3.910	125	46.388	23	10.1821	60.480
2	20-Nov-81	0	0.000	89	33.028	8	3.5416	36.570
3	15-Dec-82	64	11.917	120	44.532	21	9.2967	65.746
4	2-Feb-83	11	2.048	125	46.388	19	8.4113	56.847
5	18-Jan-84	45	8.379	170	63.087	8	3.5416	75.008
6	25-Jan-85	54	10.055	128	47.501	28	12.3956	69.951
7	29-Nov-86	5	0.931	165	61.232	26	11.5102	73.673
8	2-Feb-87	14	2.607	125	46.388	37	16.3799	65.374
9	31-Oct-88	8	1.490	95	35.255	57	25.2339	61.978

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN SISTEM DEWATERING

PADA RENCANA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN BENDUNG GERAK TULIS

BANJARNEGARA - JAWA TENGAH

10	24-Dec-89	26	4.841	125	46.388	22	9.7394	60.968
11	18-Dec-90	0	0.000	150	55.665	6	2.6562	58.321
12	22-Mar-91	80	14.896	75	27.833	108	47.8116	90.540
13	24-Dec-92	19	3.538	225	83.498	25	11.0675	98.103
14	6-Mar-93	123	22.903	176	65.314	0	0	88.216
15	13-Mar-94	25	4.655	127	47.130	25	11.0675	62.852
16	20-Nov-95	63	11.731	172	63.829	41	18.1507	93.711
17	22-Feb-96	80	14.896	152	56.407	17	7.5259	78.829
18	1-Mei-97	64	11.917	126	46.759	0	0	58.675
19	24-Jul-98	15	2.793	135	50.099	7	3.0989	55.990
20	22-Dec-99	79	14.710	126	46.759	21	9.2967	70.765
21	14-Nov-00	86	16.013	178	66.056	58	25.6766	107.746
22	18-Dec-01	42	7.820	136	50.470	11	4.8697	63.160
23	26-Dec-02	55	10.241	145	53.810	29	12.8383	76.889
24	25-Feb-03	0	0.000	154	57.149	2	0.8854	58.035
25	21-Nov-04	0	0.000	102	37.852	48	21.2496	59.102
26	17-Nov-05	29	5.400	95	35.255	0	0	40.654
27	1-Feb-06	15	2.793	75	27.833	64	28.3328	58.958

Tabel 4.7 Curah Hujan Areal berdasarkan hujan maksimum di Sta Sikunang

NO	TANGGAL	BANYUKEMBAR		PEJAWARAN		SIKUNANG		RH max (mm)
		BOBOT 18,62 %		BOBOT 37,11 %		BOBOT 44,27 %		(R1+R2+R3)
		Rmax	R1 bobot*Rmax	Rmax	R2 bobot*Rmax	Rmax	R3 bobot*Rmax	
1	5-Jan-80	11	2.048	72	26.719	89	39.4003	68.168
2	6-Jan-81	6	1.117	32	11.875	105	46.4835	59.476
3	26-Apr-82	8	1.490	0	0.000	76	33.6452	35.135
4	12-Jan-83	0	0.000	8	2.969	122	54.0094	56.978
5	15-Nov-84	23	4.283	29	10.762	121	53.5667	68.611
6	11-Apr-85	17	3.165	37	13.731	130	57.551	74.447
7	22-Mar-86	64	11.917	7	2.598	139	61.5353	76.050
8	17-Jan-87	10	1.862	17	6.309	110	48.697	56.868
9	10-Jan-88	13	2.421	83	30.801	136	60.2072	93.429
10	8-Dec-89	27	5.027	30	11.133	112	49.5824	65.743
11	31-Jan-90	14	2.607	12	4.453	77	34.0879	41.148
12	22-Mar-91	80	14.896	75	27.833	108	47.8116	90.540
13	14-Nov-92	51	9.496	8	2.969	132	58.4364	70.901
14	26-Nov-93	0	0.000	9	3.340	119	52.6813	56.021



15	29-Jan-94	97	18.061	98	36.368	97	42.9419	97.371
16	6-Apr-95	12	2.234	18	6.680	133	58.8791	67.793
17	18-Oct-96	86	16.013	92	34.141	87	38.5149	88.669
18	17-Dec-97	0	0.000	2	0.742	118	52.2386	52.981
19	17-Dec-98	0	0.000	0	0.000	111	49.1397	49.140
20	27-Nov-99	0	0.000	0	0.000	129	57.1083	57.108
21	11-Dec-00	72	13.406	75	27.833	109	48.2543	89.493
22	20-Nov-01	9	1.676	90	33.399	67	29.6609	64.736
23	10-Jan-02	65	12.103	68	25.235	73	32.3171	69.655
24	31-Jan-03	70	13.034	81	30.059	112	49.5824	92.676
25	4-Dec-04	29	5.400	67	24.864	70	30.989	61.253
26	2-Jan-05	10	1.862	0	0.000	78	34.5306	36.393
27	7-Jan-06	16	2.979	54	20.039	120	53.124	76.143

Contoh :

Pada tanggal 5 Januari 1980 pada Sta. Sikunang, diketahui :

Curah Hujan max di Sta. Banyukembar = 11 mm

Curah Hujan max di Sta. Pejawaran = 72 mm

Curah Hujan max di Sta. Sikunang = 89 mm

Bobot Area Sta. Banyukembar = 18,62 %

Bobot Area Sta. Pejawaran = 37,11 %

Bobot Area Sta. Sikunang = 44,27 %

Maka besar  $R_h \text{ max} = 0,1862 * 11 + 0,3711 * 72 + 0,4427 * 89$

= 68,168 mm

Hasil perhitungan curah hujan areal pada Tabel 4.5 - Tabel 4.7 dapat dirangkum seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Curah Hujan Areal Maksimum Berdasarkan Stasiun

TAHUN	Hasil Curah Hujan Areal (mm) berdasarkan Sta.			Nilai Curah Hujan Areal Maks yg diambil (mm)
	BANYUKEMBAR	PEJAWARAN	SIKUNANG	
1980	22	60	68	68
1981	24	37	59	59
1982	46	66	35	66
1983	29	57	57	57
1984	58	75	69	75
1985	52	70	74	74
1986	65	74	76	76
1987	41	65	57	65
1988	37	62	93	93
1989	30	61	66	66
1990	40	58	41	58
1991	52	91	91	91
1992	56	98	71	98
1993	101	88	56	101
1994	60	63	97	97
1995	52	94	68	94
1996	66	79	89	89
1997	57	59	53	59
1998	82	56	49	82
1999	56	71	57	71
2000	47	108	89	108
2001	76	63	65	76
2002	73	77	70	77
2003	54	58	93	93
2004	49	59	61	61
2005	41	41	36	41
2006	28	59	76	76

Sumber : Hasil Perhitungan

**B.  $R_{24}$  langsung diambil pada masing – masing stasiun tanpa membandingkan besar  $R_{24}$  pada stasiun lain.**

Tabel 4.9 Curah Hujan Areal Maksimum

NO	TAHUN	BANYUKEMBAR		PEJAWARAN		SIKUNANG		RH max (mm)
		BOBOT 18,62 %		BOBOT 37,11 %		BOBOT 44,27 %		(R1+R2+R3)
		Rmax	R1 bobot*Rmax	Rmax	R2 bobot*Rmax	Rmax	R3 bobot*Rmax	
1	1980	100	18.620	125	46.388	89	39.4003	104.408
2	1981	97	18.061	89	33.028	105	46.4835	97.573
3	1982	124	23.089	120	44.532	76	33.6452	101.266
4	1983	101	18.842	125	46.388	122	54.0094	119.239
5	1984	135	25.082	170	63.087	121	53.5667	141.736
6	1985	143	26.703	128	47.501	130	57.551	131.755
7	1986	119	22.158	165	61.232	139	61.5353	144.925
8	1987	103	19.094	125	46.388	110	48.697	114.178
9	1988	175	32.585	95	35.255	136	60.2072	128.047
10	1989	110	20.482	125	46.388	112	49.5824	116.452
11	1990	123	22.903	150	55.665	77	34.0879	112.656
12	1991	127	23.647	75	27.833	108	47.8116	99.292
13	1992	189	35.192	225	83.498	132	58.4364	177.126
14	1993	93	17.317	176	65.314	119	52.6813	135.312
15	1994	176	32.771	127	47.130	97	42.9419	122.843
16	1995	99	18.434	172	63.829	133	58.8791	141.142
17	1996	86	16.013	152	56.407	87	38.5149	110.935
18	1997	73	13.593	126	46.759	118	52.2386	112.590
19	1998	113	21.041	135	50.099	111	49.1397	120.279
20	1999	185	34.447	126	46.759	129	57.1083	138.314
21	2000	184	34.261	178	66.056	109	48.2543	148.571
22	2001	119	22.158	136	50.470	67	29.6609	102.288
23	2002	132	24.578	145	53.810	73	32.3171	110.705
24	2003	155	28.861	154	57.149	112	49.5824	135.593
25	2004	93	17.317	102	37.852	70	30.989	86.158
26	2005	81	15.082	95	35.255	78	34.5306	84.867
27	2006	28	5.214	75	27.833	120	53.124	86.170

Tabel 4.10 Rekapitulasi Curah Hujan Areal Maksimum

No	Tahun	Curah Hujan Areal (mm)
1	1980	104
2	1981	98
3	1982	101
4	1983	119
5	1984	142
6	1985	132
7	1986	145
8	1987	114
9	1988	128
10	1989	116
11	1990	113
12	1991	99
13	1992	177
14	1993	135
15	1994	123
16	1995	141
17	1996	111
18	1997	113
19	1998	120
20	1999	138
21	2000	149
22	2001	102
23	2002	111
24	2003	136
25	2004	86
26	2005	85
27	2006	86

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari 2 cara diatas, yang digunakan sebagai curah hujan areal (R24) DAS Tulis adalah cara pertama, karena hasil perhitungan cara pertama lebih realistis jika dibandingkan dengan cara kedua yang hasilnya lebih besar. Selain itu, curah hujan maksimum di satu stasiun pada satu waktu bukan berarti bahwa juga terjadi curah hujan maksimum di stasiun lain pada waktu yang sama.

#### 4.4 ANALISIS FREKUENSI CURAH HUJAN RENCANA

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan harian maksimum guna menentukan debit banjir rencana.

##### 4.4.1 Pengukuran Dispersi

Suatu kenyataan bahwa tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya. besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi, yakni melalui perhitungan parametrik statistik untuk  $(X_i - \bar{X})$ ,  $(X_i - \bar{X})^2$ ,  $(X_i - \bar{X})^3$ ,  $(X_i - \bar{X})^4$  terlebih dahulu, di mana :

$X_i$  = besarnya curah hujan daerah (mm)

$\bar{X}$  = rata-rata curah hujan maksimum daerah (mm)

Perhitungan parametrik stasistik dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Parameter Statistik Curah Hujan

No	Tahun	RH Rencana	(Xi - X)	(Xi - X) <sup>2</sup>	(Xi - X) <sup>3</sup>	(Xi - X) <sup>4</sup>
		mm				
1	1980	68	-8.5648	73.3550	-628.2673	5380.9536
2	1981	59	-17.2566	297.7886	-5138.8046	88678.0509
3	1982	66	-10.9870	120.7131	-1326.2693	14571.6581
4	1983	57	-19.7543	390.2305	-7708.7116	152279.8339
5	1984	75	-1.7249	2.9751	-5.1316	8.8513
6	1985	74	-2.2854	5.2228	-11.9360	27.2780
7	1986	76	-0.6827	0.4660	-0.3181	0.2172
8	1987	65	-11.3583	129.0099	-1465.3270	16643.5537
9	1988	93	16.6966	278.7780	4654.6587	77717.1960
10	1989	66	-10.9897	120.7725	-1327.2474	14585.9871
11	1990	58	-18.4113	338.9742	-6240.9398	114903.5186
12	1991	91	13.8076	190.6511	2632.4436	36347.8541
13	1992	98	21.3703	456.6918	9759.6616	208567.3602
14	1993	101	23.8935	570.8995	13640.7879	325926.2004

15	1994	97	20.6386	425.9538	8791.1098	181436.6180
16	1995	94	16.9780	288.2541	4893.9918	83090.4262
17	1996	89	11.9368	142.4883	1700.8615	20302.9243
18	1997	59	-18.0571	326.0571	-5887.6309	106313.2596
19	1998	82	5.5988	31.3469	175.5057	982.6263
20	1999	71	-5.9674	35.6093	-212.4932	1268.0219
21	2000	108	31.0131	961.8153	29828.9206	925088.7167
22	2001	76	-0.2359	0.0557	-0.0131	0.0031
23	2002	77	0.1563	0.0244	0.0038	0.0006
24	2003	93	15.9430	254.1808	4052.4161	64607.8621
25	2004	61	-15.4800	239.6289	-3709.4444	57422.0224
26	2005	41	-35.6884	1273.6606	-45454.8879	1622211.4230
27	2006	76	-0.5899	0.3479	-0.2052	0.1211
JUMLAH		2072	0.0000	6955.9513	1012.7336	4118362.5385
rata-rata						

Sumber : Hasil Perhitungan

Macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut :

### 1. Standar Deviasi (S)

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$= 16,357$$

### 2. Koefisien Skewness (C<sub>S</sub>)

Perhitungan koefisien skewness digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_S = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$= 0,0096$$

### 3. Pengukuran Kurtosis (C<sub>K</sub>)

Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4}$$

$$= 2,1311$$

#### 4. Koefisien Variasi ( $C_v$ )

Perhitungan koefisien variasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$= 0,2132$$

#### 4.4.2 Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam pemilihan distribusi tercantum dalam Tabel 4.12

Tabel 4.12 Parameter Pemilihan Distribusi Curah Hujan

Jenis sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Log Normal	$C_s = 3 C_v + C_v^3 = 0,649$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3,759$	$C_s = 0,0096$ $C_k = 2,1311$	
Log pearson Tipe III	$C_s \neq 0$	$C_s = 0,0096$	Dipilih
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	$C_s = 0,0096$ $C_k = 2,1311$	

Berdasarkan parameter data hujan skala normal maka dapat mengestimasi distribusi yang cocok dengan curah hujan tertentu. Adapun distribusi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah metode Log Pearson Tipe III. Pemilihan distribusi dilakukan di masing - masing stasiun dengan maksud agar diperoleh tingkat keyakinan yang maksimal karena ada kemungkinan perbedaan dari siklus terjadinya curah hujan dari masing-masing stasiun. Untuk menguatkan perkiraan pemilihan distribusi yang kita ambil, maka dilakukan pengujian distribusi dengan menggunakan metode Chi-kuadrat dari masing-masing jenis distribusi.

#### 4.4.3 Pengujian Kecocokan Sebaran

Pengujian keselarasan sebaran digunakan menguji sebaran data apakah memenuhi syarat untuk data perencanaan. Pengujian kecocokan sebaran dapat dilakukan dengan 2 cara :

##### A. Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi Square Test)

Pengujian kecocokan sebaran dengan metode Chi-kuadrat dengan rumus sebagai berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$$

di mana :

$X^2$  = harga Chi-kuadrat

$G$  = jumlah sub-kelompok

$Of$  = frekwensi yang terbaca pada kelas yang sama

$Ef$  = frekwensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya.

Perhitungan :

$G = 1 + 1,33 \ln N$ , di mana  $N$  adalah jumlah data

$G = 1 + 1,33 \ln 27$

$G = 5,3835$  diambil 15

$dk = G - (R + 1)$

$R =$  untuk distribusi normal dan binominal  $R = 2$

$=$  untuk distribusi poisson  $R = 1$

$dk = 15 - (2 + 1) = 12$

$Ef = \frac{N}{G} \rightarrow Ef = \frac{27}{15} = 2,25$

$\Delta X = (X_{maks} - X_{min}) / (G - 1)$

$\Delta X = (108 - 41) / (15 - 1)$



$$\Delta X = 4,786$$

$$\begin{aligned} X_{\text{awal}} &= X_{\text{min}} - \frac{1}{2} \Delta X \\ &= 41 - \frac{1}{2} * 4,786 = 38,607 \end{aligned}$$

Tabel 4.13 Perhitungan Uji Chi-kuadrat

No	Probabilitas (%)	of	ef	ef-of	(ef-of)^2/ef
1	38.607 <x< 43.393	1.00	2.250	1.25	0.69
2	43.393 <x< 48.322	0.00	2.250	2.25	2.25
3	48.322 <x< 53.251	0.00	2.250	2.25	2.25
4	53.251 <x< 58.180	2.00	2.250	0.25	0.03
5	58.180 <x< 63.109	3.00	2.250	-0.75	0.25
6	63.109 <x< 68.038	4.00	2.250	-1.75	1.36
7	68.038 <x< 72.967	1.00	2.250	1.25	0.69
8	72.967 <x< 77.896	6.00	2.250	-3.75	6.25
9	77.896 <x< 82.825	1.00	2.250	1.25	0.69
10	82.825 <x< 87.754	1.00	2.250	1.25	0.69
11	87.754 <x< 92.683	2.00	2.250	0.25	0.03
12	92.683 <x< 97.612	4.00	2.250	-1.75	1.36
13	97.612 <x< 102.541	1.00	2.250	1.25	0.69
14	102.541 <x< 107.470	0.00	2.250	2.25	2.25
15	107.470 <x< 112.399	1.00	2.250	1.25	0.69
<b>Jumlah</b>		27	<b>f2</b>		20,19

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Chi-kuadrat  $(\lambda h)^2 = 20,19$

Batas kritis nilai Chi-kuadrat untuk dk = 12 dengan  $\alpha = 5\%$  dari tabel Chi-kuadrat didapatkan nilai  $(\lambda h)^2_{cr} = 21,026$ . Nilai  $(\lambda h)^2 = 20,19 < (\lambda h)^2_{cr} = 21,026$  maka pemilihan distribusi Log Pearson Tipe III memenuhi syarat.

## B. Uji Sebaran Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan smirnov – kolmogorov, sering juga uji kecocokan non parametrik (non parametric test), karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan Smirnov – Kolmogorov untuk Metode Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Uji Sebaran Smirnov – Kolmogorov

x	m	$P(x) = \frac{m}{(n+1)}$	$P(x<)$	$f(t)=(X_i - X_{rt}) : S_x$	$P'(x) = \frac{m}{(n-1)}$	$P'(x<)$	D
1	2	3	4 = nilai1- 3	5	6	7 = nilai1-6	8
70	1	0.0357	0.9643	-2.1819	0.0370	0.9630	0.0013
76	2	0.0714	0.9286	-1.2077	0.0741	0.9259	0.0026
77	3	0.1071	0.8929	-1.1256	0.1111	0.8889	0.0040
78	4	0.1429	0.8571	-1.1040	0.1481	0.8519	0.0053
78	5	0.1786	0.8214	-1.0550	0.1852	0.8148	0.0066
85	6	0.2143	0.7857	-0.9464	0.2222	0.7778	0.0079
87	7	0.2500	0.7500	-0.6944	0.2593	0.7407	0.0093
89	8	0.2857	0.7143	-0.6719	0.2963	0.7037	0.0106
97	9	0.3214	0.6786	-0.6717	0.3333	0.6667	0.0119
105	10	0.3571	0.6429	-0.5236	0.3704	0.6296	0.0132
108	11	0.3929	0.6071	-0.3648	0.4074	0.5926	0.0146
109	12	0.4286	0.5714	-0.1397	0.4444	0.5556	0.0159
110	13	0.4643	0.5357	-0.1055	0.4815	0.5185	0.0172
111	14	0.5000	0.5000	-0.0417	0.5185	0.4815	0.0185
112	15	0.5357	0.4643	-0.0361	0.5556	0.4444	0.0198
112	16	0.5714	0.4286	-0.0144	0.5926	0.4074	0.0212
118	17	0.6071	0.3929	0.0096	0.6296	0.3704	0.0225
119	18	0.6429	0.3571	0.3423	0.6667	0.3333	0.0238
120	19	0.6786	0.3214	0.7298	0.7037	0.2963	0.0251
121	20	0.7143	0.2857	0.8442	0.7407	0.2593	0.0265
122	21	0.7500	0.2500	0.9747	0.7778	0.2222	0.0278
129	22	0.7857	0.2143	1.0208	0.8148	0.1852	0.0291
130	23	0.8214	0.1786	1.0380	0.8519	0.1481	0.0304
132	24	0.8571	0.1429	1.2618	0.8889	0.1111	0.0317
133	25	0.8929	0.1071	1.3065	0.9259	0.0741	0.0331
136	26	0.9286	0.0714	1.4608	0.9630	0.0370	0.0344
139	27	0.9643	0.0357	1.8961	1.0000	0.0000	0.0357

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan nilai D, Tabel 4.13, menunjukkan nilai  $D_{\max} = 0,0357$ , data pada peringkat  $n = 27$ . Dengan menggunakan data pada Tabel 2.8 Bab II, untuk derajat kepercayaan 5 % maka diperoleh  $D_0 = 0.258$  untuk  $n = 27$ . Karena nilai  $D_{\max}$  lebih kecil dari nilai  $D_0$  kritis ( $0.0357 < 0,258$ ) maka persamaan distribusi yang diperoleh dapat diterima.

#### 4.4.4 Pengukuran Curah Hujan Rencana

Tujuan pengukuran curah hujan rencana adalah untuk mendapatkan curah hujan periode ulang tertentu yang akan digunakan untuk mencari debit banjir rencana.

Dari perhitungan parameter pemilihan distribusi curah hujan, untuk menghitung curah hujan rencana digunakan metode Distribusi Log Pearson Tipe III.

Perhitungan curah hujan dengan metode distribusi Log Pearson III, adalah sebagai berikut:

*Tabel 4.15 Pengukuran Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Tipe III*

No	Tahun	X	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt) <sup>2</sup>	(Log Xi - Log Xrt) <sup>3</sup>
1	1980	68	1.8336	-1.6217	2.6298	-4.2648
2	1981	59	1.7743	-1.6359	2.6763	-4.3783
3	1982	66	1.8179	-1.6254	2.6420	-4.2943
4	1983	57	1.7557	-1.6405	2.6913	-4.4152
5	1984	75	1.8751	-1.6120	2.5984	-4.1885
6	1985	74	1.8718	-1.6127	2.6008	-4.1944
7	1986	76	1.8811	-1.6106	2.5939	-4.1777
8	1987	65	1.8154	-1.6260	2.6439	-4.2990
9	1988	93	1.9705	-1.5904	2.5294	-4.0228
10	1989	66	1.8178	-1.6254	2.6420	-4.2944
11	1990	58	1.7658	-1.6380	2.6831	-4.3951
12	1991	91	1.9568	-1.5934	2.5390	-4.0457
13	1992	98	1.9917	-1.5858	2.5146	-3.9876
14	1993	101	2.0027	-1.5834	2.5070	-3.9695
15	1994	97	1.9884	-1.5865	2.5169	-3.9930
16	1995	94	1.9718	-1.5901	2.5285	-4.0206
17	1996	89	1.9478	-1.5954	2.5454	-4.0611
18	1997	59	1.7685	-1.6374	2.6810	-4.3899
19	1998	82	1.9156	-1.6027	2.5686	-4.1166
20	1999	71	1.8498	-1.6178	2.6174	-4.2346
21	2000	108	2.0324	-1.5770	2.4868	-3.9217
22	2001	76	1.8836	-1.6100	2.5920	-4.1731
23	2002	77	1.8859	-1.6095	2.5904	-4.1692
24	2003	93	1.9670	-1.5912	2.5319	-4.0287
25	2004	61	1.7871	-1.6328	2.6661	-4.3533

26	2005	41	1.6133	-1.6773	2.8133	-4.7186
27	2006	76	1.8816	-1.6104	2.5935	-4.1767
<b>Jumlah</b>			50.6230	-37.0276	59.6188	-96.0068
<b>Log Xrt</b>			1.8850			

Sumber : Hasil Perhitungan

$$Y = \bar{Y} + k.S \text{ sehingga persamaan menjadi } \log X = \overline{\log(X)} + k(S \log(X))$$

Di mana :

Y = nilai logaritma dari x

$$\bar{Y} = \text{rata - rata hitung nilai Y atau } \overline{\log(X)} = \frac{\sum \log(X)}{n} = 1.8850$$

$$S = \text{deviasi standar, menjadi } S \log(X) = \sqrt{\frac{\sum (\log(X) - \overline{\log(X)})^2}{n-1}} = 0.097$$

$$\text{Nilai kemencengan } Cs = \frac{n \sum (\log(X) - \overline{\log(X)})^3}{(n-1)(n-2)(S \log(X))^3} = -0.5539, \text{ didapat k (tabel 2.6)}$$

No	Periode	Peluang	S.Log X	Log Xrt	Cs	k	Y	X
1	2	50	0.0970	1.8850	-0,5399	0,0894	1,8937	78,280
2	5	20	0.0970	1.8850	-0,5399	0,8564	1,9681	92,911
3	10	10	0.0970	1.8850	-0,5399	1,2096	2,0023	100,539
4	25	4	0.0970	1.8850	-0,5399	1,5514	2,0355	108,517
5	50	2	0.0970	1.8850	-0,5399	1,7542	2,0552	113,546
6	100	1	0.0970	1.8850	-0,5399	1,9250	2,0717	117,963

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan :

Cs = -0,5339, dari tabel 2.6 didapat nilai yang mendekati adalah :

Pada periode ulang 2 tahun, untuk Cs = -0,5 maka besar k = 0,083 dan untuk Cs = -0,6 maka besar k = 0,099.

Dengan interpolasi maka untuk Cs = -0,5339 , nilai k = 0,0894

$$Y = \log Xrt + S \log X * k$$

$$= 1,885 + 0,097 * 0,0894$$

$$= 1,8937$$

$$X = 10^Y$$

$$= 10^{1,8937}$$

$$= 78,280 \text{ mm}$$

#### 4.5 PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA (Q)

Untuk menghitung atau memperkirakan besarnya debit banjir yang akan terjadi dalam berbagai periode ulang dengan hasil yang baik dapat dilakukan dengan analisa data aliran dari sungai yang bersangkutan. Oleh karena data aliran yang bersangkutan tidak tersedia maka dalam perhitungan debit banjir akan digunakan beberapa metode yaitu (Sosrodarsono, 1993) :

- Metode FSR Jawa Sumatera
- Metode Rasional
- Metode Weduwen
- Metode Passing Capacity
- Metode Haspers
- Metode Hidrograf Sintetik GAMA 1

##### 4.5.1. Metode Rasional

Data yang ada :

$$L = \text{jarak dari ujung daerah hulu sampai titik yang ditinjau (km)}$$

$$= 21,105 \text{ km}$$

$$A = \text{luas DAS (km}^2\text{)} = 104,6 \text{ km}^2$$

$$H = \text{beda tinggi ujung hulu dengan titik tinggi yang ditinjau (km)}$$

$$= 1,428 \text{ km}$$

Dari Tabel 4.16 diketahui :

$$R_{24} \text{ periode ulang 2 tahun} = 78,280 \text{ mm}$$

$$R_{24} \text{ periode ulang 5 tahun} = 92,911 \text{ mm}$$

- R<sub>24</sub> periode ulang 10 tahun = 100,539 mm
- R<sub>24</sub> periode ulang 25 tahun = 108,517 mm
- R<sub>24</sub> periode ulang 50 tahun = 113,546 mm
- R<sub>24</sub> periode ulang 100 tahun = 117,963 mm

Perhitungan debit banjir rencana dengan metode Rasional disajikan pada Tabel 4.17. sebagai berikut:

Tabel 4.16 Perhitungan Debit Banjir Metode Rasional

No.	Periode Ulang	A	R24	L	H	C	w	t	r	Qt
	tahun	Km2	mm	Km	Km		Km/jam	jam	mm/jam	m3/det
1	2	104.6	78,280	21,105	1,428	0.52	14.307	1.475	20.942	318.940
2	5	104.6	92,911	21,105	1,428	0.52	14.307	1.475	24.856	378.551
3	10	104.6	100,539	21,105	1,428	0.52	14.307	1.475	26.897	409.631
4	25	104.6	108,517	21,105	1,428	0.52	14.307	1.475	29.031	442.135
5	50	104.6	113,546	21,105	1,428	0.52	14.307	1.475	30.377	462.627
6	100	104.6	117,963	21,105	1,428	0.52	14.307	1.475	31.558	480.622

Sumber : Hasil Perhitungan

Contoh Perhitungan :

Pada Periode ulang 2 tahun, diketahui R<sub>24</sub> = 78,280 mm

$$w = 72 * \left( \frac{1,428}{21,105} \right)^{0,6} = 14,307 \text{ km/jam}$$

$$t = \frac{L}{w} = \frac{21,105}{14,307} = 1,475 \text{ jam}$$

$$r = \frac{78,28}{24} * \left( \frac{24}{1,475} \right)^{2/3} = 20,942 \text{ mm/jam}$$

$$Qt = \frac{1}{3,6} * c * r * A = \frac{1}{3,6} * 0,52 * 20,942 * 104,6 = 318,94 \text{ m}^3/\text{det}$$

#### 4.5.2. Metode Weduwen

Metode ini tidak diperhitungkan karena luas DAS sungai Tulis  $104,60 \text{ km}^2 > 100 \text{ km}^2$  (tidak memenuhi syarat dari luas DAS untuk Metode Weduwen).

#### 4.5.3. Metode Haspers

Untuk menghitung besarnya debit dengan metode Haspers dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.17 Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Haspers

No.	Periode	Rmax	A	L	I	t	Rt	qn	Koef. Red	Koef. Alir	Qt
	Tahun	Mm	Km <sup>2</sup>	Km				m <sup>3</sup> /det.km			m <sup>3</sup> /det
1	2	78,280	104,60	21,105	0,068	2.573	56.370	6.086	0.731	0.350	162.979
2	5	92,911	104,60	21,105	0,068	2.573	66.906	7.224	0.731	0.350	193.440
3	10	100,539	104,60	21,105	0,068	2.573	72.399	7.817	0.731	0.350	209.322
4	25	108,517	104,60	21,105	0,068	2.573	78.144	8.437	0.731	0.350	225.932
5	50	113,546	104,60	21,105	0,068	2.573	81.766	8.828	0.731	0.350	236.404
6	100	117,963	104,60	21,105	0,068	2.573	84.946	9.171	0.731	0.350	245.599

Sumber : Hasil Perhitungan

#### Contoh Perhitungan :

Pada Periode ulang 2 tahun, diketahui  $R_{24} = 78,280 \text{ mm}$

- Koefisien Runoff ( $\alpha$ )

$$\alpha = \frac{1 + 0.012 \times 104,6^{0.7}}{1 + 0.75 \times 104,6^{0.7}} = 0,35$$

- Waktu konsentrasi ( t )

$$t = 0.1 \times 21,105^{0.8} \times 0,068^{-0.3} = 2,573 \text{ jam}$$

- Koefisien Reduksi (  $\beta$  )

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{2,573 + 3.7 \times 10^{-0.4 \times 2,573}}{2,573^2 + 15} \times \frac{104,6^{3/4}}{12}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1,368 \rightarrow \beta = 0,731$$

- Intensitas Hujan (  $R_t$  )

$$t = 2,573 \text{ jam, maka } R_t = \frac{tR_{24}}{t+1}$$

$$= \frac{2,573 \times 78,28}{2,573 + 1} = 56,37$$

- Hujan maksimum (  $q_n$  )

$$q_n = \frac{R_t}{3.6 * t} = \frac{56,37}{3.6 \times 2,573} = 6,086 \text{ m}^3/\text{dt.km}$$

$$Qt = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot F$$

$$= 0,35 \times 0,731 \times 6,086 \times 104,60 = 162,979 \text{ m}^3/\text{dt}$$

#### 4.5.4. Metode FSR Jawa Sumatera

Untuk perhitungan debit banjir rencana metode FSR Jawa Sumatera digunakan serial data debit sebagai berikut :

- Luas Daerah Aliran (AREA) = 104,6 km<sup>2</sup>
- Faktor Reduksi Area (ARF) = 1.152 - 0.123 log A = 0,904
- Panjang sungai (MSL) = 21.105 km
- LAKE = 0 (untuk bendung)
- MSL = 0.95 \* L = 20,05
- Indeks kemiringan (SIMS) = H/MSL = 0,071
- Eksponen AREA (V) = 1,02 - 0,0275 log AREA  
= 0,964 m/det
- Rata-rata tahunan hujan terbesar APBAR = PBAR x ARF  
= 76,73 x 0,904 = 69,335 mm



$$\text{MAF} = 8 \times 10^{-6} \times \text{AREA}^v \times \text{APBAR}^{2.445} \times \text{SIMS}^{0.117} \times (1 + \text{LAKE})^{-0.85}$$

$$\text{MAF} = 26,691 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan debit rencana periode T tahun metode FSR Jawa Sumatera disajikan sebagai berikut :

*Tabel 4.18 Perhitungan Debit Banjir Metode FSR Jawa - Sumatra*

Periode Ulang	PBAR (mm)	ARF	APBAR	SIMS	AREA	LAKE	V	GF	MAF	QT (m <sup>3</sup> /det)
2	77	0,904	69,34	1,053	104,6	0	0,964	1,00	26,691	26,69
5	77	0,904	69,34	1,053	104,6	0	0,964	1,28	26,691	34,16
10	77	0,904	69,34	1,053	104,6	0	0,964	1,56	26,691	41,64
20	77	0,904	69,34	1,053	104,6	0	0,964	1,88	26,691	50,18
50	77	0,904	69,34	1,053	104,6	0	0,964	2,35	26,691	62,72
100	77	0,904	69,34	1,053	104,6	0	0,964	2,78	26,691	74,20

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Contoh Perhitungan :

Untuk Periode Ulang 5 tahun, GF = 1,28 (tabel 2.11), maka besar Q adalah :

$$\begin{aligned} Q &= \text{GF} \times \text{MAF} \\ &= 1,28 \times 61,561 \\ &= 78,80 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

#### 4.5.5. Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I

Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I menggunakan persamaan-persamaan yang dijelaskan pada Bab II (Soemarto, 1999) dengan langkah-langkah :

- 1) Menentukan data-data yang digunakan dalam perhitungan Hidrograf Sintetik Gamma I DAS Sungai Tulis .
- 2) Menghitung TR (time of resesion)
- 3) Menghitung debit puncak  $Q_p$
- 4) Menghitung waktu dasar TB (time base)

- 5) Menghitung koefisien tampungan k berikut :
- 6) Menghitung besar aliran dasar QB
- 7) Menghitung indeks infiltrasi
- 8) Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan distribusi hujan jam-jaman
- 9) Menghitung unit resesi Hidrograf
- 10) Menghitung distribusi hujan efektif untuk memperoleh hidrograf dengan metode  $\Phi$  Indeks. Kemudian dapat dihitung hidrograf banjirnya.

Didapat data :

Jumlah pangsa sungai tingkat 1	= 224 buah
Jumlah pangsa sungai semua tingkat	= 459 buah
Panjang pangsa sungai tingkat 1	= 153,46 km
Panjang pangsa sungai semua tingkat	= 325,35 km
Panjang Sungai (L)	= 21,105 km
WU	= 15,829 km
WL	= 5,276 km
Luas DAS (A)	= 104,6 km <sup>2</sup>
Luas DAS hulu (AU)	= 56,84 km <sup>2</sup>
Kemiringan Sungai rata-rata (S)	= 0,0677
Beda Tinggi (H)	= 1428 m
WF = WU / WL	= 3
Faktor sumber (SF)	= 0,472
Frekuensi Sumber (SN)	= 0,488
Kerapatan Jaringan kuras (D)	= 4,388
Jumlah pertemuan sungai (JN)	= 223 buah
Perbandingan AU dan DAS (RUA)	= 0,543
SIM = RUA * WF	= 1,629

**Waktu Puncak (TR) :**

$$\begin{aligned} TR &= 0,43 * (L/100SF)^3 + 1,0665 * SIM + 1,2775 \\ &= 3,053 \text{ jam} \end{aligned}$$

**Debit Puncak (QP) :**

$$\begin{aligned} Q_p &= 0,1836 * A^{0,5886} * JN^{0,2381} * TR^{-0,4008} \\ &= 6,568 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

**Waktu Dasar (TB) :**

$$\begin{aligned} TB &= 27,4132 * TR^{0,1457} * S^{-0,0956} * SN^{0,7344} * RUA^{0,2574} \\ &= 21,052 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= 0,5617 * A^{0,1798} * S^{-0,1446} * SF^{-1,0897} * D^{0,0452} \\ &= 4,635 \end{aligned}$$

**Hujan Efektif**

Perhitungan hujan efektif dengan metode Ø indeks yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Ø indeks} &= 10,4903 - 3,859 * 10^{-6} * A^2 + 1,6985 * 10^{-13} * (A/SN)^4 \\ &= 10,448 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

**Aliran Dasar (Base Flow)**

$$\begin{aligned} Q_B &= 0,4751 * A^{0,6444} * D^{0,943} \\ &= 27,723 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$Q_T = Q_p * e^{-t/k}$$

Karena di sekitar lokasi Bendung Gerak Tulis tidak tersedia alat pengukur hujan otomatis, maka digunakan koefisien distribusi hujan jam-jaman untuk perhitungan intensitas curah hujan:

Waktu (jam)	1	2	3	4	5	6	7	8
Distribusi (%)	24	21	27	7	9	5	3	3

Sumber : KP – 02 Irigasi

Tabel 4.19 Perhitungan intensitas curah hujan dengan distribusi hujan jam-jaman

Waktu (jam)	1	2	3	4	5	6	7	8
Intensitas Curah Hujan (mm)	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8
78,280	18,787	16,439	21,136	5,480	7,045	3,914	2,348	2,348
92,911	22,299	19,511	25,086	6,504	8,362	4,646	2,787	2,787
100,539	24,129	21,113	27,146	7,038	9,049	5,027	3,016	3,016
108,517	26,044	22,789	29,300	7,596	9,767	5,426	3,256	3,256
113,546	27,251	23,845	30,658	7,948	10,219	5,677	3,406	3,406
117,963	28,311	24,772	31,850	8,257	10,617	5,898	3,539	3,539

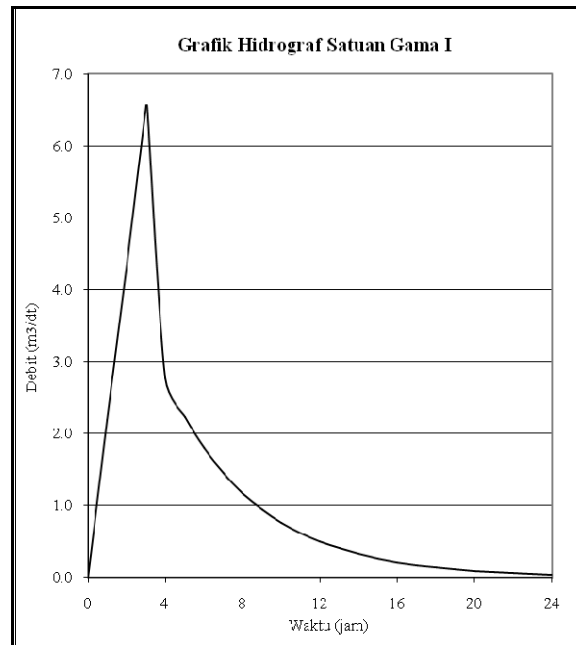
Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan debit banjir rencana HSS Gama 1 disajikan pada Tabel 4.20 sd Tabel 4.27, sebagai berikut :

Tabel 4.20 Unit Resesi Hidrograf HSS GAMA IO

T (jam)	Qt (m3dtk)	T (jam)	Qt (m3dtk)
0	0,0000	13	0,3803
1	2,1883	14	0,3055
2	4,3767	15	0,2453
3	6,5650	16	0,1971
4	2,7335	17	0,1583
5	2,1956	18	0,1271
6	1,7635	19	0,1021
7	1,4164	20	0,0820
8	1,1377	21	0,0659
9	0,9138	22	0,0529
10	0,7339	23	0,0425
11	0,5895	24	0,0341
12	0,4735		

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.1 Unit Resesi Hidrograf HSS GAMA I

Tabel 4.21 Debit banjir Rancangan 2 tahunan

Distribusi Hujan		18,787	16,439	21,136	5,480	7,045	3,914	2,348	2,348	ALIRAN DASAR (QB)	HIDROGRAF BANJIR 2 TAHUN
Ø indeks		10,448									
HUJAN EFEKTIF		8,339	5,991	10,688	0	0	0	0	0		
Waktu (t)	Qt= qp.e <sup>-t/k</sup>										
Jam	HSS	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8		
0	0,0000	0								27,723	27,723
1	2,1883	18,249	0							27,723	45,972
2	4,3767	36,498	13,110	0						27,723	77,331
3	6,5650	54,747	26,220	23,388	0					27,723	132,078
4	2,7335	22,796	39,330	46,776	0	0				27,723	136,625
5	2,1956	18,309	16,376	70,164	0	0	0			27,723	132,573
6	1,7635	14,706	13,153	29,215	0	0	0	0		27,723	84,797
7	1,4164	11,812	10,565	23,465	0	0	0	0	0	27,723	73,565
8	1,1377	9,487	8,486	18,847	0	0	0	0	0	27,723	64,543
9	0,9138	7,620	6,816	15,138	0	0	0	0	0	27,723	57,297
10	0,7339	6,120	5,474	12,159	0	0	0	0	0	27,723	51,477
11	0,5895	4,916	4,397	9,766	0	0	0	0	0	27,723	46,802
12	0,4735	3,948	3,532	7,844	0	0	0	0	0	27,723	43,047
13	0,3803	3,171	2,837	6,300	0	0	0	0	0	27,723	40,031
14	0,3055	2,547	2,278	5,060	0	0	0	0	0	27,723	37,609
15	0,2453	2,046	1,830	4,065	0	0	0	0	0	27,723	35,663
16	0,1971	1,643	1,470	3,265	0	0	0	0	0	27,723	34,101
17	0,1583	1,320	1,181	2,622	0	0	0	0	0	27,723	32,846
18	0,1271	1,060	0,948	2,106	0	0	0	0	0	27,723	31,837
19	0,1021	0,852	0,762	1,692	0	0	0	0	0	27,723	31,028
20	0,0820	0,684	0,612	1,359	0	0	0	0	0	27,723	30,377
21	0,0659	0,549	0,491	1,091	0	0	0	0	0	27,723	29,855
22	0,0529	0,441	0,395	0,877	0	0	0	0	0	27,723	29,435
23	0,0425	0,354	0,317	0,704	0	0	0	0	0	27,723	29,098
24	0,0341	0,285	0,255	0,565	0	0	0	0	0	27,723	28,828

Tabel 4.22 Debit banjir Rancangan 5 tahunan

Distribusi Hujan		22,299	19,511	25,086	6,504	8,362	4,646	2,787	2,787	ALIRAN DASAR (QB)	HIDROGRAF BANJIR 5 TAHUN
Ø indeks		10,448									
HUJAN EFEKTIF		11,851	9,063	14,638	0	0	0	0	0		
Waktu (t)	Qt= qp.e <sup>-t/k</sup>										

Jam	HSS	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8		
0	0,0000	0,000								27,723	27,723
1	2,1883	25,933	0,000							27,723	53,656
2	4,3767	51,866	19,833	0,000						27,723	99,423
3	6,5650	77,799	39,667	32,033	0					27,723	177,222
4	2,7335	32,394	59,500	64,065	0	0				27,723	183,683
5	2,1956	26,019	24,775	96,098	0	0	0			27,723	174,614
6	1,7635	20,898	19,899	40,013	0	0	0	0		27,723	108,533
7	1,4164	16,785	15,983	32,138	0	0	0	0	0	27,723	92,630
8	1,1377	13,482	12,837	25,814	0	0	0	0	0	27,723	79,856
9	0,9138	10,829	10,311	20,733	0	0	0	0	0	27,723	69,596
10	0,7339	8,698	8,282	16,653	0	0	0	0	0	27,723	61,355
11	0,5895	6,986	6,652	13,376	0	0	0	0	0	27,723	54,736
12	0,4735	5,611	5,343	10,743	0	0	0	0	0	27,723	49,420
13	0,3803	4,507	4,291	8,629	0	0	0	0	0	27,723	45,150
14	0,3055	3,620	3,447	6,931	0	0	0	0	0	27,723	41,720
15	0,2453	2,907	2,768	5,567	0	0	0	0	0	27,723	38,966
16	0,1971	2,335	2,224	4,471	0	0	0	0	0	27,723	36,753
17	0,1583	1,876	1,786	3,591	0	0	0	0	0	27,723	34,976
18	0,1271	1,507	1,435	2,885	0	0	0	0	0	27,723	33,549
19	0,1021	1,210	1,152	2,317	0	0	0	0	0	27,723	32,402
20	0,0820	0,972	0,925	1,861	0	0	0	0	0	27,723	31,481
21	0,0659	0,781	0,743	1,495	0	0	0	0	0	27,723	30,742
22	0,0529	0,627	0,597	1,201	0	0	0	0	0	27,723	30,148
23	0,0425	0,504	0,480	0,964	0	0	0	0	0	27,723	29,670
24	0,0341	0,404	0,385	0,774	0	0	0	0	0	27,723	29,287

Tabel 4.23 Debit banjir Rancangan 10 tahunan

Distribusi Hujan		24,129	21,113	27,146	7,038	9,049	5,027	3,016	3,016	ALIRAN DASAR (QB)	HIDROGRAF BANJIR 10 TAHUN
Ø indeks		10,448									
HUJAN EFEKTIF		13,681	10,665	16,698	0	0	0	0	0		
Waktu (t)	$Qt = qp \cdot e^{(-t/k)}$										
Jam	HSS	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8		
0	0,0000	0,000								27,723	27,723
1	2,1883	29,939	0,000							27,723	57,662
2	4,3767	59,879	23,339	0,000						27,723	110,941
3	6,5650	89,818	46,678	36,540	0					27,723	200,759
4	2,7335	37,398	70,017	73,079	0	0				27,723	208,218
5	2,1956	30,038	29,154	109,619	0	0	0			27,723	196,534

6	1,7635	24,127	23,416	45,643	0	0	0	0		27,723	120,909
7	1,4164	19,379	18,808	36,660	0	0	0	0	0	27,723	102,570
8	1,1377	15,565	15,106	29,446	0	0	0	0	0	27,723	87,840
9	0,9138	12,502	12,133	23,651	0	0	0	0	0	27,723	76,009
10	0,7339	10,041	9,746	18,996	0	0	0	0	0	27,723	66,506
11	0,5895	8,065	7,828	15,258	0	0	0	0	0	27,723	58,873
12	0,4735	6,478	6,287	12,255	0	0	0	0	0	27,723	52,743
13	0,3803	5,203	5,050	9,843	0	0	0	0	0	27,723	47,819
14	0,3055	4,179	4,056	7,906	0	0	0	0	0	27,723	43,864
15	0,2453	3,357	3,258	6,350	0	0	0	0	0	27,723	40,687
16	0,1971	2,696	2,617	5,100	0	0	0	0	0	27,723	38,136
17	0,1583	2,165	2,102	4,097	0	0	0	0	0	27,723	36,087
18	0,1271	1,739	1,688	3,290	0	0	0	0	0	27,723	34,441
19	0,1021	1,397	1,356	2,643	0	0	0	0	0	27,723	33,119
20	0,0820	1,122	1,089	2,123	0	0	0	0	0	27,723	32,057
21	0,0659	0,901	0,875	1,705	0	0	0	0	0	27,723	31,204
22	0,0529	0,724	0,703	1,369	0	0	0	0	0	27,723	30,519
23	0,0425	0,581	0,564	1,100	0	0	0	0	0	27,723	29,969
24	0,0341	0,467	0,453	0,883	0	0	0	0	0	27,723	29,527

Tabel 4.24 Debit banjir Rancangan 25 tahunan

Distribusi Hujan		26,044	22,789	29,300	7,596	9,767	5,426	3,256	3,256	ALIRAN DASAR (QB)	HIDROGRAF BANJIR 25 TAHUN	
Ø indeks		10,448										
HUJAN EFEKTIF		15,596	12,341	18,852	0	0	0	0	0			
Waktu (t)	Qt= qp.e <sup>^(- t/k)</sup>											
Jam	HSS	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8			
0	0,0000	0,000								27,723	27,723	
1	2,1883	34,129	0,000							27,723	61,852	
2	4,3767	68,259	27,005	0,000						27,723	122,987	
3	6,5650	102,388	54,010	41,253	0					27,723	225,375	
4	2,7335	42,632	81,016	82,507	0	0				27,723	233,878	
5	2,1956	34,242	33,733	123,760	0	0	0			27,723	219,459	
6	1,7635	27,503	27,094	51,531	0	0	0	0		27,723	133,852	
7	1,4164	22,090	21,762	41,390	0	0	0	0	0	27,723	112,965	
8	1,1377	17,743	17,479	33,244	0	0	0	0	0	27,723	96,190	
9	0,9138	14,251	14,039	26,702	0	0	0	0	0	27,723	82,715	
10	0,7339	11,447	11,276	21,447	0	0	0	0	0	27,723	71,893	
11	0,5895	9,194	9,057	17,226	0	0	0	0	0	27,723	63,200	
12	0,4735	7,384	7,275	13,836	0	0	0	0	0	27,723	56,218	

LAPORAN TUGAS AKHIR  
 PERENCANAAN SISTEM DEWATERING  
 PADA RENCANA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN BENDUNG GERAK TULIS  
 BANJARNEGARA - JAWA TENGAH



13	0,3803	5,931	5,843	11,113	0	0	0	0	0	27,723	50,610
14	0,3055	4,764	4,693	8,926	0	0	0	0	0	27,723	46,106
15	0,2453	3,826	3,769	7,169	0	0	0	0	0	27,723	42,488
16	0,1971	3,073	3,028	5,758	0	0	0	0	0	27,723	39,582
17	0,1583	2,468	2,432	4,625	0	0	0	0	0	27,723	37,248
18	0,1271	1,983	1,953	3,715	0	0	0	0	0	27,723	35,374
19	0,1021	1,592	1,569	2,984	0	0	0	0	0	27,723	33,868
20	0,0820	1,279	1,260	2,397	0	0	0	0	0	27,723	32,659
21	0,0659	1,027	1,012	1,925	0	0	0	0	0	27,723	31,687
22	0,0529	0,825	0,813	1,546	0	0	0	0	0	27,723	30,907
23	0,0425	0,663	0,653	1,242	0	0	0	0	0	27,723	30,281
24	0,0341	0,532	0,524	0,997	0	0	0	0	0	27,723	29,777

Tabel 4.25 Debit banjir Rancangan 50 tahunan

Distribusi Hujan		27,251	23,845	30,658	7,948	10,219	5,677	3,406	3,406	ALIRAN DASAR (QB)	HIDROGRAF BANJIR 50 TAHUN
Ø indeks		10,448									
HUJAN EFEKTIF		16,803	13,397	20,210	0	0	0	0	0		
Waktu (t)	$Q_t = qp \cdot e^{-t/k}$										
Jam	HSS	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8		
0	0,0000	0,000								27,723	27,723
1	2,1883	36,771	0,000							27,723	64,494
2	4,3767	73,542	29,317	0,000						27,723	130,581
3	6,5650	110,313	58,633	44,225	0					27,723	240,894
4	2,7335	45,932	87,950	88,450	0	0				27,723	250,055
5	2,1956	36,892	36,620	132,676	0	0	0			27,723	233,911
6	1,7635	29,632	29,413	55,243	0	0	0	0		27,723	142,012
7	1,4164	23,800	23,625	44,371	0	0	0	0	0	27,723	119,519
8	1,1377	19,116	18,975	35,639	0	0	0	0	0	27,723	101,454
9	0,9138	15,354	15,241	28,625	0	0	0	0	0	27,723	86,943
10	0,7339	12,332	12,242	22,992	0	0	0	0	0	27,723	75,289
11	0,5895	9,905	9,832	18,467	0	0	0	0	0	27,723	65,928

12	0,4735	7,956	7,897	14,833	0	0	0	0	0	27,723	58,409
13	0,3803	6,390	6,343	11,913	0	0	0	0	0	27,723	52,370
14	0,3055	5,133	5,095	9,569	0	0	0	0	0	27,723	47,519
15	0,2453	4,123	4,092	7,686	0	0	0	0	0	27,723	43,623
16	0,1971	3,311	3,287	6,173	0	0	0	0	0	27,723	40,494
17	0,1583	2,660	2,640	4,958	0	0	0	0	0	27,723	37,981
18	0,1271	2,136	2,120	3,982	0	0	0	0	0	27,723	35,962
19	0,1021	1,716	1,703	3,199	0	0	0	0	0	27,723	34,341
20	0,0820	1,378	1,368	2,569	0	0	0	0	0	27,723	33,038
21	0,0659	1,107	1,099	2,064	0	0	0	0	0	27,723	31,992
22	0,0529	0,889	0,882	1,657	0	0	0	0	0	27,723	31,152
23	0,0425	0,714	0,709	1,331	0	0	0	0	0	27,723	30,477
24	0,0341	0,574	0,569	1,069	0	0	0	0	0	27,723	29,935

Tabel 4.26 Debit banjir Rancangan 100 tahunan

Distribusi Hujan		28,311	24,772	31,850	8,257	10,617	5,898	3,539	3,539	ALIRAN DASAR (QB)	HIDROGRAF BANJIR 100 TAHUN
Ø indeks		10,448									
HUJAN EFEKTIF		17,863	14,324	21,402	0,000	0,169	0	0	0		
Waktu (t)	$Qt = qp \cdot e^{-t/k}$										
Jam	HSS	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8		
0	0,0000	0,000								27,723	27,723
1	2,1883	39,090	0,000							27,723	66,813
2	4,3767	78,181	31,346	0,000						27,723	137,250
3	6,5650	117,271	62,692	46,835	0					27,723	254,521
4	2,7335	48,829	94,038	93,669	0	0,000				27,723	264,260
5	2,1956	39,220	39,156	140,504	0	0,369	0			27,723	246,971
6	1,7635	31,501	31,450	58,503	0	0,738	0	0		27,723	149,915
7	1,4164	25,302	25,260	46,989	0	1,107	0	0	0	27,723	126,382
8	1,1377	20,322	20,289	37,742	0	0,461	0	0	0	27,723	106,537
9	0,9138	16,323	16,296	30,314	0	0,370	0	0	0	27,723	91,026
10	0,7339	13,110	13,089	24,348	0	0,297	0	0	0	27,723	78,568
11	0,5895	10,530	10,513	19,556	0	0,239	0	0	0	27,723	68,562

12	0,4735	8,458	8,444	15,708	0	0,192	0	0	0	27,723	60,525
13	0,3803	6,793	6,782	12,616	0	0,154	0	0	0	27,723	54,069
14	0,3055	5,456	5,448	10,133	0	0,124	0	0	0	27,723	48,884
15	0,2453	4,383	4,375	8,139	0	0,099	0	0	0	27,723	44,720
16	0,1971	3,520	3,514	6,537	0	0,080	0	0	0	27,723	41,375
17	0,1583	2,827	2,823	5,251	0	0,064	0	0	0	27,723	38,688
18	0,1271	2,271	2,267	4,217	0	0,052	0	0	0	27,723	36,530
19	0,1021	1,824	1,821	3,387	0	0,041	0	0	0	27,723	34,797
20	0,0820	1,465	1,463	2,721	0	0,033	0	0	0	27,723	33,405
21	0,0659	1,177	1,175	2,185	0	0,027	0	0	0	27,723	32,286
22	0,0529	0,945	0,944	1,755	0	0,021	0	0	0	27,723	31,388
23	0,0425	0,759	0,758	1,410	0	0,017	0	0	0	27,723	30,667
24	0,0341	0,610	0,609	1,132	0	0,014	0	0	0	27,723	30,088

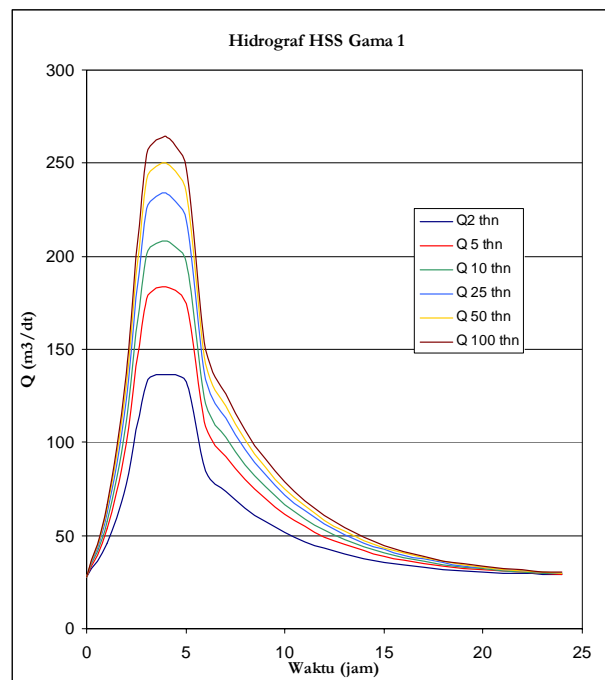
Tabel 4.27 Rekapitulasi Debit banjir Rancangan HSS GAMA 1

Waktu (Jam)	DEBIT BANJIR RENCANA (m <sup>3</sup> /dt)					
	2 th	5 th	10 th	25 th	50 th	100 th
0	27,723	27,723	27,723	27,723	27,723	27,723
1	45,972	53,656	57,662	61,852	64,494	66,813
2	77,331	99,423	110,941	122,987	130,581	137,250
3	132,078	177,222	200,759	225,375	240,894	254,521
4	136,625	183,683	208,218	233,878	250,055	264,260
5	132,573	174,614	196,534	219,459	233,911	246,971
6	84,797	108,533	120,909	133,852	142,012	149,915
7	73,565	92,630	102,570	112,965	119,519	126,382
8	64,543	79,856	87,840	96,190	101,454	106,537
9	57,297	69,596	76,009	82,715	86,943	91,026
10	51,477	61,355	66,506	71,893	75,289	78,568
11	46,802	54,736	58,873	63,200	65,928	68,562
12	43,047	49,420	52,743	56,218	58,409	60,525
13	40,031	45,150	47,819	50,610	52,370	54,069
14	37,609	41,720	43,864	46,106	47,519	48,884
15	35,663	38,966	40,687	42,488	43,623	44,720
16	34,101	36,753	38,136	39,582	40,494	41,375

17	32,846	34,976	36,087	37,248	37,981	38,688
18	31,837	33,549	34,441	35,374	35,962	36,530
19	31,028	32,402	33,119	33,868	34,341	34,797
20	30,377	31,481	32,057	32,659	33,038	33,405
21	29,855	30,742	31,204	31,687	31,992	32,286
22	29,435	30,148	30,519	30,907	31,152	31,388
23	29,098	29,670	29,969	30,281	30,477	30,667
24	28,828	29,287	29,527	29,777	29,935	30,088

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari rekapitulasi hidrograf banjir rancangan di atas, diambil nilai yang maksimum yaitu pada jam **ke-4**. Dari rekapitulasi banjir rancangan di atas, dibuat grafik hidrograf banjir untuk DPS Sungai Tulis seperti pada Gambar 4.2 sebagai berikut :



Gambar 4.2 Hidrograf HSS GAMA I

**4.5.6 Metode passing capacity**

Persamaan metode passing capacity:

$$Q = A \times V ;$$

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * i^{1/2} \quad ; \quad R = \frac{A}{P}$$

Di mana :

- $V$  = kecepatan (m/det)  $i$  = kemiringan saluran
- $A$  = luas penampang basah (m<sup>2</sup>)  $P$  = keliling basah (m)
- $n$  = koefisien kekasaran manning, m<sup>1/3</sup>/det  $R$  = jari-jari hidrolis (m)

Hasil perhitungan passing capacity, sebagai berikut :

*Tabel 4.28 Data Profil Penampang Sungai*

h m	P 00+100		P 00+34		P 00+00	
	A m <sup>2</sup>	P m	A m <sup>2</sup>	P m	A m <sup>2</sup>	P m
1.00	14.400	18.721	14.175	19.560	8.450	10.480
2.00	35.550	27.796	37.600	27.964	20.550	15.921
3.00	60.650	27.796	68.050	34.243	35.900	18.555
4.00	88.350	31.201	104.375	40.442	53.015	21.285
5.00	119.075	35.117	145.425	44.560	72.045	24.114

*Tabel 4.29 Perhitungan Tinggi Air dengan Cara Coba-coba*

h m	A rata-rata m <sup>2</sup>	P rata-rata m	R m	V m/dt	Q m <sup>3</sup> /dt
1.00	12.342	16.254	0.759	3.699	45.653
2.00	31.233	23.894	1.307	5.313	165.956
3.00	54.867	26.865	2.042	7.154	392.531
4.00	81.913	30.976	2.644	8.499	696.187
5.00	112.182	34.597	3.243	9.737	1092.270

Sumber : Hasil Perhitungan

Contoh Perhitungan :

Untuk  $h = 1,00$  m , maka :

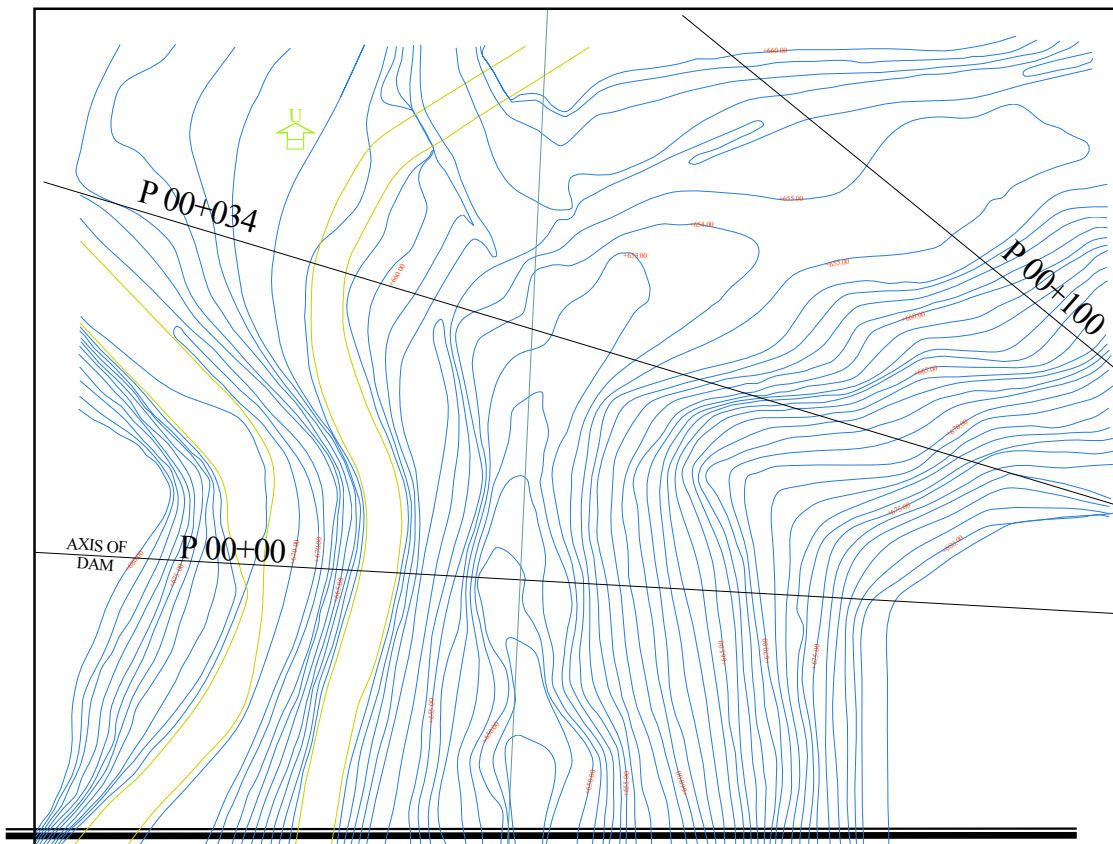
$$A \text{ rata-rata} = \frac{(14,400 + 14,175 + 8,450)}{3} = 12,342 \text{ m}^2$$

$$P \text{ rata-rata} = \frac{(18,721 + 19,560 + 10,480)}{3} = 16,254 \text{ m}$$

$$R = \frac{12,342}{16,254} = 0,759 \text{ m}$$

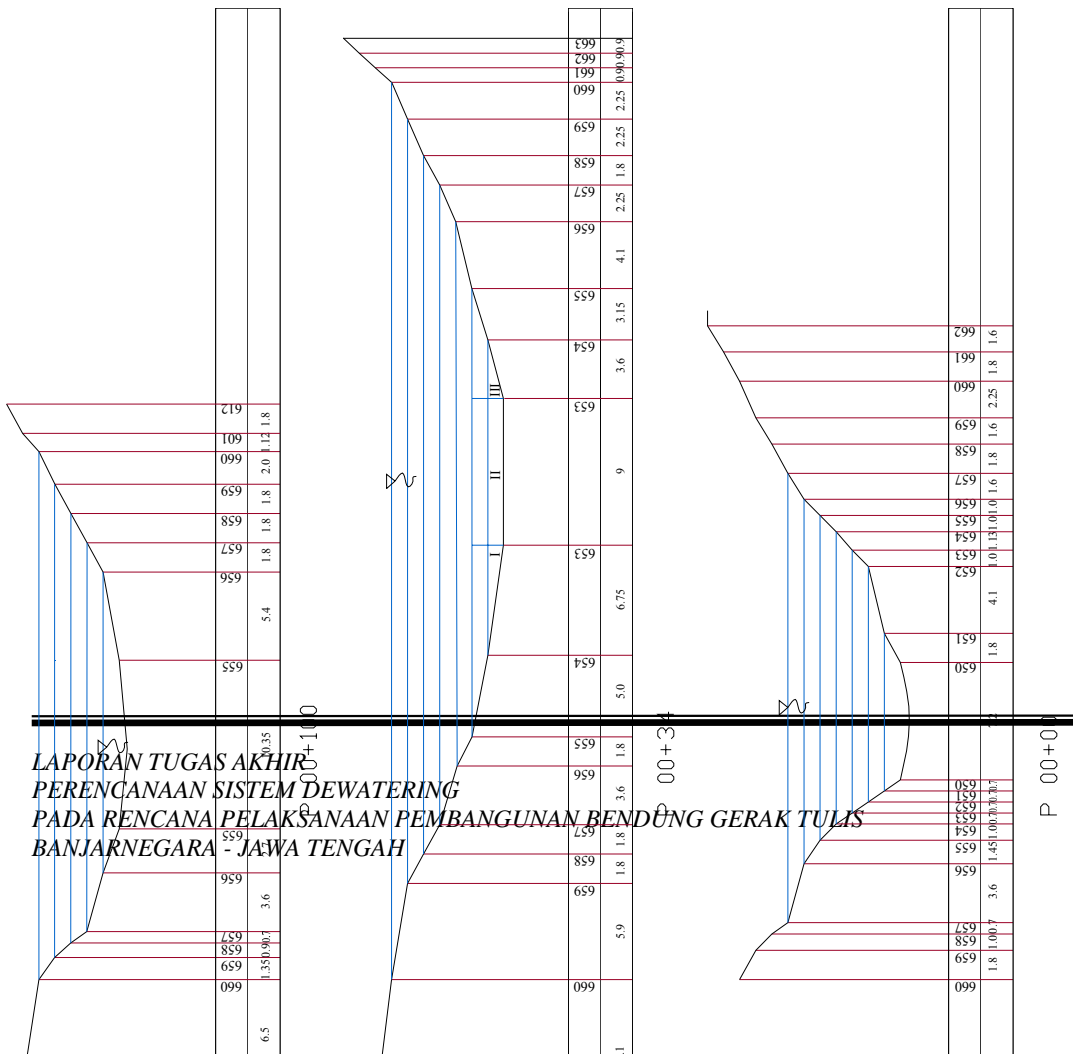
$$V = \frac{1}{0,045} * 0,759^{2/3} * 0,04^{1/2} = 3,699 \text{ m/dt}$$

$$Q = 12,342 \text{ m}^2 * 3,699 \text{ m/dt} = 45,653 \text{ m}^3/\text{dt}$$

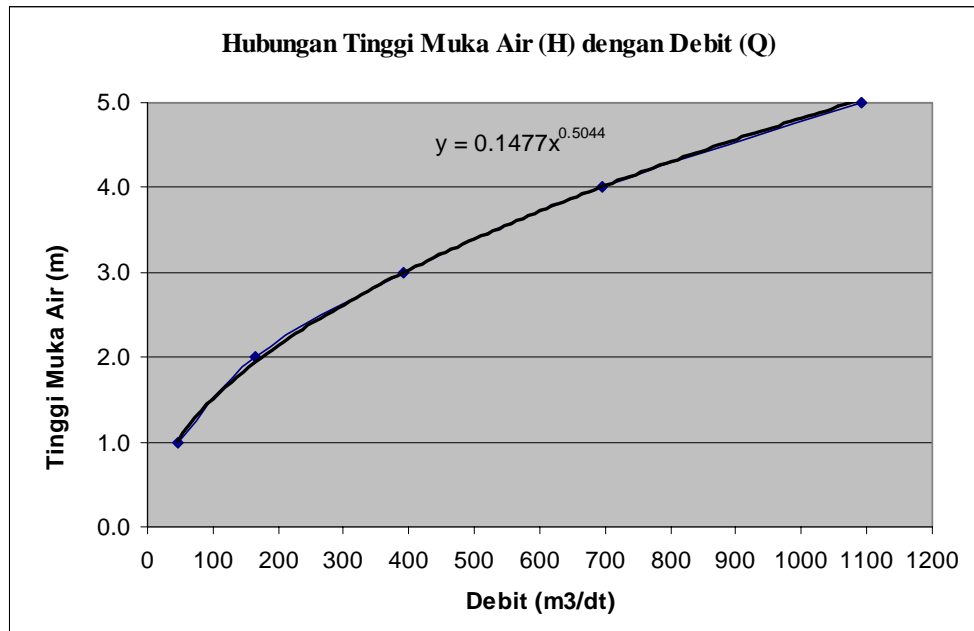


LAPORAN TUGAS AKHIR  
 PERENCANAAN SISTEM DEWATERING  
 PADA RENCANA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN BENDUNG GERAK TULIS  
 BANJARNEGARA - JAWA TENGAH

Gambar 4.3 Tampak Atas Potongan Passing Capacity



Gambar 4.4 Penampang Melintang Sungai Tulis



*Gambar 4.5 Grafik Debit Metode Passing Capacity*

Diperoleh grafik debit banjir dengan persamaan sebagai berikut :

$$y = 0.1477x^{0.5044}$$

Menurut informasi masyarakat setempat, tinggi banjir maksimum yang pernah terjadi adalah 3,4 m (Sumber : Balai PSDA Serayu-Citanduy). Sehingga didapat debit banjir :

$$\begin{aligned} y = 3,4m &= 0.1477x^{0.5044} \text{ m}^3/\text{dt} \\ &= 501,687 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$



#### 4.5.7. Pemilihan Debit Banjir Rencana

Tabel 4.30 Rekapitulasi Pemilihan Debit Rencana Sungai Tulis

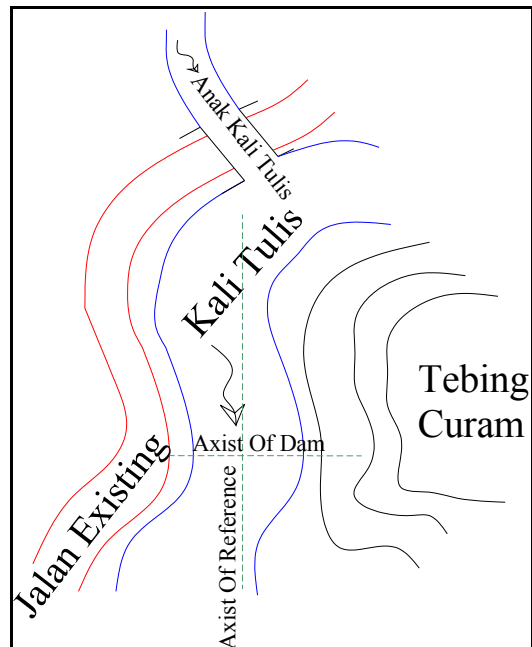
Periode Ulang	Debit (m <sup>3</sup> /dt)					
	Rasional	Haspers	Weduwen	FSR Jawa Sumatera	HSS Gama 1	Passing Capacity
2 thn	318.940	162.979	-	26.69	136.937	501,687
5 thn	378.551	193.440	-	34.16	184.127	
10 thn	409.631	209.322	-	41.64	208.731	
20 thn	442.135	225.932	-	50.18	234.462	
50 thn	462.627	236.404	-	62.72	250.685	
100 thn	480.622	245.599	-	74.20	264.930	

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan dari metode passing capacity dan pertimbangan keamanan dan efisiensi serta ketidakpastian besarnya debit banjir yang terjadi di daerah tersebut, maka antara metode-metode yang ada, dipakai debit maksimal dengan metode Rasional pada periode ulang 10 tahun sebesar **409,631** m<sup>3</sup>/det dimana di antara keenam metode di atas paling mendekati hasil perhitungan dengan metode Passing Capacity.

#### 4.6. PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA ANAK SUNGAI TULIS

Perhitungan ini dilakukan mengingat dari peta situasi Sungai Tulis, didapat satu anak sungai (inlet drain) yang posisinya diperkirakan alirannya berdekatan dengan lokasi perencanaan cofferdam upstream. Perhitungan debit banjir rencana ini digunakan untuk menganalisa pengaruh tekanan air terhadap stabilitas cofferdam tersebut. Posisi anak Sungai Tulis yang dimaksud dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.5 Peta Situasi Anak Sungai Tulis

Data Anak Sungai Tulis Yang Berdekatan Dengan Lokasi Cofferdam Rencana:

Panjang Sungai (L)	= 2,375 km
Luas DAS (A)	= 1,81 km <sup>2</sup>
Kemiringan Sungai rata-rata (S)	= 0,133
Beda Tinggi (H)	= 307 m

Dengan perhitungan dan tahapan yang sama dengan perhitungan debit banjir rencana sungai induk maka didapatkan debit banjir rencana anak sungai Tulis dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.31. Rekapitulasi Pemilihan Debit Rencana Anak Sungai Tulis

Periode Ulang	Debit (m <sup>3</sup> /dt)				
	Rasional	Haspers	Weduwen	FSR Jawa Sumatera	HSS Gama 1
2 thn	36.410	11.522	14.302	1.19	36.346
5 thn	45.586	14.425	18.932	1.52	52.228
10 thn	50.619	16.018	21.538	1.86	60.939
20 thn	56.064	17.741	24.400	2.24	70.365
50 thn	59.600	18.860	26.278	2.80	76.596
100 thn	62.772	19.864	27.974	3.31	82.387

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka diambil yang debit rencananya paling besar karena faktor ketidakpastian dan memperbesar keamanan pada cofferdam, dipakai metode HSS Gama 1 pada periode ulang 10 tahun sebesar **60,939** m<sup>3</sup>/det.