

**ANALISIS EFISIENSI DAN KEHILANGAN AIR
PADA SALURAN PRIMER DAERAH IRIGASI
AIR ALAS KABUPATEN SELUMA
BENGKULU**

Syintia Dwi Andani¹⁾, Besperi²⁾, Muhammad Fauzi³⁾
^{1),2),3)}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB, Jl. W.R. Supratman,
Kandang Limun, Kota Bengkulu 38371, Telp. (0736)344087
e-mail: Syintiadwiandani@gmail.com

Abstrak

Bendung Air Alas Kabupaten Seluma digunakan sebagai pengaliran air irigasi. Pada jaringan irigasi Air Alas banyak mengalami perubahan kondisi maupun bangunannya terutama pada saluran primer. Serta banyaknya juga areal perkebunan kelapa sawit di sekitar daerah irigasi. Sehingga, diperlukan analisis efisiensi dan kehilangan air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis efisiensi saluran primer Daerah Irigasi Air Alas, menganalisis kehilangan air akibat evaporasi dan rembesan, dan mengevaluasi efisien saluran primer Daerah Irigasi Air Alas. Metodologi yang digunakan untuk menghitung analisis efisiensi dan kehilangan air adalah metode debit masuk dan debit keluar. Data-data yang dipakai dalam analisis ini adalah data kecepatan aliran dengan *current* meter dan data evaporasi dari BMKG. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini, yaitu nilai efisiensi terkecil ada pada saluran BA.Kr 7 senilai 44,62%. Persentasi kehilangan air sebesar 19,85%, dengan nilai kehilangan air akibat evaporasi (penguapan) yang terbesar terjadi disepanjang saluran primer adalah pada BA.Kr 4 yaitu $2,644 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{det}$, dan nilai kehilangan air akibat rembesan terbesar adalah pada saluran BA.Kr 1 dengan nilai $2,312 \times 10^{-4} \text{ mm/hari}$. Efisiensi rata-rata saluran primer sebesar 80,15% hasil ini tidak sesuai dengan efisiensi teoritis yang ditentukan KP-01 yaitu $\geq 90\%$.

Kata kunci: efisiensi, kehilangan air, irigasi

Abstract

Air Alas Dam in Seluma Regency is used as irrigation water drainage. In the Air Alas irrigation channel there have been many changes in conditions and buildings, especially in the primary channel. As well as the number of oil palm plantations around the irrigation area. Thus, it is necessary to analyze the efficiency and loss of water. The purpose of this study was to analyze the efficiency of the primary channel of the Air Alas Irrigation Area, analyze water loss due to evaporation and seepage, and efficiently evaluate the primary channel of the Air Alas Irrigation Area. The methodology used to calculate the efficiency and water loss are analyzed by the inflow and outflow methods. The data used in this analysis are flow velocity data with current meters and evaporation data from BMKG. From the results of the efficiency analysis that has been carried out, the smallest efficiency is found on the BA.Kr 7 channel worth 44.62%. Percentage of water loss of 19.85%, with the value of water loss due to the greatest evaporation occurs along the primary channel is in BA.Kr 4 which is $2.644 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{sec}$, and the value of water loss due to the biggest secretion is on the BA.Kr 1 channel with a value of $2.312 \times 10^{-4} \text{ mm} / \text{day}$. The average efficiency of the primary channel is 80.15% this result is not in accordance with the theoretical efficiency determined by KP-01 which is $\geq 90\%$.

Keywords: efficiency, loss of water, irrigation

PENDAHULUAN

Kabupaten Seluma memiliki 2 bangunan bendung yang menunjang pengolahan pertanian. Salah satu bendung yang terdapat di kabupaten Seluma yaitu bendung Air Alas. Bendung ini digunakan sebagai pengaliran air irigasi disekitarnya. Namun seiring berjalannya waktu, jaringan bendung Air Alas banyak mengalami perubahan baik kondisi jaringan maupun bangunannya.

Perubahan kondisi jaringan yang menyebabkan permasalahan seperti adanya dinding saluran yang retak, tumbuhnya tumbuhan di saluran, adanya perembesan, dan kebocoran pada saluran. Serta banyaknya juga areal perkebunan kelapa sawit di sekitar Daerah Irigasi Air Alas mengakibatkan berkurangnya kebutuhan air. Sehingga, diperlukan analisis efisiensi dan kehilangan air agar dapat meningkatkan irigasi secara intensifikasi maupun ekstensifikasi.

Pada penelitian ini, akan dilakukan penelitian pada saluran primer di Daerah Irigasi Air Alas Kabupaten Seluma, Bengkulu. Hasil dari penelitian yang berjudul “Analisis Efisiensi dan Kehilangan Air Pada Saluran Primer Daerah Irigasi Air Alas Kabupaten Seluma Bengkulu” ini diharapkan dapat menunjang langkah – langkah peningkatan penyaluran air irigasi di masa mendatang dan meminimalisir kehilangan air irigasi.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisa besarnya efisiensi saluran primer pada daerah irigasi Air Alas.
2. Menganalisa besarnya kehilangan air pada saluran primer daerah irigasi Air Alas.
3. Menganalisa besarnya kehilangan air pada jaringan irigasi Air Alas akibat evaporasi dan rembesan.
4. Mengevaluasi efisiensi saluran primer Daerah Irigasi Air Alas apakah sesuai atau tidak sesuai dengan ketentuan Kriteria Perencanaan Irigasi yang ada.

Irigasi

Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian, meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi tambak. Fungsi irigasi adalah mendukung produktifitas usaha tani guna meningkatkan produksi pertanian dalam rangka ketahanan pangan nasional dan kesejahteraan masyarakat khususnya petani (Peraturan Pemerintah, 2006).

Debit aliran

Debit aliran (Q) adalah jumlah air yang mengalir melalui tampang lintang sungai tiap satu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam meter kubik perdetik (m^3/dtk). Rumus perhitungan debit adalah luas penampang dikali dengan kecepatan rata-rata aliran (Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (KP3), 1986).

Pengukuran debit

Pengukuran debit dapat dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur arus (*Current meter*). *Current meter* adalah alat ukur debit yang digunakan untuk pengukuran debit air di sungai atau di saluran. Alat ini terdiri dari sensor kecepatan yang berupa baling-baling *propeller*, sensor optik, dan pengolah data. Kecepatan aliran rata-rata disuatu penampang basah diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan rata-rata di beberapa titik vertikal. Kecepatan rata-rata disuatu titik

Prosiding

vertikal diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan pada kedalaman aliran, lebar aliran dan sarana yang tersedia (BWSS VII, 2017). Jenis cara pengukuran tersebut adalah:

1. Pengukuran kecepatan aliran suatu titik, dilaksanakan pada kedalaman 0,6d atau 0,2d dari permukaan air.
 - c. Pada 0,6d dilakukan apabila kedalaman air kurang dari 0,75m.
 - d. Pada 0,6d biasanya dilakukan untuk mengukur debit banjir apabila pada 0,2d dan 0,8d tidak dapat dilaksanakan.
2. Pengukuran kecepatan aliran dua titik dilaksanakan pada 0,2d dan 0,8d dari permukaan air, apabila kedalaman muka air lebih dari 0,75m dan kecepatan rata-rata dinyatakan dengan rumus, jumlah kecepatan pada titik 0,25d dan kecepatan pada titik 0,75d dibagi 2.

Prosedur pelaksanaan pengambilan data dengan menggunakan alat *current meter* adalah sebagai berikut :

1. Ukur kedalaman saluran dengan tiang ukur dari alat *current meter*.
2. Pilih *propeller* yang sesuai dengan kedalaman saluran. Sehingga dapat digunakan untuk beberapa titik vertikal yaitu (0.2h, 0.6h, 0.8h) dimana h merupakan kedalaman saluran.
3. *Current meter* dipasang pada tiang ukur dimasukkan ke dalam air sesuai dengan kedalaman yang telah di tentukan kemudian tiang ukur dimasukkan ke dalam air sampai alas tiang ukur terletak di dasar saluran dengan propeller menghadap arah aliran (arus air).
4. Jumlah putaran tiap satuan waktu yang terjadi pada setiap kedalaman air dihitung.

Pengukuran putaran *propeller* dalam aliran ketika akan menentukan kecepatannya maka digunakan persamaan tetapan/ koefisien yang diperoleh dari hasil pemeriksaan dikali perbandingan jumlah putaran baling-baling *current meter* dengan waktu pengukuran kemudian ditambah lagi dengan tetapan/ koefisien yang diperoleh dari hasil pemeriksaan.

Efisiensi Irigasi

Efisiensi pengaliran (*drainage efficiency*) adalah efisiensi di saluran utama yakni primer dan sekunder dari bendung sampai ke sadap tersier, dan dapat dihitung dengan rumus persen jumlah air yang keluar dibagi dengan jumlah air yang masuk (Anggrahini, 1997; Raju, 1986; Linsley dkk, 1984):

Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Standar Perencanaan Irigasi KP-01 (1986) dalam Bunganaen (2011), perkiraan efisiensi irigasi ditetapkan sebagai berikut :

1. Jaringan primer = 90%
2. Jaringan sekunder = 90%
3. Jaringan tersier = 80%

Sedangkan faktor efisiensi irigasi secara keseluruhan adalah $90\% \times 90\% \times 80\% = 65\%$

Kehilangan air

Kehilangan air disaluran dapat diukur dengan beberapa metode. Salah satunya adalah metode *Inflow-Outflow* atau teknik keseimbangan air dapat suatu ruas satuan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengukur debit *inflow* pada hulu saluran dengan debit *outflow* pada hilir saluran. Kehilangan air pada tiap ruas pengukuran debit masuk (*inflow*) - debit keluar (*outflow*)

Prosiding

diperhitungkan sebagai selisih antara debit masuk dan debit keluar (Tim Penelitian Water Management IPB, 1993 dalam Bunganaen, 2011).

Evaporasi

Cara yang paling banyak digunakan untuk mengetahui volume evaporasi adalah dengan menggunakan panci evaporasi. Untuk itu hasil pengukuran dari panci evaporasi harus dikalikan dengan suatu koefisien (Triatmodjo, 2008:69).

Koefisien panci evaporasi bervariasi menurut musim dari lokal, yaitu berkisar antara 0,6 sampai 0,8. Biasanya digunakan koefisien panci tahunan sebesar 0,7 (Triatmodjo, 2008:70). Menurut (Soewarno, 1997) untuk menghitung besarnya kehilangan air akibat penguapan pada saluran yaitu luas permukaan saluran dikalikan dengan evaporasi dari badan air.

Rembesan

Rembesan air pada saluran pengairan pada umumnya berlangsung ke samping (horizontal) terutama pada saluran-saluran pengairan yang dibangun pada tanah-tanah tanpa dilapisi tembok, sedangkan pada saluran yang dilapisi (kecuali kalau kondisinya sudah retak-retak) kehilangan air sehubungan dengan terjadinya perembesan sangat kecil (Kartasapoetra, dkk.,1994).

Kehilangan air karena rembesan dapat dicari dengan pengurangan lebar permukaan air dan dua kali kedalaman air (Nurisma, 2015) .

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Daerah Irigasi Air Alas yang terletak di desa Nanjungan, Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu. Metode penelitian yang digunakan adalah pengumpulan data, meliputi:

1. Data Primer diperoleh melalui hasil pengambilan data di lapangan yang berupa kecepatan aliran (v), debit aliran air (Q), luas penampang saluran yang terkena air (A), dan panjang saluran (L).
2. Data Sekunder adalah pengumpulan semua data yang akan digunakan dalam analisis data dari berbagai sumber studi literatur terhadap beberapa buku, kumpulan jurnal dan memperoleh data dari instansi terkait. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Data sekunder berupa skema jaringan dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) yaitu dari Balai Wilayah Sungai Sumatera VII. Dan data evaporasi harian dari panci evaporasi dengan jumlah pengamatan 10 tahun terakhir yang bersumber dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Bengkulu.

Adapun tahapan pengolahan data dalam penelitian ini antara lain :

1. Pengumpulan data primer dan data sekunder.
2. Mempelajari peta Daerah Irigasi dan skema jaringan Irigasi Air Alas.
3. Pengumpulan data-data gambar penampang saluran dilapangan.
4. Pengambilan data luas dan penampang basah saluran sesuai dengan bentuk saluran yang ada.
5. Pengambilan data kecepatan aliran saluran dengan cara menggunakan alat current meter.
6. Setelah mendapatkan data luas saluran dan kecepatan aliran maka dilakukan analisis debit (Q) pada saluran primer.

Prosiding

7. Selanjutnya dilakukan analisis evaporasi untuk mengetahui besarnya evaporasi sepanjang saluran yang ditinjau. Untuk itu hasil pengukuran dari panci evaporasi harus dikalikan dengan suatu koefisien. Selanjutnya dilakukan analisis nilai rembesan.
8. Analisis kehilangan air pada saluran primer dengan cara selisish antara debit masuk dan debit keluar.
9. Setelah dilakukannya analisi kehilangan air lalu dilanjutkan menganalisis efisiensi pada saluran primer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi pengukuran

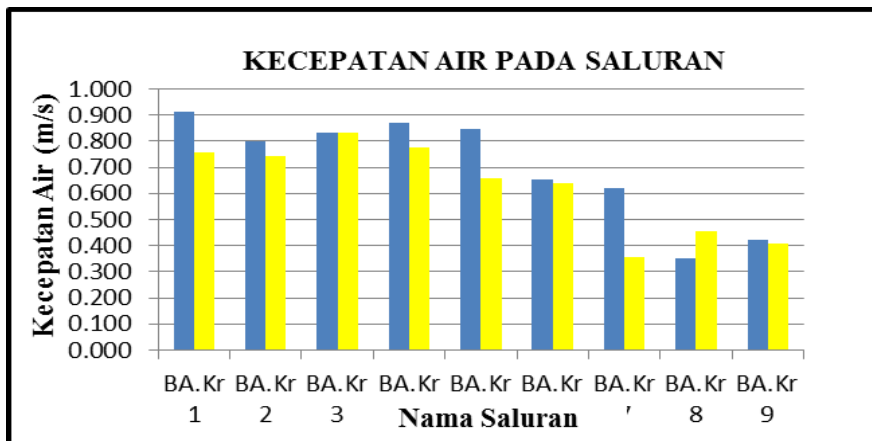
Lokasi pengukuran dilakukan pada 9 titik tinjauan saluran primer.

1. Saluran BA.Kr 1 = 847 meter
2. Saluran BA.Kr 2 = 1146 meter
3. Saluran BA.Kr 3 = 519 meter
4. Saluran BA.Kr 4 = 1298 meter
5. Saluran BA.Kr 5 = 1031 meter
6. Saluran BA.Kr 6 = 543 meter
7. Saluran BA.Kr 7 = 825 meter
8. Saluran BA.Kr 8 = 739 meter
9. Saluran BA.Kr 9 = 1582,5 meter

Kecepatan air

Kecepatan aliran air diukur menggunakan alat *current meter*. Current meter yang digunakan merupakan tipe F.1 *Propeller* dengan *Pitch* 0,25 m. Kecepatan aliran didapatkan dari hasil pengukuran rata-rata di beberapa titik vertikal. Dalam pelaksanaannya pengukuran tergantung pada lebar aliran, kedalaman dan sarana yang tersedia.

Dari hasil pengukuran, didapatkan hasil nilai kecepatan air pangkal saluran terbesar terdapat pada saluran BA.Kr 1 dengan nilai 0,914 m/detik dan yang terkecil pada saluran BA.Kr 8 dengan nilai 0,352 m/detik. Sedangkan untuk nilai terbesar kecepatan air pada ujung saluran terdapat pada saluran BA.Kr 3 dengan nilai 0,832 m/detik dan nilai terkecil pada saluran BA.Kr 7 dengan nilai 0,356 m/detik. Dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Kecepatan Air Pada Saluran

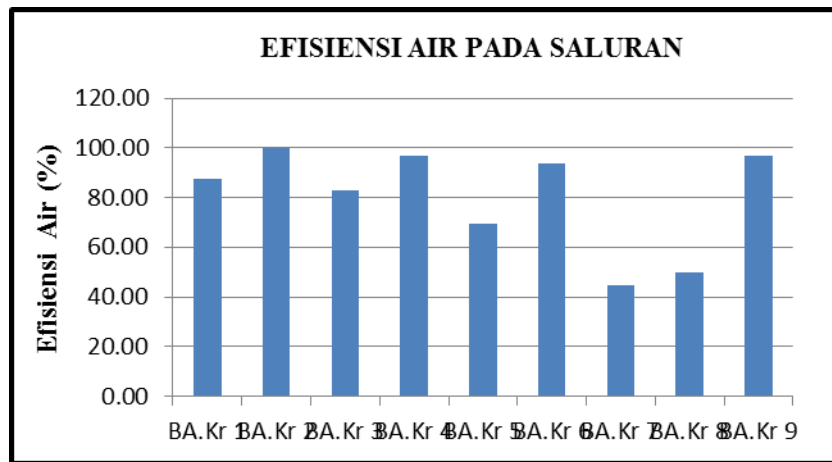
Analisis efisiensi saluran dan kehilangan air

Analisis efisiensi penyaluran air irigasi dapat diketahui dengan menganalisis debit masuk air pada pangkal saluran dan jumlah debit keluar pada ujung saluran. Dari hasil perhitungan didapat nilai debit pangkal dan ujung yang bisa dilihat di tabel di bawah ini.

Tabel 1. Debit Saluran pada Titik-titik yang Ditinjau

No.	Nama Saluran	Debit Saluran (m ³ /s)	
		Pangkal	Ujung
1	BA.Kr 1	2,175	1,906
2	BA.Kr 2	2,015	2,008
3	BA.Kr 3	2,252	1,863
4	BA.Kr 4	1,945	1,882
5	BA.Kr 5	2,056	1,424
6	BA.Kr 6	1,416	1,328
7	BA.Kr 7	1,452	0,648
8	BA.Kr 8	0,640	0,319
9	BA.Kr 9	0,296	0,295

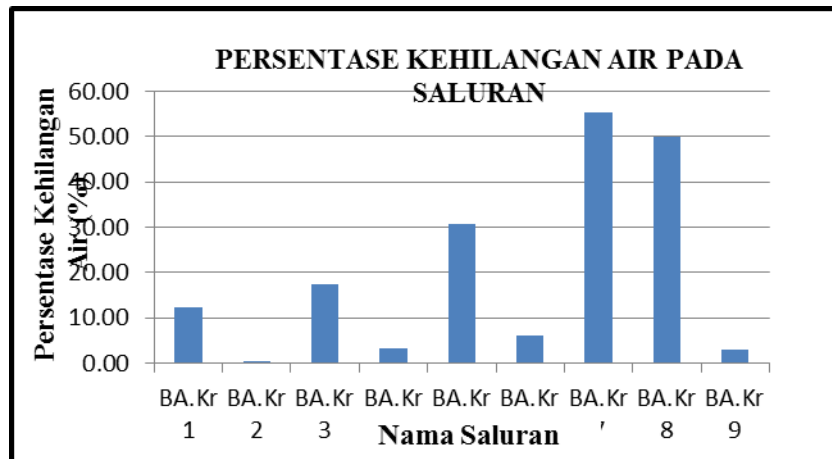
Efisiensi penyaluran air pada saluran merupakan perbandingan jumlah air yang keluar dengan jumlah air yang masuk pada suatu saluran dan dinyatakan dalam persen. Sehingga didapat nilai efisiensi pada saluran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Efisiensi Air Pada Saluran

Hasil perhitungan pada saluran BA.Kr 1, BA.Kr 2, BA.Kr 3, BA.Kr 4, BA.Kr 5, BA.Kr 6, BA.Kr 7, BA.Kr 8, BA.Kr 9 didapatkan hasil efisiensi yaitu 87,62%; 99,66%; 82,72%; 96,74%; 69,27%; 93,84%; 44,62%; 49,89%; 96,95%. Sehingga didapat nilai efisiensi rata-rata saluran primer daerah irigasi Air Alas 80,15%. Hasil ini memperlihatkan bahwa saluran primer kurang efisien untuk menyalurkan air ke saluran sekunder dan tersier apabila dilihat dari efisiensi teoritis yang ditetapkan oleh KP-01 untuk saluran primer yaitu $\geq 90\%$. Namun pada saluran primer ini masih dinilai efisiensi karena nilainya tidak jauh dari nilai standar penyaluran air.

Sedangkan untuk hasil perhitungan kehilangan air dan persentase kehilangan air dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Persentase Kehilangan Air Pada Saluran

Untuk persentase kehilangan air pada saluran primer di dapatkan nilai rata-rata sebesar 19,85%.

Kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi

Analisis evaporasi dilakukan untuk mengetahui besarnya evaporasi sepanjang saluran yang ditinjau. Analisis evaporasi pada penelitian ini menggunakan data evaporasi harian dari panci evaporasi 10 tahun terakhir. Berdasarkan hasil rekapitulasi, didapatkan besar evaporasi rata-rata sebesar 5,0 mm/hari.

Hasil perhitungan evaporasi sepanjang saluran dapat dilihat pada Gambar 4.



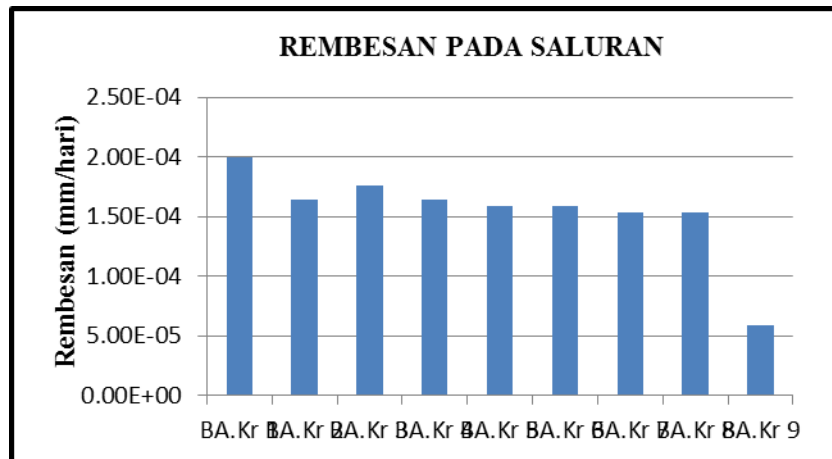
Gambar 4. Grafik Evaporasi Sepanjang Saluran

Nilai evaporasi terbesar terdapat pada saluran BA.Kr 4 dengan nilai 0,000264 m³/det dan nilai evaporasi terkecil terdapat pada saluran BA.Kr 6 sebesar 0,000108 m³/det.

Kehilangan air yang disebabkan oleh rembesan

Rembesan yang terjadi pada saluran dipengaruhi oleh luas penampang basah saluran dan kedalaman air. Untuk nilai koefisien saluran digunakan nilai perembesan sebesar $6,8 \times 10^{-7}$ cm/det (Nikken Consultant,1981).

Nilai rembesan terbesar pada saluran primer terdapat pada saluran BA.Kr 1 dengan nilai $2,00 \times 10^{-4}$ mm/hari. Grafik perhitungan kehilangan air akibat rembesan pada saluran yang ditinjau dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Rembesan Pada Saluran

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian melalui analisi data yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan pada saluran primer BA.Kr 1, BA.Kr 2, BA.Kr 3, BA.Kr 4, BA.Kr 5, BA.Kr 6, BA.Kr 7, BA.Kr 8, BA.Kr 9 didapatkan hasil efisiensi yaitu 87,62%; 99,66%; 82,72%; 96,74%; 69,27%; 93,84%; 44,62%; 49,89%; 96,95%. Dengan nilai efisiensi terkecil pada saluran BA.Kr 7 adalah 44,62%, yang disebabkan kehilangan air yang cukup besar berupa evaporasi dan rembesan.
2. Hasil perhitungan pada saluran primer didapatkan nilai rata-rata kehilangan air yaitu 0,287 m³/s, dan persentase kehilangan air didapat nilai rata-rata sebesar 19,85%.
3. Nilai kehilangan air akibat evaporasi terbesar disepanjang saluran primer adalah pada BA.Kr 4 yaitu $2,644 \times 10^{-4}$ m³/det dan nilai evaporasi terkecil terdapat pada saluran BA.Kr 6 sebesar $1,081 \times 10^{-4}$ m³/det. Nilai kehilangan air akibat rembesan terbesar pada saluran primer adalah pada saluran BA.Kr 1 dengan nilai $2,312 \times 10^{-4}$ mm/hari. Kehilangan air akibat rembesan terjadi karena adanya saluran yang retak-retak, bocor, dan rusak.
4. Dari hasil perhitungan, didapat nilai efisiensi rata-rata saluran primer daerah irigasi Air Alas adalah 80,15%. Hasil ini memperlihatkan bahwa saluran primer kurang efisien untuk menyalurkan air ke saluran sekunder dan tersier apabila dilihat dari efisiensi teoritis yang ditetapkan oleh KP-01 untuk saluran primer yaitu $\geq 90\%$. Namun pada saluran primer daerah irigasi Air Alas ini masih dinilai efisiensi karena nilainya tidak jauh dari nilai standar penyaluran air.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Citra Media, Surabaya.
- Bunganaen, W. 2013. Analisi Efisiensi dan Kehilangan Air Pada Jaringan Utama Daerah Irigasi Air Sagu, *Jurnal Teknik Sipil*. Page:80-90.
- Bacin, A.A. dkk, 2015. Efisiensi Penyaluran Irigasi BKA Kn 16 Lam Raya Daerah Irigasi Krueng Aceh. *Jurnal Teknik Pertanian Universitas Syiah Kuala*, Aceh.
- BWSS VII. 2016. *Laporan Antara (Interim Report) Rehabilitasi Jaringan Irigasi Kiri D.I. Air Alas Kabupaten Seluma*. Satker BWSS VII. Bengkulu.

Prosiding

- Dinanti, N. T., 2017. *Analisis Efisiensi dan Kehilangan Air Pada Jaringan Utama Daerah Irigasi Air Selama Kabupaten Selama Provinsi Bengkulu*. Skripsi Teknik Sipil Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- DPU, 1986. Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi KP-03. *Standar Perencanaan Irigasi, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan*. Penerbit PU. Jakarta.
- DPU, 1986. Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01. *Standar Perencanaan Irigasi, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan*. Penerbit PU. Jakarta.
- Kartasapoetra, A.G. dkk., 1994. *Teknologi Pengairan Pertanian (irigasi)*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Lenka, D. 1991. *Irrigation and Drainage*. Kalyani Publishers, New Delhi.
- Linsley, R.K., Kohler dan Paulus. 1984. *Hydrology of Engineers*. McGraw-Hill Inc, Ne York.
- Ludiana, 2015. Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Bendungan Tilong Kecamatan Kupang Tengah Kabupaten Kupang, *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. IV, No.1. Nusa Tenggara Timur.
- Nurisma, I., 2015. *Studi Perencanaan Pemberian Air Irigasi Dengan Menentukan Indeks Penggunaan Air (IPA) pada saluran Sekunder Bumiayu*. Malang.
- Pasaribu, O. B., 2017. *Analisis Kehilangan Air Pada Saluran Primer Desa Kemumu Kabupaten Bengkulu Utara*. Skripsi Teknik Sipil Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.20.2006. *Tentang Irigasi*.
- Raju, K.G. Ranga. 1986. *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Erlangga, Jakarta.
- Rahayu, A. S., 2016. *Analisis Efisiensi Penyaluran Air Irigasi Kawasan Kemumu Kabupaten Bengkulu Utara*. Skripsi Teknik Sipil Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Sisiwoyo, H. 2017. *Analisis Efisiensi Jaringan Saluran Irigasi D.I. Kabuyutan*, Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dalam Pengembangan SmartCity Vol 1 No.1. Semarang.
- Soewarno, 1997. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai*. PT. Nova, Bandung.
- Testindo, 2017. *Perbedaan Bendungan dan Bendung yang Harus Anda Ketahui*. PT. Testindo. Jakarta.
- Triatmodjo B., 2008. *Hidrolika II*. Beta Offset : Yogyakarta.