

ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI PADA DAERAH IRIGASI TRANI

Rio Susanto^{1, *)}, Erni Mulyandari¹, RA Dinasty Purnomoasri¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan (UTP), Surakarta

^{*)}Email: erni.mulyandari@lecture.utp.ac.id

ABSTRACT

The Trani Irrigation Area is one of the weirs in Central Java Province, specifically in Sukoharjo Regency and Karanganyar Regency. Along with population growth, land use changes to residential areas. So it is necessary to analyze irrigation water needs in the Trani Irrigation Area. The aim of this research is to determine the number of physical infrastructure/building assets in the irrigation network, to determine the area of the Trani Irrigation Area, to determine the maximum amount of irrigation water requirements and minimum irrigation water requirements in the Trani Irrigation Area using manual calculations (KP-01 method). From the research results, the results obtained include that Trani Dam has a total of 237 physical infrastructure building assets. Most of the physical infrastructure is in good condition and can still function well. The results obtained for the area of the Trani Irrigation Area are 1486.7 Ha using the help of Google Earth. The maximum irrigation water requirement for rice plants was obtained at 5.99 m³/second in the first period and in the second period in December. The minimum water requirement for rice plants was obtained at 2.16 m³/second, namely in the first period in February. Meanwhile, for calculating the maximum irrigation water requirement for secondary crops occurs in the second period of July, namely 4.32 m³/second and the minimum irrigation water requirement for secondary crops occurs in the second period of October, namely 0.82 m³/second.

Keywords: Irrigation, method KP-01

ABSTRAK

Daerah Irigasi Trani merupakan salah satu bendung yang berada di Provinsi Jawa Tengah tepatnya berada di Kabupaten Sukoharjo dan kabupaten Karanganyar, seiring pertumbuhan penduduk terjadi perubahan tata guna lahan menjadi daerah permukiman. Sehingga diperlukan analisis kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Trani. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah aset prasarana / bangunan fisik di jaringan irigasi, untuk mengetahui luas areal Daerah Irigasi Trani, untuk mengetahui besarnya jumlah kebutuhan air irigasi maksimum dan kebutuhan air irigasi minimum pada Daerah Irigasi Trani dengan perhitungan manual (metode KP-01). Dari hasil penelitian didapatkan hasil antara lain Bendung Trani memiliki total 237 aset bangunan prasarana fisik, Sebagian besar prasarana fisik tersebut dalam kondisi baik dan masih dapat berfungsi dengan baik. Luas Areal Daerah Irigasi Trani didapatkan hasil seluas 1486,7 Ha menggunakan bantuan google earth. Kebutuhan air irigasi maksimum tanaman padi diperoleh sebesar 5,99 m³/detik pada periode pertama dan pada periode kedua bulan Desember, Kebutuhan minimum air tanaman padi diperoleh sebesar 2,16 m³/detik yaitu pada periode pertama bulan Februari. Sedangkan untuk perhitungan Kebutuhan air irigasi maksimum tanaman palawija terjadi pada periode kedua bulan Juli yaitu sebesar 4,32 m³/detik dan kebutuhan air irigasi minimum tanaman palawija terjadi pada periode kedua bulan Oktober yaitu sebesar 0,82 m³/detik.

Kata kunci: Irigasi, metode KP-01

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dimana sektor pertanian menjadi salah satu sumber mata pencaharian terbesar penduduknya dan juga sebagai penunjang ketersediaan pangan masyarakat. Salah satu faktor pendukung utama tingkat produktivitas pertanian adalah ketersediaan air. Agar produktifitas pertanian dapat efektif maka diperlukan sistem pemenuhan kebutuhan air untuk tanaman pada lahan pertanian yaitu melalui irigasi. Air irigasi di Indonesia umumnya bersumber dari sungai, waduk, air tanah dan sistem pasang surut. Kebutuhan air pada daerah irigasi besarnya bervariasi sesuai dengan kondisi lahan irigasinya. Jumlah kebutuhan air irigasi umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni curah hujan, evapotranspirasi tanaman, jenis dan umur tanaman, sistem pemberian air dan sistem irigasi yang digunakan. (Ndakumanungu, 2023)

Daerah Irigasi (DI) Bendung Trani merupakan salah satu bendung yang berada di Provinsi Jawa Tengah, tepatnya pada kabupaten Sukoharjo dan Karanganyar. Daerah irigasi Trani terletak pada dataran rendah, sehingga lahan pertanian (terutama padi) menjadi salah satu sumber mata pencaharian masyarakat sekitarnya. Namun, seiring pertumbuhan penduduk terjadi perubahan tata guna lahan menjadi daerah permukiman. Sehingga diperlukan analisis kebutuhan air irigasi pada bendung Trani sesuai dengan kondisi yang ada sekarang. (Sudjarwadi, 1979)

Berkaitan dengan usaha meningkatkan produksi pertanian, saat ini perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui kondisi dan keadaan saluran irigasi, mengurangi potensi kehilangan air irigasi dan memanfaatkan air secara lebih efisien sehingga di dapat hasil yang bisa dijadikan sebagai evaluasi dalam pengelolaan air irigasi. Sehingga sistem pengelolaan air pada daerah irigasi Trani yang dimanfaatkan oleh petani dapat lebih optimal. Oleh karena itu, maka judul yang diangkat untuk Tugas Akhir ini adalah “Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Trani”.

Berdasarkan latar belakang masalah maka dapat dirumuskan suatu masalah sebagai berikut:

1. Berapa banyak prasarana fisik di jaringan irigasi Trani?
2. Berapa luas areal irigasi eksisting pada Daerah Irigasi Trani?
3. Berapa kebutuhan air irigasi maksimum dan minimum pada Daerah Irigasi (DI) Trani?

Tujuan dari diadakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah prasarana fisik di jaringan irigasi Trani.
2. Mengetahui luas areal irigasi eksisting pada Daerah Irigasi Trani
3. Mengetahui kebutuhan air irigasi maksimum dan minimum pada Daerah Irigasi (DI) Trani

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi penulis, Dapat mengetahui jumlah sarana fisik, kebutuhan air irigasi maksimum dan minimum pada Daerah Irigasi (DI) Trani
2. Bagi mahasiswa dapat dijadikan referensi dan sumber informasi dalam menciptakan ketertiban dalam berkendara
3. Bagi Universitas, dapat menambah kajian penelitian dibidang transportasi.
4. Bagi pemerintah provinsi dan daerah dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi untuk mengoptimalkan kinerja lalu lintas.

Irigasi

Irigasi adalah suatu upaya pengairan lahan pertanian yang bersumber dari badan air terdekat. Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2006 disebutkan bahwa irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak. Mawardi (2007) menyebutkan bahwa secara teknis, irigasi berarti mengalirkan air ke lahan pertanian melalui saluran-saluran pembawa kemudian menyalurkannya ke saluran-saluran drainase dan sungai-sungai setelah dimanfaatkan semaksimal mungkin. (Mawardi, 2007)

Irigasi merupakan bangunan air yang berupa saluran dan berfungsi menyalurkan air dari bendung ke petak secara periodik, guna mencukupi kebutuhan air bagi tanaman di petak sawah. Air merupakan salah satu faktor penentu dalam proses produksi pertanian. Oleh karena itu investasi irigasi menjadi sangat penting dan strategis dalam rangka penyediaan air untuk pertanian. (Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2013)

Dalam memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan usaha tani, maka air (irigasi) harus diberikan dalam jumlah, waktu, dan mutu yang tepat, jika tidak maka tanaman akan terganggu pertumbuhannya yang pada gilirannya akan mempengaruhi produksi pertanian. (Bardan, 2014)

Daerah irigasi

Menurut Peraturan Presiden (PERPRES) Nomor 60 Tahun 2022 daerah irigasi adalah kesatuan wilayah atau hamparan tanah yang mendapatkan air dari satu jaringan irigasi, terdiri dari areal (hamparan tanah yang akan diberi air), bangunan utama jaringan irigasi (saluran dan bangunannya). Ketersediaan air pada daerah irigasi sangat bergantung pada kondisi jaringan irigasi, dimana ketika jaringan irigasi mengalami kerusakan atau gangguan, maka akan menyebabkan terhambatnya penyaluran air pada daerah irigasi. Penghambatan aliran air dapat berdampak buruk pada lahan pertanian yang menyebabkan penurunan hasil dan kualitas komoditas pertanian (Peraturan Presiden No 60, 2022).

Sistem irigasi

Sistem irigasi dapat diartikan sebagai satu kesatuan yang tersusun dari berbagai komponen, menyangkut upaya penyediaan, pembagian, pengelolaan dan pengaturan air dalam rangka meningkatkan produksi pertanian. Mengutip Peraturan Pemerintah No 20/2006 menyebutkan bahwa sistem irigasi meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi, dan sumber daya manusia. (Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia No.20, 2006).

Irigasi sistem gravitasi

Irigasi gravitasi merupakan irigasi yang memanfaatkan gaya tarik gravitasi untuk mengalirkan air dari sumber air yang ada dipermukaan bumi yaitu dari sungai, waduk, dan danau di dataran tinggi, yang kemudian dialirkan ke tempat yang membutuhkan. Sistem irigasi gravitasi telah lama dikenal dan diterapkan dalam kegiatan usaha tani (Sidharta, 1997).

Irigasi sistem pompa

Sistem irigasi dengan pompa dapat dipertimbangkan apabila pengambilan secara gravitasi ternyata tidak memungkinkan dari segi ekonomi maupun teknis. Irigasi pompa dilakukan dengan menyalurkan air dari lokasi yang

rendah ke lokasi tinggi dengan cara manual maupun mekanis. Cara ini membutuhkan modal yang relative kecil, namun membutuhkan biaya operasional yang besar (Sidharta, 1997).

Irigasi pasang-surut

Irigasi pasang surut merupakan suatu sistem irigasi yang memanfaatkan pengempangan (pembendungan) air sungai akibat peristiwa pasang-surut air laut. Irigasi pasang-surut umumnya direncanakan pada daerah yang mendapat pengaruh langsung dari peristiwa pasang-surut air laut. Peristiwa pasang-surut pada saluran ini berguna untuk menghindari keracunan pada tanaman akibat proses oksidasi pirit yang mengeluarkan asam organik, asam sulfat dan besi (Sidharta, 1997).

Jaringan irigasi

Jaringan irigasi adalah satu kesatuan saluran dan bangunan yang diperlukan dalam pengaturan air irigasi, dimulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, dan penggunaannya.

Daerah irigasi

Daerah Irigasi adalah satu kesatuan wilayah yang mendapatkan suplai air dari satu jaringan irigasi, terdiri dari areal pengairan dan bangunan utama jaringan irigasi (saluran dan bangunannya). Penamaan daerah irigasi disesuaikan dengan nama daerah setempat atau desa penting di daerah itu, yang biasanya terletak dekat dengan jaringan bangunan utama atau sungai yang airnya diambil untuk keperluan irigasi. (Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2013)

Pola tanam

Untuk memenuhi kebutuhan air tanaman, penentuan pola tanam merupakan hal yang perlu dipertimbangkan. Tabel di bawah ini merupakan contoh pola tanam yang di pakai.

Tabel 1. Pola Tanam Daerah Irigasi

No	Ketersediaan Air untuk jaringan irigasi	Pola Tanam dalam satu tahun
1	Tersedia air cukup banyak	Padi – Padi – Padi Padi – Padi – Palawija
2	Tersedia air dalam jumlah cukup	Padi – Padi – Bera Padi – Palawija – Palawija
3	Kurang Air	Padi – Palawija – Bera Palawija – Padi – Bera

Sumber : (Richard G. Allen, 1998)

Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah sejumlah air yang diberikan dari suatu bangunan pengambilan (*intake*) irigasi untuk mengairi satu satuan luas sawah (1 Ha) secara fungsional. Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan *evapotranspirasi*, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air laut (Sidharta, 1997).

2. METODE

Penelitian ini dilakukan pada Daerah Irigasi Trani yang terletak di Desa Genengsari, kecamatan Polokarto, kabupaten Sukoharjo. Sumber air untuk pengambilan daerah irigasi ini berasal dari Sungai Samin. Daerah Irigasi (DI) Bendung Trani yang berada di Provinsi Jawa Tengah, tepatnya pada kabupaten Sukoharjo dan Karanganyar

Tahapan penelitian

Tahap persiapan yang dimaksudkan adalah survey lokasi yang merupakan langkah awal yang dilakukan untuk mendapatkan gambaran sementara tentang lokasi penelitian, pengumpulan literatur-literatur dan referensi yang menjadi landasan teori, serta pelaksanaan pembuatan proposal pelaksanaan. Dengan adanya tahap persiapan ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang akan diambil selanjutnya.

Pengumpulan data

Pengumpulan Data Primer Data-data primer adalah data yang di dapat oleh peneliti dengan cara survey langsung ke lapangan. Data-data primer dibutuhkan untuk menyempurnakan data-data sekunder yang telah di dapat. Pengumpulan Data Sekunder Data-data sekunder dibutuhkan sebagai data dasar atau data awal untuk pelaksanaan penelitian yang kemudian disempurnakan dengan data-data primer. Keberadaan data-data sekunder ini cukup penting bagi peneliti

terutama untuk mengetahui kondisi eksisting lokasi penelitian. Dalam pengumpulan data-data sekunder ini peneliti memperoleh dari beberapa pihak yang terkait. Adapun data-data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi: data jadwal tanam, data curah hujan, dan data klimatologi.

Tahapan analisis

Tahapan analisa data yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Analisis Klimatologi yaitu menentukan besarnya nilai evapotranspirasi dengan menggunakan Metode *Penman Monteith* karena data-data yang di dapat sesuai dengan metode ini.
2. Analisis Kebutuhan Air Irigasi yang terdiri dari: (1) Penyiapan lahan dan menentukan kebutuhan air selama penyiapan lahan, (2) penggunaan konsumtif, (3) perkolasi, menentukan daya perkolasi pada areal irigasi, (4) penggantian lapisan air dilakukan menurut kebutuhan, dan (5) curah hujan dengan menentukan curah hujan efektif besarnya R80 kemudian menentukan curah hujan efektif untuk padi. (Doorenbos, 1977)

Analisis data

1. Analisis Kebutuhan Air Waktu Pengolahan Lahan

Kebutuhan air waktu pengolahan lahan adalah perhitungan kebutuhan air pada saat pengolahan lahan. Kebutuhan air masa penyiapan lahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti :

- Lama Penyiapan Lahan (T) ditentukan 3×10 harian (30 hari, 1 bulan), tergantung luas petak garapan dan kemampuan pengerjaan,
- Kondisi tanah sawah sewaktu penyiapan lahan untuk penentuan penjumlahan (S).

2. Analisis Kebutuhan Air Waktu Masa Tanam

Kebutuhan air masa tanam adalah kebutuhan air pada saat masa tanam. Kebutuhan air pada saat masa tanam dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu :

- Menentukan Nilai *Evapotranspirasi* Tetapan (ET₀)
Untuk menentukan nilai Evaporasi Tetapan, maka dibutuhkan data-data *klimatologi* untuk mengetahui besarnya nilai ET₀. Data *klimatologi* yang dimaksud adalah data kelembapan udara, kecepatan angin, temperatur udara, dan lama penyinaran matahari. Selain data *klimatologi* juga dibutuhkan data letak geografis tempat yang dipakai untuk penelitian yaitu posisi letak Garis Bujur Lintang Selatan (LS) tempat dimana penelitian dilakukan. Metode yang dipakai untuk menentukan besarnya nilai ET₀ adalah dengan menggunakan metode *Penman Monteith*.
- Analisis Evapotranspirasi Pada Tanaman (ET_c)
Dari hasil analisis *evapotranspirasi* Tetapan (ET₀), maka dapat kemudian menghitung nilai ET_c. Nilai ET_c sangat bergantung pada kondisi *Klimatologi* dan Koefisien Tanaman. Nilai koefisien tanaman bergantung pada jenis varietas tanaman yang ditanam. Dalam penelitian untuk masa tanam padi dipakai nilai koefisien tanam FAO varietas unggul.
- Analisis Hujan Efektif (Re)
Analisis hujan efektif adalah menghitung besarnya hujan efektif dalam kurun waktu tertentu. Untuk mendapatkan nilai hujan efektif maka harus ada data curah hujan yang direkam melalui stasiun-stasiun pengamatan dan perekaman hujan. Data hujan yang diperoleh adalah curah hujan harian selama kurun waktu 10 tahunan. Untuk analisis menentukan hujan efektif, dari data hujan yang telah diperoleh dapat dihitung dengan rumus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil *survey* jaringan irigasi di Bendung Trani, dapat diketahui bahwa Bendung Trani memiliki 237 bangunan prasarana fisik, terdiri dari 19 bangunan pengatur dan 218 bangunan pelengkap. Sebagian besar bangunan prasarana fisik tersebut dalam kondisi baik dan berfungsi sebagaimana mestinya. Rekapitulasi aset dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Aset Bangunan Bendung Trani

Nama saluran	Bangunan Pengatur					Bangunan Pelengkap						
	BPI	BBS	BSd	BU	Tj	Sp	TI	Gg	GGs	PS	Jm	Cr
Saluran induk Trani	6	1	3	4	10		12	10	2	3	16	13
Saluran Sekunder Bekonang		1			4			15			2	1
Saluran Sekunder Premban		1			2		3				1	
Saluran Sekunder Jetiswoh				5	10			2		1	4	2

Nama saluran	Bangunan Pengatur					Bangunan Pelengkap						
	BPI	BBS	BSd	BU	Tj	Sp	TI	Gg	GGs	PS	Jm	Cr
Saluran Sekunder Canden Kanan	1	1			8			4				1
Saluran Sekunder Canden Kiri		1		1	9			4				1
Saluran Sekunder Jatilor		1			6			2			1	
Saluran Sekunder Kodokan		1			5			7			1	
Saluran Sekunder Dukung					2	1		5			3	2
Saluran Sekunder Jumok		1	1		2			14		1	16	
Jumlah berdasar penggunaan	7	8	4	10	58	1	15	63	2	5	44	20
Jumlah berdasarkan fungsi		19						218				

Sumber: Perhitungan Pribadi

Keterangan :

BPI : Bangunan Pengambilan/Intak

BBS : Bangunan Bagi Sadap

BSd : Bangunan Sadap

BU : Bangunan Ukur

Cr : Corongan

Tj : Terjunan

Sp : Siphon

Gg : Gorong-gorong

GGs : Gorong Silang

PS : Pelimpah Samping

TI : Talang

Jm : Jembatan

Berdasarkan hasil *survey* jaringan irigasi di Bendung Trani, dapat diketahui bahwa Bendung Trani memiliki 237 bangunan prasarana fisik, terdiri dari 19 bangunan pengatur dan 218 bangunan pelengkap. Sebagian besar bangunan prasarana fisik tersebut dalam kondisi baik dan berfungsi sebagaimana mestinya.

Perhitungan luas areal Daerah Irigasi Trani

Luas areal irigasi menggunakan *google earth* didapatkan 3410,1 Ha, Luas bangunan pada area tersebut meliputi industri pabrik, rumah dan pertokoan seluas 1923,39 Ha. Maka luas Areal Irigasi daeran Trani didapatkan 1486,7 Ha. Sehingga selanjutnya dapat dilakukan perhitungan analisis kebutuhan air.



Gambar 1. Luas areal Daerah Irigasi Trani

(sumber: *google earth*, 2022)

Analisis kebutuhan air

Perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan pada rerata sepertiga bulanan November (awal masa tanam) tahun 2013-2022 dengan Metode *Penman-Monteith* adalah sebagai berikut. Data terukur dari Stasiun Patihan selama setengah bulan terdapat dalam tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi data klimatologi

Bulan	Suhu Udara (°C)	Kec.Angin (m/s)	RH (%)	Lama Penyinaran (%)
Januari	30,27	4,72	74,02	23,30
Februari	23,29	4,98	64,46	14,30
Maret	31,02	4,23	70,41	27,27
April	29,56	2,72	62,25	27,96
Mei	33,16	1,77	74,02	48,47
Juni	32,07	2,36	64,93	46,13
Juli	32,70	3,89	73,73	48,76
Agustus	28,79	3,19	66,18	44,75
September	26,48	4,89	56,74	45,41
Oktober	32,83	9,00	66,04	43,30
November	30,59	5,75	74,51	32,84
Desember	33,17	6,84	62,88	24,51

Sumber : Perhitungan Pribadi

Tabel 5. Perhitungan ETO

Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
4,79	4,79	4,45	4,45	4,95	4,95	5,00	5,00	4,71	4,71	4,80	4,80	5,45	5,45	5,56	5,56	6,07	6,07	7,76	7,76	5,16	5,16	7,02	7,02

Sumber: Perhitungan Pribadi

Tabel 6. Kebutuhan Air Irigasi

Bulan	Nov		Des		Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
NFR	1,48	1,48	2,21	2,21	1,02	1,39	1,29	0,80	1,46	1,26	1,70	1,70	1,60	1,60	1,37	0,84	1,60	0,65	0,71	0,95	1,07	1,05	1,18	0,30
KAI	3,99	3,99	5,99	5,99	2,77	3,77	3,48	2,16	3,94	3,39	4,60	4,60	4,32	4,32	3,70	2,28	4,32	1,74	1,92	2,56	2,88	2,83	3,20	0,82

Sumber: Perhitungan Pribadi

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Bendung Trani memiliki total 237 Aset bangunan prasarana fisik. Sebagian besar prasarana fisik tersebut dalam kondisi baik dan masih berfungsi dengan baik.
2. Luas areal daerah irigasi Trani yaitu 1486,7 Ha.
3. Berdasarkan perhitungan KP-01, kebutuhan air irigasi maksimum Padi diperoleh sebesar 5,99 m³/detik pada periode pertama dan kedua bulan Desember. Sedangkan kebutuhan air irigasi minimum diperoleh sebesar 2,16 m³/detik pada periode pertama bulan Februari. Kebutuhan air irigasi maksimum tanaman palawija terjadi pada periode kedua bulan Juli sebesar 4,32 m³/detik dan kebutuhan air irigasi minimum terjadi pada periode kedua bulan Oktober sebesar 0,82 m³/detik.

Adapun saran yang dapat diberikan terkait dengan penelitian ini, yaitu perlu dihitung besarnya ketersediaan air irigasi agar dapat mengetahui debitnya air irigasi di Bendung Trani (Daerah Irigasi Trani)

DAFTAR PUSTAKA

- Bardan, M. (2014). *Irigasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Direktorat Jendral Sumber Daya Air. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi KP-01*. Jakarta.
- Doorenbos, J. a. (1977). *FAO Irrigation And Drainage Paper 24 Guidelines for predicting crop water requirements*. Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nation.
- Mawardi, E. (2007). *Desain Hidraulik BANGUNAN IRIGASI*. Bandung: alfabeta.
- Ndakumanungu, A. R. (2023). *Analisis Perbandingan Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Aplikasi CROPWAT 8.0 dan Manual Pada Daerah Irigasi Bendung Mantren*. surakarta: UTP Surakarta.
- Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia No.20. (2006). *Irigasi*. Jakarta.
- Peraturan Presiden No 60. (2022). *Rencana Tata Ruang Kawasan Strategis*. Jawa Tengah.

- Richard G. Allen, L. S. (1998). *FAO Irrigation And Drainage Paper No.56 Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements)*. Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nation.
- Sidharta, S. K. (1997). *Irigasi Dan Bangunan Air*. Jakarta: Gunadarma.
- Sudjarwadi. (1979). *Dasar-dasar Teknik Irigasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.