

### **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Waduk**

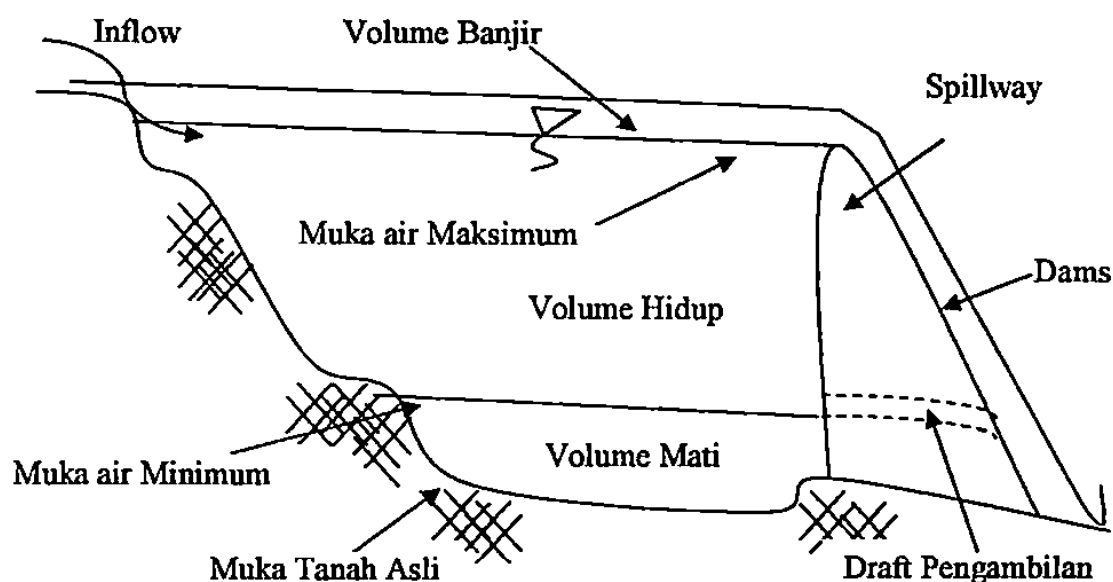
Kegunaan dan fungsi suatu waduk sebagai penampungan dan sebagai penyimpanan kelebihan air serta sebagai penahan saat-saat air mengalami aliran yang tinggi untuk digunakan selama masa-masa kekeringan. Disamping menampung air untuk pemanfaatan dikemudian hari, waduk juga digunakan untuk menampung air banjir atau kelebihan air sehingga dapat memperkecil kerusakan akibat banjir di hilir waduk. Bagaimanapun bentuk dan ukuran waduk serta apapun tujuan akhir dari pemanfaatan airnya, fungsi utama dari suatu waduk tetaplah sama yaitu menampung air dengan pengaturan yang berubah-ubah pada suatu sungai alamiah, maupun cara memenuhi kebutuhan yang berubah-ubah dari penggunaannya.

① Penggunaan suatu waduk sebagai penampungan air sementara akan berakibat pada kehilangan air melalui rembesan maupun evaporasi, namun dalam penelitian ini rembesan, kebocoran, dan evaporasi tidak di perhitungkan secara detail. Bagaimanapun juga manfaat adanya waduk dan dengan sistem pengaturan aliran yang baik, sangat dibutuhkan oleh berbagai pihak khususnya untuk instansi terkait dan pada umumnya pada masyarakat. Dalam perencanaan dan pengoperasiannya perlu diperhitungkan dan perlu adanya analisis kapasitas waduk yang layak baik ditinjau dari kebutuhan, ketersediaan air maupun tingkat keandalannya.

Studi mengenai waduk sangatlah banyak dilakukan namun tidak dapat mencakup semua aspek permasalahan yang ada pada suatu waduk, hal ini dikarenakan kompleksnya permasalahan pada suatu waduk. Dengan menganalisa tampungan waduk banyak metode yang dapat digunakan. Pada studi ini akan digunakan Metode *Behaviour* dan Metode *Semi-Infinite* untuk mengetahui kapasitas tampungan waduk. Metode ini dipilih karena

## B. Karakteristik fisik Suatu Waduk

Suatu waduk mempunyai bagian pokok yang dapat menjadikan sebuah waduk dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan pembangunannya. Bagian-bagian pokok karakteristik fisik suatu waduk yaitu volume hidup, volume mati, tinggi muka air minimum, spillway, saluran pengambilan (*draft*), dan volume banjir berdasarkan rencana. Berikut merupakan gambaran skematik mengenai beberapa zona pokok suatu waduk.



Gambar 3.1 Bagian-bagian dan zona-zona volume waduk (Linsley.dkk, 1985)

## C. Tinjauan Hidrologi

Menurut (Triatmodjo, 2008) hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya serta hubungannya dengan lingkungan terutama dengan makhluk hidup. Hidrologi dapat dijumpai dalam beberapa kegiatan seperti perencanaan dan operasi bangunan air, dapat juga digunakan sebagai parameter desain suatu proyek baik fisik maupun pengolahan seperti kapasitas waduk, kapasitas bangunan pelimpah, banjir rencana dan sebagainya. Dari tinjauan hidrologi

### 1. Waduk penyedia air

Adalah menyimpan air pada masa-masa air melimpah atau periode berlebih untuk digunakan pada saat kekurangan air atau periode berkurang. Waduk penyedia air dibagi menjadi dua yaitu waduk jangka panjang dan waduk jangka pendek.

#### a. Waduk jangka panjang

Adalah waduk yang menampung air selama dua tahun atau lebih agar dapat mengatasi musim-musim kekeringan yang panjang serta memiliki simpanan yang memadai untuk memenuhi kebutuhan air selama periode musim kering dua tahun atau lebih.

#### b. Waduk jangka pendek

Adalah waduk yang direncanakan untuk beroperasi pada suatu daur tahunan atau lebih pendek dan waduk yang dilengkapi daur simpanannya secara tahunan atau lebih sering.

### 2. Waduk pengatur banjir

Waduk jenis ini mereduksi puncak-puncak banjir disebelah hilir dengan cara menahan sebagian air banjir dan akan dikeluarkan jika sudah aman atau tidak banjir. Dalam menentukan kapasitas waduk dipilih sedemikian rupa sehingga waduk tersebut mampu menyimpan sejumlah air yang dapat mereduksi puncak banjir rencana sampai mencapai alir yang aman kearah hilir. Sehingga anggapan bahwa aliran yang lebih kecil akan dapat diatur lebih baik, yang berarti bahwa waduk berada pada atau dibawah elevasi awal yang telah ditentukan dari banjir.

### D. Pendekatan Tampungan Dengan Metode Kritik

Sebuah waduk dikatakan ideal dan beroperasi dengan baik jika adanya keseimbangan antara *inflow*, kapasitas tampungan dan penggunaan air (*outflow*). Hal ini akan diketahui apabila terlebih dahulu memperkirakan tentang aliran masuk ke waduk cukup teliti. Tanpa memperkirakan tentang aliran masuk pada suatu waduk, suatu operasi yang menyangkut aliran masuk setepat tidak dapat direncanakan dengan efektif. Banyak cara yang dapat

digunakan dalam menganalisis kapasitas waduk dan bermacam-macam metode yang dapat digunakan, dari metode yang sederhana sampai metode yang kompleks. Mc Mohan (1978) mengelompokkan analisis tampungan waduk menjadi tiga kelompok utama, seperti yang telah dijelaskan diatas.

Untuk menganalisis tampungan waduk pada studi kasus ini hanya menggunakan salah satu dari metode yaitu metode periode kritik. Metode periode kritik ini membandingkan debit masukan dengan kebutuhan dan menentukan kapasitas tampungan yang memadai pada kebutuhan puncak. Perhitungan metode periode kritik ini dimulai saat waduk penuh sampai waduk kosong. Periode kritik ini berdasarkan pada kejadian-kejadian kritis atau saat kekurangan air, sedangkan dasar metode ini adalah data di waktu yang lalu untuk menentukan kapasitas waduk di masa yang akan datang (Mc. Mohan, 1978). Dalam metode kritik ini ada dua metode pendekatan yang digunakan, yaitu :

1. Metode pendekatan periode kritik dengan memperhitungkan data debit dan memperkirakan volume waduk dengan kekurangan kebutuhan.
2. Metode pendekatan periode kritik dengan menganalisa tampungan waduk, dipilih data aliran terendah.

Pada metode periode kritik ini kapasitas waduk yang dibutuhkan ditentukan berdasarkan pada selisih antara pemakaian air dari waduk yang mula-mula penuh atau volume penuh dan pada masa-masa air minimum atau volume mati.

#### **E. Perhitungan Berdasarkan Metode Behaviour dan Metode Semi-Infinite**

Metode behaviour dan metode semi-infinite adalah merupakan metode yang termasuk dalam kelompok “periode kritik”. Dalam metode behaviour atau disebut juga simulasi, perubahan isi tampungan waduk atau kapasitas tampung waduk dapat dihitung dengan menggunakan persamaan massa tampung (Mc Mohan, 1978). Persamaan tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z_{t+1} = Z_t + Q_t - D_t - E_t - I_t \quad (3.1)$$

Dengan batasan :  $0 \leq Z_{t+1} \leq K$

Dengan :

$Z_{t+1}$  : tampungan waduk akhir periode  $t$  ( $m^3$ )

$Z_t$  : tampungan waduk awal periode  $t$  ( $m^3$ )

$Q_t$  : *inflow* selama periode  $t$  ( $m^3/\text{detik}$ )

$D_t$  : *draft* pengambilan selama periode  $t$  ( $m^3$ )

$E_t$  : evaporasi yang terjadi selama  $t$

$L_t$  : kehilangan lainnya seperti bocoran dan rembesan

$K$  : kapasitas tampung aktif waduk

Metode behaviour merupakan metode tampungan konvensional dimana dapat melimpas dan dapat kering atau kosong. Sedangkan Metode *Semi-Infinite* merupakan metode tampungan konvensional dimana dapat melimpas dan tidak dapat kering atau kosong, sehingga kegagalan harus 0 % dan kehandalan 100 %. Rumus peluang kegagalan dan rumus peluang keandalan pada metode behaviour adalah sebagai berikut :

Rumus peluang kegagalan sebagai berikut :

$$P_e = \frac{\sum P}{N} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dengan :

$P$  = jumlah waktu kosong selama periode tertentu

$N$  = jumlah panjang data yang dianalisis (hari, bulan)

$P_e$  = presentase kegagalan (%)

Rumus peluang keandalan sebagai berikut :

$$P_{fm} = \frac{\sum m_i}{N} \dots \dots \dots (3.3)$$

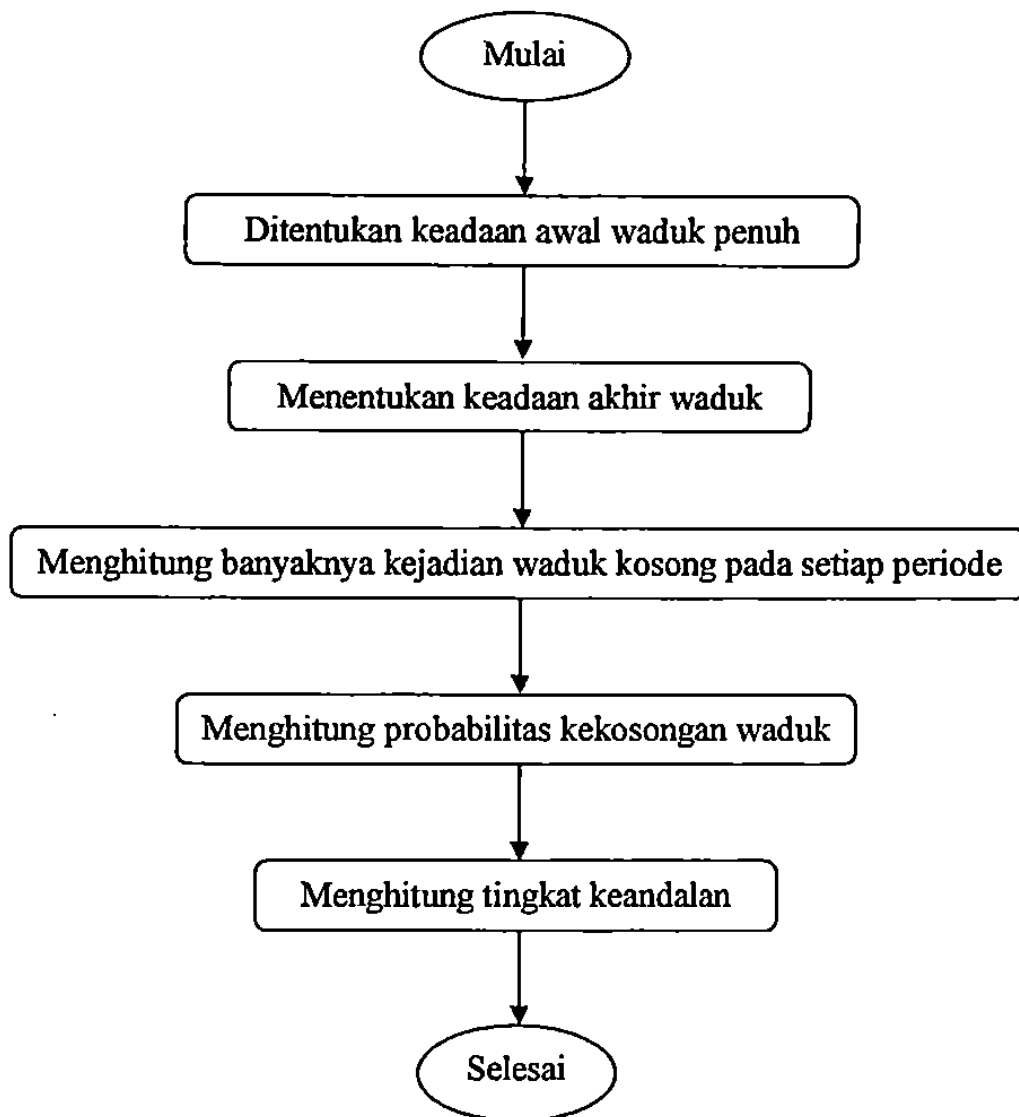
Dengan :

$m_i$  = jumlah waktu berhasil selama periode tertentu

$N$  = jumlah panjang data yang dianalisis (hari, bulan)

$P_{fm}$  = presentase kehandalan (%)

Untuk lebih jelasnya perhitungan keandalan waduk dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3.2. Bagan alir perhitungan kehandalan waduk

#### F. Keuntungan dan Kerugian Menggunakan Metode *Behaviour* dan Metode *Semi-Infinite*

Setiap metode yang digunakan dalam menganalisis selalu memiliki kelebihan dan kekurangan atau selalu memiliki kerugian di samping keuntungan. Berikut beberapa keuntungan dan kerugian menggunakan metode *behaviour* dan

1. Keuntungan yang dapat diperoleh :
  - a. Prosedur yang digunakan cukup sederhana dan rumusan yang dipakai dalam pengolahan data sangat simpel.
  - b. Hasil analisis lebih akurat, karena evaporasi, rembesan dan kebocoran lain diperhitungkan.
2. Kerugian yang mungkin terjadi :
  - a. Memerlukan *trial and error* dan berulang-ulang dalam menentukan *draft* yang sesuai dengan prosentase kegagalan yang diinginkan, sehingga dapat diterapkan dari waduk.
  - b. Bila menghitung secara manual akan cukup memakan waktu. Karena dalam melakukan perhitungan pada *time periode* tertentu menggunakan data kapasitas sebelumnya, sehingga apabila terjadi kesalahan pada suatu *time periode* akan mempengaruhi hasil perhitungan pada *time periode* berikutnya.