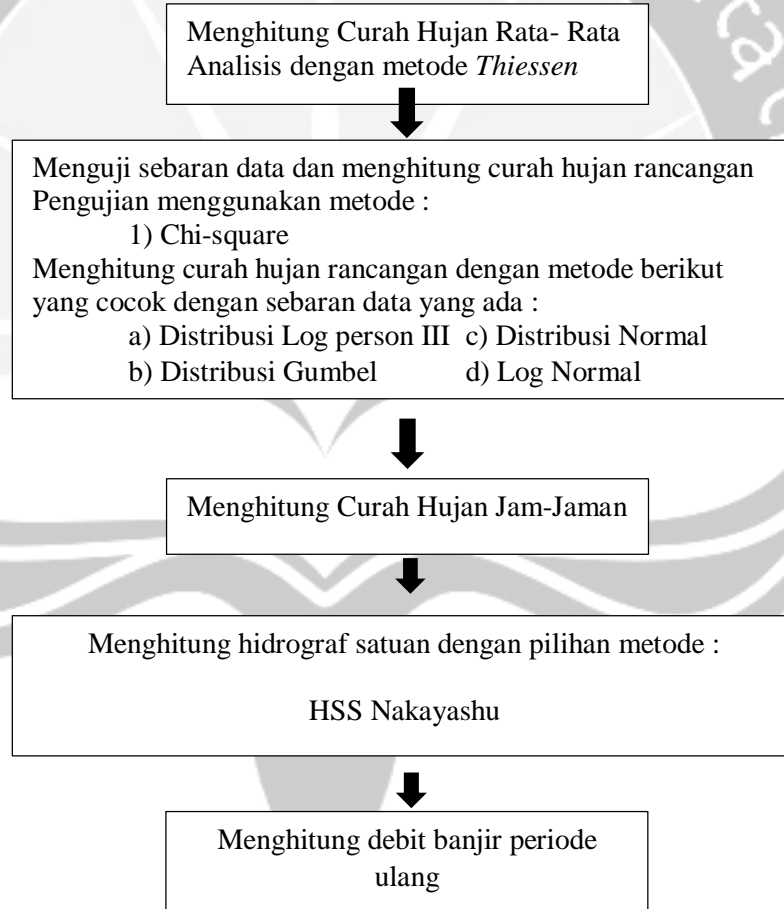


BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Analisis Debit Banjir Rencana

Tahapan dalam perhitungan analisis debit banjir rencana adalah sebagai berikut:



Perhitungan debit banjir menggunakan metode rasional dan hidrograf menggunakan Metode *Nakayashu*. Debit banjir yang digunakan pada penelitian ini adalah debit banjir dengan periode ulang 5 tahunan dan 25 tahunan.

3.1.1. Analisis Curah Hujan Dengan Metode *Thiessen*

Untuk analisis curah hujan dengan metode *Thiessen* digunakan persamaan (Triatmojo, 2010) :

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

dimana:

\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 (km²)

3.1.2. Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Pada analisis ini, penulis memperkirakan kejadian banjir dengan interval waktu 1 tahun, 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun.

3.1.3. Pengukuran Dispersi

Macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut :

1. Deviasi Standart (S)

Perhitungan deviasi standar digunakan persamaan sebagai berikut (Triatmodjo, 2010) :

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

Dimana :

S = Deviasi standar

\bar{x} = Nilai rata-rata varian

x_i = Nilai varian ke-i

n = Jumlah data

2. Koefisien *Skewness* (CS)

Perhitungan koefisien skewness digunakan persamaan berikut (Triatmodjo, 2010):

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

Dimana :

CS = Koefisien skewness

x_i = Nilai varian ke-i

\bar{x} = Nilai rata-rata varian

n = Jumlah data

S = Deviasi standar

3. Koefisien Kurtosis (CK)

Perhitungan koefisien kurtosis digunakan persamaan berikut (Triatmojo, 2010):

$$CK = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

Dimana :

CK = Koefisien skewness

x_i = Nilai varian ke-i

\bar{x} = Nilai rata-rata varian

n = Jumlah data

S = Deviasi standar

3. Koefisien Variasi (CV)

Perhitungan koefisien variasi digunakan persamaan berikut (Triatmojo, 2010):

$$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

Dimana :

CV = Koefisien variasi

\bar{x} = Nilai rata-rata varian

S = Deviasi standar

3.1.4. Pemilihan Jenis Sebaran

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi (Triatmodjo, 2010).

Tabel 3.1. Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$(\bar{x} \pm s) = 68.27\%$ $(\bar{x} \pm 2s) = 95.44\%$ Cs mendekati 0 Ck mendekati 3
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv = 0.6409$ $Cv \approx 0.06$ atau $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 3.7390$
3	Gumbel	$Cs = 1.1400$ $Ck = 5.4000$
4	Log Pearson III	Selain nilai diatas

3.1.5. Pengujian Kecocokan Jenis Sebaran

Uji Chi-Kuadrat menggunakan nilai x^2 yang dapat dihitung dengan persamaan berikut (Triatmodjo, 2010) :

$$x^2 = \sum_{t=1}^N \frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$$

dimana :

x^2 = nilai Chi-Kuadrat terhitung

Ef = frekuensi (banyak pengamatan) yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

Of = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

N = jumlah sub kelompok dalam satu grup

Nilai x^2 yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai x_{cr}^2 (Chi-Kuadrat kritik), untuk suatu derajat nyata tertentu, yang sering diambil 5%. Derajat kebebasan dihitung dengan persamaan (Triatmodjo, 2010):

$$DK = K - (\alpha + 1)$$

dimana :

DK = derajat kebebasan

K = banyaknya kelas

α = banyaknya parameter, untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2

Nilai x_{cr}^2 diperoleh dari tabel nilai Chi-Kuadrat Kritik pada Tabel 3.2

Tabel 3.2. Nilai Chi-Kuadrat Kritik

Degrees of Freedom	Probability of a larger value of χ^2								
	0.99	0.95	0.90	0.75	0.50	0.25	0.10	0.05	0.01
1	0.000	0.004	0.016	0.102	0.455	1.32	2.71	3.84	6.63
2	0.020	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	9.21
3	0.115	0.352	0.584	1.212	2.366	4.11	6.25	7.81	11.34
4	0.297	0.711	1.064	1.923	3.357	5.39	7.78	9.49	13.28
5	0.554	1.145	1.610	2.675	4.351	6.63	9.24	11.07	15.09
6	0.872	1.635	2.204	3.455	5.348	7.84	10.64	12.59	16.81
7	1.239	2.167	2.833	4.255	6.346	9.04	12.02	14.07	18.48
8	1.647	2.733	3.490	5.071	7.344	10.22	13.36	15.51	20.09
9	2.088	3.325	4.168	5.899	8.343	11.39	14.68	16.92	21.67
10	2.558	3.940	4.865	6.737	9.342	12.55	15.99	18.31	23.21
11	3.053	4.575	5.578	7.584	10.341	13.70	17.28	19.68	24.72
12	3.571	5.226	6.304	8.438	11.340	14.85	18.55	21.03	26.22
13	4.107	5.892	7.042	9.299	12.340	15.98	19.81	22.36	27.69
14	4.660	6.571	7.790	10.165	13.339	17.12	21.06	23.68	29.14
15	5.229	7.261	8.547	11.037	14.339	18.25	22.31	25.00	30.58
16	5.812	7.962	9.312	11.912	15.338	19.37	23.54	26.30	32.00
17	6.408	8.672	10.085	12.792	16.338	20.49	24.77	27.59	33.41
18	7.015	9.390	10.865	13.675	17.338	21.60	25.99	28.87	34.80
19	7.633	10.117	11.651	14.562	18.338	22.72	27.20	30.14	36.19
20	8.260	10.851	12.443	15.452	19.337	23.83	28.41	31.41	37.57
22	9.542	12.338	14.041	17.240	21.337	26.04	30.81	33.92	40.29
24	10.856	13.848	15.659	19.037	23.337	28.24	33.20	36.42	42.98
26	12.198	15.379	17.292	20.843	25.336	30.43	35.56	38.89	45.64
28	13.565	16.928	18.939	22.657	27.336	32.62	37.92	41.34	48.28
30	14.953	18.493	20.599	24.478	29.336	34.80	40.26	43.77	50.89
40	22.164	26.509	29.051	33.660	39.335	45.62	51.80	55.76	63.69
50	27.707	34.764	37.689	42.942	49.335	56.33	63.17	67.50	76.15
60	37.485	43.188	46.459	52.294	59.335	66.98	74.40	79.08	88.38

3.1.6. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana pada analisis ini menggunakan metode rasional. Perhitungan debit rencana dengan persamaan berikut (Triatmodjo, 2010):

$$Q = 0,278 CIA$$

$$I = \frac{R24}{24} \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$t = \frac{L}{V}$$

$$v = 72 \frac{\Delta H^{0,6}}{L}$$

Dimana :

Q = debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan

frekuensi tertentu (m^3/s)

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah aliran sungai (km^2)

C = koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan

t = waktu konsentrasi (jam)

V = waktu kecepatan perambatan

L = panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau

H = beda tinggi ujung hulu dengan titik yang ditinjau

3.2 Hidrolika

Analisis hidrolika menggunakan HEC-RAS.

Menurut Ven Te Chow, aliran pada suatu saluran terbuka berdasarkan jenisnya dibagi menjadi dua macam yaitu :

- 1) Aliran tetap (*steady flow*), yaitu suatu aliran dimana debit yang mengalir pada suatu saluran konstan, sehingga prinsip dasarnya adalah hukum kontinuitas debit

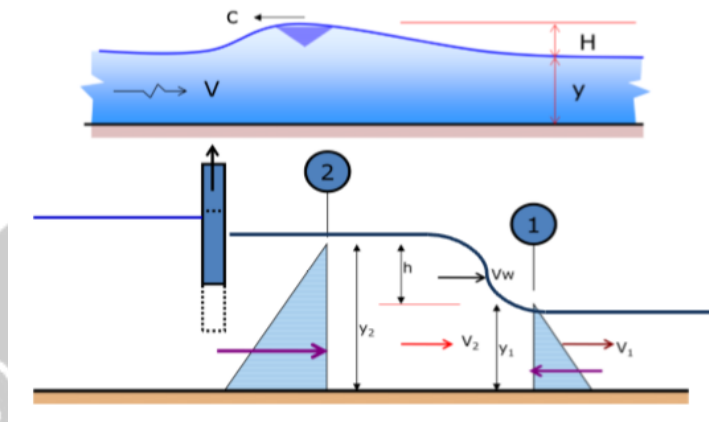
- 2) Aliran tidak tetap (*unsteady flow*), yaitu aliran dimana debitnya selalu berubah terhadap waktu.

Analisis hidrolika menggunakan sifat aliran tidak tetap (*unsteady flow*) karena sungai merupakan saluran yang terbentuk oleh alam yang memiliki kekasaran permukaan, kemiringan dasar, dan penampang yang bervariasi sehingga kedalaman air pada masing masing ruas bisa berbeda-beda.

Untuk mengenali dan menganalisis karakteristik aliran sungai yang berada di DAS Winongo diperlukan adanya kajian hidrolika. Parameter parameter yang harus diketahui antara lain :

- 1) Kemiringan saluran (S_o) dan kekasaran permukaan (n)
- 2) Luas penampang (A), jari-jari hidrolis (R) dan keliling basah (P)
- 3) Debit banjir (Q), kecepatan aliran (V) dan kedalaman muka air (y)

Parameter no.1 dapat diperoleh dari data-data survey topografi dari sungai sungai yang berada pada DAS Winongo. Parameter no.2 diperoleh dari melakukan analisis hidrolika sungai sungai yang berada pada DAS Winongo, sedangkan parameter no.2 diperoleh dari data survei topografi dan analisis hidrolika.



Gambar 3.1 Konsep *unsteady flow* pada aliran terbuka

3.3 Penelusuran Banjir

Penelusuran banjir merupakan metode yang digunakan dalam menduga aliran di bagian hilir dengan menggunakan data aliran di bagian hulu yang dinyatakan dalam persamaan matematis. Menurut Arbor (2012), ada dua cara penelusuran banjir yaitu penelusuran banjir secara hidrologis dan hidrolis.

3.3.1 Perhitungan Waktu Konsentrasi

Penentuan waktu konsentrasi yaitu menghitung waktu yang dibutuhkan suatu aliran air dari sumber hingga mencapai titik kontrol yang dianalisis. Persamaan yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi adalah persamaan Kirpich (Arbor, 2012).

$$T_c = \frac{(0.66L^{0.77})}{S^{0.385}}$$

Dimana :

T_c = waktu pengaliran

L = panjang sungai, yaitu dari titik kontrol menuju lokasi tinjauan

S = kemiringan

Persamaan ini memiliki modifikasi yaitu,

$$t_c = 14,6LA^{-0.1}S^{-0.2}$$

Dimana,

t_c = waktu konsentrasi (menit)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan dasar sungai

(Sumber : Hidrologi, Teori-Permasalahan-Penyelesaian Sri Harto BR, 2000)

3.4 Pemodelan HEC-RAS

Pemodelan banjir pada penelitian ini menggunakan pemodelan HEC-RAS dengan formula Saint-Venant. Untuk memodelkan penelusuran banjir diperlukan langkah-langkah sebagai berikut (Arbor, 2012) :

- 1) Mengumpulkan data masukan, data yang diperlukan dalam memodelkan penelusuran banjir dengan perangkat lunak HEC-RAS antara lain :
 - Data geomorfologi sungai
 - Data debit yang diambil dari sumber terkait atau dapat diperoleh dari hidrograf.

2) Memproses penelusuran banjir, terdiri dari permodelan DAS dan karakteristiknya serta me-*running* program HEC-RAS dengan langkah sebagai berikut :

- Memodelkan karakteristik geomorfologi sungai tersebut pada program HEC-RAS
- Memasukkan data hidrologi pada model berdasarkan data hidrograf
- Memasukkan data pasang surut air laut di bagian muara pada model
- Menentukan jenis aliran tidak tetap (*unsteady flow*) pada program HEC-RAS

3) Mengelola data keluaran, hasil proses *running* berupa data keluaran penelusuran banjir yang terdiri dari :

- Grafik hidrograf pada masing-masing titik kontrol yang dilengkapi dengan besarnya debit pada setiap titik di grafik tersebut
- Data debit pada waktu dan tempat tertentu