

BAB II

STUDI PUSTAKA

II.1 Banjir

Banjir merupakan suatu kejadian alam yang terjadi di daerah yang banyak dilintasi oleh aliran sungai, di mana terjadi genangan air di atas daratan kering dan berdampak pada peningkatan debit air. Peningkatan debit air oleh curah hujan yang tinggi mengakibatkan luapan air yang berlebihan (Widiastuti, 2018).

Tidak hanya disebabkan oleh faktor alam, tetapi faktor bencana banjir juga bisa disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti penggunaan tata guna lahan yang tidak tepat, pembuangan sampah ke sungai, serta pembangunan pemukiman di daerah bantaran sungai ((PNPB), 2023).

Dengan adanya peningkatan permintaan fasilitas perumahan, maka terjadi dampak pada ahli fungsi lahan dimana area hutan atau kebun awalnya berubah menjadi kawasan area perumahan. Hal ini berdampak pada tidak seimbangannya siklus hidrologi (Koven & Pratiwi, 2017).

Perdaan Banjir dan genangan adalah suatu keadaan dapat dikatakan sebagai kondisi banjir apabila terjadinya genangan air lebih dari ketinggian 40 cm dan meliputi area konsentrasi yang luas selama lebih dari 24 jam, sedangkan genangan adalah suatu kondisi di mana ketinggian air kurang dari 40 cm dan hanya meliputi satu wilayah selama kurang dari 24 jam (PUPR, 2014).

Ada beberapa jenis banjir seperti banjir genangan, banjir bandang dan banjir rob:

1. Banjir Genangan merujuk pada banjir yang terjadi akibat curah hujan lokal pada wilayah tertentu sehingga menyebabkan kumpulan air. Kumpulan air atau genangan adalah kejadian di mana air terkumpul pada suatu area yang umumnya berada di daerah yang lebih rendah.
2. Bencana banjir bandang merupakan banjir besar yang terjadi secara mendadak dengan meluap, membanjiri, dan mengalir dengan deras yang membawa benda-benda berukuran besar. Banjir ini terjadi di daerah dataran rendah akibat tingginya curah hujan yang berlangsung dalam waktu lama. Banjir bandang ini terjadi ketika air melimpah di atas tanah pada daerah tersebut dan terjadi dengan sangat cepat sehingga tidak dapat diserap. Air

yang tidak dapat terserap tersebut kemudian berkumpul pada daerah permukaan yang lebih rendah dan mengalir dengan sangat cepat menuju daerah yang lebih rendah

3. Banjir Rob, atau yang juga dikenal sebagai banjir pasang, adalah jenis banjir yang disebabkan oleh air laut yang meluap. Wilayah-wilayah yang terletak di sekitar pantai seringkali menjadi korban dari banjir ini. Banjir Rob terjadi ketika air laut mencapai ketinggian tertinggi dan menggenangi wilayah daratan yang berada di bawahnya. Dampak dari banjir ini bisa berlangsung selama beberapa hari.

II.2 Daerah Aliran sungai (DAS)

Catchment area atau Daerah Aliran Sungai adalah wilayah di daratan yang merupakan bagian penting dari sungai dan anak sungainya. Wilayah ini berperan dalam mengatur, mengumpulkan, dan mengalirkan air hujan secara alami ke danau atau laut. Batas daratan catchment area terdiri dari pembatas topografis dan batas laut hingga daerah perairan yang masih dipengaruhi oleh aktivitas daratan (Pemerintah, 2012).

Catchment area atau daerah aliran sungai berfungsi untuk mengalirkan air, mencegah terjadinya puncak curah hujan, melepaskan air secara perlahan, serta menjaga kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air (Dirjen Sumber Daya Air, 2019).

Kerusakan wilayah tangkapan air terjadi karena faktor penting seperti berkurangnya kemampuan menampung air, meningkatnya tingkat erosi dan banjir sungai. Penyebab utamanya termasuk vegetasi atau kerusakan hutan, penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya, dan penerapan teknologi pengelolaan lahan yang tidak tepat di wilayah tangkapan air (Sinukaban, 2007).

Dalam menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS), terdapat beberapa persyaratan, yaitu:

- a. Penggunaan tampak rupa bumi atau topografi bisa digunakan untuk menentukan DAS.
- b. Observasi terhadap penggunaan tata guna lahan bisa dilakukan untuk menentukan DAS.

- c. Penarikan garis DAS yang tegak lurus dengan garis yang menunjukkan ketinggian dari hulu ke hilir juga bisa digunakan untuk menentukan DAS

II.3 Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses penumpukan bahan atau partikel tanah yang disebabkan oleh kecepatan aliran, sehingga partikel tersebut mencapai kecepatan pengendapan. Sedimentasi yang terjadi secara terus-menerus akan mengakibatkan pendangkalan yang dapat mempengaruhi kapasitas sungai yang menurun (Koven & Pratiwi, 2017).

Untuk mengambil sampel sedimen, terdapat beberapa metode yang digunakan seperti metode titik, metode kedalaman, dan metode pengukuran konsentrasi di tempat. Faktor musim penghujan dan kemarau, serta aktivitas manusia yang dapat mengubah kecepatan aliran, mempengaruhi pengukuran angkutan sedimen dan volume yang dihasilkan. Salah satu dari teknik pengangkutan sedimen yaitu dengan teknik suspended load yang merupakan bahan sedimentasi yang mengambang dan dapat dianggap sebagai dasar sungai yang mengapung dalam aliran sungai. Muatan Terapung terdiri dari butiran pasir halus yang selalu didukung oleh air dan memiliki sedikit interaksi dengan dasar sungai karena selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran.

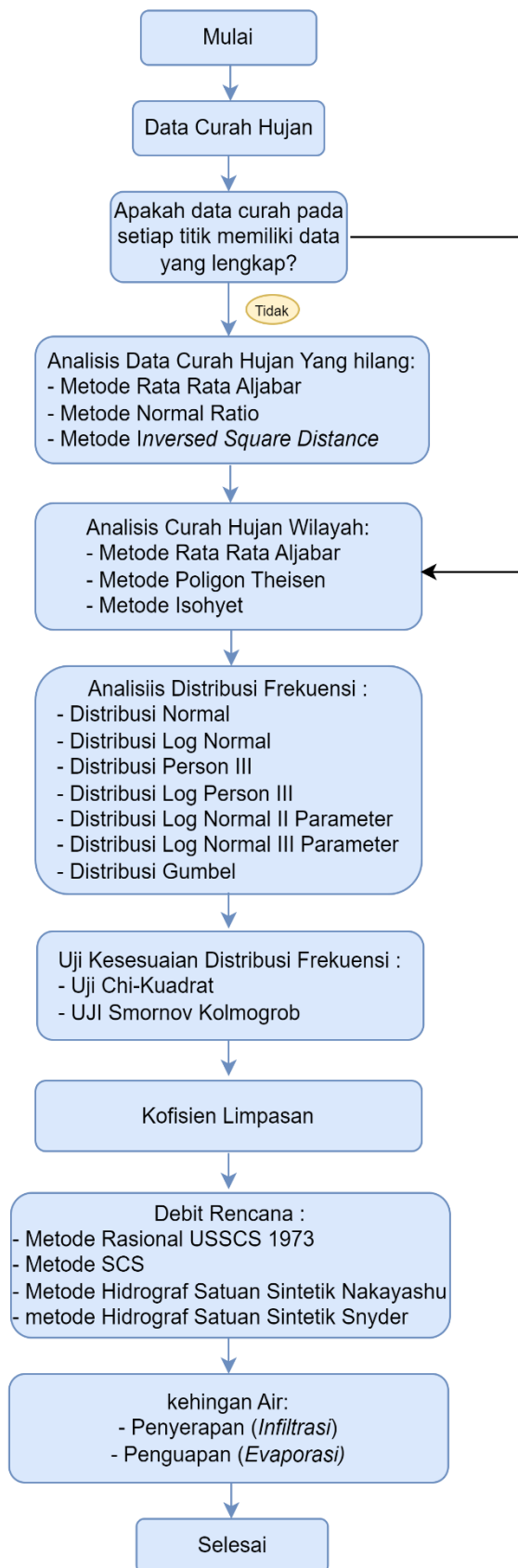
II.4 Drainase

Kata drainase yang berasal dari bahasa Inggris drainage memiliki arti untuk mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Dalam rekayasa masyarakat sipil, secara umum drainase dapat diartikan sebagai suatu upaya atau kegiatan mengurangi kelebihan air dari hujan, rembesan dan kelebihan air mengairi areal atau lahan agar fungsi areal atau lahan tidak terganggu. Drainase juga diartikan sebagai upaya pengendalian kualitas airtanah dalam kaitannya dengan kebersihan. Jadi itu berlaku tidak hanya untuk air permukaan, tetapi juga untuk air. Di sisi lain, drainase adalah salah satu elemen perasaan umum bahwa masyarakat perkotaan perlu menjalani kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih dan sehat. Kebutuhan akan drainase dimulai dari kebutuhan air untuk kehidupan masyarakat dan dimana mereka membutuhkannya Masyarakat memanfaatkan sungai untuk

keperluan rumah tangga, pertanian, perikanan, peternakan dan lainnya. Drainase adalah prasarana yang mengalirkan air permukaan ke badan air dan/atau saluran pembuangan bangunan beban buatan (Nita Kusuma Agustin, Ahmad Ridwan, & Sudjati, 2019).

II.5 Hidrologi

Hidrologi ialah ilmu mempelajari tentang bagaimana air bergerak dan penyaluran di bumi, baik di permukaan maupun di bawahnya. Ilmu ini juga mempelajari sifat fisik dan kimia air, serta bagaimana air bereaksi terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan. Hidrologi menggambarkan proses daur ulang air hujan yang terjadi di bumi (Vitta Pratiwi & Aulia Aji Laksana, 2020).



Gambar II. 1 Aliran Diagram Analisis Hidrologi

II.5.1 Curah Hujan

Hujan merupakan sebuah peristiwa presipitasi yang terjadi ketika cairan dari atmosfer, baik berupa cairan maupun beku, jatuh ke permukaan bumi. Agar terjadi hujan, diperlukan keberadaan lapisan atmosfer yang cukup tebal sehingga dapat mencapai suhu di atas titik leleh es di atas permukaan bumi. Hujan terjadi akibat proses kondensasi dari uap air di atmosfer menjadi butiran air yang cukup berat untuk jatuh ke daratan. Proses pendinginan udara atau penambahan uap air ke udara dapat mendorong udara semakin jenuh menjelang hujan. Ukuran butir hujan dapat bervariasi, mulai dari yang besar hingga yang kecil.

Untuk melakukan perencanaan teknis bangunan air, irigasi, sistem drainase, dan lainnya, data curah hujan memiliki peran yang sangat penting. Oleh karena itu, data curah hujan perlu dicatat secara terus-menerus agar dapat digunakan untuk perencanaan tersebut. Pencatatan data curah hujan dilakukan di beberapa titik stasiun pencatat curah hujan pada suatu DAS, guna mengetahui sebaran hujan yang turun pada DAS tersebut dan apakah curah hujan tersebut merata atau tidak.

Untuk mendapatkan perhitungan perencanaan yang tepat, data curah hujan selama bertahun-tahun diperlukan. Semakin banyak data curah hujan yang digunakan, maka semakin akurat pula perhitungan yang dilakukan. Namun, terdapat beberapa titik stasiun pencatat curah hujan yang memiliki beberapa data yang hilang. Hal ini dapat disebabkan oleh kelalaian petugas pencatat curah hujan atau rusaknya alat pencatat hujan karena perawatan yang kurang baik.

Serta untuk mengatasi data curah hujan yang hilang, dapat dilakukan beberapa metode perhitungan seperti metode cara rata-rata aljabar, metode normal ratio, dan metode inversed square distance. Dengan melakukan metode perhitungan tersebut, data curah hujan yang hilang dapat diperbaiki sehingga perhitungan perencanaan menjadi lebih akurat (Zakaria, Tugiono, & Prawaka, 2016).

1. Metode Aljabar

Metode Rata-Rata Aljabar ialah cara yang sangat praktis dalam mencari data curah hujan yang hilang. Cara ini dilakukan dengan mengumpulkan pengukuran curah hujan dari beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan, kemudian data tersebut

dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah stasiun yang terlibat. Biasanya, stasiun yang digunakan dalam perhitungan masih berdekatan satu sama lain.

Ket.

$$P = (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n) / n$$

p = Tinggi curah hujan rata-rata

P₁, P₂, P₃, ... P_n = Tinggi curah hujan pada stasiun hujan 1, 2, 3, ... n

n = Banyaknya stasiun hujan

2. Metode Normal Ratio

Salah satu cara dalam mencari data yang hilang yaitu dengan Metode Normal Ratio, terutama dalam hal curah hujan. Cara perhitungan yang digunakan pada metode ini cukup sederhana, yaitu dengan mempertimbangkan data curah hujan yang tercatat di stasiun hujan yang berdekatan untuk mengestimasi data curah hujan yang hilang di stasiun yang dituju. Dalam metode ini, variabel yang digunakan meliputi curah hujan harian di stasiun lain serta total curah hujan tahunan di stasiun tersebut (Tsong Chang Wei & J. L. McGuinness, 1973). Rumus yang digunakan dalam Metode Normal Ratio untuk mencari data curah hujan yang hilang adalah sebagai berikut:

$$\frac{P_x}{N_x} = \frac{1}{n} \left\{ \frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} + \dots + \frac{P_n}{N_n} \right\} \quad 1$$

Dimana:

p_x = Hujan yang hilang di stasiun x

P₁, P₂, P₃... P_n = Data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama

N_x = Hujan tahunan di stasiun x

N₁, N₂, N₃...N_n = Hujan tahunan di stasiun sekitar x

n = Jumlah stasiun hujan disekitar x

3. Metode Inversed Square Distance

Salah satu cara yang juga dapat digunakan dalam mencari data yang hilang yaitu dengan Metode Inversed Square Distance, terutama dalam hal curah hujan. Cara perhitungan yang digunakan pada metode ini hampir sama dengan Metode Normal Ratio, yaitu dengan mempertimbangkan stasiun yang berdekatan untuk memperkirakan data curah hujan yang hilang di stasiun yang dituju. Namun, pada Metode Inversed Square Distance, variabel yang digunakan adalah jarak stasiun terdekat dengan stasiun yang akan dicari data curah hujannya, sedangkan pada Metode Normal Ratio variabel yang digunakan adalah jumlah curah hujan dalam 1 tahun (Zakaria, Tugiono, & Prawaka, 2016). Rumus yang digunakan dalam Metode Inversed Square Distance untuk mencari data curah hujan yang hilang adalah sebagai berikut:

$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}}$	2
---	---

Dimana:

P_x = Hujan yang hilang di stasiun x

P_i = Data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama

L_i = Jarak antara stasiun

II.5.2 Curah Hujan Wilayah

Dalam merencanakan pengelolaan air dan pencegahan banjir, diperlukan informasi tentang curah hujan. Curah hujan yang dijadikan acuan adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah aliran sungai, bukan hanya dari satu stasiun pengukuran. Kurang tepat jika hanya menggunakan curah hujan di satu titik saja, sehingga digunakan konsep curah hujan wilayah yang mencakup wilayah atau kawasan tertentu. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung curah hujan wilayah:

1. Metode Rata-Rata Aljabar

Metode paling simpel dalam menghitung curah hujan wilayah adalah dengan menggunakan metode rata-rata aljabar. Metode ini dapat digunakan dengan lebih efektif di daerah yang datar serta memiliki karakteristik hujan yang cenderung homogen. Jika koordinat stasiun pengukuran tidak diketahui, metode ini tetap dapat diterapkan dengan baik. Formula yang digunakan untuk menghitung curah hujan wilayah dengan metode rata-rata aljabar adalah sebagai berikut:

$$P = (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n) / n$$

p = Tinggi curah hujan rata-rata

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ = Tinggi curah hujan pada stasiun hujan 1, 2, 3, ... n

n = Banyaknya stasiun hujan

2. Metode Poligon Theissen

Metode Poligon Theissen digunakan untuk menghitung curah hujan wilayah dengan memperkirakan luas wilayah yang diwakili oleh masing-masing stasiun, tinggi curah hujan, dan jumlah stasiun. Metode ini berguna ketika stasiun pengukuran hujan tidak terdistribusi secara merata di daerah yang ditinjau. Dalam metode ini, digunakan poligon yang dibuat dari garis-garis diagonal terpendek yang menghubungkan stasiun hujan yang digunakan. Dalam menghitung curah hujan rerata, diperhitungkan pula daerah pengaruh dari setiap stasiun. Formula yang digunakan untuk menghitung curah hujan wilayah dengan Metode Poligon Theissen adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + \dots + A_nX_n + A_xX_x}{A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_n}$$

Dimana :

P = Hujan rata-rata kawasan

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ = Tinggi curah hujan distasiun

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah yang mewakili stasiun



Gambar II. 2 Metode Poligon Thiessen
(Sumber: Permen PU Nomor 12, 2014)

Gambar tersebut menunjukkan Poligon Thiessen dengan garis hitam dan posisi stasiun hujan ditandai dengan titik hitam. Luas DAS (Daerah Aliran Sungai) yang termasuk dalam poligon merupakan luas yang mewakili setiap stasiun hujan.

3. Metode Isohyet

Dalam metode Isohyet, digunakan garis penghubung hujan dengan yang sejenis. Menggunakan metode Isohyet pada dua stasiun curah hujan antara dua garis isohyet terdistribusi secara merata dan nilainya sama dengan nilainya rata-rata dua garis isohyet. Rumus metode isohyet Temukan data curah hujan untuk area berikut:

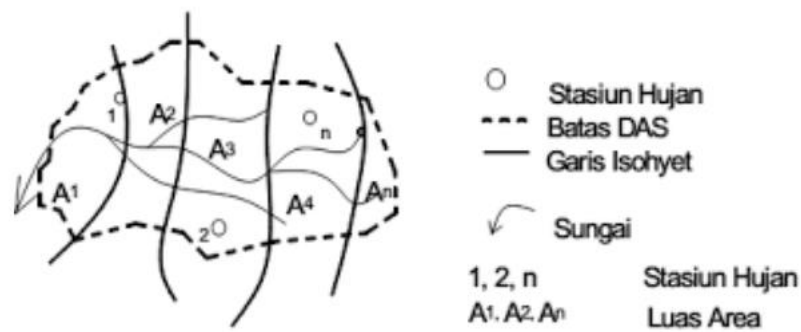
$$Px = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Pi}{Li^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{Li^2}}$$

Keterangan:

P = Hujan rata-rata Kawasan

$i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ = Garis isohyet ke 1, 2, 3, ..., n, n+1;

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = Luas daerah yang dibatasi oleh garis isohyet ke 1 dan 2, dan 3, ..., n dan n+1.



Gambar II. 3 Metode Isohyet

(Sumber: Google)

II.5.3 Analisis Distribusi Frekuensi dan Hujan Periode Ulang

Analisis distribusi frekuensi digunakan untuk menemukan hubungan antara besarnya kejadian ekstrim dengan frekuensi kejadian menggunakan distribusi probabilitas. Hubungan antara besarnya kejadian ekstrim dan probabilitas kejadian bersifat terbalik. Dalam analisis frekuensi, terdapat beberapa hal yang perlu dihitung yaitu:

a. Standar Deviasi

Ukuran perbedaan antara nilai sampel dan rata-rata.

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

Dimana:

S = Standar Deviasi

X_i = Nilai varian ke i

X' = Nilai rata-rata varian

N = Jumlah data

b. Koefisien Kemencengan / Skewness (CS)

Koefisien Skewness adalah nilai yang menyatakan derajat asimetri bentuk distribusi.

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - X')^3}{(n-1)(n-2)S^2}$$

Ket:

Dimana:

CS = Koefisien skewness

S = Simpangan baku

Xi = Nilai varian ke i

X' = Nilai rata-rata varian

N = Jumlah data

c. Koefisien Kurtosis (CK)

Koefisien kurtosis adalah perhitungan kecuraman bentuk kurva distribusinya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$CK = \frac{\frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Xi - X')^4}}{S^4}$$

Ket:

CK = Koefisien Kurtosis

S = Simpangan baku

Xi = Nilai varian ke i

X = Nilai rata-rata varian

N = Jumlah data

Ada beberapa jenis distribusi frekuensi dan distribusi dalam statistik Normal, Normal Log, Pearson III Log dan Gumbell adalah tipe distribusi paling banyak digunakan dalam statistic.

1. Distribusi Normal

Distribusi normal adalah perhitungan curah hujan selama pemulihan menggunakan variabel Gaussian tereduksi yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 di bawah ini:

Tabel II. 1 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Tr (tahun)	KTr	Peluang
1	1.001	-3.05	0.999
2	1.005	-2.58	0.995
3	1.010	-2.33	0.990
4	1.050	-1.64	0.950
5	1.110	-1.28	0.900
6	1.250	-0.84	0.800
7	1.330	-0.67	0.750
8	1.430	-0.52	0.700
9	1.670	-0.25	0.600
10	2.000	0.00	0.500
11	2.500	0.25	0.400
12	3.330	0.52	0.300
13	4.000	0.67	0.250
14	5.000	0.84	0.200
15	10.000	1.28	0.100
16	25.000	1.64	0.040
17	50.000	2.05	0.020
18	100.000	2.33	0.010
19	200.000	2.58	0.005
20	500.000	2.88	0.002
21	1000.000	3.09	0.001

(Sumber: Soewarno,1995)

Perhitungan distribusi normal sebagai berikut:

$$X_t = x' + KtS$$

Ket:

X_t = Curah hujan periode ulang mm/hari

S = Simpangan baku Kt = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi gauss)

x' = Nilai hujam maksimum rata-rata mm/hari

2. Distribusi Log Normal

Metode ini memiliki kesamaan perhitungan seperti metode normal hanya saja penggunaan metode distribusi log-normal menggunakan nilai logaritmik.

$$X_t = \log x' + KtS$$

Ket:

X_t = Curah hujan periode ulang mm/hari

S = Simpangan baku Kt = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi gauss)

x' = Nilai hujam maksimum rata-rata mm/hari

3. Distribusi Pearson III

Perhitungan Distribusi Pearson Type III sebagai berikut:

$$X_t = x' + KtS$$

Dimana:

X_t = Curah hujan periode ulang mm/hari

S = Simpangan baku Kt = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi gauss)

x' = Nilai hujam maksimum rata-rata mm/hari

4. Disitribusi Log Pearson III

Nilai K pada distribusi log mempengaruhi metode distribusi log Pearson Tingkat Dasar III seperti terlihat pada Tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel II. 2 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson

Cs	Probabilitas Terjadi (%)												
	99.00	95.00	90.00	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.2	0.1
	Kala ulang												
	1.01	1.05	1.11	1.25	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	200.00	500.00	1000.00
-3.0	-4.05	-2.00	-1.18	-0.42	0.40	0.64	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
-2.9	-4.01	-2.01	-1.20	-0.44	0.39	0.65	0.68	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
-2.8	-3.97	-2.01	-1.21	-0.46	0.38	0.67	0.70	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.72
-2.7	-3.93	-2.01	-1.22	-0.48	0.38	0.68	0.72	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
-2.6	-3.89	-2.01	-1.24	-0.50	0.37	0.70	0.75	0.76	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
-2.5	-3.85	-2.01	-1.25	-0.52	0.36	0.71	0.77	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
-2.4	-3.80	-2.01	-1.26	-0.54	0.35	0.73	0.80	0.82	0.83	0.83	0.83	0.83	0.84
-2.3	-3.75	-2.01	-1.27	-0.56	0.34	0.74	0.82	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87
-2.2	-3.71	-2.01	-1.28	-0.57	0.33	0.75	0.84	0.89	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91
-2.1	-3.66	-2.00	-1.29	-0.59	0.32	0.77	0.87	0.92	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95
-2.0	-3.61	-2.00	-1.30	-0.61	0.31	0.78	0.90	0.96	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00
-1.9	-3.55	-1.99	-1.31	-0.62	0.29	0.79	0.92	1.00	1.02	1.04	1.04	1.05	1.06
-1.8	-3.50	-1.98	-1.32	-0.64	0.28	0.80	0.95	1.04	1.07	1.09	1.10	1.11	1.13
-1.7	-3.44	-1.97	-1.32	-0.66	0.27	0.81	0.97	1.08	1.12	1.14	1.16	1.17	1.20
-1.6	-3.39	-1.96	-1.33	-0.68	0.25	0.82	0.99	1.12	1.17	1.20	1.22	1.24	1.28
-1.5	-3.33	-1.95	-1.33	-0.69	0.24	0.83	1.02	1.16	1.22	1.26	1.28	1.32	1.37
-1.4	-3.27	-1.94	-1.34	-0.71	0.23	0.83	1.04	1.20	1.27	1.32	1.35	1.39	1.47
-1.3	-3.21	-1.93	-1.34	-0.72	0.21	0.84	1.06	1.24	1.32	1.38	1.42	1.47	1.54
-1.2	-3.15	-1.91	-1.34	-0.73	0.20	0.84	1.09	1.28	1.38	1.45	1.50	1.55	1.63
-1.1	-3.09	-1.89	-1.34	-0.75	0.18	0.85	1.11	1.32	1.44	1.52	1.58	1.63	1.71
-1.0	-3.02	-1.88	-1.34	-0.76	0.16	0.85	1.13	1.37	1.49	1.59	1.66	1.72	1.80
-0.9	-2.96	-1.86	-1.34	-0.77	0.15	0.85	1.15	1.41	1.55	1.66	1.75	1.81	1.91
-0.8	-2.89	-1.84	-1.34	-0.78	0.13	0.86	1.17	1.45	1.61	1.73	1.84	1.91	2.04
-0.7	-2.82	-1.82	-1.33	-0.79	0.12	0.86	1.18	1.45	1.66	1.81	1.93	2.01	2.15
-0.6	-2.76	-1.80	-1.33	-0.80	0.10	0.86	1.20	1.53	1.72	1.88	2.02	2.11	2.28
-0.5	-2.69	-1.74	-1.32	-0.81	0.08	0.86	1.22	1.57	1.78	1.96	2.11	2.22	2.40
-0.4	-2.62	-1.75	-1.32	-0.82	0.07	0.86	1.23	1.61	1.83	2.03	2.20	2.33	2.54
-0.3	-2.54	-1.73	-1.31	-0.82	0.05	0.85	1.25	1.64	1.89	2.10	2.29	2.44	2.68
-0.2	-2.47	-1.70	-1.30	-0.83	0.03	0.85	1.26	1.68	1.95	2.18	2.39	2.55	2.81
-0.1	-2.40	-1.67	-1.29	-0.84	0.02	0.85	1.27	1.72	2.00	2.25	2.48	3.03	3.95
0.0	-2.33	-1.65	-1.28	-0.84	0.00	0.84	1.28	1.75	2.05	2.33	2.58	2.77	3.09
0.1	-2.25	-1.62	-1.27	-0.85	-0.02	0.84	1.29	1.79	2.11	2.40	2.67	2.88	3.24
0.2	-2.18	-1.59	-1.26	-0.85	-0.03	0.83	1.30	1.82	2.16	2.47	2.76	3.62	3.38
0.3	-2.10	-1.56	-1.25	-0.85	-0.05	0.82	1.31	1.85	2.21	2.54	2.86	3.11	3.53
0.4	-2.03	-1.52	-1.23	-0.86	-0.07	0.82	1.32	1.88	2.26	2.52	2.95	3.22	3.67
0.5	-1.96	-1.49	-1.22	-0.86	-0.08	0.81	1.32	1.91	2.31	2.69	3.04	3.33	3.82
0.6	-1.88	-1.46	-1.20	-0.86	-0.10	0.80	1.33	1.94	2.36	2.76	3.13	3.44	3.96
0.7	-1.81	-1.42	-1.18	-0.86	-0.12	0.79	1.33	1.97	2.41	2.82	3.23	3.56	4.11
0.8	-1.73	-1.39	-1.17	-0.86	-0.13	0.78	1.34	1.99	2.45	2.89	3.31	3.66	4.25
0.9	-1.66	-1.35	-1.15	-0.85	-0.15	0.77	1.34	2.02	2.50	2.96	3.40	3.77	4.40
1.0	-1.59	-1.32	-1.13	-0.85	-0.16	0.76	1.34	2.04	2.54	3.02	3.49	3.88	4.54
1.1	-1.52	-1.28	-1.11	-0.85	-0.18	0.75	1.34	2.07	2.59	3.09	3.58	3.99	4.68
1.2	-1.45	-1.24	-1.09	-0.84	-0.20	0.73	1.34	2.09	2.63	3.15	3.66	4.10	4.82
1.3	-1.38	-1.21	-1.06	-0.84	-0.21	0.72	1.34	2.11	2.67	3.21	3.75	4.20	4.97
1.4	-1.32	-1.17	-1.04	-0.83	-0.23	0.71	1.34	2.13	2.71	3.27	3.83	4.31	5.11
1.5	-1.26	-1.13	-1.02	-0.83	-0.24	0.69	1.33	2.15	2.74	3.33	3.91	4.41	5.25
1.6	-1.20	-1.09	-0.99	-0.82	-0.25	0.68	1.33	2.16	2.78	3.39	3.99	4.52	5.39
1.7	-1.14	-1.06	-0.97	-0.81	-0.27	0.66	1.32	2.18	2.82	3.44	4.07	4.62	5.53
1.8	-1.09	-1.02	-0.95	-0.80	-0.28	0.64	1.32	2.19	2.85	3.50	4.15	4.71	5.66
1.9	-1.04	-0.98	-0.92	-0.79	-0.29	0.63	1.31	2.21	2.88	3.55	4.22	4.79	5.74
2.0	-0.99	-0.95	-0.90	-0.78	-0.31	0.61	1.30	2.22	2.91	3.61	4.40	4.97	5.91
2.1	-0.95	-0.91	-0.87	-0.77	-0.32	0.59	1.29	2.23	2.94	3.66	4.37	4.89	5.75
2.2	-0.91	-0.88	-0.84	-0.75	-0.33	0.57	1.28	2.24	2.97	3.71	4.44	5.10	6.20
2.3	-0.87	-0.85	-0.82	-0.74	-0.34	0.56	1.27	2.25	3.00	3.75	4.52	5.20	6.34
2.4	-0.83	-0.82	-0.80	-0.73	-0.35	0.54	1.26	2.26	3.02	3.80	4.58	5.29	6.47
2.5	-0.80	-0.79	-0.77	-0.71	-0.36	0.52	1.25	2.26	3.05	3.85	4.65	5.38	6.60
2.6	-0.77	-0.76	-0.75	-0.70	-0.37	0.50	1.24	2.27	3.07	3.89	4.72	5.47	6.74
2.7	-0.74	-0.74	-0.72	-0.68	-0.38	0.48	1.22	2.27	3.09	3.93	4.78	5.56	6.87
2.8	-0.71	-0.71	-0.70	-0.67	-0.38	0.46	1.21	2.28	3.11	3.97	4.85	5.65	7.00
2.9	-0.69	-0.69	-0.68	-0.65	-0.39	0.44	1.20	2.28	3.13	4.01	4.91	5.74	7.13
3.0	-0.67	-0.67	-0.66	-0.64	-0.40	0.42	1.18	2.28	3.15	4.02	4.97	5.83	7.25
	1.01	1.05	1.11	1.25	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	200.00	500.00	1000.00

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008)

Perhitungan distribusi normal sebagai berikut :

$$Xt = x' + KtS$$

Dimana:

Xt = Curah hujan periode ulang mm/hari

S = Simpangan baku

Kt = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi gauss)

X' = Nilai hujan maksimum rata-rata mm/hari

5. Distribusi Log Normal 2 Parameter

Perhitungan berikut menggunakan parameter Pearson Log 2:

$$P(X) \frac{1}{(X)(S)\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\log(X) - (\bar{X})}{S} \right)^2 \right\} = X' + KtS$$

Keterangan:

$P(X)$ = Peluang terjadinya distribusi log normal sebesar X

X = Nilai curah hujan (mm)

S = Standar Deviasi

Kt = Faktor Frekuensi dari distribusi log normal dua parameter.

Nilai Kt diperoleh dari tabel (lihat pada gambar 2.4)

\bar{X} = Nilai hujan maksimum rata-rata mm/hari

Variasi Coef. CV	RETURN PERIODE(YEAR)						
	2	5	10	20	25	50	100
	EXCEEDENCE PROBABILITY						
	0.500	0.200	0.100	0.050	0.040	0.020	0.010
0.05	-0.0250	0.8334	1.2965	1.6863	1.7609	2.1341	2.4570
0.10	-0.0496	0.8222	1.3078	1.7247	1.8061	2.2130	2.5489
0.15	-0.0738	0.8085	1.3156	1.7598	1.8482	2.2899	2.2607
0.20	-0.0971	0.7926	1.3200	1.7911	1.8866	2.3640	2.7716
0.25	-0.1194	0.7746	1.3209	1.8183	1.9206	2.4318	2.8805
0.30	-0.1406	0.7647	1.3183	1.8414	1.9514	2.5015	2.9866
0.35	-0.1604	0.7333	1.3126	1.8602	1.9775	2.5638	3.0890
0.40	-0.1788	0.7100	1.3037	1.8746	1.9990	2.6212	3.1870
0.45	-0.1957	0.6870	1.2920	1.8848	2.0162	2.6731	3.2799
0.50	-0.2111	0.6626	1.2778	1.8909	2.0291	2.7202	3.367.
0.55	-0.2251	0.6379	1.2613	1.8931	2.0378	2.7613	3.4488
0.60	-0.2375	0.6129	1.2428	1.8915	2.1475	2.7971	3.5211
0.65	-0.2185	0.5879	1.2226	1.8866	2.0435	2.8279	3.3930
0.70	-0.2582	0.5631	1.2011	1.8786	2.0410	2.8532	3.3663
0.75	-0.2667	0.5387	1.1784	1.8677	2.0353	2.8735	3.7118
0.80	-0.2739	0.5118	1.1548	1.8543	2.0268	2.8891	3.7617
0.85	-0.2801	0.4914	1.1306	1.8388	2.0157	2.9002	3.8056
0.90	-0.2852	0.4686	1.1060	1.8212	2.0012	2.9010	3.8137
0.95	-0.2895	0.4466	1.0810	1.8021	1.9868	2.9103	3.8762
1.00	-0.2929	0.4254	1.0560	1.7815	1.9681	2.9010	3.9035

Gambar II. 4 Tabel nilai K untuk Distribusi Log Normal 2 Parameter
(Sumber: Soewarno, 1995)

6. Distribusi Log Normal 3 Parameter

Metode log normal 3 parameter tidak jauh berbeda dengan metode log normal 2 parameter. Perbedaannya adalah parameter yang lebih rendah β tidak sama dengan nol (soewarno, 1995). Perhitungan berikut digunakan 3 parameter dalam distribusi log-normal:

$$P(X) = \frac{1}{\ln(X - \beta) \sqrt{2\pi}} e^{\frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{\ln(X - \beta) - \mu n}{\sigma n} \right)^2 \right.}$$

$$X_t = X' + KtS$$

Ket:

$P(X)$ = Peluang terjadinya distribusi log normal sebesar X

X = Variabel random kontinyu

β = Parameter batas bawah

$$\pi = 3.14159 \text{ e} = 2.71828$$

μn = Rata-rata dari variat $\ln(X-\beta)$

σn = Deviasi standar dari variat $\ln(X-\beta)$

S = Standar Deviasi

Kt = Faktor Frekuensi dari distribusi log normal tiga parameter. Nilai Kt diperoleh dari tabel (lihat Gambar tabel 2.5)

X' = Nilai hujan maksimum rata-rata mm/hari

Skew Coef.	RETURN PERIODE(YEAR)						
	2	5	10	20	25	50	100
Cs'	EXCEEDENCE PROBABILITY						
	0.500	0.200	0.100	0.050	0.040	0.020	0.010
-2.0	0.2366	-0.6144	-1.2437	-1.8916	-2.0421	-2.7943	-3.5196
-1.8	0.2240	-0.6395	-1.2621	-1.8928	-2.0370	-2.7578	-3.4433
-1.6	0.2092	-0.6654	-1.2792	-1.8901	-2.0274	-2.7138	-3.3570
-1.4	0.1920	-0.6920	-1.2943	-1.8827	-2.0125	-2.6615	-3.2601
-1.2	0.1722	-0.7186	-1.3067	-1.8696	-1.9914	-2.6002	-3.1521
-1.0	0.1495	-0.7449	-1.3156	-1.8501	-1.9633	-2.5294	-3.0333
-0.8	0.1241	-0.7700	-1.3201	-1.8235	-1.9278	-2.4492	-2.9043
-0.6	0.0959	-0.7930	-0.3194	-1.7894	-1.8845	-2.3600	-2.7665
-0.4	0.0654	-0.8131	-0.3128	-1.7478	-1.8337	-2.2631	-2.6223
-0.2	0.0332	-0.8296	-0.3002	-1.6993	-1.7761	-2.1602	-2.4745
0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.2	-0.0332	0.8996	0.3002	1.6993	1.7761	2.1602	2.4745
0.4	-0.0654	0.8131	0.3128	1.7478	1.8337	2.2631	2.6223
0.6	-0.0950	0.7930	0.3194	1.7894	1.8845	2.3600	2.7665
0.8	-0.1241	0.7700	1.3201	1.8235	1.9278	2.4492	2.9043
1.0	-0.1495	0.7449	1.3156	1.8501	1.9633	2.5294	3.0333
1.2	-0.1722	0.7186	1.3067	1.8696	1.9914	2.6002	3.1521
1.4	-0.1920	0.6920	1.2943	1.8827	2.0125	2.6615	3.2601
1.6	-0.2092	0.6654	1.2792	1.8901	2.0274	2.7138	3.3570
1.8	-0.2240	0.6395	0.2621	1.8928	2.0370	2.7578	3.4433
2.0	-0.2366	0.6144	1.2437	1.8916	2.0421	2.7943	3.5196

Gambar II. 5 Tabel nilai K untuk Distribusi Log Normal 3 Parameter

(Sumber: Soewarno, 1995)

7. Distribusi Gumbel

Metode distribusi Gumbel untuk periode ulang dipengaruhi oleh beberapa variabel yaitu pengurangan varians, pengurangan rata-rata, pengurangan standar deviasi.

Hubungan antara N dan Yn/Sn ditunjukkan pada Tabel 2.5 di bawah ini:

Sampel	Yn	Sn	Sampel	Yn	Sn	Sampel	Yn	Sn	Sampel	Yn	Sn	Sampel	Yn	Sn
10	0.4952	0.9496	31	0.5371	1.1159	52	0.5493	1.1638	73	0.5555	1.1881	94	0.5592	1.2032
11	0.4996	0.9676	32	0.5380	1.1193	53	0.5497	1.1658	74	0.5557	1.1890	95	0.5593	1.2038
12	0.5035	0.9833	33	0.5388	1.1226	54	0.5501	1.1667	75	0.5559	1.1898	96	0.5595	1.2044
13	0.5070	0.9971	34	0.5396	1.1255	55	0.5504	1.1681	76	0.5561	1.1906	97	0.5596	1.2049
14	0.5100	1.0095	35	0.5402	1.1287	56	0.5508	1.1696	77	0.5563	1.1915	98	0.5598	1.2055
15	0.5128	1.0206	36	0.5410	1.1313	57	0.5511	1.1708	78	0.5565	1.1923	99	0.5599	1.2060
16	0.5157	1.0316	37	0.5418	1.1339	58	0.5515	1.1721	79	0.5567	1.1930	100	0.5600	1.2065
17	0.5181	1.0411	38	0.5424	1.1363	59	0.5519	1.1734	80	0.5569	1.1938			
18	0.5202	1.0493	39	0.5430	1.1388	60	0.5521	1.1747	81	0.5570	1.1945			
19	0.5220	1.0565	40	0.5436	1.1413	61	0.5524	1.1759	82	0.5572	1.1953			
20	0.5236	1.0628	41	0.5442	1.1436	62	0.5527	1.1770	83	0.5574	1.1959			
21	0.5252	1.0696	42	0.5448	1.1458	63	0.5530	1.1782	84	0.5576	1.1967			
22	0.5268	1.0754	43	0.5453	1.1480	64	0.5533	1.1793	85	0.5578	1.1973			
23	0.5283	1.0811	44	0.5458	1.1499	65	0.5535	1.1803	86	0.5580	1.1987			
24	0.5296	1.0864	45	0.5463	1.1519	66	0.5538	1.1814	87	0.5581	1.1987			
25	0.5309	1.0915	46	0.5468	1.1538	67	0.5540	1.1824	88	0.5583	1.1994			
26	0.5320	1.0861	47	0.5473	1.1557	68	0.5543	1.1834	89	0.5583	1.2001			
27	0.5332	1.1004	48	0.5477	1.1574	69	0.5545	1.1844	90	0.5586	1.2007			
28	0.5343	1.1047	49	0.5481	1.1590	70	0.5548	1.1854	91	0.5587	1.2013			
29	0.5353	1.1086	50	0.5485	1.1607	71	0.5550	1.1854	92	0.5589	1.2020			
30	0.5362	1.1124	51	0.5489	1.1623	72	0.5552	1.1873	93	0.5591	1.2026			

Gambar II. 6 Gambar tabel hubungan N (besar sampel) dengan Yn dan Sn

(Sumber: Suprin, 2004)

Berikut ini perhitungan menggunakan Metode Distribusi Gumbel:

$$X_t = X + \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} S$$

Keterangan:

X_t = Curah hujan periode ulang mm/hari

S = Simpangan baku

Y_t = Pengurangan Varian

Y_n = Pengurangan rata rata

S_n = pengurangan Standar Deviasi

Tabel II. 3 Karakteristik Distribusi Frekuensi

Jenis Distribusi Frekuensi	Syarat Distribusi Frekuensi
Distribusi Normal	$C_s = 0$ dan $C_k = 3$
Distribusi Log Normal	$C_s > 0$ $C_k > 3$
Distribusi Gumbel	$C_s \leq 1,139$ dan $C_k \leq 5,402$
Distribusi Pearson III	$C_s \neq 0$ dan $C_v = 0.3$
Distribusi Log Pearson III	C_s antara $0 - 0,9$

(Sumber: (Suripin, 2004))

II.5.4 Uji Kecocokan Distribusi

Analisis uji kecocokan distribusi ini dilakukan untuk menguji kecocokan frekuensi data sampel dengan fungsi distribusi probabilitas yang dapat menggambarkan distribusi frekuensi. Uji chi-square dan uji Smirnov-Kolmogrov adalah uji kesesuaian yang paling umum digunakan.

1. Uji Chi-Kuadrat

Dalam uji chi-kuadrat, digunakan perhitungan untuk memilih persamaan distribusi yang dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang sedang dianalisis. Untuk diterima, nilai chi-kuadrat yang dihitung harus lebih kecil dari nilai chi-kuadrat kritis. Berikut adalah rumus perhitungan yang digunakan dalam uji chi-kuadrat:

$$G = 1 + 3.332 \log n$$

$$DK = G - (P + 1)$$

$$E_i = n/G$$

$$\chi^2_h = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

χ^2_h = Parameter Chi-kuadrat terhitung

G = Koefisien Kutrois E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok I

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok I

Dk = Derajat Kebebasan

P = Untuk distribusi normal binomial = 2;

Untuk distribusi normal polison = 1.

2. Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan non-parametrik, yang juga dikenal sebagai uji Smirnov-Kolmogorov, tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu dalam pengujian ini. Berikut adalah penjelasan mengenai langkah-langkah dalam pelaksanaan uji Smirnov-Kolmogorov:

1. Data akan diurutkan, baik dari yang terbesar ke yang terkecil, atau sebaliknya. Kemudian, peluang dari masing-masing data tersebut akan ditentukan.
 $1 = p(x_1)$
 $x_2 = p(x_2)$
 $x_3 = p(x_3)$ dan seterusnya
2. Peluang teoritis dari masing-masing data akan diurutkan berdasarkan hasil dari penggambaran data (persamaan distribusi).
 $1 = p'(x_1)$
 $x_2 = p'(x_2)$
 $x_3 = p'(x_3)$ dan seterusnya
3. Selanjutnya, perbedaan antara selisih peluang pengamatan dan peluang teoritis akan ditentukan.
 $D = \text{maksimum } (p(x_n) - p'(x_n))$
4. Dari table nilai kritis dibawah ini, maka dapat ditentukan harga do.

Tabel II. 4 Nilai Kritis Uji Smirnov-Kolmogorov

n	Nilai kritis Smirnov-			
	Kolmogorov (a)			
	0.2	0.1	0.05	0.01
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
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	$\frac{1.07}{n^{0.5}}$	$\frac{1.22}{n^{0.5}}$	$\frac{1.36}{n^{0.5}}$	$\frac{1.63}{n^{0.5}}$

II.5.5 Debit Banjir Rancangan

Penggunaan debit banjir rancangan digunakan sebagai acuan untuk menghitung debit rencana di daerah aliran sungai (DAS). Debit banjir rancangan ini merupakan nilai maksimum debit rancangan pada sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu, yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan dan stabilitas sungai pada daerah tersebut. Debit rancangan ini merupakan parameter yang sangat penting dalam perencanaan bangunan air (Anik Sarminingsih, 2018).

Dalam penelitian ini, Metode HSS Nakayasu dan SCS dipilih karena dianggap cukup efektif dalam menghitung debit banjir rancangan di Indonesia. Berikut ini adalah beberapa metode untuk menghitung debit banjir rancangan.

1. Metode Rasional USSCS 1973

Metode Rasional adalah metode yang paling umum digunakan dalam menghitung debit rencana. Metode ini umumnya diterapkan pada daerah tangkapan yang luasnya kurang dari 300 hektar (Goldman, 1986). Metode Rasional ini dikembangkan dengan mengasumsikan bahwa curah hujan yang terjadi memiliki intensitas yang seragam dan merata di seluruh daerah tangkapan selama setidaknya

waktu konsentrasi (tc). Berikut adalah rumus perhitungan Metode Rasional USCS 1973:

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

Keterangan:

Q = Debit (m³/detik)

0.278 = Konstanta yang digunakan jika satuan luas daerah (km²)

C = Koefisien Aliran

I = Intensitas Curah Hujan Selama Waktu Konsentrasi (mm/jam)

A = Luas Daerah Aliran (km²)

Di bawah ini adalah nilai koefisien limpasan untuk berbagai tipe kawasan pada tabel II.5

Tabel II. 5 Nilai Koefisien Limpasan

Type Daerah Aliran		Harga C
Halaman	Tanah berpasir, datar 2%	0,05–0,10
	Tanah berpasir, rata-rata 2-7%	0,10-0,15
	Tanah berpasir, curam 7%	0,15-0,20
	Tanah berat, dasar 2%	0,13-0,17
	Tanah berat, rata-rata 2-7%	0,18-0,22
	Tanah berat, curam 7%	0,25-0,35
Business	Perkotaan	0,75-0,95
	Pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	Rumah tunggal	0,30-0,50
	Multiunit, terpisah	0,40-0,60
	Multiunit, tergabung	0,60-0,75
	Perkampungan	0,25-0,40
	Apartemen	0,50-0,70
Industri	Ringan	0,50-0,80
	Berat	0,50-0,70
Perkerasan	Aspal dan beton	0,70-0,95
	Batu bata, paving	0,50-0,70
Hutan	Datar, 0-5%	0,10-0,40
	Bergelombang, 5-10%	0,25-0,50
	Berbukit, 10-30%	0,30-0,60
Atap		0,75-0,95
Taman, perkuburan		0,10-0,25
Tempat tempat bermain		0,20-0,35
Halaman kereta api		0,10-0,35

(Sumber: Suripin, 2004)

Waktu konsentrasi dapat ditentukan dengan menggunakan parameter panjang saluran utama dan kemiringan lerengnya. Besar waktu konsentrasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940), sebagaimana dijelaskan oleh Asdak (2010), yang dapat dilihat di bawah ini:

$$T_c = 0.0195L^{0.77}S^{-0.5}$$

Keterangan:

T_c = Waktu Konsentrasi (menit)

L = Panjang Maksimum Aliran (meter)

S = Kemiringan Saluran Rata-rata

Dalam perencanaan bangunan pengairan seperti drainase, sangat penting untuk mengetahui debit rencana agar kapasitas drainase dapat ditentukan sehingga dapat menampung dan mengalirkan semua debit air dengan baik. Berikut adalah metode yang biasa digunakan dalam menghitung intensitas curah hujan:

2. Metode Mononobe

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

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

T = Lamanya atau Durasi Curah Hujan (jam)

R24 = Curah hujan rencana untuk suatu periode ulang diperoleh dari tahapan analisis frekuensi sebelumnya. R24 memiliki arti curah hujan yang terjadi selama 24 jam.

Setelah tahapan analisis frekuensi sebelumnya, didapat R24 sebagai curah hujan yang terjadi selama 24 jam. Dalam perhitungan intensitas curah hujan dengan periode ulang lima tahun, data curah hujan yang tersedia di daerah rencana digunakan dan dihitung menggunakan rumus yang relevan.

3. Metode SCS

Metode SCS atau *soil conservation service* merupakan teknik perencanaan debit air yang memanfaatkan hidrograf tak berdimensi. Hidrograf ini dibuat berdasarkan analisis data lapangan terhadap berbagai hidrograf satuan yang dikumpulkan dari berbagai DAS dan lokasi yang berbeda. Dalam mencari nilai debit banjir rencana menggunakan metode SCS, digunakan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 2008):

$$Qp = \frac{0.208 \times a}{Pr}$$
$$Pr = \frac{tr}{2} tp$$

Keterangan:

Q_p = Debit puncak hidrograf satuan (m^3/s)

A = Luas daerah aliran (km^2)

Pr = Waktu kelambatan antara titik berat hujan sampai puncak (jam)

$$tr = \frac{2tp}{9}$$

$$Tp = 0.6 tc$$

$$tc = 0.927 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.47}$$

Dimana:

tr = Lama terjadinya hujan efektif (jam)

tp = Waktu naik (time of rise) (jam)

tc = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang sungai

4. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayashu

Hidrograf merupakan gambaran hubungan antara parameter dan waktu, yang sering digambarkan dalam bentuk kurva. Hidrograf satuan adalah jenis hidrograf yang dihasilkan oleh hujan efektif yang merata di seluruh daerah aliran sungai (DAS), dengan intensitas dalam satu waktu tertentu. Metode ini seringkali sulit untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan karena berbagai alasan. Oleh karena itu, metode hidrograf ini menggunakan hidrograf satuan yang diturunkan dari data sungai terdekat dengan karakteristik yang sama sebagai pengganti data yang sulit didapat (Suripin, 2004). Hidrograf satuan sintesis Nakayashu adalah salah satu jenis metode hidrograf yang menggunakan parameter DAS untuk menghitung aliran hujan menjadi banjir. Berikut adalah perhitungan untuk menggunakan metode hidrograf satuan sintesis Nakayashu:

$$Q_p = \frac{C.A.Ro}{3.6(0.3Tp + T0.3)}$$

Keterangan:

Q_p = Debit puncak hidrograf satuan (m^3 /s)

A = Luas daerah aliran (km^2)

C = Koefisien Pengaliran R_o = Hujan Satuan (mm)

T_p = Tenggang Waktu dari permulaan hujan sampai puncak (jam)

$T_{0.3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit sampai menjadi 30% dari puncak (jam)

Penentuan nilai T_p dapat menggunakan rumus sebagai berikut ini:

$$T_p = t_g + 0.8t_r$$

$T_{0.3}$ merupakan nilai waktu yang diperlukan untuk penurunan debit air dari puncak debit hingga mencapai 30% dari debit puncak tersebut. Untuk menghitung $T_{0.3}$, digunakan rumus sebagai berikut:

$$T_{0.3} = \alpha t_g$$

$$\alpha = 0.47 \frac{A \cdot L^{0.25}}{T_g}$$

Keterangan:

t_g = Waktu konsentrasi (jam)

t_r = Satuan waktu hujan

α = Parameter Hidrograf bernilai antara 1.5-3.5

L = Panjang sungai (m)

T_g ialah waktu konsentrasi yang dipengaruhi oleh panjang aliran sungai, dinyatakan dengan rumus berikut:

Dengan $L > 15$ Km

$$t_g = 0.4 + 0.058L$$

Dengan <15 Km

$$tg = 0.21 + L^{0.7}$$

Rumus hidrograf satuan untuk bagian lengkung naik (rising limb) pada selang waktu $0 < t < T_p$ adalah sebagai berikut:

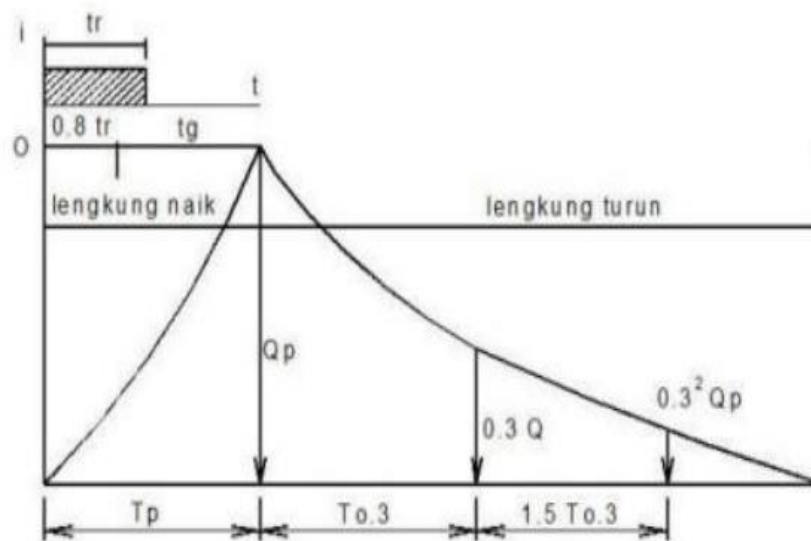
$$Qa = Qp \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2.4}$$

Keterangan:

Qa = Limpasan sebelum mencapai debit puncak (m^3/s)

t = Waktu (jam) Qp = Debit puncak banjir (m^3/s)

T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak (jam) anjang sungai (m)



Gambar II. 7 Sketsa Hidrograf Sintetik Nakayashu

Sumber: (Suripin, 2004)

Ada kesamaan di bagian kurva yang menurun sebagai berikut:

1. Untuk nilai antar $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0.3})$

$$Qd1 = Qp 0.3^{(t-Tp)/T_{0.3}}$$

2. Untuk nilai antara $(T_p + T_{0.3}) \leq t \leq (T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3})$

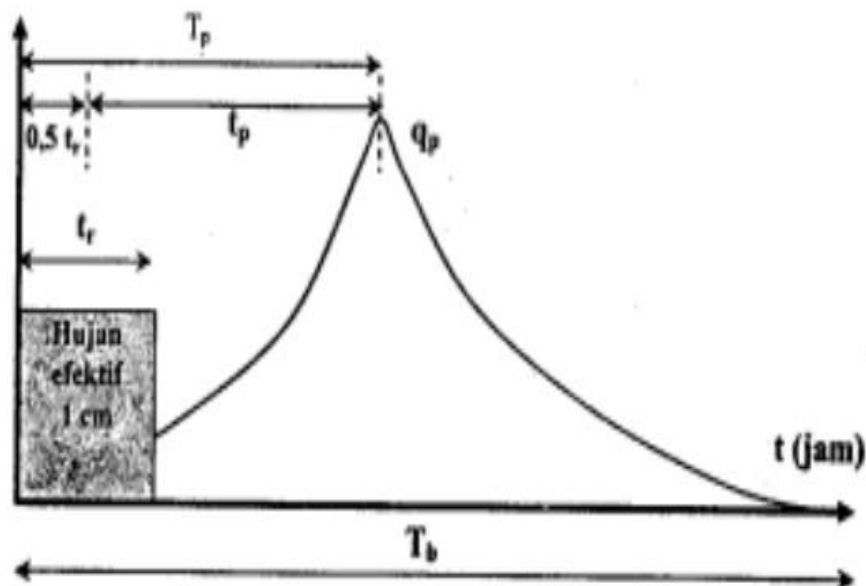
$$Qd1 = Qp 0.3^{(t - T_p + 0.5 T_{0.3}) / 1.5 T_{0.3}}$$

3. Untuk nilai antara $1.5T_{0.3} > (T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3})$

$$Qd1 = Qp 0.3^{(t - T_p + 1.5T_{0.3}) / 2 T_{0.3}}$$

5. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Pada tahun 1938, Snyder mengembangkan hidrograf satuan untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) di Amerika Serikat dengan ukuran antara 30 hingga 30.000 km². Ia mengaitkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS yang dipengaruhi oleh curah hujan sebesar 1 cm (Kamiana, 2011).



Gambar II. 8 Sketsa Hidrograf Satuan Sintetis Snyder ($t_p = 5.5 t_r$)

(Sumber: Kamiana, 2011)

Jika $t_p = 5,5 t_r$, rumus yang digunakan adalah:

$$t_p = 0.75 C t (L \times L_c)^{0.3}$$

$$t_r = \frac{t_p}{5.5}$$

$$q_p = 2.75 \left(\frac{Cp}{t_p} \right)$$

$$Qp = q_p \times A$$

$$T_b = 72 + 3 \cdot t_p$$

Keterangan:

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/s)

q_p = Limpasan sebelum mencapai debit puncak (m^3/s)

t_p = Waktu mulai titik berat hujan sampai debit puncak (jam)

t_r = Lama curah hujan (jam)

T_b = Waktu dasar hidrograf

II.6 Hidrolika

Hidrolika merupakan ilmu yang digunakan untuk mempelajari perilaku dan karakteristik air dalam sebuah wadah sehingga pengetahuan tersebut dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Berdasarkan mekanika aliran air, terdapat dua jenis aliran yaitu aliran saluran terbuka dan aliran saluran tertutup. Perbedaan antara kedua jenis saluran tersebut terletak pada keberadaan permukaan bebas. Aliran saluran terbuka memiliki permukaan bebas sedangkan aliran saluran tertutup tidak memiliki permukaan bebas karena air mengisi seluruh penampang saluran.

Terdapat tiga tahap analisis dalam hidrolika ini, yakni analisis terhadap kapasitas maksimum saluran drainase yang sudah ada, evaluasi kapasitas saluran terhadap debit yang direncanakan, serta evaluasi tinggi dan kemiringan saluran yang ideal berdasarkan volume air yang masuk.

II.6.1 Kapasitas Saluran

Dalam saluran drainase jalan, digunakan penampang hidrolis yang optimal dengan luas minimal yang dapat mengakomodasi debit maksimum. Secara umum, kapasitas saluran drainase dalam menampung debit dapat diaproksimasi dengan menggunakan persamaan Manning (Andawayanti, Resmani, & Cahya, 2017). Dalam metode yang digunakan untuk menghitung kapasitas saluran drainase adalah rumus Manning yang dikembangkan oleh Dr. Ir. Suripin pada tahun 2004.

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

R = Jari-jari hidrolis (m)

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/det)

n = Koefisien kekasaran *manning*

Q = Kapasitas saluran (m³/det)

A = Luas penampang (m²)

S = Kemiringan dasar saluran

Adapun koefisien kekasaran Manning dapat diperoleh dari tabel berikut:

Tabel II. 6 Harga Koefisien Manning (n) untuk berbagai tipe saluran

No	Tipe Saluran	Kondisi		
		Baik	Cukup	Buruk
	Saluran Buatan :			
1	Saluran tanah, lurus beraturan.	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah, digali biasa.	0,028	0,030	0,040
3	Saluran batuan, tidak lurus dan tidak	0,040	0,045	0,050
4	beraturan.	0,020	0,023	0,025
5	Saluran dari pasangan batu tanpa	0,013	0,014	0,015
6	plengsengan.	0,030	0,033	0,035
7	Saluran dari pasangan batu dengan	0,030	0,035	0,040
8	pasangan.	0,030	0,030	0,040
9	Saluran batuan, lurus beraturan.	0,025	0,028	0,030
	Saluran batuan, vegetasi pada sisinya.			
	Dasar tanah, sisi batu koral.			
	Saluran berliku-liku kecepatan rendah.			
	Saluran Alami :	0,028	0,030	0,033
1	Bersih, lurus, tapi tanpa pasir dan tanpa	0,033	0,035	0,040
2	celah.	0,035	0,040	0,045
3	Bersih, lurus, tapi tanpa pasir, tanpa celah,	0,045	0,050	0,055
4	vegetasi & kerikil.	0,040	0,045	0,050
5	Berliku, bersih, tapi berpasir dan berlubang.	0,050	0,055	0,060
6	Berliku, bersih, tapi brpasir, berlubang,	0,060	0,070	0,080
7	dangkal & tak teratur	0,100	0,125	0,150
8	Berliku, bersih, tapi berpasir, berlubang,	0,015	0,017	0,020
	batuan dan vegetasi.			
	Aliran lambat, banyak tanaman dan lubang.			
	Tumbuhan tinggi dan padat.			
	Dengan rumput.			

	Saluran dilapisi :			
1	Batu kosong tanpa adukan semen.	0,030	0,033	0,035
2	Batu kosong dengan adukan semen.	0,020	0,025	0,030
3	Beton	0,015	0,016	0,017
4	Dengan beton pratekan.	0,016	0,019	0,021
5	Lapisan beton sangat halus.	0,011	0,012	0,013
6	Lapisan beton biasa dengan tulangan baja.	0,014	0,014	0,015
7	Lapisan beton biasa dengan tulangan baja.	0,016	0,016	0,018

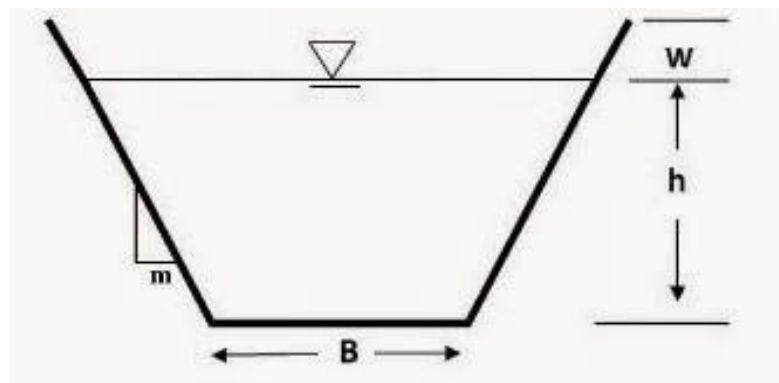
Sumber: (Suripin, 2004)

II.6.2 Bentuk Saluran

Sementara itu, luas penampang basah saluran menggunakan jenis saluran yang berbed- beda. Adapun luas penampang basah untuk bentuk saluran tertentu adalah sebagai berikut:

a. Trapezium

Fungsi dan elemen geometris penampang saluran Trapezium adalah untuk mengalirkan air limbah dan hujan dengan debit yang besar dengan aliran yang terus-menerus dan fluktuasi yang kecil. Saluran ini biasanya ditempatkan di daerah yang memiliki cukup lahan.



Gambar II. 9 Penampang Saluran Trapezium

Sumber: (Suripin, 2004)

$$\text{Luas (A)} = (B+mh)h$$

$$\text{Keliling basah (P)} = B + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

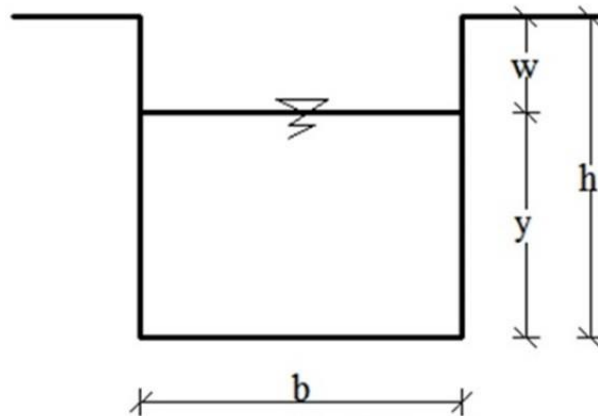
$$\text{Jari – Jari hidrolika (R)} = \frac{(B+mh)h}{B+2h\sqrt{1+m^2}}$$

Lebar puncak (T) = B + 2mh

$$\text{Faktor penampang (z)} = \frac{(B+mh)h^{1.5}}{\sqrt{B+2mh}}$$

b. Persegi

Fungsi dan elemen geometris penampang saluran Persegi serupa dengan trapesium. Perbedaannya terletak pada lokasi saluran yang tidak atau kurang tersedia lahan yang cukup.



Gambar II. 10 Penampang Saluran Persegi

Sumber: (Suripin, 2004)

Luas (A) = by

Kliling basah (P) = B + 2y

Jari-jari hidrolis = A/P

Kecepatan aliran (V) = $\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$

Debit aliran (Q) = A x V

Tinggi jagaan (w) = $\sqrt{0,5 \cdot y}$

II.6.3 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam saluran sering kali mengalami variasi yang signifikan dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Variasi ini terjadi karena adanya gesekan di dasar dan

dinding saluran, serta adanya permukaan bebas yang memengaruhi aliran.

Tabel II. 7 Kecepatan yang Diijinkan Sesuai dengan Jenis Materialnya

No	Jenis Bahan	V yang diizinkan
1	Pasir halus Lempung kepasiran	0,45
2	Lanau alluvial Kerikil halus	0,50
3	Lempung kokoh Lempung padat	0,60
4	Kerikil kasar	0,75
5	Batu-batu besar Pasangan bata	0,75
6	Beton	1,10
7	Beton bertulang	1,20
8		1,50
9		1,50
10		1,50
11		1,50

Sumber: (Suripin, 2004)

Tabel II. 8 Kemiringan Rata-rata Saluran Terhadap Kecepatan Rata-rata

No	Kemiringan rata-rata saluran (%)	Kecepatan rata-rata (m/det)
1	< 1	0,4
2	1 sampai < 2	0,6
3	2 sampai < 4	0,9
4	4 sampai < 6	1,2
5	6 sampai < 10	1,5
6	10 sampai < 15	2,4

Sumber : (Hasmar, 2011)

Penting untuk memperhitungkan kecepatan aliran agar tidak terlalu tinggi maupun terlalu rendah. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan usia penampang saluran, sementara kecepatan aliran yang terlalu rendah dapat menyebabkan pengendapan sedimen yang diangkut oleh air dan pertumbuhan tanaman invasif. Dalam perhitungan kecepatan aliran pada aliran terbuka, dapat menggunakan rumus berikut:

$$v = \frac{1}{N} \cdot R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran (m/det)

N = Koefisien Manning yang menunjukkan kekasaran saluran

R = Jari-jari hidrolik penampang saluran (m)

S = Kemiringan dasar saluran (m/m)

Dengan menggunakan rumus di atas, kita dapat menghitung kecepatan aliran yang sesuai untuk memastikan kondisi saluran yang optimal.

II.6.4 Kemiringan Dasar dan Dinding Saluran

Kemiringan dasar saluran mengacu pada kemiringan saluran sepanjang arah aliran yang umumnya dipengaruhi oleh topografi. Sementara itu, besarnya kemiringan dinding saluran yang direkomendasikan dalam konstruksi saluran itu sendiri dapat ditemukan di Tabel 2.16.

Tabel II. 9 Kemiringan Dinding Saluran yang Sesuai untuk Berbagai Jenis Bahan

Bahan saluran	Kemiringan dinding
Batuan	Mendekati vertikal
Tanah lumpur	0,25 : 1
Lempung keras/tanah dengan lapisan beton	(0,25 – 1) : 1
Tanah dengan pasangan batu/tanah untuk saluran besar	1 : 1
Lempung/tanah untuk saluran-saluran kecil	1,5 : 1
Tanah berpasir lepas	2 : 1
Lumpur berpasir/lempung porous	3 : 1

Sumber : Ven Te Chow, 1997 dalam buku (Suripin, 2004)

II.6.5 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan merujuk pada jarak antara elevasi muka air (elevasi muka air pada saat perencanaan) dan puncak tanggul. Jarak ini dirancang untuk mengakomodasi perubahan elevasi penuh air yang disebabkan oleh faktor seperti angin dan penutupan pintu air di hulu, bukan untuk menampung tambahan debit air. Tinggi jagaan pada saluran terbuka dengan permukaan yang diperkeras ditentukan

berdasarkan berbagai faktor seperti ukuran saluran, kecepatan aliran, arah belokan saluran, dan debit banjir. Umumnya, tinggi jagaan berkisar antara 15 hingga 60 cm, yang ditentukan berdasarkan pertimbangan tersebut.

$$W = \sqrt{0,5xh}$$

Dimana:

W = Tinggi jagaan (m)

h = Tinggi muka air (m)

Tabel II. 10 Kemiringan Saluran Berdasarkan Jenis Material

Jenis Material	Kemiringan Dinding Saluran (%)
Tanah Asli	0 – 5
Kerikil	5 – 7,5
Pasangan	7,5

Sumber : (Hasmar, 2011)

II.7 Studi Kelayakan

Studi kelayakan proyek adalah sebuah penelitian yang berkaitan dengan kesuksesan atau kegagalan suatu proyek yang sedang berjalan, biasanya proyek yang membutuhkan studi kelayakan adalah proyek investasi. Kesuksesan atau kegagalan proyek dapat memiliki berbagai makna. Dalam lingkup yang lebih sempit, pihak swasta lebih menekankan pada manfaat ekonomi dari proyek investasi. Sedangkan dalam lingkup yang lebih luas, pihak pemerintah juga mempertimbangkan hal-hal seperti penciptaan lapangan kerja, penggunaan sumber daya yang tersedia, dan penghematan atau penambahan devisa yang diperlukan oleh pemerintah.

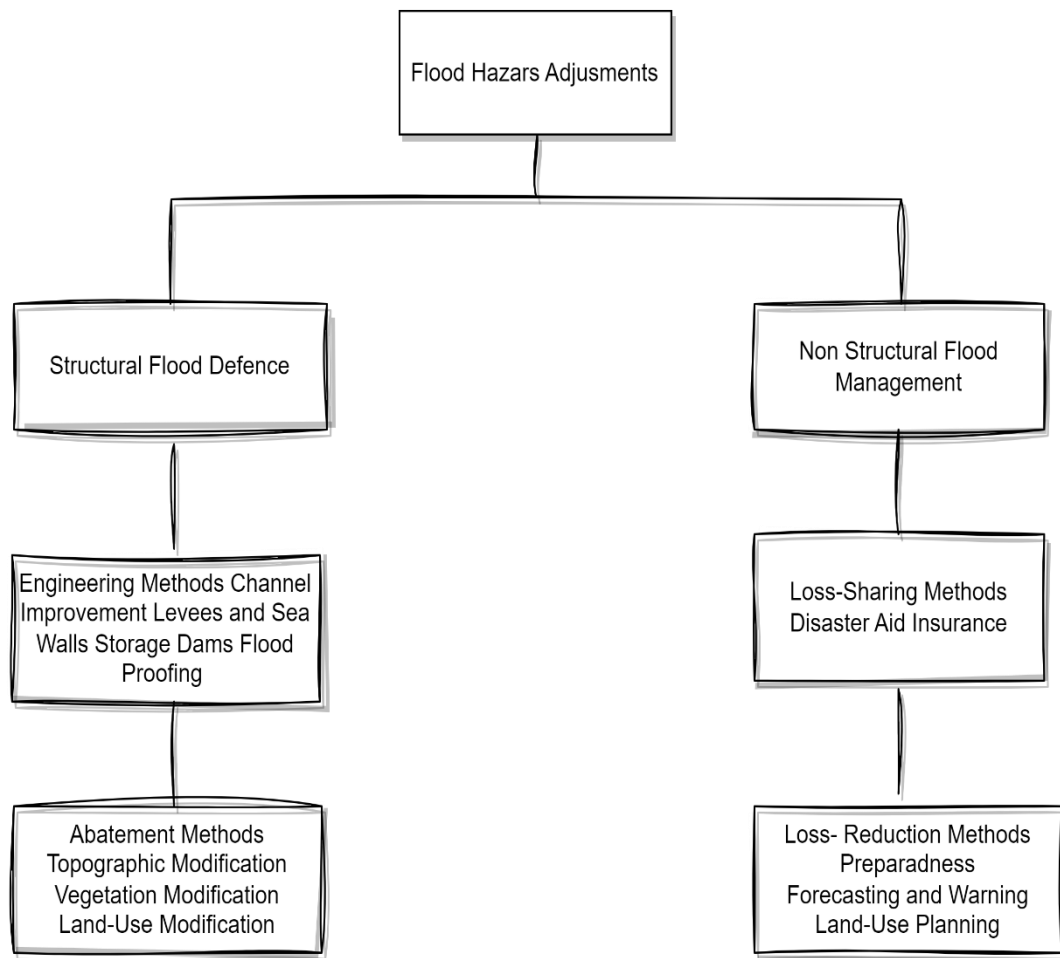
Tujuan dari analisis kelayakan finansial ekonomi adalah untuk mendapatkan gambaran keseluruhan mengenai tingkat kelayakan suatu proyek. Dalam analisis kelayakan ekonomi proyek, penilaian dilakukan dari sudut pandang lembaga atau individu yang melakukan investasi pada proyek tersebut. Pembangunan infrastruktur dapat berdampak positif terhadap peningkatan pergerakan masyarakat, niaga, peningkatan kesehatan serta peningkatan pendidikan dan fungsi sosial lainnya dapat menjadi lebih baik.

Adapun beberapa data yang dibutuhan dalam studi kelayakan proyek pembangunan ialah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup proyek.
2. Pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek.
3. Faktor-faktor yang menentukan keberhasilan proyek.
4. Sarana dan prasarana yang dibutuhkan saat pelaksanaan proyek.
5. Hasil yang diharapkan dari proyek dan biaya yang dibutuhkan proyek.
6. Dampak dan manfaat pada proyek.
7. Metode pelaksanaan proyek dan jadwal pengerjaan proyek.

II.8 Alternatif Penanganan Banjir

Pengendalian banjir merupakan suatu permasalahan yang rumit dan melibatkan berbagai disiplin ilmu seperti hidrologi, hidrolika, erosi DAS, teknik sungai, morfologi dan sedimentasi sungai, sistem drainase kota, bangunan air, dan sebagainya. Keberhasilan program penanggulangan banjir juga ditentukan oleh banyak aspek, termasuk aspek sosial, ekonomi, lingkungan, institusi, kelembagaan, hukum, dan lain-lain. Oleh karena itu, aspek politik juga menjadi salah satu aspek penting. Dukungan politik yang kuat dari berbagai instansi, baik dari eksekutif, legislatif, maupun yudikatif, akan berpengaruh besar terhadap alternatif penanganan banjir.



Gambar II. 11 Upaya Penanganan Banjir

II.8.1 Penanganan Banjir Dengan Metode Struktural

Penanganan banjir dengan metode struktural merupakan penanganan banjir yang melibatkan penggunaan infrastruktur fisik seperti bendungan, saluran drainase, dan tanggul untuk mengendalikan aliran air dan mengurangi dampak banjir. Metode ini sering digunakan dalam penanganan banjir yang terjadi di daerah perkotaan maupun pedesaan. Berikut ini adalah beberapa metode struktural yang biasa digunakan:

1. Bendungan atau Waduk

Bendungan ialah sebuah struktur yang terdiri dari material seperti tanah, batu, beton, dan susunan batu yang dibangun untuk tujuan menampung dan mengatur aliran air. Selain digunakan untuk menyimpan air, bendungan juga dapat dibangun untuk menampung limbah tambang (tailing) atau menahan lumpur,

yang akhirnya membentuk sebuah waduk. Waduk merupakan sebuah konstruksi buatan yang terbentuk sebagai hasil dari pembangunan bendungan (PU, 2023). Umumnya waduk dibangun untuk mengembangkan sumber daya air sungai dengan cara menampung air selama musim hujan. Tujuannya adalah untuk memperbaiki kondisi aliran sungai terutama pada musim kemarau, serta mengantisipasi peningkatan kebutuhan air selama musim kemarau. Selain itu, pembangunan waduk juga bertujuan untuk mendapatkan manfaat multi guna atau multi-purpose dam, seperti irigasi, penyediaan air baku (air minum), dan pembangkit listrik tenaga air.

2. Kolom Penampungan atau Retensi

Kolam penampungan, juga dikenal sebagai retention basin, memiliki fungsi untuk sementara menyimpan aliran sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Istilah "retention" dalam hal ini mengacu pada penyimpanan. Tingkat pengurangan banjir yang dapat dicapai tergantung pada karakteristik hidrograf banjir, volume kolam, dan sistem outlet yang digunakan. Kolam penampungan biasanya ditempatkan di daerah dataran rendah atau rawa. Dengan perencanaan dan pengelolaan lahan yang baik, kolam penampungan juga dapat digunakan untuk kegiatan pertanian.

3. Penangkap Sediment atau Check Dam

Check dam ialah sebuah bangunan kecil yang bisa bersifat sementara atau permanen, yang dibangun secara melintang di saluran atau sungai untuk mengurangi kemiringan dasar sungai secara memanjang. Tujuannya adalah untuk mengurangi kecepatan aliran air, mengurangi erosi, dan mengendapkan sedimen di sebelah hulu bangunan. Dengan demikian, bangunan ini membantu dalam menstabilkan saluran atau sungai.

4. Bangunan pengurang Kemiringan Sungai

Bangunan pengurang kemiringan sungai dapat berupa drop structure atau ground sill. Bangunan ini memiliki manfaat untuk mengurangi kecepatan air, sedangkan ground sill juga berperan dalam mencegah erosi pada hilir bendungan atau pilar jembatan.

5. Sistem Pengaturan dan Perbaikan Sungai

a) *River improvement*

River improvement merupakan upaya yang terkait erat dengan pengendalian banjir, dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas aliran sungai. Hal ini dilakukan agar sungai dapat menampung debit banjir yang terjadi dan mengalirkannya ke hilir atau laut tanpa terjadi luapan. Pekerjaan yang meliputi *river improvement* mencakup beberapa hal, antara lain perbaikan bentuk penampang melintang sungai, penyesuaian penampang memanjang sungai, pengurangan kekasaran permukaan sungai, sudetan pada alur sungai berkelok-kelok (meander), rekonstruksi bangunan di sepanjang sungai, dan pembangunan tanggul banjir.

b) Tanggul

Tanggul ialah struktur penghalang yang dirancang untuk menahan air banjir di palung sungai dengan tujuan melindungi daerah sekitarnya. Fungsi tanggul juga meliputi pengalihan banjir agar tetap terlokalisir di sungai, sehingga tidak meluap ke daerah di sebelah kanan dan kiri sungai yang ditujukan untuk kepentingan lain.

c) Sudetan

Sudetan bisa juga disebut sebagai by-pass, adalah saluran yang digunakan untuk mengalihkan sebagian atau seluruh aliran air banjir dengan tujuan mengurangi volume debit banjir di daerah yang dilindungi.

d) Floodway

Floodway ialah saluran yang dibuat dengan tujuan untuk mengurangi debit banjir pada alur sungai yang sudah ada, dengan mengalirkan sebagian air banjir melalui floodway tersebut. Pembuatan floodway hanya layak dilakukan jika kondisi lapangan sangat mendukung. Jika kondisi lapangan tidak menguntungkan, misalnya tidak ada sungai yang dapat digunakan sebagai jalur floodway, maka pembuatan floodway tidaklah layak dilakukan. Floodway berfungsi untuk mengalirkan sebagian air banjir saat terjadi banjir, sehingga volume debit banjir pada alur sungai yang sudah ada akan berkurang dan risiko banjir dapat diperkecil. Biasanya, alur sungai yang melewati perkotaan menjadi rawan banjir. Namun, lahan yang ada di kawasan pemukiman perkotaan

cenderung mahal dan sulit untuk dialihfungsikan, sehingga sulit untuk melakukan perbaikan alur sungai guna memenuhi debit banjir yang ada.

e) Normalisasi

Normalisasi sungai adalah proses yang bertujuan untuk mengatur aliran sungai agar mampu menampung debit banjir rancangan (Q_{desain}) dengan melakukan pengecekan terhadap kapasitas sungai, melakukan perataan alur sungai, memperkuat tebing, dan menstabilkan dasar sungai guna mencegah terjadinya luapan. Normalisasi sungai merupakan alternatif penanganan banjir yang dapat dilakukan apabila penampang sungai tidak mampu menampung debit banjir. Pelaksanaan normalisasi sungai disesuaikan dengan penampang sungai yang memiliki kapasitas yang tidak mencukupi untuk menampung aliran banjir yang melewatinya. Normalisasi yang dilakukan akan bergantung pada bentuk penampang sungai tersebut. Perhitungan penampang sungai disesuaikan dengan debit banjir rancangan, sehingga dapat ditentukan dimensi penampang yang mampu menampung debit banjir tersebut. Dimensi saluran yang akan ditentukan meliputi lebar, tinggi penampang basah, kemiringan, dan tinggi jagaan.

f) Sistem Drainase Khusus

Pada beberapa kasus, sistem drainase khusus sering diperlukan untuk mengatasi masalah pembuangan air di daerah rawan banjir akibat adanya drainase yang buruk secara alami maupun disebabkan oleh aktivitas manusia. Sistem khusus tersebut dapat berupa saluran-saluran alami yang mengandalkan gaya gravitasi. Namun, dalam beberapa situasi, mungkin diperlukan alternatif dengan menggunakan pompa untuk mengatasi daerah pembuangan dengan elevasi air yang terlalu tinggi di bagian hilir. Sistem drainase khusus umumnya digunakan dalam situasi berikut: ketika drainase alami di perkotaan tidak mencukupi, untuk melindungi daerah pantai dari dampak gelombang, serta untuk mengatasi genangan atau melindungi bantaran sungai dengan menggunakan bangunan floodwall.

II.8.2 Penanganan Banjir Dengan Metode Non Struktural

Dalam penanganan banjir, tidak hanya dibutukan metode struktural atau bangunan fisik semata, tetapi juga diperlu memerlukan kegiatan non-struktural guna meningkatkan upaya dalam mengurangi resiko banjir. Hal ini berperan penting karena dapat berdampak terhadap bahaya banjir dan upaya mitigasi yang dapat dilakukan memiliki peran yang krusial dalam mengurangi banjir.

a) Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki keterkaitan yang erat dengan peraturan, implementasi, dan pelatihan. Kegiatan penggunaan lahan bertujuan untuk mengoptimalkan penghematan, penyimpanan, dan konservasi air serta tanah. Pengelolaan DAS dapat meliputi upaya pemeliharaan vegetasi di wilayah hulu DAS, penanaman tumbuhan untuk mengatur atau mengurangi kecepatan aliran permukaan, pemeliharaan tumbuhan alami, atau penanaman spesies tumbuhan yang tahan terhadap air yang sesuai, sepanjang tanggul saluran drainase, serta area lainnya guna mengendalikan limpahan air yang berlebihan atau erosi tanah.

b) Penyusunan Regulasi Tata Guna Lahan

Penyusunan regulasi tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) bertujuan untuk mengatur penggunaan lahan secara sesuai dengan rencana pola tata ruang yang telah ditetapkan. Hal ini dilakukan untuk mencegah penggunaan lahan yang tidak terkontrol, yang dapat menyebabkan kerusakan pada DAS yang merupakan wilayah tangkapan air hujan.

c) Pengembangan dan pengaturan Daerah Genangan atau Banjir

Pengembangan dan pengaturan Daerah Banjir/Genangan memiliki implikasi yang signifikan terhadap permasalahan yang timbul. Penggunaan lahan di daerah genangan dapat mengurangi kapasitas alur sungai dan daerah genangan. Bangunan seperti rumah, gedung, jalan, jembatan, dan sejenisnya dapat menghambat aliran air. Tujuan dari pengendalian daerah genangan adalah membatasi atau menentukan jenis pengembangan yang mempertimbangkan risiko dan kerusakan yang diakibatkan oleh banjir.

d) Reboisasi (reforestation) atau penanaman kembali

Kegiatan yang dilakukan untuk menanam pohon di lahan yang gundul dan tandus, umumnya disebabkan oleh tindakan manusia. Reboisasi memiliki signifikansi penting karena pohon dapat menghasilkan oksigen dalam jumlah yang besar, serta mampu menangkap polusi dan karbondioksida. Selain itu, pohon juga memiliki manfaat lainnya, seperti mencegah abrasi dan erosi yang berpotensi merugikan semua makhluk hidup di bumi (Merta & Dkk, 2022).

II.8.3 Parameter Penentuan Prioritas Penanganan Genangan

Parameter-parameter yang melibatkan tingkat prioritas genangan dan banjir yang mencakup variabel-variabel seperti kedalaman genangan, luas area tergenang, durasi genangan, dan frekuensi kejadian banjir. Selain dari faktor-faktor tersebut, terdapat juga faktor-faktor lain yang perlu dipertimbangkan, seperti aspek-aspek terkait kerugian ekonomi, gangguan sosial dan fasilitas pemerintah, dampak terhadap sistem transportasi, dampak terhadap daerah perumahan, serta kerugian terkait hak milik dan privasi.

Berikut merupakan parameter penentuan prioritas genangan:

Tabel II. 11 Nilai Parameter Genangan dan Banjir

No.	Parameter Genangan/Banjir	Nilai	Persentase Nilai
1.	Kedalaman Genangan	35	
	> 0,050 m		100
	0,30-0,50 m		75
	0,20-0,30 m		50
	0,10-0,20 m		25
	< 0,10 m		0
2.	Luas Genangan	25	
	> 8,0 Ha		100
	4,0-8,0 Ha		75
	2,0-4,0 Ha		50
	1,0-2,0 Ha		25
	< 1,0 Ha		0

3.	Lama Genangan	20	
	> 8,0 jam		100
	4,0-8,0 jam		75
	2,0-4,0 jam		50
	1,0-2,0 jam		25
	< 1,0 jam		0
4.	Frekuensi Genangan	20	

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel II.12 Kereteria Kerugian Ekonomi

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Genangan air/banjir terjadi pada daerah industri, daerah komersial dan daerah perkantoran padat	Tinggi	100
2.	Genangan air/banjir terjadi pada daerah industri dan daerah komersial yang kurang padat	Sedang	65
3.	Genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah perumahan dan/atau daerah pertanian (dalam daerah perkotaan yang terbatas)	Kecil	25
4.	Terjadi genangan pada daerah yang jarang penduduknya dan daerah yang tidak produktif	Sangat Kecil	0

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel II. 13 Kereteria gangguan Sosial Dan Fasilitas Pemerintah

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Genangan air/banjir terjadi pada daerah yang banyak pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Tinggi	100
2.	Genangan air/banjir terjadi di daerah yang sedikit pelayanan fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sedang	65
3.	Genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang pelayanan sosial dan fasilitas pemerintah terbatas	Kecil	30
4.	Jika tidak ada fasilitas sosial dan fasilitas pemerintah	Sangat kecil	0

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel II.14 Kereteria Gangguan Transportasi

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Genangan air/banjir terjadi pada daerah yang jaringan transportasinya padat	Tinggi	100
2.	Genangan air/banjir terjadi di daerah yang jaringan transportasinya kurang padat	Sedang	65

3.	Genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di daerah yang jaringan transportasinya terbatas	Kecil	30
4.	Jika tidak ada jaringan jalan	Sangat kecil	0

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel II. 15 Kerugian Pada Daerah Perumahan

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Genangan air/banjir terjadi pada perumahan padat sekali	Tinggi	100
2.	Genangan air/banjir terjadi pada perumahan yang kurang padat	Sedang	65
3.	Genangan air/banjir mempengaruhi atau terjadi di yang hanya pada beberapa bangunan perumahan	Kecil	30
4.	Jika tidak ada perumahan pada daerah genangan air/banjir	Sangat kecil	0

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel II.16 Kerugian Hak Milik Pribadi

No.	Parameter	Pengaruh/Kerugian	Nilai
1.	Kerugian lebih dari 80% nilai milik pribadi	Tinggi	100
2.	Kerugian 80% dari nilai milik pribadi	Sedang	65
3.	Kerugian kurang dari 40% nilai milik pribadi	Kecil	30
4.	Tidak ada kerugian milik pribadi	Sangat kecil	0

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum

Dari keenam kriteria tersebut di atas jumlah nilai berkisar antara 0 s/d 600. Nilai tertinggi merupakan kawasan dengan prioritas utama, makin rendah nilainya makin rendah pula prioritasnya.

II.9 Studi Terdahulu

Manfaat dan fungsi studi terdahulu untuk mengidentifikasi pengetahuan yang sudah ada dan membantu peneliti dalam mengenali temuan yang telah ada di bidang yang akan diteliti. Dengan memeriksa studi terdahulu, peneliti dapat mengetahui apa yang telah dilakukan sebelumnya, temuan apa yang telah ditemukan, dan apakah masih ada peluang penelitian yang belum tercakup.

Mempelajari studi sebelumnya berkontribusi dalam merumuskan pertanyaan penelitian yang relevan dan signifikan. Dengan memahami penelitian sebelumnya,

para peneliti dapat mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan atau permasalahan yang belum terpecahkan, yang kemudian dapat membantu dalam mengembangkan pertanyaan penelitian yang lebih baik. Studi sebelumnya juga membantu dalam memperoleh perspektif metodologi yang sesuai. Dengan mempelajari pendekatan penelitian yang telah digunakan dalam studi sebelumnya, para peneliti dapat memilih metode penelitian yang paling tepat untuk pertanyaan penelitian mereka. Hal ini sangat penting untuk menghindari pemborosan sumber daya dan mengarahkan penelitian ke arah yang lebih inovatif.

Studi sebelumnya memiliki peran yang penting dalam mengarahkan penelitian baru secara keseluruhan. Dengan mempelajari penelitian sebelumnya, para peneliti dapat memperluas pengetahuan yang ada, mengidentifikasi kesenjangan dalam pengetahuan, serta memperkuat dasar teoritis dan metodologi penelitian mereka.

II.9.1 Analisa Kinerja Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir dan Genangan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase dalam pencegahan dan pengendalian banjir di pemukiman penduduk. Masalah banjir selama musim hujan sering dihadapi oleh masyarakat perkotaan. Penyebabnya antara lain perubahan penggunaan tata guna lahan dari hijau atau pertanian menjadi perkotaan, serta pembangunan kawasan pemukiman, industri, komersial, dan perkantoran. Salah satu masalah lain adalah penyempitan saluran akibat kemacetan, yang menyebabkan air meluap. Selain itu, manajemen operasi dan pemeliharaan yang tidak efektif dapat mengurangi kapasitas saluran akibat penumpukan sedimen yang tidak ditangani secara tepat waktu.

Metode penelitian yang digunakan:

1. Analisis Distribusi Frekuensi Hujan Maksimum
 - Distribusi Probabilitas Normal
 - Distribusi Probabilitas Gumbel
 - Distribusi Probabilitas Log Normal

2. Uji Distribusi Frekuensi
 - Uji Chi-Kuadrat
 - Uji Kolmogorov Smirnov

Hasil penelitian dari jurnal ini sebagai berikut:

Distribusi probabilitas gumbel diperoleh nilai X yakni 88.76 sedang untuk distribusi probabilitas log yakni 78.986, 132.654, dan 143.676. dan Uji chi-square untuk χ^2 cr diperoleh 7.815 yang artinya diterima. Nilai Δ maks terkecil diperoleh pada distribusi.

II.9.2 Evaluasi Sistem Drainase Kota Mataram

Penyebab utama banjir dan genangan adalah penumpukan sedimen dan dimensi saluran yang kecil, sehingga tidak dapat menampung air yang berlebihan saat musim hujan dengan intensitas tinggi. Saat ini, terdapat dua jenis penampang saluran, yaitu persegi dan trapesium, dalam sistem drainase yang beberapa masih berfungsi dengan baik dan beberapa lainnya tidak berfungsi.

Metode penelitian yang digunakan:

1. Hidrologi
 - Metode Mononobe
 - Debit air hujan
 - Debit banjir rancangan
2. Hidrolika
 - Penampang saluran persegi empat
 - Penampang saluran trapezium

Hasil Penelitian:

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan evaluasi sistem drainase di Kelurahan Pagutan Timur, Kota Mataram, provinsi Nusa Tenggara Barat, dapat disimpulkan bahwa penyebab utama banjir dan genangan adalah penumpukan sedimen dan dimensi saluran yang kecil. Akibatnya, saluran drainase tidak mampu menampung kelebihan air yang terjadi saat musim hujan dengan intensitas tinggi.

Dalam sistem drainase tersebut, terdapat dua jenis penampang saluran yaitu persegi dan trapezium dimana kedua tipe saluran tersebut masih berfungsi dengan baik.

II.9.3 Evaluasi Sistem Saluran Drainase Kawasan Jalan DPR, Kel. Dadok Tunggul Hitam, Kec. Kota Tengah, Kota Padang

Tujuan penelitian untuk mengevaluasi sistem jaringan drainase kawasan jalan DPR, Kel. Dadok Tunggul Hitam, Kec. Koto Tengah, Kota Padang. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan studi kasus, menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Dalam menentukan data primer menggunakan alat Total Station dan meteran, sedangkan data sekunder menggunakan data curah hujan harian 2011-2020. Pada pengolahan data hidrologi menggunakan Metode Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson III, dengan analisa frekuensi Kala Ulang 2, 5, dan 10 tahun serta intensitas curah hujan dengan persamaan Mononobe. Dalam analisis ini, debit rencana diperoleh dengan menggunakan analisis debit banjir kala ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan metode rasional. Analisis kapasitas drainase eksisting menggunakan persamaan Manning.

Metode yang digunakan

- Analisis kapasitas saluran
- Analisis debit rencana.

Hasil penelitian:

Pada ruas Jalan DPR, Kel. Dadok Tunggul Hitam, Kec. Koto Tengah, Kota Padang terdapat ada 2 tempat yang sering terjadi genangan dan banjir. Ini disebabkan ada beberapa saluran drainase tersebut tidak berfungsi dengan baik.

II.9.4 EVALUASI SALURAN DRAINASE UTAMA (STUDI KASUS: KOMPLEK DOSEN IKIP)

Tujuan penelitian untuk mengevaluasi Mengidentifikasi aspek dominan yang mempengaruhi terjadinya bencana banjir di Perumahan Dosen IKIP dengan Menganalisis berapa kapasitas tampung saluran drainase Komplek Dosen IKIP serta Mengidentifikasi upaya penanganan atau penanggulangan banjir.

Metode penelitian yang digunakan:

1. Hidrologi

- Curah hujan rata-rata
- Curah hujan rencana
- Chi-Kuadrat
- Intensitas curah hujan
- Perhitungan koefisien pengaliran

2. Hidrolika

- Perhitungan kapasitas eksisting saluran

Hasil penelitian dari jurnal ini sebagai berikut:

Komplek Perumahan Dosen IKIP, Jatikramat, Bekasi, Jawa Barat merupakan daerah langganan banjir. (megapolitan.okezone.com). dengan Debit banjir rencana untuk periode kala ulang 5 tahun didapatkan hasil 0,663 m³ /det. Sedangkan untuk kapasitas saluran eksisting adalah sebesar 0,562 m³ /det. Kapasitas saluran yang sudah tidak menampung menjadikan kompleks tersebut sering terjadi banjir. Selain karna kapasitas saluran yang tidak menampung, ada beberapa factor juga yang mempengaruhi banjir. Antara lain, saluran yang tertutup sampah, saluran yang rusak dan beberapa bagian badan saluran yang ditumbuhi tumbuhan.

II.9.5 ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA UNTUK DRAINASE KOTA SENTANI, KABUPATEN JAYAPURA

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya debit rencana sebagai dasar dalam perencanaan drainase pada Kota Sentani, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua. Kondisi eksisting drainase di Kota Sentani, terdapat beberapa saluran yang tidak berfungsi dengan baik misalnya karena dimensi pada saluran tidak cukup menampung besarnya debit air sehingga menghambat aliran air untuk menuju saluran primer.

Metode penelitian yang digunakan:

1. Hidrologi

- Frekuensi Hujan Rencana
 - Uji kecocokan Chi-Square
 - Uji kecocokan Smirnov Kolmogorov
2. HSS Nakayasu
- Perhitungan kapasitas eksisting saluran

Hasil penelitian dari jurnal ini sebagai berikut:

Dari hasil analisa hidrologi debit banjir dengan menggunakan perhitungan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu diperoleh debit banjir rencana pada periode ulang 10 tahun adalah 0.6224 m³ /det, t = 1 jam sebagai dasar perencanaan drainase dan sebagai dasar evaluasi terhadap saluran drainase eksisting. Alternatif pengendalian banjir dapat dilakukan dengan penanganan mulai dari daerah hulu, tengah, dan hilir. Pengendalian banjir untuk daerah hulu dapat di lakukan dengan penghijauan, naturalisasi sungai, pengendalian sedimen (check dam). Penanganan untuk bagian tengah dan hilir dapat dilakukan dengan peningkatan tampungan / penataan drainase, pembuatan lubang biopori, normalisasi sungai, penataan kembali sempadan sungai, dan peningkatan kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan.

II.9.6 ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE TERHADAP BANJIR PADA RUAS JALAN RAPOL – GANG LAMBAU KOTA METRO – LAMPUNG

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Pengelolaan drainase perkotaan harus dilaksanakan secara menyeluruh, dimulai dari tahap Survey, Investigasi perencanaan, pembebasan lahan, konstruksi, operasi dan pemeliharaan serta ditunjang dengan peningkatan kelembagaan, pembiayaan serta partisipasi masyarakat. Peningkatan pemahaman mengenai sistem drainase kepada pihak yang terlibat baik pelaksana maupun masyarakat perlu dilakukan secara berkesinambungan, agar penanganan permasalahan sistem drainase dapat dilakukan secara terus menerus dengan sebaik-baiknya.

Metode penelitian yang digunakan:

1. Hidrologi
 - curah hujan rata-rata
 - Curah hujan rencana
 - Chi-Kuadrat
 - Intensitas curah hujan
 - perhitungan koefisien pengaliran
2. Hidrolika
 - Perhitungan kapasitas eksisting saluran

Hasil penelitian dari jurnal ini sebagai berikut:

kapasitas saluran drainase di atas memperlihatkan bahwa terdapat saluran yang tidak aman karena debit saluran eksisting (Q_s) lebih kecil dari debit banjir rencana (Q_r) yaitu pada saluran 2, sehingga saluran tersebut perlu untuk diredesain. Untuk kapasitas saluran drainase lainnya sudah aman tetapi kondisinya perlu diperhatikan terutama pada saluran 1, dan 3. Pada saluran tersebut banyak terdapat sedimen yang dapat mengurangi kapasitas dari saluran itu sendiri sehingga dapat menyebabkan genangan air di sekitar saluran. Perlu adanya kesadaran masyarakat untuk pemeliharaan guna menanggulangi terjadinya genangan air disekitar saluran tersebut. Untuk perhitungan redesain saluran 2 dapat ditinjau dari debit banjir rencana dan elevasi saluran yang telah dihitung sebelumnya sehingga dapat dengan mudah menentukan dimensi saluran ekonomis yang sesuai dengan debit rencananya.

II.9.7 Perhitungan Debit Banjir Maksimum Pada Drainase Jalan Durian Iii Dalam Penanggulangan Banjir Di Kabupaten Berau

Tujuan penelitian untuk Mengetahui kemampuan saluran existing untuk mengalirkan debit banjir pada Jalan Durian III Kabupaten Berau serta memberikan solusi serta saran dalam penanggulangan banjir di Jalan Durian III Kabupaten Berau.

Metode penelitian yang digunakan:

1. Hidrologi
 - Uji Kesesuaian Distribusi
 - Metode Gumbel
 - Metode Log Normal
 - Metode Log Pearson III
 - Koefisien Pengaliran/Limpasan (C)
 - Analisa Intensitas Curah Hujan
 - Catchman Area
 - Debit Banjir Rencana
2. Hidrolika
 - Saluran Tahan Erosi
 - Koefisien Aliran
 - Tinggi Jagaan
 - Kemiringan Saluran
 - Kecepatan Aliran
 - Geometrik Saluran
 - Kontur

Hasil penelitian dari jurnal ini sebagai berikut:

1. Kapasitas debit banjir saluran existing pada tahun 2019 adalah sebagai berikut : - Saluran 1 = 0,376 m³/detik - Saluran 2 = 0,401 m³/detik - Saluran 3 = 0,711 m³/detik - Saluran 4 = 0,552 m³/detik - Saluran 5 = 0,290 m³/detik - Saluran 6 = 0,684 m³/detik - Saluran 7 = 0,761 m³/detik - Saluran 8 = 0,839 m³/detik

2. Debit banjir maksimum periode ulang 2, 5, dan 10 tahun pada saluran drainase jalan Durian III Kabupaten Berau dapat disimpulkan sebagai berikut :
 - a) Kala ulang 2 tahun (2021) = 8,033 m³/detik.
 - b) Kala ulang 5 tahun (2022) = 8,857 m³/detik.
 - c) Kala ulang 10 tahun (2029) = 9,299 m³/detik.

3. Dimensi saluran rancangan pada periode 2, 5 dan 10 tahun yang mampu menampung debit maksimum adalah sebagai berikut :
 - a) Saluran Terbuka Persegi Kala Ulang 2 Tahun - Lebar Saluran (B) : 2,30 m - Tinggi Saluran (H) : 2,40 m - Tinggi Saluran Penampang Basah (h) : 1,80 m - Tinggi Jagaan (w) : 0,60 m
 - b) Saluran Terbuka Persegi Kala Ulang 5 Tahun - Lebar Saluran (B) : 2,50 m - Tinggi Saluran (H) : 2,40 m - Tinggi Saluran Penampang Basah (h) : 1,80 m - Tinggi Jagaan (w) : 0,60 m
 - c) Saluran Terbuka Persegi Kala Ulang 10 Tahun - Lebar Saluran (B) : 2,60 m - Tinggi Saluran (H) : 2,40 m - Tinggi Saluran Penampang Basah (h) : 1,80 m - Tinggi Jagaan (w) : 0,60 m

II.9.8 PERENCANAAN PRASARANA DAN SARANA SISTEM PENGENDALIAN BANJIR KOTA ADMINISTRASI JAKARTA PUSAT

Tujuan penelitian untuk Upaya penanggulangan banjir dan genangan di wilayah DKI Jakarta merupakan salah satu program prioritas yang dilaksanakan pemerintah dalam rangka menciptakan Jakarta sebagai ibukota Negara Republik Indonesia yang nyaman untuk melaksanakan kegiatan sosial, budaya maupun ekonomi, sehingga memberi dampak yang positif bagi perekonomian Provinsi DKI Jakarta maupun Indonesia.

Metode penelitian yang digunakan:

1. Survey Topografi

- Pemasangan BM
 - Pengukuran geometri saluran
 - Pengukuran profil memanjang & melintang
2. Survey Hidrologi
- Data hujan
 - Data debit
 - Data iklim
 - klimatologi

Hasil penelitian dari jurnal ini sebagai berikut:

Perhitungan analisis hidrologi untuk perencanaan prasarana dan sarana pengendalian banjir di Kota Administrasi Jakarta Pusat berdasarkan data curah hujan BMKG Kemayoran tahun 2008-2018. Perhitungan frekuensi curah hujan rencana menggunakan metode terpilih yaitu metode distribusi Gumbell tipe 1 dengan kala ulang 5 tahun sebesar 225.7 mm, sehingga didapat perhitungan debit banjir sebesar $Q = 5.73 \text{ m}^3 / \text{detik}$. Wilayah yang menjadi lokasi pengendalian banjir yaitu Petamburan dan Kalibaru Timur. Permasalahan yang terjadi di wilayah Petamburan adalah elevasi dasar saluran tidak beraturan, banyaknya cekungan di tengah saluran, terjadi penumpukan sampah di saluran, kapasitas saluran yang sudah tidak mampu menerima debit rencana dan elevasi lahan di kawasan umumnya lebih rendah daripada elevasi saluran pembuang sehingga aliran tidak dapat mengalir. Pada penanganan normalisasi di Petamburan kemiringan dasar menjadi 0.0028. Redimensi diubah menjadi seragam yaitu $B = 1.20 \text{ m}$; $H = 1.20 \text{ m}$. kapasitas saluran setelah dinormalisasi dan ditambah pompa eksisting $0.75 \text{ m}^3 / \text{detik}$ sudah dapat menampung beban dari debit banjir rencana Q_5 . Sedangkan untuk wilayah Kalibaru Timur hal yang menjadi perhatian adalah penyempitan saluran di hilir. Perhitungan intensitas curah hujan yang sesuai dengan tata cara perencanaan drainase dengan daerah tangkapan 10-100 Ha pada kota metropolitan digunakan kala ulang 2-5 Tahun, untuk kondisi ini digunakan kala ulang 5 tahun. Sehingga nilai T_c adalah 121.26 menit, I sebesar 38.67 mm/jam dan $Q = 8.47 \text{ m}^3$

/detik. Hasil analisis hidraulika untuk Kalibaru Timur adalah beban air akan dibuang ke Kali Sunter menggunakan pompa dengan kapasitas 2 m³ /detik agar dapat menurunkan muka air secara efektif. Spesifikasi pompa yang akan dipergunakan merupakan tipe submersible axial flow dengan kapasitas 2 m³ /detik.

II.9.9 Pemanfaatan SIG untuk Mengurangi Risiko Bencana Banjir di Kota Bandar Lampung

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan penanggulangan dan mitigasi bencana, Salah satunya adalah pengembangan sistem informasi geografis. Sistem ini memberikan kemudahan dalam menyampaikan informasi dan memecahkan persoalan yang berkaitan dengan permukaan bumi terutama data mitigasi bencana mengenai daerah yang rawan banjir sehingga dapat tertangani lebih dini. Bencana banjir merupakan suatu bencana alam yang selaluterjadi di banyak kota dalam skala yang berbeda dimana air dengan jumlah debit yang berlebih berada di daratan rendah yang kering.

Metode penelitian yang digunakan:

1. Metode Network
 - Data Spasial (Peta batas daerah, Peta aliran sungai, Peta Pemukiman, Peta Kontur/Permukaan Tanah, dan Peta jalan)
2. Metode Agile
 - Data non spasial (data sarana dan prasarana, data sejarah kejadian banjir, data kejadian banjir, data luas wilayah kecamatan, data jumlah penduduk per kecamatan, data perkiraan potensi banjir, Data kecamatan rawan banjir, serta data kemiringan lereng)

Hasil penelitian dari jurnal ini sebagai berikut:

Penelitian ini telah menghasilkan sistem yang mampu memetakan daerah rawan banjir yang terdapat pada kota Bandar Lampung sehingga memudahkan Pemerintah dalam mengambil tindakan penanganan banjir. Penelitian ini juga menghasilkan daerah – daerah yang memiliki potensi bencana banjir dan daerah yang aman dari bencana banjir di kota Bandar Lampung. Dari hasil penelitian didapatkan kota

Bandar Lampung memiliki tingkat potensi rendah dalam bencana banjir yang terdapat pada 8 kecamatan. WebGis yang ditampilkan juga dilengkapi dengan fitur-fitur yang memudahkan pengguna dalam menggunakan serta menjalankan sistem ini yang telah dilakukan pengujian secara lengkap sehingga memenuhi kebutuhan pengguna terkait potensi banjir yang ada di Kota Bandar Lampung.

II.9.10 ANALISA SISTEM DRAINASE TERHADAP PENANGGULANGAN BANJIR DAN GENANGAN DI KECAMATAN METRO TIMUR – KOTA METRO - LAMPUNG

Tujuan penelitian untuk mengevaluasi ruas jalan di Kecamatan Metro Timur - Kota Metro telah terjadi banjir di beberapa titik jalan tersebut yang diakibatkan limpasan dari saluran drainase. Limpasan tersebut terjadi karena saluran drainase tidak mampu menampung debit air yang tinggi akibat hujan yang terjadi kurang lebih 2 jam dan menimbulkan banjir setinggi 30 – 50 cm.

Metode penelitian yang digunakan:

1. HSS Nakayasu
 - Curah Hujan
 - Pengaruh Fisiografi
 - Erosi dan Sedimentasi
 - Kapasitas Sungai
 - Pengaruh Air Pasang
 - Kapasitas Drainase

Hasil penelitian dari jurnal ini sebagai berikut:

Setelah dilakukan penelitian gambaran umumnya adalah saluran drainase menampung limpasan air hujan dengan debit yang direncanakan $Q = 5 \text{ thn}$. Serta Alternatif penanggulangan banjir dan kekeringan yang berbasis konservasi air yang dilakukan adalah pembuatan kolam retensi. Kolam retensi yang direncanakan memiliki panjang sebesar 58 meter dan lebar 24 meter, sehingga memiliki luas 1392

m² dengan kedalaman 3 meter dan tinggi jagaan 0,5 meter. Kemiringan tanggul 1:2, keliling kolam retensi sebesar 164 meter

NO	Tahun	Judul Penelitian	Objek penelitian	Metode	Variabel	Hasil Penelitian	GAP Analisis	
							Penelitian Terdahulu	Penelitian Penulis
1	2023	Evaluasi Sistem Saluran Drainase Kawasan Jalan Pondok DPR, Kel. Dadok Tunggul Hitam, Kec. Koto Tanga, Kota Padang	Evaluasi Sistem Saluran Drainase di kota Padang	Analisis kapasitas saluran drainase. Analisis debit rencana.	Total Station, curah hujan,	Pada ruas Jalan DPR, Kel. Dadok Tunggul Hitam, Kec. Koto Tangah, Kota Padang terdapat ada 2 tempat yang sering terjadi genangan dan banjir. Ini disebabkan ada beberapa saluran drainase tersebut tidak berfungsi dengan baik.	Pada penelitian menggunakan Manning equation dan dengan variabel Total Station, meteran, curah hujan,	
2	2023	Analisa Kinerja Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir dan Genangan	menilai kinerja sistem drainase dalam hal pencegahan dan pengendalian banjir	Analisis Distribusi Probabilitas, Distribusi Probabilitas Gumbel dan Metode	Durasi Hujan, Intensitas Hujan, Frekuensi Hujan Maksimum,	Distribusi probabilitas gumbel diperoleh nilai X yakni 88.76 sedang untuk disribusi probabilitas log yakni 78.986, 132.654, dan 143.676. dan Uji chi-square untuk χ^2 cr	Pada penelitian ini menggunakan 3 metode yaitu Analisis Distribusi Probabilitas, Distribusi	

				Smirnov-Kolmogorov		diperoleh 7.815 yang artinya diterima. Nilai Δ maks terkecil diperoleh pada distribusi probabilitas gumbel dengan nilai 0.069.	Probabilitas Gumbel dan Metode Smirnov-Kolmogorov	
3	2023	EVALUASI SALURAN DRAINASE UTAMA (STUDI KASUS: KOMPLEK DOSEN IKIP)	Evaluasi saluran drainase diperlukan untuk mengetahui kapasitas penampang dengan menghitung debit banjir rencana	Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Log Pearson Tipe III dan Metode Gumbel	Data curah hujan bulanan, frekuensi curah hujan maksimum, distribusi frekuensi curah hujan, Intensitas (I) curah hujan rata-rata, Waktu Konsentrasi (tc) dan Kemiringan Saluran (S)	Debit banjir rencana untuk periode kala ulang 5 tahun didapatkan hasil 0,663 m ³ /det. Sedangkan untuk kapasitas saluran eksisting adalah sebesar 0,562 m ³ /det. Kapasitas saluran yang sudah tidak menampung menjadikan kompleks tersebut sering terjadi banjir. dan Selain karna kapasitas saluran yang tidak menampung, ada beberapa factor juga	Pada penelitian ini menggunakan Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Log Pearson Tipe III dan Metode Gumbel dengan variabel data curah hujan bulanan, frekuensi curah hujan maksimum, distribusi frekuensi curah	

						yang mempengaruhi banjir. Antara lain, saluran yang tertutup sampah, saluran yang rusak dan beberapa bagian badan saluran yang ditumbuhi tumbuhan.	hujan, Intensitas (I) curah hujan rata-rata, Waktu Konsentrasi (tc) dan Kemiringan Saluran (S)	
4	2023	Analisis Kapasitas Saluran Drainase Perumahan Jagansari Residence Kabupaten Grobogan	melakukan perhitungan mengenai debit rencana, kapasitas saluran eksisting, serta kapasitas saluran yang mampu menampung debit rencana	metode poligon thiessen, metode rasional dan metode manning	Curah Hujan, Pengaruh topografi, frekuensi Air hujan	Dari hasil perhitungan analisis dan perencanaan, maka dapat disimpulkan bahwa pada sub drainase 1 nilai Q2 dan Q5 secara berurutan adalah 0,26 m ³ /s dan 0,31 m ³ /s. Pada sub drainase 2 nilai Q2 dan Q5 secara berurutan adalah 0,12 m ³ /s dan 0,14 m ³ /s. Pada sub drainase 3 nilai Q2 dan	Pada penelitian ini menggunakan metode poligon thiessen, metode rasional dan metode manning dan dengan variabel Curah Hujan, Pengaruh topografi, frekuensi Air hujan	

						<p>Q5 secara berurutan adalah 0,26 m³ /s dan 0,31 m³ /s. Kapasitas dimensi saluran eksisting rata-rata pada saluran tersier dan sekunder sudah mampu menampung debit rencana, namun pada saluran primer kapasitas saluran eksisting masih kurang untuk menampung debit rencana. Secara keseluruhan sub drainase, rata-rata pada saluran tersier ukuran U-Ditch yang sesuai dengan debit rencana adalah ukuran 30 × 30 cm. Pada saluran</p>		
--	--	--	--	--	--	--	--	--

						sekunder ukuran 30 × 40 cm, dan pada saluran primer berukuran 50 × 50 cm.		
5	2022	Analisa Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Raya Kelet - Bangsri	mengetahui kemampuan drainase dalam mengalirkan debit air buangan, selain itu juga untuk mengetahui kapasitas drainase, dan memberikan solusi dari permasalahan tersebut.	log pearson III	Kecepatan Aliran, Profil Muka Air Sepanjang Alur, View Cross Section	Solusi untuk mengatasi permasalahan genangan air yang ada di Jalan Raya Kelet-Bangsri: Saluran pada Jl. Raya Kelet – Bangsri perlu adanya perencanaan dimensi baru. Untuk itu direncanakan U ditch dengan dimensi b = 1,2 m dan h = 1,4 m dengan kekasaran manning 0.014 dan kemiringan saluran sebesar 2,75%, dari hasil analisa menggunakan software HECRAS 5.0.7 dengan	Pada penelitian ini menggunakan log pearson III dan menggunakan variabel Kecepatan Aliran, Profil Muka Air Sepanjang Alur, View Cross Section	

						U ditch dimensi b = 1,2 m dan h = 1,4 m memenuhi syarat dan aman untuk menampung debit banjir. Dengan perencanaan elevasi baru yang menghasilkan kemiringan 2,75 % memberikan dampak baik pada kecepatan aliran sehingga menjadi konstan dapat mengalirkan air dengan baik dari hulu ke hilir sebesar 3,22 m/s.		
6	2022	Pemanfaatan SIG untuk Mengurangi Risiko Bencana Banjir di Kota Bandar Lampung	Mengurangi Risiko Bencana Banjir di Kota Bandar Lampung	Metode Network, Metode Agile	Data Spasial, Data Non-Spasial, Implementasi, Pengujian	Penelitian ini telah menghasilkan sistem yang mampu memetakan daerah rawan banjir yang terdapat pada kota Bandar Lampung	Dalam penelitian ini menggunakan Metode Network, Metode Agile dan juga dengan variabel Data	

						sehingga memudahkan Pemerintah dalam mengambil tindakan penanganan banjir. Penelitian ini juga menghasilkan daerah – daerah yang memiliki potensi bencana banjir dan daerah yang aman dari bencana banjir di kota Bandar Lampung	Spasial, Data Non-Spasial, Implementasi, Pengujian	
7	2022	Analisa Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir Dan Genangan Di Kecamatan Metro Timur – Kota Metro - Lampung	Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir Dan Genangan Di Lampung	HSS Nakayasu	Curah Hujan, Pengaruh Fisiografi, Erosi dan Sedimentasi, Menurunnya Kapasitas Sungai, . Pengaruh Air Pasang, Kapasitas Drainase Yang Tidak Memadai	Alternatif penanggulangan banjir dan kekeringan yang berbasis konservasi air yang dilakukan adalah pembuatan kolam retensi. Kolam retensi yang direncanakan memiliki panjang sebesar 58 meter dan	Pada penelitian ini menggunakan metode HSS Nakayasu dan dengan variable Curah Hujan, Pengaruh Fisiografi, Erosi dan Sedimentasi, Menurunnya	

						lebar 24 meter, sehingga memiliki luas 1392 m ² dengan kedalaman 3 meter dan tinggi jagaan 0,5 meter. Kemiringan tanggul 1:2, keliling kolam retensi sebesar 164 meter.	Kapasitas Sungai, . Pengaruh Air Pasang, Kapasitas Drainase Yang Tidak Memadai	
8	2022	ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA UNTUK DRAINASE KOTA SENTANI, KABUPATEN JAYAPURA	untuk mengetahui besarnya debit rencana sebagai dasar dalam perencanaan drainase pada Kota Sentani, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua.	HSS Nakayasu	Drainase Mikro, Analisis Hidrologi, Frekuensi Curah Hujan, Kesesuaian Distribusi	Alternatif pengendalian banjir dapat dilakukan dengan penanganan mulai dari daerah hulu, tengah, dan hilir. Pengendalian banjir untuk daerah hulu dapat dilakukan dengan penghijauan, naturalisasi sungai, pengendalian sedimen (check dam). Penanganan untuk bagian tengah dan hilir	Pada penelitian ini menggunakan HSS Nakayasu dengan variabel Drainase Mikro, Analisis Hidrologi, Frekuensi Curah Hujan, Kesesuaian Distribusi	

						dapat dilakukan dengan peningkatan tampungan / penataan drainase, pembuatan lubang biopori, normalisasi sungai, penataan kembali sempadan sungai, dan peningkatan kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan.		
9	2021	EVALUASI SISTEM DRAINASE KOTA MATARAM	Mengatasi permasalahan banjir yang terjadi disetiap musim hujan di kota Mataram	Analisis Hidrologi dan Analisis Hidrolika	koefisien kekasaran manning, kemiringan dasar saluran, curah hujan.	Penyebab utama banjir dan genangan adalah adanya penumpukan sedimen dan kecilnya dimensi saluran sehingga tidak mampu menampung kelebihan air yang terjadi disaat musim hujan yang intensitasnya tinggi, dimana saluran drainase	Pada penelitian ini menggunakan Analisis hidrologi dan hidrolika untuk mengatasi permasalahan banjir pada saat musim hujan	

						<p>eksisting terdapat dua penampang saluran persegi dan trapesium yang masih berfungsi dengan baik dan ada yang tidak tidak berfungsi. Dan juga Dari 36 ruas saluran drainase, 22 ruas saluran yang masih mampu mengalir debit rencana secara optimal dan 14 ruas saluran yang tidak mampu menampung debit rancangan, yang disebabkan oleh dimensi saluran yang tidak memadai dan adanya sedimentasi pada saluran tersebut.</p>		
--	--	--	--	--	--	---	--	--

10	2021	ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE TERHADAP BANJIR PADA RUAS JALAN RAPOL – GANG LAMBAU KOTA METRO – LAMPUNG	penanganan sistem drainase di kota Metro masih belum memadai di kota Lampung	Pendekatan Rasional	Hujan, intensitas hujan, frekuensi hujan, probabilitas, topografi	Perlu adanya kesadaran masyarakat untuk pemeliharaan guna menanggulangi terjadinya genangan air disekitar saluran tersebut. Untuk perhitungan redesain saluran 2 dapat ditinjau dari debit banjir rencana dan elevasi saluran yang telah dihitung sebelumnya sehingga dapat dengan mudah menentukan dimensi saluran ekonomis yang sesuai dengan debit rencananya.	Pada penelitian ini menggunakan pendekatan rasional dan menggunakan variabel Hujan, intensitas hujan, frekuensi hujan, probabilitas, topografi	
11	2020	PERENCANAAN PRASARANA DAN SARANA SISTEM	Upaya penanggulangan banjir dan	metode Gumbell tipe 1	Banjir, curah hujan, debit air, intensitas	Permasalahan yang terjadi di wilayah Petamburan adalah	Pada penelitian ini menggunakan metode Gumbell	

		PENGENDALIAN BANJIR KOTA ADMINISTRASI JAKARTA PUSAT	genangan di wilayah DKI Jakarta			elevasi dasar saluran tidak beraturan, banyaknya cekungan di tengah saluran, terjadi penumpukan sampah di saluran, kapasitas saluran yang sudah tidak mampu menerima debit rencana dan elevasi lahan di kawasan umumnya lebih rendah daripada elevasi saluran pembuang sehingga aliran tidak dapat mengalir.	tipe 1 dan variabel Banjir, curah hujan, debit air, intensitas	
12	2019	PERHITUNGAN DEBIT BANJIR MAKSIMUM PADA DRAINASE JALAN DURIAN III DALAM PENANGGULANGAN	Perhitungan Debit Banjir Maksimum Pada Drainase Jalan Durian Iii	metode Gumbel dan metode log person type II	Intensitas Curah Hujan, Catchman Area, Debit Banjir Rencana, Koefisien Pengaliran/Limpasan (C).	Diharapkan adanya perawatan secara rutin pada saluran drainase terhadap sedimentasi atau endapan lumpur yang merupakan salah	Pada penelitian ini lebih complex dari penelitian-penelitian sebelumnya yang mana bisa dilihat	

		BANJIR DI KABUPATEN BERAU	Pada Kota Berau			satu alternative pemecah masalah banjir, keterlambatan dalam perawatan saluran drainase menyebabkan saluran menjadi dangkal dan kemampuan menampung debit air akan berkurang, perawatan bisa dilakukan dengan cara pengerukan sedimentasi dan sampah-sampah	dari metode dan variabel-variabel nya	