

ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI PADA SISTEM IRIGASI LAHAN KERING DESA KUTA KECAMTAN LAMBITU KABUPATEN BIMA

Oleh

Faeruzza Athiya¹, Lalu Sulthonul Azmi², Salehudin³

^{1,2}Pengajar Program Studi Teknis Sipil, Universitas Bima Internasional Medica Farma Husada Mataram

³Pengajar Program Studi Teknis Sipil, Universitas Mataram

E-mail: ¹faeruzzaathiya@gmail.com

Article History:

Received: 16-12-2025

Revised: 25-12-2025

Accepted: 19-01-2026

Keywords:

Irigasi lahan kering,
kebutuhan air irigasi,
neraca air,
evapotranspirasi
tanaman,
ketersediaan air, Desa
Kuta, Lambitu, Bima.

Abstract: Sistem irigasi pada wilayah lahan kering menjadi salah satu faktor penentu keberhasilan produksi pertanian, terutama di daerah yang memiliki keterbatasan sumber daya air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air irigasi pada Sistem Irigasi Lahan Kering di Desa Kuta, Kecamatan Lambitu, Kabupaten Bima, dengan mempertimbangkan kondisi eksisting jaringan, potensi sumber air, serta ketersediaan debit mata air setempat. Daerah penelitian memiliki luas lahan 59,08 hektare yang terletak pada kawasan perbukitan bertingkat dengan karakteristik lahan kering, sehingga pasokan air sangat dipengaruhi oleh musim dan kondisi hidrologi lokal. Sumber air yang berpotensi digunakan bagi irigasi berasal dari tiga mata air, yaitu Mata Air Kamonca, Uwa, dan Osahua. Berdasarkan hasil survei dan pengukuran lapangan, total potensi debit mata air mencapai 7,63 L/det, di mana Mata Air Uwa memiliki debit paling stabil sepanjang tahun. Namun, pemanfaatan ketiga mata air tersebut belum optimal karena elevasi mata air berada lebih rendah daripada area lahan kering, dan belum tersedia jaringan perpipaan serta fasilitas penampungan yang memadai. Selain itu, sekitar 50% debit mata air digunakan untuk kebutuhan domestik masyarakat, sehingga perlu dilakukan evaluasi alokasi dan efisiensi penggunaan air. Analisis kebutuhan air irigasi dilakukan menggunakan perhitungan evapotranspirasi tanaman, curah hujan efektif, kebutuhan air irigasi bersih (NFR), dan kebutuhan air irigasi kotor (IR) untuk pola tanam padi-palawija-palawija. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan air untuk tanaman padi berkisar antara 4,602–5,741 L/det/ha, sedangkan kebutuhan air untuk palawija berkisar antara 0,557–0,613 L/det/ha sesuai waktu awal tanam. Perbandingan antara kebutuhan air dan ketersediaan debit menunjukkan bahwa potensi sumber air dapat memenuhi kebutuhan irigasi lahan kering seluas 59,08 hektare, terutama jika didukung oleh sistem pemompaan, jaringan pipa, dan reservoir sebagai penyeimbang fluktuasi debit, khususnya pada musim kemarau.

PENDAHULUAN

Fenomena kekeringan merupakan peristiwa alam yang mencerminkan dinamika iklim yang terjadi secara berulang di suatu wilayah. Kekeringan berdampak signifikan terhadap ketersediaan air, baik di permukaan maupun di bawah tanah, dan pada intensitas tertentu dapat berkembang menjadi bencana. Berbeda dengan bencana hidrometeorologis lainnya, kekeringan bersifat merayap (*creeping disaster*), berlangsung secara perlahan, dan tidak memiliki batas waktu kejadian yang jelas sehingga sulit ditentukan kapan kekeringan dimulai maupun berakhir. Variabilitas kekeringan dari tahun ke tahun—baik dari segi durasi, tingkat keparahan, maupun sebarannya—mencerminkan pengaruh kuat unsur klimatologi, hidrologi, serta karakteristik fisik wilayah.

Salah satu fenomena global yang memperparah kekeringan di Indonesia adalah El-Nino. Kejadian ini mengganggu keseimbangan antara kebutuhan dan pasokan air, terutama pada sektor pertanian yang sangat bergantung pada suplai air irigasi. Oleh sebab itu, diperlukan strategi pengelolaan sumber daya air yang tepat untuk meminimalkan dampak kekeringan, khususnya pada sistem jaringan irigasi. Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan wilayah yang rentan terhadap kekeringan, sehingga upaya peningkatan pemanfaatan sumber daya air dilakukan melalui pengembangan **Jaringan Irigasi Lahan Kering (JILK)** berbasis sistem perpipaan. Infrastruktur yang dikembangkan meliputi jaringan pipa distribusi serta bak perlindungan mata air yang berfungsi menampung fluktuasi debit guna meningkatkan efisiensi pemanenan air. Irigasi lahan kering memiliki prospek yang baik untuk pengembangan komoditas palawija dan tanaman tahunan, karena NTB didominasi oleh lahan kering hingga 83,4% dari total wilayah. Dari luas tersebut, sekitar 749.000 hektare berpotensi dikembangkan sebagai lahan pertanian produktif.

Salah satu wilayah prioritas pengembangan JILK di NTB adalah daerah Lambitu yang terletak di Desa Kuta, Kecamatan Lambitu, Kabupaten Bima. Kawasan ini memiliki luas lahan kering sekitar 59,08 hektare dengan kondisi topografi bertingkat di kawasan perbukitan. Sistem irigasi eksisting masih bergantung pada curah hujan dan pasokan air dari mata air yang diambil secara manual menggunakan jerigen atau ember. Tiga mata air utama yang berpotensi dikembangkan sebagai sumber irigasi adalah Mata Air Kamonca, Uwa, dan Osahua. Ketiganya memiliki debit relatif stabil pada musim hujan maupun kemarau, namun hingga kini pemanfaatannya masih terbatas dan belum optimal untuk mendukung irigasi lahan kering.

Sebagian air dari mata air tersebut telah dimanfaatkan untuk kebutuhan domestik seperti mandi, cuci, minum ternak, dan penyiraman tanaman. Pemerintah desa telah membangun bangunan **broncaptering**, kolam penampungan, dan reservoir sebagai upaya awal pemanfaatan air. Namun, kondisi elevasi mata air yang lebih rendah dibandingkan areal pertanian menyebabkan distribusi air membutuhkan pompa dan belum didukung oleh jaringan pipa irigasi yang lengkap.

Dalam konteks perencanaan jaringan irigasi lahan kering Lambitu, analisis ketersediaan air sangat penting untuk menilai kemampuan mata air dalam memenuhi kebutuhan irigasi. Estimasi ketersediaan air disusun berdasarkan aliran dasar (*baseflow*), fluktuasi debit musiman, serta intensitas curah hujan yang diperkirakan melalui analisis isohyet menggunakan data stasiun hujan ARR Godo dengan runtun data 10 tahun (2009–2018). Apabila terdapat kekosongan data, metode Thomas–Fiering digunakan untuk melengkapi

data curah hujan.

Mengingat kondisi geomorfologi dan sifat tanah yang porous, serta pemanfaatan potensi air yang belum optimal, kajian kebutuhan air irigasi menjadi sangat penting dilakukan. Perhitungan kebutuhan air irigasi yang akurat diperlukan untuk menentukan luas layanan efektif, pola tanam yang sesuai, dan kelayakan penerapan sistem jaringan irigasi lahan kering di Desa Kuta. Dengan demikian, penelitian ini menjadi dasar ilmiah bagi perencanaan dan pengembangan jaringan irigasi yang efisien, adaptif terhadap kekeringan, dan berkelanjutan dalam mendukung ketahanan pangan di wilayah Lambitu.

LANDASAN TEORI

Kekeringan adalah sebuah masalah serius yang biasanya muncul ketika musim kemarau. Karena itu, beberapa tempat di Indonesia mengalami kekurangan atau defisit air. Kekeringan secara umum didefinisikan sebagai suatu kondisi dengan curah hujan yang sangat kecil atau tidak ada curah hujan sama sekali dalam periode tertentu hingga satu musim atau lebih yang menyebabkan kekurangan air untuk berbagai kebutuhan (Indarto, dkk, 2014).

Kejadian alam yang patut diwaspadai adalah sebuah kondisi dimana tanah tidak memiliki cadangan air yang cukup sehingga memungkinkan terjadinya kekeringan. Usaha yang penting yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi kekeringan adalah memahami karakteristik iklim wilayah dengan baik sehingga dapat digunakan sebagai referensi kebijakan pengelolaan areal pertanian, sehingga iklim ekstrem tidak akan menyebabkan kerugian yang terlalu besar (Suryanti, Ika. 2008).

1.1 Landasan Teori

1.1.1 Irigasi

Irigasi adalah pemberian air pada tanaman untuk memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhannya. (Basri, 1987) . Irigasi merupakan kegiatan penyediaan dan pengaturan air untuk memenuhi kepentingan pertanian dengan memanfaatkan air yang berasal dari air permukaan dan tanah. (Karta Saputro, 1994).

1.1.2 Analisis Hidrologi

Untuk keperluan rencana sistem drainase, data hidrologi yang sangat diperlukan adalah data curah hujan. Data ini harus dikumpulkan dengan jangka waktu cukup panjang yang diambil dari beberapa stasiun penakar hujan di sekitar daerah kajian.

1.1.3 Hujan rerata Daerah

Ada beberapa cara perhitungan hujan rerata daerah atau kawasan (suripin, 2004):

1. Rata-rata aljabar
2. Polygon thiessen
3. Ishoyet
1. Rata-rata aljabar

Cara rata-rata aljabar digunakan jika titik pengamatannya banyak dan tersebar merata diseluruh daerah, curah hujan dihitung dengan persamaan:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (2-1)$$

dengan :

$\bar{R}$: curah hujan rata-rata daerah (mm),

n : jumlah titik-titik / pos pengamatan,

Rn : tinggi curah hujan di tiap titik pengamatan (mm).

2. Poligon Thiessen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat.

$$R = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + A_n} \quad (2-2)$$

dengan :

R_n : curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan (mm),

A_n : luas areal polygon (km²),

1,2,...,n : banyaknya pos penakar hujan.

3. Metode isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling kuat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar.

$$\bar{R} = \frac{\frac{R_0+R_1}{2}A_1 + \frac{R_1+R_2}{2}A_2 + \dots + \frac{R_{n-1}+R_n}{2}A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2-3)$$

dengan :

R_n : tinggi curah hujan pada isohyet ke-n (mm),

A_n : luas bagian antara garis isohyet.

1.1.4 Uji Konsistensi Data

Pengujian RAPS ini digunakan untuk menguji ketidakpangghaan antar data pada stasiun itu sendiri dengan mendeteksi pergeseran nilai rata – rata (mean)

Rumus umum :

$$Y_i = \frac{\sum \text{Data stasiun}}{n} \quad (2-4)$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n} \quad (2-5)$$

$$Sk^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) + Sk^* \text{ sebelumnya, } k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2-6)$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy} \quad \dots \dots \dots Dy = \sqrt{\sum Dy^2} \quad (2-7)$$

dengan :

n : banyak tahun,

Y_i : data curah hujan ke-i,

$\bar{Y}$: rata-rata curah hujan,

Sk^*, Sk^{**}, Dy : nilai statistik.

Nilai Statistik (Q)

$$Q = \max |Sk^{**}| \quad (2-8)$$

$$0 < k < n$$

Nilai Statistik (R)

$$R = \max |S_k^{**}| - \min |S_k^{**}| \quad (2-9) \\ 0 < k < n \quad 0 < k < n$$

dengan :

Q dan R : nilai statistik

1.1.5 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Menurut Suripin, (2004) analisa frekuensi curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (distribusi). Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besar curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data. Adapun parameter statistik yang digunakan untuk menentukan jenis sebaran distribusi data ialah sebagai berikut :

- Rata-rata hitung ($\bar{X}$)
- Standar deviasi (S)
- Koefisien variasi (C_v)
- Koefisien kepelecengan (C_s)
- Koefisien kurtosis (C_k)

1.1.6 Uji Kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah Uji Chi - Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof (Suripin, 2004).

1.1.7 Analisa Curah Hujan Rancangan

Adapun besar curah hujan rancangan dapat dicari dengan beberapa tipe distribusi sebagai berikut:

- Distribusi Normal
- Distribusi Log Normal
- Distribusi Log Ppearson III

1.1.8 Analisa Evapotranspirasi

Definisi evapotranpirasi potensial adalah penguapan yang terjadi dari permukaan lahan (evaporation) dan penguapan yang terjadi pada permukaan tanaman (transpiration). evaporasi terjadi apabila terdapat perbedaan tekanan uap air antara permukaan lahan dan udara di atasnya, sedangkan transpirasi terjadi bila tekanan uap air di dalam sel daun lebih tinggi daripada tekanan uap air di udara.

1.1.9 Analisa Evapotranspirasi

Dalam memperoleh besarnya debit pada suatu lokasi studi ada dua cara yang dapat dilakukan yaitu pengukuran langsung di lapangan dan menganalisis data masukan seperti hujan menggunakan metode-metode yang disesuaikan dengan karakteristik DAS dan hujan pada lokasi. Dalam penelitian ini berhubung dilokasi penelitian kekurangan stasiun hujan dan tidak adanya pencatatan debit sehingga perhitungan debit di lokasi penelitian diperoleh dari data pengukuran pada stasiun Automatic Water Level Recorder (AWLR) yang terdekat dari lokasi penelitian.

1.1.10 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi dapat diketahui dengan menghitung kebutuhan air tanaman. Hasil perhitungan irigasi digunakan untuk menganalisis air, yaitu membandingkan debit air yang ada di sungai dengan kebutuhan air irigasi.

1.1.11 Kebutuhan Air Tanaman

Perhitungan kebutuhan air tanaman diperlukan untuk mengetahui besarnya kebutuhan air irigasi. Hasil perhitungan irigasi digunakan untuk menganalisis air, yaitu membandingkan debit air yang ada di sungai dengan kebutuhan air irigasi.

1.1.12 Kebutuhan Air di Sawah

Perhitungan kebutuhan air di sawah didasarkan pada prinsip kesetimbangan air dapat dinyatakan sebagai berikut:

a. Untuk tanaman padi:

$$\text{NFR} = \text{Etc} + \text{P} + \text{E} + \text{W} + \text{G} - \text{Reff} \quad (2-10)$$

b. Untuk tanaman palawija:

$$\text{NFR} = \text{Etc} - \text{Reff} \quad (2-11)$$

1.1.13 Sistem Polatanam

Penyusunan pola tanam didasarkan pada jenis tanaman, umur tanaman, kecocokan tanah pada tanaman, pengelolaan pertanian, pengalaman yang ada sebelumnya dan kehidupan sosial ekonomi masyarakat di sekitar daerah irigasi tersebut. Ada beberapa pola tanam yang berlaku di Indonesia, masing-masing pola tanam biasanya sangat tergantung pada iklim, kondisi tanah kebiasaan petani setempat.

METODE PENELITIAN

Berikut ini akan dijelaskan tahapan dan metode dalam melaksanakan studi yang akan dilakukan untuk mempermudah penyusun dalam penyelesaian penelitian ini, antara lain :

1. Pengolahan data curah hujan stasiun terdekat untuk menganalisa curah hujan efektif dan Analisa ketersediaan air,
2. Pengolahan data klimatologi dan topografi
3. Analisa Kebutuhan air irigasi untuk mendapatkan kebutuhan air bersih (NFR) dan debit air yang dibutuhkan.
4. Penentuan pola tanam untuk menyesuaikan jadwal tanam dan kesesuaian antara kebutuhan air irigasi efisien dan berkelanjutan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.2 Analisa Hidrologi

1.2.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data yang sangat penting dalam analisis hidrologi, karena data ini merupakan input (masukan) air di suatu wilayah atau daerah aliran sungai. Dalam perencanaan ini digunakan data curah hujan harian dari 1 (satu) stasiun hujan terdekat dengan lokasi studi yaitu Stasiun Godo. Adapun data curah hujan harian maksimum dari stasiun Godo dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Godo

No	Tahun	Tanggal Kejadian	Hujan (mm)	Hujan (y)
1	2001	18-Nov	95.1	2383.2
2	2002	16-Apr	90.6	1364.1
3	2003	26-Des	46.4	866.5

4	2004	26-Des	73.7	802.3
5	2005	28-Jan	71.8	1060.9
6	2006	28-Jan	93.2	779.7
7	2007	22-Des	48.5	509.8
8	2008	10-Jan	71.5	843.7
9	2009	22-Feb	45.2	372.3
10	2010	-	0	0
11	2011	-	0	0
12	2012	-	0	0
13	2013	-	0	0
14	2014	17-Feb	34.9	414.9
15	2015	6-Jan	43	548.2
16	2016	11-Mar	19	124.5
17	2017	3-Mei	1.7	1.7
18	2018	29-Des	50	596.3
19	2019	26-Mar	71	961.14
20	2020	21-Feb	50.5	756.7

Sumber: Balai Informasi Infrastruktur Wilayah

1.2.2 Uji Konsistensi Data

Uji kepenggahan data hujan dengan menggunakan metode RAPS menunjukan bahwa dengan tingkat kesalahan $\alpha = 1\%$ menghasilkan $Q_y/\sqrt{n} < R_y/\sqrt{n}$ sehingga data hujan stasiun godo memenuhi syarat kepenggahan.

1.2.3 Analisa Kepenggahan

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai $C_v=0.728$, $C_s=-0.006$ dan $C_k = 2.248$ maka jenis sebaran dipilih berdasarkan syarat-syarat seperti tercantum dalam Tabel 4.2 :

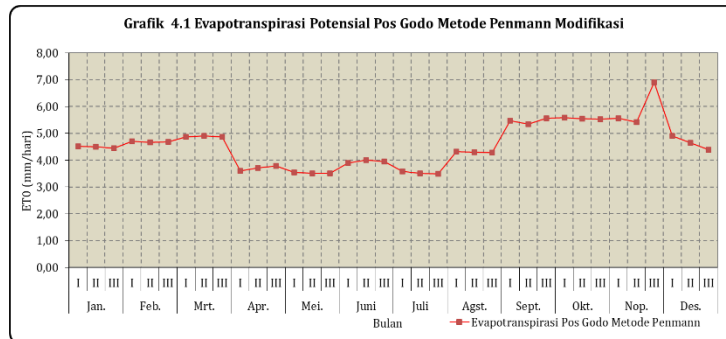
Tabel 4.2 Persyaratan Jenis Agihan Hujan

Agihan	Syarat	Perhitungan
1. Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$	$C_s = 0.385$ $C_k = 2.350$
2. Log Normal	$C_s/C_v \approx 3$	$C_s/C_v = 1.08$ ≈ 1
3. Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	$C_s = 0.385$ $C_k = 2.350$
4. Log Pearson Tipe III	selain syarat diatas	-
Agihan yang dipilih adalah Log Pearson Tipe III		

Sumber : Sri Harto, 1993

1.2.4 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan faktor yang sangat penting dalam studi kinerja daerah irigasi tojang kompleks dan sangat mempengaruhi debit sungai, kapasitas waduk dan penggunaan konsumtif (consumptive use) untuk tanaman. Dari hasil perhitungan evapotranspirasi diatas berikut adalah Grafik dari Nilai evapotranspirasi yang dihasilkan perbulannya, untuk nilai evapotranspirasi terendah dengan nilai 3.50 mm/hari pada bulan juli, sedangkan nilai evapotranspirasi tertinggi dengan nilai 6.92 mm/hari pada bulan November.



Gambar 1

1.2.5 Analisa Ketersediaan Air

Dalam memperoleh besarnya debit pada suatu lokasi studi ada dua cara yang dapat dilakukan yaitu pengukuran langsung di lapangan dan menganalisis data masukan seperti hujan menggunakan metode-metode yang disesuaikan dengan karakteristik DAS dan hujan pada lokasi. Dalam penelitian kali ini yang digunakan adalah perhitungan debit andalan dengan menggunakan metode Basic Year. Dari hasil analisis diatas didapatkan Q 50 untuk daerah irigasi lambitu pada bulan januari I adalah sebesar 53.07 m³/dt sedangkan untuk Q 80 pada bulan januari I adalah 90.38 m³/dt.

1.2.6 Perhitungan NFR

Penyusunan pola tanam didasarkan pada jenis tanaman, umur tanaman, kecocokan tanah pada tanaman, pengelolaan pertanian, pengalaman yang ada sebelumnya dan kehidupan sosial ekonomi masyarakat di sekitar daerah irigasi tersebut. Dari tabel diatas dapat dilihat nilai NFR masing-masing pola tanam dengan 3 alteratif awal tanam yang berbeda. Dimana untuk alternative pola tanam awal pertengahan desember kebutuhan air irigasi untuk tanaman padi adalah 1.14 lt/dt/ha. Untuk alternative ke 2 untuk masa tanam awal bulan januari adalah 0.95 lt/dt/ha. Sedangkan untuk alternative ke 3 masa tanam pertengahan januari sebesar 0.72 lt/dt/ha.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis serta hasil survey dan investigasi rill lapangan bahwa sumber air jaringan irigasi lahan kering Lambitu berupa 3 Mata Air Uwa, Osahuwa, dan Kamonca dengan potensi debit mata air sebesar 7,63 lt/dt dapat diandalkan dalam pemenuhan kebutuhan irigasi untuk mengairi lahan kering seluas 59,08 Ha.
2. Sedangkan berdasarkan hasil analisis untuk pola tanam yang akan diterapkan adalah padi-plawija-palawija dengan kebutuha air irigasi rata-rata untuk awal masa tanam pertengahan desember sebesar 5.741 lt/dt/ha untuk tanamn padi dan 0.557 lt/dt ha untuk palawija. Untuk awal musim tanam awal januari sebesar 4.602

lt/dt/ha untuk tanamn padi dan 0.557 lt/dt ha untuk palawija. Sedangkan jika wal musim tanam dimulai pertengahan bulan januari maka dibutuhkan debit sebesar 4.602 lt/dt/ha untuk tanamn padi dan 0.6.13 lt/dt ha untuk palawija. Dari jenis beberapa alternative diatas dapat dilihat bahwa jika debit yang ada mencukupi digunakan untuk kebutuhan air airigasi yang ada di kecamatan lambitu.

SARAN

1. Untuk bisa mewujudkan intensitas tanam yang sesuai dengan rencana, sangat ditentukan oleh kesungguhan dan kedisiplinan petugas O&P yang akan dibentuk dalam mengikuti pedoman O&P yang telah dibuat. Peran serta dan kesadaran petani juga dituntut untuk dapat berperan aktif membantu kelancaran petugas dan ikut mengontrol pembagian air secara adil dan merata.
2. Diperlukan sosialisasi yang lebih mendalam sehingga dapat mendukung program tersebut baik dalam proses perencanaan dan pelaksanaan untuk menghindari konflik social yang dapat timbul dilokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [2] Basri. (1987). *Irigasi dan Bangunan Air*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [3] Indarto, Nugroho, S., & Putra, E. (2014). Analisis Kekeringan Meteorologis Menggunakan Indeks SPI (Standardized Precipitation Index). *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(2), 120–130.
- [4] Sardono, Soetopo W & Darmawan V, 2018. *Simulasi Pola Operasi Tampungan Embung Tiu Pasai Sebagai Suplai Air Baku Dan Irigasi Menggunakan Metode Algoritma Genetik*. Malang : Universitas Brawijaya
- [5] Soedibyo, 2003. *Teknik Bendungan*, Jakarta: Pradnya Paramita
- [6] Soemarto, CD. 1986. *Hidrologi Teknik Edisi I*. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional.
- [7] Soetopo, W. 2010. *Operasi Waduk Tunggal*. Malang: Citra Malang.
- [8] Soetopo, W. 2012. *Model-model Simulasi Stokastik untuk Sistem Sumberdaya Air*. Malang: Asrori.
- [9] Soewarno. 1991. *Hidrologi*. Bandung: Penerbit Nova.
- [10] Soewarno. (1995). *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 2*. Bandung: Penerbit Nova.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN