

## Kajian Kebutuhan Irigasi Sawah di Lapangan (Studi Kasus: Daerah Irigasi Cihea Kabupaten Cianjur)

Sutoyo<sup>1</sup>, M. Y. J. Purwanto<sup>2</sup>, C. Arif<sup>3</sup>, S. K. Saptomo<sup>4</sup>, A. Heryansyah<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4)</sup> Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan, IPB University

<sup>5)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

sutoyo@apps.ipb.ac.id; moh.ja@apps.ipb.ac.id; chusnul\_arif@apps.ipb.ac.id;

saptomo@apps.ipb.ac.id; arien@uika-bogor.ac.id

### ABSTRAK

Indonesia dikenal dengan sebutan negara agraris karena sebagian besar masyarakat nya melakukan budidaya padi di sawah. BPS melalui Kerangka Survey Area (KSA) menyatakan total luas panen pada tahun 2022 sebesar 10,45 juta hektar. Luasan yang besar ini sangat mungkin terjadi ketidak efisienan penggunaan air dalam budidaya padi mengingat sebagian besar budidaya dilakukan dengan penggenangan. Pengukuran kebutuhan air irigasi di sawah selama ini dilakukan sebagian besar dalam tahapan analisis, belum ditemukan pengukuran secara detail dalam melakukan evaluasi kebutuhan air irigasi di sawah. Untuk mengevaluasi kebutuhan air irigasi di sawah dengan mudah dapat dilakukan dengan pendekatan neraca air yang mempertimbangkan seluruh aspek baik air masuk maupun keluar. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji komponen kebutuhan air irigasi pada periode penyiapan lahan. Penelitian dilakukan pada petak sawah dilengkapi dengan beberapa alat ukur. Pengukuran debit air yang masuk dan keluar petakan menggunakan *Cutthroat Flume* (CTF), pengukuran data cuaca menggunakan *Automatic Weather Station* (AWS) dan juga dilakukan pengukuran perkolasi di lapangan. Pengukuran kebutuhan air di sawah pada petak menghasilkan nilai nilai total debit masuk sebesar 195.38 mm dan curah hujan yang terjadi sebesar 40.40mm. Nilai total evapotranspirasi yang terjadi sebesar 104.11 mm, nilai perkolasi sebesar 54.00 mm dan nilai debit keluar sebesar 29.59 mm, sehingga kehilangan air yang terjadi sebesar 48.08 mm (24.61%).

**Kata Kunci:** *pengukuran, kebutuhan air irigasi, sawah.*

### ABSTRACT

*Indonesia is known as an agricultural country because most of its people cultivate rice in rice fields. BPS through the area survey framework (KSA) stated that the total harvest area in 2022 was 10.45 million hectares. This large area is very likely to cause inefficient water use in rice cultivation considering that most of the cultivation is carried out by inundation. Measurement of irrigation water needs in rice fields has been carried out mostly in the analysis stage, no detailed measurements have been found in evaluating irrigation water needs in rice fields. Evaluating the need for irrigation water in rice fields can easily be done with a water balance approach that considers all aspects of both incoming and outgoing water. This study aims to examine the components of irrigation water needs in the land preparation period. The study was conducted on rice plots equipped with several measuring instruments. Measuring water discharge in and out using CTF, weather data using AWS, and percolation measurements in the field. Measurement of water demand in rice fields on the plot resulted in a total inflow value of 195.38 mm and rainfall of 40.40mm. The total value of evapotranspiration occurred was 104.11 mm, the percolation value was 54.00 mm and the discharge out value was 29.59 mm, so the water loss was 48.08 mm (24.61%).*

**Key words:** *measurement, irrigation water requirements, rice fields.*

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
09 Jul 2024	29 Jul 2024	26 September 2024	07 Februari 2025

### PENDAHULUAN

Sejak dahulu Indonesia dikenal dengan sebutan negara agraris karena sebagian besar masyarakat nya melakukan budidaya padi di sawah. BPS melalui kerangka survey area (KSA) menyatakan total luas panen pada tahun 2022 sebesar 10,45 juta hektar (Badan Pusat Statistik, 2023). Luasan yang besar ini sangat mungkin terjadi ketidak efisienan penggunaan air dalam budidaya padi mengingat sebagian besar budidaya dilakukan dengan penggenangan.

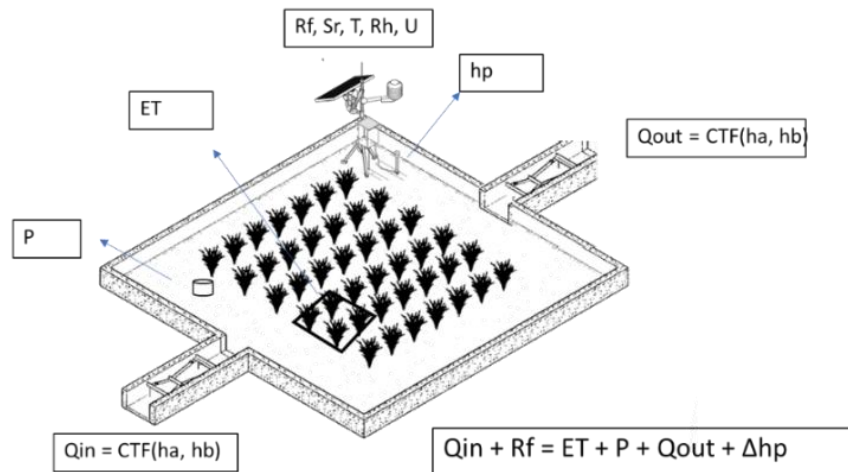
Pengukuran kebutuhan air irigasi di sawah selama ini dilakukan sebagian besar dalam tahapan analisis, belum ditemukan pengukuran secara detail dalam melakukan evaluasi kebutuhan air irigasi di sawah. Untuk mengevaluasi kebutuhan air irigasi di sawah dengan mudah dapat dilakukan dengan pendekatan neraca air yang mempertimbangkan seluruh aspek baik air masuk maupun keluar (Anggraeni & Kalsim, 2013; Arif et al., 2019; Saptomo et al., 2022).

Daerah Irigasi Cihea seluas 5484 ha adalah Irigasi teknis tertua di Indonesia yang dibangun oleh

pemerintah Belanda pada tahun 1879 sampai tahun 1904 dan mulai berfungsi pada tahun 1914. Secara geografis dan administratif, DI Cihea merupakan daerah pedataran yang terletak di dua kecamatan yaitu Kecamatan Bojongpicung dan Kecamatan Ciranjang, Kab. Cianjur, Jawa Barat. Daerah irigasi diairi dari Bendung Cisuru/Cisokan dengan sumber air dari Sungai Cisokan.

Kebutuhan air di sawah untuk padi ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah (a) Penyiapan lahan, (b). Penggunaan konsumtif, (c). Perkolasi

dan rembesan, (d). Pergantian lapisan air serta (e). Curah hujan efektif. Kebutuhan air penyiapan lahan dalam pernah dilakukan perbandingan perhitungannya dengan metode Cropwat 8.0 (Anggraeni & Kalsim, 2013; Priyonugroho, 2014) dan menghasilkan nilai yang lebih besar. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran secara langsung dalam semua komponen neraca air dalam upaya peningkatan efisiensi penggunaan air irigasi (Arif et al., 2023; Sosrodarsono, 2006). Tujuan penelitian ini adalah melakukan kajian kebutuhan air irigasi padi sawah di lapangan.



**Gambar 1.** Skema Pengukuran komponen neraca air (Saptomo et al., 2022)

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Daerah Irigasi Cihea Kecamatan Bojongpicung pada koordinat lokasi  $6^{\circ}52'38.92''S$   $107^{\circ}14'32.36''E$  (kordinat AWS) dengan waktu penelitian mulai November 2022 - Maret 2023. Lokasi Pengukuran berada pada wilayah Daerah Irigasi Cihea, Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat. Cianjur adalah sebuah wilayah kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Ibu kotanya berada di Kecamatan Cianjur. Pengumpulan data dilakukan pada petak (P2) sawah seluas  $1100 \text{ m}^2$ .

Pengukuran dilakukan dengan pendekatan neraca air seperti pada **Gambar 1**. Komponen

neraca air yang diukur adalah debit irigasi/*inflow* ( $Q_{in}$ ), debit *outflow* ( $Q_{out}$ ), hujan ( $R_f$ ), Evapotranspirasi ( $ET$ ), perkolasi ( $P$ ) dan perubahan simpanan air ( $\Delta hp$ ), dengan unit ketebalan air per satuan luas per hari. Selain itu dilakukan pengukuran parameter cuaca: hujan ( $R_f$ ), densitas radiasi matahari ( $S_r$ ), suhu udara ( $T$ ), kelembaban udara relatif ( $RH$ ) dan kecepatan angin ( $U$ ).

Waktu pengukuran kebutuhan air irigasi padi di sawah dilaksanakan pada 3 November 2022 sampai dengan 29 November 2022 yang merupakan periode kegiatan pengolahan tanah pada lahan sawah. Perlakuan pemberian air di sawah menggunakan aturan **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Jadwal Kegiatan Pengolahan Tanah (Arif et al., 2023)

Hari ke-	Tanggal	Kegiatan	Tinggi Genangan	Jenis Pengolah Tanah
1-5	3 Nov 2022	Pemberian Air Awal: Genangan Awal	3 cm	-
6-7	8 Nov 2022	Pembajakan	5 cm	Bajak Singkal
8-10	9-11 Nov 2022	Genangan Pasca Bajakan	5 cm	-
11-14	12 Nov 2022	Penggaruan	3 cm	Bajak rotari
15-20	13-18 Nov 2022	Genangan pasca garu	3 cm	-
21-25	19 Nov 2022	Perataan	3 cm	Bajak rotari/ HOK
26-29	20-23 Nov 2022	Genangan Pasca rataan	3 cm	-
30	29 Nov 2022	Tanam	3 cm	-



**Gambar 2.** Alat Pengukuran Automatic Weather Station (AWS)



**Gambar 3.** Alat Pengukuran Data Logger Debit Masuk Hamparan



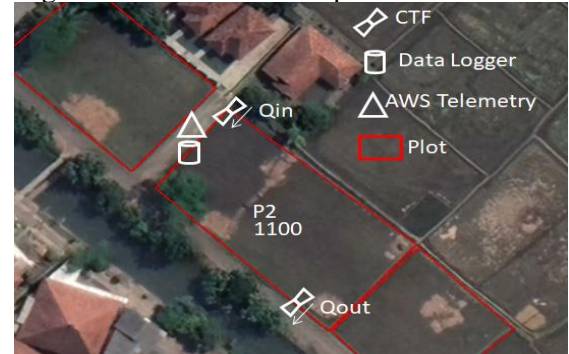
**Gambar 4.** Alat Pengukuran Data Logger Debit Keluaran Hamparan

### Tahapan kegiatan Penelitian

Tahapan kegiatan pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data  
Denah pengukuran ditunjukkan pada **Gambar 5** yang mencakup pengukuran debit, pengukuran cuaca, pengukuran perkolasi dan pengukuran tinggi genangan. Pengukuran Pengukuran cuaca menggunakan AWS yang dipasang di bagian tengah hamparan. Pada **Tabel 2** dapat dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dengan telemetri dan juga manual

terhadap parameter yaitu: Data Debit Flume (*Inflow-Outflow*) dengan satuan unit pengukuran sentimeter (cm), Kelembaban udara dengan satuan %, temperatur dengan satuan °C, kecepatan angin dengan satuan m/detik, dan curah hujan dalam milimeter (mm). debit masuk dan keluar petakan menggunakan CTF yang dipasang pada bagian inlet dan outlet hamparan sawah.



**Gambar 5.** Denah petak(plot) pengamatan dan pengukuran

Parameter pengukuran yang lain yaitu Evapotranspirasi (lisimeter) dalam satuan cm, serta parameter genangan dan perkolasi dalam satuan cm. Pengumpulan data secara telemetri menggunakan sensor alat ukur kemudian pengukuran debit masuk dan keluar menggunakan *Cutthroat Flume* (CTF) dengan mengukur ketinggian air *stilling well* pada bagian hulu dan hilir. Pengukuran tinggi air di dalam CTF inlet menggunakan sensor *WL1* dan *WL2* menyimpan data pada data logger ataupun tersimpan dalam server. Pengukuran di lapangan secara manual dengan mengisi form catatan pengukuran langsung. Pengukuran dilakukan pada 3 titik yaitu titik dekat dengan masuknya air ke petak sawah, titik tengah petak dan titik dekat air keluar dari petakan. Pengukuran dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari. Pengukuran debit masuk dan keluar menggunakan *Cutthroat Flume* (CTF) dengan mengukur ketinggian air *stilling well* pada bagian hulu dan hilir. Pengukuran tinggi air di dalam CTF inlet menggunakan sensor *WL1* dan *WL2* menyimpan data pada *data logger* ataupun tersimpan dalam *server*. Pengukuran di lapangan secara manual dengan mengisi form catatan pengukuran langsung yang terpasang pada CTF. Data yang didapat dari sensor kemudian disimpan dalam media penyimpanan (*logger*). Demikian halnya juga pada pengukuran tinggi air dalam CTF outlet menggunakan sensor *WL11* dan *WL12*.

**Tabel 2.** Pengamatan dan Pengukuran di petak percobaan

Telemetri/Logger	P2 (sensor)	Manual	P2	Unit pengukuran
Data Debit Flume		Data Debit Flume		
- Inflow Petak	WL1-WL2	- Inflow Petak	Ya	cm
- Outflow Petak	WL11-WL12	- Outflow Petak	Ya	cm
Kelembaban udara, temperatur, kecepatan angin, curah hujan	AWS			%, °C, m/s, mm
Evapotranspirasi (lisimeter)	WL8	Evapotranspirasi (lisimeter)	Ya	cm
Genangan	WL7	Genangan	Ya	cm
Perkolasi	WL5	Perkolasi	Ya	cm

## 2. Pengolahan Data

Pengolahan data genangan (*water depth*) menggunakan data pengukuran secara langsung berupa pengukuran secara manual menggunakan mistar untuk mengukur kedalaman air genangan di petak sawah. Debit yang mengalir melewati CTF dihitung menggunakan **Persamaan 1**.

$$Q = C (ha - hb)^n \quad \dots(1)$$

Dimana, Q: debit (l/s), C: koefisien = 0.053952008 n: koefisien = 1.838999056 ha: ketinggian air (cm). Persamaan ini menggunakan metode dengan kondisi aliran *submerged flow* dimana nilai C dan n ditentukan berdasarkan kalibrasi di laboratorium.



**Gambar 6.** Pengukuran Perkolasi

Volume penggunaan air harian yang masuk dihitung menggunakan data debit akumulasi selama 24 jam, kemudian dibagi dengan luas lahan untuk mendapatkan penggunaan air dalam satuan mm/hari.

Data curah hujan didapatkan langsung berdasarkan pengukuran secara telemetri menggunakan AWS, curah hujan ditangkap setiap 10 menit dengan alat penakar *tipping bucket raingauge* yang kemudian data diolah dan disimpan dalam media penyimpanan dan juga diupload ke *cloud server*. Pengukuran perkolasi di lapangan menggunakan *double ring infiltrometer* dilakukan pada petak sawah dengan lama pengukuran selama 10 hari, setiap hari dicatat penurunan permukaan air dalam suatu silinder yang dipasang diatas permukaan tanah. Salah satu cara untuk menentukan nilai evapotranspirasi adalah menggunakan metode Hargreaves yaitu menggunakan parameter radiasi matahari dan suhu rata-rata (Hargreaves, 1975) Pengukuran suhu dan radiasi di lapangan langsung didapatkan menggunakan AWS, dimana sensor suhu dan radiasi melakukan pengukuran setiap hari dan kemudian menyimpan data dalam media penyimpanan dan juga penyimpanan server.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran dilakukan pada musim tanam 2 yaitu pada periode penyiapan lahan tanggal 3 November 2022 hingga 29 November 2022. Kondisi iklim secara umum terjadi hujan selama 20 hari dengan intensitas hujan ringan. Menurut BMKG kondisi hujan intensitas ringan dibawah 50mm/hari. Irigasi diberikan ke petakan sawah ditandai dengan debit terukur seperti pada **Tabel 3**. Hasil pengukuran kebutuhan air sawah pada tahapan penyiapan lahan dapat dijelaskan pada **Tabel 3**.

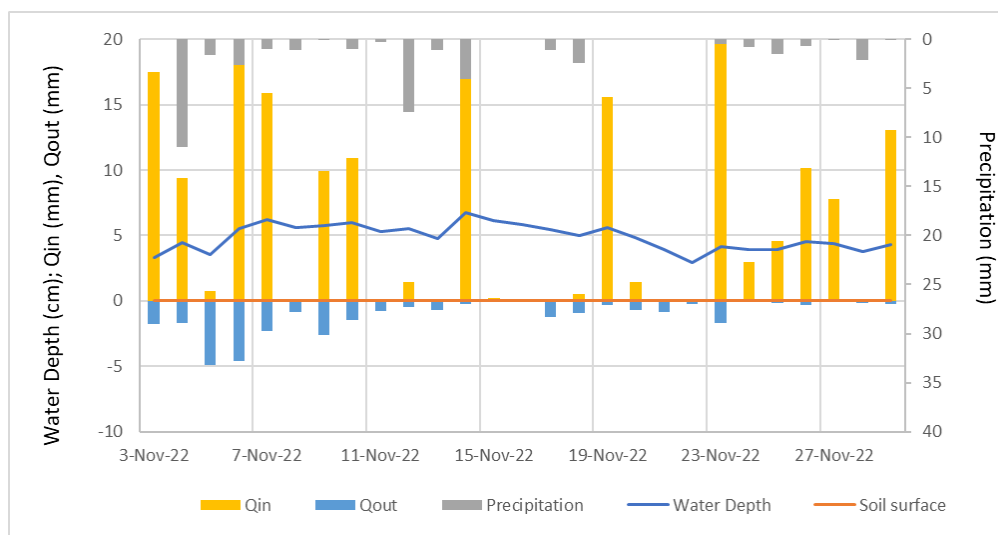
**Tabel 3.** Hasil pengukuran komponen pada neraca air selama penyiapan lahan

Musim II	Soil surface	Water Depth cm	Qin mm	Precipitation mm	Qout mm	Percolation cm	Air Temp oC	Rs MJ/m2/d	ETpH mm
11/3/2022	0	3.3	17.50	0	1.77	0.23	26.32	17.97	4.40
11/4/2022	0	5.3	9.38	11	1.68	0.23	25.95	20.09	4.87
11/5/2022	0	5.0	0.79	1.58	4.87	0.23	25.08	19.36	4.60
11/6/2022	0	6.0	27.84	2.64	4.62	0.23	24.89	16.41	3.88
11/7/2022	0	4.3	15.87	0.98	2.28	0.23	24.96	20.55	4.87

Musim II	Soil surface	Water Depth cm	Qin mm	Precipitation mm	Qout mm	Percolation cm	Air Temp oC	Rs MJ/m <sup>2</sup> /d	ETpH mm
11/8/2022	0	6.9	0.04	1.09	0.82	0.23	24.44	18.57	4.34
11/9/2022	0	4.4	9.96	0.1	2.60	0.23	25.03	15.28	3.62
11/10/2022	0	5.1	10.96	0.98	1.50	0.23	26.30	24.87	6.08
11/11/2022	0	4.8	0.00	0.24	0.80	0.23	25.45	15.05	3.61
11/12/2022	0	5.0	1.41	7.41	0.49	0.23	24.95	16.36	3.87
11/13/2022	0	4.2	0.00	1.07	0.73	0.23	24.56	24.86	5.83
11/14/2022	0	4.3	24.52	4.09	0.22	0.23	25.71	26.47	6.38
11/15/2022	0	2.9	0.24	0	0.11	0.23	24.94	15.57	3.69
11/16/2022	0	2.3	0.00	0	0.07	0.23	23.31	2.75	0.63
11/17/2022	0	3.4	0.00	1.11	1.27	0.23	23.99	6.34	1.47
11/18/2022	0	3.7	0.52	2.41	0.90	0.23	24.98	19.70	4.67
11/19/2022	0	0.0	15.62	0	0.29	0.23	26.34	26.63	6.52
11/20/2022	0	1.7	1.45	0	0.72	0.23	27.11	25.35	6.32
11/21/2022	0	4.7	0.00	0	0.85	0.23	27.43	23.86	5.99
11/22/2022	0	2.3	0.00	0	0.24	0.23	27.27	28.42	7.11
11/23/2022	0	2.3	20.76	0.5	1.73	0.23	26.24	22.67	5.54
11/24/2022	0	0.0	3.01	0.81	0.05	0.23	24.88	15.01	3.55
11/25/2022	0	1.5	4.56	1.49	0.17	0.23	24.81	15.42	3.64
11/26/2022	0	3.0	10.13	0.66	0.32	0.23	23.59	7.69	1.76
11/27/2022	0	2.0	7.75	0.11	0.08	0.23	26.34	28.08	6.87
11/28/2022	0	1.0	0.00	2.11	0.13	0.23	26.05	23.64	5.75
11/29/2022	0	2.8	13.07	0.02	0.26	0.23	26.50	22.82	5.61

Pengukuran kebutuhan air irigasi menghasilkan nilai *waterdepth* minimum sebesar 2.95 cm dan maksimum sebesar 6.74 cm serta nilai rata-rata 4.88 cm. Pengukuran debit masuk ke petakan sawah menghasilkan debit rata-rata sebesar 7.24mm, debit maksimum sebesar 27.84 mm dan debit minimum sebesar 0.00 mm. Selain pengukuran debit yang masuk ke petakan juga dilakukan pengukuran debit keluar petakan dengan debit rata-rata sebesar 1.10 mm, debit maksimum sebesar 4.87 mmm dan debit minimum sebesar 0.05 mm. Pengukuran data curah hujan menggunakan AWS didapatkan nilai curah hujan rata-rata sebesar 1.50 mm, curah hujan maksimum

yang terjadi sebesar 11.00 mm dan curah hujan minimum sebesar 0.00 mm. Hasil pengukuran perkolasi selama 10 hari didapatkan nilai perkolasi rata-rata sebesar 0.23 cm. Perkolasi yang terjadi dipetakan lahan < 0.32 cm termasuk dalam kategori kelas sedang dengan tekstur tanah kandungan liat 16-44% (Razavipour & Farrokh, 2014). Nilai evapotranspirasi yang terjadi berdasarkan data AWS merupakan perhitungan dari unsur suhu rata-rata dan nilai radiasi matahari yang terjadi menghasilkan nilai rata-rata sebesar 4.65mm/hari. Hasil secara grafik dapat dilihat pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Grafik Pengukuran Kebutuhan air irigasi di petak

Pengukuran kebutuhan air di sawah menghasilkan nilai total debit masuk sebesar 195.38 mm dan curah hujan yang terjadi sebesar 40.40mm. Nilai total evapotranspirasi yang terjadi sebesar 104.11 mm, nilai perkolasi sebesar 54.00 mm dan nilai debit keluar sebesar 29.59 mm, sehingga kehilangan air yang terjadi sebesar 48.08 mm (24.61%). Penelitian yang dilakukan di Tanzania, terjadi kehilangan air sebesar 54% aliran debit masuk pada tingkat plot petakan sawah sebagai kehilangan air dalam sistem. Kehilangan air ini pada tingkat plot dipengaruhi oleh penggunaan air dalam jumlah besar selama penggenangan, transplanting dan mempertahankan lapisan air selama seluruh periode pertumbuhan padi (Mdemu et al., 2013)

### KESIMPULAN

Kajian kebutuhan air irigasi telah dilakukan di Kecamatan Bojongpicung Kabupaten Cianjur. Pengukuran kebutuhan air di sawah pada petak menghasilkan nilai total debit masuk sebesar 195.38 mm dan curah hujan yang terjadi sebesar 40.40mm. Nilai total evapotranspirasi yang terjadi sebesar 104.11 mm, nilai perkolasi sebesar 54.00 mm dan nilai debit keluar sebesar 29.59 mm, sehingga kehilangan air yang terjadi sebesar 48.08 mm (24.61%).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Tim dan *Asian Development Bank* (ADB) yang telah mendanai Studi ini pada kegiatan “*NPIC Consulting Services for Guideline Improvement IPDMIP*” tahun 2021-2022.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, I. D. S., & Kalsim, D. K. (2013). Perbandingan Perhitungan Kebutuhan Irigasi Padi Metoda KP-01 dengan Cropwat-8.0. *Jurnal Irigasi*, 8(1), 15–23. <https://doi.org/10.31028/JI.V8.I1.15-23>
- Arif, C., Purwanto, M. Y. J., Saptomo, S. K., Sutoyo, Heryansyah, A., & Sofiyuddin, H. A. (2023). Evaluasi Penentuan Kebutuhan Air Pengolahan Tanah dengan Persamaan Van De Goor & Zijlstra pada Budidaya Padi Sawah. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 2023(1), 67–76. <https://doi.org/10.56860/JTSDA.V311.45>
- Arif, C., Setiawan, B. I., Saputra, S. F. D., & Mizoguchi, M. (2019). Analisis Neraca Air pada Pengelolaan Air dalam System of Rice

Intensification-Organik (SRI-organik) di Jawa Barat, Indonesia. *Jurnal Irigasi*, 14(1), 17–24.

<https://doi.org/10.31028/JI.V14.I1.17-24>

- Badan Pusat Statistik. (2023). Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2022: Hasil Kegiatan Pendataan Statistik Pertanian Tanaman Pangan Terintegrasi dengan Metode Kerangka Sampel Area. In *Katalog: 5203031*.

<https://www.bps.go.id/id/publication/2023/08/03/a78164ccd3ad09bdc88e70a2/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-2022.html>

- Hargreaves, G. H. (1975). Moisture Availability and Crop Production. *Transactions of the ASAE*, 18(5), 980–994. <https://doi.org/10.13031/2013.36722>

- Mdemu, M. V., Francis, T., Mdemu, M. V., & Francis, T. (2013). Productivity of Water in Large Rice (Paddy) Irrigation Schemes in the Upper Catchment of the Great Ruaha River Basin, Tanzania. *Water Resources Planning, Development and Management*. <https://doi.org/10.5772/52471>

- Priyonugroho, A. (2014). Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 457–470. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/1302>

- Razavipour, T., & Farrokh, A. R. (2014). Measurement of Vertical Water Percolation Through Different Soil Textures of Paddy Field During Rice Growth Season. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(5), 1379–1388.

[https://www.ijabbr.com/article\\_7338.html](https://www.ijabbr.com/article_7338.html)

- Saptomo, S. K., Purwanto, M. Y. J., Sutoyo, S., Arif, C., Heryansyah, A., Samsuar, S., Rusianto, R., & Sofiyuddin, H. A. (2022). Pengembangan Sistem Pengukuran dan Pengamatan Kebutuhan Air Irigasi Berbasis Jaringan Internet. *Pertemuan Ilmiah Tahunan PIT Ke 39 HATHI*, 2541–2554. <https://hathi.id/pit39-hathi/>

- Sosrodarsono, S. (2006). *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita.