

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sungai

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia no. 28 Tahun 2015 pasal 1, sungai adalah alur atau wadah alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri dengan garis sempadan. Garis sempadan merupakan garis maya di kiri dan kanan sungai yang ditetapkan sebagai batas perlindungan sungai.

3.2 Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Peraturan Menteri PUPR no. 28 Pasal 1, 2015).

3.3 Banjir

Banjir merupakan peristiwa terjadinya genangan pada lahan yang biasanya kering atau terjadinya limpasan dari alur sungai yang disebabkan oleh debit sungai melebihi kapasitas pengalirannya. Banjir menjadi masalah jika mengakibatkan kerugian terhadap kehidupan manusia.

Banjir yang terjadi dapat disebabkan oleh banyak hal, berikut adalah beberapa penyebab banjir.

1. Kapasitas tampang sungai berkurang.

Berkurangnya kapasitas tampang sungai ini dapat terjadi akibat dasar sungai yang sudah mulai dangkal akibat sedimentasi yang terjadi di sungai tersebut.

Tidak hanya akibat dasar sungai yang mulai dangkal akibat sedimentasi, namun

berkurangnya kapasitas tampang sungai dapat diakibatkan oleh menyempitnya bantaran, akibat pembangunan yang terjadi di sekitar bantaran sungai.

2. Peningkatan debit sungai.

Peningkatan debit sungai bisa disebabkan oleh hujan yang besar dan lama akibat perubahan klimatologis yang mengakibatkan peningkatan intensitas hujan.

3. Perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai.

Perubahan tata guna lahan adalah beralihnya fungsi suatu lahan dari fungsi yang seharusnya. Contoh dari perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai salah satunya adalah kawasan retensi banjir yang berubah fungsi.

4. Kegagalan fungsi bangunan pengendali banjir sungai.

Contoh dari kegagalan fungsi bangunan pengendali banjir adalah jebolnya tanggul atau bendungan, pintu air tak berfungsi, dan pompa air macet.

3.4 Banjir Rancangan

Banjir rancangan adalah besarnya debit banjir yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan mendimensi bangunan-bangunan hidraulik (termasuk bangunan di sungai), sedemikian hingga kerusakan yang dapat ditimbulkan baik langsung maupun tidak langsung oleh banjir tidak boleh terjadi selama besaran tidak terlampaui (Harto, 1993). Banjir rancangan ini dapat berupa debit puncak, volume banjir, ataupun hidrograf banjir. Besarnya banjir rancangan dinyatakan dalam debit banjir sungai dengan kala ulang tertentu.

3.5 Kala Ulang

Kala ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran yang tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut. Berdasarkan data debit atau hujan untuk beberapa tahun pengamatan dapat diperkirakan debit atau hujan yang diharapkan disamai atau dilampaui satu kali dalam T tahun dan debit atau hujan tersebut dikenal sebagai debit atau hujan dengan periode ulang T tahun atau debit T tahunan (Triatmodjo, 2008).

Pemilihan kala ulang banjir rancangan untuk bangunan air dapat dilakukan berdasarkan jenis bangunan air yang akan direncanakan. Kriteria pemilihan kala ulang berdasarkan bangunan air dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kala Ulang Berdasarkan Jenis Bangunan Air

No	Jenis Bangunan Air	Kala Ulang (tahun)
1	Bendungan urugan tanah/batu	1000
2	Bendungan beton/batu kali	500 – 1000
3	Bendung	50 – 100
4	Saluran Pengelak banjir	25 – 50
5	Tanggul sungai	10 – 25
6	Drainase saluran di sawah/pemukiman	5 – 10

Sumber: Lasmana (2017)

3.6 Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir merupakan suatu upaya yang bertujuan untuk menurunkan tingkat risiko ancaman jiwa manusia dan harta benda akibat banjir sampai ke tingkat toleransi. Upaya pengendalian banjir ini sendiri dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu upaya struktur dan non-struktur.

3.6.1 Upaya Pengendalian Banjir Secara Struktur

Upaya pengendalian banjir dengan cara struktur dapat dilakukan dengan cara membangun bangunan pengendali banjir. Contoh bangunan pengendali banjir adalah sebagai berikut ini.

1. Normalisasi alur sungai.
2. Tanggul.
3. Tembok banjir.
4. Kanal banjir.
5. Kolam retensi.
6. Sistem drainase dan pompa.

3.6.2 Upaya Pengendalian Banjir Secara Non Struktur

Upaya pengendalian banjir dapat dilakukan dengan cara memberikan edukasi serta peningkatan kapasitas atau pemberdayaan pengelola dan komunitas sungai. upaya pengendalian banjir secara non struktural adalah sebagai berikut ini.

1. Manajemen penggunaan lahan.
2. Informasi dan pendidikan tentang banjir kepada publik.
3. Pemeriksaan bangunan pengendali banjir.

4. Evakuasi dari area terdampak banjir.
5. Bantuan banjir.
6. Modifikasi kondisi das.
7. Peramalan dan peringatan banjir.

3.6.3 Faktor Pengaruh Penetapan Jenis Pengendali Banjir

Dalam memilih jenis pengendali banjir ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, faktor-faktor pengaruh untuk penetapan jenis pengendali banjir dapat dilihat sebagai berikut ini.

1. Debit banjir sungai.
2. Keadaan alur sungai dan das.
3. Karakteristik hidraulis sungai.
4. Tingkat kerugian akibat banjir.

3.7 Analisis Frekuensi

Tujuan analisis frekuensi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Dengan analisis frekuensi akan diperkirakan besarnya banjir dengan interval kejadian tertentu, seperti 10 tahunan, 100 tahunan, atau 1000 tahunan, dan juga berapakah frekuensi banjir dengan besar tertentu yang mungkin terjadi selama suatu periode waktu (Triatmodjo, 2008).

Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan. Data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum tahunan. Persamaan yang digunakan dalam analisis frekuensi dapat dilihat pada Persamaan 3.1.

$$X_T = \bar{X} + (K_T \cdot S) \quad (3.1)$$

dengan:

X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T ,

\bar{X} = Nilai rata-rata dari hujan X ,

S = Standar deviasi dari data hujan X , dan

K_T = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T .

3.7.1 Parameter Statistik

Menurut Triatmodjo (2008), dalam statistik dikenal beberapa parameter yang bertujuan untuk menentukan jenis sebaran yang dapat dilihat pada persamaan (3.2), persamaan (3.3), persamaan (3.4), persamaan (3.5), dan persamaan (3.6).

1. Menentukan rata-rata

$$X_{rt} = \frac{1}{n} \sum Xi \quad (3.2)$$

2. Menentukan standar deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rt})^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

3. Menentukan koefisien variasi

$$C_v = \frac{s}{X_{rt}} \quad (3.4)$$

4. Menentukan koefisien kemencengan

$$C_s = \left[\frac{n}{(n-1)(n-2)} \right] \left[\frac{\sum(X_i - X_{rt})^3}{n-1} \right] \quad (3.5)$$

5. Menentukan koefisien kurtosis

$$C_k = \left[\frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \right] \left[\frac{\sum(X_i - X_{rt})^4}{\sigma^4} \right] \quad (3.6)$$

dengan:

X_{rt} = Rata-rata,

X_i = Variabel random, dan

n = Jumlah data.

3.7.2 Distribusi Probabilitas Kontinyu

Triatmodjo (2008) menyatakan ada beberapa bentuk fungsi distribusi kontinyu (teoritis), yang sering digunakan dalam analisis frekuensi untuk hidrologi, seperti distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III.

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan data parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_S = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$C_S = 0$ $C_k = 3$
3	Log Normal	$C_S = C_v^3 + 3 C_v$ $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain dari yang diatas

Sumber: Triadmojo (2008)

3.7.3 Pengujian Kecocokan Distribusi Data

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi dapat dilakukan uji kecocokan. Uji kecocokan dapat dilakukan dengan menggunakan uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogrov (Triatmojo, 2010).

1. Uji Chi Kuadrat

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampai data yang dianalisis. Uji Chi Kuadrat yaitu menggunakan χ^2 yang dapat dihitung dengan persamaan 3.7.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3.7)$$

dengan:

χ^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung,

G = Jumlah sub kelompok,

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i,

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i,

Nilai χ^2 yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai χ^2_{cr} (Chi-Kuadrat kritik), untuk suatu derajat nyata tertentu, yang sering diambil 5%. (Triatmodjo, 2013). Nilai

χ^2_{cr} didapat dari tabel yang ada di Lampiran 2. Derajat kebebasan (DK) dapat dihitung menggunakan persamaan 3.8.

$$DK = K - (\alpha + 1) \quad (3.8)$$

dengan:

DK = Derajat kebebasan,

K = Banyaknya kelas, dan

α = Banyaknya keterikatan, untuk uji Chi-Kuadrat nilainya adalah 2.

3.8 *Hyetograph* Hujan Rancangan

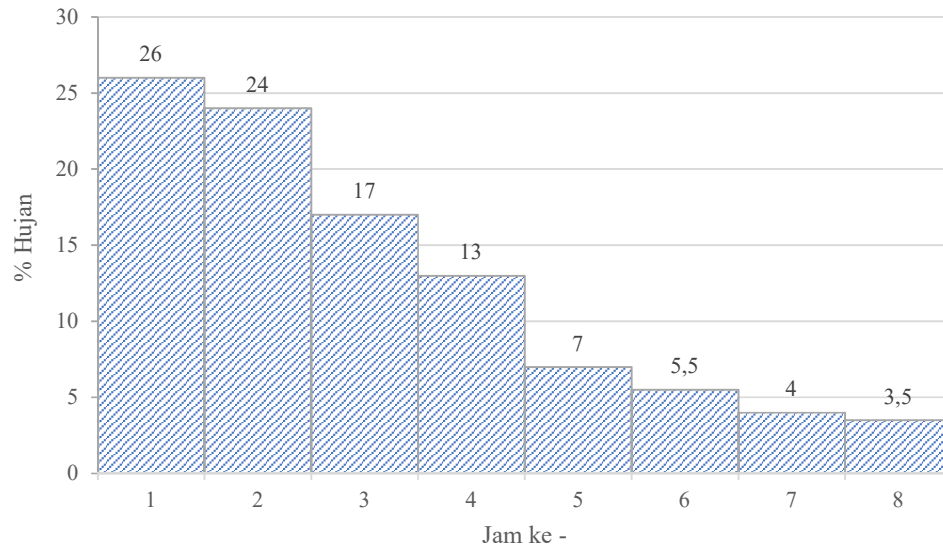
Dalam perhitungan banjir rancangan, diperlukan masukan berupa hujan rancangan yang didistribusikan ke dalam kedalaman hujan jam-jaman (*hyetograph*). Pada umumnya data hujan yang didapat dari stasiun hujan merupakan data hujan harian, artinya data yang tercatat secara kumulatif selama 24 jam. Apabila yang tersedia adalah hujan jam-jaman dari hujan rancangan dapat menggunakan model distribusi hujan (Triatmodjo, 2008).

Tadashi Tanimoto (1969) mengembangkan distribusi hujan jam-jaman yang dapat dikembangkan digunakan di Pulau Jawa. Tadashi Tanimoto memberikan nilai setiap jam berturut-turut untuk curah hujan dengan durasi 8 jam yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan digambarkan dalam Gambar 3.1 (Harto, 2016).

Tabel 3.3 Distribusi Hujan di Pulau Jawa Menurut Tadashi Tanimoto

Jam ke -	Persentase Distribusi (%)	Persentase Distribusi Kumulatif (%)
1	26	26
2	24	50
3	17	67
4	13	80
5	7	87
6	5,5	92,5
7	4	96,5
8	3,5	100

Sumber: Harto (2016)



Gambar 3.1 Distrbusi Hujan di Pulau Jawa Tadashi Tanimoto

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

3.9 Aliran Dasar (*Base Flow*)

Untuk memperkirakan aliran dasar (*base flow*), digunakan persamaan pendekatan berikut ini. Persamaan ini merupakan pendekatan untuk aliran dasar yang tetap, dengan memperhatikan pendekatan Kraijenhoff van der Leur (1967) tentang hidrograf air tanah (Harto, 1993).

$$Q_B = 0,475 \cdot A^{0,6444} \cdot D^{0,9430} \quad (3.9)$$

$$D = \frac{L}{A} \quad (3.10)$$

dengan:

Q_B = Aliran dasar (m^3/dt),

D = Kerapatan jaringan sungai (km/km^2),

L = Panjang sungai (km), dan

A = Luas DAS (km^2).

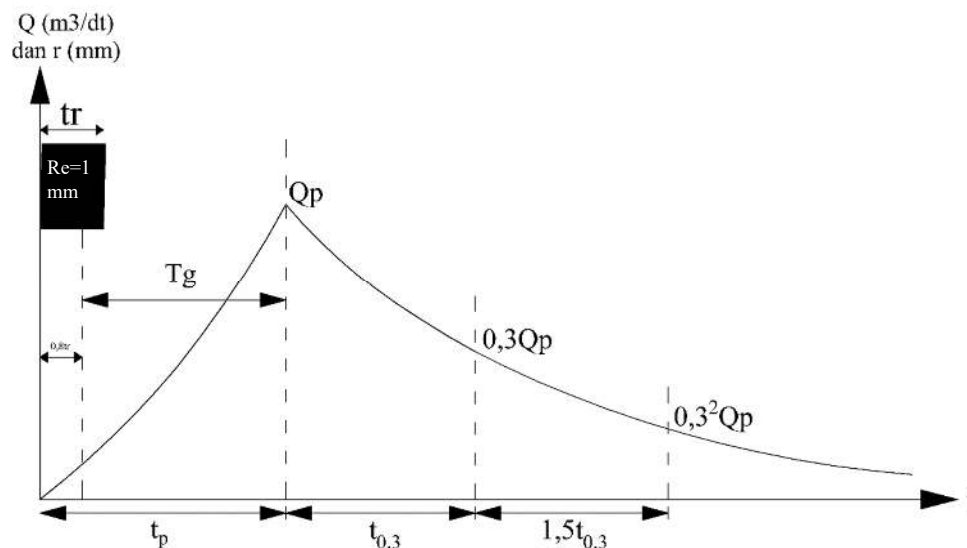
3.10 Hidrograf Satuan Sintetis

Hidrograf Satuan Sintetis atau yang biasa disebut HSS adalah hidrograf satuan yang diturunkan berdasarkan data sungai pada DAS yang sama atau DAS terdekat tetapi memiliki karakteristik yang sama.

Terdapat beberapa model HSS yang sering digunakan, diantaranya HSS Nakayasu, HSS Snyder, HSS SCS, dan HSS Gama. Masing-masing model HSS pada dasarnya hanya berlaku di DAS tertentu, yakni di DAS dimana HSS tersebut secara empirik diteliti dan dirumuskan. Oleh karena itu, penurunan HSS suatu DAS dengan menggunakan model-model HSS yang sudah ada atau disebutkan di atas, harus dilakukan melalui langkah-langkah kalibrasi dan verifikasi yang semestinya sehingga model HSS yang diperoleh sedapat mungkin dapat menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Penjelasan tentang model HSS akan dijelaskan pada uraian di bawah ini.

3.11.1 HSS Nakayasu

Hidrograf satuan sintetis (HSS) Nakayasu dikembangkan berdasar beberapa sungai di negara Jepang. Bentuk HSS Nakayasu akan ditunjukkan pada Gambar 3.2 dan persamaan 3.11 sampai persamaan 3.16.



Gambar 3.2 HSS Nakayasu

(Sumber: Kamiana, 2011)

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \times A \times R_e \times \frac{1}{(0,3 \times t_p + t_{0,3})} \quad (3.11)$$

$$T_p = t_g + 0.8t_r \quad (3.12)$$

$$t_g = 0,4 + 0.058L; \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km} \quad (3.13)$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7}; \quad \text{untuk } L < 15 \text{ km} \quad (3.14)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \quad (3.15)$$

dengan:

Q_p = Debit puncak (m³/det),

A = Luas DAS (km²),

R_e = Curah hujan efektif (mm),

T_p = Waktu puncak (jam),

$T_{0,3}$ = Waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam),

t_g = Waktu konsentrasi (jam),

T_r = Satuan waktu dari curah hujan (jam),

α = Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2, dan

L = Panjang sungai utama (km).

Pada HSS Nakayasu bentuk hidrograf dibagi menjadi 4 bagian kurva. Untuk mendapatkan debit pada setiap bagian kurva menggunakan persamaan masing-masing. Perhitungan debit setiap bagian kurva pada menggunakan Persamaan (3.16) sampai dengan persamaan (3.19).

1. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (3.16)$$

2. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p}{t_{0,3}}} \quad (3.17)$$

3. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)/(1,5T_{0,3})]} \quad (3.18)$$

4. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)/(1,5T_{0,3})]} \quad (3.19)$$

dengan:

Q_p = Debit puncak (m^3/det),

Q_t = Debit pada jam ke (m^3/det),

t = jam ke (jam)

T_p = Waktu puncak (jam), dan

$T_{0,3}$ = Waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam),

3.11.2 HSS *Soil Conservation Services* (SCS)

Hidrograf tak berdimensi yang diperoleh dari analisis beberapa hidrograf satuan berdasarkan data lapangan dengan berbagai ukuran DAS dan lokasi berbeda disebut Hidrograf Satuan Sintetis *Soil Conservation Services* (HSS SCS) (Triadmodjo, 2008). Perhitungan HSS SCS dapat diperoleh menggunakan persamaan 3.20 sampai persamaan 3.22. Ordinat hidrograf satuan untuk periode waktu berbeda dapat diperoleh dari Tabel 3.3.

Tabel 3.4 Nilai t/T_p dan q/Q_p HSS SCS

No.	t/T_p	q/Q_p
1	0,00	0,000
2	0,10	0,015
3	0,20	0,075
4	0,30	0,160
5	0,40	0,280
6	0,50	0,430
7	0,60	0,600
8	0,70	0,770
9	0,80	0,890
10	0,90	0,970
11	1,00	1,000

Tabel 3.5 Nilai t/T_p dan q/Q_p HSS SCS

No.	t/T_p	q/Q_p
12	1,10	0,980
13	1,20	0,920
14	1,30	0,840
15	1,40	0,750
16	1,50	0,660
17	1,60	0,560
18	1,80	0,420
19	2,00	0,320
20	2,20	0,240
21	2,40	0,180
22	2,60	0,130
23	2,80	0,098
24	3,00	0,075
25	3,50	0,036
26	4,00	0,018
27	4,50	0,009
28	5,00	0,004

Sumber: Triadmojo (2008)

$$Q_p = \frac{0,208 \times A}{T_p} \quad (3.20)$$

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_p \quad (3.21)$$

$$t_p = 0,6 \times T_c \quad (3.22)$$

dengan:

 Q_p = Debit puncak (m^3/det), t_r = Durasi hujan efektif (jam), T_c = Waktu konsentrasi (jam), A = Luas DAS (km^2), dan T_p = Waktu puncak (jam).

3.11 Analisis Hidraulika

Hidraulika adalah ilmu yang mempelajari tentang sifat-sifat zat cair. Analisis hidraulika bertujuan untuk mengetahui kapasitas alur sungai terhadap banjir rencana yang selanjutnya akan digunakan untuk mendesain alur sungai.

3.13.1 Program HEC-RAS

HEC-RAS merupakan sebuah program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analys System (RAS)*, dibuat oleh *Hydrlogic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources (IWR)*, di bawah *US Army Corps of Engineers(USACE)*. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unstedy one dimension flow model*). HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi, yaitu:

1. hitungan profil muka air aliran permanen,
2. simulasi aliran tak permanen,
3. hitungan transpor sedimen, dan
4. hitungan kualitas air.

Paket program ini untuk menghitung profil muka air di sepanjang ruas sungai. Input data untuk program ini adalah data *cross section* sepanjang sungai, profil memanjang sungai, parameter hidrolika sungai, parameter bangunan sungai, debit rencana.

Sedangkan output dari program ini dapat berupa grafik maupun tabel. Diantaranya plot dari skema alur sungai, potongan melintang, profil, lengkung debit, hidrograf, juga variabel hidrolik lainnya. Selain itu juga dapat menampilkan gabungan potongan melintang yang membentuk alur sungai secara tiga dimensi lengkap dengan alirannya.

3.13.2 Persamaan Dasar Perhitungan Profil

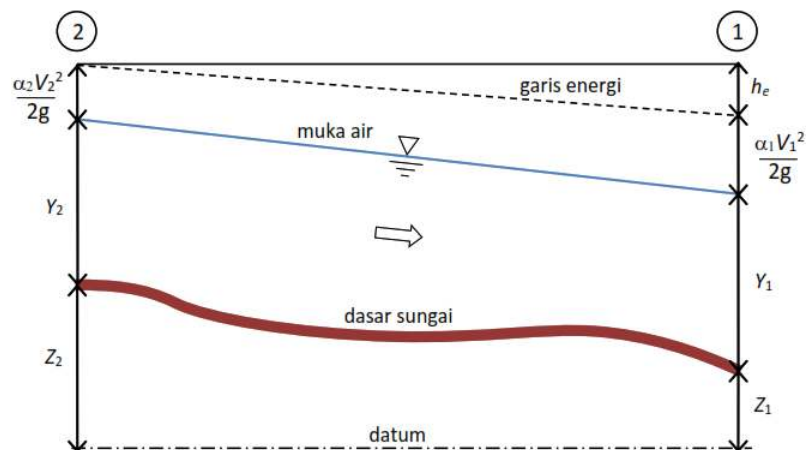
Untuk aliran permanen, HEC-RAS menghitung profil muka air di sepanjang alururut dari satu tampang lintang ke tampang lintang berikutnya. Muka air dihitung dengan memakai persamaan energi yang diselesaikan dengan metode yang dikenal sebagai *standard step method*. Persamaan energi antara dua tampang lintang dituliskan pada persamaan 3.23.

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_e \quad (3.23)$$

dengan:

- Y_1 dan Y_2 = Kedalaman aliran,
- Z_1 dan Z_2 = Elevasi dasar sungai,
- V_1 dan V_2 = Kecepatan rata-rata,
- α_1 dan α_2 = Koefisien,
- g = Percepatan gravitasi, dan
- h_e = Kehilangan tinggi energi.

Dari diagram aliran pada Gambar 3.3, tampak bahwa kedalaman aliran diukur ke arah vertikal. Hal ini membawa konsekuensi bahwa hitungan profil muka air dengan HEC-RAS hanya cocok untuk alur sungai yang memiliki kemiringan dasar kecil.



Gambar 3.3 Diagram Aliran Berubah Beraturan

(Sumber: Istiarto, 2014)

3.12 Perencanaan Tanggul

Tanggul sepanjang sungai adalah salah satu bangunan yang paling utama dan paling penting dalam usaha melindungi kehidupan dan harta benda masyarakat terhadap genangan-genangan yang disebabkan oleh banjir badai. Tanggul dibangun terutama dengan kontruksi urugan tanah, karena tanggul merupakan bangunan menerus yang sangat panjang serta membutuhkan bahan urugan tanah yang volumenya sangat besar (Sosrodarsono dan Tominaga, 1985).

3.12.1 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan merupakan tambahan tinggi pada tanggul untuk menampung loncatan air dari permukaan air yang sedang mengalir. Loncatan ini dapat terjadi akibat adanya ombak, gelombang, dan loncatan hidrolis pada saat terjadi banjir. Kenaikan permukaan air sungai dapat pula terjadi akibat gejala naik turunnya dasar sungai yang disebabkan oleh proses pengerosan dan pengendapan dasar sungai (Sosrodarsono dan Tominaga, 1985).

Tinggi jagaan yang akan dipakai amat bergantung pada debit banjir rencana yang terjadi pada sungai tersebut, variasi tinggi rencana dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.6 Tinggi Jagaan Standar Tanggul

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

Sumber: Sosrodarsono (1985)

3.12.2 Lebar Mercu Tanggul

Mercu tanggul diperlukan dalam rangka pencegahan bahaya bahaya banjir, seperti pecegahan bobolnya tanggul akibat limpasan. Lebar mercu tanggul dapat ditentukan berdasarkan debit banjir rencana pada sungai tersebut, variasi lebar mercu tanggul dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.7 Lebar Standar Mercu Tanggul

No	Debit Banjir Rencana (m ³ /dt)	Lebar Mercu (m)
1	< 500	3
2	500 – 2000	4
3	2000 – 5000	5
4	5000 – 10000	6
5	> 10000	7

Sumber: Sosrodarsono (1985)

3.12.3 Kemiringan Lereng Tanggul

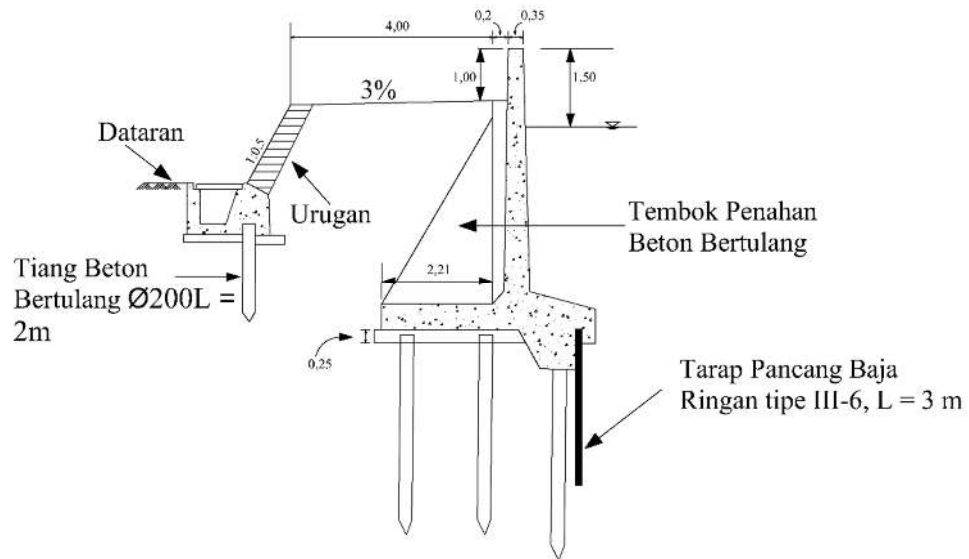
Penentuan kemiringan lereng tanggul merupakan tahapan yang paling penting dalam perencanaan tanggul dan sangat erat kaitannya dengan infiltrasi air dalam tubuh tanggul serta karakteristik mekanika tanah tubuh tanggul tersebut. Dalam keadaan biasa tanpa perkuatan lereng, tanggul direncanakan dengan kemiringan 1:2 atau lebih kecil (Sosrodarsono dan Tominaga, 1985).

3.12.4 Bahan Tanah Urugan Tanggul

Bahan utama untuk pembangunan tanggul adalah tanah dan karakteristik bahan tanah tersebut merupakan faktor penting dalam penentuan bentuk penampang melintang tanggul. Pada hakekatnya tanah yang baik untuk tanggul adalah bahan tanah yang mempunyai sifat-sifat antara lain; kekedapannya tinggi, nilai kohesinya tinggi, dalam keadaan jenuh air sudut geser dalamnya cukup tinggi, pekat dan angka porinya rendah. Memperhatikan hal-hal tersebut, maka tanah yang terdiri dari campuran pasir dan lempung dengan porporasi $\pm 1/3$ bagian pasir dan $\pm 2/3$ bagian lempung, merupakan bahan yang cukup memadai ditinjau dari segi mekanika tanah maupun pelaksanaannya.

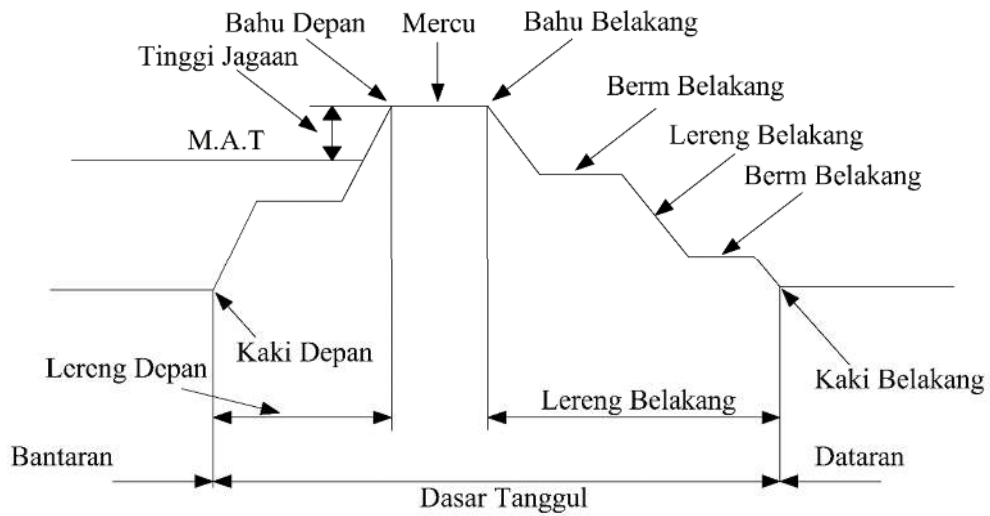
3.12.5 Tanggul Tembok

Pada daerah pemukiman yang padat, sehingga perolehan tanah untuk tempat kedudukan tanggul sulit dan mahal. Untuk menanggulangi hal tersebut maka dapat dibuat tanggul tembok. Tanggul tembok merupakan tanggul yang berbentuk seperti dinding penahan dengan material beton biasa atau beton bertulang. Gambaran tanggul tembok dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Bagian Tembok

(Sumber: Sosrodarsono dan Tominaga, 1985)



Gambar 3.5 Bagian Tanggul Urug

(Sumber: Sosrodarsono dan Tominaga, 1985)