

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

Kodotie dan Sjarief Roestam (2005) mengatakan bahwa pengendalian banjir merupakan bagian dari pengelolaan sumber daya air yang lebih spesifik untuk mengendalikan debit banjir. Biasanya, bendungan pengendali banjir atau perbaikan sistem pembawa (rivers and drainage) digunakan untuk mengendalikan debit banjir, dan pengelolaan penggunaan lahan dan area banjir (flood plants) mencegah terjadinya hal-hal yang dapat membahayakan.

Tinjauan literatur yang meliputi studi tentang banjir, analisis hidrologi, hidrolika, stabilitas saluran, dan stabilitas tanggul, serta rekayasa geoteknik diperlukan untuk perencanaan pengendalian banjir di Kali Angke.

Sebuah laporan membutuhkan sejumlah dukungan berupa data yang handal yang harus disertakan. Kekuatan laporan yang digunakan untuk mengolah dan menganalisis data berkaitan dengan validitas data.

2.1.1 Banjir

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan banjir sebagai air yang banyak, deras, dan kadang meluap. Aliran limpasan yang menjadi genangan air atau melewati sungai adalah sumber banjir. Menurut Kodoatie (2013), limpasan adalah aliran air yang mengalir di permukaan tanah sebagai akibat curah hujan setelah air tersebut meresap dan menguap. Limpasan kemudian mengalir ke sungai, yang mewakili output DAS dalam satuan waktu.

Isnugroho (2002) mengatakan bahwa banjir dapat terjadi karena berbagai sebab. Banjir di hulu yang disebabkan oleh luapan sungai (banjir fluvial) dan banjir lokal yang disebabkan oleh genangan limpasan permukaan yang tidak dapat dialirkan ke sungai merupakan dua penyebab utama banjir bagi kota-kota besar yang terletak di dataran banjir hilir. (banjir pluvial).

Pengendalian banjir adalah bagian dari pengelolaan sumber daya air yang berfokus pada pengendalian debit banjir, biasanya melalui pembangunan bendungan pengendali banjir atau peningkatan sistem pembawa (sungai, drainase), serta mencegah kerusakan dengan mengendalikan penggunaan lahan dan daerah banjir. (Grigg, 1996; Kodoatie & Sugiyanto, 2002) Perhitungan debit banjir

merupakan komponen penting dalam melakukan berbagai analisis. Analisis tersebut antara lain untuk desain infrastruktur, seperti bangunan air, kapasitas sungai, konstruksi bendungan, konstruksi jembatan, dan saluran drainase. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan untuk menentukan besarnya debit banjir.

Hubungan antara curah hujan dan debit menjadi dasar perhitungan debit banjir rencana. Metode rasional merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui debit banjir rencana. Untuk analisis debit banjir rencana di daerah drainase yang relatif sempit, metode ini banyak digunakan. Untuk DAS dengan luas hingga 300 km, metode Rasional dapat menggambarkan hubungan antara debit dan curah hujan. Debit puncak dapat dihitung dengan menggunakan rumus rasional ini.

Rumus rasional umumnya berbentuk:

$$QT = 0,278 C I_{tc} T A \text{ (m}^3/\text{dt)}$$

Keterangan:

- Qt = Debit banjir rencana (m³/detik)
- C = Koefisien *run off* (koefisien limpasan)
- I_{tc}, T = Intensitas maksimum selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- A = Luas daerah aliran (km²)

2.1.2 Penyebab Banjir

Banjir disebabkan oleh berbagai faktor, menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002). Namun, ada dua kategori umum yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan penyebab banjir: banjir alami dan banjir akibat ulah manusia.

Berikut penyebab alami banjir :

a. Curah hujan

Indonesia memiliki dua musim: musim hujan, yang biasanya berlangsung dari Oktober hingga Maret, dan musim kemarau, yang berlangsung dari April hingga Desember. Pada bulan September, curah hujan yang tinggi pada musim hujan akan menyebabkan sungai meluap, dan banjir atau genangan akan terjadi jika air banjir meluap ke tepi sungai.

b. Kapasitas sungai

Erosi DPS, erosi tanggul sungai yang berlebihan, dan sedimentasi di sungai sebagai akibat dari kurangnya tutupan vegetasi dan penggunaan lahan yang tidak tepat semuanya dapat berkontribusi pada pengurangan kapasitas aliran sungai.

c. Pengaruh Fisiografi

Bentuk, fungsi, dan kemiringan DAS, kemiringan sungai, geometri hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, penampang memanjang, dan material dasar sungai), lokasi sungai, dan sebagainya adalah contoh fisiografi atau geografi fisik. Terjadinya banjir dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut.

d. Sedimentasi

Penurunan kapasitas penampang sungai dipengaruhi oleh sedimentasi di DPS. Sungai-sungai di Indonesia biasanya menghadapi masalah erosi dan sedimentasi. Banyaknya sedimentasi akan membuat saluran semakin kecil, yang akan membuat sungai meluap dan banjir.

2.1.3 Dampak Banjir

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), dampak banjir yang terdiri dari kerugian banjir yang disebabkan oleh banjir langsung dan tidak langsung biasanya sulit diidentifikasi secara jelas. Runtuhnya bangunan sekolah, industri, kerusakan sarana transportasi, korban jiwa dan harta benda, kerusakan pemukiman, kerusakan lahan pertanian dan peternakan, kerusakan sistem irigasi, sistem air bersih, sistem drainase, sistem kelistrikan, sistem pengendalian banjir termasuk bangunan gedung, kerusakan sungai, dan sebagainya merupakan contoh dampak langsung dari banjir. Sementara kerugian akibat banjir tidak langsung, kesulitan yang timbul secara tidak langsung akibat banjir antara lain terganggunya kegiatan usaha, pendidikan, komunikasi, dan kesehatan.

2.1.4 Pengendalian Banjir

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), sistem pengendalian banjir di suatu wilayah harus dibangun secara tepat dan efektif dengan mempertimbangkan kondisi yang ada saat ini dan pertumbuhan potensi sumber air di masa mendatang. Perlu dilakukan evaluasi dan analisa atau memperhatikan hal-hal seperti berikut ini dalam mempersiapkan sistem pengendalian banjir:

- a. lihat langkah-langkah pengendalian banjir yang ada dan yang direncanakan di daerah tersebut.
- b. Meneliti dan menganalisis zona genangan banjir;
- c. Meneliti dan menganalisis penggunaan lahan di wilayah studi, khususnya di zona dataran banjir.

Sistem pengendalian banjir dapat direncanakan dengan menyesuaikan kondisi arus di berbagai arah hulu dan hilir dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut di atas. Metode pengendalian banjir dapat dilakukan secara struktural maupun non-struktural..

1) Metode pengendalian banjir secara struktural

Berikut ini adalah contoh metode pengendalian banjir metode struktural:

- a) Sistem sungai sebagai jaringan Jika sejumlah sungai dengan berbagai ukuran dan jenis mengalir bersama dan akhirnya bertemu, bagian dasarnya akan banyak berubah pada titik pertemuannya. Salah satu atau semua sungai dapat mengalami penyumbatan aliran banjir sebagai akibat dari perubahan tersebut. Sedangkan pengendapan berbentuk kipas terjadi ketika anak sungai mengalir deras dan membawa banyak sedimen ke sungai utama. Aliran anak sungai tersebut dapat menyebabkan kerusakan tanggul sungai utama yang melintasi muara anak sungai tersebut atau berdampak buruk terhadap struktur sungai di hilir pertemuan karena sungai utama akan terdorong oleh anak sungai tersebut dan bentuk pertemuannya akan cenderung bergeser ke arah hulu.yang tidak bergerak cepat. Menurut Suyono (1985), lebar sungai induk cenderung bertambah pada pertemuan dengan anak-anak sungainya sehingga terjadi gosong yang mengubah arah arus.

b) Normalisasi alur sungai dan tanggul

Upaya pengendalian banjir dengan normalisasi saluran sungai bertujuan untuk meningkatkan kapasitas saluran untuk drainase. Adalah sebagai berikut:

1. Normalisasi penampang.
2. Kemiringan dasar saluran meningkat.
3. Kekasaran dinding alur saluran harus dikurangi.
4. Membangun kembali bangunan di sepanjang saluran yang tidak sesuai dan mengganggu drainase banjir.
5. Pembuatan tanggul untuk pencegahan banjir.

c) *Groyne* (tanggul tangkis/tanggul banjir)

Tanggul tangkis sering disebut sebagai boks atau groin. Krib adalah struktur yang dibangun dari tebing ke tengah sungai untuk mengontrol aliran sungai. Fungsi utamanya adalah sebagai berikut:

1. Kontrol aliran sungai.
2. Menjamin keamanan tanggul dan tebing dari gerusan, mengurangi sedimentasi, dan memperlambat laju arus sungai di sepanjang bantaran sungai.
3. Menjaga agar lebar dan kedalaman saluran sungai tetap konstan. Konsentrasikan aliran sungai dan permudah penyadapan.

2) Pengendalian Banjir Non Struktur

Pemeriksaan pengendalian banjir yang tidak menggunakan bangunan pengendali akan memberikan dampak cukup penting terhadap aliran sungai.

Berikut beberapa contoh penanganan kegiatan tanpa bangunan:

a) Pengelolaan DAS

Peraturan, implementasi, dan pelatihan semuanya terkait dengan pengelolaan daerah aliran sungai. Konservasi air dan tanah merupakan tujuan dari kegiatan penggunaan lahan. Berikut adalah komponen-komponen pengelolaan DAS:

1. Pelestarian vegetasi di DAS hulu untuk mengendalikan laju aliran air dan erosi tanah dengan menanam vegetasi.

2. Menanam vegetasi tahan air yang sesuai atau memelihara vegetasi alami di sepanjang tanggul drainase, kanal, dan lokasi lain untuk mengendalikan aliran yang berlebihan atau erosi tanah.

b) Pengaturan Daerah Banjir

Semua perencanaan dan tindakan yang diperlukan untuk menentukan kegiatan, melaksanakan, merevisi rencana perbaikan, melaksanakan, dan mengawasi keseluruhan kegiatan di daerah dataran banjir yang diharapkan berguna dan bermanfaat bagi masyarakat di daerah tersebut untuk mengurangi kerugian yang disebabkan oleh banjir. dapat diikutsertakan dalam kegiatan tersebut. Istilah *Flood Plain Management* dan *Flood Control* sering membuat kita melupakan fakta bahwa *Flood Control* mengacu pada pengendalian penanggulangan secara menyeluruh sementara *Flood Plain Management* hanya mengacu pada pengaturan penggunaan lahan sehubungan dengan banjir. Demikian pula, zonasi hanyalah salah satu bentuk regulasi dan merupakan komponen pengelolaan kawasan dataran banjir berbeda dengan regulasi dataran banjir dan zonasi dataran banjir.

Tujuan utama pengelolaan dataran banjir adalah untuk:

1. Mengurangi jumlah korban jiwa, kerusakan harta benda, dan masalah yang disebabkan oleh banjir di masa depan seminimal mungkin.
2. Memaksimalkan penggunaan lahan di daerah dataran banjir di masa mendatang dengan menimbang manfaat bagi individu atau masyarakat terhadap biayanya..

2.1.5 Perencanaan Teknis Pengendalian Banjir

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Selanjutnya banjir dapat merusak bangunan prasarana dan sarana lingkungan hidup serta merusak tata kehidupan masyarakat. Oleh sebab itu bencana banjir perlu ditanggulangi agar kerugian dan kerusakan serta korban jiwa dapat ditekan hingga ke tingkat yang lebih rendah. (Sosorodarsono, 1994:347)

Banjir merupakan kejadian alam yang dapat mengakibatkan tidak hanya kerusakan harta benda tetapi juga hilangnya nyawa. Banjir juga berpotensi merugikan kehidupan masyarakat serta prasarana dan sarana lingkungan.

Akibatnya, bencana banjir harus segera ditanggulangi agar kerugian, kerusakan, dan korban jiwa dapat diminimalkan. (Sosrodarsono, 1994:347) Pengendalian banjir (flood control) adalah suatu bentuk pengurangan kerugian yang mencakup tindakan-tindakan untuk mengurangi akibat dari kelebihan air di sungai. Kerugian banjir dapat dikurangi dengan mengambil langkah-langkah berikut:

1. Mengurangi banjir puncak melalui penggunaan waduk Pengurangan aliran di saluran yang tertutup oleh dinding banjir, tanggul, atau struktur lainnya
2. Menggunakan perbaikan saluran untuk menurunkan tingkat banjir aliran air banjir ke saluran sungai lain dan bahkan daerah aliran sungai lainnya melalui saluran banjir (banjir).

Selain itu, penting untuk diingat bahwa lokasi dan sifat banjir juga harus dipertimbangkan saat menerapkan strategi penanggulangan bencana banjir. Serupa dengan banjir di hulu, arus banjir biasanya deras, gaya gerusannya besar, dan durasinya singkat. Sementara banjir berlangsung lama di hilir, arusnya tidak begitu deras karena kemiringan sungai yang landai. Setiap kondisi banjir di sepanjang sungai harus dipelajari dengan cermat agar dapat lebih baik melaksanakan program penanggulangan bencana banjir yang efektif (Sosrodarsono, 1994:348).

2.1.6 Perencanaan Penampang Sungai Rencana

Tujuan perencanaan peningkatan saluran sungai adalah untuk memastikan pembentukan alinyemen saluran sungai, pembentukan penampang sungai (lebar dan bentuk rencana penampang sungai), kemiringan memanjang sungai, dan rencana penempatan struktur sungai (Sosrodarsono, 1994: 328) untuk mencapai penampang yang ideal dan penggunaan lahan yang efektif, penampang sungai harus direncanakan.

a. Bentuk penampang sungai

Penampang yang ideal harus stabil terhadap perubahan yang disebabkan oleh erosi dan pengaruh pola aliran yang ada. Namun demikian, penggunaan lahan yang efisien dimaksudkan untuk memperhitungkan lahan yang tersedia agar tidak menghambat pembebasan lahan. Penampang ganda dibuat dengan menambah luas penampang basah dari pemanfaatan bantaran sungai untuk meningkatkan kapasitas drainase saat banjir. Faktor ini harus dipertimbangkan ketika merancang bentuk penampang sungai yang dinormalisasi.

Penampang melintang sungai yang digunakan adalah penampang dengan turap datar dan parapet beton berbentuk trapesium. Desain ini sederhana untuk diimplementasikan dan juga akan memberikan efisiensi yang cukup tinggi dalam mengalirkan debit. Kriteria berikut digunakan untuk dimensi saluran:

1. Perhitungan hidrolis memakai rumus:

$$Q = A \times V \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

Q = Debit rencana (m^3/dt)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

2. Kecepatan aliran memakai rumus:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

V = Kecepatan aliran (m/dt)

n = Koefisien kekerasan manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan saluran ($\frac{\Delta H}{L}$)

3. Tinggi jagaan

Tinggi jaga adalah tambahan tinggi tanggul untuk menampung loncatan air dari permukaan air sungai yang mengalir, meskipun debitnya masih lebih rendah dari debit rencana. Ketinggian timbunan pada saluran rencana disesuaikan dengan besarnya debit banjir rencana. Hubungan antara debit banjir rencana dan tinggi penahan dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Tinggi Jagaan Tanggul

No	Debit Banjir Rencana (m ³ /dtk)	Tinggi Jagaan (m)
1	<200	0,6
2	200-500	0,8
3	500-2000	1,00
4	2000-5000	1,2
5	5000-10000	1,5
6	>10000	2,00

(Sumber: Sosrodarsono, 1985)

Ditetapkan dari rumus sebelumnya bahwa kekasaran penampang berpengaruh pada kapasitas penampang. Koefisien bentuk dari kekasaran penampang, yang ditentukan oleh Manning dan digambarkan pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Koefisien Kekasaran Sungai

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	- Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0.01	0.011	0.013
	- Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0.011	0.013	0.014
	- Beton dipoles	0.011	0.012	0.014
	- Saluran pembuang dengan bak kontrol	0.013	0.015	0.014
2	Tanah, lurus dan seragam			
	- Bersih baru	0.016	0.018	0.02
	- Bersih telah melapuk	0.018	0.022	0.025
	- Berkrikil	0.022	0.025	0.03
	- Berumput pendek, sedikit tanaman	0.022	0.027	0.033
3	Saluran Alam			
	- Bersih lurus	0.025	0.03	0.033
	- Bersih, berkelak-kelok	0.033	0.04	0.045
	- Banyak tanaman pengganggu	0.05	0.07	0.08
	- Dataran banjir berumput pendek - tinggi	0.025	0.03	0.035
	- Saluran di belukar	0.035	0.05	0.07

(Sumber: Ven Te Chow, 1998)

Rumus berikut digunakan untuk mengukur saluran ini:

a) Perencanaan Dimensi Penampang Tunggal Trapesium (*Trapezoidal Channel*)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \text{ ----- (2.3)}$$

$$R = \frac{A}{P} \text{ ----- 2.47)}$$

$$P = B + 2H\sqrt{(1+m^2)} \text{ ----- (2.5)}$$

$$A = H \times (B + mH) \text{ ----- (2.6)}$$

$$A = \frac{Q}{V} \text{ ----- (2.7)}$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (m³/dt)

A = Luas penampang basah (m²)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

n = Koefisien kekasaran *manning*

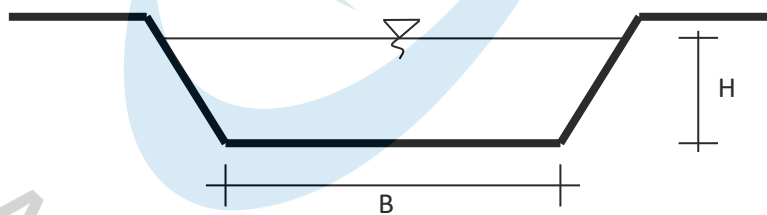
R = Radius hidraulik (m)

P = Keliling basah sungai (m)

I = Kemiringan hidraulik sungai

m = Kemiringan talud

Saluran penampang tunggal dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Saluran Penampang Tunggal

b) Perencanaan Dimensi Penampang Ganda Trapesium (*Trapezoidal Channel*)

Bagian bawah dari penampang ganda harus dirancang dengan debit dominan untuk mencapai penampang yang stabil.

$$B_2 = 15H_1 \Rightarrow \text{direncanakan berdasarkan debit dominan ----- (2.8)}$$

$$B_1 = B_3 \text{ ----- (2.9)}$$

$$n_1 = n_3 \text{ ----- (2.10)}$$

$$A_1 = A_3 = \frac{1}{2} H_1 \times (B_1 + mH_1) \text{ ----- (2.11)}$$

$$P = P_1 = B_1 + H_1 \times \sqrt{(1 + m^2)} \text{ ----- (2.12)}$$

$$R_1 = R_3 = \frac{A_1}{P_1} \text{ ----- (2.13)}$$

$$V_1 = V_3 = \frac{1}{n_1} \times R_1^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \text{ ----- (2.14)}$$

$$Q_1 = Q_3 = A_1 \times V_1 \text{ ----- (2.15)}$$

$$A_2 = \frac{1}{2} H_1 \times (B_2 + mH_2) + H_2 \times (B_2 + mH_2) \text{ ----- (2.16)}$$

$$P_2 = B_2 + 2H_1 \times \sqrt{(1 + m^2)} \text{ ----- (2.17)}$$

$$R_2 = \frac{A_2}{P_2} \text{ ----- (2.18)}$$

$$V_2 = \frac{1}{n_2} \times R_2^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \text{ ----- (2.19)}$$

$$Q_2 = A_2 \times V_2 \text{ ----- (2.20)}$$

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 \text{ ----- (2.21)}$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (m³/dt)

A = Luas penampang basah (m²)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

n = Koefisien kekasaran manning

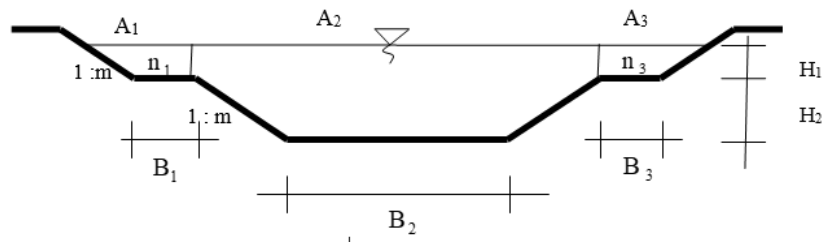
R = Keliling basah (m)

P = Keliling basah sungai (m)

I = Kemiringan hidraulik sungai

m = Kemiringan talud

Saluran penampang ganda dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Saluran Penampang Ganda

b. Lebar rencana sungai

Daya tampung sungai akan berkurang jika lebar sungai dikurangi, maka peluang meluap atau jebolnya tanggul akan lebih besar. Selain itu, ada kemungkinan dasar sungai akan surut sehingga membahayakan fondasi bangunan tepi sungai. Ini karena gaya tarik sungai meningkat dengan kedalamannya. Sebaliknya, jika lebar sungai diperbesar, lintasan aliran air sungai akan semakin tidak beraturan, sehingga tidak mungkin menentukan lintasan aliran banjir. Salah satu tahapan perencanaan yang paling penting untuk perbaikan dan pengaturan sungai adalah penentuan lebar rencana sungai, seperti yang disebutkan di atas.

Tahapan yang paling krusial dalam desain timbunan adalah menentukan kemiringan serta karakteristik mekanis badan timbunan. Kemiringan tanggul dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kemiringan Tanggul

Jenis Tanah	Kemiringan
Lempung liat	1:1 bis 1:1,5
Lempung	1:1,5
Tanah	1:1,5
Pasir Lempung	1:2
Pasir	1:2 bis 1:3
Pasir Halus	1:1,5
Mar	1:0,1 bis 1:0,5

(Sumber: Maryono, 2003)

Dalam rangka pencegahan bahaya banjir, seperti pencegahan keruntuhan tanggul akibat limpasan air atau gelombang, diperlukan mercusuar tanggul. Pembangunan tanggul dengan puncak yang tidak lebar dan memiliki kemiringan yang agak curam tampaknya cukup memadai pada tanggul yang padat, di mana membakar tanah untuk dudukan tanggul sangat sulit dan mahal. Hal ini terutama

berlaku dalam hal stabilitas tanggul. Berdasarkan debit banjir yang diantisipasi, lebar standar puncak tanggul dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 *Lebar Standar Mercu Tanggul*

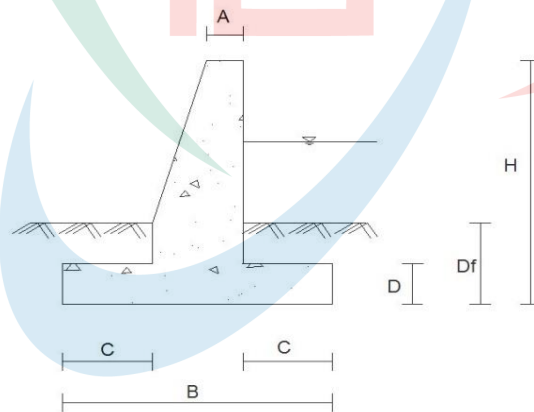
Debit Banjir Rencana (m^3/dt)	Lebar mercu (m)
< 500	3
$500 < Q < 2.000$	4
$2.000 < Q < 5.000$	5
$5.000 < Q < 10.000$	6
$10.000 < Q$	7

(Sumber : Suyono Sosrodarsono, 1985)

2.1.7 Perencanaan Parapet Beton

Dinding penahan tanah adalah struktur yang dibangun untuk menjaga agar lereng yang curam tidak runtuh atau lereng yang dibangun di mana stabilitas lereng tidak dapat dijamin. Dinding penahan beton, juga dikenal sebagai tembok pembatas beton, adalah salah satu dinding penahan yang digunakan.

Faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan ketika merencanakan dimensi konstruksi dinding penahan beton (parapet beton) yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Dimensi Penampang Parapet Beton

Keterangan:

- H : Tinggi parapet beton, didapat dari kebutuhan elevasi rencana (m)
- A : $0,167 H$ sampai dengan $0,0834 H$ (m)

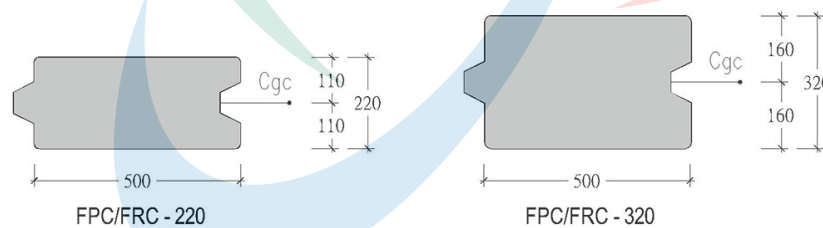
- B : 0,5 H sampai dengan 0,7 H (m)
- D : 0,167 H sampai dengan 0,125 H (m)
- C : 0,5 D sampai dengan D (m)
- Df : Disesuaikan dengan kondisi setempat (m)

(Sumber : Suryolelono, 2004)

2.1.8 Perencanaan Flat Sheet Pile

Turap juga dikenal sebagai tiang pancang, adalah struktur yang dapat menahan tekanan tanah di sekitarnya dan mencegah kelongsoran. Biasanya, dinding tumpukan lembaran dan penyangga membuat tumpukan. Konstruksi dinding plesteran terdiri dari beberapa lembaran plesteran yang ditancapkan ke dalam tanah dan membentuk dinding vertikal menerus yang dapat digunakan untuk menahan timbunan tanah atau tanah miring seperti tanggul sungai. Bagian prefabrikasi atau pracetak membentuk tumpukan lembaran. 1995, Sri Respati).

Dinding menerus dari bagian-bagian yang saling mengunci yang dikenal sebagai dinding turap dirancang untuk menahan tekanan horizontal dari tanah dan air, menghasilkan stabilitas terhadap tekanan horizontal dari tanah yang digerakkan, dan memberikan dukungan horizontal dari angkur. jika menggunakan terpal jangkar, jangkar).



Gambar 2. 4 Flat Concrete Sheetpile Precast (PT. Pangeran Beton Nusantara)

2.1.9 Analisis Hidrologi

Kumpulan fakta atau informasi tentang fenomena hidrologi, seperti besarnya: konsentrasi sedimen sungai, suhu, penguapan, debit sungai, tinggi muka air sungai, dan kecepatan aliran, semuanya berubah dari waktu ke waktu. Berdasarkan beberapa data hidrologi yang terkumpul, keputusan atau kesimpulan mengenai fenomena hidrologi dibuat melalui analisis data hidrologi. Analisis hidrologi

digunakan untuk menentukan debit banjir yang diantisipasi dalam perencanaan penampang sungai (Soewarno, 1995). Berikut adalah langkah-langkah analisis debit banjir rencana:

- a. Mencari tahu seberapa besar daerah aliran sungai (DAS).
- b. Mencari tahu di mana stasiun hujan berdampak.
- c. Menganalisis curah hujan maksimum tahunan di setiap stasiun untuk melihat bagaimana hubungannya dengan curah hujan di DAS atau wilayah.
- d. Menggunakan periode ulang T (tahun) untuk memeriksa curah hujan yang direncanakan.
- e. Menggunakan curah hujan yang diantisipasi tersebut di atas untuk menghitung debit banjir rencana untuk periode ulang T (tahun).

2.1.9 Analisis Hidrolika

Studi tentang sifat-sifat cairan dikenal sebagai hidrolika. Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui daya tampung alur sungai terhadap antisipasi banjir pada kondisi saat ini, yang kemudian digunakan untuk merancang alur sungai.

Mekanika aliran ada dua macam yaitu aliran saluran tertutup dan aliran saluran terbuka. Meskipun kedua jenis aliran ini serupa dalam banyak hal, keduanya berbeda secara signifikan. Perbedaannya adalah tidak adanya permukaan bebas; Karena air mengisi seluruh penampang saluran terbuka, aliran memiliki permukaan bebas. Akibatnya, aliran saluran terbuka memiliki permukaan yang bersentuhan dengan atmosfer, sedangkan aliran saluran tertutup tidak berhubungan langsung dengan tekanan atmosfer.

a. Tipe aliran

Tergantung pada kriteria yang digunakan, aliran permukaan bebas dapat dibagi menjadi beberapa kategori. Aliran dibagi menjadi aliran tetap (steady) dan tidak tetap (unsteady) jika fungsi kedalaman dan kecepatan mengikuti fungsi waktu. Sedangkan aliran uniform dan non-uniform dibedakan berdasarkan fungsi spasial.

Salah satu jenis aliran adalah aliran mantap; "tetap" menunjukkan bahwa laju aliran diasumsikan tetap konstan selama analisis aliran. Laju aliran V konstan atau tidak berubah terhadap waktu jika aliran melewati saluran prisma. Di sisi lain, aliran tidak stabil adalah aliran di mana laju aliran berubah seiring waktu.

Jenis aliran lainnya adalah aliran seragam; Istilah "seragam" mengacu pada aliran yang kecepatannya tetap konstan di seluruh saluran. Di sisi lain, aliran dianggap tidak seragam jika kecepatannya tidak berbeda dengan lokasi atau tidak bergantung padanya.

b. Simulasi dan model

Salah satu metode untuk mempelajari pola aliran sepanjang saluran terbuka adalah simulasi aliran (Istiarto, 2014). Simulasi dilakukan secara real time dengan mengalirkan air kanal, yang biasanya dibuat dalam skala laboratorium (model fisik) atau secara virtual dengan melakukan serangkaian perhitungan hidrolis, yang biasanya termasuk dalam kumpulan perangkat lunak komputer atau perangkat lunak (matematika). model). Kedua metode ini digunakan dalam simulasi. Sejumlah fenomena fisis aliran pada saluran atau sungai nyata (prototipe) direplikasi pada saluran atau sungai (model) yang lebih kecil dengan menggunakan model fisis.

Model tematik meniru fenomena fisis aliran dalam saluran nyata (prototipe) dengan menggambarkan hubungan antara variabel aliran (geometri, kinematika, dan variabel dinamis) melalui serangkaian persamaan matematika. Berbeda dengan model fisik, di mana parameter aliran diperoleh melalui pengukuran atau pengamatan, model matematis, di mana parameter aliran diperoleh melalui perhitungan berbasis perangkat lunak atau penyelesaian persamaan.

Peran software adalah alat untuk melakukan studi atau analisis simulasi. Simulasi komputer sendiri memerlukan aktifitas pendukung yaitu dalam rangka menyiapkan data masukan dan memeriksa keandalan model dan hasil simulasinya. Model adalah tiruan, sedangkan simulasi adalah proses yang dilakukan oleh model menirukan proses alam yang telah, sedang atau akan atau mungkin atau seandainya.

Dalam tujuan perancangan alur sungai, analisis hidrolika diperlukan untuk menentukan ketahanan banjir arus alur sungai dan kanal. Program HEC-RAS digunakan sebagai metode perhitungan untuk analisis cross-sectional ini. Setelah itu, akan diketahui ruas-ruas yang tidak mampu menampung debit rencana, kemudian ruas-ruas tersebut dapat diperbaiki..

2.1.10 HEC-RAS

Sistem perangkat lunak yang dikenal sebagai HEC-RAS dibuat untuk melakukan berbagai analisis hidrolik. HEC-RAS dapat menghitung elevasi air penampang dalam satu dimensi untuk aliran di saluran alami atau buatan.

Penampang permukaan air aliran subkritis, superkritis, dan campuran juga dapat dihitung dengan HEC-RAS. Analisis hidrolik satu dimensi terdiri dari tiga bagian dalam sistem ini: perhitungan angkutan sedimen dan penampang permukaan air pada aliran tunak dan aliran tidak tunak. Perhitungan yang melibatkan geometri dan hidrolika akan dimanfaatkan oleh ketiga bagian tersebut. Penelitian ini menggunakan HEC-RAS versi 5.0.7.

2.1.11 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) menjadi pedoman penyusunan anggaran. Dalam praktiknya, penyusunan Rencana Anggaran Proyek (RAP) didasarkan pada pemeriksaan setiap komponennya—bahan, upah, dan peralatan—untuk setiap item pekerjaan proyek. Harga Satuan Pekerjaan (HSP) untuk setiap item pada akhirnya akan dihasilkan dengan menganalisis komponen-komponen ini. HSP ini akan menjadi dasar untuk mengubah perkiraan biaya pelaksanaan proyek secara keseluruhan menjadi volume total untuk setiap item pekerjaan.

a. Analisa Kapasitas Produksi dan Koefisien Peralatan

Teknik sipil telah memperkenalkan alat berat sebagai alat bantu manusia dalam konstruksi struktur bangunan. Selain itu, proyek ini sangat bergantung pada alat berat, terutama untuk proyek konstruksi skala besar. Alat berat digunakan untuk memudahkan orang dalam melakukan pekerjaannya, sehingga lebih mudah mendapatkan hasil yang diinginkan dalam waktu yang lebih singkat.

Dozer, excavator, sekop depan, clamshell, loader, truk, roller, dan alat berat lainnya semuanya biasa digunakan dalam proyek konstruksi. Salah satu aspek yang sangat penting dari keberhasilan suatu proyek adalah pemilihan alat berat. Proyek akan bergerak lebih cepat jika alat berat dipilih secara akurat. Faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan alat berat dalam konstruksi antara lain:

1) Jenis proyek

Jenis proyek adalah salah satu hal yang harus dipertimbangkan ketika memutuskan untuk menggunakan alat berat atau tidak. Contoh jenis proyek termasuk pekerjaan jalan, irigasi, pembersihan lahan, pekerjaan basement, dan pekerjaan dengan tanah dan batu.

2) Volume pekerjaan

Volume pekerjaan yang relatif besar dalam pelaksanaannya perlu mempertimbangkan kemungkinan pelaksanaannya lebih mudah dengan alat berat.

3) Kondisi lapangan

Medan yang menguntungkan dan menantang memengaruhi pemilihan alat berat.

4) Jenis tanah

Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang perlu dikerjakan dapat mempengaruhi penggunaan alat berat.

5) Waktu Pelaksanaan

Tentu saja waktu dalam pelaksanaan suatu pekerjaan terbatas; akibatnya, alat berat sangat membantu dalam mempercepat pelaksanaan pekerjaan volume besar.

6) Biaya

Penggunaan alat berat selama pelaksanaan, yang secara otomatis akan memangkas biaya yang terkait dengan proyek..

b. Analisa Harga Satuan Bahan dan Upah Tenaga

1) Analisa Harga Satuan Bahan

Analisa bahan suatu pekerjaan ialah menghitung banyaknyavolume masing-masing bahan, serta besarnya biaya yang dibutuhkan. Faktor yang mempengaruhi harga satuan bahan antara lain adalah kualitas, kuantitas, dan lokasi asal bahan. Faktor-faktor yang berkaitan dengan kuantitas dan kualitas bahan harus ditetapkan dengan mengacu pada spesifikasi yang berlaku.

2) Analisa Harga Satuan Upah

Tujuan dari analisis material pekerjaan adalah untuk menentukan jumlah volume masing-masing material dan biaya yang terkait. Kualitas, kuantitas, dan lokasi asal material semuanya berdampak pada harga satuan material. Dengan mengacu pada spesifikasi yang berlaku, faktor yang berkaitan dengan kuantitas dan kualitas bahan harus ditentukan. Tujuan dari analisis upah pekerjaan adalah untuk menentukan jumlah uang dan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan itu. (Conny Meilani Putri, 2016, Ibrahim, 1993). Dalam setiap metode, tingkat dan tugas tenaga kerja adalah sebagai berikut:

- a) Pekerja ini adalah tingkat tenaga kerja terendah. Selain itu, jenis tenaga kerja ini menerima upah terendah. Satu-satunya tanggung jawabnya adalah membantu persiapan bahan atau pekerjaan yang tidak terspesialisasi.
- b) Tukang adalah pekerja yang bertugas memasukkan batu ke dalam mortar atau membubuhkan mortar pada pekerjaan yang sedang dikerjakan pada konstruksi.
- c) Selain sebagai tukang, kepala tukang juga bertugas memimpin tukang lainnya.
- d) Mandor adalah pekerja tingkat tertinggi, dan satu-satunya tanggung jawabnya adalah mengawasi pekerjaan.

c. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisis harga satuan adalah suatu metode untuk mengetahui berapa biaya suatu pekerjaan konstruksi. Caranya dengan mengalikan biaya bangunan, standar upah pekerja, dan biaya sewa atau beli peralatan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan biaya bahan bangunan, upah, dan peralatan.

Angka koefisien yang menunjukkan nilai satuan bahan dan material, alat, dan upah tenaga kerja atau satuan kerja dan dapat dijadikan acuan atau pedoman untuk merencanakan atau mengendalikan biaya suatu pekerjaan, berdampak pada analisis harga satuan kerja ini.

Sedangkan upah tenaga kerja diperoleh di lokasi setempat kemudian dikumpulkan dan dicatat dalam suatu daftar yang dikenal dengan daftar satuan upah tenaga kerja, sedangkan harga bahan-bahan diperoleh di pasar kemudian dikumpulkan dalam suatu daftar yang dikenal dengan harga satuan bahan atau material. Kondisi lapangan, efisiensi peralatan, metode pelaksanaan, dan jarak angkut semuanya perlu diperhitungkan saat menghitung harga satuan.

Besar kecilnya harga satuan bahan, harga satuan upah, dan harga satuan peralatan semuanya mempengaruhi besaran harga satuan pekerjaan, sedangkan ketelitian perhitungan kebutuhan bahan untuk setiap jenis pekerjaan mempengaruhi besarnya satuan. harga bahan.

Sejauh mana pekerja mampu menyelesaikan pekerjaan mereka pada tingkat produktivitas yang tinggi itulah yang menentukan harga satuan upah. Kondisi lapangan, kondisi/efisiensi peralatan, cara pelaksanaan, jarak angkut, dan pemeliharaan jenis peralatan itu sendiri mempengaruhi harga satuan peralatan, baik disewakan maupun diinvestasikan.

2.2 Penelitian Terdahulu

Kajian ini membandingkan rencana anggaran perbaikan ruas Kali Angke dengan parapet beton dan Flat Sheet Pile, yang keduanya sebelumnya telah menjadi subyek penelitian serupa. Namun, penelitian ini berbeda dari yang sebelumnya dalam beberapa hal, dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2 5 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Perbedaan	
		Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
1	Muhammad Taswin Kusuma, (2022). Analisis Kapasitas Bankfull dan Banjir Kali Angke (Studi Kasus Kawasan)	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian ini melakukan analisis hidrologi dan hidrolika pada model tanggul parapet beton 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian ini melakukan analisa hidrolika dan rencana anggaran biaya dengan parapet beton dan <i>flat sheet pile</i>
2	Erick Chendratama dan I Putu Dian Arie W. Perencanaan Normalisasi Sungai Blukar Kabupaten Kendal	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian ini berlokasi di Sungai Blukar Kabupaten Kendal • Penelitian ini melakukan analisa hidrologi dan hidrolika untuk mengetahui hujan rata-rata dan debit banjir rencana. • Penelitian ini hanya melakukan rencana anggaran biaya dengan model tanggul parapet beton 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian ini berlokasi di Kali Angke, Tangerang • Penelitian ini melakukan analisa hidrolika dan rencana anggaran biaya dengan parapet beton dan <i>flat sheet pile</i>

3	Himawan Yudhantoko, (2020). Studi Pengendalian Banjir Sungai Plumbon dengan Perencanaan Tanggul dan Normalisasi Sungai	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian ini berlokasi di Sungai Plumbon • Perencanaan normalisasi pada penelitian ini menggunakan penampang berbentuk segi empat 	<ul style="list-style-type: none"> • Penelitian ini berlokasi di Kali Angke • Perencanaan normalisasi pada penelitian ini menggunakan penampang berbentuk trapesium
---	--	--	---