

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Umum

3.1.1 Dasar Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam ini. Secara khusus dalam buku Hidrologi Teknik (Soemarto,1999) hidrologi didefinisikan sbagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air diatas permukaan dan didalam tanah atau dibawah permukaan. Definisi tersebut terbatas pada hidrologi rekayasa. Secara luas hidrologi meliputi pula berbagai bentuk air, termasuk transformasi antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, diatas dan dibawah permukaan tanah. Termasuk yang ada pada air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi. Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi daerah aliran sungai.

3.1.2 Hujan Andalan

Hujan andalan adalah besarnya curah hujan yang dapat diandalkan dalam suatu lahan, dengan resiko kegagalan telah diperhitungkan sebaik-baiknya. Hujan yang diandalkan tersedia dalam beberapa tahun, sesuai dengan periode (kala ulang) yang telah ditentukan. Hujan tersebut digunakan untuk menghitung ketersediaan air dalam rangka memenuhi kebutuhan. Hujan rerata dengan kemungkinan terjadi adalah 80%, kemudian diurutkan dari nilai terbesar ke nilai terkecil (Soewarno, 1995). Berikut ini merupakan rumus Weibull probabilitas kejadian adalah sebagai berikut.

$$P = \frac{m}{n+1} \quad (3.1)$$

dengan:

P = Peluang

m = Peringkat

n = Jumlah urutan

3.2 Analisis Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air baku disini dititikberatkan pada penyediaan air baku untuk diolah menjadi air bersih. Standar kebutuhan air ada dua macam (Ditjen Cipta Karya, 2000).

1. Standar Kebutuhan Air Domestik

Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari-hari, seperti memasak, minum, mencuci, dan keperluan rumah tangga lainnya. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari. Berikut ini merupakan standar kebutuhan air yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Penentuan Tingkat Layanan Air Baku

Kategori Ukuran Perkotaan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Tingkat Pelayanan (liter/orang/hari)
Metro	>2.000.000	> 210
Metro	1.000.000 – 2.000.000	150 – 210
Besar	500.000 – 1.000.000	120 – 150
Besar	100.000 – 500.000	100 – 150
Sedang	20.000 – 100.000	90 – 100
Kecil	3.000 – 10.000	60 - 100

Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dep. PU dalam Direktorat Pengairan dan Irigasi Bapenas (2006)

2. Standar kebutuhan air non domestik

Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik sebagai berikut.

- a. Penggunaan komersil dan industri merupakan penggunaan air oleh badan-badan komersil dan industri
- b. Penggunaan umum merupakan penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah-sekolah, dan tempat-tempat ibadah.

Proyeksi kebutuhan air bersih dapat ditentukan dengan memerhatikan pertumbuhan penduduk untuk diproyeksikan terhadap kebutuhan air bersih sampai dengan lima puluh tahun mendatang atau tergantung dari proyeksi yang dikehendaki. Laju pertumbuhan penduduk (r) merupakan perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah tertentu. Laju pertumbuhan penduduk digunakan

untuk memprediksi jumlah penduduk di suatu wilayah di masa yang akan datang, maka laju pertumbuhan penduduk dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini (Soemarto,1999).

$$r = \frac{\sum \text{Pendudukn} - \sum \text{pendudukn-1}}{\sum \text{Pendudukn-1}} \cdot 100\% \quad (3.2)$$

Dari jangka pertumbuhan penduduk digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk sesuai dengan umur rencana. Meskipun dalam kenyataannya tidak selalu tepat, namun hal ini dijadikan sebagai dasar perhitungan volume kebutuhan air di masa mendatang. Metode yang digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk adalah metode *geometric* dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini.

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad (3.3)$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_o = jumlah penduduk pada awal tahun

r = laju pertumbuhan penduduk

n = periode waktu yang ditinjau.

3.3 Karakter Tampungan Embung

3.3.1 Hubungan Antara Elevasi Dan Volume Tampungan Serta Luas Permukaan

Kurva hubungan antara elevasi dan volume tampungan serta luas permukaan merupakan kurva kapasitas tampungan yang menggambarkan hubungan antara elevasi dengan volume tampungan dan luas permukaan. Dari kurva ini akan diketahui berapa besar tampungan pada elevasi tertentu, sehingga dapat ditentukan ketinggian muka air yang diperlukan untuk mendapatkan besarnya volume tampungan pada elevasi tertentu. Perhitungan kapasitas tampungan dapat dicari dengan memakai bantuan dari data kontur topografi. Untuk menghitung kapasitas tampungan dapat menggunakan rumus (Senda dkk, 2017).

$$V_1 = \frac{(A_0 + A_1)}{2} (a_1 - a_0) \quad (3.4)$$

Dengan :

V_1 = Volume Tampung

a_0 = Elevasi 0

a_1 = Elevasi 1

A_0 = Luas Permukaan untuk Elevasi a_0

A_1 = Luas Permukaan untuk Elevasi a_1

Berikut ini merupakan Tabel 3.2 hubungan antara elevasi dengan volume tampungan dan luas permukaan.

Tabel 3.2 Hubungan Antara Elevasi Dengan Volume Tampungan Dan Luas Permukaan

Elevasi (m)	Luas Permukaan (m^2)	Volume Tampungan (m^3)	Volume Kumulatif Tampungan (m^3)
+ a_0	A_0	0	0
+ a_1	A_1	$V_1 = \frac{(A_0+A_1)}{2} (a_1 - a_0)$	V_1
+ a_2	A_2	$V_1 = \frac{(A_2+A_1)}{2} (a_2 - a_1)$	$V_1 + V_2$
+ a_i	A_i	$V_i = \frac{(A_i+A_{i-1})}{2} (a_i - a_{i-1})$	$\sum V_i$

Sumber : Laporan Perancangan Keairan, senda (2017)

Setelah didapat nilai luas dan volume dari tabel hubungan antara luas dan volume tampungan dengan elevasi, maka akan dapat dibuat grafik hubungan antara luas dan volume tampungan dengan elevasi.

3.4 Kapasitas Tampungan Embung

Kapaitas tampungan embung digunakan untuk memenuhi kebutuhan air selama musim kemarau. Kapasitas tampungan embung ditentukan oleh kebutuhan air, ketersediaan air, dan topografi adalah sebagai berikut (Ibnu Kasiro dkk, 1994).

1. Kapasitas tampungan embung berdasarkan kebutuhan air

Kapasitas tampung embung yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air selama musim kemarau. Untuk menghitung kapasitas tampung yang diperlukan (V_n) untuk sebuah embung adalah sebagai berikut.

$$V_n = V_u + V_e + V_i + V_s \quad (3.5)$$

dengan:

V_n = kapasitas embung total yang diperlukan (m^3)

V_u = volume untuk layanan (m^3)

V_e = volume air yang menguap (m^3)

V_i = volume air yang merembes (m^3)

V_s = volume tampungan sedimen (m^3)

Untuk menentukan kapasitas total suatu embung harus mempertimbangkan volume/debit air yang tersedia (V_h) dan kemampuan topografi untuk menampung air (V_p). Apabila air yang tersedia atau kemampuan topografi kecil maka embung harus dirancang dengan kapasitas yang lebih kecil daripada kebutuhan yang dibutuhkan. Dibawah ini merupakan kapasitas berdasarkan kebutuhan air adalah sebagai berikut.

- a. Kapasitas berdasarkan kebutuhan air pengambilan (Air baku)

Untuk menghitung kebutuhan total untuk tampungan hidup (V_u) dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V_u = J_h \times JKK \times Q_u \quad (3.6)$$

dengan:

V_u = kebutuhan total untuk tampungan hidup

J_h = jumlah hari

JKK = jumlah penduduk yang dibutuhkan

Q_u = kebutuhan air baku yang dibutuhkan

- b. Jumlah penguapan (V_e) selama musim kemarau dapat memperhitungkan penentuan kapasitas atau tinggi embung. Untuk menghitung jumlah penguapan adalah sebagai berikut.

$$V_e = A \cdot \sum E_j \quad (3.7)$$

dengan:

V_e = volume untuk kehilangan air karena penguapan (m^3)

E_j = penguapan bulan ke j

A = luas permukaan embung

- c. Jumlah resapan (V_i) ini tergantung dari sifat lulus air mterial dasar dan dinding kolam. Air yang berada di dalam kolam embung akan meresap masuk ke dalam pori atau rongga di dasar dinding kolam. Untuk menentukan besarnya resapan air kolam pada embung dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$V_i = K \cdot V_u \quad (3.8)$$

dengan:

V_i = volume kehilangan air karena rembesan besarnya tergantung kondisi geologi pada lokasi embung (m^3)

V_u = jumlah air untuk berbagai kebutuhan

K = faktor yang nilainya tergantung dari sifat lulus air material dasar dan dinding kolam embung

Jika dinding dan dasar embung adalah tanah rapat air (permeabilitas 10^{-5} cm/s), $K=10\%$, sedangkan dinding dan dasar embung adalah tanah semi lolos air (permeabilitas $\approx 10^{-3}$ cm/s), $K = 25\%$

- d. Ruang sedimen (V_s) merupakan ruang yang diperlukan untuk menyediakan sedimen di kolam embung, mengingat daya tampungnya kecil, walaupun daerah tadah hujan disarankan agar ditanami (rumput) untuk mengendalikan erosi. Ruangan untuk menampung sedimen diperkirakan $0,05 - 0,1 V_u$.

2. Kapasitas Embung berdasarkan ketersediaan air

Volume kapasitas berdasarkan ketersediaan air (V_h) merupakan jumlah air yang jatuh di embung ditambah dengan volume mata air.

$$V_h = \sum R_j \cdot A + V_{\text{mataair}} \quad (3.9)$$

dengan:

V_h = volume ketersediaan air (m^3)

R_j = jumlah hujan bulanan andalan pada bulan j (m)

A = luas permukaan kolam embung (m^2)

V_{mataair} = volume mata air (m^3)

3. Kapasitas tampungan embung berdasarkan potensi topografi

Potensi topografi (V_p) untuk menampung air merupakan volume maksimum kolam embung yang berbentuk karena dibangunnya suatu embung.

Dari ketiga kapasitas tampungan embung tersebut yaitu V_n (kapasitas berdasarkan kebutuhan air), V_h (kapasitas berdasarkan ketersediaan air), dan V_p (kapasitas berdasarkan potensi topografi) dipilih yang terkecil sebagai volume/kapasitas tampung perancangan embung (V_d).

3.5 Neraca Air

Neraca air merupakan suatu neraca masukan dan keluaran air dari suatu tempat pada periode tertentu, sehingga neraca tersebut dapat digunakan untuk mengetahui jumlah air yang kelebihan atau kekurangan (Nasir A.N dan S.Efeendy, 1999). Neraca air suatu embung dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$S_{n+1} = S_n + I_n - O_n \quad (3.10)$$

Dengan:

S_n = volume tampungan embung di awal bulan ke-n

I_n = Inflow bulan ke n, meliputi ketersediaan air hujan yang jatuh dan mata air dikurangi penguapan

O_n = Outflow bulan ke n, adalah pelayanan kebutuhan air baku

Jika $0 < S_{n+1} < \text{Kapasitas embung}$, maka airnya tidak melimpas. Jika $S_{n+1} < 0$, artinya kebutuhan air tidak terpenuhi. Layanan airnya perlu dikurangi supaya $S_{n+1}=0$. Jadi, hanya terlayani sebagian. Jika $S_{n+1} > \text{Kapasitas embung}$, maka airnya melimpas, maka $S_{n+1} = \text{kapasitas}$.