



**STUDI OPTIMASI PEMANFAATAN AIR DI DAERAH IRIGASI  
KALI SIPRING KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN  
PROGRAM LINIER**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**Disusun Oleh:  
Clarissa Frisma Adinda  
21901051082**

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



**STUDI OPTIMASI PEMANFAATAN AIR DI DAERAH IRIGASI  
KALI SIPRING KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN  
PROGRAM LINIER**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar  
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**Disusun Oleh:**  
**Clarissa Frisma Adinda**  
★ 21901051082 ★★

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

## RINGKASAN

**CLARISSA FRISMA ADINDA 219.010.510.82.** Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Agustus 2023, *Studi Optimasi Pemanfaatan Air Di Daerah Irigasi Kali Sipring Kabupaten Malang Menggunakan Program Linier, Pembimbing (I): Dr. Ir. Hj Eko Noerhayati, M.T. (II): Anita Rahmawati S.ST., M.T.*

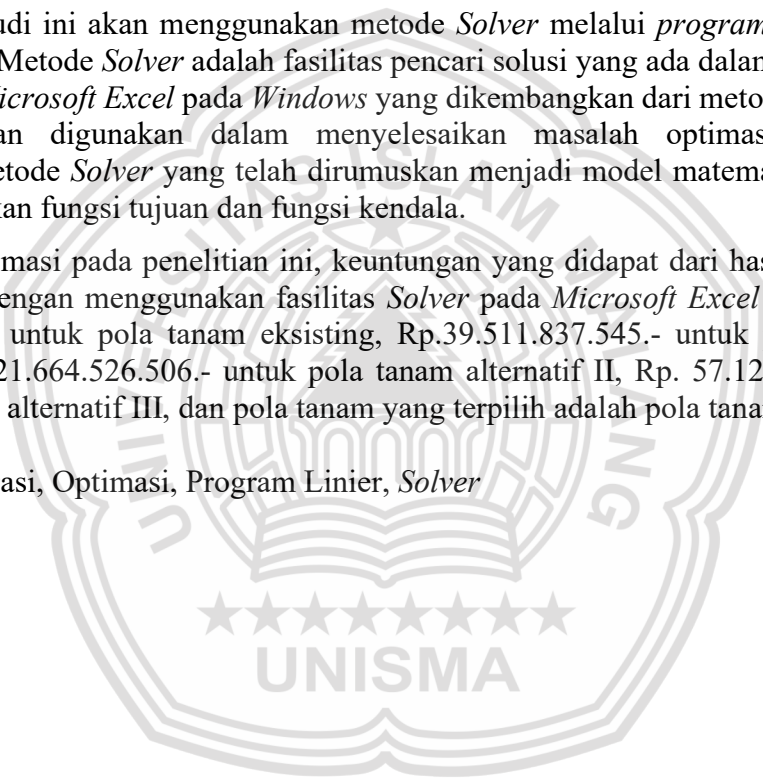
---

Lokasi wilayah penelitian berada di Kabupaten Malang dan melewati tiga Kecamatan yaitu Kecamatan Pagelaran, Kecamatan Gondanglegi, dan Kecamatan Turen dengan daerah layanan air sebesar 685 Ha. Studi ini akan dilakukan optimasi pemanfaatan air irigasi, yang bertujuan untuk mengetahui besar kebutuhan air irigasi dan 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 akan digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi. Dengan menggunakan metode *Solver* yang telah dirumuskan menjadi model matematik dengan mempertimbangkan fungsi tujuan dan fungsi kendala.

Hasil optimasi pada penelitian ini, keuntungan yang didapat dari hasil optimasi *program linier* dengan menggunakan fasilitas *Solver* pada *Microsoft Excel* adalah Rp. 44.292.934.261.- untuk pola tanam eksisting, Rp.39.511.837.545.- untuk pola tanam alternatif I, Rp. 21.664.526.506.- untuk pola tanam alternatif II, Rp. 57.120.655.145.- untuk pola tanam alternatif III, dan pola tanam yang terpilih adalah pola tanam alternatif III.

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



## SUMMARY

**CLARISSA FRISMA ADINDA 219.010.510.82.** Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang. August 2023, *Studi Optimasi Pemanfaatan Air Di Daerah Irigasi Kali Sipring Kabupaten Malang Menggunakan Program Linier*, The mentors (I): **Dr. Ir. Hj Eko Noerhayati, M.T.** (II): **Anita Rahmawati S.ST., M.T.**

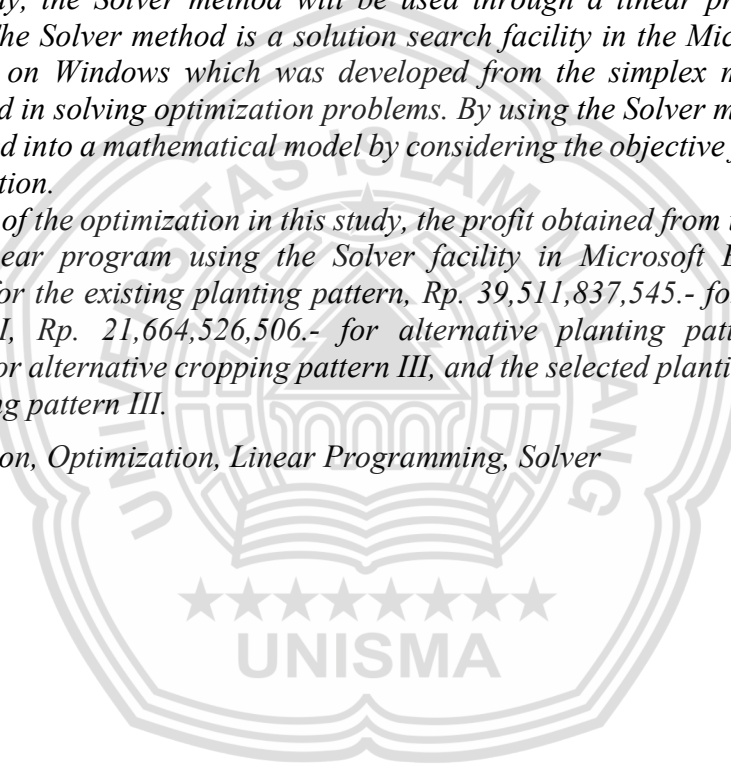
---

*The location of the research area is in Malang Regency and passes through three sub-districts, namely Pagelaran sub-district, Gondanglegi sub-district, and Turen sub-district with a water service area of 685 Ha. In this study, optimization of the use of irrigation water will be carried out, which aims to determine the amount of irrigation water needed and regulate cropping patterns according to the available discharge, so that farmers can obtain higher production results than previous production.*

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

*The results of the optimization in this study, the profit obtained from the results of optimizing the linear program using the Solver facility in Microsoft Excel is Rp. 44,292,934,261.- for the existing planting pattern, Rp. 39,511,837,545.- for alternative planting pattern I, Rp. 21,664,526,506.- for alternative planting pattern II, Rp. 57.120.655.145.- for alternative cropping pattern III, and the selected planting pattern is alternative cropping pattern III.*

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



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan hal yang paling sangat penting bagi makhluk hidup. Ada jumlah air yang sama di bumi hari ini seperti saat bumi terbentuk. Namun, seiring bertambahnya manusia dan ternak penduduk, kebutuhan akan serat pangan dan pakan ternak semakin meningkat. Akibatnya, sumber daya air semakin menipis dan persaingan untuk mendapatkan air tersedia antar pertanian.(E. Noerhayati dkk., 2020) Bagi manusia dan lingkungan, air sangat berperan untuk keberlangsungan hidup mereka diantaranya sarana irigasi atau pengairan untuk lahan pertanian, sebagai sumber pembangkit listrik tenaga air (PLTA), sebagai bahan baku, dan sebagainya. Air tidak hanya untuk kebutuhan pokok makhluk hidup saja, tetapi air juga untuk irigasi pertanian.

Air salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Manfaat air bagi tanaman adalah untuk membantu proses fotosintesis yang terjadi didalam daun. Untuk memperoleh tanaman yang optimal maka diperlukan pemberian air secara teratur, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan saluran irigasi.(Anam dkk., 2020) Air tidak hanya untuk kebutuhan pokok makhluk hidup saja, tetapi air juga untuk irigasi pertanian. Terciptanya pengelolaan sistem irigasi merupakan hal penting dari segi teknik guna memperhitungkan pola ketersediaan air dan pola pemenuhan kebutuhan yang sering bervariasi dalam kurun waktu relatif pendek. Permasalahan yang sering ditemui adalah terkait dengan ketersediaan air baik itu debitnya ataupun dalam hal pendistribusian. Hal ini terjadi karena kurangnya suplai air dari hulu ke hilir.

Salah satu aktivitas yang sangat erat kaitannya dengan pemanfaatan sumber daya air adalah dari sektor pertanian. Irigasi merupakan salah satu usaha pendayagunaan air untuk mengurangi resiko kegagalan panen karena ketidakpastian hujan dan kekeringan. Selain itu irigasi memberikan banyak manfaat antara lain membuat unsur hara yang tersedia menjadi lebih baik, menciptakan kondisi kelembaban tanah optimum untuk pertumbuhan tanaman, serta hasil dan kualitas tanaman yang lebih baik.(Sari dkk., 2020)

Pengaturan kebutuhan air dikontrol oleh bangunan irigasi berupa pintu air yang berperan sebagai pengatur debit air yang masuk, mengetahui debit aliran dalam saluran irigasi bertujuan untuk mengontrol laju penggunaan air sesuai dengan kebutuhan lahan yang dibutuhkan. Selain dapat mengoptimalkan kebutuhan air, pengaturan pintu air juga

dapat menjadi salah satu sistem pengelolaan air guna mewujudkan kemanfaatan sumber daya air yang berkelanjutan.(Rahmat dkk., 2019)

Optimasi pemberian air irigasi ini dimaksudkan untuk mengatur pola tata tanam yang sesuai dengan debit yang tersedia, sehingga diharapkan petani dapat memperoleh hasil produksi yang lebih tinggi dari kondisi sebelumnya. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola tata tanam, nilai debit yang dibutuhkan untuk pola tata tanam dengan keuntungan hasil panen yang optimal.(E. N. Noerhayati dkk., 2017)

Daerah Irigasi Kali Sipring berada di Kabupaten Malang. Luas total baku sawah Daerah Irigasi yang dilayani sebesar 685 Ha. Daerah irigasi Kali Sipring terdiri dari 5 jaringan irigasi yaitu, Jaringan Irigasi Pagelaran 114 Ha, Jaringan Irigasi Gondanglegi 153 Ha, Jaringan Irigasi Putat 136 Ha, Jaringan Irigasi Urek – urek 178 Ha, Jaringan Irigasi Sukoreno 104 Ha. Usaha pengelola sumber daya air khususnya di Daerah Irigasi Kali Sipring diarahkan pada adanya pengoptimasian pemanfaatan air yang tersedia untuk lahan pertanian yang ada di dalamnya, disamping itu karena ketersediaan air pada musim kemarau yang relatif terbatas dan tetap, sedangkan kebutuhan yang terus meningkat untuk produktifitas pertanian maka diperlukan adanya penentuan kebijakan atau pengaturan pemanfaatan air.

Penyelesaian masalah optimasi dilakukan dengan metode program linier dengan mengonversikan variabel – variabel dengan rupiah sehingga dapat dihitung biaya operasi dan keuntungan yang diperoleh tiap musim tanam, sehingga para petani dapat memperoleh produksi lebih tinggi dari produksi sebelumnya. Program linier digunakan karena memiliki kelebihan berupa varibel putusan, metode ini dapat dipakai untuk menyelesaikan sistem dengan mengubah fungsi kendala yang cukup dibandingkan dengan metode lain yang lebih kompleks, dan fungsi matematika yang sederhana serta hasilnya cukup baik.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang di atas dapat ditarik beberapa identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Analisa pemanfaatan air Daerah Irigasi Kali Sipring yang kurang optimal memiliki luas 685 Ha yang terdapat di Kabupaten Malang.

2. Belum diketahui debit andalan yang ada pada masing – masing embung di wilayah pengaliran Kali Sipping agar pola tanam dapat disesuaikan dengan debit yang tersedia.
3. Periode pemberian air irigasi dilakukan setiap 10 harian.
4. Perhitungan linier diselesaikan dengan menggunakan fasilitas solver yang terdapat pada *Microsoft Excel*.
5. Perlu diketahui kebutuhan air irigasi untuk masing – masing jenis tanam yaitu padi, palawija, tebu.
6. Belum diketahui optimasi distribusi pemanfaatan air di Daerah Irigasi Kali Sipping karena belum adanya optimasi menggunakan program linier
7. Perlu adanya pengaturan bukaan pintu yang sesuai dengan pola tanam sehingga debit yang masuk sesuai dengan kebutuhan air tanam.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penulis dapat merumuskan masalah yang akan dibahas, yaitu :

1. Berapa debit andalan yang ada pada Jaringan Irigasi Kali Sipping ?
2. Berapa besar kebutuhan air irigasi berdasarkan pola tanam yang diperlukan untuk setiap tanaman ?
3. Berapa luas lahan tanam optimum dan keuntungan maksimal hasil usaha pertanian setelah dilakukan optimasi menggunakan metode *solver* ?
4. Berapa besar tinggi bukaan pintu pada Jaringan Irigasi sesuai pola tanam ?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Sebagaimana dijelaskan dalam latar belakang di atas, penulis bertujuan :

1. Mengetahui debit andalan pada Jaringan Irigasi Kali Sipping.
2. Mengetahui besar kebutuhan air irigasi berdasarkan pola tanam yang diperlukan untuk setiap tanaman.
3. Mengetahui luas lahan tanam optimum dan keuntungan maksimal hasil usaha pertanian setelah dilakukan optimasi menggunakan metode *solver*.
4. Mengetahui besar tinggi bukaan pintu pada Jaringan Irigasi sesuai pola tanam

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan bisa diperoleh dari studi ini adalah :

1. Sebagai rekomendasi perbaikan bagi instansi terkait yang menangani pengelola sumber daya air di Daerah Irigasi Kali Sipping.
2. Sebagai bahan referensi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

## 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Tidak merencanakan kembali saluran irigasi yang ada.
2. Tidak membahas pemeliharaan saluran irigasi.
3. Tidak membahas kerugian yang disebabkan serangan hama, penyakit pada tanaman, banjir maupun faktor alam lainnya.

## 1.7 Lingkup Pembahasan

Lingkup Pembahasan pada penelitian ini adalah :

1. Analisa hidrologi
  - Uji konsistensi data hujan
  - Perhitungan curah hujan andalan
  - Perhitungan curah hujan efektif
2. Analisa Klimatologi
  - Perkolasi
  - Evapotranspirasi
3. Analisa Data Jenis Tanaman
  - Besarnya kebutuhan air tanaman
4. Analisa Debit Andalan
5. Analisa luas lahan
  - Perhitungan luas lahan maksimal pada tiap musim tanam yang dapat ditanami
6. Analisa ekonomi
  - Perhitungan keuntungan hasil pertanian dengan program linier menggunakan fasilitas Solver pada *Microsoft Excel*.
7. Analisa tinggi bukaan pintu
  - Perhitungan tinggi bukaan pintu pada jaringan irigasi sesuai pola tanam.



## BAB V KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

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

1. Debit andalan yang tersedia pada Daerah Irigasi Kali Sipping adalah :
  - Besar debit andalan tertinggi di daerah irigasi Pagelaran sebesar 0,157 m<sup>3</sup>/dt, dan debit terendah sebesar 0,008 m<sup>3</sup>/dt.
  - Besar debit andalan tertinggi di daerah irigasi Gondanglegi sebesar 0,170 m<sup>3</sup>/dt, dan debit terendah sebesar 0,058 m<sup>3</sup>/dt.
  - Besar debit andalan tertinggi di daerah irigasi Putat sebesar 0,151 m<sup>3</sup>/dt, dan debit terendah sebesar 0,047 m<sup>3</sup>/dt.
  - Besar debit andalan tertinggi di daerah irigasi Urek - urek sebesar 0,216 m<sup>3</sup>/dt, dan debit terendah sebesar 0,046 m<sup>3</sup>/dt.
  - Besar debit andalan tertinggi di daerah irigasi Sukoreno sebesar 0,120 m<sup>3</sup>/dt, dan debit terendah sebesar 0,046 m<sup>3</sup>/dt.
2. Besar kebutuhan air irigasi berdasarkan pola tanam yang diperlukan untuk setiap tanaman adalah :
  - Musim tanam I : Padi 5,289 lt/dt/ha, Palawija 0,117 lt/dt/ha, Tebu 0,945 lt/dt/ha
  - Musim tanam II : Padi 17,082 lt/dt/ha, Palawija 2,821 lt/dt/ha, Tebu 7,512 lt/dt/ha
  - Musim tanam III : Padi 30,676 lt/dt/ha, Palawija 13,874 lt/dt/ha, Tebu 19,900 lt/dt/ha
3. a. Luas lahan tanam optimum
  - Musim Tanam I :
    - Pagelaran : Padi = 91,20 ha, Palawija = 11,40 ha, Tebu = 11,40 ha.
    - Gondanglegi : Padi = 122,40 ha, Palawija = 15,30 ha, Tebu = 15,30 ha.
    - Putat : Padi = 108,80 ha, Palawija = 13,60 ha, Tebu = 13,60 ha.
    - Urek – urek : Padi = 142,40 ha, Palawija = 17,80 ha, Tebu = 17,80 ha.
    - Sukoreno : Padi = 83,20 ha, Palawija = 10,40 ha, Tebu = 10,40 ha.
  - Musim Tanam II :
    - Pagelaran : Padi = 68,40 ha, Palawija = 34,20 ha, Tebu = 11,40 ha.
    - Gondanglegi : Padi = 91,80 ha, Palawija = 45,90 ha, Tebu = 15,30 ha.
    - Putat : Padi = 81,60 ha, Palawija = 40,80 ha, Tebu = 13,60 ha.
    - Urek – urek : Padi = 106,80 ha, Palawija = 53,40 ha, Tebu = 17,80 ha.

Sukoreno : Padi = 62,40 ha, Palawija = 31,20 ha, Tebu = 10,40 ha.

- Musim Tanam III :

Pagelaran : Padi = 45,60 ha, Palawija = 57,00 ha, Tebu = 11,40 ha.

Gondanglegi : Padi = 61,20 ha, Palawija = 76,50 ha, Tebu = 15,30 ha.

Putat : Padi = 54,40 ha, Palawija = 68,00 ha, Tebu = 13,60 ha.

Urek – urek : Padi = 71,20 ha, Palawija = 89,00 ha, Tebu = 17,80 ha.

Sukoreno : Padi = 41,60 ha, Palawija = 52,00 ha, Tebu = 10,40 ha.

b. Keuntungan maksimum yang didapat dari hasil optimasi program linier adalah :

- Pola Tata Tanam Eksisting : Rp. 44.292.934.261.-
- Pola Tata Tanam Alternatif I : Rp. 39.511.837.545.-
- Pola Tata Tanam Alternatif II : Rp. 21.664.526.506.-
- Pola Tata Tanam Alternatif III : Rp. 57.120.655.145.-

4. Besar tinggi bukaan pintu pada jaringan irigasi sesuai pola tanam adalah :

- Musim Tanam I :

Saluran PG Ki = 0,27m, Saluran PG Ka = 0,14 m, Saluran GDL 1 Ki = 0,16 m,  
 Saluran GDL 2 Ki = 0,225 m, Saluran GDL 2 Ka = 0,10 m, Saluran PT Ki 0,21 m,  
 Saluran PT Ka = 0,27 m, Saluran UR 1 Ki = 0,196 m, Saluran UR 2 Ki = 0,12 m,  
 Saluran UR 2 Ka = 0,22 m, Saluran SR Ki = 0,12 m, Saluran SR Ka = 0,215 m.

- Musim Tanam II :

Saluran PG Ki = 0,55 m, Saluran PG Ka = 0,275 m, Saluran GDL 1 Ki = 0,315 m,  
 Saluran GDL 2 Ki = 0,445 m, Saluran GDL 2 Ka = 0,18 m, Saluran PT Ki 0,43 m,  
 Saluran PT Ka = 0,545 m, Saluran UR 1 Ki = 0,38 m, Saluran UR 2 Ki = 0,22 m,  
 Saluran UR 2 Ka = 0,425 m, Saluran SR Ki = 0,215 m, Saluran SR Ka = 0,415 m.

- Musim Tanam III :

Saluran PG Ki = 0,65 m, Saluran PG Ka = 0,32 m, Saluran GDL 1 Ki = 0,36 m,  
 Saluran GDL 2 Ki = 0,515 m, Saluran GDL 2 Ka = 0,20 m, Saluran PT Ki 0,49 m,  
 Saluran PT Ka = 0,635 m, Saluran UR 1 Ki = 0,445 m, Saluran UR 2 Ki = 0,27 m,  
 Saluran UR 2 Ka = 0,495 m, Saluran SR Ki = 0,25 m, Saluran SR Ka = 0,485 m.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlu dilakukannya studi banding hasil optimasi metode solver dengan metode sistem dinamik.
2. Untuk melakukan penerapan dilapangan, sebaiknya melakukan perhitungan kerugian yang disebabkan oleh serangan hama, banjir, maupun faktor alam lainnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anam, S., Noerhayati, E., & Rachmawati, A. (2020). *STUDI PENGEMBANGAN JARINGAN IRIGASI SPRINKLER BERBASIS GRAVITASI DI DESA PONCOKUSUMO KABUPATEN MALANG*.
- Anjarwati, K. (2018). *ANALISA JARINGAN IRIGASI PADA DAERAH IRIGASI (D.I) TEPIAN BUAH KABUPATEN BERAU KALIMANTAN TIMUR*.
- Ansori, A., Ariyanto, A., & Eng, M. (2014). *KAJIAN EFEKTIFITAS DAN EFISIENSI JARINGAN IRIGASI TERHADAP KEBUTUHAN AIR PADA TANAMAN PADI (STUDI KASUS IRIGASI KAITI SAMO KECAMATAN RAMBAH KABUPATEN ROKAN HULU)*.
- Binar, efendin, binar, binar, Efendi, M., Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, Sholeh, Moch., & Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang. (2021). PERENCANAAN ULANG JARINGAN IRIGASI TERSIER MENGGUNAKAN LINING MODULAR PADA DESA PENDEM, KECAMATAN JUNREJO, KOTA BATU. *Jurnal JOS-MRK*, 2(3), 273–279. <https://doi.org/10.55404/jos-mrk.2021.02.03.273-279>
- Binsasi, R., Sancayaningsih, R. P., & Murti, S. H. (2016). *Evaporasi dan Transpirasi Tiga Spesies Dominan dalam Konservasi Air di Daerah Tangkapan Air (DTA) Mata Air Geger Kabupaten Bantul Yogyakarta*. 1(1).
- Effendi, sholeh, hartono, binar, binar, Efendi, M., Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, Sholeh, Moch., & Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang. (2021). PERENCANAAN ULANG JARINGAN IRIGASI TERSIER MENGGUNAKAN LINING MODULAR PADA DESA PENDEM, KECAMATAN JUNREJO, KOTA BATU. *Jurnal JOS-MRK*, 2(3), 273–279. <https://doi.org/10.55404/jos-mrk.2021.02.03.273-279>
- Faisal, F., Yulianu, A., & Mailianda, E. (2018). STUDI PENINGKATAN INTENSITAS LUAS DAN POLA TANAM PADA DAERAH IRIGASI KRUENG JREUE. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 1(3), 141–149. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i3.11783>
- Firdaus, M. S., & Noerhayati, E. (2019). *STUDI OPTIMASI DISTRIBUSI AIR DAERAH IRIGASI SONOSARI KABUPATEN MALANG DENGAN PROGRAM LINIER*.

- Frahmana, B. (2018). OPTIMASI PENGGUNAAN LAHAN PERTANIAN DENGAN PROGRAM LINIER Studi Kasus: Jaringan Irigasi Saluran Sekunder Majalaya Bendung Walahar Kabupaten Karawang. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 17(2), 142–150. <https://doi.org/10.35760/dk.2018.v17i2.1952>
- Fuadi, N. A., Purwanto, M. Y. J., & Tarigan, S. D. (2016). Kajian Kebutuhan Air dan Produktivitas Air Padi Sawah dengan Sistem Pemberian Air Secara SRI dan Konvensional Menggunakan Irigasi Pipa. *Jurnal Irigasi*, 11(1), 23. <https://doi.org/10.31028/ji.v11.i1.23-32>
- Kharistanto, R. T. K., Montarich, L., & Soetopo, W. (2022). *Studi Optimasi Pemanfaatan Air Irigasi Menggunakan Program Linier Pada Daerah Irigasi Manikin Kabupaten Kupang*. 3(1).
- Lenry Rahman, A., Fauzi, M., & Sujatmoko, B. (2019). Sistem Pemberian Air secara Rotasi Daerah Irigasi Kaiti Samo di Kabupaten Rokan Hulu. *JURNAL TEKNIK*, 13(1), 43–51. <https://doi.org/10.31849/teknik.v13i1.2931>
- Luthfiarta, A., Febriyanto, A., Lestiawan, H., & Wicaksono, W. (2020). Analisa Prakiraan Cuaca dengan Parameter Suhu, Kelembaban, Tekanan Udara, dan Kecepatan Angin Menggunakan Regresi Linear Berganda. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(1), 10–17. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i1.2760>
- Noerhayati, E. N., Suprpto, B. S., & Syahid, A. A. (2017). PENINGKATAN KEUNTUNGAN MELALUI OPTIMASI SISTEM PEMBERIAN AIR DAERAH IRIGASI MOLEK DENGAN PROGRAM LINIER. *Jurnal Teknika*, 9(1), 13. <https://doi.org/10.30736/teknika.v9i1.6>
- Noerhayati, E., Rahmawati, A., & Wahyudi, S. Y. (2020). WATER SPREAD TEST ON IOT (Internet of Things) BASED AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM. *Journal Innovation of Civil Engineering (JICE)*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.33474/jice.v1i1.9057>
- Rahmat, C. F. M., Hidayat, A. K., & Irawan, P. (2019). *REGULASI PINTU AIR UNTUK OPTIMASI PENGELOLAAN PINTU AIR IRIGASI PADA DAERAH IRIGASI CIMULU*. 1(1).
- Saragi, T. E., Zai, E. O., & Zebua, E. (2023). *ANALISA DEBIT ANDALAN*. 2(2).

- Sari, D. M., Wahono, E. P., & Kusumastuti, D. I. (2020). EFISIENSI IRIGASI BERDASARKAN KONDISI SALURAN DI DAERAH IRIGASI PUNGGUR UTARA. *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 24(2), 37–41. <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v24i2.17>
- Serang, R. (2012). *PENGARUH PERUBAHAN IKLIM TERHADAP OPTIMASI KETERSEDIAAN AIR DI DAERAH IRIGASI GOLEK KECAMATAN PAKISAJI KABUPATEN MALANG DENGAN MEMPERGUNAKAN PROGRAM LINIER*.
- Suhardono, A. (2011). *OPTIMASI PENGGUNAAN LAHAN PERTANIAN DENGAN PROGRAM LINIER*.
- Syahputra, I., & Rahmawati, C. (2015). *ANALISIS KETERSEDIAAN AIR PADA DAERAH IRIGASI BLANG KARAM KECAMATAN DARUSSALAM KABUPATEN ACEH BESAR*. 1(1).
- Wahyudi, A., & Hakim, J. A. R. (2014). *Studi Optimasi Pola Tanam pada Daerah Irigasi Warujayeng Kertosono dengan Program Linier*. 3(1).
- Zahrati, U., Azmeri, A., & Syamsidik, S. (2019). PEMODELAN MATEMATIS POLA TANAM DAN JADWAL TANAM DAERAH IRIGASI BARO UNTUK MEMAKSIMALKAN KEUNTUNGAN. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 2(3), 235–241. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v2i3.13460>