

## ANALISIS KESEIMBANGAN AIR/WATER BALANCE DI DAS TUKAD SUNGI KABUPATEN TABANAN

I Made Agus Dwi Hadryana<sup>1</sup>, I Gst. Ngr. Kerta Arsana<sup>2</sup>, I Putu Gustave Suryantara P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

Email: lelo\_hadryana90@yahoo.com

**Abstrak:** Sungai Sungai merupakan sungai lintas kabupaten yang melintasi Kabupaten Tabanan dan Kabupaten Badung yang pada aliran air di daerah hilirnya dipergunakan sebagai sumber bahan baku air minum. Sungai Sungai mempunyai panjang aliran 40,5 km dan luas daerah pengaliran sungai 39,2 km<sup>2</sup>. Daerah hulu terletak di Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan dan bermuara di wilayah Banjar Nyanyi, Desa Beraban, Kediri, Tabanan. Dengan banyaknya sumber mata air yang berada di sekitar aliran Sungai Sungai, yang merupakan bagian dari *inflow*/ketersediaan air Sungai Sungai dan bagian *outflow*/kebutuhan air Sungai Sungai dimanfaatkan sebagai penyediaan air baku untuk kebutuhan air bersih penduduk Kecamatan Tabanan dan Kecamatan Kediri, pemanfaatan untuk air irigasi. Dengan adanya *inflow*/ketersediaan debit air Sungai Sungai dan *outflow*/kebutuhan debit air Sungai Sungai yang makin tahun akan semakin besar ini dipengaruhi oleh besarnya kebutuhan air bersih penduduk. Oleh sebab itu perlu dilakukan upaya untuk mengetahui berapakah keseimbangan air/*Water balance* dari Sungai Sungai ini. Untuk mengetahui keseimbangan air/*Water balance* dari Sungai Sungai, dilakukan analisis perhitungan debit andalan Sungai Sungai berdasarkan data AWLR Luwus, analisis perhitungan kebutuhan air irigasi Sungai Sungai, analisis proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Tabanan dan Kecamatan Kediri dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2026, analisis perhitungan kebutuhan air baku berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk Kecamatan Tabanan dan Kecamatan Kediri pada tahun 2026. Untuk mendapatkan hasil dari keseimbangan air/*Water balance* dari Sungai Sungai berdasarkan analisis *inflow*/ketersediaan dan *outflow*/kebutuhan air Sungai Sungai dihitung dengan menggunakan metode Neraca Air. Dari hasil analisis simulasi Neraca Air Sungai Sungai pada tahun 2005, diketahui bahwa terjadinya jumlah hari yang surplus selama 1 tahun (365 hari) adalah sebanyak 362 hari, sedangkan jumlah hari yang terjadi defisit adalah sebanyak 3 hari, sehingga keandalan dalam 1 tahun dari Sungai Sungai adalah sebesar 99,18%.

**Kata kunci:** Keseimbangan air, neraca air, Sungai Sungai

## ANALYSIS OF WATER BALANCE IN THE WATERSHED OF SUNGI RIVER IN TABANAN REGENCY

**Abstract:** *Sungai River is a river cross flashing past the district in which the district is the district of Tabanan and Badung regency which the water flows downstream area is used as a raw material source of drinking water. Sungai river flows 40.5 km in length and river drainage area of 39.2 km<sup>2</sup>. Where the upstream area is located in the district Baturiti, Tabanan Regency and empties into the Banjar region Singing, Beraban Village, Kediri, Tabanan. With so many springs that are located around the river flow Sungai which is part of the inflow/Sungai availability of water and the outflow of the river/stream water needs Sungai used as a raw water supply for the water needs of the residents of districts Tabanan and sub-district of Kediri, water use for irrigation. With the inflow/availability of river water discharge and outflow Sungai/river water discharge requirements Sungai increasingly bigger this year will be influenced by the amount of clean water needs of the population. Therefore, efforts should be made to determine how much Water Balance of this Sungai river. To determine the Water Balance of the river Sungai, performed the analysis mainstay river discharge calculations based on data AWLR Sungai Luwus, analytical calculation of irrigation water river Sungai needs, analysis of the projected total population of districts and sub-district of Kediri, Tabanan from 2012 until 2026, the analysis calculations raw water demand based on population projections districts Tabanan and sub-district of Kediri in 2026. To obtain the results of the Water Balance of the river Sungai based analysis inflow/outflow availability and/Sungai river water requirements calculated using the Water Balance method. From the analysis of river water balance simulation Sungai in 2005, it is known that the number of days that the surplus for 1 year (365 days) is as much as 362 days, while the number of days that a deficit is as much as 3 days, so the reliability within 1 year from the river Sungai amounted to 99.18%.*

**Keywords:** *Water balance, Sungai River*

## PENDAHULUAN

Keseimbangan air atau *water balance* merupakan siklus air yang seimbang dimana besarnya aliran air yang masuk atau ketersediaan (*inflow*) dan keluar kebutuhan (*outflow*) siklus adalah sama, adapun komponen dari ketersediaan air (*inflow*) ialah air sungai, air hujan, mata air. Dan komponen dari kebutuhan air (*outflow*) ialah air baku, evaporasi, evapotranspirasi, air irigasi. sedangkan ketidakseimbangan air adalah kebalikannya. Keseimbangan air dalam siklus hidrologi tergantung pada daerah yang diamati sesuai dengan *inflow* dan *outflow*. Siklus hidrologi merupakan konsep dasar tentang keseimbangan air secara global dan juga menunjukkan semua hal yang berhubungan dengan air. Siklus hidrologi tidak akan dapat berlangsung jika atmosfer tidak mempunyai kemampuan dalam menampung dan mengangkut uap air. Karena itu, keberadaan atmosfer sangat penting dalam proses distribusi air ke seluruh permukaan bumi. Untuk menganalisis keseimbangan air, banyak metode yang dalam proses perhitungannya memanfaatkan data iklim yang pada umumnya tersedia di stasiun klimatologi.

Kebutuhan air semakin lama semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan hidup manusia, baik di daerah perkotaan maupun daerah perdesaan. Peningkatan tersebut dilihat dari dua hal yang saling tergantung satu sama lain yaitu sisi kualitas dan kuantitas. Di sisi lain, jumlah air relatif tidak berubah dari waktu ke waktu.

Pertambahan penduduk yang cepat banyak membawa dampak negatif terhadap sumberdaya air, baik kuantitas maupun kualitasnya. Sementara itu, ada sebagian penduduk kurang mendapatkan pelayanan air, tetapi di sisi lain terdapat aktivitas dan kegiatan penduduk yang menggunakan air secara berlebihan dan cenderung memerlukan pemborosan air. Sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup termasuk air tanah (Rohcili, 2006). Ketidakseimbangan air dikarenakan oleh perbedaan antara kebutuhan air yang lebih banyak dibandingkan dengan ketersediaan air yang ada (Subramanya, 1984).

$$P + (Ic + Ig) = Q + Et + (Oc + Og) + Sm + Sg + Sd + L$$

dengan:

- P = hujan
- Ic = suplai aliran permukaan melalui sungai dan saluran dari luas DAS
- Ig = suplai aliran air tanah dari luar DAS
- Q = aliran permukaan (*runoff*)

## MATERI DAN METODE

### *Water Balance* DAS dan Konsep Neraca Air

Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air di suatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit).

Pada perencanaan hidrologi, perhitungan neraca air dapat membantu menerangkan aliran air yang masuk dan keluar pada suatu sistem. Pada perhitungan neraca air, sebenarnya terdapat parameter-parameter yang sulit diukur di lapangan terutama yang berhubungan dengan parameter pada air tanah, tetapi dalam perumusannya sering dilakukan penyederhanaan sesuai dengan kondisi lapangan setempat. Perhitungan neraca air sering dilakukan untuk tujuan:

1. Menghitung persediaan air pada permukaan tanah dan sub-permukaan tanah.
2. Menaksir pola penggunaan air yang tersedia.
3. Membantu untuk menseimbangkan jumlah air yang lebih dan kekurangan air.
4. Sebagai dasar pada perhitungan perencanaan optimasi pada manajemen sumberdaya air.

Perhitungan neraca air ditulis dengan maksud untuk menjelaskan dasar-dasar perhitungan neraca air yang biasanya digunakan pada perhitungan sumberdaya air yaitu neraca air untuk daerah aliran sungai, air tanah, irigasi, dan waduk.

### Neraca air untuk daerah aliran sungai

Untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan air pada daerah aliran sungai, pada umumnya diperlukan perhitungan neraca air, yang variasi persamaan kontinuitasnya dapat dikembangkan menjadi persamaan sebagai berikut:

$$P + I (\text{import}) = Q + Et + O (\text{eksport}) + Sm + Sg + Sd + L$$

dengan:

$$P + (Ic + Ig) = Q + Et + (Oc + Og) + Sm + Sg + Sd + L$$

dengan:

- P = hujan
- Ic = suplai aliran permukaan melalui sungai dan saluran dari luas DAS
- Ig = suplai aliran air tanah dari luar DAS
- Q = aliran permukaan (*runoff*)
- Et = evapotraspirasi
- Oc = suplai aliran permukaan keluar DAS
- Og = air tanah yang mengalir keluar DAS
- Sm = perubahan kelembaban tanah
- Sd = perubahan simpanan air pada daerah cekungan
- L = kehilangan air melalui perkolasi

Penyusunan neraca air pada suatu tempat dimaksudkan untuk mengetahui jumlah netto dari air yang diperoleh sehingga dapat diupayakan pemanfaatannya sebaik mungkin (Gede, 2009).

Menurut Mather (1978), istilah neraca air mempunyai beberapa arti yang berbeda tergantung pada skala ruang dan waktu:

- Skala makro: neraca air dapat digunakan dalam pengertian yang sama seperti siklus hidrologi, neraca global tahunan dari air di lautan, atmosfer dan bumi pada semua fase,
- Skala meso: neraca air dari suatu wilayah atau suatu drainase basis utama,
- Skala mikro: neraca air yang diselidiki dari lapangan bervegetasi, tegakan hutan atau kejadian individu pohon.

Neraca air merupakan perimbangan antara masukan (input) dan keluaran (output) air di suatu tempat pada suatu saat/periode tertentu. Dalam perhitungan digunakan satuan tinggi air (mm atau cm). Satuan waktu yang digunakan dapat dipilih satuan harian, mingguan, dekad (10 harian), bulanan ataupun tahunan sesuai dengan keperluan (Gede, 2009).

Persamaan neraca air dalam daerah aliran sungai dapat disederhanakan menjadi:

$$\frac{\Delta S}{t} = Q_{inflow} - Q_{outflow}$$

dengan:

- S = Perubahan debit air dalam DAS,
- t = Waktu (detik),
- $Q_{inflow}$  = Besarnya debit air yang tersedia di DAS,
- $Q_{outflow}$  = Jumlah kebutuhan air disekitar DAS

### Debit Andalan

Untuk kebutuhan usaha pemanfaatan air, pengamatan permukaan air sungai dilaksanakan pada tempat-tempat di mana akan dibangun bangunan air seperti bendungan dan bangunan-bangunan pengambilan air dan lain-lain (Sosrodarsono, 2006). Untuk mengetahui ketersediaan air disungai diperlukan data yang cukup panjang dan handal, sehingga informasi keragaman debit terhadap waktu kejadian debit rendah dan tinggi dapat tercakup dan mewakili kejadian-kejadian tersebut. Dengan data yang cukup panjang dapat digunakan analisis statistika untuk mengetahui gambaran umum secara kuantitatif besaran jumlah air.

Untuk aliran sungai yang memiliki data pengukuran, ketersediaan airnya dapat ditentukan peluang terjadinya atau terlampauinya yang dapat dihitung dengan metode statistika. Peluang terjadinya atau terlampauinya suatu besaran debit atau yang dalam literatur dinyatakan dengan debit andalan.

Debit andalan adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu (Montarcih, 2009). Menurut pengamatan dan pengalaman, ada empat metode untuk analisis debit andalan (Montarcih, 2009), antara lain:

#### 1. Metode Debit Rata-rata Minimum

Karakteristik Metode Debit Rata-rata minimum antara lain dalam satu tahun hanya diambil satu data (data debit rata-rata harian dalam satu tahun), metode ini sesuai untuk daerah aliran sungai dengan fluktuasi debit maksimum dan debit minimum tidak terlalu besar dari tahun ke tahun serta kebutuhan relatif konstan sepanjang tahun.

## 2. Metode Flow Characteristic

Berhubungan dengan basis tahun normal, tahun kering, dan tahun basah. Yang dimaksud debit berbasis tahun normal adalah jika debit rata-rata tahunannya kurang lebih sama dengan debit rata-rata keseluruhan tahun. Debit berbasis tahun kering adalah debit rata-rata tahunan yang lebih kecil dari debit rata-rata keseluruhan tahun. Sedangkan debit berbasis tahun basah adalah debit rata-rata tahunan yang lebih kecil dari debit rata-rata keseluruhan tahun. Metode ini cocok untuk DAS dengan fluktuasi debit maksimum dan debit minimum relatif besar dari tahun ke tahun, kebutuhan relatif tidak konstan sepanjang tahun, dan data yang tersedia cukup panjang. Keandalan berdasar kondisi debit dibedakan menjadi 4 antara lain:

- Debit air musim kering, yaitu debit yang dilampaui debit-debit sebanyak 355 hari dalam 1 tahun, keandalan: 97,3 %
- Debit air rendah, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 275 hari dalam 1 tahun, keandalan: 75,3 %
- Debit air normal, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 185 hari dalam 1 tahun, keandalan: 50,7 %
- Debit air cukup, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 95 hari dalam 1 tahun, keandalan: 26,0 %

## 3. Metode Tahun Dasar Perencanaan

Analisis debit andalan menggunakan metode ini biasanya digunakan dalam perencanaan atau pengelolaan irigasi. Umumnya di bidang irigasi dipakai debit dengan keandalan 80%, sehingga rumus untuk menentukan tahun dasar perencanaan adalah sebagai berikut:

$$R80 = \frac{n}{5} + 1$$

dengan:

$n$  = kala ulang pengamatan yang diinginkan

$R80$  = debit yang terjadi <  $R80$  adalah 20%

## 4. Metode Bulan Dasar Perencanaan

Analisis debit andalan menggunakan metode ini hampir sama dengan Metode Flow Characteristic yang dianalisis untuk bulan-bulan tertentu. Metode ini paling sering dipakai karena keandalan debit dihitung bulan Januari sampai dengan Bulan Desember, jadi lebih bisa menggambarkan keadaan pada musim kemarau

dan penghujan. Biasanya bendung hanya digunakan pada tempat yang kecil debitnya, mengingat pembangunan bendung yang besar untuk pengukuran aliran memerlukan biaya yang besar. Jika permukaan air di hilir bendung sudah diketahui, maka debit dapat dihitung. Jadi permukaan air dihilir bendung harus dicatat (Sosrodarsono, 2006). Untuk menghitung besarnya debit *intake* yang datanya bersifat hipotetik menggunakan nilai modus. Angka modus lebih bermanfaat sebagai angka prakiraan besarnya nilai tengah dan sebagai indikasi pusat penyebaran data (Chay, 2004).

## Pemanfaatan Air

Konsep mengenai ketersediaan dan kebutuhan air perlu dipahami dengan baik agar pola penggunaan air atau manajemen dapat baik pula sehingga hal-hal negatif seperti krisis air, banjir, kekeringan maupun dampak-dampak lainnya setidaknya dapat direduksi. Banyaknya kasus-kasus degradasi sumber daya air seperti intrusi air laut oleh pengambilan yang berlebihan melebihi batas aman, pencemaran air tanah maupun air permukaan disebabkan oleh pemanfaatan air yang tidak berwawasan lingkungan yang cenderung mengedepankan kebutuhan saja tanpa mempertimbangkan ketersediaannya. Untuk itu, evaluasi sumberdaya air sangat penting dilakukan agar semua potensi air yang ada dapat diinventarisasi dan dihitung ketersediaannya dan juga menghitung kebutuhan air sehingga dapat diupayakan sebuah rencana yang ideal agar kebutuhan manusia terpenuhi dan ketersediaan air tetap terjaga.

### 1. Kebutuhan Air Domestik

Air akan sangat dibutuhkan untuk bertahan hidup dan aktivitas manusia (Jasrotia dkk., 2009). Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga. Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan, kebutuhan air per kapita dan proyeksi waktu air akan digunakan (Yulistiyanto dan Kironoto, 2008). Standar kebutuhan air domestik adalah dari Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Tahun 2003 dan SNI Tahun 2002.

Tabel 1. Standar kebutuhan air rumah tangga berdasarkan jenis kota dan jumlah penduduk.

| Jumlah Penduduk      | Jenis Kota   | Jumlah Kebutuhan Air Domestik (liter/orang/ hari) | Jumlah Kebutuhan Air Non- Domestik (%) |
|----------------------|--------------|---|--|
| > 2.000.000          | Metropolitan | > 210   | 20 - 30                                |
| 1.000.000- 2.000.000 | Metropolitan | 150 - 210   | 20 - 30                                |
| 500.000- 1.000.000   | Besar        | 120 - 150   | 20 - 30                                |
| 100.000- 500.000     | Besar        | 100 - 150   | 20 - 30                                |
| 20.000- 100.000      | Sedang       | 90 - 100  | 20 - 30                                |
| 3.000- 20.000        | Kecil        | 60 - 100  | 20 - 30                                |

Sumber: Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dep. PU dalam Direktorat Pengairan dan Irigasi Bappenas 2006.

Kebutuhan air domestik akan dipengaruhi juga oleh pola konsumsinya seperti penduduk kota menggunakan air lebih banyak dibandingkan penduduk desa. Pola kebiasaan dan tingkah hidup yang didukung perkembangan sosial ekonomi yang memberikan kecenderungan peningkatan kebutuhan air. Berdasarkan SNI tahun 2002 tentang sumberdaya air penduduk kota membutuhkan 120L/hari/kapita, sedang penduduk pedesaan memerlukan 60L/hari/kapita. Berdasarkan asumsi tersebut maka dapat diformulasikan kebutuhan air penduduk desa maupun kota (SNI, 2002). Kebutuhan air penduduk pedesaan = penduduk x 365 x 60 L = ..... L/Tahun. Kebutuhan air penduduk perkotaan = penduduk x 365 x 120 L = ..... L/Tahun.

**2. Kebutuhan Air Non-Domestik**

Kebutuhan air non-domestik adalah kebutuhan air selain untuk keperluan di dalam rumah, di luar rumah dan keran umum. Kebutuhan air non- domestik untuk daerah pelayanan Kecamatan Tabanan dan Kediri meliputi:

- Kebutuhan Air untuk Instansi/Kantor  
Kebutuhan air untuk instansi/kantor menurut Ditjen Cipta Karya (2000), ditentukan melalui banyaknya pegawai/karyawan. Kebutuhan air untuk instansi/kantor ditetapkan yaitu sebesar 10 liter/pegawai/hari.
- Kebutuhan Air untuk Sekolah  
Kebutuhan air untuk sekolah tergantung dari banyaknya murid, guru, serta pegawai lainnya. Menurut Ditjen Cipta Karya (2000), kebutuhan air unuk sekolah yaitu 10 liter/murid/hari.
- Kebutuhan Air untuk Tempat Ibadah  
Kebutuhan air untuk tempat ibadah diperhitungkan dari banyaknya umat yang

melakukan aktifitas di tempat tersebut. Ditjen Cipta Karya (2000), menetapkan kebutuhan air untuk tempat ibadah sampai 2 m<sup>3</sup>/hari.

**3. Proyeksi Jumlah Penduduk**

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai langkah awal ddalam menghitung proyeksi kebutuhan air bersih. Beberapa faktor yang menyebabkan atau mempengaruhi ketelitian proyeksi jumlah penduduk pada maasa yang kan datang adalah kecepatan pertumbuhan penduduk dan kurun waktu proyeksi dan jumlah tahun pengambilan data.

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk dapat menggunakan metode yang telah diakui secara umum atau dengan menggunakan metode-metode berikut ini:

- Metode Aritmatik  

$$P_n = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} K_a (T_n - T_0)$$

$$K_a = \frac{T_2 - T_1}{P_2 - P_1}$$

dengan:

- P<sub>n</sub> = jumlah penduduk pada tahun ke n
- P<sub>0</sub> = jumlah penduduk pada tahun dasar
- T<sub>n</sub> = tahun ke n
- T<sub>0</sub> = tahun dasar
- K<sub>a</sub> = konstanta aritmatik
- P<sub>1</sub> = jumlah penduduk pada tahun ke 1
- P<sub>2</sub> = jumlah penduduk pada tahun ke 2
- T<sub>1</sub> = tahun ke 1 yang diketahui
- T<sub>2</sub> = tahun ke 2 yang diketahui

- Metode Geometrik  

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

dengan:

- P<sub>n</sub> = jumlah penduduk pada tahun ke n
- P<sub>0</sub> = jumlah penduduk pada tahun dasar
- r = laju pertumbuhan penduduk per tahun
- n = jumlah interval tahun

**Metode Analisis Data**

Langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam kajian ini sebagai berikut:

1. Pengumpulan data sekunder yang akan dipergunakan sebagai bahan penelitian.
2. Dilakukan perhitungan debit limpasan dari setiap bendung Sungai Sungai.
3. Dilakukan analisis debit andalan Sungai Sungai berdasarkan data AWLR Luwus.

4. Dilakukan perhitungan kebutuhan air irigasi Sungai Sungi berdasarkan pola tata tanam metode PU.
5. Melakukan proyeksi jumlah penduduk dari data BPS.
6. Menghitung proyeksi jumlah penduduk sampai 15 tahun ke depan.
7. Menghitung kebutuhan air baku dari jumlah penduduk di Kecamatan Tabanan dan Kediri,
8. Melakukan analisis keseimbangan air/water balance dari Sungai Sungi berdasarkan inflow dan outflow Sungai Sungi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Ketersediaan Air Sungai Sungi**

Data AWLR Luwus tercatat dari tahun 2000-2007. Data AWLR Luwus digunakan sebagai langkah awal perhitungan keseimbangan air dari Sungai Sungi sebagai bagian dari inflow Sungai Sungi. Data AWLR Luwus ini digunakan karena masih dalam satu aliran DAS Sungai Sungi dan memiliki pencatatan data yang lengkap.

**Pembangkitan Debit dengan Metode Thomas dan Fiering**

Berikut adalah pembangkitan debit dari data debit minimum bulanan AWLR Luwus sebanyak 6 tahun dari tahun 2008-2013. Perhitungan pembangkitan debit dengan menggunakan metode Thomas dan Fiering.

Dengan menetapkan  $Q_{x1} = \bar{q}_{Januari}$ , perhitungan dimulai dari tahun pertama, maka selanjutnya akan didapat bulan Februari.

$$Q_{x2} = \bar{q}_{peb.} + b_{peb/jan} (Q_{x1} - \bar{q}_{jan}) + 1 \cdot \text{peb} \sqrt{(1-r^2)} \text{peb/jan}$$

$$b_{peb/jan} = r_{peb/jan} \cdot \frac{\sigma_{peb}}{\sigma_{jan}}$$

maka dalam contoh perhitungan pembangkitan debit pada bulan Januari tahun 2008 adalah sebagai berikut:

$$Q_{jan} = 0,57 + b_{jan/des} ( 0,26 - 0,46 ) + 1,404 \cdot 0,11 \sqrt{(1 - 0,53^2)}$$

dengan:  $\frac{0,11}{b_{jan/des} = 0,42 \cdot 0,14} = 0,33$

maka:

$$Q_{Jan} = 0,57 + 0,33 (0,26 - 0,46) + 1,404 \cdot 0,11 \sqrt{(1 - 0,53^2)} = 0,64 \text{ m}^3/\text{detik}$$

**Uji Homogenitas dengan Uji T**

Uji T termasuk jenis uji untuk sampel kecil. Ukuran sampel kecil adalah  $n < 30$ , untuk mengetahui apakah 2 sampel berasal dari populasi yang sama, maka dihitung Tscore dengan rumus (Montarcih dan Soetopo, 2009):

$$= \sqrt{\frac{(N_1-1)S_1 + (N_2-1)S_2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

$$= \sqrt{\frac{(8-1)0,11 + (6-1)0,12}{8 + 6 - 2}} = 0,12$$

$$t \text{ hitung} = \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{\sigma \cdot \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$= \frac{|0,57 - 0,59|}{0,12 \cdot \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{1}{6}}}$$

$$= 0,28$$

Dengan:

$$n = N_1 + N_2 - 2 = 8 + 6 - 2 = 12$$

= 5%, maka t tabel = 1,782

dimana:

Jika t hitung < t tabel, maka data debit bulanan berasal dari populasi yang sama.

Jika t hitung > t tabel, maka data debit bulanan bukan berasal dari populasi yang sama.

Berdasarkan perhitungan didapatkan harga t hitung < t tabel, sehingga data berasal dari populasi yang sama dan dapat dikatakan memenuhi.

**Kebutuhan Air Irigasi**

Kebutuhan air irigasi ini memakai perhitungan pola tata tanam dengan metode PU. Perhitungan kebutuhan air irigasi dengan pola tata tanam metode PU ini diambil berdasarkan studi sungai Penet, dan Sungai Sungi merupakan anak sungai dari sungai Penet. Sehingga pola tata tanam metode PU dapat dilihat pada lampiran.

Untuk perhitungan selanjutnya untuk memperoleh kebutuhan air irigasi dari Sungai Sungi digunakan rumus sebagai berikut:

Kebutuhan Air Irigasi = air irigasi terpakai x (kebutuhan air irigasi di *intake* x luas lahan irigasi)/1000 x irigasi rotasi x rasio luas pemakai air kumulatif

Sebagai contoh untuk perhitungan kebutuhan air irigasi pada tanggal 1 bulan Januari tahun 2005 sebagai berikut:

Dengan asumsi:

Air irigasi terpakai = 0,4 m<sup>3</sup>/detik

Kebutuhan air irigasi di *intake* = 0,735 m<sup>3</sup>/detik

Luas lahan irigasi = 3045 Ha

Irigasi rotasi = 0,4 m<sup>3</sup>/detik

Rasio luas pemakaian air kumulatif = 1

Maka:

Kebutuhan Air Irigasi =  $0,4 \times (0,735 \times 3045) / 1000 \times 0,4 \times 1 = 0,358 \text{ m}^3/\text{detik}$

### Analisis Kebutuhan Air Baku

#### Kebutuhan Air Bersih

Proyeksi kebutuhan air bersih direncanakan sampai pada tahun 2026 dapat dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dan kriteria perencanaan yang dikeluarkan oleh Dirjen PU Cipta Karya.

Contoh perhitungan kebutuhan air bersih Kecamatan Kediri dan Tabanan pada tahun 2012:

- Total jumlah penduduk (P) = 143.993 jiwa
- Penduduk terlayani dengan SR (P1) =  $60\% \times P = 60\% \times 143.993 = 86.396$  jiwa
- Kebutuhan air melalui SR (P3) =  $(100 \text{ lt/or/hr} \times P1)/86400 \text{ dt} = (100 \times 86.396)/86400 = 99,995 \text{ liter/detik}$
- Kebutuhan air domestik (D) = (P3) = 99,995 liter/detik

- Kebutuhan air non-domestik (D1) =  $20\% \times D = 20\% \times 99,995 = 19,999 \text{ liter/detik}$
- Kehilangan air (H) =  $20\% \times D = 20\% \times 99,995 = 19,999 \text{ liter/detik}$
- Kebutuhan rata-rata =  $D + D1 + H = 99,995 + 19,99 + 19,999 = 139,993 \text{ liter/detik}$
- Kebutuhan air pada hari maksimum =  $1,15 \times 139,993 = 160,992 \text{ liter/detik}$

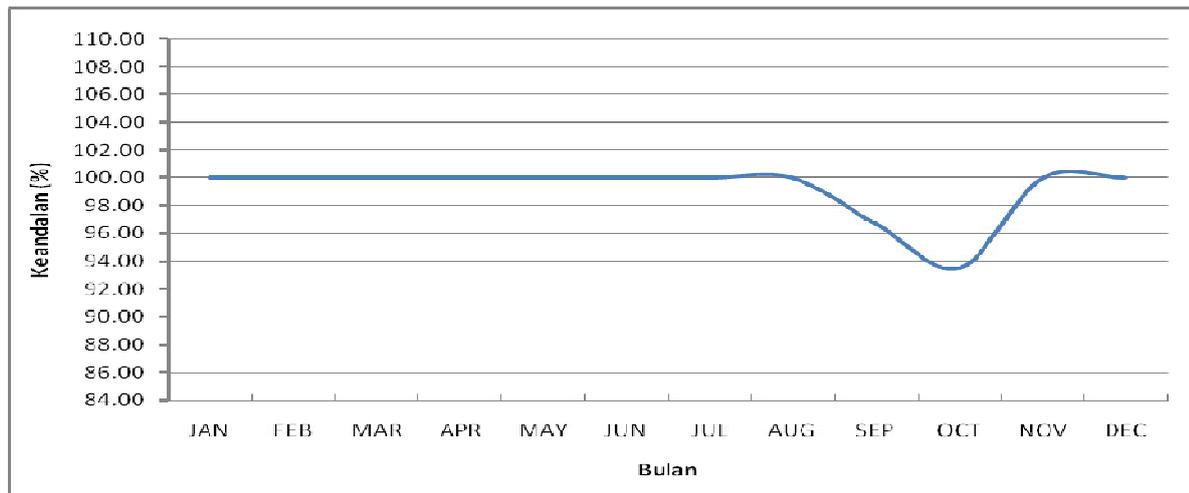
### Neraca Air

Perhitungan neraca air dilakukan dengan mendasarkan perbandingan antara ketersediaan air (*inflow*) dengan kebutuhan air (*outflow*). Ketersediaan air (*inflow*) itu terdiri atas Debit Sungai Sungai tahun 2005, *inflow* mata air Dedari, Gangsang, dan Mumbul sebesar 0,083 m<sup>3</sup>/detik. Sedangkan untuk kebutuhan air (*outflow*) terdiri dari kebutuhan air irigasi, kebutuhan air bersih tahun 2026 sebesar 0,245 m<sup>3</sup>/detik.

Setelah ditentukan bagian-bagian antara ketersediaan air (*inflow*) dengan bagian-bagian dari kebutuhan air (*outflow*) selanjutnya dilakukan analisis keseimbangan air dengan pengurangan total debit dari ketersediaan air (*inflow*) dikurangi dengan total debit dari kebutuhan air (*outflow*). Didapat nilai dari keseimbangan air atau *water balance* dari Sungai Sungai, dan jika hasil dari neraca air menunjukkan nilai positif (+) maka dikatakan surplus dan jika neraca air menunjukkan nilai negatif (-) maka dikatakan defisit. Rekapitulasi dari perhitungan simulasi neraca air Sungai Sungai tahun 2005 dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1.

Tabel 2. Rekapitulasi simulasi neraca air Sungai Sungai tahun 2005

| Uraian         | Bulan  |        |        |        |        |        |        |        |       |       |        |        | Total |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|
|                | JAN    | FEB    | MAR    | APR    | MAY    | JUN    | JUL    | AUG    | SEP   | OCT   | NOV    | DEC    |       |
| Jumlah Surplus | 31     | 28     | 31     | 30     | 31     | 30     | 31     | 31     | 29    | 29    | 30     | 31     | 362   |
| Jumlah Defisit | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1     | 2     | 0      | 0      | 3     |
| Total          | 31     | 28     | 31     | 30     | 31     | 30     | 31     | 31     | 30    | 31    | 30     | 31     | 365   |
| Keandalan(%)   | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 96,67 | 93,55 | 100,00 | 100,00 | 99,18 |



Gambar 1. Rekapitulasi simulasi neraca air Sungai Sungai tahun 2005

Dari tabel rekapitulasi simulasi neraca air Sungai Sungai tahun 2005 di atas dapat diketahui bahwa terjadinya jumlah hari yang surplus selama 1 tahun (365 hari) dalam perhitungan simulasi neraca air ini adalah 362 hari, dan jumlah hari yang defisit adalah 3 hari, sehingga keandalan dalam 1 tahun adalah 99,18%.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah diuraikan sebelumnya dapat disimpulkan:

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa kebutuhan air bersih untuk daerah Kecamatan Tabanan dan Kediri yang di proyeksikan sampai dengan 15 tahun mendatang atau dari tahun 2012 sampai tahun 2026 sebesar 245,333 liter/detik.

Dari perhitungan ketersediaan air Sungai Sungai berdasarkan data AWLR Luwus tahun 2000-2007 dilakukan perpanjangan data dengan menggunakan metode Thomas dan Fiering yang diproyeksikan 6 tahun sampai dengan tahun 2013, dan analisis keandalannya berdasarkan perhitungan dengan metode peluang Weibull, peluang Hanzen, Peluang Weilbernard & Bos-Leven Bachbull diperoleh Qdebit tahunan sebesar 0,51 m<sup>3</sup>/detik yaitu terjadi pada tahun 2005 dengan rata-rata peluang ketiga metode sebesar 88%. Dengan didapat keandalan AWLR Luwus pada tahun 2005 dan dengan didapat koefisien DAS antara Luwus dengan Sungai sebesar 2,53, sehingga

diperoleh tahun dasar debit Sungai Sungai tahun 2005 seperti pada perhitungan di atas.

Keseimbangan air atau *water balance* dari Sungai Sungai diketahui berdasarkan adanya *inflow*/ ketersediaan air berupa ketersediaan debit sungai dan ketersediaan mata air Dedari, Gangsang, Mumbul. Sedangkan *outflow*/ kebutuhan airnya berupa kebutuhan air irigasi dan kebutuhan air bersih daerah pelayanan Kecamatan Tabanan dan Kecamatan Kediri sampai tahun 2026.

Dari hasil perhitungan neraca air dilakukan dengan mendasarkan perbandingan antara ketersediaan air (*inflow*) dengan kebutuhan air (*outflow*). Didapat nilai dari keseimbangan air atau *water balance* selama 1 tahun (365 hari) dalam perhitungan simulasi neraca air ini adalah 362 hari yang terjadi surplus, dan 3 hari yang terjadi defisit, sehingga keandalan dalam 1 tahun adalah 99,18%.

### Saran

Untuk mendapatkan data debit ketersediaan air di setiap DAS sebaiknya dilakukan survei lapangan yang lebih mendetil.

Untuk mendukung perekonomian masyarakat sistem pengembangan mata air untuk kebutuhan air baku sangat mutlak diperlukan. Pengembangan untuk penyediaan air bersih kepada masyarakat di Kecamatan Kediri dan Kecamatan Tabanan yang pertumbuhan penduduknya sangat pesat mempunyai arti yang sangat penting untuk pertumbuhan pembangunan daerah ini.

Pada hasil perhitungan simulasi neraca air terjadi 3 hari defisit dalam 1 tahun atau 99,18% surplus, hal ini dapat dilakukan agar terjadi surplus 100% dalam 1 tahun dengan memanfaatkan sumber-sumber mata air yang ada di sekitar DAS Sungai.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anis, M.A.L., dkk. 1980. Water Supplay Engineering Design, Anna Arbor Science, University of Mosul.
- Anonim. 2002. Proyek Penatagunaan dan Perencanaan Sumberdaya Air WS.Sampean Baru. Dinas Pengairan Propinsi Jawa Timur.
- Asdak, C. 2004. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hadisusanto, N. 2008. Aplikasi Hidrologi. Jogja Mediautama. Malang.
- Purbawa, I G.A. dan I Nyoman G.W. 2009. Analisis Spasial Normal Ketersediaan Air Tanah Bulanan di Provinsi Bali. Buletin Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Volume 5 no. 2.