



ANALISA KEHILANGAN AIR PADA SALURAN TERSIER DAERAH BENDUNGAN (DAM) WONOSROYO KECAMATAN WONOSARI KABUPATEN BONDOWOSO

Soraya Firdausi¹

¹ Program studi Teknik Sipil, Universitas Bondowoso,
Jawa timur, Indonesia-65140

ABSTRAK

Upaya peningkatan irigasi membutuhkan penanganan tersendiri dalam suatu sistem perencanaan komprehensif yakni bangunan irigasi dan ketersediaan air yang berlebih atau kurang sehingga distribusi air yang secara alami maupun rekayasa manusia dapat terdistribusi dengan merata. Keuntungan dari intermitten irrigation salah satunya adalah menghemat air irigasi, mengurangi masalah drainase dan membuat aerasi pada tanah. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan menggunakan perhitungan terhadap presentase kehilangan air pada saluran tersier, dengan mengetahui debit, dengan mengetahui debit di hulu dan di hilir dan juga kecepatan saluran, dapat diketahui kehilangan air di titik akhir saluran Hasil Analisa ini menunjukkan bahwa debit air di akhir yaitu 0,53 m³/detik, dan kehilangan air pada saluran tersebut menjangapi 58.8% yang mana cukup tinggi dan sangat berpengaruh terhadap efisiensi aliran

PENDAHULUAN

Irigasi adalah salah satu faktor penting dalam bahan pangan. Dimana sistem irigasi ini sebagai satu kesatuan yang tersusun dari berbagai komponen seperti pengelolaan, pembagian dan pengaturan air. Peran irigasi dalam menstabilkan dan meningkatkan hasil produksi pertanian tidak terjadi pada produktivitas saja, akan tetapi juga pada kemampuannya untuk meningkatkan faktor-faktor pertumbuhan lainnya yang berhubungan langsung dengan input produksi

Dalam meningkatkan hasil pertanian upaya yang dilakukan di daerah Bondowoso khususnya Kecamatan Wonosari Daerah Wonosroyo salah satunya menggunakan sistem irigasi. Daerah jaringan irigasi



wonosroyo memiliki Jaringan Irigasi permukaan. Besarnya peningkatan tekanan pada sumber daya air yang tersedia untuk irigasi dan kebutuhan lainnya, terutama selama musim kemarau, membutuhkan Jaringan Irigasi yang memiliki efisiensi yang tinggi untuk menyalurkan air irigasi.

Jaringan Irigasi bendungan wonosroyo yang mengalami beberapa kerusakan seperti rusaknya tubuh saluran akibat erosi tebing dan kebocoran pada saluran irigasi. Peneliti ingin mengevaluasi kinerja Jaringan Irigasi bendungan Wonosroyo apakah sudah berfungsi sesuai rencana selama masa pengoperasian.

Untuk mengetahui seberapa efektifnya Jaringan Irigasi bendungan Wonosroyo dapat dinilai dengan cara menganalisis kinerjanya, yaitu dengan melakukan sistem pendekatan yang mengacu pada 3 aspek yaitu aspek fisik, aspek pemanfaatan, dan aspek operasi dan pemeliharaan (O&P). Kegiatan pembinaan pemerintah terhadap kelompok pengelolaan dan pemeliharaan sarana saluran irigasi yaitu P3A (Perkumpulan Petani Pemakai Air).

1. LANDASAN TEORI

Jaringan sederhana

Dalam meningkatkan hasil pertanian upaya yang dilakukan di daerah Bondowoso khususnya Kecamatan Wonosari Daerah Wonosroyo salah satunya menggunakan sistem irigasi. Daerah jaringan irigasi wonosroyo memiliki Jaringan Irigasi permukaan. Besarnya peningkatan tekanan pada sumber daya air yang tersedia untuk irigasi dan kebutuhan lainnya, terutama selama musim kemarau, membutuhkan Jaringan Irigasi yang memiliki efisiensi yang tinggi untuk menyalurkan air irigasi.

Jaringan Irigasi bendungan wonosroyo yang mengalami beberapa kerusakan seperti rusaknya tubuh saluran akibat erosi tebing dan



kebocoran pada saluran irigasi. Peneliti ingin mengevaluasi kinerja Jaringan Irigasi bendungan Wonosroyo apakah sudah berfungsi sesuai rencana selama masa pengoperasian.

Untuk mengetahui seberapa efektifnya Jaringan Irigasi bendungan Wonosroyo dapat dinilai dengan cara menganalisis kinerjanya, yaitu dengan melakukan sistem pendekatan yang mengacu pada 3 aspek yaitu aspek fisik, aspek pemanfaatan, dan aspek operasi dan pemeliharaan (O&P). Kegiatan pembinaan pemerintah terhadap kelompok pengelolaan dan pemeliharaan sarana saluran irigasi yaitu P3A (Perkumpulan Petani Pemakai Air

Perkolasi

Perkolasi diartikan sebagai kecepatan air yang meresap ke bawah secara vertikal sebagai kelanjutan proses infiltrasi. Perkolasi merupakan faktor yang menentukan kebutuhan air tanaman (Etc = Evaporasi konsumtif). Laju perkolasi sangat tergantung kepada sifat-sifat tanah. Penyelidikan perkolasi di lapangan sangat diperlukan untuk mengetahui secara benar angka- angka perkolasi terjadi. Laju perkolasi normal pada tanah lempung sesudah dilakukan penggenangan berkisar antara 1 sampai 3 mm/hari. Di daerah –daerah miring perembesan dari sawah ke sawah dapat mengakibatkan banyak kehilangan air. Di daerah-daerah dengan kemiringan diatas 5% paling tidak akan terjadi kehilangan 5 mm/hari akibat perkolasi dan perembesan

Perkolasi

Perkolasi artikan sebagai kecepatan air yang meresap ke bawah secara vertikal sebagai kelanjutan proses infiltrasi. Perkolasi merupakan faktor yang menentukan kebutuhan air tanaman (Etc = evaporasi konsumtif). Laju perkolasi sangat tergantung kepada sifat-sifat tanah.



Penyelidikan perkolasi di lapangan sangat diperlukan untuk mengetahui secara benar angka- angka perkolasi terjadi.

Laju perkolasi normal pada tanah lempung sesudah dilakukan penggenangan berkisar antara 1 sampai 3 mm/hari. Di daerah-daerah miring perembesan dari sawah ke sawah dapat mengakibatkan banyak kehilangan air. Di daerah-daerah dengan kemiringan diatas 5%, paling tidak akan terjadi kehilangan 5 mm/hari akibat perkolasi dan rembesan.

Rembesan

Tolak ukur keberhasilan pengelolaan jaringan irigasi adalah efisiensi dan efektifitas. Efektifitas pengelolaan Jaringan Irigasi ditunjukkan oleh perbandingan antara luas areal terairi terhadap luas rancangan, juga dapat diartikan bahwa irigasi yang dikelola secara efektif mampu mengairi areal sawah sesuai dengan yang diharapkan. Dalam hal ini tingkat efektifitas ditunjukkan oleh indeks luas areal (Ramadhan F, 2013 : 27).

Efisiensi Pemakaian Air Irigasi

Secara umum efisiensi adalah perbandingan "output" terhadap "input" pada suatu usaha kerja atau kegiatan. Ditinjau dari segi pertanian, efisiensi irigasi dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah air yang nyata bermanfaat bagi tanaman yang diusahakan terhadap jumlah air yang tersedia atau diberikan (Partowijoto, 1984).

Efisiensi Irigasi menunjukkan tingkat efisiensi pemakaian air yang tersedia berdasarkan metode penilaian yang berbeda-beda. Rancangan sistem Irigasi, tingkat persiapan tanah, pemeliharaan system irigasi akan mempengaruhi efisiensi Irigasi (Michael, 1978).

Kehilangan air secara berlebihan perlu dicegah dengan cara peningkatan saluran menjadi permanen dan pengontrolan operasional



sehingga debit tersedia dapat dimanfaatkan secara maksimal bagi peningkatan produksi pertanian dan taraf hidup petani. Kehilangan air yang relatif kecil akan meningkatkan efisiensi jaringan irigasi, karena efisiensi irigasi sendiri merupakan tolak ukur suksesnya operasi pertanian dalam semua Jaringan Irigasi.

Efisiensi Irigasi menunjukkan angka daya guna pemakaian air yaitu merupakan perbandingan antara jumlah air yang digunakan dengan jumlah air yang diberikan yang dinyatakan dalam persen (%).

$$E_p = \frac{O_n}{I_n} \times 100\%$$

$$Efisiensi = \frac{\text{Debit air yang keluar } \left(\frac{m^3}{dt}\right)}{\text{Debit air yang masuk } \left(\frac{m^3}{dt}\right)} \times 100\% \quad (4)$$

$$K = 100\% - E_p \quad (5)$$

Keterangan :

E_p = Efisiensi

O_n = Debit keluarruaspengukuranke n (m^3/det)

I_n = Debit masukruaspengukuranke n (m^3/det)

Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Efisiensi diperlukan karena adanya pengaruh kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi, perkolasi, infiltrasi, kebocoran dan rembesan. Perkiraan efisiensi irigasi ditetapkan sebagai berikut (KP-01, 1986;10) :

(1) jaringan tersier = 80% ;

(2) jaringan sekunder = 90 % ;



(3) Jaringan Primer = 90%. Sedangkan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan adalah $80\% \times 90\% \times 90\% = 65\%$.

3.1 . Prosedur Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada saat kegiatan praktikum menghitung debit saluran air adalah rollmeter, pasak yang terbuat dari bahan bambu, stopwatch/handphone, tali plastik, mistar, alat tulis, bola pancing.

2. Cara Kerja

- Menentukan lokasi daerah pengukuran
 - a) Memasang pasak 1 disebelah kiri saluran, kemudian tegak lurus ke arah seberang, pasak no.2.
 - b) Menghubungkan antara pasak no.1 dengan pasak no.2 menggunakan tali rafia. (sebagai batas daerah pengukur I)
 - 1) Memasang pasak no.3 dengan no.4 dengan jarak 25 meter ke arah hilir pada pasak no.1 dan no.2.
 - 2) Menghubungkan antara pasak no.3 dan pasak no.4 dengan tali rafia (sebagai batas daerah pengukur II)
 - 3) Jarak I dan II = (D) dalam satuan meter
- Menentukan kecepatan aliran air (V)
 - a) Memastikan semua peralatan dengan kondisi baik dan siap digunakan.



- b) Memulai dengan menghanyutkan bola pimpong dengan jarak 5 meter dari batas pengukuran I ke arah hulu saluran.
- c) Menghidupkan stopwatch, saat bola pimpong tepat berada di bawah tali batas daerah penampang I.
- d) Mematikan stopwatch sesaat bola pimpong telah mencapai tepat di bawah tali batas daerah penampang II.
- e) Mencatat waktu untuk menempuh jarak dari daerah penampang I ke daerah penampang II (t).
- f) Menghitung kecepatan aliran air dengan menggunakan rumus, dimana :

$$V = D/t$$

V = kecepatan aliran air sungai (m/detik)

D = jarak antara daerah penampang I dengan II (meter)

t = waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak (detik)

- Menentukan luas penampang basah saluran (A)
 - a) Menentukan lebar saluran (I) pada daerah penampang.
 - b) Mengukur kedalaman air (d1) pada daerah penampang I kemudian diulangi ; hingga lima tempat (d2, d3, d4, d5).
 - c) Menentukan rata-rata dalam air (d) pada daerah penampang I

d= menghitung luas penampang basah dengan menggunakan rumus :

$A = I \times d$ m , dimana

A= luas penampang basah (m²)

I= lebar saluran (meter)



d = kedalaman air rata-rata (meter)

setelah itu mencari debit air dengan rumus :

$$Q = V \times A$$

Q = debit air yang mengalir (m³/detik)

V = kecepatan aliran air (m/detik)

A = Luas penampang basah (m²)

4.1 Hasil Penelitian

Peneliti mengukur aliran dengan menggunakan bola pimpong. Peneliti melakukan 3 kali percobaan. Untuk data hulu dari jarak pengukuran mulai dari pintu = 5 meter, waktu pengukuran (T) bervariasi yaitu 10.65 detik, 11,12 dan 09.92 detik dengan ketinggian muka air yaitu 28 cm, 22 cm dan 23 cm. sehingga rata-rata ketinggian (H) yaitu 24,3 cm. lokasi penelitian yaitu di Bendungan Wonosoryo (BW 1) pada pukul 13.00 sampai selesai.

Sedangkan data hilir dari jarak pengukuran mulai dari pintu = 5 meter, waktu pengukuran (T) yaitu 10.39 detik, 09.10 detik dan 11.11 dtk dengan ketinggian muka air yaitu 22 cm, 20 cm dan 21 cm. sehingga rata-rata ketinggian (H) yaitu 21 cm. lokasi penelitian yaitu di Bendungan Wonosoryo (BW 1) pada pukul 14.00 sampai selesai. Berikut data saluran tersier BW 1- BW 2 :

4.1.1 Data saluran tersier Bendungan Wonosroyo 1-2 (BW 1-BW 2) hulu dan hilir

Percobaan pertama tinggi muka air 28 cm di konversikan menjadi meter maka tinggi muka air adalah 0,28 m. waktu bola pimpong di lepas oleh peneliti sampai titik akhir yaitu 10.65 detik. Percobaan kedua Tinggi muka air rata-rata pada saluran tersier BW 1 daerah hulu yaitu 0,22 m



atau 22 cm, waktu bola pimpong di lepas oleh peneliti sampai titik akhir yaitu 11.42 detik. Sedangkan percobaan ketiga Tinggi muka air rata-rata pada saluran tersier BW 1 daerah hulu yaitu 0,23 m atau 23 cm, waktu bola pimpong di lepas oleh peneliti sampai titik akhir yaitu 09.92 detik. kedalaman air rata-rata pada saluran tersier BW 1-BW 2 daerah hulu yaitu 0,24 m atau 0,24 cm. Dengan lebar saluran irigasi yaitu 80 cm atau 0,8 m. Berikut tabel perhitungan Penelitian :

4.1.1.1 Perhitungan kecepatan aliran (V) hulu BW 1:

Tabel 4.2 Perhitungan volume dan kecepatan aliran (V) Hulu BW 1

Titik	Tinggi muka air (h)	Jarak (m)	Lebar (m)	Volume (m ³)	Volume rata-rata	Waktu (t)	Kecepatan Aliran (m/det)	
							V = jarak/t	V rata-rata
BW 1- BW2	0,28 m	meter	,8	,12	,97 m ³	0,65 s	0,47 m/s	0,47 m/s
	0,22 m					1,42 s	0,44 m/s	
	0,23 m					9,92 s	0,50 m/s	

Hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa volume air rata rata saluran tersier bagian Hulu BW 1- BW 2 yaitu 0,97 m³. Volume air di dapatkan dari kedalaman air di kali dengan jarak irigasi dan di dikali dengan lebar irigasi. Sedangkan kecepatan aliran (V) rata rata adalah 0,47 m/s. Kecepatan aliran di peroleh dari jarak x waktu. Selama penelitian jarak saluran atau panjang saluran tetap yaitu sebesar 5 meter.

Peneliti melakukan penelitian di daerah hilir. Sedangkan data pada daerah hilir BW 1 sebagai berikut :

Percobaan pertama Tinggi muka air 0,22 m. waktu bola pimpong di lepas oleh peneliti sampai titik akhir yaitu 10.39 detik. Percobaan kedua



Tinggi muka air rata-rata pada saluran tersier BW 1-BW 2 daerah hilir yaitu 0,20 m, waktu bola pimpong di lepas oleh peneliti sampai titik akhir yaitu 09.10 detik. Sedangkan percobaan ketiga Tinggi muka air rata-rata pada saluran tersier BW 1-BW 2 daerah hilir yaitu 0,21 m, waktu bola pimpong di lepas oleh peneliti sampai titik akhir yaitu 11.11 detik. Berikut tabel perhitungan Penelitian :

Tabel 4.3 Perhitungan Kecepatan aliran (V) Hilir BW 1 - BW 2

Titik	(m)	Jarak (d)	Lebar (m)	Volume (m ³)	Volume rata-rata	Waktu (t)	Kecepatan Aliran (m/det)	
							V = jarak/t	V rata-rata
W 1- BW 2	,22 m	meter	,8	0,88	0,83 m ³	0,39 s	0,48 m/s	0,49 m/s
	,20 m			0,80		0,91 s	0,55 m/s	
	,21 m			0,84		1,11 s	0,45 m/s	

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa volume hilir saluran tersier BW 1- BW 2 adalah 0,83 m³ dengan cara kedalaman air di kali dengan lebar saluran di kali dengan jarak saluran. Sedangkan kecepatan aliran (V) di hasilkan dari jarak di bagi dengan waktu sehingga menghasilkan V rata rata 0,49 m/s.

4.1.1.2 Perhitungan Luas Penampang Basah (A) m²

Peneliti melakukan perhitungan luas penampang basah berikut data hulu dan hilir pada saluran tersier wonosroyo

Tabel 4.4 Perhitungan untuk luas penampang (A) daerah hulu BW 1- BW 2

Titik	T	Kedalaman	Lebar (m)	Luas (A) (Lebar x kedalaman)	
				Luas	Luas rata-rata



	n			
W 1- BW2	0, 28 m	0,8	0,224 m ²	0,292 m ²
	0, 22 m		0,176 m ²	
	0, 23 m		0,184 m ²	

Tabel 4.5 Perhitungan untuk luas penampang (A) daerah hilir BW 1-BW2

Titik	T	Kedalaman	Lebar (m)	Luas (A) (Lebar x kedalaman)	
				Luas	Luas rata-rata
W 1- BW 2	B	0, 22	0,8	0,176 m ²	0,168 m ²
		0, 20		0,16 m ²	
		0, 21		0,168 m ²	

Peneliti melakukan 3 kali percobaan kedalaman air dan lebar saluran tetap sehingga di dapatkan data luas penampang di daerah hulu rata-rata sebesar 0,292 m². Sedangkan Peneliti melakukan 3 kali percobaan kedalaman air dan lebar saluran tetap sehingga di dapatkan data luas penampang di daerah hilir rata-rata sebesar 0,168 m². Dari data di atas di ketahui bahwa luas penampang basah ebih besar daerah hulu daripada hilir.

4.1.1.3 Perhitungan Data Debit (Q) m³/detik



Peneliti melakukan perhitungan debit aliran setelah mengetahui kecepatan aliran dan luas penampang basah irigasi tersier wonosroyo. Berikut data debit aliran air BW 1- BW 2 hulu dan hilir:

Tabel 4.6 Perhitungan untuk Debit (Q) daerah hulu BW 1 – BW 2

Titik	Kedalaman (meter)	Lebar (meter)	Waktu (detik)	Kecepatan Aliran (m/det)		Luas (A) m ²		Q (m ³ /dtk)	Q rata-rata (m ³ /dtk)
					rata-rata	L	luas rata-rata		
W 1- BW2	0,28	5	1,05	0,65	0,47	0,224	0,292	0,105	0,137
	0,22		1,42	0,44	0,47	0,176	0,292	0,077	
	0,23		9.92	0,50		0,184		0,092	

Tabel 4.5 Perhitungan untuk Debit (Q) daerah hilir BW 1

Titik	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Waktu (detik)	Kecepatan Aliran (m/det)		Luas (A) (m ²)		Q (m ³ /dtk)	Q rata-rata (m ³ /dtk)
					rata-rata	A	rata-rata		
W 1- BW 2	0,22	5	1,05	0,39	0,48	0,176	0,168	0,084	0,082
	0,20		9.10	0,55	0,49	0,16	0,168	0,088	



	0	1		0		0
	,21	1.11	,45	,168		,075

Dari perhitungan di atas maka debit air hulu $Q = V$ rata-rata x Luas rata-rata menghasilkan debit air bagian hulu $0,137 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Sedangkan bagaian hilir debit airnya adalah $0,082 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Dengan demikian debit air terbesar ada pada bagian hulu BW 1- BW 2.

4.2.2 Analisis kehilangan dan Efisiensi air

Berdasarkan data pengukuran menggunakan bola pimpong, maka dapat di hitung kehilangan air pada saluran tersier pada titik BW 1 dengan rumus :

$$K = Q1-Q2$$

Dimana debit hulu ($Q1$) = $0,137 \text{ m}^3/\text{dtk}$, sedangkan debit hilir ($Q2$) = $0,082 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Sehingga kehilangan air pada saluran tersier adalah $0,137 \text{ m}^3/\text{dtk} - 0,082 \text{ m}^3/\text{dtk} = 0,055 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Maka dengan demikian besar kehilangan air pada saluran tersier daerah irigasi wonosroyo 1 sebesar $0,055 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

Nilai efisensi saluran tersier daerah BW 1 dapat dihitung dengan rumus :

$$efisiensi = \frac{\text{debit air yang keluar } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{dtk}}\right)}{\text{debit air yang masuk } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{dtk}}\right)} \times 100\%$$

Maka efisensi penyaluran air BW 1 adalah :

$$efisiensi = \frac{0,082 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{dtk}}\right)}{0,137 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{dtk}}\right)} \times 100\%$$

$$efisiensi = 59,8 \%$$

Perhitungan kehilangan air pada titik BW 1 sebesar $0,055 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan untuk efisiensi yaitu sebesar $59,8 \%$.

Berikut table perhitungan kehilangan dan efisiensi penyaluran air daerah irigasi BW 1- BW 2 :



Tabel 4.5 Perhitungan Kehilangan dan efisiensi Air

o.	Peng ukuran	Q		Kehilangan (Q) (m ³ /dtk)	Efe siensi (%)
		1	2		
1	BW 1-BW 2	0, 137	0,0	0,055	59, 8

Berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa kehilangan air terjadi di daerah saluran BW 1 – BW 2 yaitu sebesar 0,055 m³/dtk. Hal ini disebabkan oleh kondisi/keadaan dasar saluran adanya hal yang rusak dan ada pengambilan air oleh petani yang belum menaati pemakaian air.

Efisiensi irigasi menunjukkan angka daya guna pemakaian air yaitu merupakan perbandingan antara jumlah air yang digunakan dengan jumlah air yang diberikan yang dinyatakan dalam persen (%). Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Efisiensi diperlukan karena adanya pengaruh kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi, perkolasi, infiltrasi, kebocoran dan rembesan. Perkiraan efisiensi irigasi ditetapkan sebagai berikut (KP-01, 1986: 10) :

(1) jaringan tersier = 80 % ; (2) jaringan sekunder = 90 %; dan (3) jaringan primer = 90 %. Sedangkan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan adalah $80 \% \times 90 \% \times 90 \% = 65 \%$.

Adanya perhitungan peneliti di atas menghasilkan hasil efisiensi dari pengukuran di lapangan sebesar 59,8 %. Melihat hasil analisis perhitungan pengukuran di lapangan, saluran Irigasi Wonosroyo Wonosari Bondowoso belum memenuhi kriteria efisiensi saluran karena, efisiensi air yang terjadi sepanjang saluran tersier BW1 –BW 2 rata-rata 59,8 % sedangkan perkiraan efisiensi irigasi dalam (KP-01, 1986: 10 : 1) yaitu pada jaringan tersier 80 %.



Bila dianalisis dari ketersediaan air pada pintu-pintu pengambilan di jaringan irigasi, air cukup tersedia dengan kebutuhan petani. Akan tetapi bila dilihat dari kenyataan air yang ada pada beberapa saluran tersier tertentu kadang kala air tidak sampai atau kurang dari yang dibutuhkan. Hal ini dapat dilihat pada lampiran bahwa terjadi kebocoran pada daerah irigasi BW1-BW 2 karna rembesan dan kebocoran disepanjang saluran.

2. KESIMPULAN DAN SARAN

Kehilangan Air secara keseluruhan pada jaringan irigasi tersier rata-rata yaitu $0.055 \text{ m}^3/\text{detik}$. Sedangkan untuk efisiensi rata-rata yaitu 58,8 %. Dengan demikian nilai efisiensi belum memenuhi kriteria efisiensi irigasi tersier

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Anggoedi. 1984. *Sejarah Irigasi Di Indonesia*, Komite Nasional Indonesia ICID
- Anonim. 2011. Pedoman Modernisasi Irigasi (Sebuah Kajian Akademik). Direktorat Jenderal Sumberdaya Air, Direktorat Irigasi Dan Rawa. Jakarta.
- Ambler, J.S. 1991. *Irigasi di Indonesia*. Jakarta: LP3ES.
- Bunganaen, W., 2011. *Analisis Efisiensi dan Kehilangan air pada Jaringan Utama Daerah Irigasi Air Sagu* Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana, Vol 1 No.1.



Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Irigasi; "*Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Irigasi (KP 01 – KP 07)*", Edisi Bahasa Indonesia, 1986. Jakarta

Garg, Satnosh Kumar. 1981. *Irrigation Engineering and Hydraulic Structures*,

Hansen, V.E. , 1992. Dasar-dasar dan Praktek Irigasi. Penerjemah Endang P. Tachyan. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Hariany, S., Rosadi, B., Arifaini, N. 2011, *Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Di Saluran Sekunder Pada Brbagai Tingkat Pemberian Air Di Pintu Ukur*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Lampung. Bandar Lampung. Khana Publisher. Naik Sarak. Delhi.

Israelsen, O. W., and Hansen, V. E., 1962. *Irrigation Principles and Practices*. Willey, New York.

Michael , A, M,(1978), *Irrigation, Theory and Practices*, Vikas Publishing House PVT.Ltd., New Delhi