

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Embung

Embung merupakan waduk dengan skala kecil untuk menampung air hujan untuk persediaan suatu desa di musim kering. Selama musim kering air akan dimanfaatkan oleh desa untuk memenuhi kebutuhan penduduk, ternak, dan kebun. Di musim hujan embung tidak beroperasi karena air di luar sudah tersedia cukup banyak untuk memenuhi ketiga kebutuhan tersebut di atas. Oleh karena itu pada setiap akhir musim hujan sangat di harapkan kolam embung dapat terisi penuh air sesuai dengan desain. Untuk menjamin fungsi dan keamanannya embung mempunyai beberapa bagian yaitu :

1. Tubuh embung berfungsi menutup lembah atau cekungan (depresi) sehingga air dapat tertahaan di udiknya.
2. Kolam embung berfungsi untuk menampung air hujan.
3. Alat sadap berfungsi mengeluarkan air kolam bila di perlukan.
4. Jaringan distribusi, berupa rangkaian pipa, berfungsi untuk membawa air dari kolam ke bak tandon air harian atau dekat pemukiman secara gravitasi dan bertekanan, sehingga pemberian air tidak menerus.
5. Pelimpah berfungsi mengalirkan banjir dari kolam ke lembah untuk mengamankan tubuh embung atau dinding kolam terhadap peluapan.

Dengan dibangunnya embung di bagian hulu sungai maka kemungkinan terjadinya banjir pada musim hujan dapat dikurangi dan pada musim kemarau air yang tertampung tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain untuk pembangkit listrik tenaga air, untuk irigasi lahan pertanian, dan sebagainya. Adanya embung akan meningkatkan ketersediaan air di musim kemarau yang akan digunakan bagi memenuhi kebutuhan hidup manusia.

Selain itu, kehadiran embung juga akan mempengaruhi iklim mikro dan keseimbangan ekosistem di sekitarnya. Sedangkan ditinjau dari sudut keseimbangan tata air, embung berperan sebagai *reservoir* yang dapat dimanfaatkan airnya untuk keperluan sistem irigasi dan perikanan, sebagai sumber air baku, sebagai tangkapan air untuk pengendalian banjir, serta penyuplai air tanah.

2.2 Manfaat Embung

Manfaat pembuatan embung adalah :

1. Menyediakan air untuk pengairan tanaman di musim kemarau.
2. Meningkatkan produktivitas lahan, masa pola tanam dan pendapatan petani di lahan tadah hujan.
3. Mengaktifkan tenaga kerja petani pada musim kemarau sehingga mengurangi urbanisasi dari desa ke kota.
4. Mencegah/mengurangi luapan air di musim hujan dan menekan resiko banjir.

2.3 Retarding Basin / Kolam Retensi

Konsep dasar dari kolam retensi adalah menampung volume air ketika debit maksimum di sungai datang, kemudian secara perlahan-lahan mengalirkannya ketika debit di sungai sudah kembali normal. Secara spesifik kolam retensi akan memangkas besarnya puncak banjir yang ada di sungai, sehingga potensi *over topping* yang mengakibatkan kegagalan tanggul dan luapan sungai tereduksi.

Selain fungsi utamanya sebagai pengendali banjir, manfaat lain yang bisa diperoleh dari Kolam Retensi adalah :

- a. Sebagai sarana pariwisata air
- b. Sebagai konservasi air, karena mampu meningkatkan cadangan air tanah setempat;

Ada 2 (dua) jenis kolam retensi yang dapat diterapkan, yaitu :

- a. Kolam Retensi yang berada di samping badan sungai.

Prinsip yang dipakai dalam pembangunannya harus tersedia lahan yang cukup karena secara parsial berada di luar alur sungai. Syarat yang lain adalah tidak mengganggu sistem aliran sungai yang ada. Kriteria perencanaan konstruksi yang dapat dibuat adalah :

- Tanggul atau dinding pemisah antara sungai dan kolam retensi juga harus dibuat sekuat mungkin, karena akan mendapatkan tekanan yang kuat ketika muka air maksimum terjadi. Kegagalan/keruntuhan tanggul akan membuat sistem operasi kolam retensi menjadi gagal.

- Untuk kejadian banjir dari hulu, pola operasi adalah dengan pintu inlet dibuka dan pintu outlet ditutup. Ketika tampungan kolam retensi sudah optimum, maka pintu inlet ditutup. Bila debit yang ada di sungai sudah normal, maka pintu outlet dibuka secara bertahap untuk mengalirkan air dari kolam retensi sedikit demi sedikit ke sungai.
- Dapat dilengkapi dengan pelimpah samping untuk faktor keamanan kolam retensi dan saringan sampah/*trash rack*.
- Untuk mempertahankan usia guna, perlu dilakukan pemeliharaan. Secara sederhana dapat dilakukan pengerukan kolam dengan rutin untuk mempertahankan volume optimal kolam.

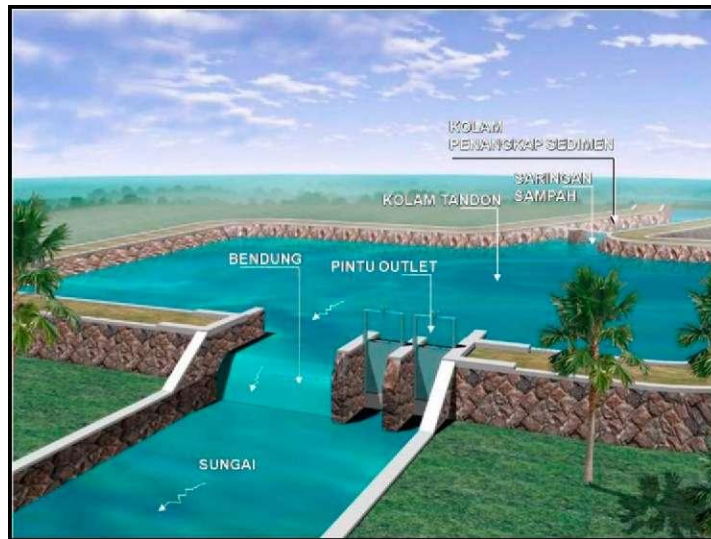


Gambar 2.1 Kolam Retensi yang Berada di Samping Badan Sungai

b. Kolam Retensi yang berada di dalam badan sungai.

Karena berada di dalam badan sungai sehingga konsepnya menjadi mirip dengan waduk. Penggunaan tipe ini bisa dilakukan jika terkendala dengan lahan, karena memanfaatkan badan sungai itu sendiri. Kriteria Perencanaan Konstruksi yang dapat dibuat adalah :

- Konstruksi pelimpah mutlak diperlukan untuk menjaga keamanan konstruksi karena kolam retensi berada di badan sungai dimana semua konstruksinya akan menerima gaya yang berat ketika debit banjir datang. Dianjurkan untuk memakai tipe pelimpah *overflow* yang dapat menghemat konstruksi (karena tidak perlu membuat saluran pelimpah samping jika memakai pelimpah samping).
- Jika konstruksinya seperti ilustrasi di gambar 2.1, maka konstruksi pintu *outlet* dan pilarnya harus benar-benar kuat.
- Dapat dibuatkan kolam penangkap sedimen di hulu pintu *inlet* sekaligus memasang *trash rack* di pintu *inlet*.
- Pola operasi pintu *inlet* dan *outlet* ketika banjir dari hulu dan rob dari hilir datang sama dengan kolam retensi tipe pertama.
- Pola pemeliharaan secara garis besar sama dengan kolam retensi jenis yang pertama.

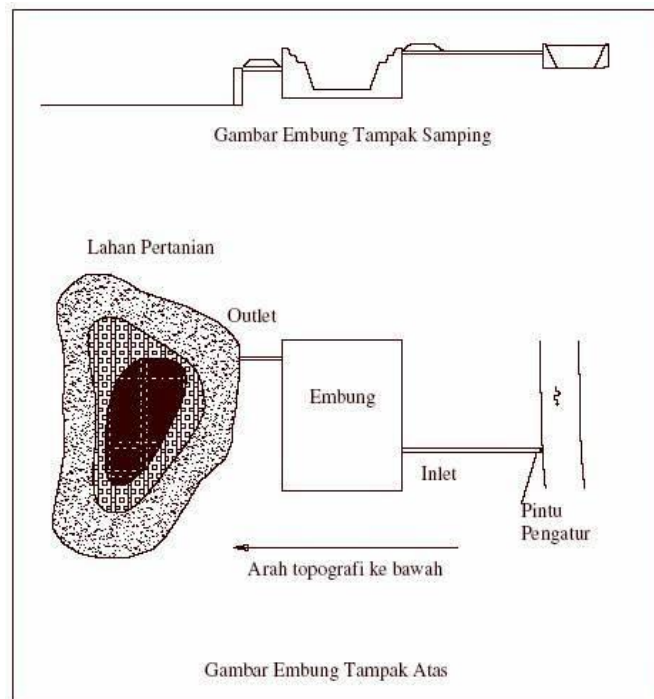


Gambar 2.2 Kolam Retensi yang Berada di Dalam Badan Sungai

2.4 Saluran Inlet (Pengambilan) dan Saluran *Outlet* (Pembuangan/ Pelimpasan)

Pembuatan saluran *inlet* (pemasukan) berupa gorong-gorong (*box culvert*) dari sungai ke embung sangatlah penting. Saluran pemasukan dibuat untuk mengarahkan aliran air yang masuk ke dalam embung, sehingga tidak merusak dinding/tanggul. Saluran pemasukan ini dapat dilengkapi dengan pintu pembuka/penutup berupa sekat balok yang mudah dibuka dan ditutup.

Saluran pelimpas (*outlet*) air juga sangat diperlukan bagi embung yang dibuat pada alur alami atau saluran drainase. Hal ini untuk melindungi bendung sekaligus mengalirkan air berlebih. Demikian pula pembuatan saluran pembuangan bagi embung.



Gambar 2.3 Saluran Inlet dan Outlet pada Embung

2.5 Daerah Aliran Sungai Ijo

Sungai Ijo merupakan sebuah sungai yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Sungai Ijo menjadi batas alami antara Kabupaten Kebumen dengan Kabupaten Cilacap serta Kabupaten Banyumas. Sungai Ijo memiliki panjang sekira 36 Km yang mengalir dari utara ke selatan. Sungai Ijo berhulu di Pegunungan Serayu Selatan tepatnya di Gunung Wadasputih (654 mdpl) yang masuk wilayah administrasi Desa Wonoharjo, Kecamatan Rowokele, Kabupaten Kebumen dan bermuara ke Samudera Hindia dekat Pantai Ayah dengan nama Muara Bodo.

Sungai Ijo melewati dua kecamatan di Kecamatan Rowokele dan Kecamatan Ayah. Lalu Kecamatan Sumpiuh dan Kecamatan Tambak di Kabupaten Banyumas serta Kecamatan Nusawungu di Kabupaten Cilacap. Sungai Ijo merupakan sungai utama yang berada di daerah aliran sungai (DAS) Ijo. DAS Ijo memiliki luas sekira 346,20 Km² yang mencakup tiga wilayah kabupaten diatas. DAS Ijo memiliki empat sub-DAS yakni DAS Gatel, DAS Jambe, DAS Pucung dan DAS Tambak. Hulu sungai ini berupa perbukitan dengan sungai berjeram namun demikian sebagian besar sungai ini berada di dataran rendah dengan tipe landai. Sungai Ijo memiliki beberapa anak sungai yang cukup besar terutama dibagian muara sehingga lebar Sungai Ijo di muara bisa berkali lipat dari di wilayah hulu. Anak Sungai Ijo yaitu:

- a. Sungai Jambe
- b. Sungai Bodo
- c. Sungai Reja
- d. Sungai Tambak
- e. Sungai Gumelar
- f. Sungai Kecepek
- g. Sungai Bulu
- h. Sungai Teba

Penduduk di sepanjang Sungai Ijo memanfaatkan untuk sumberdaya perikanan baik secara tradisional dengan cara memancing atau menjala. Bagian muara digunakan untuk pelabuhan pendaratan ikan bagi nelayan pesisir selatan Kabupaten Cilacap bagian timur serta Kabupaten Kebumen bagian barat. Selain

itu juga terdapat sebuah obyek wisata Pantai Ayah, salah satu obyek wisata andalan Kabupaten Kebumen serta obyek wisata baru berupa Wisata Edukasi Hutan Mangrove Logending yang berada tak jauh dari Pantai Ayah. Hutan Mangrove Logending memiliki luas sekitar 50 Ha dan masih akan diperluas lagi. Keberadaan Hutan Mangrove Logending tak bisa dilepaskan dari inisiatif Sukamsi warga Desa Ayah, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen yang tahu daerahnya rawan tsunami, abrasi, erosi dan banjir. Momen Tsunami Pangandaran 2006 yang begitu parah menerjang Pantai Ayah, mendorong Sukamsi makin mantap menanami sepanjang Muara dengan pohon mangrove. Besarnya debit air Sungai Ijo juga dimanfaatkan untuk pengairan/ irigasi melalui beberapa pintu air atau bendung seperti Bendung di Dusun Tambakwringindesa, Desa Bumiagung, Kecamatan Rowokele, Kabupaten Kebumen. Musim kemarau 2015-2016 membuktikan adanya buaya muara di Sungai Ijo. Buaya-buaya tersebut muncul ke permukaan serta berjemur di tepian sungai karena air sungai yang menyusut drastis saat kemarau datang. Adapun wilayah daerah aliran sungai Ijo adalah sebagai berikut :



Gambar 2.4 Daerah Aliran Sungai Ijo

2.6 Debit Andalan dan Debit Banjir Rencana

2.6.1 Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah–bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai agar analisis cukup tepat dan andal, catatan data yang diperlukan harus meliputi jangka waktu paling sedikit 10 tahun. Jika persyaratan ini tidak bias dipenuhi, maka metode hidrologi analisis dan empiris biasa dipakai. Dalam menghitung debit andalan kita harus mempertimbangkan air yang diperlukan dari sungai hilir pengambilan.

Dalam praktek ternyata debit andalan dari waktu ke waktu mengalami penurunan seiring dengan fungsi daerah tangkapan air. Penurunan debit andalan dapat menyebabkan kinerja irigasi berkurang yang mengakibatkan pengurangan areal persawahan. Antisipasi keadaan ini perlu dilakukan dengan memasukkan factor koreksi sebesar 80% sampai dengan 90% untuk debit andalan. Faktor koreksi tersebut tergantung pada kondisi perubahan DAS. (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

2.6.2 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit banjir yang digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir terbesar. Banjir rencana ini secara teoritis hanya berlaku pada satu titik di suatu ruas sungai, sehingga pada sepanjang ruas sungai akan terdapat besaran banjir rencana yang berbeda. Metode untuk mendapatkan debit banjir rencana dapat menggunakan metode sebagai berikut :

2.6.2.1 Metode *Haspers*

Rumus : $Q_n = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \cdot A^{0,70}}{1 + 0,075 \cdot A^{0,70}}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3,70 \cdot 10^{-0,40t}}{t^2 + 15} \cdot \frac{A^{0,75}}{12}$$

$$q_n = \frac{t \cdot R_n}{3,6 \cdot t}$$

$$t = 0,10 \cdot L^{0,80} \cdot i^{-0,30}$$

$$R_n = \frac{t \cdot R_t}{t + 1}$$

Dimana :

Q_n = Debit banjir (m^3/dt)

R_n = Curah hujan harian maksimum (mm/hari)

α = Koefisien limpasan air hujan (run off)

β = Koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan DAS

q_n = Curah hujan ($m^3/dt \cdot km^2$)

- A = Luas daerah aliran (km²)
- t = Lamanya curah hujan (jam)
- L = Panjang sungai (km)
- i = Kemiringan sungai

(Sumber : DPU Pengairan, Metode Perhitungan Debit Banjir, SK SNI M-18-1989-F)

2.6.2.2 Metode Manual Jawa Sumatra

Digunakan untuk luas DAS > 100 km².

Persamaan yang digunakan :

$$APBAR = PBAR \cdot ARF$$

$$SIMS = H / MSL$$

$$LAKE = \frac{\text{Luas DAS di hulu bendung}}{\text{Luas DAS total}}$$

$$V = 1,02 - 0,0275 \text{ Log (AREA)}$$

$$MAF = 8 \cdot 10^{-6} \cdot AREA^v \cdot APBAR^{2,455} \cdot SIMS^{0,177} \cdot (1 \pm LAKE)^{-0,85}$$

$$Q = GF \cdot MAF$$

Parameter yang digunakan :

AREA : Luas DAS (km²)

PBAR : Hujan 24 jam maksimum merata tahunan (mm)

ARF : Faktor reduksi areal (tabel 2.1)

SIMS : Indeks kemiringan = H / MSL (m/km)

- H : Beda tinggi antara titik pengamatan dengan ujung sungai tertinggi
(m)
- MSL : Panjang sungai sampai titik pengamatan (km)
- LAKE : Indek danau
- GF : *Growth factor* (tabel 2.2)
- Q : Debit banjir rencana

Tabel 2.1 Faktor Reduksi (ARF)

DAS (km ²)	ARF
1 – 10	0,99
10 – 30	0,97
30 – 3000	$1,52 - 0,0123 \log A$

(Sumber : Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Joesron Loebis, 1990)

Tabel 2.2 *Growth Factor* (GF)

Return Period T	Luas <i>catchment</i> area (km ²)					
	<180	300	600	900	1200	>1500
5	1.28	1.27	1.24	1.22	1.19	1.17
10	1.56	1.54	1.48	1.49	1.47	1.37
20	1.88	1.84	1.75	1.70	1.64	1.59
50	2.35	2.30	2.18	2.10	2.03	1.95
100	2.78	2.72	2.57	2.47	2.37	2.27

(Sumber : Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Joesron Loebis, 1990)

2.6.2.3 Metode Melchior

Rumus yang digunakan adalah :

$$Q_t = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$$

Dimana :

- Koefisien Run off (α)

$\alpha = 0,42-0,62$. Melchior menganjurkan untuk memakai $\alpha = 0,52$

- Koefisien Reduksi (β)

$$F = \frac{1970}{\beta - 0.12} - 3960 + 1720$$

- Hujan Maksimum (q)

Waktu konsentrasi (t)

$$t = 0,186 L Q^{-0,2} I^{-0,4}$$

$$q_n = \frac{Rn}{3,6 * t}$$

Dimana :

Q_t = Debit banjir rencana (m^3/det)

Rn = Curah hujan maksimum (mm/hari)

α = Koefisien pengaliran

β = Koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan DAS

q_n = Debit persatuan luas ($m^3/det.Km^2$)

Syarat batas dalam perhitungan debit banjir menggunakan metode *Melchior* ini adalah sebagai berikut :

- Luas daerah pengaliran sungai $> 100 \text{ Km}^2$
- Hujan dengan durasi $t < 24$ jam

Adapun langkah-langkah dalam menghitung debit puncak adalah sebagai berikut :

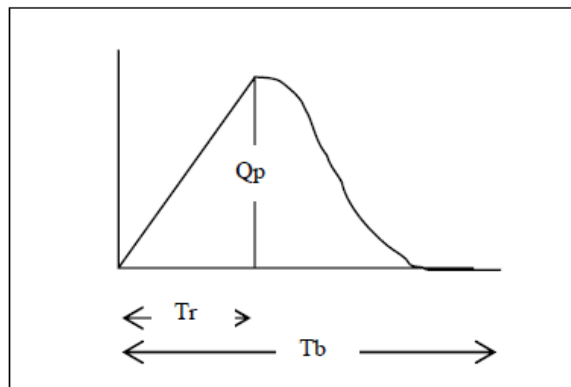
- Menentukan besarnya curah hujan sehari untuk periode ulang rencana yang dipilih
- Menentukan α untuk daerah aliran sungai
- Menghitung A, L dan I untuk daerah aliran sungai
- Memperkirakan harga untuk waktu konsentrasi t_0
- Menghitung q_n dan $Q_0 = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$
- Menghitung waktu konsentrasi $t = 0,186 L Q^{-0,2} I^{-0,4}$
- Ulangi sampai harga $t_0 \approx t$

2.6.2.4 Metode *Gamma I*

Cara ini dipakai sebagai upaya untuk memperoleh hidrograf satuan suatu DAS yang belum pernah terukur, dengan pengertian lain tidak tersedia data pengukuran debit maupun data AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) pada suatu tempat tertentu dalam sebuah DAS (tidak ada stasiun hidrometer).

Hidrograf satuan sintetik secara sederhana dapat disajikan empat sifat dasarnya yang masing-masing disampaikan sebagai berikut :

- Waktu naik (*Time of Rise*, TR), yaitu waktu yang diukur dari saat hidrograf mulai naik sampai terjadinya debit puncak.
- Debit puncak (*Peak Discharge*, Qp).
- Waktu dasar (*Base Time*, TB), yaitu waktu yang diukur dari saat hidrograf mulai naik sampai berakhirnya limpasan langsung atau debit sama dengan nol.
- Koefisien tampungan (*Storage Coefficient*), yang menunjukkan kemampuan DAS dalam fungsi sebagai tampungan air.



Gambar 2.5 Sketsa Hidrograf Satuan Sintetis

Sisi naik hidrograf satuan diperhitungkan sebagai garis lurus sedang sisi resesi (*resesion climb*) hidrograf satuan disajikan dalam persamaan *exponensial* berikut :

$$Q_t = Q_p \cdot e^{-t/k}$$

Di mana :

Q_t = Debit yang diukur dalam jam ke-t sesudah debit puncak (m^3/dt)

Q_p = Debit puncak (m^3/dt)

t = Waktu yang diukur pada saat terjadinya debit puncak (jam)

k = Koefisien tampungan dalam jam

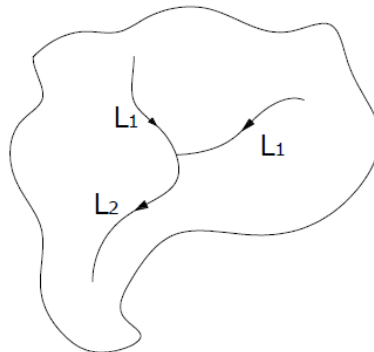
$$Tr = 0,43 \left[\frac{L}{100.SF} \right]^3 + 1,0665.SIM + 1,2775$$

Di mana :

Tr = Waktu naik (jam)

L = Panjang sungai (km)

SF = Faktor sumber yaitu perbandingan antara jumlah panjang tingkat 1 dengan jumlah panjang sungai semua tingkat



Gambar 2.6 Sketsa Penetapan Panjang dan Tingkat Sungai

$$SF = (L1+L1) / (L1+L1+L2)$$

SIM = Faktor simetri ditetapkan sebagai hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas relatif DAS sebelah hulu

$$A - B = 0,25 L$$

$$A - C = 0,75 L$$

$$WF = Wu / Wi$$

$$Q_p = 0,1836 \cdot A^{0,5886} \cdot T_r^{-0,4008} \cdot JN^{0,2381}$$

Di mana :

Q_p = Debit puncak (m^3/dt)

JN = Jumlah pertemuan sungai

$$T_B = 27,4132 \cdot T_r^{0,1457} \cdot S^{-0,0986} \cdot SN^{0,7344} \cdot RUA^{0,2574}$$

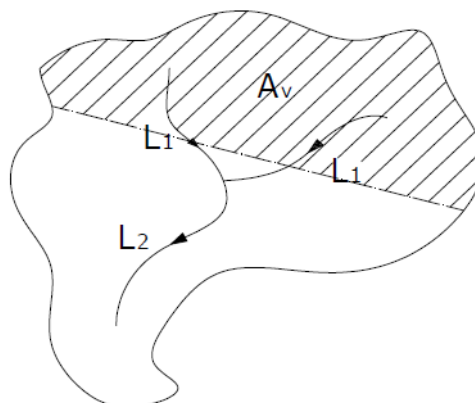
Di mana :

TB = Waktu dasar (jam)

S = Landai sungai rata-rata

SN = Frekwensi sumber yaitu perbandingan antara jumlah segmen sungai-sungai tingkat 1 dengan jumlah sungai semua tingkat.

RUA = Perbandingan antara luas DAS yang diukur di hulu garis yang ditarik tegak lurus garis hubung antara stasiun pengukuran dengan titik yang paling dekat dengan titik berat DAS melewati titik tersebut dengan luas DAS total.



Gambar 2.7 Sketsa penetapan RUA

$$RUA = Au/A$$

Penetapan hujan efektif untuk memperoleh hidrograf dilakukan dengan menggunakan indeks infiltrasi. Untuk memperoleh indeks ini agak sulit, untuk itu digunakan pendekatan dengan mengikuti petunjuk Barnes (1959). Perkiraan dilakukan dengan mempertimbangkan pengaruh parameter DAS yang secara hidrologi dapat diketahui pengaruhnya terhadap indeks infiltrasi, persamaan pendekatannya adalah sebagai berikut :

$$\Phi = 10,4903 - 3,859 \times 10^{-6} \cdot A^2 + 1,6985 \times 10^{-13} (A/SN)^4$$

Untuk memperkirakan aliran dasar 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 :

$$QB = 0,4751 \cdot A^{0,6444} \cdot D^{0,9430}$$

Di mana :

QB = Aliran dasar

A = Luas DAS (km²)

D = Kerapatan jaringan kuras (*drainage density*) / indeks kerapatan sungai yaitu perbandingan jumlah panjang sungai semua tingkat tiap satuan luas DAS.

$$k = 0,5617 \cdot A^{0,1798} \cdot S^{-0,1446} \cdot SF^{-1,0897} \cdot D^{0,0452}$$

Di mana :

k = koefisien tampungan

2.6.2.5 Metode *Passing Capacity*

Cara ini dipakai dengan jalan mencari informasi yang dipercaya tentang tinggi muka air banjir maksimum yang pernah terjadi. Selanjutnya dihitung besarnya debit banjir rencana dengan rumus :

$$Q = AxV$$

$$V = c \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad (\text{Rumus } Chezy)$$

$$c = \frac{87}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Dimana :

Q = Volume banjir yang melalui tampang (m^3/dtk)

A = Luas penampang basah (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

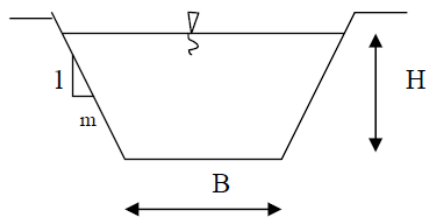
R = Jari – jari hidrolis (m)

I = Kemiringan sungai

P = Keliling penampang basah sungai (m)

c = Koefisien Chezy

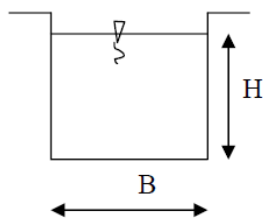
B = Lebar sungai (m)



$$A = (B+mH)H$$

$$P = B+2H(1+m^2)^{0.5}$$

$$R = A/P$$



$$A = B \times H$$

$$P = B+2H$$

$$R = A/P$$

Gambar 2.8 Bentuk-bentuk Penampang Sungai

2.7 Penelitian / Karya Ilmiah yang Pernah Dilakukan Sebelumnya

Data analisa diambil dari studi-studi terdahulu yang berkaitan dengan Sungai Ijo yaitu :

- a. SJFC-SP (*South Java Flood Control Sector Project*) oleh Konsultan Sogreah-Smec-Kwarsa Hexagon-Barunadri tahun 1998.
- b. Pekerjaan Penyusunan *Review* Desain Pengendalian Banjir Sungai Serayu, Sungai Tipar, Sungai Ijo, Sungai Telomoyo, Sungai Luk Ulo, Sungai Wawar, Sungai Cokroyasan, Sungai Bogowonto beserta anak sungainya, oleh PT. Daya Cipta Dianrancana tahun anggaran 2013.