

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Di penyiapan laporan ini,,menjalankan tinjauan pustaka menjadi langkah penting untuk mendukung penulis dalam menganalisis dan memberikan pemahaman, penjelasan, serta analisis terkait dengan isu yang sedang dibahas. Dalam konteks ini, tinjauan pustaka akan mengacu pada teori serta penelitian terdahulu yang relevan dengan masalah pengelolaan air banjir, khususnya di kawasan JL.Aria Putra . Langkah ini akan memfasilitasi penulis dalam menguraikan dan menginterpretasikan masalah tersebut dengan lebih baik.

2.1 Banjir

Banjir merupakan fenomena alam atau situasi dimana air meluap dan menggenangi area yang biasanya tidak tergenang. Hal ini terjadi ketika jumlah air melebihi kapasitas aliran yang normal dari sungai, danau, sistem drainase serta daerah resapan yang sudah tidak ada karena pembangunan. Bencana alam banjir merupakan kejadian yang sering terjadi di Indonesia

2.1.1 Indikator Banjir

Indikator yang menyebabkan banjir diantaranya:

1. Curah hujan yang tinggi muka air sungai atau danau yang melampaui level normal.
2. Kondisi tanah yang jenuh karena hujan berturut-turut.
3. Kebocoran atau kerusakan pada sistem drainase.
4. Topografi daerah yang rentan terhadap genangan air.
5. Perubahan tata guna lahan yang mengurangi daya serap air dalam waktu singkat.

2.1.2 Jenis – Jenis Banjir

Banjir dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis. Berdasarkan Pusat kesehatan utama banjir terbagi atas 5 kategori, yakni:

1. Banjir Bandang

ialah jenis banjir yang sangat besar serta berbahaya sebab mampu membawa berbagai macam benda. Banjir ini berisiko menyebabkan kerusakan

yang serius. Umumnya, banjir bandang terjadi akibat kerusakan hutan yang disebabkan oleh penebangan liar serta sering terjadi di pegunungan.

2. Banjir Pasang Air Laut (Banjir ROB)

yakni yang terjadi akibat kenaikan permukaan air laut seringkali melanda wilayah pesisir, mengakibatkan air menggenangi area tersebut. Banjir rob bisa dipicu oleh faktor alami maupun aktivitas manusia. Banjir Air

3. Banjir air

adalah jenis banjir yang paling sering terjadi, ini disebabkan oleh meluapnya air dari sungai, danau, atau saluran drainase kondisi ini terjadi tempat penampungan air tidak sanggup menahan volume air yang besar akibat hujan dengan intensitas tinggi. Banjir Cileunang.

4. Banjir Cileunang

yakni jenis bencana banjir serupa dengan banjir air, namun berbeda karena disebabkan oleh ketidakberdayaan mengkomadasi air imbas hujan yang sangat deras. Banjir Lumpur

5. Banjir Lumpur

Banjir Lumpur merupakan banjir yang bersumber dari bawah tanah dan menyebar hingga ke bumi. Banjir ini sangat genting sebab mengandung bahan kimia serta gas berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup

2.1.3 Faktor Penyebab Banjir

komunal, pengantara banjir dikelompokkan menjadi 2 kategori :

1. Penyebab Banjir Secara Alami

Banjir dengan alami dapat dipicu berbagai bagian . Beberapa di antaranya termasuk intensitas hujan yang tinggi, erosi dan sedimentasi yang mengurangi kemampuan sungai menampung air, kondisi fisiografi, keterbatasan kapasitas drainase, daya tampung sungai, serta efek dari air pasang.

2. Penyebab Banjir Akibat Aktivitas Manusia

Selain banjir yang disebabkan oleh faktor alami, perilaku manusia yang dapat berkontribusi terhadap terjadi banjir. Berikut ini ialah beberapa contoh

kegiatan manusia yang dapat mengakibatkan terjadinya banjir, yaitu: perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), penebangan hutan liar yang mengakibatkan hilang vegetasi alami, pengelolaan sampah yang kurang tepat dan pemukiman kumuh, sistem drainase perkotaan yang kurang efektif, pembangunan pertanian yang kurang optimal, kerusakan bangunan pengendali air seperti bendungan yang rusak, serta kesalahan dalam perencanaan metode penanggulangan banjir

2.1.4 Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir adalah serangkaian tindakan yang dirancang untuk mengurangi dampak banjir yang dapat merusak lingkungan dan nyawa manusia. Pengendalian banjir merupakan perencanaan, eksploitasi dan pemeliharaan, pengaturan penggunaan daerah dataran banjir dan mengurangi atau mencegah adanya bahaya atau kerugian akibat banjir (Grigg 1996).

2.1.5 Jenis – Jenis Pengendalian Banjir

Faktor penting yang di analisis penanganan banjir adalah menemukan sistem yang paling efektif untuk mengatasi masalah tersebut. Berdasarkan lokasi atau area pengendalian, kegiatan mitigasi. Banjir dikelompokkan atas 2 jenis, yakni hulu serta hilir. Di bagian hulu, pengendalian banjir dilakukan melalui pembangunan bendungan untuk mengatur aliran air. bendungan untuk mengelola banjir dengan lebih baik. penghijauan di DAS, mengurangi kecepatan kedatangan banjir dan mengurangi volume debit banjir, serta pembuatan waduk lapangan untuk mengubah pola hidrograf banjir. Sementara itu, Di bagian hilir, upaya pengendalian banjir meliputi penataan kembali alur sungai, pembangunan tanggul, pemanfaatan daerah genangan menjadi kolam tampungan, serta pembuatan saluran khusus yang berfungsi untuk mengatur banjir, yang dikenal dengan istilah Flood Way.

metode untuk mengendalikan banjir adalah dengan membangun area penyimpanan yang berfungsi sebagai kolam penampung, atau biasa disebut kolam retensi. Kolam retensi ini bertugas untuk menampung sementara debit air banjir yang didapat dari curah hujan yang tinggi. Perencanaan kolam retensi perlu melibatkan penggunaan pompa air untuk mempercepat proses pembuangan air. Ukuran kolam retensi Perlu diselaraskan dengan volume hujan yang turun,

akibatnya dapat menampung seluruh debit air tersebut. Kegiatan pengendalian banjir dapat dikategorikan sesuai lokasi atau daerah pengendaliannya atas 2 kelompok:

1) Bagian hulu: yaitu pembangunan bangunan pengendali banjir yang mengurangi besarnya debit banjir dan menunda datangnya banjir, serta pembuatan embung lapangan yang dapat mengubah pola hidrograf banjir serta penghijauan di DAS.

2) Bagian hilir: yaitu meliputi pemanfaatan daerah genangan guna menahan debit air, rehabilitasi alur sungai dan tanggul, pembuatan saluran pengendali banjir atau flood way, dan pembangunan pengalihan air pada saluran kritis. Jenis jenis penanganan pengendalian banjir dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

1) Pengendalian banjir secara teknis (metode struktur)

2) Bangunan Pengendali Banjir, misal :

- a. Bendungan (dam)/waduk
- b. Kolam retensi/penampungan
- c. Pembuatan check dam (penangkap sedimen)
- d. Bangunan pengurang kemiringan sungai: Groundsill dan Drop structure
- e. Retarding basin
- f. Pembuatan polder

3) Sistem Perbaikan & Pengaturan Sungai, misal:

- a. River improvement (perbaikan/ peningkatan sungai)
- b. Tanggul
- c. Sudetan (by pass/short-cut)
- d. Floodway
- e. Sistem drainase khusus

4) pengendalian banjir secara non teknis (metode non-struktur).

Non-Struktur Diantaranya:

- a. Pengelolaan DAS
- b. Pengaturan tata guna lahan
- c. Pengendalian erosi
- d. Pengembangan dan pengaturan daerah banjir

- e. Penanganan kondisi darurat
- f. Peramalan Dan Sistem Peringatan Banjir
- g. *Law Enforcement*
- h. Penyuluhan pada masyarakat

2.1.6 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Faktor hidrologi yang paling berpengaruh pada wilayah huu adalah curah hujan (presipitasi). Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada daerah yang menerimnya (Soemarto,1999).

Analisis hidrologi merupakan suatu proses kuantitatif yang menerapkan berbagai metodologi terkait sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang relevan untuk melakukan analisis hidroklimatologi. Tujuan dari analisis hidrologi ini yakni mengetahui karakteristik hidrologi dan meteorologi DAS. Analisis hidrologi akan menghasilkan: puncak banjir desain, ketersediaan air, dan kebutuhan kapasitas kolam. Berikut ini ialah beberapa prosedur yang harus dilaksanakan dalam analisis hidrologi

1. Menetapkan Daerah Aliran Sungai (DAS)
2. Memilih Stasiun Hujan
3. Menghitung rerata curah hujan maksimum harian sesuai data yang didapat dari stasiun hujandari stasiun hujan
4. Menganalisis Curah Hujan yang diRencanakan
5. Melakukan Pemilihan Jenis Sebaran
6. Menentukan Penetapan Curah Hujan Periodik

2.1.7 Pengertian Drainase

Drainase berasal dari kata drainage artinya mengalirkan, mengeringkan, menguras, membuang dan mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan maupun air irigasi dari suatu kawasan lahan sehingga fungsi kawasan lahan tidak terganggu. Sistem drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk

mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat berfungsi secara optimal (Suripin, 2004).

Air disalurkan melalui sistem drainase dengan membangun saluran tersier guna menampung curah hujan yang mengalir di atas tanah. Saluran-saluran ini lalu dihubungkan ke sistem lebih besar (sekunder dan primer) serta akhirnya ke sungai dan laut (Robert J Kodoatie, 2005).

2.1.8 Daerah Aliran Sungai

DAS ialah data utama yang diperlukan di analisis hidrologi. Informasi DAS dipergunakan untuk menghitung hujan rencana dan debit banjir yang diperkirakan. Luas DAS menjadi parameter penting dalam perhitungan curah hujan dan debit banjir yang direncanakan. Penentuan luas DAS dilakukan dengan menggunakan peta topografi yang menunjukkan garis kontur. Wilayah yang dikelilingi garis kontur yang menghubungkan titik tertinggi disebut DAS, dan limpasan air dari DAS bersumber dari titik terse

Mengalir menuju titik rendah secara tegak lurus terhadap garis kontur. Selain menggunakan peta topografi, analisis luas DAS kini juga dapat dilaksanakan dengan bantuan Google Earth atau Arc-GIS.

2.1.9 Curah Hujan Kawasan

Catatan curah hujan dari stasiun curah hujan (data sekunder) merupakan sumber data curah hujan kawasan, yang dapat diperoleh dari lembaga-lembaga terkait. Biasanya, stasiun pengamatan khususnya, UPTD atau stasiun klimatologi regional menyediakan data ini. Data curah hujan yang dikumpulkan setiap hari digunakan. Setelah itu, data ini diperiksa mempergunakan satu dari tiga teknik yang saat ini digunakan guna mendapatkan nilai rata-rata curah hujan harian maksimum dengan mempertimbangkan kebutuhan daerah aliran sungai (SNI 03:1724:1989).

1. Metode Rata-rata Aljabar

Rumus :

$$R = \frac{R1+R2+\dots+Rn}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

R = curah hujan harian maksimum rata-rata.(mm)

n = Jumlah stasiun pengamatan

R1, R2, Rn = Curah hujan pada stasiun pengamatan (mm)

2. Metode Thiessen

Rumus ;

$$R = \frac{R1.A1+R2.A2+\dots+Rn.An}{A1+A2+\dots+An} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

R = Curah Hujan harian maksimum rata-rata (mm)

R1, R2, Rn = curah hujan di tiap titik pengamatan stasiun hujan (mm)

A1, A2, ... An = luas bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan (km²)

3. Metode Isohyet

Rumus ;

$$R = \frac{\frac{R1+R2}{2}A1 + \frac{R2+R3}{2}A2 + \dots + \frac{Rn+Rn+1}{2}An}{A1A+AA2+\dots+An} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

R = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)

R1, R2, Rn = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ... n (mm)

A1, A2, An = Luas daerah poligoni 1, 2, ... n (Km²)

2.1.10 Analisis Frekuensi

Curah hujan rencana, atau "hujan rencana," ialah probabilitas tinggi terjadi hujan selama periode ulang tertentu, sebagaimana ditentukan oleh analisis hidrologi atau, lebih khusus lagi, analisis frekuensi. Analisis frekuensi adalah prakiraan atau deskripsi probabilitas kejadian hidrologi berbentuk

hujan rencana. Analisis ini berfungsi sebagai dasar atau premis untuk perhitungan perencanaan hidrologi, mengantisipasi setiap kejadian potensial.

Perhitungan Parameter Statistik;

1. Pemilihan Jenis Sebaran;
2. Perhitungan Hujan Rencana

2.1.11 Parameter Statistik

Beberapa parameter diperlukan sebagai acuan perhitungan dalam analisis frekuensi. Nilai rerata (\bar{X}), koefisien kemiringan (Cs), simpangan baku (Sd), koefisien kurtosis (Ck), serta koefisien variasi (Cv) merupakan parameter yang dipergunakan di analisis frekuensi. Data catatan curah hujan harian tertinggi digunakan untuk menentukan parameter-parameter tersebut. Tabel digunakan untuk memudahkan prosedur perhitungan.

1. Nilai rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(2.4)$$

2. Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.5)$$

3. Koefisien Kemiringan (Cs)

$$Ck = \frac{1/n \sum(Xi-\bar{X})^4}{1/n \sum((Xi-\bar{X})^2)^2} \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \dots\dots\dots(2.6)$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{1/n \sum(Xi - \bar{X})^4}{1/n \sum((Xi - \bar{X})^2)^2} \frac{n^2}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)} \dots\dots(2.7)$$

5. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

- \bar{X} = Nilai rata-Rata Curah hujan (Mm)
- X = Nilai curah hujan (Mm)
- N = Jumlah data Curah hujan
- Sd = Deviasi standar curah Hujan

- Cs = Koefisien kemencengan curah Hujan
- Ck = Koefisien kurtosis Curah Hujan
- Cv = Koefisien variasi Curah Hujan

2.1.12 Pemilihan Jenis Sebaran

Analisis frekuensi dilakukan dengan memilih distribusi atau sebaran yang sesuai. Menurut Harto (1993), ada empat asumsi yang dipergunakan dalam melakukan analisis frekuensi, yakni:

Tabel2. 1 Pemilihan jenis sebaran

NO.	Jenis sebaran	Syarat
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3
2	Log Normal	Cs = Cv ² + 3Cv = 0,292 Ck = 5,383 Cv ~ 0,06
3	Log Pearson Tipe III	Cs ≠ 0
4	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,5

Sumber ; Sri Harto, 1993

Mengacu pada hasil perhitungan parameter statistik, maka akan didapat harga Cs dan Ck. Setelah itu, dipilihlah jenis sebaran atau distribusi untuk selanjutnya diuji sebagai perbandingan.

1. Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel Tipe I

Berikut adalah persamaan dari distribusi normal dan distribusi gumbel tipe I:

$$X = \bar{X} + k . S \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

- X = Besar peluang periode tertentu
- \bar{X} = Nilai rata-rata X
- k = Nilai karakteristik dari distribusi
- S = Standar deviasi

2. Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Pearson Tipe III

Berikut adalah persamaan dari distribusi log normal dan distribusi log pearson tipe III:

$$Y = \bar{Y} + k . S \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

- Y = Nilai logaritmik dari X
- \bar{Y} = Nilai rata rata dari Y
- k = Nilai karakteristik dari distribusi
- S = Standar deviasi

2.1.13 Plotting Data

Sebelum melakukan uji kesesuaian distribusi, data yang ada perlu diplot terlebih dahulu. Tujuan dari prosedur ini adalah untuk memverifikasi bahwa distribusi probabilitas konsisten dengan penilaian data hidrologi. Skala ordinat serta absis digambar di kertas probabilitas dengan tujuan untuk membuat garis yang menyerupai garis lurus. Selanjutnya, garis teoritis akan digambar untuk mewakili data yang ada sesuai dengan titik data.

$$P(X_m) = m/(n+1) \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

- P (Xm) = Data urut dari besar ke kecil atau sebaliknya
- m = Nomor urut
- n = Jumlah Data

2.1.14 Uji Kecocokan Sebaran

Dengan menggunakan distribusi frekuensi, uji kesesuaian distribusi mengevaluasi seberapa baik distribusi frekuensi data sampel sesuai dengan distribusi probabilitas yang diantisipasi. Uji kecocokan distribusi ini membutuhkan 2 parameter pengujian, yakni:

1. Chi Kuadrat

yakni uji yang dijalankan guna melihat keselarasan dari distribusi pengamatan data teoritis arah vertikal. Rumusnya yakni:

$$X^2_{hitung} = \sum_{i=1}^k \frac{(F_e - F_t)^2}{F_t} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

X^2_{hitung} = Parameter chi kuadrat terhitung

k = Jumlah kelas

Fe = Frekuensi pengamatan kelas j

Ft = Frekuensi teoritis kelas j

Menurut Rumus untuk derajat kebebasan, atau Dk, yakni, berdasar pada Soetopo dan Limantara (2017):

A. Dk = k-1 (jika frekuensi dihitung tidak memperkirakan parameter sampel).

B. Dk = k-1-m (jika frekuensi dihitung dengan memperkirakan m parameter sampel).

Berikut Adalah Tabel derajat Kepercayaan yang digunakan dalam persamaan chu kuadrat

Tabel 2. 2 Derajat Kepercayaan

Dk	Derajat Kepercayaan (α)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,248	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,54	0,831	1,145	11,010	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548

Sumber : Bambang Triatmojo, 2008

2. Uji Smirnov-Kolmogrov

Suatu uji deviasi pada data horizontal, uji Smirnov-Kolmogrov, juga disebut sebagai Uji Kesesuaian Non-Parametrik, digunakan untuk memastikan kompatibilitas data dengan jenis distribusi teoritis yang dipilih. Rumusnya yakni:

m

$$P = \frac{m}{n + 1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

- P = Probabilitas
- m = Nomor urut data
- n = Jumlah data

Uji Smirnov-Kolmogorov dilaksanakan sebagai berikut:

- a. Urutkan Tentukan probabilitas setiap data dengan mengurutkan data harian yang paling banyak (dari terbesar ke terkecil atau sebaliknya).
- b. Hitung probabilitas teoritis setiap nilai dengan membandingkannya dengan representasi data persamaan distribusi.
- c. Hitung selisih terbesar antara probabilitas teoritis pengamatan dan nilai probabilitas.
- d. Tentukan nilai D_0 menggunakan tabel nilai kritis. Jika nilai $D_{maks} < D_0$, distribusi teoritis yang dapat dipergunakan guna menetapkan persamaan distribusi dapat diterima.

Tabel 2. 3 Nilai Kritis D_0 dari Uji Smirnov-Kolmogorov

N	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	0.3	0.34	0.4
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

N	A			
	0.2	0.1	0.05	0.01
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N>50	1.07/N ^{0.5}	1.22/N ^{0.5}	1.36/N ^{0.5}	1.63/N ^{0.5}

Sumber : Soewarno, 1995

2.1.15 Intensitas Hujan

ialah fungsi dari kedalaman presipitasi per satuan waktu. Secara umum, semakin pendek waktu hujan, semakin besar periode pengulangan, sehingga menghasilkan intensitas hujan yang lebih tinggi. Persamaan Mononobe dapat digunakan untuk menentukan intensitas hujan tanpa adanya data curah hujan jangka pendek, intensitas hujan dapat di hitung menggunakan perhitungan persamaan Mononobe.

$$I = \frac{R^{24}}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan :

I = Intesita Hujam (mm/ jam)

R = Curah hujan Maks Dalam Hari (mm)

Tc = Lama Hujan (jam)

2.1.16 Analisis Debit Banjir

Metode rasional digunakan untuk melakukan analisis debit banjir. Bila luas DAS < 80 km², pendekatan ini diterapkan (Subarkah, 1980). Rumus yang dipergunakan yakni:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

- Q = Debit maks (m³/detik)
- C = Koefisien *run off* (limpasan air hujan)
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (km²)

Nilai konstan 0,278 dalam Persamaan 2.15 diperoleh dari faktor konversi debit puncak dalam m³/detik, sebagaimana menurut Seyhan (1990). Bersamaan dengan itu, koefisien limpasan, atau debit air hujan, bergantung pada sejumlah faktor tertentu. Faktor penentu ini terdiri dari bentuk aliran sungai, jenis sedimen, kemiringan, dan luas lahan. Tabel berikut menggambarkan nilai koefisien limpasan dalam analisis metode rasional dari debit banjir yang diantisipasi.

Tabel 2. 4 Koefisien Runoff Untuk Metode Rasional

Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien Aliran, C
Business	
Perkotaan	0,70 - 0,95
Pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	
Rumah Tinggal	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	0,60 - 0,90
Perkerasan	
Aspal dan Beton	0,70 - 0,95
Batu bata, Paving	0,50 - 0,70
Atap	0,75 - 0,95
Halaman, Tanah Berpasir	
Datar, 2%	0,05 - 0,10
Rata-Rata, 2%-7%	0,10 - 0,15
Curam, 7%	0,15 - 0,20
Halaman, Tanah Berat	
Datar, 2%	0,13 - 0,17
Rata-Rata, 2%-7%	0,18 - 0,22
Curam, 7%	0,25 - 0,35
Halaman Kereta Api	0,10 - 0,35
Taman Tempat Bermain	0,20 - 0,35

Sumber : Mc

Guen, 1989

2.1.17 Kala Ulang
Setiap konstruksi bangunan air membutuhkan analisis hidrologi. Hal ini disebabkan oleh pentingnya analisis hidrologi dalam tahap

perencanaan bangunan air. Pemilihan periode ulang banjir yang direncanakan untuk bangunan air harus sesuai dengan hasil analisis statistik dari pola kejadian banjir. Berikut adalah nilai periode ulang yang diterapkan pada bangunan air di sungai.

Tabel 2. 5 Penentuan kala ulang berdasarkan jenis bangunan

Jenis Bangunan	Kata ulang
Bendung sungai besar	100
Bendung sungai sedang	50
Bendung sungai kecil	20
Tanggul sungai besar daerah penting	25
Tanggul sungai kecil daerah kurang penting	10
Jembatan jalan penting	25
Jembatan jalan tidak penting	10

2.1.18 Pemodelan dalam SWMM

Tahap utama simulasi melibatkan pengembangan model jaringan drainase menggunakan perangkat lunak EPA SWMM. Jaringan drainase di lapangan direpresentasikan dalam perangkat lunak ini sebagai serangkaian daerah sub-daerah tangkapan air. Selain itu, model ini menggabungkan data survei lapangan dalam bentuk pengukuran dengan satuan. Proses pemodelan yang menggunakan EPA SWMM 5.1 meliputi komponen-komponen berikut:

1) Rain Gauge

yakni komponen yang merepresentasikan curah hujan di area yang sedang dimodelkan. Data yang dipergunakan yakni data hujan yang sudah diolah di format yang sesuai. Beberapa format yang bisa diterapkan dalam simulasi pemodelan dijelaskan di bawah ini. :

- a. Intensitas curah hujan
- b. Curah hujan kumulatif
- c. Volume curah hujan
- d. Tipe data hujan
- e. Sumber data hujan
- f. Interval pencatatan curah hujan

2) Subcatchment

Subcatchment adalah bagian dari permukaan tanah yang berfungsi sebagai unit hidrologi, dengan sistem drainase internal dan topografi yang mengarahkan aliran limpasan permukaan ke satu titik keluaran (outlet)..

3) Junction

Junction adalah titik pertemuan aliran yang menjadi ciri persimpangan saluran tertutup, saluran, atau saluran dalam sistem drainase. Persimpangan tersebut harus dilalui oleh aliran apa pun yang memasuki sistem drainase. Kelebihan air di titik ini bisa menyebabkan meluapnya air, yang menggambarkan kondisi banjir. Beberapa parameter yang harus dimasukkan dalam simulasi pemodelan junction meliputi:

- A. Elevasi dasar
- B. Tinggi hingga permukaan tanah
- C. Data debit air dari luar (optional)
- D. Kolam tampungan ketika terjadi banjir (optional)

4) Outfall

Atau node outfall yakni titik akhir dari sistem drainase yang memperlihatkan muara saluran. Sementara, Flow Divider atau node flow divider adalah titik yang membagi sebagian aliran dari satu saluran ke saluran lainnya. Aliran dapat dibagi menjadi dua bagian oleh masing-masing Flow Divider.

5) Conduit

Conduit merupakan pipa atau saluran penghubung yang digunakan untuk mengalirkan air dari satu node ke node lainnya di sistem irigasi. Penampang conduit dapat berupa tiga jenis saluran, yakni saluran: terbuka, tertutup, atau alami yang tidak teratur.

6) Storage Unit

Storage unit merupakan suatu area yang dirancang untuk menampung air dalam jumlah tertentu. Ini bisa diibaratkan sebagai sebuah kolam dengan kapasitas tertentu yang digunakan untuk menyimpan air secara sementara

7) Pumps

Pumps digunakan untuk meninggikan elevasi atau menaikkan air.

2.1.19 Perencanaan Kolam Retensi

Ini bertujuan menentukan ukuran dan spesifikasi kolam yang diperlukan guna mencegah banjir. Proses ini penting untuk menghitung volume serta luas kolam yang diperlukan. Berikut ialah rumus untuk menghitung volume dan luas kolam retensi.

$$\text{Kolam Retensi} = Q_{\text{flooding}} \times t_c \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

Q_{flooding} = debit banjir rencana (m^3/detik)

t_c = Lama hujan (detik)

$$\text{Luas Kolam Retensi} = \frac{V_{\text{kolam retensi}}}{h_{\text{kolam retensi}}} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

$V_{\text{kolam retensi}}$ = Volume Kolam Retensi (m^3)

$h_{\text{kolam retensi}}$ = Kedalaman Kolam Retensi (m)

2.1.20 Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)

Konversi curah hujan menjadi aliran sangat dipengaruhi oleh intensitas durasi frekuensi (IDF). Grafik hubungan IDF dapat dibuat dengan mengkorelasikan kedua parameter ini secara statistik dengan frekuensi kejadian. Ketika menggunakan rumus rasional, kurva IDF dapat digunakan guna menentukan debit puncak dan limpasan.

Perkiraan debit puncak di daerah tangkapan air kecil harus dimasukkan ke perencanaan sistem drainase melalui penggunaan IDF atau hubungan intensitas curah hujan, durasi, serta frekuensi.

2.2 Penelitian Terdahulu

1. Peningkatan Efektifitas Tampungan Situ Ciledug Pamulang Melalui Perbaikan Penampang

Riset yang dijalankan Rifki Priambodo dari Universitas Pembangunan Jaya di 2020 bertempat di Situ Ciledug Pamulang. Bertujuan meningkatkan kinerja kolam tampungan dengan memanfaatkan pemodelan menggunakan software SWMM 5.1. Analisis hidrologi yang dilakukan memperlihatkan bahwasanya curah hujan maksimum yang direncanakan atas tahun tersebut mencapai 107.000 mm dengan periode ulang 100 tahun, yang dipergunakan guna menyusun diagram hyetograph menjadi data curah hujan di SWMM 5.1. Pada pemodelan, dengan kedalaman kolam 1,3 m, debit inflow yang masuk ke kolam Situ tercatat sebesar 87,5037 m³/detik. Sementara itu, volume banjir yang terjadi di Situ Ciledug mencapai 30.145 m³/detik. Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan kedalaman Situ Ciledug senilai 0,7 m untuk mengurangi potensi banjir akibat luapan Situ Ciledug Pamulang.

2. Analisis Pengendalian Banjir Pada Tol Jakarta-Serpong Km.8+600 Dengan Menggunakan Kolam Retensi Dan Pompa Banjir

Penelitian yang dilakukan oleh Rafi Arraz Rahmansah dari Universitas Pembangunan Jaya pada tahun 2022 berlokasi di Kawasan Pondok Aren-Serpong KM 8+600. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengendalian banjir di area tersebut dengan mempergunakan metode rasional untuk periode ulang 20 tahun. Hasilnya menunjukkan debit banjir yang mengalir melalui Sungai Cibenda sebesar 80,409 m³/detik. Dalam perencanaan kolam retensi, kapasitas yang dirancang adalah 109.764 m³ dengan luas 36.588 m² dan kedalaman 3 m. Untuk sistem pompa banjir, pompa akan aktif secara otomatis jika ketinggian air di Sungai Cibenda mencapai 3 m dan akan berhenti bekerja pada ketinggian 2,5 m. Debit air yang dipompa ke dalam kolam retensi adalah 30,409 m³/detik. (Rahmansah, 2022)

3. Kolam Retensi Sebagai Alternatif Pengendali Banjir

Jurnal ini disusun Evy Harmani dan M. Soemantoro dari Universitas Dr. Soetomo Surabaya di 2015. Tujuan penulisan jurnal ini yakni mengembangkan solusi pengendalian banjir melalui penerapan kolam retensi. Permasalahan banjir yang sering terjadi di kawasan perkotaan umumnya disebabkan oleh perubahan fungsi lahan akibat pembangunan. Lahan yang awalnya memiliki daya serap air yang baik karena banyaknya ruang hijau, mengalami penurunan daya serap setelah adanya pembangunan yang pesat. Paradigma baru dalam pengendalian banjir yakni dengan menahan air di suatu lokasi tanpa menimbulkan gangguan. Langkah ini dilaksanakan guna mengendalikan banjir serta menjaga kelestarian lingkungan. Solusi untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah kolam retensi. Hasil dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan kolam retensi dapat membantu mengatur debit air dengan lebih baik. Aplikasi Storm Water Management Model (SWMM) untuk Daerah Aliran Sungai Deluwang Situbondo Jawa Timur.

4. Aplikasi SWMM untuk DAS Deluwang Situbondo Jawa Timur

Daerah Aliran Sungai Deluwang, Situbondo, merupakan lokasi penelitian yang dilaksanakan Nadajadji Anwar serta Mahendra Andiek M. dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Tujuan utama dari riset ini adalah untuk melakukan simulasi debit hujan di Daerah Aliran Sungai Deluwang, Situbondo, dengan memanfaatkan perangkat lunak SWMM. Daerah Aliran Sungai Deluwang Situbondo dibagi menjadi orde 5 untuk memudahkan pemodelan, sehingga menghasilkan nilai kalibrasi sebesar 2,652 untuk metode RMSE serta -0,507 untuk metode Nash. Hasil kalibrasi untuk RMSE dan Nash masing-masing sebesar 2,645 dan -0,499 pada pemodelan orde 5 dengan nilai Thiessen. Hasil RMSE dan Nash masing-masing sebesar 4,118 dan -2,635 pada pemodelan dengan orde 4. Hasil pemodelan RMSE dengan orde 3 masing-masing sebesar 1,923 dan 0,204 untuk Nash. Sebaliknya, hasil RMSE dan Nash masing-masing adalah 0,759

dan 0,313 untuk orde 2 dan orde 1, serta 0,877 dan 0,979 untuk orde 1. Dari temuan tersebut disimpulkan bahwasanya model debit hujan yang paling tepat untuk DAS Deluwang Situbondo adalah dengan pembagian sub-DAS menurut orde 1 dan orde 2.

5. Studi Kolam Retensi Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Way Simpur Kelurahan Palapa Kecamatan Tanjung Karang Pusat

Penelitian pada tahun 2015 yang dilakukan oleh Florince, Nur Arifaini dan Idharmahdi Adha dari Universitas Negeri Lampung mengkaji pembahasan mengenai perencanaan kolam retensi menjadi 4 lokasi pengendalian banjir di Sungai Way Simpur, Kel.Palapa, Kec. Tanjung Karang Pusat. Dengan menganalisis data curah hujan dari 1995 - 2009, didapat debit hujan rencana untuk kala ulang 5 tahun senilai 5,0617 m³/detik. Temuan analisis menunjukkan bahwasanya saluran drainase eksisting tidak mampu menampung debit banjir yang ada, sehingga diperlukan kolam retensi. Kolam retensi direncanakan seluas 8.296 m², kedalaman 1,5 meter, dan volume 41 lokasi 11.697,6188 m³. Kapasitas total kolam retensi, termasuk infiltrasi, adalah 12.074,1058 m³, dengan waktu pengisian penuh 29,0202 menit. Laju infiltrasi dihitung menggunakan metode Horton, menunjukkan penurunan dari 4,32 cm/jam menjadi 1,0004 cm/jam dalam 3 jam. Rencana anggaran biaya untuk pembuatan kolam retensi ini adalah Rp 1.838.436.742,69. Berdasarkan analisis yang dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwasanya pembuatan kolam retensi cukup efektif sebagai alternatif 41 lokasi pengendalian banjir di 41 lokasi perkotaan, sekaligus dapat berfungsi sebagai area 41 lokasi. Penelitian ini memberikan lokasi yang berwawasan lingkungan guna mengatasi masalah banjir dan kekeringan akibat perubahan tata guna lahan dan pertumbuhan penduduk di daerah perkotaan.