



KAJIAN EFISIENSI KEHILANGAN AIR IRIGASI SALURAN PEMBAWA PADA D.I LANRAE KABUPATEN BARRU

Inarmiwati 1*, Nurhapisah 2*

¹.Program Studi Teknik Sipil, ².Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Muhammadiyah Enrekang

Jl. JenderalSudirman No. 17, Enrekang, Sulawesi Selatan

** Email: inarrini81@gmail.com, **Email : nurhapisahbungari@gmail.com.

ABSTRAK

Sumber daya air sebagai salah satu sumber daya alam yang sangat vital, perlu dimanfaatkan dan ditangani secara seksama. Kehilangan air yang terjadi erat hubungannya dengan efisiensi. Besaran efisiensi dan kehilangan air berbanding terbalik. Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Efisiensi irigasi menunjukkan angka daya guna pemakaian air yaitu merupakan perbandingan antara jumlah air yang digunakan dengan jumlah air yang diberikan. Sedangkan kehilangan air adalah selisih antara jumlah air yang diberikan dengan jumlah air yang digunakan. Tujuan penelitian adalah menentukan besarnya kehilangan air irigasi saluran pembawa pada D.I Lanrae Kabupaten Barru dan mengkaji besarnya efisiensi irigasi saluran pembawa pada D.I Lanrae Kabupaten Barru. Metode kajian ini bersifat deskriptif yang merupakan kajian berdasarkan data-data yang sesuai dengan kondisi di lapangan dan bertujuan untuk mengevaluasi kondisi pada tahun kajian. Kehilangan air secara keseluruhan pada jaringan irigasi Air Lanrae adalah 13.82%. Saluran Induk Lanrae kehilangan akibat fisik dimana kehilangan air terjadi karena adanya rembesan air di saluran menunjukkan bahwa sebagian dasar saluran induk lanrae telah tergerus sehingga air hilang disebabkan oleh rembesan secara vertikal. Sedangkan pada saluran sekunder dan tersier kehilangan akibat operasional terjadi karena adanya pelimpasan dan kelebihan air pembuangan pada waktu pengoperasian saluran dan pemborosan penggunaan air oleh petani. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya kehilangan air melebihi kehilangan air yang disyaratkan untuk masing – masing saluran tersebut. Efisiensi rata-rata untuk saluran induk Lanrae 90.94%, sekunder 87.70%, dan tersier 79.91%, sehingga secara keseluruhan rata – rata efisiensi jaringan irigasi Air Lanrae sebesar 86.18%. Nilai efisiensi rata-rata dari saluran induk Lanrae diatas 90,94%, berarti air yang hilang sedikit karena saluran primer bersifat permanen dengan sedikit gerusan pada dinding dan dasarnya. Sedangkan pada saluran sekunder terutama saluran sekunder BR, sekunder BT, saluran tersier T3, dan saluran tersier T4, efisiensi reratanya berada dibawah nilai efisiensi KP yang ditetapkan Kehilangan air yang terjadi akibat evaporasi sangat kecil, sehingga air yang hilang lebih disebabkan oleh faktor fisik saluran.

Kata kunci: Efisiensi, Irigasi, Saluran Pembawa.

A. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sumber daya air sebagai salah satu sumber daya alam yang sangat vital, perlu dimanfaatkan dan ditangani secara seksama. Penggunaan air untuk irigasi merupakan salah satu diantara berbagai macam pemanfaatan air. Di Indonesia penggunaan air terbesar adalah untuk keperluan irigasi (90%), penggunaan lainnya seperti air minum, air rumah tangga, air kota dan air industri hanya lebih kurang 10% (Sudjarwadi, 1990).

Daerah Irigasi (D.I) Lanrae – Allakange, area potensial yang bias dikembangkan adalah 1.220 ha. Areal ini bias dianggap potensial berdasarkan kondisi topografi yang ada akan bias diairi dari jaringan irigasi yang akan dikembangkan, serta berdasarkan kondisi lahannya areal ini sesuai untuk tanaman padi yang akan ditinjau berdasarkan persediaan air yang ada dilokasi studi. Berdasarkan dari hasil studi terdahulu, areal fungsional yang akan dikembangkan pada D.I Lanrae adalah seluas 920 ha dan dilayani oleh satu bendung yaitu bendung Lanrae. Sedangkan pengembangan areal irigasi Allakange sekitar 250 ha rencana akan dilayani oleh embung Allakange jika ketersediaan air memenuhi. Bendung dan jaringan irigasi Lanrae kondisinya saat ini dalam keadaan baik namun belum mampu melayani seluruh areal persawahan yang ada di lokasi tersebut. Masih terdapat 300 – 400 ha sawah belum mendapat air irigasi sepanjang tahun. Hal ini menimbulkan ketidak seimbangan pendapatan petani di lokasi tersebut. Air yang mengalir dari saluran primer kesaluran sekunder dan tersier menuju kesawah sering terjadi kehilangan air sehingga dalam perencanaan selalu dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan air yang terjadi erat hubungannya dengan efisiensi. Besaran efisiensi dan kehilangan air berbanding terbalik. Bila angka kehilangan air naik maka efisiensi akan turun dan begitu pula sebaliknya. Efisiensi irigasi menunjukkan angka daya guna pemakaian air yaitu merupakan perbandingan antara jumlah air yang digunakan dengan jumlah air yang diberikan. Sedangkan kehilangan air adalah selisih antara jumlah air yang diberikan dengan jumlah air yang digunakan. (Jurnal Informasi Teknik, 8/199: 89).

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah kami uraikan di atas, maka rumusan masalahnya adalah :

1. Berapa besarnya kehilangan air irigasi saluran pembawa pada D.I Lanrae Kabupaten Barru ?
2. Mengkaji besarnya efisiensi irigasi saluran pembawa pada D.I Lanrae Kabupaten Barru?

Tujuan Penelitian

Memperhatikan dari latar belakang dan permasalahan yang ada, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui berapa besar kehilangan air irigasi saluran pembawa pada D.I Lanrae Kabupaten Barru.
2. Untuk mengkaji efisiensi irigasi pada D.I Lanrae Kabupaten Barru, sehingga air yang tersedia dapat diberikan pada tanaman dalam jumlah yang cukup dan sesuai dengan kebutuhan dan luas lahan.

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi penambah sumber pengetahuan bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.
2. Dapat mengetahui efisiensi saluran irigasi pada daerah irigasi yang diteliti.
3. Dapat menjadi masukan kepada pihak – pihak terkait dalam mengambil kebijakan mengenai sistem pemberian air irigasi yang lebih efisien.
4. Studi ini diharapkan dapat menjadi bahan perbandingan untuk penelitian selanjutnya.

Batasan Masalah

Untuk membatasi pokok permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini, maka akan difokuskan dengan uraian – uraian sebagai berikut :

1. Pengukuran dilapangan dengan menggunakan dua cara yaitu currentmeter dan pelampung.
2. Menganalisis debit aktual dari hasil data lapangan yang diperoleh.
3. Hasil aktual dari besar kehilangan air Inflow dan outflow.
4. Efisiensi irigasi pada saluran primer, saluran sekunder dan saluran tersier.
5. Perbandingan hasil dari efisiensi aktual dan efisiensi KP.

B. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Lanrae Kecamatan Mallusetasi, lokasi 100 km arah utara kota Makassar. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan desember 2020 sampai dengan bulan Maret 2021.

Jenis dan Sumber Data

Dalam melakukan penelitian ini akan mengambil data yang berada di daerah pelaksanaan penelitian dimana data berupa data dibawah ini :

1. Data Primer : pengamatan langsung dilapangan untuk mengetahui lokasi atau tempat dilakukannya pengumpulan data yang diperlukan dalam penyusunan penelitian.
2. Data Sekunder : data yang diperoleh dari kantor dinas PU maupun pelaksanaan/kontraktor berupa gambar design, jadwal pelaksanaan, dokumentasi dan lainnya.

Alat

Alat dibutuhkan dalam penelitian ini berupa : Pelampung (bola pingpong), Current meter, meter roll, stopwatch, Alat tulis,Kamera (alat pemotret)

Variabel Penelitian

Variabel penelitian dibagi menjadi :

- a. Variabel terikat, yaitu : E (efisiensi pemberian air irigasi di Desa Lanrae)
- b. Variabel bebas, terdiri dari : Q_{akt} (debit aktual), V_{av} (kecepatan rata – rata), cd (koefisien pengaliran), A (luas penampang saluran), kebutuhan air untuk tanaman padi, kebutuhan air tiap petak, dan kebutuhan air aktual di saluran dan petak.

Metode Analisis Data

Metode kajian ini bersifat deskriptif yang merupakan kajian berdasarkan data-data yang sesuai dengan kondisi di lapangan dan bertujuan untuk mengevaluasi kondisi pada tahun kajian. Pengumpulan data dengan metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah diskripsi analisis untuk memberikan data dan informasi yang dibutuhkan untuk penelitian berupa datagambaran lokasi, luas Lokasi studi, data debit dan berupa data: Debit Rencana di saluran,dimensi, saluran (primer, sekunder, tersier) ,skema Irigasi dan data curah hujan selama 9 tahun terakhir yang diambil dari stasiun penakar hujan stasiun Lanrae.

Definisi Operasional dan Pengukurannya

Definisi operasional dan skala pengukurannya diperlukan untuk memberikan pemahaman dan pengertian terhadap variabel dan cara pengukuran yang digunakan dalam kajian efisiensi irigasi saluran pembawa pada D.I Lanrae Kabupaten Barru dalam penelitian ini:

- a. Kajian yang dimaksud dalam hal ini adalah mendalami penelitian suatu objek.
- b. Efisiensi irigasi merupakan persentase air irigasi yang digunakan untuk tanaman pada tanah, petak atau proyek yang menggunakan air, yang dilimpahkan dari sumber persediaan.
- c. Saluran pembawa pada daerah irigasi yaitu membawa air irigasi dari sumber air lain (bukan sumber yang memberi air pada bangunan utama proyek) ke jaringan irigasi primer.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hidrologi dan Klimatologi

Data hidrologi yang digunakan untuk menentukan stasiun pengaruh dalam penelitian ini adalah stasiun Lanrae selama 9 tahun yaitu dari tahun 2012 sampai tahun 2021, yang didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika. Data tersebut meliputi data curah hujan bulanan (mm) dan jumlah hari hujan bulanan (hari). Setelah semua data curah hujan bulanan maupun hari hujan bulanan dari stasiun lengkap, dilakukan analisa data stasiun pengaruh terhadap DAS.

Data klimatologi yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari stasiun meteorologi Lanrae yang diambil dari Badan Meteorologi dan Geofisika. Data tersebut meliputi data suhu udara, kelembaban, penyinaran matahari dan kecepatan angin.

Analisis Debit Masuk dan Debit keluar pada Saluran Primer, Sekunder dan tersier

Analisis debit masuk dan debit keluar berdasarkan data pengukuran kecepatan aliran, dan luas penampang basah saluran. Pengukuran kecepatan aliran air pada saluran primer dan saluran sekunder menggunakan current meter. Pengukuran kecepatan aliran pada saluran tersier dilakukan dengan menggunakan pelampung, karena kedalaman air hanya 5 cm. Hasil perhitungan debit aliran dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Debit (Q) pada Saluran Primer, Sekunder dan Tersier

Nama Saluran dan Ruas Titik Pengukuran		V (m/det)	Luas (A) m ²	Debit Q1 (m ³ /dtk)	Debit Q2 (m ³ /dtk)
Sal. Induk Lanrae	1	0.2181	0.3600	0.07852	0.07214
	2	0.2004	0.3600		
Sal. Sekunder Topporeng (BTP)	1	0.0989	0.2476	0.02449	0.02246
	2	0.0907	0.2476		
Sal. Sekunder Barantang (BR)	1	0.1875	0.1687	0.03163	0.02698
	2	0.1599	0.1687		
Sal. Sekunder Tonrong (BT)	1	0.1792	0.1400	0.02509	0.01988
	2	0.1420	0.1400		
Tersier 1	1	0.3652	0.0905	0.03305	0.02743
	2	0.3031	0.0905		
Tersier 2	1	0.3392	0.0905	0.03070	0.02592
	2	0.2864	0.0905		
Tersier 3	1	0.2916	0.0625	0.01823	0.01386
	2	0.2217	0.0625		
Tersier 4	1	0.2717	0.0625	0.01698	0.01287
	2	0.2059	0.0625		

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisis Evaporasi

Analisis evaporasi dilakukan untuk mengetahui besarnya evaporasi sepanjang saluran yang ditinjau. Analisis evaporasi menggunakan data evaporasi harian dari panci evaporasi 9 tahun terakhir dengan besar evaporasi rata-rata 4,40 mm/hari. Dimensi permukaan (panjang dan lebar permukaan air) dari masing-masing ruas pengukuran, maka nilai evaporasinya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan evaporasi sepanjang saluran

Nama Saluran	Ruas Pengukuran	Dimensi Permukaan		Luas A (m ²)	Evaporasi rata - rata (mm/hari)	Evaporasi Saluran (m ³ /dtk)
		B (m)	L (m)			
Sal. Induk Lanrae	BP2 - BP3	2.00	222	444	4.400	0.00000007

Sal. Sekunder Topporeng (BTP)	BP3 - BTP1	2.00	1262	2524	4.400	0.00000001
Sal. Sekunder Barantang (BR)	BP2 - BR1	1.60	210	336	4.400	0.00000009
Sal. Sekunder Tonrong (BT)	BP3 - BT1	1.60	117	187	4.400	0.00000016
Tersier 1	BT1 - T1	1.20	200	240	4.400	0.00000013
Tersier 2	T1 - T2	1.20	200	240	4.400	0.00000013
Tersier 3	T2 - T3	1.00	200	200	4.400	0.00000015
Tersier 4	T3 - T4	1.00	200	200	4.400	0.00000015

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisis Kehilangan Air dan Efisiensi Jaringan Irigasi

Kehilangan air dan efisiensi dianalisis tiap ruas pengukuran dengan jarak tertentu sesuai panjang masing-masing saluran baik primer, sekunder maupun tersier. Kehilangan dan efisiensi dianalisis, hasil analisis terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kehilangan Air

Nama Saluran dan Ruas Pengukuran		Debit (m ³ /dtk)		Kehilangan Air (m ³ /dtk)
		Q1	Q2	ΔQ
Sal. Induk Lanrae	BP2 - BP3	0.07852	0.07214	0.00637
Sal. Sekunder Topporeng (BTP)	BP3 - BTP1	0.02449	0.02246	0.00203
Sal. Sekunder Barantang (BR)	BP2 - BR1	0.03163	0.02698	0.00466
Sal. Sekunder Tonrong (BT)	BP3 - BT1	0.02509	0.01988	0.00521
Tersier 1	BT1 - T1	0.03305	0.02743	0.00562
Tersier 2	T1 - T2	0.03070	0.02592	0.00478
Tersier 3	T2 - T3	0.01823	0.01386	0.00437
Tersier 4	T3 - T4	0.01698	0.01287	0.00411

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. Efisiensi KP

Jenis Saluran	Efisiensi KP (%)
Primer	90
Sekunder	90
Tersier	80

Sumber : Standar Perencanaan Irigasi KP-01

Tabel 5. Efisiensi Lapangan

Jenis Saluran	Ruas Pengukuran	Kehilangan air (m ³ /det)	Efisiensi Lapangan (%)
Sal. Induk Lanrae	BP2 - BP3	0.0064	91.88
Sal. Sekunder Topporeng (BTP)	BP3 - BTP1	0.0020	91.71
Sal. Sekunder Barantang (BR)	BP2 - BR1	0.0047	85.28
Sal. Sekunder Tonrong (BT)	BP3 - BT1	0.0052	79.24
Tersier 1	BT1 - T1	0.0056	83.00
Tersier 2	T1 - T2	0.0048	84.43

Tersier 3	T2 – T3	0.0044	76.03
Tersier 4	T3 – T4	0.0041	75.78

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil yang ada pada Tabel 13 dan Tabel 14, efisiensi rata-rata untuk saluran induk lanrae 90.94%, sekunder 87.70%, dan tersier 79.91%, sehingga secara keseluruhan rata – rata efisiensi jaringan irigasi Air Lanrae sebesar 86.18%. Nilai efisiensi rata-rata dari saluran primer diatas 90%, berarti air yang hilang sedikit karena saluran primer bersifat permanen dengan sedikit gerusan pada dinding dan dasarnya. Sedangkan pada saluran sekunder terutama saluran sekunder barantang, sekunder tonrong , dan saluran tersier tanah, efisiensi reratanya berada dibawah nilai efisiensi KP yang ditetapkan dapat dilihat pada Tabel 14. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya kehilangan air melebihi kehilangan air yang disyaratkan untuk masing – masing saluran tersebut. Rata-rata kehilangan air secara keseluruhan pada jaringan irigasi Air Lanrae adalah 13.82%.

Pembahasan

1. Saluran Induk Lanrae

Kehilangan air pada saluran primer pada pengukuran rata-rata kehilangan air 0,0064 m³/det dengan efisiensi reratanya adalah 91,88%. Kehilangan air yang terjadi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Sedangkan evaporasi sepanjang saluran sangat kecil sebesar 0.00000007 m³/det dan tidak terlalu berpengaruh pada kehilangan air, sehingga faktor fisik saluran yang menyebabkan adanya air yang hilang dalam perjalanannya. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa sebagian dasar saluran primer telah tergerus sehingga air hilang disebabkan oleh rembesan secara vertikal.

2. Saluran Sekunder

Efisiensi rata-rata pada saluran sekunder Barantang (BR) 85.28% dan saluran sekunder Tonrong (BT) 79,24%. Kehilangan air untuk saluran sekunder BR adalah 0.0047 m³/det, sedangkan untuk saluran sekunder BT adalah 0.0052 m³/det. Angka kehilangan ini tidak terlalu dipengaruhi oleh evaporasi, karena laju evaporasi masing-masing sangat kecil yaitu 0.00000009 m³/det dan 0.00000016 m³/det. Oleh karena itu, kehilangan air disebabkan oleh faktor fisik saluran yang mana air merembes pada dinding dan dasar saluran. Selain itu banyaknya endapan pada dasar saluran menyebabkan aliran air yang lambat sehingga peluang intensitas rembesannya menjadi lebih tinggi. Walaupun karakteristik salurannya sama, tetapi besarnya kehilangan air berbeda karena jarak sekunder BR (336 m) lebih panjang dari jarak sekunder BT (187 m). Semakin panjang bentang dengan karakteristik yang sama, kehilangan air akan semakin banyak.

Sedangkan hasil analisis pada saluran sekunder BTP menunjukkan besarnya efisiensi rata – rata adalah 91.71% lebih besar 1.71% dari efisiensi teoritis (KP). Angka ini menunjukkan bahwa sepanjang saluran ini air yang hilang sedikit. Kehilangan air rata – rata sebesar 0.0020 m³/det dengan laju evaporasi yang sangat kecil sebesar 0.00000007 m³/det. Air yang hilang karena merembes pada dasar saluran yang tergerus.

3. Saluran Tersier

Kehilangan air yang terjadi pada saluran tersier 1 adalah 0.0056 m³/det dengan efisiensi sebesar 83.00%. Untuk saluran tersier 2, jumlah air yang hilang sebesar 0.0048 m³/det dengan efisiensi sebesar 84.43%, tersier 3 jumlah air yang hilang sebesar 0.0044 m³/det dengan efisiensi sebesar 76.03%, sedangkan tersier 4 jumlah air yang hilang sebesar 0.0041 m³/det dengan efisiensi sebesar 75.78%, Laju evaporasi pada saluran tersier 1 dan tersier 2 adalah 0.00000013 m³/det tersier 3 dan tersier 4 adalah 0.00000015 m³/det. Laju evaporasi sangat kecil sehingga tidak terlalu berpengaruh pada kehilangan air. Kehilangan air yang terjadi karena adanya rembesan serta faktor operasional yaitu pengaliran air ke sawah-sawah yang tidak teratur, sehingga terjadi pemborosan penggunaan air oleh petani.

D. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

1. Kehilangan air secara keseluruhan pada jaringan irigasi Air Lanrae adalah 13.82%. Saluran Induk Lanrae kehilangan akibat fisik dimana kehilangan air terjadi karena adanya rembesan air di saluran menunjukkan bahwa sebagian dasar saluran induk lanrae telah tergerus sehingga air hilang disebabkan oleh rembesan secara vertikal. Sedangkan pada saluran sekunder dan tersier kehilangan akibat operasional terjadi karena adanya pelimpasan dan kelebihan air pembuangan pada waktu pengoperasian saluran dan pemborosan penggunaan air oleh petani. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya kehilangan air melebihi kehilangan air yang disyaratkan untuk masing – masing saluran tersebut.
2. Efisiensi rata-rata untuk saluran induk Lanrae 90.94%, sekunder 87.70%, dan tersier 79.91%, sehingga secara keseluruhan rata – rata efisiensi jaringan irigasi Air Lanrae sebesar 86.18%. Nilai efisiensi rata-rata dari saluran induk Lanrae diatas 90,94%, berarti air yang hilang sedikit karena saluran primer bersifat permanen dengan sedikit gerusan pada dinding dan dasarnya. Sedangkan pada saluran sekunder terutama saluran sekunder BR, sekunder BT, saluran tersier T3, dan saluran tersier T4, efisiensi reratanya berada dibawah nilai efisiensi KP yang ditetapkan Kehilangan air yang terjadi akibat evaporasi sangat kecil, sehingga air yang hilang lebih disebabkan oleh faktor fisik saluran.

Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian yang di lakukan adalah sebagai berikut:

1. Kehilangan air pada jaringan irigasi Air Lanrae sebesar 13.82% lebih banyak terjadi pada saluran tersier 3 dan tersier 4, maka perlu peningkatan saluran tersebut melalui rehabilitasi.
2. Penelitian yang dilakukan mengenai efisiensi dan kehilangan air pada jaringan irigasi Air Lanrae hanya melihat faktor evaporasi dan rembesan. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai efisiensi dan kehilangan air secara keseluruhan dengan memperhitungkan besarnya perkolasi, rembesan, dan evaporasi pada tingkat usaha tani sampai jaringan utama irigasi Air Lanrae.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1986, *Kriteria Perencanaan 01 perencanaan jaringan Irigasi*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Pengairan, Jakarta.
2. Agus S, 2015. *Analisis Efisiensi Pemberian Air di Jaringan Irigasi Karau Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah*. Jurnal Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
3. Ahmad A, Anton A dan Syahroni, 2013. *Kajian Efektifitas dan Efisiensi Jaringan Irigasi Terhadap Kebutuhan Air Pada Tanaman Padi (studi kasus irigasi kaiti samo kecamatan rambah kabupaten rokan hulu)*. Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengairan. Riau.
4. Akmal, Masimin dan Ella M, 2014. *Efisiensi Irigasi Pada Petak Tersier di Daerah Irigasi Lawe Bulan Kabupaten Aceh Tenggara*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
5. Hadi S, Imam W dan Soedarsono, 2016. *Analisis Efisiensi Jaringan Saluran Irigasi D.I Kabuyutan Studi Kasus : Kabupaten Brebes*. Jurnal Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

6. Laksono S.S, 2011. *Efisiensi Irigasi Sumber Beringin di Kabupaten Magetan*. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
7. Linsley, R.K., Franzini, J.B., 1992, *Teknik Sumberdaya Air Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
8. Rangga A P. M, 2012. *Studi Efisiensi Pemberian Air Irigasi Desa Kutoharjo, Kecamatan Pati, Kabupaten Pati Jawa Tengah*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
9. Sudjarwadi, 1979, *Pengantar Teknik Irigasi*, Jurusan Teknik sipil dan Lingkungan, Fakultas teknik, Universitas Gadjah Mada.
10. Sudjarwadi. 1987. *Dasar-Dasar Teknik Irigasi*. Fakultas Teknik Universitas Gajahmada. Yogyakarta.
11. Sudjarwadi, 1990, *Teori dan Praktek Irigasi*, PAU Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.
12. Sutrisno dan Cholilul Chayati. 2011. *Perhitungan Efisiensi Saluran Irigasi Pada Daerah Irigasi Kebonagung*. Kabupaten Sumenep.