
Efisiensi Penyaluran Air Pada Telabah Aya Dengan Konstruksi Lining Saluran dalam Sistem Irigasi Subak di Kabupaten Badung

Water Distribution Efficiency for Lining Construction Of Telabah Aya in Subak Irrigation System, Badung Regency

I Made Hendra Udayana AS, I Wayan Tika*, I Gusti Ketut Arya Arthawan

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: wayantika@unud.ac.id

Abstrak

Efisiensi penyaluran menjadi dasar dalam penyaluran air irigasi pada sistem irigasi subak. Kondisi efisiensi penyaluran pada *telabah aya* dipengaruhi oleh kondisi fisik saluran, khususnya bergantung pada jenis *lining* saluran yang digunakan. *lining* saluran yang diterapkan di subak Kabupaten Badung menjadi bukti bahwa pengaplikasian *lining* banyak berpengaruh dalam penyaluran irigasi. Dibutuhkan informasi tentang besarnya efisiensi penyaluran pada jenis *lining* yang diterapkan pada *telabah* sebagai nilai acuan dasar dalam kegiatan pembagian air irigasi kedepannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei kuantitatif dengan pengamatan *lining* dan pengukuran langsung variabel debit pada *telabah aya*. Pengamatan *lining* yang dilakukan berdasarkan 30 objek *telabah aya* dengan *lining* saluran yang ada di subak Kabupaten Badung. Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan instrumen pelampung dan ukuran penampang aliran diukur dengan *rollmeter*. Pengukuran variabel debit dilakukan di hulu dan hilir *telabah aya* untuk mendapatkan besarnya debit awal dan debit akhir sebagai dasar dalam penentuan efisiensi penyaluran. Jenis *lining* saluran yang digunakan pada *telabah aya* di Kabupaten Badung adalah tipe batu sebanyak 77% dan beton *l-shape* sebanyak 23%. Nilai efisiensi penyaluran untuk *telabah aya* dengan *lining* batu sebesar 75,20% dan tipe beton *l-shape* sebesar 93,07%. Perbedaan nilai efisiensi ini disebabkan karena keadaan kondisi *lining* saluran pada masing-masing *telabah aya*.

Kata kunci: *sistem irigasi subak, telabah aya, lining saluran, efisiensi penyaluran*

Abstract

The efficiency of distribution becomes the basis in the distribution of irrigation water in subak irrigation systems. The condition of the distribution efficiency in *telabah aya* is influenced by the physical condition of the canal, particularly depending on the type of lining canal used. The application of lining canals in Subak, Badung Regency is proof that it has a lot of influence in irrigation distribution. The information on the distribution efficiency is required for the lining of *telabah* as a basic reference value in irrigation water distribution. The method used in this study is quantitative surveys and lining observations, and direct measurements of debit variables in *telabah aya*. Lining observations are based on 30 objects with lining canals in Badung regency. The flow speed measurement was carried out using buoy instruments. The size of the flow cross-section was measured with a roll meter. Measurement of water discharge was performed upstream and downstream of *telabah aya* to get the amount of initial discharge and final discharge as a basis for determining the efficiency of distribution. The lining canal used in *telabah aya* in Badung Regency is 77% types of stone and *l-shape* concrete as much as 23%. The value of distribution efficiency for *telabah aya* with stone lining by 75.20% and *l-shape* concrete type by 93.07%. This difference in efficiency value is due to the lining canal conditions in each *telabah aya*.

Keywords: *subak irrigation system, telabah aya, line lining, efficiency of water distribution.*

PENDAHULUAN

Penyaluran air irigasi merupakan salah satu rangkaian proses yang terjadi dalam kegiatan pertanian. Efisiensi penyaluran menjadi aspek dasar dalam kegiatan penyaluran air irigasi (Darajat et al., 2017). Efisiensi penyaluran air irigasi adalah nilai perbandingan dari besarnya debit air di akhir sebuah saluran (*outflow*) dengan debit di awal pintu masuk saluran (*inflow*). Adapun salah satu faktor yang cukup berpengaruh terhadap besarnya nilai efisiensi penyaluran adalah besarnya kehilangan air irigasi selama penyaluran (Pongoh et al., 2015). Kehilangan air pada saluran irigasi adalah berkurangnya volume air pada saluran irigasi yang ditandai dengan adanya perbedaan antara debit aliran *inflow* dan *outflow* (Rumihin, 2016). Kehilangan air irigasi ini dipengaruhi oleh banyak faktor, beberapa diantaranya adalah rembesan, infiltrasi dan perkolasi (Jubayir et al., 2020). Pada sistem subak, penyaluran air irigasi dilakukan dengan menyalurkan air melalui *telabah* (Arnanda et al., 2020). Keadaan *telabah* yang masih berupa saluran konvensional memiliki pori-pori permukaan yang besar (Yusmita et al., 2017). Dengan adanya kehilangan air, efisiensi penyaluran akan menurun dan mengganggu sistem pembagian air di subak (Sukertayasa et al., 2017). Dalam kondisi ini, konstruksi *lining* pada *telabah* dapat menjadi salah satu gagasan yang lebih efisien dalam kegiatan penyaluran air irigasi karena nilai rembesan akan berkurang. Konstruksi *lining* pada saluran irigasi (*telabah*) di subak menjadi salah satu gagasan dalam mengatasi rendahnya nilai efisiensi pada saluran irigasi konvensional. *Lining* saluran adalah pasangan yang digunakan sebagai pembatas pada dinding saluran dengan tujuan untuk mengurangi / mencegah bocornya air pada saluran. Penerapan *lining* saluran pada *telabah* sudah diterapkan di Bali, salah satunya di wilayah Kabupaten Badung. Penerapan *lining* saluran dengan pasangan batu sudah banyak dilakukan dan bahkan juga penerapan *lining* saluran dengan menggunakan pasangan beton pada *telabah aya* sehingga dibutuhkan informasi mengenai banyaknya persentase pengaplikasian jenis *lining* tersebut dalam sistem irigasi subak.

Adapun jumlah persentase *telabah aya* dengan *lining* saluran pada subak perlu untuk diketahui sebagai gambaran tentang penerapan *lining* pada saluran irigasi. Efisiensi penyaluran pada *telabah aya* dengan konstruksi *lining* saluran perlu untuk diketahui, hal ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang nilai efisiensi saluran pada *telabah aya* dengan konstruksi *lining* saluran yang memiliki karakteristik saluran hampir sama. Kondisi efisiensi saluran pada *telabah aya* dengan konstruksi *lining* saluran di subak menjadi topik yang perlu dipelajari dan

didalami. Hal ini dikarenakan pentingnya informasi mengenai nilai efisiensi penyaluran *telabah aya* pada sistem irigasi subak sebagai dasar dalam perbaikan atau peralihan jenis *lining* saluran serta sebagai dasar dalam penentuan pembagian air irigasi kedepannya.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei kuantitatif dengan melakukan pengukuran dan pengambilan data secara langsung pada objek penelitian.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada subak yang berada di wilayah Kabupaten Badung yang sudah memiliki *lining* saluran. Penelitian ini dilaksanakan dari Bulan Januari 2021 sampai Bulan Maret 2021.

Alat dan Objek Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penggaris besi panjang, *rollmeter*, instrumen pelampung, *stopwatch*, dan peralatan untuk mencatat data. Penggaris besi panjang digunakan untuk pengukuran kedalaman ambang basah *telabah aya*. *Rollmeter* digunakan untuk pengukuran lebar *telabah aya* dan panjang lintasan untuk instrumen pelampung. Instrumen pelampung yaitu instrumen yang dibuat menyerupai pelampung untuk pengukuran kecepatan aliran *telabah aya* pada *inlet* dan *outlet* saluran. Adapun yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah 30 dari 120 *telabah aya* yang ada di subak Kabupaten Badung yang diambil dengan metode *purposive sampling* yaitu penentuan objek penelitian berdasarkan beberapa kriteria sejenis.

Pelaksanaan Penelitian

Rangkaian kegiatan penelitian diawali dengan persiapan kelengkapan alat-alat penunjang penelitian seperti penggaris besi panjang, *rollmeter*, instrumen pelampung, *stopwatch*, dan peralatan untuk mencatat. Pelampung merupakan benda yang memiliki ruang kosong di dalamnya agar bisa diisi air sehingga nilai massa jenisnya bisa disesuaikan. Pengumpulan data dilakukan secara langsung yaitu pengumpulan data primer untuk data variabel debit. Pengukuran variabel debit diawali dengan menentukan panjang lintasan pelampung sepanjang 10 meter pada *inlet* dan *outlet telabah aya*, pengukuran kedalaman aliran dan lebar saluran (Neno et al., 2016). Dilanjutkan dengan pengukuran laju aliran dengan metode pelampung. Pelampung diposisikan pada posisi awal lintasan yang sudah ditentukan dan dibiarkan terbawa aliran sampai batas panjang lintasan, yaitu 10 meter kemudian waktu tempuhnya dicatat. Untuk mendapatkan data yang

lebih teliti, pengukuran kedalaman aliran beserta pengukuran laju aliran dilakukan sebanyak lima kali pengukuran untuk setiap objek penelitian (Cahyadi et al., 2017).

Analisis Data

1. Luas Penampang Saluran

Untuk luas penampang saluran primer, luas saluran dihitung dengan menggunakan persamaan lebar saluran dan kedalaman aliran (Bancin et al., 2015)

$$A = (b \times h) \dots\dots\dots [1]$$

keterangan :

- A = luas penampang, dengan penampang berbentuk persegi panjang (m^2)
- b = lebar saluran (m)
- h = kedalaman aliran (m)

2. Kecepatan Aliran

Perhitungan kecepatan aliran dilakukan dengan pendekatan kecepatan aliran menggunakan metode pelampung (Wirosodarmo et al., 2018). Dengan menggunakan percobaan pelampung yang terbawa aliran pada saluran dengan panjang tertentu dan waktu tempuh pelampung mencapai jarak tersebut.

$$v = s / t \dots\dots\dots [2]$$

keterangan :

- v = kecepatan aliran (m/s)
- s = jarak / panjang saluran yang digunakan dalam percobaan (m)
- t = waktu tempuh pelampung (s)

3. Debit Aliran

besarnya debit alir yang mengalir dapat dihitung dengan metode luas penampang dan kecepatan aliran (Staddal et al., 2017), yaitu :

$$Q = v \times A \dots\dots\dots [3]$$

keterangan :

- Q = besarnya nilai debit irigasi (m^3/s)
- v = kecepatan aliran (m/s)
- A = luas penampang saluran (m^2)

4. Uji Normalitas

digunakan untuk mengukur apakah data terdistribusi secara normal. Uji yang digunakan adalah uji *kolmogorov-Smirnov* menggunakan aplikasi *SPSS 24*.

5. Kehilangan Air

Pengukuran kehilangan air menggunakan metode “*Inflow-Outflow*”, bahwa selisih debit yang terjadi sepanjang saluran yang diamati merupakan kehilangan air selama penyaluran (Ali, 2019).

$$Q_l = Q_i - Q_o \dots\dots\dots [4]$$

keterangan :

- $Q_l = Q_{lost}$ = kehilangan air (m^3/s)
- Q_i = debit *inflow* (m^3/s)
- Q_o = debit *outflow* (m^3/s)

6. Persentase Efisiensi Penyaluran

Besarnya efisiensi penyaluran air irigasi dihitung dengan (Bancin et al., 2015).

$$Es = \frac{Q_o}{Q_i} \times 100 \% \dots\dots\dots [5]$$

keterangan :

- Es = efisiensi saluran
- Q_i = debit *inflow* (m^3/s)
- Q_o = debit *outflow* (m^3/s)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tipe Lining Saluran yang Digunakan pada Telabah Aya

Dari penelitian yang telah dilakukan pada *telabah aya* di Kabupaten Badung, didapatkan data tipe *lining* saluran yang digunakan berupa tipe *lining* material yaitu *lining* batu dan beton tipe *l-shape*. Dari 30 sampel *telabah aya* pada subak yang ada di Kabupaten Badung, didapatkan besaran jumlah *lining* saluran tipe batu sebanyak 77% dan tipe beton *l-shape* sebanyak 23%. Perbedaan jumlah penerapan tipe *lining* ini diduga karena kondisi hulu saluran *telabah aya* yang cukup sulit dijangkau dan keadaan *telabah aya* dengan tipe *lining* batu yang masih dianggap layak sehingga masih dipergunakan. Ditemukan juga bahwa sebagian besar saluran sekunder dan tersier sudah diterapkan penggunaan *lining* saluran tipe beton *l-shape*. Hal ini berarti penerapan *lining* beton *l-shape* juga sudah mulai dilakukan secara umum pada *telabah* subak di Kabupaten Badung.

Analisis Debit Hulu dan Hilir

Adapun data awal yang diperoleh berupa variabel debit yaitu tinggi muka air / ambang basah dan data lebar *telabah aya* sebagai dasar dalam penentuan luas penampang (Febriansyah et al., 2020). Analisis perhitungan debit aliran dilakukan berdasarkan variabel debit yang telah didapatkan dan dilakukan analisis uji kenormalan *Kolmogorov-Smirnov* pada data debit aliran yang telah didapatkan. Uji kenormalan data ini perlu untuk dilakukan agar diketahui bahwa data debit aliran yang diperoleh terdistribusi secara normal, sehingga analisis perhitungan selanjutnya yaitu efisiensi penyaluran dapat dilakukan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada 30 sampel *telabah aya* yang sudah menerapkan *lining* saluran di subak Kabupaten

Badung, didapatkan data awal berupa variabel debit meliputi ukuran penampang saluran dan kelajuan aliran pada *telabah aya*. Pengamatan yang dilakukan berupa pengukuran sebanyak lima kali ulangan yang hasilnya kemudian dirata-ratakan sehingga mendapatkan hasil pengukuran yang lebih teliti (Cahyadi *et al*, 2017).

Data debit aliran merupakan dasar yang digunakan sebagai bahan analisis untuk penentuan nilai efisiensi penyaluran (Rahayu *et al.*, 2019). Efisiensi penyaluran air irigasi adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir pada *outflow* dengan air awal *inflow* (Ali, 2019) sehingga digunakan data debit awal dan debit ujung *telabah aya*. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dalam penentuan debit aliran dengan metode luas penampang dan kelajuan aliran, didapatkan data yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Nilai Debit Aliran Hulu dan Hilir *Telabah Aya* pada 30 Subak di Kabupaten Badung

No	Nama Subak	Debit Hulu (m ³ /s)	Debit Hilir (m ³ /s)
1.	Aban	0,51	0,36
2.	Mambal	0,90	0,75
3.	Karang Dalem	0,61	0,48
4.	Ayung	0,55	0,44
5.	Taman	0,29	0,21
6.	Duaji	0,87	0,64
7.	Gaji	0,50	0,39
8.	Tanah Putih	1,16	0,84
9.	Penarungan	0,63	0,46
10.	Batan Wani	0,47	0,37
11.	Legena	0,55	0,39
12.	Pangi	0,81	0,61
13.	Srobian	0,65	0,46
14.	Aya	0,56	0,38
15.	Sangeh	4,58	3,80
16.	Dukuh	1,21	0,85
17.	Saih	0,69	0,54
18.	Muding	0,61	0,49
19.	Petitenget	0,72	0,54
20.	Tebe	0,58	0,41
21.	Karang Gadon	0,80	0,57
22.	Pedahanan	0,52	0,40
23.	Umadesa	0,53	0,39
24.	Tegan	1,09	1,05
25.	Ayunan	0,56	0,50
26.	Blahkiuh	0,56	0,52
27.	Bulan	0,64	0,59
28.	Abasan	0,52	0,48
29.	Buangga	0,67	0,63
30.	Cunggu	0,76	0,71

Efisiensi Penyaluran Air pada *Telabah Aya*

Efisiensi penyaluran menjadi aspek dasar dalam kegiatan penyaluran air irigasi (Darajat *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil analisis data, didapatkan nilai efisiensi penyaluran air irigasi terendah pada *telabah aya* dengan *lining* tipe batu sebesar 67,54% pada Subak Aya yang terletak di wilayah Dusun Tumbak Bayuh, Kecamatan Mengwi. Nilai efisiensi penyaluran tertinggi untuk *telabah aya* dengan *lining* tipe batu pada *telabah aya* Subak Mambal yang terletak di wilayah Dusun Mambal, Kecamatan Abiansemal sebesar 83,99%. Untuk *telabah aya* dengan *lining* tipe beton *l-shape*, nilai efisiensi penyaluran terendah terdapat pada *telabah aya* Subak Ayunan yang terletak di wilayah Dusun Ayunan, Kecamatan Abiansemal sebesar 90,13%. Nilai efisiensi penyaluran tertinggi untuk *telabah aya* dengan *lining* tipe beton terdapat pada Subak Tegan yang terletak di Kelurahan Kapal, Kecamatan Mengwi sebesar 96,80%.

Dari data yang diperoleh, didapatkan kecenderungan secara umum pada data efisiensi penyaluran bahwa besarnya nilai efisiensi penyaluran pada *telabah aya* dengan *lining* tipe beton lebih tinggi dibandingkan dengan tipe batu. Kecenderungan ini menunjukkan bahwa penerapan aplikasi *lining* beton pada *telabah aya* dapat membuat nilai efisiensi penyaluran air irigasi menjadi lebih tinggi. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Rumihin, (2016) tentang penggunaan *lining* beton yang dapat menaikkan dan membuat nilai efisiensi penyaluran pada saluran irigasi menjadi lebih baik. Adapun besarnya nilai efisiensi penyaluran *telabah aya* di Kabupaten Badung disajikan pada Tabel 2a. dan Tabel 2b.

Tabel 2a. Data Efisiensi Penyaluran *Telabah Aya* Dengan *Lining* Batu di Kabupaten Badung

No	Nama Subak	Efisiensi Penyaluran	Rata-rata
1.	Aban	71,14%	
2.	Mambal	83,99%	
3.	Karang Dalem	79,53%	
4.	Ayung	79,43%	
5.	Taman	72,06%	
6.	Duaji	74,39%	
7.	Gaji	78,39%	
8.	Tanah Putih	72,73%	
9.	Penarungan	73,54%	75,20%
10.	Batan Wani	78,25%	
11.	Legena	71,33%	
12.	Pangi	76,07%	
13.	Srobian	71,75%	
14.	Aya	67,54%	
15.	Sangeh	83,40%	
16.	Dukuh	71,48%	

17.	Saih	78,58%
18.	Muding	79,15%
19.	Petitenget	74,71%
20.	Tebe	70,66%
21.	Karang Gadon	71,05%
22.	Pedahanan	76,58%
23.	Umadesa	73,94%

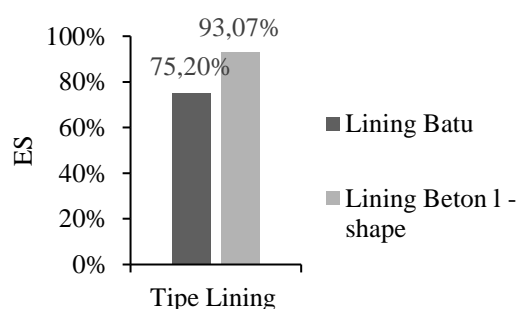
Keterangan: Efisiensi penyaluran berdasarkan pengamatan untuk satu kilometer panjang *telabah aya* dari hulu ke hilir

Tabel 2b. Data Efisiensi Penyaluran Telabah Aya Dengan Lining Beton *l-shape* di Kabupaten Badung

No	Nama Subak	Efisiensi Penyaluran	Rata-rata
1.	Tegan	96,80%	
2.	Ayunan	90,13%	
3.	Blahkiuh	92,32%	
4.	Bulan	91,74%	93,07%
5.	Abasan	92,37%	
6.	Buangga	94,65%	
7.	Canggu	93,48%	

Keterangan: Efisiensi penyaluran berdasarkan pengamatan untuk satu kilometer panjang *telabah aya* dari hulu ke hilir

Perhitungan nilai efisiensi penyaluran pada *telabah aya* dilakukan dalam ukuran satu kilometer panjang *telabah* adalah untuk menyeragamkan perhitungan ukuran panjang *telabah* agar memudahkan dalam membandingkan nilai efisiensi penyalurannya. Adapun efisiensi penyaluran pada *telabah aya* di Kabupaten Badung disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram efisiensi penyaluran air irigasi pada *telabah aya* dengan *lining* tipe batu dan beton *l-shape* di Kabupaten Badung

Dalam “Kriteria Perencanaan Bagian Saluran, KP-03. Standar Perencanaan Irigasi Kementerian Pekerjaan Umum” tahun 2013 disebutkan nilai kehilangan/rembesan air di jaringan irigasi berkisar 5% - 10% pada saluran utama / primer. Hal ini berarti nilai efisiensi penyaluran air irigasi pada setiap

sampel *telabah aya* dengan *lining* tipe beton *l-shape* di subak Kabupaten Badung sudah sesuai dengan KP-03 dengan nilai rembesan secara umum sebesar 6,93%. Namun untuk *telabah aya* dengan *lining* tipe batu masih berada di bawah standar KP-03 dengan rata-rata nilai rembesan sebesar 24,80%.

Dalam penelitian ini, kehilangan air dipengaruhi sebagian besar oleh rembesan pada saluran irigasi. Hal ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Bunganaen *et al.*, (2017) yang menyatakan besarnya kehilangan air pada pengaliran air karena nilai evaporasi sangat kecil dan kehilangan air banyak disebabkan karena faktor fisik saluran. Adapun pertimbangan lainnya, karena lokasi *telabah aya* yang secara keseluruhan terletak di wilayah Kabupaten Badung, sehingga nilai evaporasi dianggap sama dan dapat diabaikan. Perbedaan nilai efisiensi penyaluran air irigasi antara *telabah aya* dengan *lining* tipe batu dan beton *l-shape* diduga disebabkan karena perbedaan jenis *lining* saluran yang digunakan. *Telabah aya* yang menerapkan *lining* tipe batu memiliki efisiensi penyaluran yang lebih rendah dibandingkan dengan tipe beton *l-shape* diduga karena kondisi *lining* batu yang lebih mudah terjadi kebocoran dan kerusakan dibandingkan *lining* beton. Hal ini sejalan dengan pendapat Osman *et al.*, (2016) yang menyatakan perbedaan jenis *lining* saluran akan sangat berpengaruh pada besarnya rembesan yang terjadi pada saluran tersebut. *Lining* tipe beton akan mengurangi besarnya rembesan yang terjadi pada saluran irigasi karena *lining* tipe beton membuat pori-pori dinding saluran semakin rapat dan kuat sehingga akan mencegah terjadinya kebocoran akibat gerusan air pada saluran irigasi (Lusiantorowati *et al.*, 2015). Dengan kondisi dinding pada *telabah aya* yang kokoh karena *lining* tipe beton ini, efisiensi penyalurannya juga akan semakin meningkat seiring dengan berkurangnya jumlah air yang hilang. Adapun penerapan *lining* saluran pada *telabah aya* di Kabupaten Badung menjadi salah satu bentuk usaha untuk meningkatkan nilai efisiensi penyaluran air irigasi. Penerapan *lining* saluran, khususnya tipe beton dapat menjadi salah satu usaha untuk menaikkan nilai efisiensi penyaluran air irigasi di subak yang rendah karena kehilangan air yang terjadi pada *telabah* subak di Kabupaten Badung.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa jenis *lining* saluran yang diterapkan pada *telabah aya* di Kabupaten Badung adalah tipe *lining* batu sebanyak 77% dan *lining* beton tipe *l-shape* sebanyak 23%. Besarnya nilai rata-rata efisiensi penyaluran air irigasi pada *telabah aya*

dalam sistem irigasi subak di Kabupaten Badung dengan konstruksi *lining* saluran tipe batu sebesar 75,20% dan *lining* tipe beton sebesar 93,07%. Perbedaan nilai efisiensi ini disebabkan karena keadaan kondisi dan jenis *lining* saluran pada masing-masing *telabah aya*.

Daftar pustaka

- Ali, M. (2019). Analisis Kehilangan Air Pada Saluran Sekunder Di Daerah Irigasi Gebong Kabupaten Lombok Barat (*Doctoral dissertation*, Universitas Muhammadiyah Mataram). <http://repository.ummat.ac.id/369/>
- Arnanda, I. K. Y., Tika, I. W., & Madrini, I. A. G. B. (2020). Analisis Rasio Prestasi Manajemen Irigasi pada Distribusi Air di Subak Kabupaten Tabanan. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)* 8(2).
- Bancin, A. A., Jayanti, D. S., Ferijal, T., Studi, P., Pertanian, T., & Pertanian, F. (2015). Efisiensi Penyaluran Air Irigasi BKA Kn 16 Lam Raya Daerah Irigasi Krueng Aceh. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 8(1), 19-28.
- Bunganaen, W., Ramang, R., & Raya, L. L. M. (2017). Efisiensi Pengaliran Jaringan Irigasi Malaka (Studi Kasus Daerah Irigasi Malaka Kiri). *Jurnal Teknik Sipil*, VI(1), 23–32. <http://nirmana.petra.ac.id/index.php/jurnal-teknik-sipil/article/view/20439>
- Cahyadi, A., Widyastuti, M., & Sasongko, M. H. D. (2017). Hidrologi dan Hidrogeologi Karst. <https://doi.org/10.31227/osf.io/8wcm7>
- Darajat, A. R. U., Nurrochmad, F., & Jayadi, R. (2017). Analisis Efisiensi Saluran Irigasi di Daerah Irigasi Boro Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal INERSIA*, 8(2), 154-166
- Lusiantorowati, E., Prawitosari, T., & Achmad, M. (2015). Efisiensi Penyaluran Air pada Saluran Induk Pekkabata Daerah Irigasi Saddang Utara Kabupaten Pinrang. *Jurnal Agritechno*, 117-123.
- Sukertayasa, I. P., & Wijaya, I. M. A. S. (2017) Analisis Efisiensi Penggunaan Air Irigasi pada Subak Agung Yeh Sungi. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 5(1), 45-50.
- Febriansyah, I., Besperi, B., & Khairul, A. (2019) Analisis Efisiensi Penyaluran Air Irigasi Pada Saluran Sekunder dan Tersier (Studi Kasus Daerah Irigasi Air Kedurang Kabupaten Bengkulu Selatan) (*Doctoral dissertation*, Universitas Bengkulu). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22187.26404>
- Jubayir, J., Soedarsono, S., & Wahyudi, S. I. (2020). Analisis Efisiensi Penggunaan Lining Precast dengan Satu Desain Sambungan (Male-Female Dua Sisi pada Pekerjaan Rehabilitasi Saluran Sekunder D.I Sidorejo. *Pondasi*, 23(2), 26. <https://doi.org/10.30659/pondasi.v23i2.11209>
- KP-03, D. S. (2013). Standar Perencanaan Irigasi. Kriteria Perencanaan Bagian Saluran Kp-03. In *Standar Perencanaan Irigasi*.
- Neno, A. K., Harijanto, H., & Wahid., A. (2016). Hubungan Debit Air dan Tinggi Muka Air di Sungai Lambagu Kecamatan Tawaeli Kota Palu. *Warta Rimba*, 4(2), 1–8.
- Osman, E. A. M., Bakeer, G. A., Abuarab, M. E., & Eltantawy, M. T. (2016). Improving Irrigation Water Conveyance and Distribution Efficiency Using Lined Canals and Buried Pipes Under Egyptian Condition. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 33(4), 1399–1420. <https://doi.org/10.21608/mjae.2016.97611>
- Pongoh, F. M., Rumambi, D. P., Pakasi, S., & Ludong, D. (2015). Analisis Kehilangan Air Pada Jaringan Irigasi Bendung Talawaan Kabupaten Minahasa Utara. *Cocos*, 6(17).
- Rahayu, A. S., Amri, K., & Besperi, B. (2019). Analisis Efisiensi Penyaluran Air Irigasi Kawasan Kemumu Kabupaten Bengkulu Utara (Tinjauan saluran sekunder). *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 9–14. <https://doi.org/10.33369/ijts.9.1.9-14>
- Rumihin, A. (2016). Rumihin, A. (2017). Studi Pengaruh Lining Saluran Irigasi Terhadap Kehilangan Air Untuk Peningkatan Produksi (Studi Kasus: Di Kairatu I) (*Doctoral dissertation*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Staddal, I., Haridjaja, O., & Hidayat, Y. (2017). Analisis debit aliran sungai DAS Bila, Sulawesi Selatan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 12(2), 117–130. <https://doi.org/10.32679/jsda.v12i2.56>
- Wirosoedarmo, R., Rahadi, B., & Laksmiana, S. I. (2018). Evaluasi Efisiensi Saluran Terhadap Debit Aliran Air pada Jaringan Irigasi Purwodadi Magetan. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 3(3), 16–25.
- Yusmita, W., Putra, I. G. S. A., & Budiasa, I. W. (2017). Manajemen Irigasi Tradisional pada Sistem Subak Umayu di Desa Talibeng Kecamatan Sidemen Kabupaten Karangasem. *Jurnal Agribisnis Dan Agrowisata (Journal of Agribusiness and Agritourism)*, 6(2), 179–189. <https://doi.org/10.24843/jaa.2017.v06.i02.p01>