

Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Pada Daerah Irigasi Bajing Seluas 425 Ha Kecamatan Rendang, Karangasem Bali

Oleh : I Made Sudiarsa, I Ketut Soriarta, Rani Wirawati

ABSTRAK

Daerah irigasi Bajing merupakan salah satu DI yang termasuk dalam DAS Tukad Unda dengan luas baku 425 Ha. Sumber airnya berasal dari Tukad Telagawaja. Bangunan utama berupa bangunan bendung yang terletak di Desa Pesaban, Kecamatan Rendang, Kabupaten Karangasem. Pada daerah irigasi ini terdapat beberapa permasalahan diantaranya : Pintu air dan rumah pintu pada beberapa bangunan mengalami kerusakan, banyak sampah dan endapan pada beberapa ruas saluran yang menghalangi aliran air, serta beberapa ruas saluran masih berupa saluran tanah.

Dalam penelitian dilakukan analisis ketersediaan air irigasi, analisis kebutuhan air irigasi, analisis imbangan air, analisis efisiensi. Obyek penelitian dilakukan pada DI Bajing di saluran Primer dan Sekunder (BB1-BS3).

Dari hasil analisis diperoleh Efisiensi DI Bajing khususnya di jaringan Subak Selat sebesar 84.95% yang berarti sangat efisien walaupun masih perlu dilakukan perbaikan-perbaikan pada beberapa titik saluran. Sedangkan imbangan air (*water balance*) pada DI Bajing sudah mencukupi dari kebutuhan air meskipun pada beberapa periode mengalami kekurangan air yaitu pada Periode Juni I sebesar 140.018 lt/dt dan pada periode Juli II sebesar 84.603 lt/dt.

Kata kunci : Evaluasi Kinerja, Efisiensi Irigasi, Water Balance.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah irigasi Bajing merupakan salah satu DI yang termasuk dalam DAS Tukad Unda dengan luas baku 425 Ha sedangkan luas fungsionalnya sebesar 262.46 Ha yang terdiri dari 3 subak yaitu subak Selat, subak Akah, Subak Pegending. Sumber airnya berasal dari Tukad Telagawaja. Bangunan utama berupa bangunan bendung yang terletak di Desa Pesaban, Kecamatan Rendang, Kabupaten Karangasem, dengan koordinat LS 8°28'18.0" dan BT 115°24'48.2".

Pada daerah irigasi ini terdapat beberapa permasalahan diantaranya : Pintu air dan rumah pintu pada beberapa bangunan mengalami kerusakan, banyak sampah dan endapan pada beberapa ruas saluran yang menghalangi aliran air, serta beberapa ruas saluran masih berupa saluran tanah.

Dari beberapa permasalahan yang muncul diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi kinerja jaringan irigasi Bajing, sehingga hasil penelitian ini dapat menjadi pedoman pendukung untuk meningkatkan manajemen pengelolaan air irigasi secara tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari pemaparan latar belakang diatas maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana potensi sungai Daerah Irigasi Bajing untuk mengairi sawah seluas 425 Ha ?
2. Bagaimana tingkat efisiensi Saluran Irigasi Bajing ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini ialah untuk menjawab permasalahan pada daerah irigasi Bajing. Namun secara khusus dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kemampuan jaringan irigasi Bajing dalam mengairi sawah seluas 425 Ha.
2. Untuk mengetahui tingkat efisiensi jaringan Daerah Irigasi Bajing.

I. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Irigasi

Menurut PermenPUPR12/PRT/M/2015 Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air irigasi.

2.2. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi atau disebut juga **siklus air** adalah proses yang didukung oleh energi matahari, yang menggerakkan air antara lautan, langit, dan tanah. Air adalah senyawa gabungan dua atom hidrogen dengan satu atom oksigen menjadi H₂O. Air dapat berbentuk padat, cair, dan gas. Air berbentuk padat jika didinginkan sampai 0 °C dan mendidih pada suhu 100 °C.

2.3. Analisa Debit Andalan

Debit andalan adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu. Menurut pengamatan dan pengalaman, besarnya debit andalan untuk berbagai keperluan adalah seperti di bawah ini : (Rizal U, 2002)

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| - Air minum | 99%(seringkali mendekati 100%) |
| - Industri | 95-98% |
| - Irigasi:setengah lembab | 70-85% |
| - Kering | 80-95% |

- PLTA 85-90%

Ada 4 metode untuk analisis debit andalan antara lain:

- a) Metode Debit Rata-rata Minimum
- b) Metode *Flow Characteristic*
- c) Metode Tahun Dasar Perencanaan
- d) Metode Bulan Dasar Perencanaan

2.4. Curah Hujan Efektif

Dalam perhitungan curah hujan efektif, sedapat mungkin jumlah serial data lebih dari 10 tahun. Namun kondisi ini sulit dicapai terutama pada daerah-daerah yang memang tidak didesain untuk diadakan pembangunan sistem manajemen irigasi. Secara praktis untuk perhitungan curah hujan efektif digunakan rumus sebagai berikut (KP-01, 1986):

a. Padi : $Re = 0,70 \frac{R_{80}}{15}$ (2.1)

b. Palawija : $Re = 0,40 \frac{R_{80}}{15}$ (2.2)

Dengan R_{80} = curah hujan periode 15 harian(mm) dengan probabilitas 80 %. curah hujan efektif dengan probabilitas 80% ditentukan berdasarkan metode “tahun dasar perencanaan”(basic year)dengan rumus sebagai berikut:

$$R_{80} = \frac{n}{5} + 1 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan n adalah jumlah tahun pencatatan data.

2.5. Curah Hujan Rerata Daerah

Menurut Bambang Triatmodjo. 2008.Ada 3 (tiga) macam cara yang berbeda dalam menentukan curah hujan wilayah adalah sebagai berikut:

- a) Cara Tinggi Rata-rata

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_1^n \frac{d_i}{n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- d = tinggi curah hujan rata-rata areal
- d1,d2,d3,...dn = tingg curah hujan pada pos penakar 1,2,3,...n
- n = banyaknya pos penakar hujan

- b) Cara *polygon Thiessen*

$$P = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A \text{ total}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

- P = tinggi curah hujan rata-rata(mm/hari)
- P1....Pn =tinggi curah hujan harian pada setiap pos(mm/hari)

$kaA1...An$ =luas yang dibatasi garis polygon (km²)

c) Cara *Isohyet*

$$P = \frac{A1}{A1} + \frac{(P2+P2)}{2} + \frac{A2}{A1} \frac{(P2+P3)}{2} + \dots + \frac{An}{An} \frac{(Pn+Pn+1)}{2} \dots\dots(2.6)$$

Dimana :

P =tinggi curah hujan rata-rata (mm/hari)

$P1..Pn$ =tinggi curah hujan yang sama pada setiap garis isohhiet (mm/hari)

$A1..An$ = luas yang dibatasi garis isohyets (km²)

At = luas total DPS ($A1 + A2 + \dots + An$) (km²)

2.6. Metode Perhitungan Evapotranspirasi (Metode Penman)

Penggunaan perhitungan evaporasi dengan metode Penman dianjurkan pada daerah dimana tersedia temperatur udara, kelembaban relatif, kecepatan angin, lama penyinaran dan radiasi matahari. Penggunaan variabel meteorologi yang lebih lengkap membuat metode ini lebih teliti dibandingkan metode lain. Aslinya metode Penman (1948) dihasilkan dari percobaan untuk memperkirakan evaporasi permukaan air, kemudian berkembang untuk menghitung kehilangan air pada tanaman akibat transpirasi yaitu dengan cara mengalikan faktor tanaman dengan evaporasi. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai evapotranspirasi. Metode

Penman terdiri dari 2 metode yaitu : Metode Penman Modifikasi dan Metode Penman Monteith.

Perhitungan ETo berdasarkan rumus Penman didaerah Indonesia adalah sebagai berikut :

$Eto = c \times ETo^*$

$ETo = w (0,75 Rs - Rn1) + (1-w).f(u). (eu - ed) \dots\dots\dots(2.7)$

2.7. Penyiapan Lahan

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat menentukan kebutuhan maksimum air irigasi. Dalam Direktorat Jendra Pengairan (1986), Goor dan Zijlstra (1968) mengembangkan metode untuk menghitung kebutuhan air penyiapan lahan yang didasarkan pada laju konstan l/dt selama periode penyiapan lahan dan menghasilkan persamaan sebagai berikut :

$IR = M \left(\frac{e^k}{e^k - 1} \right) \dots\dots\dots(2.8)$

Dengan :

IR = kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari)

M = kebutuhan air untuk mengganti air yang hilang akibat evaporasi dan perkolasi disawah yang telah dijenuhkan

M = $Eo + P$ (mm/hari)

- K = M (T/S)
- T = Jangka waktu penyiapan lahan (hari)
- S = Air yang dibutuhkan untuk penjemuran ditambah dengan 50 mm yakni 200+50 =250 mm
- e = Konstanta = 2,171828

2.8. Penggunaan Konsumtif

Jumlah air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman disebut sebagai penggunaan konsumtif.

$$Etc = Eto \times kc \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan :

- Etc = Penggunaan konsumtif (mm/hari)
- Eto = Evapotranspirasi potensial (mm/hari)
- Kc = koefisien tanaman

2.9. Kebutuhan Air Irigasi

2.9.1. Kebutuhan Total Air Disawah

Kebutuhan total air di sawah (GFR) adalah air yang diperlukan dari mulai penyiapan lahan, pengolahan lahan sehingga siap untuk ditanami sampai pada masa panen. Berdasarkan pada KP-01 (1986) kebutuhan total air di sawah dapat dihitung dengan rumus :

$$GFR = Etc + P + WLR \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan :

- GFR = Kebutuhan total air di sawah (mm/hari atau Lt/hari.ha)
- Etc = Evapotranspirasi tetapan (mm/hari)
- WL = Penggantian lapisan air (mm/hari)
- P = Perkolasi

2.9.2. Kebutuhan Air Di Sawah

Kebutuhan air untuk tanaman pada suatu jaringan irigasi merupakan air yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan yang optimal tanpa kekurangan air yang dinyatakan dalam Netto Kebutuhan Air Lapangan (*Net Field Requirement, NFR*).

Besarnya kebutuhan air untuk tanaman di sawah ditentukan oleh beberapa faktor, yakni penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, pergantian air dan curah hujan. Faktor lain yang juga perlu diperhatikan adalah efisiensi irigasi karena faktor tersebut dapat mengurangi jumlah air irigasi pada tingkat penyaluran air. KP-01 (1986) :

$$\text{NFR} = \text{Etc} + \text{P} - \text{Re} + \text{WLR} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan :

- Etc = Kebutuhan air untuk konsumtif tanaman (mm/hari)
- P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)
- Re = Curah hujan efektif (mm/hari)
- WLR = Pergantian lapisan air (mm/hari)
- NFR = Kebutuhan air di sawah (mm/hari)

2.9.3. Kebutuhan Air Pengambilan

Setelah kebutuhan air di sawah diketahui, maka kebutuhan air pengambilan dapat diperoleh dengan mempergunakan persamaan berikut berdasarkan pada KP-01 (1986) :

$$\text{DR} = \frac{\text{NFR}}{8,64 \times \text{ef}} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dengan :

- DR = Kebutuhan air di lahan (lt/det/ha)
- NFR = Kebutuhan bersih air disawah (mm/hari)
- ef = Efisiensi irigasi (nilai efisiensi diambil 65%)

Harga efisiensi irigasi disapat dari :

$$\text{ef} = \text{et} \times \text{es} \times \text{ep} ; \text{ef} = 0,8 \times 0,9 \times 0,9 ; = 0,648 \sim 0,6$$

2.10. Debit Aliran

Jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu disebut debit aliran (Q). Debit aliran diukur dengan volume zat cair tiap satuan waktu, sehingga satuannya adalah (m³/dt) atau satuan yang lain (liter/detil,liter/menit)dsb. (Triatmodjo B, 1995 :134)

Dalam praktek, sering variasi kecepatan pada tampang lintang diabaikan, dan kecepatan aliran dianggap seragam disetiap titik pada tampang lintang yang besarnya sama dengan kecepatan rerata V, sehingga debit aliran adalah (Triatmodjo B, 1996 :134) :

$$Q = A \cdot V \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

- Q = Debit aliran yang diperhitungkan (m³/dt)
- A = Luas penampang (m²)
- V = Kecepatan rata-rata aliran (m/dt)

2.9. Efisiensi Irigasi (EI)

Mengacu pada Direktorat Jenderal Pengairan (1986) maka efisiensi irigasi secara keseluruhan diambil 90% dan tingkat tersier 80%. Angka efisiensi irigasi keseluruhan

tersebut dihitung dengan cara mengkonversi efisiensi di masing-masing tingkat yaitu $0,9 \times 0,9 \times 0,8 = 0,648 \sim 65\%$

Tabel 2.1 Efisiensi Saluran Irigasi

Jaringan	Efisiensi
Saluran Primer	90%
Saluran Sekunder	90%
Saluran Tersier	80%

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi Kreteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi (KP-01)

Secara matematis hubungan faktor-faktor yang menentukan kebutuhan air irigasi di atas dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_i = \frac{(Etc - I_r + W_{ir} + P + R_e)}{K_{ai}} \times A \dots \dots \dots (2.14)$$

Dengan :

- Kai = Kebutuhan air untuk irigasi (l/dt/ha)
- Etc = Penggunaan air konsumtif (mm/hari)
- I_r = Kebutuhan air untuk penyiapan lahan (mm/hari)
- W_{ir} = Kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (mm/hari)
- P = Kehilangan air perkolasi (mm/hari)
- R_e = Curah hujan efektif (mm/hari)
- E_i = Efisiensi irigasi
- A = Luas areal irigasi (ha)

Efisiensi air pengairan ditunjukkan dengan terpenuhi angka persentase air pengairan yang telah ditentukan untuk sampai di areal pertanian dari air yang dialirkan ke saluran pengairan. Hal ini sudah termasuk memperhitungkan kehilangan-kehilangan selama penyaluran.

Rumus kehilangan air pada saat penyaluran dinyatakan sebagai berikut :

$$B = \frac{Inflow\ debit - Outflow\ debit}{Inflow\ debit} \times 100\% \dots \dots \dots (2.15)$$

Dengan :

- B = kehilangan air pada saat penyaluran
- Debit *inflow* = jumlah air yang masuk
- Debit *outflow* = jumlah air yang keluar

Sehingga rumus efisiensi dinyatakan sebagai berikut :

$$E_i = \frac{Inflow\ debit - B}{Inflow\ debit} \times 100\% \dots \dots \dots (2.16)$$

Dengan :

E_i = efisiensi penyaluran air irigasi

B = kehilangan air pada saat penyaluran

II. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Sebagai obyek dalam penelitian Daerah Irigasi Bajing merupakan sistem suplesi pada daerah irigasi di Kecamatan Rendang. DI Bajing merupakan salah satu DI yang termasuk dalam DAS Tk. Unda dengan luas baku sebesar 425 Ha dan luas fungsional sebesar 262.46 Ha. Sumber air DI Bajing berasal dari Tukad Telagawaja yang kemudian dialirkan pada 3 subak yaitu : Subak Selat, Subak Akah dan Subak Pegending. Bangunan Utama berupa Bangunan Bendung yang terletak di Desa Pesaban, Kecamatan Rendang, Kabupaten Karangasem, dengan koordinat LS $8^{\circ}28'18.0''$ dan BT $115^{\circ}24'48.2''$. Daerah Irigasi Bajing mempunyai tofografi bergelombang sampai dengan berbukit.

3.2. Jenis dan Bentuk Data

3.2.1. Jenis Data

Data kuantitatif adalah data yang berwujud kuantitas atau angka yang dapat dihitung, seperti luas wilayah Subak pada Daerah Irigasi Bajing. Data kualitatif berupa keterangan atau uraian yang berkaitan dengan obyek penelitian dan tidak dapat dihitung atau tidak berupa angka, melainkan keterangan yang berhubungan dengan masalah yang diteliti.

3.2.2. Bentuk Data

Bentuk data dikelompokkan 2 bagian yaitu : data primer dan data sekunder.

- 1) Data Primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lokasi dengan melakukan wawancara langsung, penarikan sample atau dengan teknik tertentu yang kemudian akan diolah sehingga permasalahan dapat dipecahkan. Pada studi ini data primer berupa hasil survey lapangan.
- 2) Data Sekunder merupakan data penunjang yang melengkapi data primer. Data sekunder diperoleh dari penelitian pihak lain seperti : studi terdahulu, data Dinas PU.

3.3. Perhitungan Debit Andalan

Metode Tahun dasar perencanaan biasanya digunakan dalam perencanaan atau pengelolaan irigasi. Umumnya di bidang irigasi dipakai debit dengan keandalan 80%.

3.4. Curah Hujan Efektif

Hujan efektif adalah curah hujan yang benar-benar dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman. Besarnya curah hujan efektif untuk studi ini disesuaikan dengan jenis tanaman yang

akan ditanam, yaitu padi dan palawija. Departemen Pekerjaan Umum melalui Direktorat Pengairan (KP-01, 1986)

3.5. Curah Hujan Rerata Daerah

Dalam perhitungan curah hujan digunakan rumus *Metode Poligon Thiessen* dimana, Jika titik-titik pengamatan didalam daerah pengaliran saluran (DPSAL) tidak tersebar merata, maka dihitung berdasarkan luas pengaruh daerah tiap titik pengamatan, dengan cara menarik garis lurus pada masing-masing stasiun pengamatan hujan.

3.6. Metode Perhitungan Evapotranspirasi (Metode Penman)

Metode ini membutuhkan data rata-rata iklim harian, kondisi cuaca sepanjang siang dan malam hari yang diperkirakan mempunyai pengaruh terhadap evapotranspirasi.

3.7. Penyiapan Lahan (IR)

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat menentukan kebutuhan maksimum air irigasi. Dalam Direktorat Jendra Pengairan (1986), Goor dan Zijlstra (1968) mengembangkan metode untuk menghitung kebutuhan air penyiapan lahan yang didasarkan pada laju konstan l/dt selama periode penyiapan lahan.

3.8. Penggunaan Konsumtif

Jumlah air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman disebut sebagai penggunaan konsumtif.

3.9. Kebutuhan Air Irigasi

3.9.1. Kebutuhan Total Air Di Sawah

Kebutuhan total air di sawah (GFR) adalah air yang diperlukan dari mulai penyiapan lahan, pengelolaan lahan sehingga siap untuk ditanami sampai pada masa panen. Dengan kata lain, air yang diperlukan dari awal sampai selesainya penanaman. KP-01 (1986)

3.9.2. Kebutuhan Air Disawah

Besarnya kebutuhan air untuk tanaman di sawah ditentukan oleh beberapa faktor, yakni penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, pergantian air dan curah hujan. Faktor lain yang juga perlu diperhatikan adalah efisiensi irigasi karena faktor tersebut dapat mengurangi jumlah air irigasi pada tingkat penyaluran air.

3.9.3. Kebutuhan Air Pengambilan

Setelah kebutuhan air di sawah diketahui, maka kebutuhan air pengambilan dapat diperoleh dengan mempergunakan persamaan berdasarkan pada KP-01 (1986).

3.10. Efisiensi Irigasi (EI)

Efisiensi irigasi adalah angka perbandingan dari jumlah air irigasi nyata yang terpakai untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman dengan jumlah air yang keluar dari pintu pengambilan (*intake*). Kehilangan air yang diperhitungkan untuk operasi irigasi meliputi kehilangan air di tingkat tersier, sekunder dan primer. Besarnya masing-masing kehilangan air tersebut di pengaruhi oleh panjang saluran, luas permukaan saluran, keliling basah saluran dan kedudukan air tanah. (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Bendung Bajor

Daerah irigasi Bajor merupakan salah satu DI yang termasuk dalam DAS Tukad Unda dengan luas baku sebesar 425 Ha sedangkan luas fungsionalnya sebesar 262.46 Ha, yang terdiri dari 3 subak yaitu Subak Selat, Subak Akah dan Subak Pegending. Sumber airnya berasal dari Tukad Telagawaja. Bangunan utama berupa bangunan bendung yang terletak di Desa Pesaban, Kecamatan Rendang, Kabupaten Karangasem, dengan koordinat LS 8°28'18.0" dan BT 115°24'48.2".

4.2. Analisis Debit Andalan

Perlu diketahui informasi ketersediaan air di sungai (Debit Andalan) pada sistem irigasi yang memanfaatkan air sungai. Dalam perhitungan debit andalan digunakan Metode Tahun Dasar karena tersedianya debit bendung yang cukup panjang (10 tahun).

Tabel 4.1. Perhitungan Rangking Data Debit di Bajing

No	Tahun	Debit		Rangking	Debit Tahunan m3/dt	Tahun
		lt/dt	m3/dt			
1	2002	43094	43.094	1	22.285	2016
2	2003	40967	40.967	2	28.972	2010
3	2004	43658	43.658	3	33.432	2014
4	2005	44424	44.424	4	35.224	2007
5	2006	44820	44.82	5	37.578	2015
6	2007	35224	35.224	6	40.658	2013
7	2008	41442	41.442	7	40.967	2003
8	2009	44572	44.572	8	41.442	2008
9	2010	28972	28.972	9	43.094	2002
10	2011	43265	43.265	10	43.265	2011
11	2012	44225	44.225	11	43.658	2004
12	2013	40658	40.658	12	44.225	2012
13	2014	33432	33.432	13	44.424	2005
14	2015	37578	37.578	14	44.572	2009
15	2016	22285	22.285	15	44.820	2006

Sumber : Hasil Analisis, 2017

4.3. Ketersediaan Air Dilahan

Ketersediaan air dilahan dianalisis menggunakan curah hujan efektif. Dalam perhitungannya, terlebih dahulu dianalisis curah hujan tahunan menggunakan metode *Poligon Theissen*. Curah hujan rencana yang terjadi di daerah pengaliran DAS Tukad Unda bagian tengah dapat diketahui dengan data curah hujan harian selama 10 tahun yaitu dari 2007 sampai dengan 2016 yang diperoleh dari Balai Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar dan dari BWS Bali-Penida, dibagian Hidrologi, terdiri dari 3 (tiga) stasiun penakaran hujan yaitu :**1. Stasiun Besakih, 2. Stasiun Rendang, 3. Stasiun Duda.**

Uji konsistensi data hujan dilakukan dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Data curah hujan harian yang diperoleh, terlebih dahulu dianalisis untuk mendapatkan data curah hujan maksimum harian.

Tabel 4.2. Data Curah Hujan Tahunan Maksimum

No	Tahun	Hujan Tahunan (mm)		
		Sta. Besakih	Sta. Rendang	Sta. Duda
1	2007	2771.36	2571.70	2306.30
2	2008	2783.27	2986.45	3089.68
3	2009	1772.00	2562.95	2870.10
4	2010	3147.10	3848.50	2482.95
5	2011	2228.20	3848.50	2252.50
6	2012	1369.60	2658.41	2279.50
7	2013	2548.60	2701.23	2481.00
8	2014	1820.70	903.50	1759.60
9	2015	1152.00	954.73	1808.33
10	2016	2064.00	2950.82	2067.00
Rata-Rata		2165.68	2165.68	2339.70

Sumber : Hidrologi BWS Bali Penida dan BMKG Tuban, 2017

Dari hasil pemetaan DAS Tukad Unda memiliki luas 296.905 km² menggunakan metode Poligon Thiessen, diperoleh luas DAS yang berpengaruh pada setiap stasiun curah hujan yaitu pada Sta. Besakih 7.045 km², Sta. Rendang 10.889km² dan Sta. Duda0.467km². Dari data tersebut dilakukan analisis untuk menghasilkan curah hujan rerata tahunan.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui luas daerah tangkapan DAS} &= 7.045 + 10.889 + 0.467 \\ &= 18.401 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

Tabel 4.3. Curah Hujan Maksimum Daerah Irigasi Poligon Thiessen

No	Tahun	Hujan Tahunan (mm)			Tinggi Curah Hujan Rata-Rata Daerah
		Sta. Besakih	Sta. Rendang	Sta. Duda	
1	2007	2771.36	2571.70	2306.30	2641.41
2	2008	2783.27	2986.45	3089.68	2911.28
3	2009	1772.00	2562.95	2870.10	2267.93
4	2010	3147.10	3848.50	2482.95	3545.33
5	2011	2228.20	3848.50	2252.50	3187.68
6	2012	1369.60	2658.41	2279.50	2155.38
7	2013	2548.60	2701.23	2481.00	2637.21
8	2014	1820.70	903.50	1759.60	1276.37
9	2015	1152.00	954.73	1808.33	1051.91
10	2016	2064.00	2950.82	2067.00	2588.88

Sumber : Hasil Analisis, 2017

$$\begin{aligned} d &= \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + \dots + A_n d_n}{A \text{ total}} \\ 2007^* &= \frac{7.045 \times 2771.36 + 10.889 \times 2571.70 + 0.467 \times 2306.30}{18.401} \\ &= 2641.41 \end{aligned}$$

Tabel 4.4. Perhitungan Rangking Hujan Rata- Rata Tahunan

No	Tahun	Hujan Tahun (mm)	No	Tahun	Hujan Tahun (mm)
1	2007	2641.41	1	2015	1051.91
2	2008	2911.28	2	2014	1276.37
3	2009	2267.93	3	2012	2155.38
4	2010	3545.33	4	2009	2267.93
5	2011	3187.68	5	2016	2588.88
6	2012	2155.38	6	2013	2637.21
7	2013	2637.21	7	2007	2641.41
8	2014	1276.37	8	2008	2911.28
9	2015	1051.91	9	2011	3187.68
10	2016	2588.88	10	2010	3545.33

Sumber : Hasil Analisis, 2017

Pehitungan *Basic Year* (R_{80}) :

$$R_{80} = \frac{10}{5} + 1 = 3$$

Data hujan tahunan diurut dari kecil kebesar, untuk data hujan DI Bajing ditetapkan diurutan ketiga yaitu data hujan tahun 2012.

Tabel 4.5. Perhitungan Curah Hujan Efektif Daerah Irigasi Bajing 2012

Bulan	Januari		Pebruari		Maret		April		Mei		Juni	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Sta. Besakih	247.00	269.00	124.20	162.00	203.90	199.00	0.00	28.00	92.00	0.00	0.00	0.00
Sta. Rendang	264.55	154.60	123.50	128.00	229.01	244.50	13.00	67.50	214.00	38.00	4.50	16.50
Sta. Duda	457.00	248.00	100.00	243.00	176.00	226.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
Rata - Rata	322.85	223.87	115.90	177.67	202.97	223.17	4.33	31.83	102.00	12.67	1.50	8.17
Hujan Efektif												
a. Padi	15.066	10.447	5.409	8.291	9.472	10.414	0.202	1.486	4.760	0.591	0.070	0.381
b. Palawija	8.609	5.970	3.091	4.738	5.413	5.951	0.116	0.849	2.720	0.338	0.040	0.218

Bulan	Juli		Agustus		September		Oktober		Nopember		Desember	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Sta. Besakih	8.00	19.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.00	2.50	3.00	3.00	5.00
Sta. Rendang	59.50	50.50	10.00	4.00	3.50	0.50	172.00	34.00	119.25	82.00	260.00	365.50
Sta. Duda	62.00	99.00	4.00	10.00	0.00	8.00	215.50	7.00	96.50	36.00	136.00	147.50
Rata - Rata	43.17	56.17	4.67	4.67	1.50	2.83	129.17	14.67	72.75	40.33	133.00	172.67
Hujan Efektif												
a. Padi	2.014	2.621	0.218	0.218	0.070	0.132	6.028	0.684	3.395	1.882	6.207	8.058
b. Palawija	1.151	1.498	0.124	0.124	0.040	0.076	3.444	0.391	1.940	1.076	3.547	4.604

Sumber : Hasil Analisis, 2017

4.4. Analisis Evapotranspirasi (Metode Penman)

Metode Penman Modifikasi *Food and Agriculture Organization of the United Nation* (FAO) digunakan dalam perhitungan. Rumus Penman Modifikasi membutuhkan lebih banyak data terukur, yaitu suhu udara bulanan rerata (t , °C), kelembaban relatif bulanan rerata (RH, %), kecerahan matahari bulanan (n/N , %), kecepatan angin bulanan rerata (u , m/s) dan letak lintang daerah yang ditinjau. Pada buku pedoman untuk memprediksi kebutuhan air untuk tanaman (*guidelines for predicting crop water requirement*) tahun 1977, telah sedikit memodifikasi persamaan Penman untuk perhitungan penetapan nilai evapotranspirasi (Eto), termasuk revisi bagian fungsi kecepatan angin. Metode ini membutuhkan data rata-rata iklim harian, kondisi cuaca sepanjang siang dan malam hari yang diperkirakan mempunyai pengaruh terhadap evapotranspirasi.

3.5. Penyiapan Lahan (IR)

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan dapat menentukan kebutuhan maksimum air irigasi pada suatu proyek.

Total kebutuhan air untuk penyiapan lahan didapat setelah evaporasi diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut :

$$IR = M \left(\frac{e^k}{e^k - 1} \right)$$

Dari persamaan diatas dapat diketahui kebutuhan air untuk penyiapan lahan untuk bulan Januari :

$$IR = 8.721 \left(\frac{2.718^{1.047}}{2.718^{1.047} - 1} \right) = 13.441 \text{ mm/hari (Januari*)}$$

3.6. Penggunaan Konsumtif

Penggunaan konsumtif diperoleh dengan menggunakan koefisien tanaman. Untuk koefisien tanam (k_c) padi digunakan Nocode/ Prosida Varietas Biasa sedangkan untuk palawija koefisien tanam (k_c) menggunakan Jagung. Pola tanam untuk subak DI Bajing yaitu Padi-Padi-Palawija.

$$Etc = k_c \times Eto$$

Untuk tanaman padi pada bulan Juli I :

$$Etc = 1.20 \times 3.445 = 4.134 \text{ mm/ hari}$$

3.7. Kebutuhan Total Air Disawah

Kebutuhan total air sawah diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$GFR = IR + Etc + P + WLR$$

Untuk pada bulan JuliI :

$$GFR = 0 + 4.134 + 2.5 + 1.667 = 8.301 \text{ mm/hari}$$

3.8. Kebutuhan Air Disawah

Kebutuhan air disawah diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$NFR = IR + Etc + P + WLR - Re$$

Untuk pada bulan JuniI :

$$NRF = 14.046 + 0 + 2.5 + 0 - 0.070 = 16.476 \text{ mm/hari}$$

3.9. Kebutuhan Air Pengambilan

Setelah kebutuhan air disawah diketahui, maka kebutuhan air pengambilan dapat diperoleh dengan mempergunakan persamaan berikut :

$$DR = \frac{NFR}{8,64 \times ef}$$

$$\text{Juni I} * DR = \frac{16.476}{8,64 \times 0.65} = 2.947$$

3.10. Analisis Imbangan Air

Untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan air dibendung dari ketersediaan air dipermukaan maka dilakukan perhitungan neraca air di pintu pengambilan. secara matematis, metode perhitungan debit air sisa di bending dalam analisa keseimbangan air (*water balance*) ini yaitu :

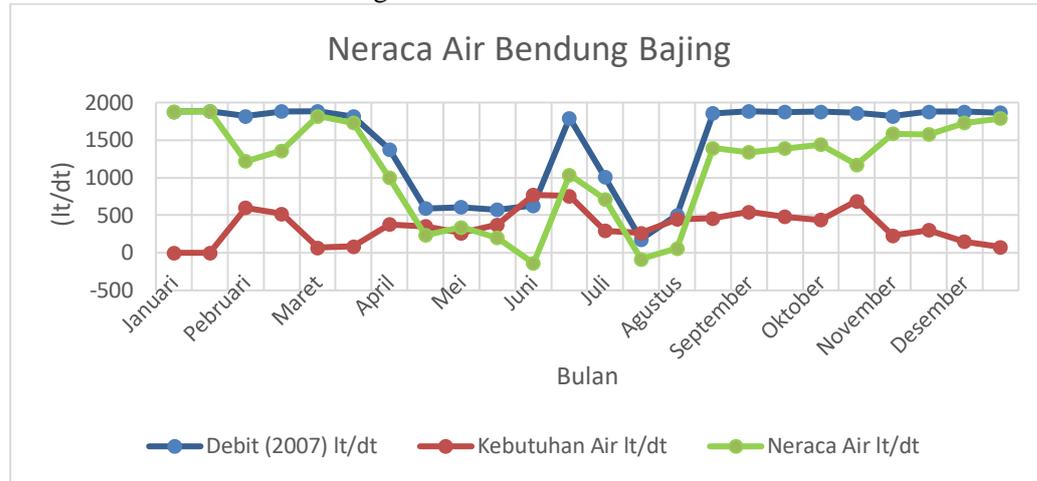
Tabel 4.6 Rekapitulasi Kebutuhan air DI Baging

No	Pola Tata Tanam Bulan	Satuan	Masa Tanam I (Padi)										Masa Tanam II (Padi)										Palawija									
			Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember		Januari		Pebruari		Maret		April		Mei							
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II						
1	Koefisien tanaman (Kc)		0	0	12	12	132	14	135	112	0	0	12	12	132	14	135	112	0	0	0.51	0.69	0.9	0.95	0.95	0.95						
			PL	PL							PL	PL							PL	PL												
2	Evapotranspirasi tanaman acuan- Perman (ETc)	mm/hari	6.02	6.02	3.45	3.45	4.22	4.22	5.60	5.60	4.47	4.47	3.46	3.46	3.96	3.96	5.20	5.20	6.02	6.02	5.22	5.22	4.50	4.50	4.44	4.44						
3	Penggunaan konsumtif (Etc)	mm/hari	0.00	0.00	4.13	4.13	5.57	5.91	7.56	6.27	0.00	0.00	4.16	4.16	5.22	5.54	7.02	5.83	0.00	0.00	2.66	3.60	4.05	4.27	4.22	4.22						
4	Evaporasi air terbuka (Eo)	mm/hari	6.62	6.62	3.79	3.79	4.64	4.64	6.16	6.16	4.92	4.92	3.81	3.81	4.35	4.35	5.72	5.72	6.63	6.63	5.75	5.75	4.95	4.95	4.89	4.89						
5	Perkolasi (P)	mm/hari	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50						
6	M = Eo + P	mm/hari	9.12	9.12							7.42	7.42							9.13	9.13					7.39	7.39						
7	Penggantian lapisan air (WLR)	mm/hari			1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67			1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67			1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67						
8	Kebutuhan air penyiraman lahan (IR)	mm/hari	14.05	14.05							12.91	12.91							13.38	13.38												
9	Kebutuhan air total (GFR)	mm/hari	16.55	16.55	8.30	8.30	9.74	10.08	11.73	10.44	15.41	15.41	8.33	8.33	9.39	9.71	11.19	10.00	15.88	15.88	6.83	7.77	8.22	8.44	8.39	8.39						
10	Hujan efektif (Re)	mm/hari	0.07	0.38	2.01	2.62	0.22	0.22	0.07	0.13	6.03	0.68	3.40	1.88	6.21	8.06	15.07	10.45	3.09	4.74	5.41	5.95	0.12	0.85	2.72	0.34						
11	Kebutuhan air bersih di lahan (NFR)	mm/hari	16.48	16.17	6.29	5.68	9.52	9.86	11.66	10.31	9.38	14.72	4.93	6.45	3.19	1.65	0.00	0.00	12.79	11.14	1.42	1.82	8.10	7.59	5.67	8.05						
12	Kebutuhan air pengambilan (DR)	l/di/ha	2.934	2.878	1.120	1.012	1.696	1.756	2.076	1.836	1.670	2.622	0.878	1.148	0.587	0.294	0.000	0.000	2.277	1.984	0.253	0.325	1.443	1.352	1.010	1.434						
13	Luas Lahan	Ha	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262	262						
14	Kebutuhan Air	l/dk	770.018	755.478	293.955	265.603	445.075	460.855	544.961	481.853	438.418	688.135	230.533	301.232	148.873	77.154	0.000	0.000	597.577	520.601	66.438	85.211	378.685	354.924	265.054	376.385						

Sumber : Hasil Analisis, 2017

Ketersediaan air dibendung dan kebutuhan air dapat disajikan seperti grafik dibawah ini :

Gambar 4.1 Grafik Keseimbangan Air



Sumber : Hasil Analisis, 2017

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat rata-rata ketersediaan debit pada DI Bajing sudah mencukupi dari kebutuhan air. Namun pada beberapa periode mengalami kekurangan air yaitu pada Periode Juni I sebesar 140.018 lt/dt dan pada periode Juli II sebesar 84.603 lt/dt.

3.11. Analisis Efisiensi Irigasi (Ei)

Efisiensi irigasi didasarkan asumsi sebagian dari jumlah air yang diambil akan hilang baik disaluran maupun dipetak sawah. Kehilangan air yang diperhitungkan untuk operasi irigasi meliputi kehilangan air di tingkat tersier, sekunder dan primer. Adapun cara perhitungan efisiensi irigasi dilakukan dengan cara :

$$EI = \frac{\text{Debit Ujung}}{\text{Debit Pangkal}} \times 100\%$$

Contoh : BB.0 - BB.1 : $EI = \frac{0.852}{0.861} \times 100\% = 98.978 \%$

Tabel 4.7 Perhitungan Efisiensi Saluran Di Subak Selat

No	Nomenklatur Ruas	Nama Ruas	Panjang (m)	Debit (Q) m ³ /dt		Kehilangan m ³ /dt	Efisiensi %
				Debit Pangkal	Debit Ujung		
1	BB.0 - BB.1	Bendung - B. Sadap . 1	1843	0.861	0.852	0.009	98.978
2	BB.1 - BB.2	B. Sadap 1 - B. Sadap.2	1320	1.489	1.149	0.341	77.128
3	BB.2 - BB.3	B. Sadap 2 - B. Bagi 1	599	1.789	2.480	-0.691	138.611
4	BB.3 - BS.1	B. Bagi 1 - B. Sadap.3	134	0.258	0.089	0.169	34.417
5	BS.1 - BS.2	B. Sadap 3 - B. Sadap.4	148	0.104	0.086	0.018	82.658
6	BS.2 - BS.3	B. Sadap 4 - B. Sadap.5	109	0.067	0.052	0.015	77.912
Rata -Rata							84.951

Sumber : Hasil Analisis, 2017

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa tingkat efisiensi DI Bajing khususnya pada Jaringan Irigasi Subak Selat sebesar 84.95%. Ini masih efisien walaupun dibawah kondisi normal yaitu 90% maka dari itu perlu dilakukan perbaikan-perbaikan saluran seperti saluran bocor sehingga dapat meminimalisir kehilangan air dalam meningkatkan efisiensi jaringan irigasi.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis terhadap Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Pada Daerah Irigasi Bajing khususnya pada jaringan Irigasi Subak Selat dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan imbangan air (*water balance*) dapat disimpulkan bahwa Jaringan irigasi Bajing sudah mampu dalam mengairi sawah, karena rata-rata ketersediaan debit pada DI Bajing sudah mencukupi dari kebutuhan air meskipun pada beberapa periode mengalami kekurangan air yaitu pada Periode Juni I sebesar 140.018 lt/dt dan pada periode Juli II sebesar 84.603 lt/dt.
2. Efisiensi DI Bajing khususnya di jaringan Subak Selat sebesar 84.95%, yang berarti sangat efisien walaupun masih perlu dilakukan perbaikan-perbaikan pada beberapa titik saluran.

5.2. Saran- Saran

1. Dalamantisipasi mengatasi kekurangan air pada periode Mei II mungkin dapat dilakukan dengan mempertimbangkan jenis tanaman yang di tanam pada periode tersebut sehingga air yang dibutuhkan lebih sedikit.
2. Untuk lebih meningkatkan efisiensi Jaringan Irigasi Bajing, agar segera dilakukan perbaikan-perbaikan pada salurannya dan perawatan-perawatan supaya dilakukan berkala agar lebih maksimal.
3. Dalam menjaga saluran supaya tetap dapat bekerja dengan baik, peran serta masyarakat setempat maupun yang memanfaatkan air pada saluran, juga harus ditingkatkan kesadarannya untuk memelihara saluran irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

Artawan I Kadek, *Evaluasi Kinerja Jaringan Daerah Irigasi Penarungan Kecamatan Mengwi Kabupaten Badung*, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai 2016

Doorenbos dkk., 1977. *Difinisi Kebutuhan Air*.

<http://en.agro.uba.ar/careras/Argonomia/materias/climabiblio> di akses pada 12 Januari 2016

Goor dan Zijlstra, 1968, *Penyiapan Lahan*.

<http://www.pssurvival.com/ps/Crops/Tropical-Gumes-For-The-Future1986> diakses pada 26 November 2015

Koehuan, J.E., 2003. Analisis Pemanfaatan dan Pengelolaan Air di Sistem Irigasi Kalibawang Kabupaten Kulon Progo, *Jurnal Ilmial*. Universitas Andalas, Padang. VISI, PSI-SDALP

Fahrol R, Ahmad P. M. T. 2013. *Evaluasi Kinerja Saluran Jaringan Irigasi Jeruam Kabupaten Nagan RayaSumatra Utara*. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Sumatra Utara. Vol.6 No.21 April 2007, hlm 52-58

Permen. *PU-PR No: 12/PRT/M/2015* ,tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Daerah Jaringan irigasi.

Rizal Unditya, 2002, *Analisa Debit Andalan*

<https://www.scribd.com/doc/86970137/Analisa-Debit-Andalan> diakses pada 30 Maret 2017

Standar Perencanaan Irigasi (KP-01, Dept. PU Dirjen Pengairan, 1986).

Suroso,dkk, 2007. *Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Banjaran Untuk Meningkatkan Efektifitas dan Efisiensi Pengelolaan Air Irigasi*. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Soedirman, Vol,7,No.1,Januari 2007,hlm.55-62.

Triatmodjo Bambang, *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta : Beta Offset, 2008