

BAB IV

ANALISIS HIDROLOGI DAN PERHITUNGANNYA

4.1. TINJAUAN UMUM

Dalam merencanakan normalisasi sungai, 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 dimensi maupun kestabilan konstruksi yang akan dibangun. Pada perencanaan normalisasi sungai Cimanuk ini, data debit harian selama periode 20 tahun yang akan dijadikan dasar perhitungan dalam menentukan debit banjir rencana.

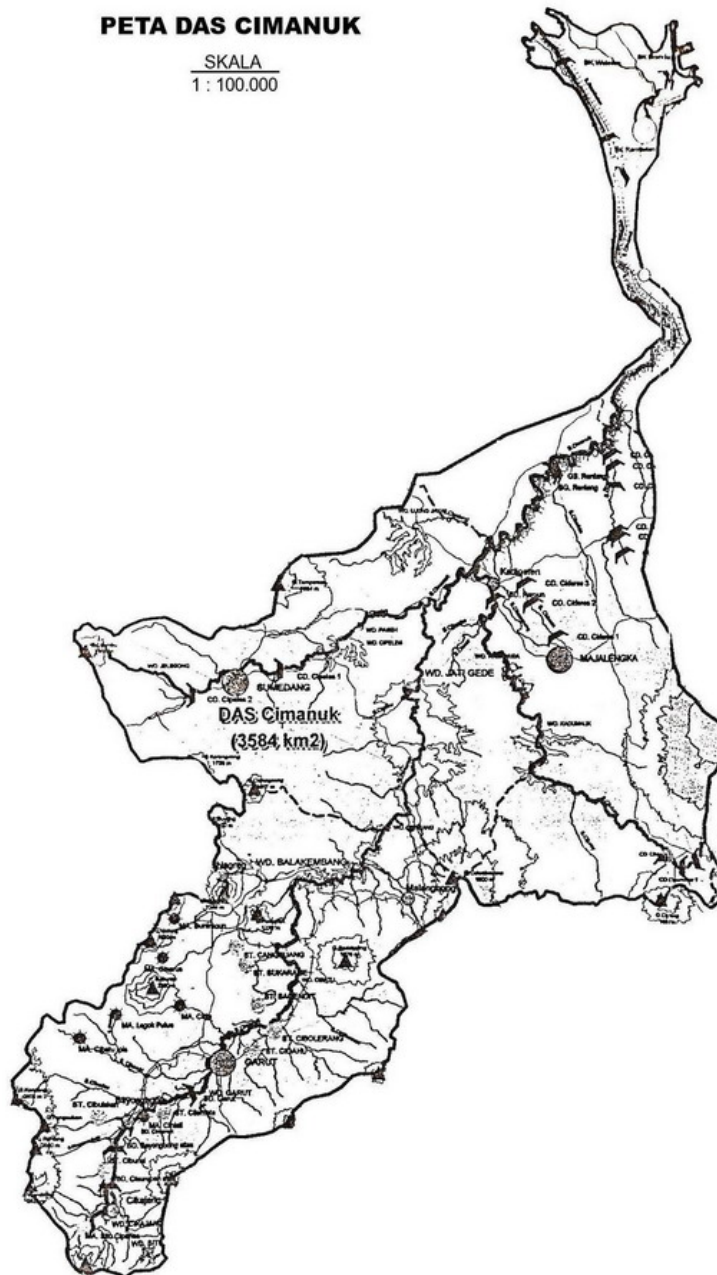
Data debit harian selanjutnya akan dipilih untuk menentukan debit harian maksimum tahunan untuk selanjutnya dianalisis menjadi data debit banjir rencana periode ulang tertentu yang kemudian akan diolah menjadi debit banjir rencana. Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
- b. Menentukan debit harian maksimum tiap tahunnya dari data debit harian dari bendung selama periode 20 tahun.
- c. Menghitung debit harian maksimum yang mewakili DAS.
- d. Menganalisis debit banjir rencana dengan periode ulang T tahun.
- e. Menghitung debit banjir rencana berdasarkan besarnya debit banjir rencana diatas pada periode ulang T tahun.

4.2. DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)

Sebelum menentukan daerah aliran sungai, terlebih dahulu menentukan lokasi Sub DAS yang harus ditinjau. Dari lokasi Sub DAS ini ke arah hilir, 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) sungai Cimanuk sebesar 3584 km². untuk peta Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dilihat pada gambar 4.1. sebagai berikut :



Gambar 4.1. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) sungai Cimanuk

4.3. DATA DEBIT HARIAN MAKSIMUM TAHUNAN

Data debit harian maksimum tahunan dapat ditampilkan pada tabel 4.1. sebagai berikut :

Tabel 4.1. Debit Harian Maksimum Tahunan sungai Cimanuk

No.	Thn	Debit Harian Maksimum Tahunan (m ³ /det)												Q Maks (m ³ /det)
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Des	
1	1987	325.117	377.755	328.430	372.850	237.527	155.293	77.161	19.504	32.533	113.342	347.091	284.405	377.755
2	1988	350.806	501.700	275.819	364.466	172.435	99.801	69.284	18.115	19.997	65.050	111.727	317.104	501.700
3	1989	375.420	518.404	289.927	375.217	177.838	102.940	74.744	18.533	20.161	68.077	111.334	292.863	518.404
4	1990	299.705	430.919	273.609	336.493	162.613	121.065	67.452	18.364	24.899	80.056	159.626	374.216	430.919
5	1991	430.394	567.416	345.477	404.356	190.013	85.647	92.945	18.911	21.091	68.808	100.345	353.478	567.416
6	1992	400.326	548.077	311.362	388.717	182.329	90.676	83.709	18.368	19.823	65.874	97.871	329.815	548.077
7	1993	383.669	527.203	283.505	371.301	176.397	130.582	68.877	18.576	23.232	79.644	122.295	261.212	527.203
8	1994	310.120	490.061	272.054	341.799	173.197	107.513	56.001	16.864	19.072	62.489	95.205	464.806	490.061
9	1995	372.204	464.582	297.037	319.053	162.266	250.300	94.737	25.167	42.952	162.581	195.568	184.996	464.582
10	1996	338.535	502.266	658.006	860.765	419.400	212.824	51.907	12.385	8.500	21.651	29.799	1214.475	1214.475
11	1997	507.189	626.967	469.409	527.161	225.862	89.453	126.250	20.295	24.399	69.171	115.602	469.409	626.967
12	1998	573.399	740.561	716.226	785.363	418.685	240.806	148.801	23.219	41.004	217.609	797.193	567.968	785.363
13	1999	829.652	740.561	716.226	785.363	418.685	240.806	148.801	26.470	25.284	230.678	565.104	532.892	785.363
14	2000	1008.116	537.833	560.111	734.111	799.337	106.926	58.648	56.607	44.531	302.302	748.076	462.131	1008.116
15	2001	505.115	719.062	848.066	682.388	412.785	656.681	172.695	24.921	49.930	240.986	712.462	512.704	848.066
16	2002	820.504	296.318	562.737	980.706	167.522	102.953	367.480	20.770	33.567	118.202	342.954	687.494	980.706
17	2003	1037.245	774.592	610.954	300.550	227.245	20.340	12.390	19.653	32.694	152.227	250.300	305.887	1037.245
18	2004	683.359	650.147	754.200	517.545	336.494	98.083	49.674	58.080	24.399	82.549	242.626	478.462	754.200
19	2005	524.390	999.357	672.674	852.620	254.810	162.266	239.899	28.845	38.699	134.481	219.621	378.448	999.357
20	2006	683.359	764.435	432.660	404.907	367.058	72.225	16.783	14.239	10.243	31.846	29.799	291.728	764.435

Sumber : Kantor Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk-Cisanggarung, Cirebon

4.4. ANALISA 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 $(X_i - X_n)$, $(X_i - X_n)^2$, $(X_i - X_n)^3$, $(X_i - X_n)^4$ terlebih dahulu. Pengukuran dispersi ini digunakan untuk analisa distribusi Normal dan *Gumbel*.

Dimana :

X_i = besarnya debit harian maksimum (m³/dtk).

X_n = rata-rata debit harian maksimum tahunan (m³/dtk).

Sedangkan untuk pengukuran besarnya dispersi Logaritma dilakukan melauai perhitungan parametrik statistik untuk $(\text{Log}X_i - \text{Log} X_n)$, $(\text{Log}X_i - \text{Log} X_n)^2$, $(\text{Log}X_i - \text{Log} X_n)^3$, $(\text{Log}X_i - \text{Log} X_n)^4$ terlebih dahulu. Pengukuran dispersi ini digunakan untuk analisa distribusi Log Normal dan *Log Pearson Type III*.

Dimana :

Log Xi = Besarnya logaritma debit harian maksimum (m³/dtk).

Log Xrt = Rata-rata logaritma debit harian maksimum (m³/dtk).

Perhitungan parameter statistik untuk analisa distribusi Normal dan *Gumbel* dapat dilihat pada tabel 4.2. sebagai berikut :

Tabel 4.2. Perhitungan Parameter Statistik untuk Distribusi Log Normal dan *Gumbel*

No	Tahun	Debit (Q) Maks	(Xi - Xrt)	(Xi - Xrt) ²	(Xi - Xrt) ³	(Xi - Xrt) ⁴
		(Xi)				
1	1987	377.755	-333.7655	111399.409	-37181279.44	1.24098*10 ¹⁰
2	1988	501.700	-209.8205	44024.642	-9237272.443	1938169123
3	1989	518.404	-193.1165	37293.983	-7202083.385	1390841136
4	1990	430.919	-280.6015	78737.202	-22093776.93	6199546948
5	1991	567.416	-144.1045	20766.107	-2992489.455	431231196.6
6	1992	548.077	-163.4435	26713.778	-4366193.324	713625918.6
7	1993	527.203	-184.3175	33972.941	-6261807.517	1154160707
8	1994	490.061	-221.4595	49044.310	-10861328.4	2405344357
9	1995	464.582	-246.9385	60978.623	-15057969.64	3718392436
10	1996	1214.475	502.9545	252963.229	127228994.4	6.39904*10 ¹⁰
11	1997	626.967	-84.5535	7149.294	-604497.861	51112409.88
12	1998	785.363	73.8425	5452.715	402642.093	29732098.76
13	1999	785.363	73.8425	5452.715	402642.093	29732098.76
14	2000	1008.116	296.5955	87968.891	26091177.1	7738525717
15	2001	848.066	136.5455	18644.674	2545846.275	347623852.5
16	2002	980.706	269.1855	72460.833	19505405.67	5250572379
17	2003	1037.245	325.7245	106096.45	34558213.1	1.12564*10 ¹⁰
18	2004	754.200	42.6795	1821.54	77742.404	3318006.952
19	2005	999.357	287.8365	82849.851	23847211.06	6864097766
20	2006	764.435	52.9145	2799.944	148157.653	7839688.14
Jumlah		14230.410	0.0000	998781.059	118949333.453	129245235050.701
rata-rata (Xrt)		711.5205				

Sumber : Hasil Perhitungan

Macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut :

1. Standar Deviasi (S)

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut :

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

$$S = \sqrt{\frac{998781,059}{20 - 1}} = 229,276$$

2. Koefisien Skewness (C_s)

Perhitungan koefisien *skewness* digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \sum \left(\frac{\log X_i - \log \bar{X}}{S} \right)^3$$

$$C_s = \frac{20 \times (118949333,453)}{(20-1)(20-2)229,276^3} = 0,577$$

3. Pengukuran Kurtosis (C_K)

Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut :

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

$$C_K = \frac{\frac{1}{20} \times (129245235050,701)}{229,276^4} = 2,339$$

4. Koefisien Variasi (C_V)

Perhitungan koefisien variasi digunakan rumus sebagai berikut :

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

$$C_V = \frac{229,276}{711,5205} = 0,322$$

Perhitungan parameter statistik untuk analisa distribusi Log Normal dan *Log Pearson Type III* dapat dilihat pada tabel 4.3. pada halaman 48 sebagai berikut :

Tabel 4.3. Perhitungan Parameter Statistik untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi - Log Xi rt	(Log Xi - Log Xi rt) ²	(Log Xi - Log Xi rt) ³	(Log Xi - Log Xi rt) ⁴
1	1987	377.755	2.5772	-0.2513	0.0632	-0.0159	0.00399
2	1988	501.700	2.7004	-0.1281	0.0164	-0.0021	0.00027
3	1989	518.404	2.7147	-0.1138	0.0130	-0.0015	0.00017
4	1990	430.919	2.6344	-0.1941	0.0377	-0.0073	0.00142
5	1991	567.416	2.7539	-0.0746	0.0056	-0.0004	0.00003
6	1992	548.077	2.7388	-0.0897	0.0081	-0.0007	0.00006
7	1993	527.203	2.722	-0.1065	0.0113	-0.0012	0.00013
8	1994	490.061	2.6903	-0.1382	0.0191	-0.0026	0.00036
9	1995	464.582	2.6671	-0.1614	0.0260	-0.0042	0.00068
10	1996	1214.475	3.0844	0.2559	0.0655	0.0168	0.00429
11	1997	626.967	2.7972	-0.0313	0.001	-0.00003	0.000001
12	1998	785.363	2.8951	0.0666	0.0044	0.0003	0.00002
13	1999	785.363	2.8951	0.0666	0.0044	0.0003	0.00002
14	2000	1008.116	3.0035	0.175	0.0306	0.0054	0.00094
15	2001	848.066	2.9284	0.0999	0.0099	0.0009	0.00009
16	2002	980.706	2.9915	0.163	0.0266	0.0043	0.00071
17	2003	1037.245	3.0159	0.1874	0.0351	0.0066	0.00123
18	2004	754.200	2.8775	0.049	0.0024	0.0001	0.000006
19	2005	999.357	2.9997	0.1712	0.0293	0.0050	0.00086
20	2006	764.435	2.8833	0.0548	0.0030	0.0002	0.000009
Jumlah			56.5704	0.000	0.4126	0.00397	0.015286
Log Xi rt			2.8285				

Sumber : Hasil Perhitungan

Macam pengukuran dispersi Logaritma antara lain sebagai berikut :

1. Standar Deviasi (S)

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{ \log(X_i) - \log(X_{RT}) \}^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,4126}{20 - 1}} = 0,1474$$

2. Koefisien Skewness (Cs)

Perhitungan koefisien skewness digunakan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \sum \left(\frac{\log Xi - \log Xrt}{S} \right)^3$$

$$Cs = \frac{20}{19 \times 18} \times 1,2396 = 0,0725$$

3. Pengukuran Kurtosis (C_K)

Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\text{Log}X_i - \text{Log}X_{rt} \right)^4}{S^4}$$

$$C_K = \frac{\frac{1}{20} \times (0,015286)}{0,1474^4} = 1,6191$$

4. Koefisien Variasi (C_V)

Perhitungan koefisien variasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_V = \frac{S}{\text{Log}X_{rt}}$$

$$C_V = \frac{0,1474}{2,8285} = 0,0521$$

4.4.2. Pemilihan Jenis Sebaran

Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi antara lain Normal, *Gumbel*, Log Normal, *Log Pearson Type III*. Untuk itu ditinjau jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah studi. Hal ini dapat dipakai dapat dicari dengan cara analisis dan cara grafis (plotting data).

4.4.2.1. Penentuan Jenis Sebaran Cara Analisis

Ketentuan dalam pemilihan distribusi untuk daerah studi tercantum dalam Tabel 4.4. sebagai berikut :

Tabel 4.4. Parameter Pemilihan Distribusi Data Debit

Jenis sebaran	Kriteria	Hasil	Keterangan
Log Normal	$C_s = 3 C_v + C_v^2 = 0,159$ $C_v \sim 0,06$	$C_s = 0,0725$ $C_v = 0,0521$	Mendekati Mendekati
<i>Log Pearson Type III</i>	$C_s \neq 0$ $C_v \sim 0,3$	$C_s = 0,0725$ $C_v = 0,0521$	Mendekati Mendekati
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	$C_s = 0,577$ $C_k = 2,339$	Kurang Kurang

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan yang telah dilakukan diatas dengan syarat-syarat tersebut diatas, maka dipilih distribusi yang paling mendekati yaitu distribusi Log Normal.

4.4.2.2. Penentuan Jenis Sebaran Cara Grafis (Plotting Data)

Disamping metode analisis kita juga melakukan metode grafis, yaitu dengan cara plotting pada kertas probabilitas. Untuk mendapatkan jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah studi, maka perlu dilakukan pengeplotan data pada kertas probabilitas (*Gumbel*, *Log Normal*, *Log Pearson Type III*). Dari Plotting pada kertas probabilitas tersebut, bisa dilihat sebaran yang cocok / yang mendekati garis regresinya.

Sebelum dilakukan penggambaran, data harus diurutkan dahulu dari kecil ke besar. Penggambaran posisi (*plotting positions*) yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh *Weinbull* dan *Gumbel*, yaitu :

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} * 100\%$$

Dimana :

$P(X_m)$ = data sesudah dirangking dari kecil ke besar

m = nomor urut

n = jumlah data (20)

Tabel 4.5. Posisi Ploting Daerah Studi

Tahun	Q _{max} (m ³ /det)	Rangking m	Q _{max} (m ³ /det)	P (Xm) (%)
1987	377.755	1	377.755	4.762
1988	501.700	2	430.919	9.524
1989	518.404	3	464.582	14.286
1990	430.919	4	490.061	19.048
1991	567.416	5	501.700	23.810
1992	548.077	6	518.404	28.571
1993	527.203	7	527.203	33.333
1994	490.061	8	548.077	38.095
1995	464.582	9	567.416	42.857
1996	1214.475	10	626.967	47.619
1997	626.967	11	754.200	52.381
1998	785.363	12	764.435	57.143
1999	785.363	13	785.363	61.905
2000	1008.116	14	785.363	66.667
2001	848.066	15	848.066	71.429
2002	980.706	16	980.706	76.190
2003	1037.245	17	999.357	80.952
2004	754.200	18	1008.116	85.714
2005	999.357	19	1037.245	90.476
2006	764.435	20	1214.475	95.238
		jumlah	14230.410	
		rata-rata	711.5205	

Sumber : Hasil Perhitungan

Agar lebih meyakinkan, setelah dilakukan plotting data pada kertas probabilitas, perlu dilakukan uji keselarasan sebaran (*Goodness of fit tes*) yaitu dengan *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorof*.

4.4.3. Pengujian Keselarasan Sebaran

Berikut adalah perhitungan pengujian keselarasan :

4.4.3.1. Uji Sebaran Chi Kuadrat (*Chi Square Test*)

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

$G = 1 + 1,33 \ln 20 = 4.9843 \Rightarrow$ diambil 10

$dk = G - (R + 1)$

R untuk distribusi normal dan binominal ; R = 2

R untuk distribusi poisson ; R = 1

$dk = 10 - (2 + 1) = 7$

$Ef = \frac{N}{G} \rightarrow Ef = \frac{20}{10} = 2$

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

$$\Delta X = (1214,475 - 377,755) / (10 - 1)$$

$$\Delta X = 92,969$$

$$X_{\text{awal}} = X_{\text{min}} - \frac{1}{2} \Delta X = 377,755 - \frac{1}{2} \times 92,969 = 331,271$$

Tabel 4.6. Perhitungan Uji Chi-kuadrat

No	Probabilitas (%)	Of	Ef	Ef-Of	(Ef-Of) ² /Ef
1	331.271 < X < 424.24	1	2	1	0.5
2	424.24 < X < 517.209	4	2	-2	2
3	517.209 < X < 610.178	4	2	-2	2
4	610.178 < X < 703.147	1	2	1	0.5
5	703.147 < X < 796.116	4	2	-2	2
6	796.116 < X < 889.085	1	2	1	0.5
7	889.085 < X < 982.054	1	2	1	0.5
8	982.054 < X < 1075.023	3	2	-1	0.5
9	1075.023 < X < 1167.992	0	2	2	2
10	1167.992 < X < 1260.961	1	2	1	0.5
Jumlah		20		(λh) ²	11

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Chi-kuadrat $(\lambda h)^2 = 11,00$. Batas kritis nilai Chi-kuadrat untuk $dk = 7$ dengan $\alpha = 5\%$ dari Tabel 2.8. didapatkan nilai $(\lambda h)^2_{cr} = 14,067$. Nilai $(\lambda h)^2 = 11 < (\lambda h)^2_{cr} = 14,067$ maka pemilihan distribusi Log Normal memenuhi syarat.

4.4.3.2. Uji Sebaran Smirnov Kolmogorov

Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan Smirnov – Kolmogorov untuk Metode Log Normal pada daerah studi dapat dilihat pada Tabel 4.7. pada halaman 53.

Tabel 4.7. Perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov

x	m	P(x) = m/(n+1)	P(x<) = nilai 1 - (3)	f(t)	P'(x) = m/(n-1)	P'(x<) = nilai 1 - (6)	D
(1)	(2)	(3)	(4) = nilai 1 - (3)	(5)	(6)	(7) = nilai 1 - (6)	(8)
377.755	1	0.0476	0.9524	-1.4557	0.0526	0.9474	0.0050
430.919	2	0.0952	0.9048	-1.2239	0.1053	0.8947	0.0101
464.582	3	0.1429	0.8571	-1.0770	0.1579	0.8421	0.0150
490.061	4	0.1905	0.8095	-0.9659	0.2105	0.7895	0.0200
501.700	5	0.2381	0.7619	-0.9151	0.2632	0.7368	0.0251
518.404	6	0.2857	0.7143	-0.8423	0.3158	0.6842	0.0301
527.203	7	0.3333	0.6667	-0.8039	0.3684	0.6316	0.0351
548.077	8	0.3809	0.6190	-0.7129	0.4210	0.5789	0.0401
567.416	9	0.4286	0.5714	-0.6285	0.4737	0.5263	0.0451
626.967	10	0.4762	0.5238	-0.3688	0.5263	0.4737	0.0501
754.200	11	0.5238	0.4762	0.1861	0.5789	0.4210	0.0551
764.435	12	0.5714	0.4286	0.2308	0.6316	0.3684	0.0602
785.363	13	0.6190	0.3809	0.3221	0.6842	0.3158	0.0652
785.363	14	0.6667	0.3333	0.3221	0.7368	0.2632	0.0701
848.066	15	0.7143	0.2857	0.5956	0.7895	0.2105	0.0752
980.706	16	0.7619	0.2381	1.1741	0.8421	0.1579	0.0802
999.357	17	0.8095	0.1905	1.2554	0.8947	0.1053	0.0852
1008.116	18	0.8571	0.1429	1.2936	0.9474	0.0526	0.0903
1037.245	19	0.9048	0.0952	1.4207	1.0000	0	0.0952
1214.475	20	0.9524	0.0476	2.1937	1.0526	-0.0526	0.1002

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan nilai D, Tabel 4.7., menunjukkan nilai $D_{\max} = 0,1002$, data pada peringkat $m=20$. Dengan menggunakan data pada Tabel 2.9. untuk derajat kepercayaan 5 %, maka diperoleh $D_0 = 0,29$. Karena nilai D_{\max} lebih kecil dari nilai D_0 kritis ($0,1002 < 0,29$), maka persamaan distribusi yang diperoleh dapat diterima.

4.4.4. Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang Tertentu

Perhitungan debit banjir rencana periode ulang tertentu yang terpilih adalah dengan menggunakan Log Normal, seperti yang dapat dilihat dibawah ini.

Rumus :

$$\log Q_t = \log Q_{rt} + S * K_t$$

Dimana :

Q_t = debit banjir rencana

Q_{rt} = debit rata-rata

K_t = standar variable untuk periode ulang T tahun yang besarnya ditentukan berdasarkan tabel 2.4.

S = standar deviasi

Tabel 4.8. Debit Banjir Rencana dengan Periode Ulang Tertentu (Log Normal)

Periode	Cs	Log Qi	S	Kt	Log Q = Log Qi + S*Kt	S.Log Qi	Q (m ³ /det)
2	0.0725	2.8285	0.1474	-0,22	2.79607	0.41692	625.2735
5	0.0725	2.8285	0.1474	0,64	2.92284	0.41692	837.2208
10	0.0725	2.8285	0.1474	1,26	3.01422	0.41692	1033.2847
25	0.0725	2.8285	0.1474	2,10	3.13804	0.41692	1374.1685
50	0.0725	2.8285	0.1474	2,75	3.23385	0.41692	1713.3654
100	0.0725	2.8285	0.1474	3,45	3.33703	0.41692	2172.8513

Sumber : Hasil Perhitungan