

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Banjir.

Banjir didefinisikan sebagai tergenangnya suatu tempat akibat meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air disuatu wilayah dan menimbulkan kerugian fisik, sosial dan ekonomi (*Rahayu dkk, 2009*).

Banjir adalah ancaman musiman yang terjadi apabila meluapnya tubuh air dari saluran yang ada dan menggenangi wilayah sekitarnya. Banjir adalah ancaman alam yang paling sering terjadi dan paling banyak merugikan, baik dari segi kemanusiaan maupun ekonomi” (*IDEP, 2007*).

Banjir Menurut SK SNI M-18-1989-F 1989 dijelaskan bahwa Banjir adalah aliran yang relatif tinggi, dan tidak tertampung oleh alur sungai atau saluran.

2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS).

Daerah aliran sungai adalah daerah yang dibatasi oleh batas alami seperti punggung atau gunung, atau perbatasan berbatu seperti jalan atau tanggul, dimana air hujan jatuh ke daerah – daerah ini dan berkontribusi pada aliran titik kontrol. (*Suripin, 2004*)

Sub Daerah Aliran Sungai adalah bagian dari Daerah Aliran Sungai yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap Daerah Aliran Sungai terbagi habis dalam sub Daerah Aliran Sungai (*Tikno dkk, 2016*).

2.3. Hidrologi.

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi baik mengenai terjadinya, peredarannya dan penyebarannya. Air merupakan bahan paling tersedia di bumi. Hidrologi terkait upaya untuk mencari kejelasan tentang semua fase keberadaan air di bumi untuk keperluan manusia dan lingkungannya. (*Reni Oktaviani Tarru dkk, 2024*)

Hidrologi merupakan tahapan awal perencanaan suatu rancangan bangunan dalam suatu daerah aliran sungai untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang terjadi di daerah tersebut. Pada saat air hujan jatuh ke bumi, sebagian air jatuh langsung ke permukaan bumi dan ada juga yang terhambat oleh vegetasi (*intersepsi*). Intersepsi memiliki 3 macam, yaitu kehilangan intersepsi (*interception*

loss), curahan tajuk (*through fall*) dan aliran batang (*stem flow*). Kehilangan intersepsi adalah air yang jatuh ke vegetasi tetapi belum sampai mencapai tanah sudah menguap. Curahan tajuk adalah air hujan yang tidak langsung jatuh ke bumi, tetapi terhambat oleh dedaunan terlebih dahulu. Aliran batang adalah air hujan yang jatuh ke vegetasi dan mengalir melalui batang vegetasi tersebut (*Rahayu dkk, 2009*).

2.3.1. Curah Hujan.

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam mm. Curah hujan rerata daerah ini dipakai untuk mendapatkan curah hujan yang dapat mewakili suatu daerah yang ditinjau

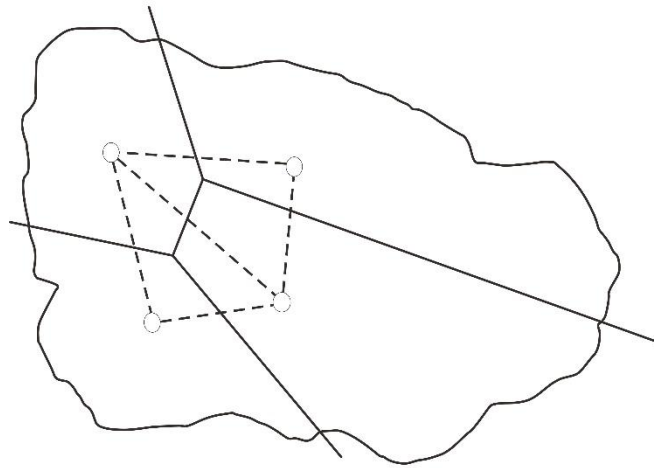
2.3.1.1. Analisa Curah Hujan Rencana.

Dalam pengukuran curah hujan data dari pencatat atau penakar hanya didapatkan curah hujan disuatu titik tertentu (*point rainfall*). Untuk menghitung nilai curah hujan luas, dapat digunakan metode Poligon Thiessen. Untuk curah hujan yang berasal dari dua stasiun, metode rata-rata aritmatik diterapkan, sedangkan untuk mendapatkan nilai curah hujan areal (lebih dari 2 stasiun) dapat dihitung dengan metode Polygon Thiessen.

a. Metode Polygon Thiessen.

Cara ini sudah cukup teliti karena sudah memperhitungkan bobot stasiun hujan berdasar jarak antar stasiun. Langkah-langkah untuk membuat polygon thiessen adalah:

1. Stasiun hujan diplot pada peta
2. Antar stasiun hujan dihubungkan dengan garis putus-putus yang membentuk segitiga.
3. Ditarik garis sumbu pada segitiga-segitiga tersebut.
4. Dihitung luasan yang dibatasi oleh poligon.
5. Luasan masing-masing poligon dikalikan dengan hujan pada stasiun hujan dan kemudian dibagi dengan luas total area maka didapatkan hujan rata-rata area tersebut. (*Reni Oktaviani Tarru dkk, 2024*)



Gambar 2. 1 Metode Thiessen

Persamaan yang digunakan

$$H_d = \sum \alpha H_i$$

Di mana :

H_d = hujan rata-rata DAS (mm)

α = koefisien Thiessen di mana,

$$\alpha = \frac{L_i}{L}$$

Dengan :

L_i = luas masing-masing poligon (km²)

L = Luas total DAS (km²)

2.3.2. Curah hujan rencana.

Curah Hujan Rencana mengacu pada curah hujan maksimum yang diperkirakan dapat terjadi dalam jangka waktu tertentu dengan probabilitas tertentu. Pada periode ulang yang spesifik, penentuan rencana curah hujan harus memenuhi persyaratan koefisien skewness dan koefisien kurtosis untuk memilih metode distribusi yang akan digunakan. Untuk mendapatkan suatu frekuensi hujan yang sesuai dengan data yang tersedia untuk perhitungan curah hujan rencana, maka perlu dihitung terlebih dahulu parameter yang ada dengan perhitungan dispersi, yaitu:

Hitung parameter-parameter statistik Cs dan Ck untuk menentukan macam analisa frekuensi yang dipakai.

Standar Deviasi (Sd).

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

Sd = Deviasi standar.

Xi = Nilai varian ke i.

$\bar{x}$ = Nilai rata rata varian.

n = Jumlah data.

Koefisien kemencengan/skewness (Cs), dihitung dengan persamaan :

$$Cs = \frac{n \cdot \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

Dimana :

Cs = Koefisien Skewness.

Sd = Deviasi standar.

Xi = Nilai varian ke i.

$\bar{x}$ = Nilai rata rata varian.

n = Jumlah data.

Koefisien kepuncakan/curtosis (Ck).

$$CK = \frac{n(n+1) \sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-2)S^4} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

Dimana :

Ck = Koefisien kurtosis.

Xi = Nilai varian ke i.

$\bar{x}$ = Nilai rata rata varian.

n = Jumlah data

Koefisien Variasi (Cv).

$$CV = \frac{sd}{x}$$

Dimana :

Sd = Standar deviasi.

$\bar{x}$: Hujan rerata (mm).

Cv = Koefisien Variasi.

Tabel 2. 1 Syarat Pengujian Data.

Distribusi Normal	Cs $\approx$ 0 Ck $\approx$ 3
Distribusi Log Normal	Cs/Cv $\approx$ 3
Distribusi Log Pearson Type III	Cs $\neq$ 0
Distribusi Gumble	Cs $\leq$ 1,1396 Ck $\leq$ 5,4002

(Sumber : Sri Harto, 1993).

2.3.2. Pemilihan Jenis Sebaran Distribusi.

Dalam memilih jenis sebaran, terdapat beberapa macam distribusi yang sering dipakai yaitu distribusi normal, distribusi log normal, distribusi gumble dan distribusi log pearson III. Untuk menentukan distribusi yang digunakan, nilai-nilai dari parameter yang telah di hitung dicocokkan dengan tabel ketentuan untuk penggunaan jenis distribusi yang sesuai dengan data yang diperoleh.

2.3.2.2. Metode Normal.

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi gauss, distribusi dengan sebaran normal dapat digunakan jika memenuhi syarat koefisien skewness adalah 0 dan koefisien kurtosis adalah 3, untuk menghitung distribusi normal dapat menggunakan rumus sebagai berikut

$$X_t = \bar{X} + Kt . Sd \dots \dots \dots (2.1)$$

X_t = besarnya curah hujan dengan periode ulang T tahun.

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

Sd = Standar Deviasi data hujan harian maksimum.

Kt = Standar variable untuk periode ulang t tahun yang besarnya diberikan pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Metode Distribusi Normal – Nilai

No.	Periode ulang (T) tahun	Peluang	Ket
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2	0,500	0
11	2,5	0,400	0,25
12	3,33	0,300	0,52
13	4	0,250	0,67
14	5	0,200	0,84

No.	Periode ulang (T)	Peluang	Ket
-----	----------------------	---------	-----

	tahun		
15	10	0,100	1,28
16	20	0,050	1,64
17	50	0,020	2,05
18	100	0,010	2,33
19	200	0,005	2,58
20	500	0,002	2,88
21	1000	0,001	3,09

(sumber : Suripin 2004).

2.3.2.3. Metode Log Normal.

Distribusi log normal digunakan apabila variable acak (X) suatu data tidak mengikuti distribusi normal. Tetapi nilai logaritmanya ($Y = \log X$) mengikuti aturan distribusi normal. Persamaan distribusi log normal dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y_t = \bar{X} + K_t \cdot S_d \dots \dots \dots (2.2)$$

Y_t = Besarnya curah hujan dengan periode ulang T tahun.

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

S_d = Standar Deviasi data hujan harian maksimum.

K_t = Standar variable untuk periode ulang t tahun yang besarnya diberikan pada tabel 2.2.

2.3.2.4. Metode Log Pearson Type III.

Distribusi Log Pearson Type III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisa data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem (Soewarno, 1995).

Metode ini sering dipakai dengan pertimbangan bahwa metode ini lebih fleksibel dan dapat dipakai untuk semua sebaran data, yang mana besarnya harga parameter statistiknya (C_s atau C_k) tidak ada ketentuan (Sri Harto, 1993).

Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi Log Pearson Type III adalah:

- Harga Rata- rata.
- Standar Deviasi.
- Koefisien Kemencengan.

Distribusi frekuensi komulatif akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas log-normal jika koefisien asimetri $C_s = 0$. Prosedur untuk menghitung distribusi Log Pearson Type III, adalah :

1. Mengubah data debit banjir tahunan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$.

2. Menghitung nilai rata-rata dengan rumus :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots \dots \dots (2.3)$$

3. Menghitung nilai Deviasi standar dari $\log X$, dengan rumus sebagai berikut :

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{(n-1)}} \dots \dots \dots (2.4)$$

4. Menghitung nilai koefisien kemencengan, dengan rumus sebagai berikut:

$$C_S = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots \dots \dots (2.5)$$

5. Menghitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus sebagai berikut :

$$\log X = \overline{\log X} + Ktr S \log X \dots \dots \dots (2.6)$$

Tabel 2. 3 Koefisien C_s log pearson III

sien	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200
------	--------	--------	--------	------	---	---	----	----	----	-----	-----

Kemenceng	Persen Waktu Balik										
Cs	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
3	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.061	4.970
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.097	3.902	4.783
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.386	0.499	1.238	2.367	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.454
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-1.388	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575

Koefisien	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200
Kemenceng	Persen Waktu Balik										
Cs	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
1	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.806	-1.423	-1.830	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.395	2.755	3.132
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.175	-1.586	-1.258	-0.850	-0.003	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.836	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388
-0.3	-2.544	-1.792	-1.309	-0.824	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	0.116	0.857	1.183	1.488	1.633	1.808	1.926
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.769	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749

Koefisien	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200
Kemenceng	Persen Waktu Balik										
Cs	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
-1	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	-3.087	-1.894	-1.341	-0.745	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	-3.149	-1.910	-1.340	-0.732	0.195	0.844	1.096	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.719	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	-3.330	-1.951	-1.333	-0.690	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	-3.444	-1.972	-1.324	-0.660	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	-3.553	-1.989	-1.310	-0.627	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
-2	-3.605	-1.996	-1.302	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.996
-2.1	-3.656	-2.001	-1.294	-0.592	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.555	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	-3.800	-2.011	-1.262	-0.537	0.351	0.725	0.796	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.5	-3.845	-2.012	-1.250	-0.518	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	-3.889	-2.013	-1.238	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	-3.932	-2.012	-1.224	-0.479	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	-3.974	-2.010	-1.210	-0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.440	0.330	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690

Koefisien	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200
Kemenceng	Persen Waktu Balik										
Cs	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
-3	-4.051	-2.006	-1.180	-0.420	0.390	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667

(Sumber : Soerwarno, 1995.)

2.3.2.5. Metode Gumble.

Distribusi gumble adalah salah satu dari metode yang digunakan untuk menganalisa frekuensi banjir guna mengetahui data maksimumnya. untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode sebaran Gumble digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut (Soemarto, 1999):

$$X_t = \bar{X} \frac{S_d}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

Dimana :

X_t = Nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun.

$\bar{X}$ = Nilai rata – rata hujan.

S_d = Standar deviasi (simpang baku).

Y_t = Nilai reduksi variat (*reduced variate*) dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun, dapat dilihat pada tabel 2.4.

Y_n = Nilai rata – rata dari reduksi variat (*reduce mean*) nilainya tergantung dari jumlah data (n), dapat dilihat pada tabel 2.5.

S_n = Deviasi standar dari reduksi variat (*reduced standart deviation*) nilainya tergantung dari jumlah data (n), dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2. 4 Reduced Variate (Y_t)

Periode ulang	Reduced variate
2	0,3668
Periode ulang	Reduced variate
5	1,5004
10	2,2510
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
100	4,6012
200	5,2969
250	5,5206
500	6,2149
1000	6,9087
5000	8,5188
10000	9,2121

(Sumber : Suripin, 2004)

Tabel 2. 5 Hubungan N (besar sampel)

n	Y_n	S_n
---	-------	-------

10	0.4952	0.9496
11	0.4996	0.9676
12	0.5035	0.9833
13	0.5070	0.9971
14	0.5100	1.0095
n	Yn	Sn
15	0.5128	1.0206
16	0.5157	1.0316
17	0.5181	1.0411
18	0.5202	1.0493
19	0.5220	1.0565
20	0.5236	1.0628
40	0.5436	1.1413
50	0.5485	1.1607
60	0.5521	1.1747
70	0.5548	1.1854
80	0.5569	1.1938
90	0.5586	1.2007
100	0.5600	1.2065

(Sumber : Suripin, 2004).

2.3.3. Uji Kesesuaian Distribusi.

Analisis uji kesesuaian distribusi dilakukan untuk menguji sejauh mana distribusi frekuensi sampel cocok dengan fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.

Metode yang sering digunakan dalam uji kecocokan adalah uji Chi-kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

2.3.3.1. Uji Chi-Kuadrat (Chi-Square).

Pada penerapan Uji Smirnov-Kolmogorov, meskipun melibatkan perhitungan matematis, kesimpulan hanya didasarkan pada bagian tertentu (sebuah variasi) yang menunjukkan penyimpangan terbesar. Sementara itu, Uji Chi-Kuadrat menguji penyimpangan distribusi data pengamatan dengan pengukuran secara

matematis sejauh mana data pengamatan mendekati keseluruhan bagian dari garis persamaan distribusi teoritisnya.

Uji Chi-Kuadrat dapat diturunkan menjadi persamaan sebagai berikut :

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

Dimana :

X^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung.

Of = Frekuensi pengamatan (observed frequency).

Ef = Frekuensi teoritis (expected frequency).

Nilai curah hujan harian maksimum X_t diplot dengan harga probabilitas Weibull (Soetopo, 1996:12):

$$P = \frac{m}{n} \cdot 100\%$$

Dimana :

P = Probabilitas (%).

m = Nomor urut data dari seri yang telah diurutkan.

n = Jumlah banyak data.

Pembagian Jumlah Kelas :

$$K = 1 + (3.322 * \log n)$$

Dimana:

K = Jumlah kelas.

N = Jumlah banyak data.

Nilai X^2 Hitung ini harus lebih kecil dari nilai X^2 cr (yang didapat dari Tabel). Derajat kebebasan ini secara umum dapat dihitung dengan :

$$Dk = K - (p + 1)$$

Dimana:

Dk = Derajat kebebasan.

K = Jumlah kelas distribusi.

P = Parameter yang terkait dalam frekuensi

Tabel 2. 6 Nilai χ^2 Cr untuk uji Chi – Kuadrat

v	Percentile P							
Derajat bebas	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.75	50	0.25
1	7.9	6.6	5.0	3.9	2.7	1.3	0.5	0.1
2	10.6	9.2	7.4	6.0	4.6	2.8	1.4	0.6
3	12.8	11.3	9.4	7.8	6.3	4.1	2.4	1.2
4	14.9	13.3	11.1	9.5	7.8	5.4	3.4	1.9
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.2	6.6	4.4	2.7
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.8	5.4	3.5
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.0	6.4	4.3
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.3	5.1
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.3	5.9
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.3	6.7
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	10.7	10.3	7.6
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.4
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.3
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.2	11.0
16	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6
20	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5
21	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3
22	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2
23	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1
24	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0
25	46.9	44.3	40.6	37.7	34.4	29.3	24.3	15.5
30	53.7	50.9	47.0	43.8	40.3	34.8	29.3	24.5
40	66.8	63.7	59.3	55.8	51.8	45.6	39.3	33.7
50	79.5	76.2	71.4	67.5	63.2	56.3	49.3	42.9
60	92.0	88.4	83.3	79.1	74.4	67.0	59.3	52.3
70	104.2	100.4	95.0	90.5	85.5	77.6	69.3	61.7
80	116.3	112.3	106.6	101.9	96.6	88.1	79.3	71.1
90	128.3	124.1	118.1	113.1	107.6	98.6	89.3	80.6
100	140.2	135.8	129.6	124.3	118.5	109.1	99.3	90.1

(Sumber : Sutopo, 1995: A-7)

Prosedur untuk menggunakan uji chi-kuadrat (chi-square) adalah sebagai berikut :

1. Mengurutkan data curah hujan harian maksimum dari nilai terkecil ke nilai terbesar.
2. Kelompokkan data menjadi K sub-grup, tiap – tiap sub grup minimal 4 data pengamatan.
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar Of tiap sub-grup.
4. Pada tiap sub-grup hitung nilai $(Of-Ef)^2$ dan $\frac{(of-Ef)^2}{Ef}$
5. Jumlahkan seluruh K sub-grup nilai $\frac{(of-Ef)^2}{Ef}$ untuk menentukan nilai chi-kuadrat
6. Menghitung nilai X^2_{Cr} dengan menentukan tarap signifikan $\alpha = 5 \%$ dan dengan derajat kebebasan yang dihitung dengan persamaan:

$$Dk = K - (p + 1)$$

Dimana :

Dk = derajat kebebasan.

K = jumlah kelas.

p = jumlah parameter untuk X^2 .
7. Dengan nilai Dk dan nilai tingkat kepercayaan (significan level α) maka didapatkan nilai X^2_{Cr} yang akan dibandingkan dengan nilai X^2_{Hitung} . Data diterima jika nilai dari $X^2_{Hitung} < X^2_{Cr}$.

2.3.3.2. Uji Smirnov Kolmogorov.

Pemeriksaan uji kesesuaian ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis. Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (non parametric test), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. (Soewarno, 1995).

Tahap-tahap pengujian Smirnov Kolmogorof adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data curah hujan harian maksimum dari nilai terkecil ke nilai terbesar.

2. Menginput nilai curah hujan harian maksimum X_t dengan nilai probabilitas, $Sn(x)$ dalam persamaan berikut :

$$Sn(x) = \frac{m}{n} \cdot 100\%$$

Dimana :

$Sn(x)$ = Probabilitas (%).

m = Nomor urut data dari seri yang telah diurutkan.

n = Jumlah banyak data.

3. Menguji hasil data terhadap kesesuaian data dengan menggunakan tabel yang tersedia dengan parameter banyaknya data (n), tingkat kepercayaan (significan level) Δ , dan Δ_{Cr} .

4. Menghitung nilai selisih maksimum antara distribusi teoritis dengan distribusi empiris menggunakan persamaan berikut :

$$\Delta_{maks} = [P_x(X) - S_n(X)]$$

Dimana :

Δ_{maks} = Selisih maksimum antara peluang empiris dengan teoritis.

$S_n(X)$ = Peluang empiris.

$P_x(X)$ = Peluang teoritis.

5. Membandingkan nilai Δ_{Cr} dengan Δ maks dengan syarat :

$\Delta_{Cr} > \Delta_{maks}$: maka distribusi tidak diterima.

$\Delta_{Cr} < \Delta_{maks}$: maka distribusi diterima.

Tabel 2. 7 Nilai Kritis Uji Smirnov Kolmogrov

Ukuran Sample	Level of significance α (%)			
	20	10	5	1
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32

Ukuran Sample	Level of significance α (%)			
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	<u>1,07</u>	<u>1,22</u>	<u>1,36</u>	<u>1,63</u>
	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$	$\sqrt{n}$

(Sumber : Suripin, 2004)

2.4. Intensitas Curah Hujan.

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan metode Mononobe dengan mengacu pada sebuah variasi dari persamaan – persamaan curah hujan jangka pendek. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

$$r_t = t \cdot R_t - (t - 1) \cdot R_{(t-1)}$$

Dimana :

r_T = Curah Hujan pada jam ke T (mm).

R_t = Rerata curah hujan dari awal sampai jam ke T (mm).

T = Waktu mulai hujan hingga jam ke T (jam).

R_{24} = Curah hujan efektif dalam 24 jam (mm).

t = Waktu konsentrasi hujan (jam).

2.5. Debit Rencana.

Untuk melakukan perhitungan atau memperkirakan besarnya debit rencana yang akan terjadi dalam berbagai periode ulang dengan hasil yang baik dapat dilakukan dengan analisa data aliran dari sungai yang bersangkutan. Untuk menghitung debit banjir rencana dan karakteristik daerah aliran sungai

1. Luas Daerah Pengaliran Sungai (A).
2. Panjang sungai (L).

3. Kemiringan Sungai (i).

Untuk mendapatkan debit banjir rencana dapat menggunakan metode sebagai berikut :

- Metode Rasional jika DAS kurang dari 50 Km²
- Metode Weduwen jika luas maksimum DAS 100 Km²
- Metode Haspers jika luas maksimum DAS 200 Km²
- Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. DAS 10-500 Km²

2.5.1. Waktu Konsentrasi.

Waktu konsentrasi, T_c adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu ditinjau pada daerah pengaliran. Umumnya waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir pada permukaan tanah menuju saluran terdekat (T_o) dan waktu untuk mengalir dalam saluran ke suatu tempat yang ditinjau (T_d).

Dengan Metode Rasional, waktu konsentrasi T_o dapat didekati dengan rumus Kirpich sebagai berikut :

$$T_c = 0.0195 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Dimana :

- T_c = Waktu konsentrasi durasi hujan (menit).
- L = Panjang saluran (m)..
- S = Kemiringan saluran/sungai (mm)

2.5.2. Metode HSS Nakayasu

Penyajian hidrograf banjir dapat menggunakan metode penurunan hidrograf satuan dari hidrograf banjir terukur jika tersedia data dan menggunakan rumus empiris yakni Hidrograf Satuan Sintetik (HSS), yaitu hidrograf yang didasarkan atas sintetis parameter-parameter daerah aliran sungai. Salah satu Hidrograf Satuan Sintetik yang sering digunakan dalam perhitungan debit banjir di Indonesia adalah Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*).

- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*).
- Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograf*).
- Luas daerah pengaliran.
- Panjang alur sungai utama (*length of the longest channel*).

Persamaan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu:

$$Q_P = \frac{A \cdot R_0}{3,6(0,3t_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

Q_P = debit puncak banjir (m³ /detik)

R_0 = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu (time log) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam).

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam).

2.6. Koefisien Kekasaran Manning.

Kecepatan aliran air yang mengalir melalui saluran atau sungai dipengaruhi oleh kekerasan, kemiringan dan ukuran saluran yang ada, semakin besar koefisien kekasaran yang ada maka kecepatan aliran air semakin kecil. Pengaruh kekerasan saluran ini dinyatakan dalam suatu nilai yang disebut koefisien kekerasan (*Manning*).

Tabel 2. 8 Koefisien Angka Manning

Saluran	Keterangan	Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 - 0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023 - 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 - 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 - 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 - 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 - 0,035
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 - 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030

(Sumber : Chow, 1959)

2.7. HEC – RAS.

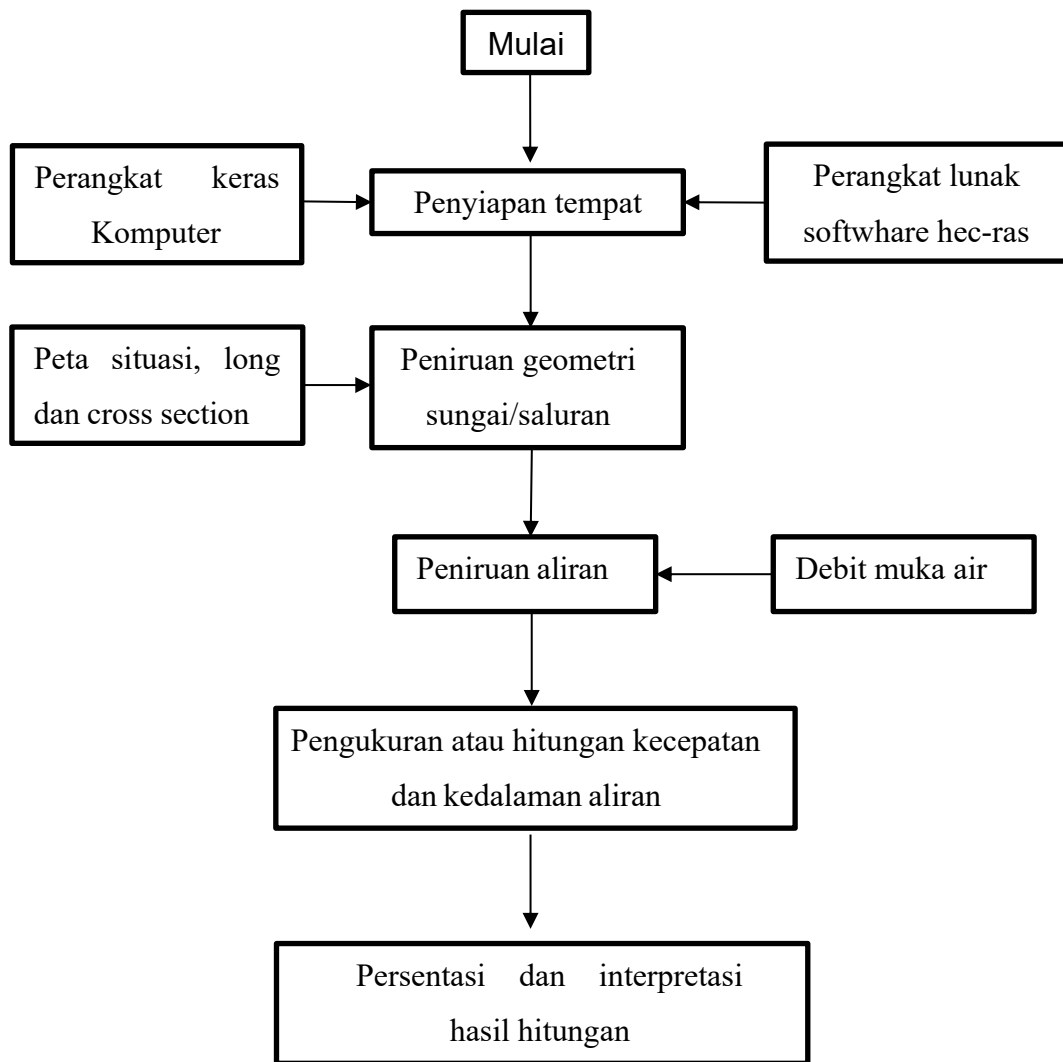
HEC–RAS adalah sebuah program aplikasi untuk memodelkan aliran sungai, River Analysis System (RAS), yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institute For Water Resource* (IWR), dibawah *US Army Corps of Engineers* (USACE).

HEC–RAS memiliki kemampuan untuk menghitung penampang muka udara satu dimensi untuk aliran dalam saluran buatan atau alami. Selain itu, program ini terdiri dari empat bagian model satu dimensi:

- Hitungan profil muka air aliran permanen (*steady flow*).
- Simulasi aliran tak permanen (*unsteady flow*).`
- Hitungan transport sedimen .
- Hitungan kualitas air .

Analisis hidrolika dihitung dengan menggunakan program HEC-RAS. Berbagai jenis analisi pemodelan dapat digunakan dengan program ini untuk membuat berbagai rencana. Masing-masing rencana berisi kumpulan data geometri dan aliran. Setelah data awal dimasukkan ke dalam HEC-RAS, rencana baru dapat digunakan untuk melakukan pemodelan. Setelah simulasi dibuat untuk berbagai rencana, hasilnya dapat dibandingkan dalam bentuk tabel atau grafik.

Cara pengerjaan HEC-RAS dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir berikut.



Gambar 2.2 Diagram alir penggunaan Mode HAC - RAS