

ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI DUSUN PATAAN KECAMATAN SAMBENG

Dwi Kartikasari¹, Jauhar Ihsan²

^{1,2} Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan
Jalan Veteran No. 53A Lamongan
Nara Hubung
E-mail: dkartika27@unisla.ac.id

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the irrigation area of Pataan Hamlet, Pataan Village, and find out the water balance between demand and water availability from source flow. This research uses the descriptive analysis method for agricultural water demand and comparative analysis for agricultural water balance. Water needs for rice fields can be calculated using empirical formulas, namely Consumptive Water Needs (CWR), Rice Field Water Needs (FWR), and Water Needs for All Agricultural Lands (PWR). By using the parameters of cropping factors, evaporation, percolation, effective rainfall, and irrigation efficiency. The results showed that the average water demand for the Pataan Irrigation Area Agriculture ranged from 6.30 to 19.22 liters/second, except August I to October II when the water demand was low due to the dry season which resulted in drought in most agricultural lands. The water balance shows a water deficit in November II, January II, May I, May II, June I. The highest water deficit was in May II at 3.45 liters/second, because most of the agricultural land experienced drought and harvests.

Keywords: water needs, irrigation, pataan village, water balance

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisa daerah irigasi sawah Dusun Pataan Desa Pataan dan mengetahui imbalan air antara kebutuhan dengan ketersediaan air dari aliran sumber. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif untuk kebutuhan air pertanian dan analisis komparatif untuk imbalan air pertanian. Kebutuhan air untuk persawahan dapat dihitung menggunakan rumus empiris, yaitu Kebutuhan Air Konsumtif (CWR), Kebutuhan Air Petak Sawah (FWR) dan Kebutuhan Air Seluruh Lahan Pertanian (PWR). Dengan menggunakan parameter-parameter faktor tanam, evaporasi, perkolasi, curah hujan efektif dan efisiensi irigasi. Hasil penelitian menunjukkan Kebutuhan air Pertanian Daerah Irigasi Pataan rata-rata berkisar 6,30 – 19,22 liter/detik, kecuali pada bulan Agustus I sampai Oktober II yang kebutuhan airnya rendah karena musim kemarau yang mengakibatkan kekeringan pada sebagian besar lahan pertanian. Imbalan air menunjukkan adanya defisit air pada bulan November II, Januari II, Mei I, Mei II, Juni I, Defisit air tertinggi adalah pada bulan Mei II sebesar 3,45 liter/detik, dikarenakan sebagian besar lahan pertanian mengalami kekeringan dan panen.

Kata kunci: kebutuhan air, irigasi, desa pataan, imbalan air

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan air irigasi memerlukan usaha yang menyeluruh dan merata, khususnya apabila ketersediaan air terbatas. Air sungai memiliki peran strategis secara ekonomi bagi masyarakat dan pembangunan daerah, salah satunya adalah irigasi (Shoolikhah dkk, 2014). Pada musim kemarau di Dusun Pataan Desa Pataan Kecamatan Sambeng banyak area pertanian yang mengalami kekeringan karena air yang tidak mencukupi untuk kebutuhan irigasi pertanian. 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 (Direktorat Pengelolaan Air, 2010).

Untuk memenuhi kebutuhan air irigasi perlu diterapkan manajemen yang didukung oleh

teknologi dan perangkat hukum yang baik. Pemanfaatan sumber daya air harus diatur sedemikian rupa agar sesuai dengan keperluan tanaman. Pengelolaan yang baik berarti bangunan dan jaringan irigasi serta fasilitasnya perlu dikelola secara tertib dan teratur di bawah pengawasan dan pertanggungjawaban suatu instansi atau organisasi Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 77 tahun 2001).

Aliran sungai yang berasal dari aliran sumber mengalir sepanjang tahun yang umumnya mengalami penurunan debit air pada waktu musim kemarau. Hal tersebut akan membuat keterbatasan dalam mengambil air sungai yang akan digunakan untuk irigasi. Kebutuhan air setiap bulannya disesuaikan dengan pola tanam dan jenis tanaman yang sudah ditetapkan oleh pemerintah kabupaten. Dari penjelasan diatas, dapat menimbulkan dampak dimana kebutuhan air lebih besar dari pada

ketersediaan airnya. Dampak dari kekurangan air tersebut akan mengakibatkan penurunan produksi pangan dan kekurangan pangan akibat pertambahan penduduk yang tinggi (Mantra, 1986).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan air di daerah irigasi Pataan dan mengetahui imbangannya antara kebutuhan dan ketersediaan air di daerah irigasi Pataan.

2. METODE

Tahapan dalam penelitian ini adalah tahapan persiapan, dimana pengumpulan data-data sekunder dari instansi-instansi terkait dan pembuatan peta-peta dasar dan peta lokasi pengambilan sampel. Pengumpulan data-data sekunder antara lain adalah data curah hujan, data klimatologi, data debit aliran sumber, data luar daerah irigasi, data spasial jaringan irigasi, dan rencana pola tanam tata tanam dusun pataan Sambeng. Tahapan lapangan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel di daerah penelitian, sampel yang diambil adalah debit saluran irigasi. Pengukuran debit dilakukan dengan cara Apung (Float Area Methode). Selanjutnya adalah tahapan pengolahan analisis perkolasi, yang dilanjutkan dengan pengolahan data primer dan data sekunder dan terakhir menghitung kebutuhan air pertanian dan imbangannya air irigasi. Pengukuran ini dilakukan untuk mendapatkan nilai tinggi air di atas permukaan tanah dan volume air yang keluar selama pengukuran. Hasil pengukuran tersebut kemudian dihitung dengan rumus (Hansen dkk, 1986):

$$k = \frac{Q L}{A hL} \quad (1)$$

Ket:

k = konduktivitas hidrolis (cm/jam) = nilai Pe

Q = debit air yang melewati tanah (cm³ /jam)

A = luas permukaan tanah (cm²)

hL = tinggi muka air dan tebal tanah (cm)

L = kedalaman tanah (cm)

Pengolahan data primer dan sekunder dilakukan untuk mempersiapkan data sebelum dilakukan perhitungan kebutuhan air irigasi. Pengolahan data sekunder yaitu penyusunan data-data curah hujan dan klimatologi dari data harian menjadi data setengah (1/2) bulanan dan satu (1) bulanan, yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan evaporasi dan hujan efektif. Perhitungan evaporasi menggunakan metode Penman (1948 dalam Soemarto, 1987) dengan menggunakan empat parameter klimatologis, yaitu suhu, kelembaban udara, kecepatan angin dan penyinaran matahari, serta satu parameter geografis, yaitu letak lintang. Metode Penman dan rumus evaporasi adalah sebagai berikut:

$$E_o = ((I/59) (0,94.II.III - (IV.V.VI) + (VII) (VIII - e2)) / I + 0,485$$

Ket:

E_o = Evaporasi (mm/hari)

I = Nilai Δ sebagai fungsi temperatur

II = Nilai a + b n/N

a dan b = Konstanta

n = Lamanya sinar matahari

N = Panjang hari 9 jam

III = Nilai H yang merupakan fungsi garis lintang

IV = Nilai $118 \times 10^{-9} (273 + T_z)^4$ yang merupakan fungsi suhu

V = Nilai $0,47 - 0,077 \sqrt{e_2}$ yang merupakan fungsi tekanan uap aktual pada ketinggian 2m

VI = Nilai a + b n/N

VII = Nilai $0,485 \times 0,35 (0,5 + 0,54 u)$ pada ketinggian 2 m

VIII = Plot data suhu

Setelah pengukuran debit aliran, kemudian dapat menghitung perbandingan jumlah air yang mengalir dari input hingga output atau efisiensi irigasi, dengan rumus sebagai berikut:

$$E_f = \frac{Q_2}{Q_1} \times 100\% \quad (2)$$

Ket:

E_f = Efisiensi Irigasi (%)

Q₁ = debit air yang diambil dari bangunan sadap (m³ /dt)

Q₂ = debit air yang sampai ke areal irigasi (m³ /dt)

Kebutuhan air pertanian dihitung dengan dengan tiga tahap, yaitu Kebutuhan Air Konsumtif (CWR), Kebutuhan Air Petak Sawah (FWR) dan Kebutuhan Air Seluruh Lahan Pertanian (PWR). Kebutuhan Air Konsumtif atau Crop Water Requirement (CWR) merupakan jumlah air yang digunakan untuk penguapan dari permukaan air atau tanaman dan digunakan tanaman untuk membangun jaringan tubuhnya. Besaran nilai Kebutuhan Air Konsumtif dipengaruhi oleh faktor tanaman sesuai masa pertumbuhannya dan penguapan air dari permukaan daratan, khususnya lahan pertanian, sehingga rumus Kebutuhan Air Konsumtif adalah sebagai berikut (Abdurrachim, 1974 dalam Utomo, 2006):

$$CWR = K_c \times E_o \quad (3)$$

Ket:

CWR = Kebutuhan Air Konsumtif (mm/hari)

K_c = Faktor Tanaman

E_o = Evaporasi (mm/hari)

Kebutuhan Air Petak Sawah / *Farm Water Requirement* (FWR) adalah jumlah kebutuhan air tanaman ditambah jumlah kehilangan air pada lahan pertanian berupa perkolasi serta dipengaruhi oleh curah hujan efektif yang turun pada lahan pertanian, dapat dirumuskan sebagai berikut (Abdurrachim, 1974 dalam Utomo, 2006):

$$FWR = (CWR + Pe) - Re \quad (4)$$

Ket:

FWR = Kebutuhan Air Petak Sawah (mm/hari)

CWR = Kebutuhan Air Konsumtif (mm/hari)

Pe = Perkolasi (mm/hari)

Re = Hujan Efektif (mm/hari)

Kebutuhan Air Seluruh Lahan Pertanian atau *Project Water Requirement (PWR)* adalah jumlah air yang diperlukan untuk seluruh lahan pertanian, dapat dirumuskan sebagai berikut (Hansen dkk, 1986):

$$PWR = \frac{FWR}{Ef} \times A \quad (5)$$

Ket:

PWR = Kebutuhan Air Areal Irigasi (mm/hari)

FWR = Kebutuhan Air Petak Sawah (mm/hari)

Ef = Efisiensi Irigasi (%)

Dari perhitungan kebutuhan air selesai, kemudian dilakukan perhitungan imbang air dengan cara membandingkan selisih kebutuhan air pertanian. Hasil dari perbandingan ketersediaan dan kebutuhan air pertanian adalah adanya surplus maupun defisit pada bulan-bulan tertentu.

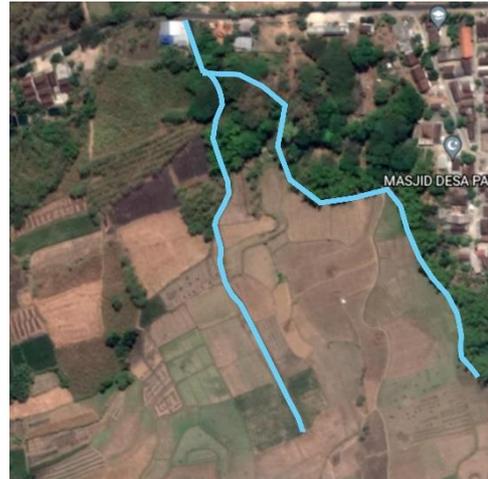
Tahapan penyelesaian adalah kegiatan analisis hasil kebutuhan air dan imbang air pertanian. Hasil perhitungan kebutuhan air dianalisis menggunakan metode deskriptif yaitu menjelaskan nilai kebutuhan air pada pola tanam, masa tanam dan masa pertumbuhan berbeda diikuti dengan luasan lahan pertaniannya. Hasil perhitungan imbang air irigasi dianalisis dengan metode komparatif, yaitu membandingkan antara ketersediaan dan kebutuhan airnya, terutama keterdapatan defisit airnya.

3. PEMBAHASAN

Daerah irigasi dusun pataan yang dialiri oleh aliran sungai dari sumber memiliki luas sebesar 2 Ha. Saluran irigasi ini memiliki saluran 1 saluran primer dan 2 saluran sekunder. Debit airnya langsung mengalir menuju tiap petak sawah karena tidak ada bangunan intake, dengan sumber air berasal dari aliran sumber.

Pola tanam pada daerah irigasi bisa disesuaikan dengan jumlah debit air yang tersedia pada setiap musim tanam. Jenis pola tanam suatu daerah irigasi dapat digolongkan menjadi:

1. Padi – Padi
2. Padi – Padi – Palawija
3. Padi – Palawija – Palawija



Gambar 2. Lokasi Sungai Aliran Sumber

Pola tanam pada irigasi dusun pataan adalah Padi-Padi-Palawija, jenis-jenis komoditas yang ditanam adalah Jagung, Kedelai, Kacang Hijau dan sebagian adalah kangkung.

1) Kebutuhan Air Konsumtif (CWR)

Kebutuhan air untuk kebutuhan konsumtif tanaman dapat dihitung dengan nilai evapotranspirasi dan faktor tanaman. Hasil perhitungan tanaman pangan memiliki kebutuhan air yang berbeda-beda tiap periode pertumbuhan, baik untuk padi dan palawija. Padi pada periode tanam I membutuhkan air maksimal sebesar 92,70 mm/0,5 bln, sedangkan pada periode tanam II membutuhkan maksimal 91 mm/0,5 bln. Kebutuhan air padi pada periode I tidak jauh berbeda antara masa garapan, persemaian dan masa pertumbuhan dengan kisaran nilai antara 78 mm/0,5 bulan hingga 92,70 mm/0,5 bulan. Periode tanam I membutuhkan air terbanyak pada masa garapan hingga persemaian, dengan kebutuhan air hingga mencapai 92,70 mm/0,5 bulan. Tanaman padi membutuhkan air terbanyak pada masa pertumbuhan vegetatif dan generatif dengan kebutuhan air hingga 92,70 mm/0,5 bln. Kebutuhan air terkecil jatuh pada periode pertumbuhan vegetatif palawija yang hanya membutuhkan air hingga 75,7 mm/0,5 bln.

2) Kebutuhan Air Tiap Petak Sawah (FWR)

Kebutuhan air untuk petak sawah (FWR) sama besarnya dengan nilai evapotranspirasi ditambah dengan keperluan untuk perkolasi. Pada satu petak sawah, kehilangan air terjadi akibat proses evapotranspirasi dan perkolasi. Kebutuhan air untuk petak sawah merupakan kebutuhan air untuk menggantikan kehilangan-kehilangan air tersebut. Khusus untuk tanaman padi, kebutuhan air pada petakan sawah perlu ditambah kebutuhan air untuk pengendalian.

Hasil perhitungan menyebutkan, curah hujan efektif tertinggi terjadi pada bulan Desember I

selama masa pertumbuhan vegetatif tanaman padi. Intensitas curah hujan efektif bervariasi antara 2,90 mm hingga 21,50 mm. Nilai kebutuhan air tiap petak sawah berkisar 1,5 – 2,87 liter/detik/ha. Nilai kebutuhan air petak sawah hampir merata pada tiap bulannya, tetapi lebih tinggi pada masa tanam kedua dan ketiga. Hal tersebut terjadi karena pada masa tanam kedua dan ketiga nilai Kebutuhan Air Konsumtif (CWR) lebih tinggi dari hujan efektifnya.

3) Kebutuhan Air Untuk Seluruh Area Persawahan (PWR)

Kebutuhan Air Untuk Seluruh Area Persawahan/ Project Water Requirements (PWR) merupakan kebutuhan air total untuk seluruh area irigasi. Nilai PWR ditentukan berdasarkan nilai hujan efektif dan efisiensi penyaluran air. Berdasarkan analisis peta daerah irigasi pataan, diketahui luas total daerah irigasi yang dialiri oleh aliran sumber sebesar 1,87 ha. Sedangkan nilai efisiensi irigasinya adalah sebesar 36%.

Menurut hasil perhitungan, kebutuhan air tanaman padi jauh lebih besar dibanding palawija, dengan nilai sebesar 17,17 l/dtk hingga 19,22 l/dtk. Kebutuhan air tertinggi tanaman padi jatuh pada masa pertumbuhan generatif padi II pada bulan Mei

II, sedangkan kebutuhan terendah jatuh pada masa pembuahan s.d pemasakan padi I (bulan Februari I). Pertumbuhan generatif padi memerlukan air kurang lebih sama dengan pertumbuhan vegetatif, sebesar 18,41 l/dtk hingga 19,22 l/dtk. Untuk masa panen tanaman padi tidak membutuhkan air, sehingga kebutuhan airnya dapat diabaikan. Palawija membutuhkan air relatif lebih sedikit, dengan nilai sebesar 6,30 l/dtk hingga 9,37 l/dtk. Kebutuhan terbesar terjadi pada masa pertumbuhan vegetatif bulan September II sedangkan kebutuhan terendah terjadi pada masa garapan pada bulan Agustus.

4) Imbangan Air Irigasi

Imbangan air merupakan keseimbangan antara jumlah air yang masuk ke, yang tersedia di, dan keluar dari sistem (sub sistem) tertentu, atau dengan kata lain keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air (Sri Harto, 2000). Dalam penelitian ini ketersediaan air adalah debit aliran sumber sedangkan kebutuhan airnya adalah nilai PWR. Hasil perhitungan menunjukkan adanya defisit air pada bulan November II, Januari II, Mei I, Mei II, Juni I. Defisit air tertinggi adalah pada bulan Mei II sebesar 3,45 liter/detik. Nilai tersebut berhubungan dengan debit aliran yang paling rendah dibandingkan bulan-bulan lainnya.

Tabel 1. Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Seluruh Area Irigasi

Bulan	Masa Pertumbuhan	FWR (mm/0,5 bln)	P Ef (mm)	Efp (%)	PWR (l/dtk)
Nov I	Garapan dan persemaian	372,40	17,72	36	18,42
Nov II	Pertumbuhan vegetatif	370,23	11,38	36	18,64
Des I	Pertumbuhan vegetatif	370,99	21,47	36	18,16
Des II	Pertumbuhan Generatif	374,63	13,60	36	18,75
Jan I	Pertumbuhan Generatif	368,61	13,19	36	18,46
Jan II	Pertumbuhan Generatif	370,82	6,35	36	18,93
Feb I	Pembuahan s.d pemasakan	345,60	15,09	36	17,17
Feb II	Panen	0,00	8,28	36	0,00
Mar I	Bero	-	18,85	-	-
Mar II	Garapan dan persemaian	378,95	19,20	36	18,69
Apr I	Pertumbuhan vegetatif	370,34	15,89	36	18,41
Apr II	Pertumbuhan vegetatif	370,26	14,46	36	18,48
Mei I	Pertumbuhan Generatif	368,03	6,01	36	18,80
Mei II	Pertumbuhan Generatif	373,80	3,74	36	19,22
Jun I	Pertumbuhan Generatif	364,03	2,88	36	18,76
Jun II	Pembuahan s.d pemasakan	352,50	11,53	36	17,71
Jul I	Panen	0,00	9,38	36	0,00
Jul II	Bero	-	6,94	-	-

Bulan	Masa Pertumbuhan	FWR (mm/0,5 bln)	P Ef (mm)	Efp (%)	PWR (l/dtk)
Ags I	Garapan	137,41	16,11	36	6,30
Ags II	Pertumbuhan bibit	155,66	6,43	36	7,75
Sept I	Pertumbuhan vegetatif	174,85	0,00	36	9,08
Sept II	Pertumbuhan vegetatif	180,38	0,00	36	9,37
Okt I	Pembungaan	179,18	14,92	36	8,53
Okt II	Pemasakan	175,75	10,06	36	8,61

Sumber: hasil perhitungan 2021

Tabel 4. Hasil Perhitungan Imbangan Air Daerah Irigasi Pataan

Bulan	Masa Pertumbuhan	PWR (l/dtk)	Debit Aliran (l/dtk)	Imbangan Air (l/dtk)
Nov I	Garapan dan persemaian	18,42	20,27	1,85
Nov II	Pertumbuhan vegetatif	18,64	17,9	-0,74
Des I	Pertumbuhan vegetatif	18,16	21,9	3,74
Des II	Pertumbuhan Generatif	18,75	18,79	0,04
Jan I	Pertumbuhan Generatif	18,46	18,93	0,47
Jan II	Pertumbuhan Generatif	18,93	16,43	-2,5
Feb I	Pembuahan s.d pemasakan	17,17	19,52	2,35
Feb II	Panen	0	16,9	16,9
Mar I	Bero	-	21,16	21,16
Mar II	Garapan dan persemaian	18,69	21,27	2,58
Apr I	Pertumbuhan vegetatif	18,41	20,13	1,72
Apr II	Pertumbuhan vegetatif	18,48	19,61	1,13
Mei I	Pertumbuhan Generatif	18,8	16,57	-2,23
Mei II	Pertumbuhan Generatif	19,22	15,77	-3,45
Jun I	Pertumbuhan Generatif	18,76	15,37	-3,39
Jun II	Pembuahan s.d pemasakan	17,71	18,56	0,85
Jul I	Panen	0	17,69	17,69
Jul II	Bero	-	16,89	16,89
Ags I	Garapan	6,3	20,2	13,9
Ags II	Pertumbuhan bibit	7,75	16,65	8,9
Sept I	Pertumbuhan vegetatif	9,08	14,93	5,85
Sept II	Pertumbuhan vegetatif	9,37	14,93	5,56
Okt I	Pembungaan	8,53	19,37	10,84
Okt II	Pemasakan	8,61	17,34	8,73

Sumber: hasil perhitungan 2021

Pola tanam yang diterapkan di Daerah Irigasi Pataan sudah sesuai dengan mengikuti pola curah hujannya. Kebutuhan air pada musim kemarau atau

masa tanam kedua dan ketiga cenderung lebih tinggi. Kehilangan air pada Daerah Irigasi Pataan umumnya tinggi. Perlu dilakukan peningkatan

efisiensi irigasi dengan cara memperbaiki saluran-saluran irigasi yang rusak, serta pembersihan saluran irigasi dari endapan sedimen dan lumpur, tutupan tanaman dan sampah-sampah yang mengalir di saluran irigasi.

Sri Harto, 2000. Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian, Nafiri, Yogyakarta.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah: (1) Kebutuhan air Pertanian Daerah Irigasi Pataan rata-rata berkisar 6,30 – 19,22 liter/detik, kecuali pada bulan Agustus I sampai Oktober II yang kebutuhan airnya rendah karena musim kemarau pada bulan itu mengakibatkan kekeringan pada sebagian besar lahan pertanian. Kebutuhan air pada masa tanam kedua dan ketiga cenderung lebih tinggi karena dipengaruhi dengan adanya curah hujan yang rendah (musim kemarau). Kebutuhan air tertinggi adalah pada bulan Mei II pada masa Pertumbuhan Generatif.; (2) Imbangan air pada penelitian ini menunjukkan adanya defisit air pada bulan November II, Januari II, Mei I, Mei II, Juni I, defisit tersebut cenderung terjadi pada musim kemarau. Defisit air tertinggi adalah pada bulan Mei II sebesar 3,45 liter/detik, dikarenakan pada bulan itu sebagian besar lahan pertanian mengalami kekeringan dan panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Hansen, V. E., Israelsen, O. W., & Stringham, G. E. (1986). Dasar-dasar dan Praktek Irigasi, (Diterjemahkan oleh E. P. Tachyan). Jakarta: Erlangga.
- Purnama, S. (2010). Hidrologi Air Tanah. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Soemarto, C. D. (1987). Hidrologi Teknik. Jakarta: Erlangga.
- Munir, M. (1996). Tanah-tanah Utama Indonesia: Karakteristik, Klasifikasi dan Pemanfaatannya. Jakarta: Pustaka Jaya.
- Utomo, K. P. (2006). Studi Kebutuhan Air untuk Tanaman Padi dan Palawija di Daerah Irigasi Pesucen Kabupaten Kebumen. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
- Abdurrachim. (1974). Eksploitasi Irigasi, Proyek Irigasi IDA. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengairan Umum.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1977). Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta: Pradna Paramita.
- Direktorat Pengelolaan Air, 2010. Pedoman Teknis Rehabilitasi Jaringan Tingkat Usahatani (JITUT)/Jaringan Irigasi Desa (JIDES). Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Shoolikhah, I., Purnama, S., & Suprayogi, S. (2014). Kajian Kualitas Air Sungai Code Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Majalah Geografi Indonesia Vol. 28 No. 1 Maret 2014, Hal. 23-32.