



**STUDI OPTIMASI PEMBERIAN AIR IRIGASI PADA
DAERAH IRIGASI SAMIRAN KANAN KABUPATEN
PAMEKASAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Srata I (S1) Jurusan Teknik Sipil**



Disusun Oleh:

**Dhimas Bagus Darmawan
218.010.510.54**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2023**



**STUDI OPTIMASI PEMBERIAN AIR IRIGASI PADA
DAERAH IRIGASI SAMIRAN KANAN KABUPATEN
PAMEKASAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Prasyarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Srata I (S1) Jurusan Teknik Sipil**



Disusun Oleh:

**Dhimas Bagus Darmawan
218.010.510.54**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2023**

RINGKASAN

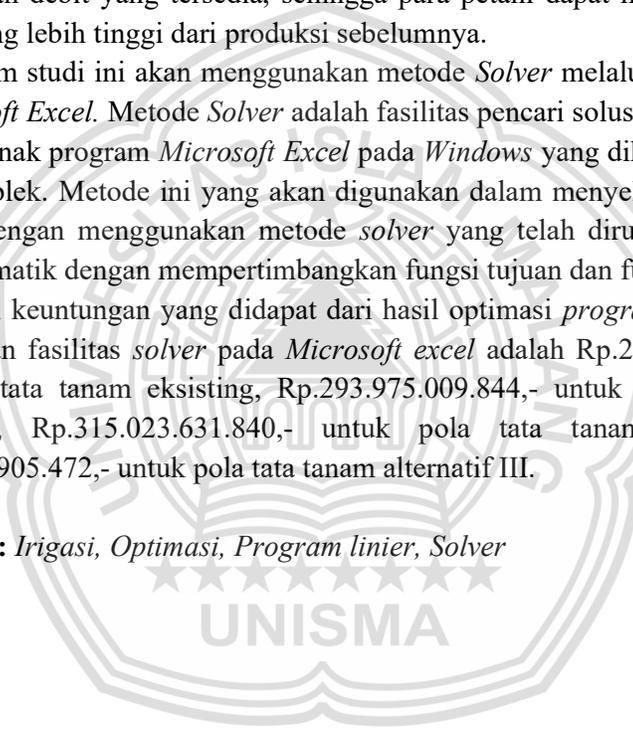
Dhimas Bagus Darmawan, 218.0105.1.054. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Optimasi Pemberian Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Samiran Kanan Kabupaten Pamekasan, Dosen Pembimbing: **Dr. Ir. Eko Noerhayati, M.T.** Dan **Anang Bakhtiar, S.T. M.T.**

Lokasi wilayah penelitian berada di Kabupaten Pamekasan dan melewati tiga Kecamatan yaitu Kecamatan Pamekasan, Kecamatan Tlanakan, dan Kecamatan Pademawu tepatnya pada Bangunan Sadap Kanan (BSN) 1 sampai Bangunan Sadap Kanan (BSN) 4 seluas 558 Ha. Studi ini akan dilakukan optimasi pemberian air irigasi yang dimaksudkan untuk mengatur pola tata tanam yang sesuai dengan debit yang tersedia, sehingga para petani dapat memperoleh hasil produksi yang lebih tinggi dari produksi sebelumnya.

Dalam studi ini akan menggunakan metode *Solver* melalui *program linier* dari *Microsoft Excel*. Metode *Solver* adalah fasilitas pencari solusi yang ada dalam perangkat lunak program *Microsoft Excel* pada *Windows* yang dikembangkan dari metode simplek. Metode ini yang akan digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi. Dengan menggunakan metode *solver* yang telah dirumuskan menjadi model matematik dengan mempertimbangkan fungsi tujuan dan fungsi kendala.

Hasil keuntungan yang didapat dari hasil optimasi *program linier* dengan menggunakan fasilitas *solver* pada *Microsoft excel* adalah Rp.283.521.268.656,- untuk pola tata tanam eksisting, Rp.293.975.009.844,- untuk pola tata tanam alternatif I, Rp.315.023.631.840,- untuk pola tata tanam alternatif II, Rp.252.018.905.472,- untuk pola tata tanam alternatif III.

Kata Kunci: *Irigasi, Optimasi, Program linier, Solver*



SUMMARY

Dhimas Bagus Darmawan, 218.0105.1.054. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Optimasi Pemberian Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Samiran Kanan Kabupaten Pamekasan, Dosen Pembimbing: **Dr. Ir. Eko Noerhayati, M.T.** Dan **Anang Bakhtiar, S.T. M.T.**

The location of the research area is in Pamekasan Regency and passes through three sub-districts namely Pamekasan Sub-district, Tlanakan Sub-district, and Pademawu Sub-district precisely at the Right Tapping Building (BSN) 1 to Right Tapping Building (BSN) 4 covering an area of 558 Ha. This study will optimize the provision of irrigation water which is intended to regulate the cropping pattern in accordance with the available discharge, so that farmers can get higher production yields than previous production.

In this study, we will use the Solver method through a linear program from Microsoft Excel. The Solver method is a solution-finding facility in the Microsoft Excel software program on Windows that was developed from the simplex method. This method will be used in solving the optimization problem. By using the solver method that has been formulated into a mathematical model by considering the objective function and constraint function.

The profit results obtained from the linear program optimization results using the solver facility in Microsoft excel are Rp.283,521,268,656, - for the existing cropping pattern, Rp.293,975,009,844, - for alternative cropping pattern I, Rp.315,023,631,840, - for alternative cropping pattern II, Rp.252,018,905,472, - for alternative cropping pattern III.

Keywords : *Irrigation, Optimization, Linear Program, Solver*



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris, dimana pembangunan dalam bidang pertanian adalah menjadi prioritas utama dalam agenda pembangunan nasional dan komitmen utama terhadap pembangunan ketahanan pangan. Sektor pertanian merupakan kegiatan yang berperan sangat penting pada perekonomian daerah sebagai sumber penghasilan dan penyediaan lapangan pekerjaan serta penunjang dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Peran masyarakat dan pemerintah sebagai pengelola dan pengembang usaha-usaha produksi pangan yang sudah ada merupakan cara untuk melestarikan produksi pangan yang ada di Indonesia. (Hajiansyah et al., 2015). Dengan demikian, ketersediaan air dan infrastruktur tampungan air sangat mempengaruhi terhadap ketahanan air irigasi yang mempunyai peran penting untuk ketahanan pangan yang ada di Indonesia. (Gohar et al., 2015)

Sering terjadi penyimpangan dalam pelaksanaan tanam yang tidak sesuai dengan rencana pola tata tanam atau rencana tata tanam detail yang diusulkan. Kasus umum yang sering terjadi pada musim kemarau petani lebih suka menanam padi daripada tanaman palawija, sehingga tanaman padi yang ditanami melebihi dari luas yang direncanakan. Kondisi ini akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dari tanaman padi tersebut yang pada akhirnya akan mengakibatkan debit air yang tersedia tidak dapat mencukupi kebutuhan air irigasi dan menyebabkan pemberian air yang tidak merata. (Prasetijo and Soetopo, 2014)

Ketersediaan air merupakan salah satu masalah umum yang sudah banyak menarik perhatian pemerintah dan khususnya masyarakat petani, karena dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka kebutuhan air dan ketersediaan jumlah pangan akan semakin meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan air dan ketersediaan jumlah pangan, maka perlu adanya pengelolaan distribusi air yang baik yaitu dengan terciptanya pengelolaan sistem irigasi yang memperhitungkan pola ketersediaan air dan pola pemenuhan kebutuhan yang sering bervariasi dalam kurun waktu yang relatif singkat.

Pertumbuhan penduduk yang tidak sesuai dengan ketersediaan lahan pemukiman akan menyebabkan berkurangnya luas areal pertanian yang produktif. Dengan terus bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan pangan akan semakin meningkat, sehingga memaksa para petani untuk dapat mengoptimalkan hasil pertanian dari luas lahan yang tersedia. (Noerhayati et al., 2017).

Daerah irigasi Samiran Kanan berada di Kabupaten Pamekasan yang melewati tiga kecamatan, antara lain : Kecamatan Pamekasan, Kecamatan Tlanakan dan Kecamatan Pademawu. Daerah Irigasi Samiran Kanan berpusat pada DAM Samiran yang berlokasi di Desa Samiran, Kecamatan Proppo, Kabupaten Pamekasan, Provinsi Jawa timur. Berdasarkan UPT PSDA WS Madura, Daerah irigasi Samiran kanan memiliki luas layanan seluas 558 Ha. Permasalahan yang terjadi di Daerah Irigasi Samiran Kanan adalah kekurangan air dan pola tata tanam yang tidak sesuai dengan ketersediaan air atau debit, terutama pada musim kemarau yaitu sebesar 0-130 l/dt pada bulan April 2021, sedangkan kebutuhan air per 10 hari sebesar 147-358 l/dt. Sehingga distribusi air terhadap seluruh tanaman menjadi tidak merata, mengingat kebutuhan air setiap tanaman yang berbeda-beda, terutama tanaman padi yang merupakan salah satu tanaman musim penghujan.

Pola tata tanam pada Daerah Irigasi Samiran Kanan adalah Padi/Palawija. Kondisi pola tata tanam ini memiliki tingkat kebutuhan yang besar, sedangkan ketersediaan air yang terbatas. Oleh karena itu untuk mengatasi kekurangan air tersebut pada saat musim kemarau, maka diperlukan suatu upaya dalam mengatur pola tata tanam yang sesuai dengan debit yang tersedia. Sehingga diharapkan dapat memperoleh hasil produksi yang lebih tinggi dari produksi sebelumnya.

Optimasi adalah proses untuk mencapai hasil sesuai dengan keinginan atau harapan secara efektif dan efisien. Optimasi juga dapat diartikan sebagai tercapainya suatu tujuan atau memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan menjadi optimal. (Noerhayati et al., 2017). Studi ini akan dilakukan optimasi pemberian air irigasi yang dimaksudkan untuk mengatur pola tata tanam yang sesuai dengan debit yang tersedia, sehingga para petani dapat memperoleh hasil produksi yang lebih tinggi dari produksi sebelumnya. Untuk mengoptimasi pemberian air irigasi ini akan menggunakan metode matematik *program linier*. *Program linier* merupakan metode matematik dalam

mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan, menimbulkan keuntungan dan biaya. (Sriwidadi, T., & Agustina, E. 2013)

Penyelesaian masalah optimasi dimulai dengan menentukan variabel-variabel keputusan yang akan dicari nilai optimumnya. Variabel yang akan dicari nilai optimumnya akan menggunakan *program linier* dengan *Microsoft Excel*. Oleh karena itu perlu dilakukan “Studi Optimasi Pemberian Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Samiran Kanan Kabupaten Pamekasan” agar hasil panen menjadi maksimal dengan debit yang tersedia.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, masalah dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Analisa pemberian air irigasi di lokasi Daerah Irigasi Samiran Kanan Kabupaten Pamekasan seluas 558 ha.
2. Berdasarkan UPT PSDA WS Madura, Periode pemberian air untuk irigasi per 10 hari tiap bulan pada periode masa tanam.
3. Awal penanaman dengan 3 alternatif pola tanam.
4. Pemberian air berasal dari Daerah Irigasi Samiran.
5. Debit air dari Daerah Irigasi Samiran Kanan mengalami penurunan sebesar 0-130 l/dt pada bulan April 2022, sedangkan kebutuhan air per 10 hari sebesar 147-358 l/dt, menyebabkan pemberian air terhadap seluruh tanaman menjadi tidak merata.
6. Pola tata tanam pada Daerah Irigasi Samiran Kanan adalah Padi/Palawija. Kondisi pola tata tanam ini memiliki tingkat kebutuhan air yang besar.
7. Studi ini hanya mengoptimalkan debit yang ada untuk lahan pertanian tanaman dan untuk perhitungan pola tata tanam perencanaan dengan mengoperasikan tinggi bukaan pintu pada Daerah Irigasi Samiran Kanan.
8. Analisa yang dilakukan untuk mendapatkan nilai keuntungan pertanian didapatkan dengan optimasi melalui *program linier* menggunakan metode *Solver* dari *Microsoft Excel*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari penelitian yang terlalu luas serta mempermudah penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas desain konstruksi saluran.
2. Tidak membahas kerugian yang disebabkan serangan hama, penyakit pada tanaman, banjir maupun faktor alam lainnya.

1.4 Rumusan Masalah

Masalah yang dapat dirumuskan dari latar belakang masalah diatas adalah:

1. Berapa debit andalan yang tersedia pada Daerah Irigasi Samiran Kanan?
2. Berapa besar kebutuhan air irigasi berdasar pola tanam yang diperlukan untuk setiap tanaman?
3. Berapa luas lahan tanam optimum berdasarkan debit yang akan dialirkan?
4. Berapa keuntungan maksimum yang didapat dari hasil optimasi *Program linier*?
5. Berapa besar tinggi bukaan pintu pada jaringan irigasi sesuai pola tanam?

1.5 Tujuan Masalah

Adapun tujuan dari penelitian ini, antara lain:

1. Untuk mengetahui debit andalan yang tersedia pada Daerah Irigasi Samiran Kanan.
2. Untuk mengetahui besar kebutuhan air irigasi berdasar pola tanam yang diperlukan untuk setiap tanaman.
3. Untuk mengetahui luas lahan tanam optimum berdasarkan debit yang akan dialirkan.
4. Untuk mengetahui keuntungan maksimum yang didapat dari hasil optimasi *Program linier*.
5. Untuk mengetahui besar tinggi bukaan pintu pada jaringan irigasi sesuai pola tanam.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan gambaran pembagian debit air irigasi yang tersedia di Daerah Irigasi Samiran Kanan kepada masing-masing area irigasi dengan penerapan *program linier*.
2. Sebagai bahan pertimbangan dalam melaksanakan pemberian air irigasi serta penentuan pola tata tanam yang baik berdasarkan kendala yang ada di Daerah Irigasi Samiran Kanan.

1.7 Lingkup Pembahasan

Adapun lingkup pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisa Hidrologi
 - 1.1 Uji konsistensi data hujan
 - 1.2 Analisa curah hujan andalan
 - 1.3 Analisa curah hujan efektif
2. Analisa Klimatologi
 - 2.1 Perkolasi
 - 2.2 Evapotranspirasi
3. Analisa Data Jenis Tanaman
 - 3.1 Besarnya kebutuhan air tanaman
4. Perhitungan Kebutuhan Air di Sawah
 - 4.1 Analisa Lapisan Air (WLR)
5. Analisa Debit Andalan
6. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi
 - 6.1 Neraca Air
7. Perumusan model optimasi dengan *Program linier* menggunakan Metode *Solver* pada *Microsoft Excel*
8. Analisa tinggi bukaan pintu
9. Hasil Optimasi

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit andalan yang tersedia pada Daerah Irigasi Samiran Kanan adalah:
 - Bulan Januari : Periode I 2,088 m³/dt, Periode II 2,219 m³/dt, Periode III 2,431 m³/dt, Bulan Februari : Periode I 2,319 m³/dt, Periode II 2,172 m³/dt, Periode III 1,610 m³/dt, Bulan Maret : Periode I 1,489 m³/dt, Periode II 1,379 m³/dt, Periode III 1,219 m³/dt, Bulan April : Periode I 1,070 m³/dt, Periode II 1,429 m³/dt, Periode III 1,459 m³/dt, Bulan Mei : Periode I 1,862 m³/dt, Periode II 1,950 m³/dt, Periode III 2,181 m³/dt, Bulan Juni : Periode I 1,408 m³/dt, Periode II 1,518 m³/dt, Periode III 1,026 m³/dt, Bulan Juli Periode I 1,825 m³/dt, Periode II 1,674 m³/dt, Periode III 2,084 m³/dt, Bulan Agustus : Periode I 1,268 m³/dt, Periode II 1,186 m³/dt, Periode III 1,229 m³/dt, Bulan September Periode I 1,276 m³/dt, Periode II 1,370 m³/dt, Periode III 1,268 m³/dt, Bulan Oktober Periode I 1,254 m³/dt, Periode II 1,962 m³/dt, Periode III 2,180 m³/dt, Bulan November Periode I 2,428 m³/dt, Periode II 2,470 m³/dt, Periode III 2,338 m³/dt, Bulan Desember Periode I 2,781 m³/dt, Periode II 2,423 m³/dt, Periode III 2,617 m³/dt.
2. Besar kebutuhan air irigasi berdasar pola tanam yang diperlukan untuk setiap tanaman adalah:
 - Musim tanam I : Padi 11,725 lt/dt/ha, palawija 1,242 lt/dt/ha
 - Musim tanam II : Padi 14,794 lt/dt/ha, palawija 1,601 lt/dt/ha
 - Musim tanam III: Padi 23,632 lt/dt/ha, palawija 8,171 lt/dt/ha
3. Luas lahan tanam optimum berdasarkan debit yang akan dialirkan pada kondisi eksisting total kebutuhan air irigasi D.I. Samiran Kanan adalah
 - Musim Tanam I :
 - Padi dengan luas areal sawah yang harus diari seluas 446,40 ha dan volume air sebesar 10130,080 m³/ha

- Palawija dengan luas areal sawah yang harus diari seluas 111,60 ha dan volume air sebesar 1072,867 m³/ha
 - Musim Tanam II :
 - Padi dengan luas areal sawah yang harus diari seluas 334,80 ha dan volume air sebesar 12782,323 m³/ha
 - Palawija dengan luas areal sawah yang harus diari seluas 223,20 ha dan volume air sebesar 1842,128 m³/ha
 - Musim Tanam III :
 - Padi dengan luas areal sawah yang harus diari seluas 306,90 ha dan volume air sebesar 20418,465 m³/ha
 - Palawija dengan luas areal sawah yang harus diari seluas 251,10 ha dan volume air sebesar 7060,140 m³/ha
4. Keuntungan maksimum yang didapat dari hasil optimasi *program linier* adalah:
- Pola Tata Tanam Eksisting :
Rp.283.507.089.552.-
 - Pola Tata Tanam Alternatif I :
Rp.293.975.009.844.-
 - Pola Tata Tanam Alternatif II :
Rp.315.023.631.840.-
 - Pola Tata Tanam Alternatif III :
Rp.252.018.905.472.-
5. Besar tinggi bukaan pintu pada jaringan irigasi sesuai pola tanam adalah:
- Musim Tanam I :
 - Saluran BSN 1A Kr = 0,25 m, Saluran BSN 1A Kn = 0,35 m, Saluran BSN 2P Kr = 0,25 m, Saluran BSN 2 Kn = 0,25 m, Saluran BSN 2 Kr = 0,30 m, Saluran BSN 3 Kr = 0,35 m, Saluran BSN 3 Kn = 0,35 m, Saluran BSN 4 Kn = 0,30 m, Saluran BSN 4 Kr = 0,35 m.
 - Musim Tanam II :
 - Saluran BSN 1A Kr = 0,25 m, Saluran BSN 1A Kn = 0,30 m, Saluran BSN 2P Kr = 0,25 m, Saluran BSN 2 Kn = 0,25 m, Saluran BSN 2 Kr = 0,30 m, Saluran BSN 3 Kr = 0,35 m, Saluran BSN 3 Kn = 0,35 m, Saluran BSN 4 Kn = 0,35 m, Saluran BSN 4 Kr = 0,35 m.

- Musim Tanam III :

- Saluran BSN 1A Kr = 0,25 m, Saluran BSN 1A Kn = 0,35 m, Saluran BSN 2P Kr = 0,25 m, Saluran BSN 2 Kn = 0,25 m, Saluran BSN 2 Kr = 0,35 m, Saluran BSN 3 Kr = 0,35 m, Saluran BSN 3 Kn = 0,35 m Saluran BSN 4 Kn = 0,35 m, Saluran BSN 4 Kr = 0,35 m.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penyuluhan kepada para petani tentang pola tata tanam yang sesuai dengan ketersediaan debit dan manfaat dari optimasi ini sangat diperlukan, agar para petani dapat menyadari pentingnya pola tata tanam yang telah direncanakan / dioptimalkan demi mendapatkan keuntungan yang maksimal.
2. Pengaturan tinggi bukaan pintu yang sesuai dengan pola tanam sangatlah diperlukan, agar debit air yang masuk sesuai dengan kebutuhan air tanaman.
3. Hasil luaran metode *program linier* sebaiknya dibandingkan dengan optimasi menggunakan metode lainnya sehingga dapat diketahui selisih hasil luaran dari masing-masing metode.
4. Untuk penerapan di lapangan hendaknya memperhitungkan kerugian yang disebabkan oleh serangan hama, penyakit pada tanaman, banjir dan faktor alam lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Nadjadji. 2001. *Analisa Sistem Untuk Teknik Sipil*. Teknik Sipil ITS, Surabaya.
- Asdak C, 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- BAPPEDA Kab. Pamekasan, 2019. *Revisi Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)*. BAPPEDA, Kabupaten Pamekasan.
- Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 1997. *Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi*. Direktorat Jenderal Pengairan, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi: Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01*. Bandung: CV. Galang Persada.
- Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2010. *Standar Perencanaan Irigasi (Kriteria Perencanaan KP-03)*. Direktorat Jenderal Pengairan, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2015. *Peraturan Menteri PUPR No. 23/PRT/M/2015 Tentang Pengelolaan Aset irigasi*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Jakarta.
- Dinas Pertanian Kabupaten Pamekasan, 2022.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2013. *Standar Perencanaan Irigasi KP 01*. Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Jakarta.
- Efendi et al., 2019. Peningkatan Intensitas Tanam Padi Melalui Pemanfaatan Debit Surplus Sungai, Penerapan Sumur Renteng, Dan Sistem Giliran. *Jurnal Irigasi*. 4 (1): 1-16.
- Firdaus, M. S., and Noerhayati, E. 2019. Studi Optimasi Distribusi Air Daerah Irigasi Sonosari Kabupaten Malang Dengan Program Linier. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 5(2), 114-123.
- Gohar et al., 2015. Irrigation infrastructure and water appropriation rules for food security. *Journal of Hidrology*. 520: 85-100.
- Hall and Dracup. 1975. *Water Resources System Engineering*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company.
- Hajiansyah et al., 2015. Studi Optimalisasi Daerah Irigasi Tunjuk Kecamatan Tanah Pinoh Kabupaten Melawi Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Untan*. 3: 1-15.
- Limantara L.M, 2010. *Hidrologi Praktis*. Lubuk Agung, Bandung.
- Muiz et al., 2017. Evaluasi Sistem Pemberian Air Daerah Irigasi Kedung Putri Guna Meningkatkan Intensitas Tanam Padi. *Jurnal Teknik Pengairan*. 8 (2): 194-204.

- Noerhayati et al., 2017. Peningkatan Keuntungan Melalui Optimasi Sistem Pemberian Air Daerah Irigasi Molek Dengan Program Linier. *Jurnal Teknik*. 1: 29-40.
- Prasetijo and Soetopo, 2014. Studi Optimasi Pola Tata Tanam Untuk Memaksimalkan Keuntungan Hasil Produksi Pertanian Di Jaringan Irigasi Prambatan Kiri Kecamatan Bumiaji Kota Batu. *Jurnal Teknik Pengairan*. 2 (2): 210-217.
- Pratiwi, K. A. 2022. Studi Optimasi Distribusi Air Irigasi dan Operasi Pintu pada Daerah Irigasi Gondang Saluran Sekunder German Kabupaten Lamongan.
- Silvia E, 2017. *Studi Optimasi Pemberian Air Irigasi Pada Saluran Induk Peterongan Daerah Irigasi Mrican Kanan*. Tesis tidak diterbitkan. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS Surabaya.
- Sriwidadi, T., & Agustina, E. (2013). Analisis Optimalisasi Produksi dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks. *Binus Business Review*, 4(2), 725-741.
- Soemarto, C.D., 1987. *Engineering hydrology*. Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia.
- Sosrodarsono, Suyono and Takeda, Kensaku. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT Abadi.
- Sulistiyani and Irianto, 2021. Optimasi Pola Tata Tanam untuk Peningkatan Luas Layanan pada Daerah Irigasi Saddang. *Reka Buana*. 6 (1): 12-22.
- Tria, L., Siswanto, S., & Fauzi, M. (2014). Optimasi Pola Taman Daerah Irigai Uwai Pangoan Kabupaten Kampar. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 1(2), 1-13.
- UPT PSDA WS Madura, 2022.