

## BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN

### 2.1 Tinjauan Kepustakaan

Tinjauan kepustakaan bertujuan untuk membuat kerangka teori dan konsep sebagai dasar yang berhubungan dengan pokok permasalahan yang diteliti. Pada bab ini akan dikemukakan teori-teori yang dikutip dari literatur-literatur yang berkaitan dengan neraca air (*water balance*), pendapat para ahli berkaitan dengan permasalahan yang ditinjau dan rumus-rumus yang mendukung penulisan ini.

### 2.2 Neraca Air

Purnama dkk (2012) berpendapat neraca air (*Water Balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu. Sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit). Kegunaan mengetahui kondisi air pada surplus dan defisit dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula untuk mendayagunakan air sebaik-baiknya. Kebutuhan air irigasi untuk tanaman dan debit andalan yang tersedia di intake maka dibuat neraca. Secara umum persamaan neraca air dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan :

$$\Delta S = Q_{ketersediaan} - Q_{kebutuhan} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

$\Delta S$  = perubahan debit air (mm/bulan)

$Q_{ketersediaan}$  = besarnya debit yang tersedia (mm/bulan)

$Q_{kebutuhan}$  = besarnya debit yang dibutuhkan (mm/bulan)

Dalam hal ini neraca air dapat memberikan kesimpulan dari hasil pengurangan ketersediaan air dengan kebutuhan air. Kelebihan air akan terjadi jika nilai neraca air memberikan hasil positif tetapi jika nilai neraca air memberikan hasil negatif maka akan mengakibatkan kekeringan atau kekritisian air.

### **2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Triadmojo (2010) berpendapat panjang sungai adalah panjang yang diukur sepanjang sungai, dari stasiun yang ditinjau dari muara sungai sampai ujung hulunya. Sungai utama adalah sungai terbesar di daerah tangkapan dan yang membawa aliran menuju muara sungai. Pengukuran panjang sungai dan panjang DAS adalah yang penting dalam analisis aliran limpasan dan debit aliran sungai. Panjang DAS adalah panjang maksimum sepanjang sungai utama dari stasiun yang ditinjau (muara) ke titik yang terjauh dari batas DAS.

### **2.4 DAS Berdasarkan Fungsi**

Sosrodarsono (2003) berpendapat dalam rangka memberikan gambaran keterkaitan secara menyeluruh dalam pengelolaan DAS, terlebih dahulu diperlukan batasan-batasan mengenai DAS berdasarkan fungsi, yaitu :

1. DAS bagian hulu didasarkan pada fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit) dan curah hujan.
2. DAS bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi yang antara lain dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan menyalurkan air dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk dan danau.
3. DAS bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi yang diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah dan keberadaan sektor kehutanan.

## 2.5 Curah Hujan

Sebuah pendapat lain dikemukakan oleh Sosrodarsono (1980) ketersediaan air hujan yang dimaksud adalah volume air hujan rata-rata tahunan pada DAS yang dihitung guna mengetahui berapa sebenarnya volume air rata-rata tahunan yang diterima sistem hidrologi. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut sebagai curah hujan daerah dan dinyatakan dalam mm.

### 2.5.1 Curah hujan rata-rata

Curah hujan yang diperlukan untuk penggunaan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir ialah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut hujan wilayah dan dinyatakan dalam mm. Curah hujan daerah ini harus diperkirakan dari beberapa titik hujan metode perhitungan curah hujan rata-rata ini menggunakan metode perengkingan.

### 2.5.2 Curah hujan efektif

Zubaidah (2016) berpendapat curah hujan efektif adalah curah hujan yang diharapkan akan jatuh pada areal pertanian. Selama masa tumbuh tanaman dan dapat langsung menambah kebutuhan air selama masa tumbuhnya. Untuk irigasi padi, curah hujan efektif tengah bulanan diambil 70% dari curah hujan rata-rata tengah bulanan yang terlampaui 80% dari periode tersebut dan untuk curah hujan efektif palawija adalah terpenuhi 50%. Untuk lebih mudahnya dijelaskan dalam rumus sebagai berikut halaman :

Tanaman padi

$$Re = \frac{R_{80\%}(\frac{1}{2}(\text{bulanan}))}{15} \times 70\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Tanaman palawijaya

$$Re = \frac{R_{50\%}(\frac{1}{2}(\text{bulanan}))}{30} \times 80\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

Re = curah hujan efektif (mm/hari)

R80% = hujan setengah bulanan berpeluang terpenuhi 80% pada padi (mm)

R50% = hujan setengah bulanan berpeluang terpenuhi 50% pada palawija (mm).

## 2.6 Debit Andalan

Soemarto (1999) mengemukakan bahwa debit andalan adalah debit yang diperkirakan dapat terpenuhi ketersediaannya pada peluang P% dan sebaliknya diperkirakan tidak terpenuhi ketersediaannya atau gagal pada peluang (1 – P)%. Peluang P persen debit andalan ini bergantung kepada suatu kebutuhan air. Misalnya terhadap kebutuhan air pertanian atau kebutuhan air irigasi, debit andalan nya disepakati memiliki peluang keberhasilan 80% atau peluang kegagalan 20%. Sementara debit andalan untuk kebutuhan air minum di syarakan memiliki peluang keberhasilan lebih tinggi, yaitu berkisar antara 90 – 99%.

Debit aliran yang digunakan untuk menentukan debit andalan ini adalah data debit rata-rata bulanan. Cara sederhana untuk menentukan debit andalan ini adalah dengan cara mula-mula urutkan data dari nilai besar ke kecil. Kemudian tetapkan peluang setiap data dengan menggunakan rumus berikut ini. Apabila peluang data hasil perhitungan tidak ada yang persis seperti peluang yang diinginkan oleh debit andalan, maka data yang memiliki peluang sesuai yang diinginkan oleh debit andalan tersebut diperoleh dengan cara interpolasi linear.

$$P = \frac{m}{n+1}100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

P = peluang %

m = nomor urut data

n = jumlah data

Tabel 2.1 Besar Debit Andalan Beberapa Kebutuhan

No	Jenis Kebutuhan	Q Andalan
1	Untuk penyediaan air minum	88 % - 95 %
2	Untuk penyediaan air irigasi bagi :	
	- Daerah beriklim setengah lembab	70 % - 85 %
	- Daerah beriklim terang	80 % - 95 %
3	Untuk pembangkit listrik tenaga air	85 % - 90 %

Sumber : (Soemarto, 1999)

## 2.7 Debit Rata-Rata

Indra et al (2012) berpendapat debit andalan merupakan debit minimum curah hujan yang ditentukan. Dalam hal ini kemungkinan terpenuhi adalah 80%, sehingga kemungkinan curah hujan lebih rendah dari debit andalan adalah 20%. Debit andalan dihitung dengan cara perengkingan data curah hujan akan diperoleh hasil perhitungan probabilitas hujan yang terjadi berdasarkan curah hujan dari 10 tahun terakhir diperoleh pada stasiun BMKG Indrapuri. Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung debit andalan yaitu metode *Melchior* yang digunakan untuk luas DAS > 100 km<sup>2</sup> seperti pada rumus 2.5 dibawah ini.

$$Q_{\max} = \alpha \times \beta \times A \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

- $Q_{\max}$  = debit maksimum (m<sup>3</sup>/dt)
- $\alpha$  = koefisien pengaliran
- $\beta$  = koefisien reduksi.
- A = luas daerah pengaliran (Km<sup>2</sup>)

Langkah-langkah perhitungan debit andalan (Qandalan) dalam metode *Melchior* adalah :

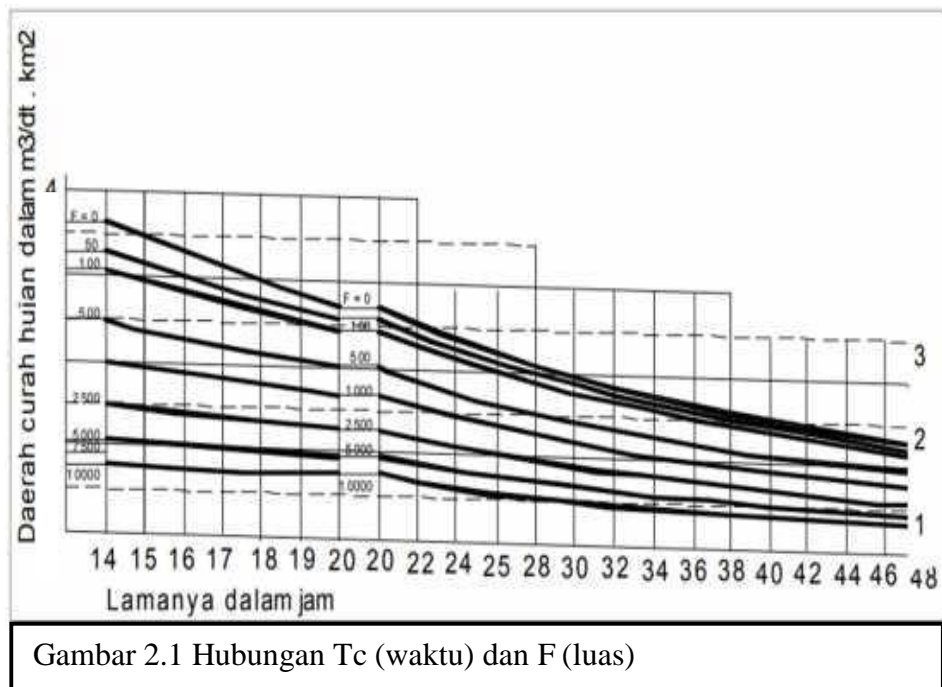
1. Menentukan  $\alpha$

*Melchior* menetapkan koefisien pengaliran ( $\alpha$ ) sebagai angka perbandingan

antara limpasan dan curah hujan total, yang besarnya tergantung dari kemiringan, vegetasi, keadaan tanah, temperatur angin penguapan dan lama hujan pada umumnya koefisien pengaliran ini bernilai antara 0,42 – 0,65. Seperti yang ditentukan pada tabel 2.1.

2. Menentukan  $\beta$

- a. Koefisien Reduksi ( $\beta$ ) ditentukan dari gambar 2.1 Kriteria Perencanaan – 01 jaringan irigasi hubungan  $T_c$  dan  $F$  dapat dilihat pada gambar berikut ini.



$$\beta = \beta_1 \times \beta_2 \dots \dots \dots (2.6)$$

- b. Nilai  $\beta_1$  ditentukan berdasarkan rumus:

$$F = \frac{1970}{\beta_1 - 0,12} - 3960 + 1720 \beta \dots \dots \dots (2.7)$$

3. Menentukan kemiringan (I)

Menentukan kemiringan sungai menggunakan rumus pada persamaan berikut:

$$I = \frac{H}{0,9 \times L} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

- H = selisih antara tinggi titik pengamatan dan titik terjauh sungai(km)
- I = kemiringan sungai
- $\beta$  = koefisien reduksi.
- L = panjang sungai utama (km)

Pada setiap wilayah menggunakan koefisien untuk limpasan air hujan yang berbeda-beda sesuai kondisi wilayah DAS dan kondisi dari geologis DASnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Koefisien limpasan air hujan

No	Keadaan Tanah Penutup	Kelompok Hidrologis Tanah	
		C	D
1	Hutan Lebat (vegetasi dikembangkan dengan baik)	0,60	0,70
2	Hutan dengan kelembatan sedang (vegetasi dikembangkan dengan cukup baik)	0,65	0,75
3	Tanaman ladang dan daeah daerah gundul (terjal).	0,75	0,80

C = Varietas Tanah biasa  
D = Varietas Tanah Unggul

Sumber : (Kriteria Perencanaan – Jaringan irigasi : 143)

## 2.8 Ketersediaan Air

Anonim (1986) berpendapat ketersediaan air hujan yang dimaksud adalah volume air hujan rata-rata tahunan. DAS yang dihitung guna mengetahui seberapa besarnya volume air rata-rata tahunan yang diterima sistem hidrologi pada DAS. Ketersediaan air adalah jumlah air (debit) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu.

## **2.9 Kebutuhan Air**

Keputusan Departemen Pekerjaan Umum (1986) Kebutuhan air terdiri dari kebutuhan air untuk pertanian dan domestik. Perhitungan kebutuhan air untuk pertanian menggunakan standar perencanaan irigasi, di mana kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kebutuhan untuk penyiapan lahan, kebutuhan air konsumtif untuk tanaman, perkolasi, kebutuhan air untuk penggantian lapisan air, curah hujan efektif, efisiensi air irigasi dan luas lahan irigasi.

Sebuah pendapat lain dikemukakan oleh Triatmodjo (2009) Kebutuhan air domestik pada suatu wilayah dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan kebutuhan air perkapita pada wilayah tersebut. Kriteria dalam penentuan kebutuhan air domestik yang dikeluarkan oleh Puslitbang Pengairan Departemen Pekerjaan Umum menggunakan parameter jumlah penduduk sebagai penentuan jumlah air yang dibutuhkan perkapita per hari.

## **2.10 Kebutuhan Air Domestik**

Sebuah pendapat lain di kemukakan oleh Triatmodjo (2009) kebutuhan domestik diartikan sebagai standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada tempat tempat hunian pribadi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti, memasak, mencuci, dan keperluan rumah tangga lainnya. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari dengan perkiraan penggunaan per hari yaitu untuk kebutuhan air minum yaitu 2 liter l/o/h, untuk memasak dan mencuci sebesar 8 -18 l/o/h, untuk mandi dan mencuci pakaian sebesar 30 – 40 l/o/h dan pembilasan sebesar 20 – 30 l/o/h. Pemenuhan air domestik melalui sambungan langsung, yaitu jenis sambungan pelanggan yang suplai airnya langsung ke rumah-rumah dan sambungan umum yaitu berdasarkan tingkat pelayanan air baku. Kriteria penentuan tingkatlayanan air ditampilkan pada Tabel 2.3 berikut ini.



Tabel 2.3 Penentuan tingkat layanan air baku

Jumlah Penduduk (Jiwa)	Tingkat Pelayanan (lt/orang/hari)
1	2
>1.000.000	120
500.000 - 1.000.000	100
100.000 - 500.000	90
20.000 - 100.000	80
10.000 - 20.000	60
<10.000	30

Sumber: Dirjen Cipta Karya (2000)

Secara umum perhitungan jumlah kebutuhan air domestik dilakukan dengan menggunakan persamaan aritmatik berikut.

$$Q_d = J_p \times K_p \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

$Q_d$  = total kebutuhan air domestik (m<sup>3</sup>/bulan)

$J_p$  = Jumlah penduduk (orang)

$K_p$  = standar kebutuhan air penduduk (lt/hari/orang)

Persamaan proyeksi penduduk dapat dinyatakan dengan rumus proyeksi penduduk geometri

$$P_n = P_0 e^{r \cdot n} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk setelah tahun ke tahun depan

$P_0$  = jumlah penduduk pada tahun awal

$r$  = angka pertumbuhan penduduk (dalam %)

$n$  = jangka waktu dalam tahun

$e$  = Bilangan eksponensial = 2,7182818.

## 2.11 Kebutuhan Air Lingkungan

Keputusan Peraturan Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang kehutanan, dituliskan bahwa tujuan penyelenggaraan kehutanan untuk meningkatkan daya dukung DAS seluas 30% dari total luas DAS berupa kawasan hutan. Sementara pemanfaatan pada kawasan hutan lindung, hutan konservasi dan hutan produksi harus dilakukan dengan kehati-hatian. Demikian juga pemanfaatan hasil hutan dan jasa lingkungan pada semua fungsi kawasan hutan lindung harus dilakukan secara lestari (berkelanjutan) tanpa mengganggu kelestarian fungsi ekosistem hutan sebagai bagian dari DAS ikut meningkatkan daya dukung DAS.

## 2.12 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan irigasi dihitung berdasarkan luas daerah aliran irigasi dan koefisien tanaman yang dipakai. Koefisien tanaman ini merupakan faktor yang dapat digunakan untuk mencari besarnya air yang habis terpakai untuk tanaman untuk masa pertumbuhannya. Adapun harga koefisien tanaman padi dan palawija untuk periode ½ bulanan disajikan pada tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Tabel Koefisien Tanaman Padi dan Palawija (1/2)

Bulan	Padi				Palawija
	Nadeco/ Prosida		FAO		FAO
	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Varietas Biasa	Varietas Unggul	Jagung
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
0.5	1,20	1,20	1,10	1,10	0,50
1.0	1,20	1,27	1,10	1,10	0,59
1.5	1,32	1,33	1,10	1,05	0,96
2.0	1,40	1,30	1,10	1,05	1,05
2.5	1,35	1,30	1,10	0,95	1,02
3.0	1,24	0	1,05	0	0,95

Tabel 2.4 Tabel Koefisien Tanaman Padi dan Palawija (2/2)

1	2	3	4	5	6
3.5	1,12		0,95		0
4.0	0		0		

Sumber : Perencanaan Teknik Irigasi Kriteria Perencanaan

Pada perhitungan aliran sungai mengacu pada pedoman yang ada, yaitu menurut Kp Irigasi 02 – 2013, dimana untuk kepentingan keseimbangan lingkungan dan kebutuhan daerah hilir bangunan utama, maka aliran sungai tidak diperoleh ada. Sedangkan menurut SE Dirjen SDA No. 05 Tahun 2016 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Kegiatan Operasi Dan Pemeliharaan Prasarana Sungai, untuk menjaga kelestarian ekosistem sungai, di dalam palung sungai perlu diusahakan adanya aliran air sebesar debit andalan yang besarnya setara aliran air alamiah dengan probabilitas 95% (sembilan puluh lima persen) tersedia sepanjang tahun. Dalam hal debit andalan 95% tidak tercapai, pengelola sumber daya air harus mengendalikan lebih ketat pemakaian air di hulu. Sehingga dalam perhitungan aliran pemeliharaan sungai pada WS Woyla Bateue Mengambil sebanyak 5% berdasarkan dengan debit ketersediaan yang ada.

