



**PENGINTEGRASIAN PENJADWALAN ROTASI PEMBERIAN AIR IRIGASI DALAM
SISTEM MANAJEMEN OPERASI DAN PEMELIHARAAN IRIGASI**
*IRRIGATION OPERATION AND MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM INTEGRATION
OF IRRIGATION WATER ROTATION SCHEDULING*

Oleh:

Hasna Soraya¹⁾✉, Hanhan A Sofiyuddin¹⁾, Susilowati¹⁾, Adel Kasoema Putri¹⁾

¹⁾ Balai Teknik Irigasi, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PUPR
Jl. Cut Meutia Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

²⁾ Direktorat Stabilisasi Pasokan dan Harga Pangan, Badan Pangan Nasional
Jl. Harsono RM No. 3, Ragunan, Ps. Minggu, Jakarta, Indonesia

✉Komunikasi Penulis, email: sorayahasna1as@pu.go.id

Naskah ini diterima pada 8 November 2022; revisi pada 16 Januari 2023;
disetujui untuk dipublikasikan pada 24 November 2023

ABSTRACT

The gap between water availability and water demand can be a significant challenge for the operation of the irrigation network. One approach to addressing this issue is to implement a rotational system for water distribution. However, while a proportional rotation schedule can ensure better uniformity, additional technical variables should be considered to further improve irrigation services. This study aims to create and apply methods for rotational water delivery systems by considering location, sufficiency, equity, and timeliness. This method was implemented as a module on the Irrigation Operations and Maintenance Management System (SMOPI), which has been widely used in many irrigation areas in Indonesia. During water shortage, particularly when the K factor is less than 70%, this module could be activated. Each criterion is integrated with the factual information inputted by the officer in the SMOPI to schedule the irrigation rotation. This study was conducted as a case study in the Ciliman Irrigation Area Banten. Based on simulation result, the proposed method led to an increase in planting area of approximately 7% of the area. This tool could be beneficial for field officers in calculating and distributing irrigation water while optimizing the amount of water allocated to each tertiary plot.

Keywords: K factor, water balance, irrigation operation, SMOPI, water supply rotation

ABSTRAK

Pembagian air pada operasi jaringan irigasi banyak terkendala saat tuntutan kebutuhan air lebih banyak dibandingkan dengan ketersediaan air di bendung. Pada sebagian daerah irigasi, permasalahan tersebut diatasi dengan melaksanakan rotasi pembagian air. Namun demikian, penjadwalan rotasi saat ini umumnya dilakukan hanya memperhitungkan pemerataan air berdasarkan proporsi luas lahan yang diairi. Seiring dengan meningkatnya tuntutan layanan irigasi yang lebih baik, penjadwalan rotasi perlu juga memperhitungkan kriteria teknis lainnya. Studi ini dilakukan untuk mengembangkan dan menerapkan metode rotasi pemberian air yang memperhitungkan kriteria lokasi, kecukupan, pemerataan, dan ketepatan waktu. Pengembangan diintegrasikan dalam bentuk modul pada aplikasi Sistem Manajemen Operasi dan Pemeliharaan Irigasi (SMOPI) yang telah banyak diterapkan di berbagai daerah irigasi di Indonesia. Modul ini dapat dipilih pada saat kebutuhan air lebih banyak dari air yang tersedia, khususnya saat kondisi faktor K kurang dari 70%. Penjadwalan rotasi pemberian air dilakukan dengan mengintegrasikan setiap kriteria dengan data aktual yang diisikan petugas pada aplikasi SMOPI. Uji coba dan simulasi penjadwalan rotasi dilakukan di Daerah Irigasi Ciliman, Banten. Hasil simulasi menunjukkan penambahan luas tanam sekitar 7% dari luasan sebelum dilakukannya penjadwalan rotasi pemberian air. Penggunaan sistem penjadwalan rotasi pemberian air dapat membantu proses perhitungan dan pemberian air oleh petugas di lapangan serta mengoptimalkan pengalokasian air untuk setiap petak tersier.

Kata kunci: faktor K, neraca air, operasi irigasi, SMOPI, rotasi pemberian air

I. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang juga menjadi elemen penting untuk menunjang keberlanjutan pangan serta sektor pertanian. Pengelolaan air sangat perlu dilakukan secara efektif dan efisien. Mengingat 70% air di dunia digunakan untuk irigasi (Food and Agriculture Organization, 2011). Sebaran potensi sumber daya air yang tidak merata serta tingginya kebutuhan air dapat mengakibatkan hasil pertanian tidak optimal khususnya pada lahan yang ketersediaan airnya tidak mencukupi. Sebagai contoh ketersediaan air di Bendung Boro tidak dapat mencukupi seluruh kebutuhan air pertanian sepanjang tahun (Faishal, 2013).

Pelaksanaan pengelolaan operasi dan pemeliharaan irigasi di Indonesia dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 12/PRT/M/2015 yang dituangkan dalam 12 blangko operasi. Blangko operasi tersebut dapat mengakomodir perencanaan pola tanam, pelaporan keadaan tanam, kebutuhan air irigasi, hingga rencana pemberian air irigasi. Seluruh pola operasi ini terakomodir dalam aplikasi Sistem Manajemen Operasi dan Pemeliharaan Irigasi (SMOPI) yang telah banyak diterapkan di berbagai daerah irigasi di Indonesia (Utaminingsih, Hidayah, Sofiyuddin, Zuhriyati, & Susilowati, 2019). SMOPI mengubah pelaporan blanko secara manual menjadi blanko berbasis web. Penggunaan aplikasi ini dapat mempermudah dan mempercepat pelaksanaan operasi irigasi (Sofiyuddin & Rahmandani, 2019). Pelaporan dipermudah dengan adanya proses perhitungan dan perekapan yang dilakukan oleh aplikasi. Selain itu, data historis tersimpan dalam suatu basis data sehingga dapat dengan mudah ditampilkan dan ditelaah untuk mengevaluasi pelaksanaan operasi dan pemeliharaan irigasi. Namun demikian, pemberian air irigasi melalui blangko tersebut hanya dapat diakomodir apabila faktor K lebih dari 70% dari debit tersedia. Pada kondisi tersebut, air diberikan secara kontinu. Pada saat faktor K kurang dari 70%, pemberian air dilakukan melalui rotasi atau giliran yang perhitungannya belum terakomodir dalam blangko.

Rotasi atau giliran dilakukan untuk mengoptimalkan pemberian air saat terjadi defisit khususnya pada Musim Tanam II. Rotasi dapat mengurangi jumlah kejadian defisit yang masih ada ketika dilakukan penggolongan sekitar 33-48%, tetapi tidak menghilangkan seluruh kejadian defisit tersebut (Rahman, Fauzi, & Sujatmoko, 2019). Penjadwalan rotasi dalam satu siklus bisa dilakukan dalam periode gilir 10 harian dan 15 harian sesuai dengan periode operasi irigasi yang digunakan, tipologi jaringan, dan ketersediaan air. Perhitungan umumnya dilakukan hanya dengan mempertimbangkan proporsi luas tanam antar blok secara proporsional (Efendi, Harisuseno, & Prayogo, 2019; Permana, 2019)). Hal ini dapat meningkatkan keseragaman pemberian air, namun tidak mengoptimasi parameter kinerja layanan lainnya seperti kecukupan dan ketepatan waktu. Perhitungan lebih mendetail dapat dilakukan pula dengan melakukan optimasi berdasarkan berbagai aspek lainnya sehingga air dapat didistribusikan secara lebih tepat dan merata dengan pola operasi yang mudah (Santhi & Pundarikanthan, 2000).

Studi ini dilakukan untuk mengembangkan dan mengevaluasi metode rotasi pemberian air yang memperhitungkan kriteria lokasi, kecukupan, pemerataan, dan ketepatan waktu. Pengembangan diintegrasikan dalam bentuk modul pada aplikasi Sistem Manajemen Operasi dan Pemeliharaan Irigasi (SMOPI) yang telah banyak diterapkan di berbagai daerah irigasi di Indonesia. Modifikasi berbagai konsep dalam literatur dilakukan sehingga perhitungan dapat memanfaatkan data dan alur yang terdapat dalam blangko OP irigasi yang telah terimplementasi dalam SMOPI. Modul ini dapat dipilih pada saat kebutuhan air lebih banyak dari air yang tersedia, khususnya saat kondisi faktor K kurang dari 70%.

II. METODOLOGI

Studi dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu pengembangan konsep penjadwalan rotasi, pengintegrasian ke dalam SMOPI, dan evaluasi. Pengembangan konsep terlebih dahulu dilakukan melalui studi literatur terkait penjadwalan rotasi irigasi. Metode yang digunakan diselaraskan dengan data yang tersedia di dalam alur operasi irigasi sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 15/PRT/M/2015. Konsep ini kemudian diintegrasikan ke dalam SMOPI sebagai modul pilihan yang dapat diaktifkan oleh pengguna. Alur kerja dan dampak penggunaan modul ini kemudian dievaluasi melalui studi kasus pada Daerah Irigasi (DI) Ciliman, Banten. Luas areal DI Ciliman sebesar 5.423 ha, uji coba simulasi penjadwalan rotasi ini dilaksanakan pada saluran primer di 36 petak tersier dengan total luas sebesar 2.064 ha. Penerapan sistem Penjadwalan Rotasi Pemberian Air Irigasi ini memperhitungkan beberapa kriteria yang dituangkan dalam SMOPI untuk dapat mengoptimalkan penjadwalan pemberian air tiap petak tersier.

Perhitungan kebutuhan air irigasi di lahan sawah dan penentuan faktor K dilakukan dengan perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air berdasarkan blangko operasi Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 12/PRT/M/2015. Faktor K merupakan rasio antara debit kebutuhan dan debit tersedia yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Faktor K} = \frac{\text{Total air yang tersedia di pintu pengambilan}}{\text{Total air yang dibutuhkan}} \times 100 \dots (1)$$

Irigasi diberikan secara menerus apabila faktor K lebih dari 70%. Pengurangan debit yang diberikan pada bangunan sadap ditetapkan sesuai nilai faktor K pada saat debit kurang. Pada saat faktor K kurang dari 70% pola giliran dapat diterapkan. Untuk mengakomodir pola giliran yang lebih baik, penjadwalan dalam studi ini dilakukan menggunakan pendekatan pengambilan keputusan kriteria jamak (*multi criteria decision making*) dengan mempertimbangkan kriteria lokasi, kecukupan, pemerataan, dan ketepatan waktu. Melalui metode ini, kinerja yang didapatkan akan lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional khususnya terkait parameter keberhasilan layanan dalam satu daerah irigasi (Afrasiabikia, Parvaresh Rizi, & Javan, 2017; Santhi & Pundarikanthan, 2000). Dibandingkan metode lainnya yang dikembangkan di berbagai penelitian (Delgoda, Malano, Saleem, & Halgamuge, 2017; Kaur, Srivastava, & Arya, 2013; Li, Fu, Singh, & Liu, 2018), metode ini cukup sederhana sehingga dapat diintegrasikan menggunakan data yang terdapat pada

blanko OP eksisting dan dapat diolah menggunakan operasi matematis sederhana pada aplikasi berbasis situs web. Masing-masing kriteria dikuantifikasi dengan besar nilai maksimal 1. Modifikasi metode dilakukan agar dapat mengakomodir data yang terkumpul dan tersedia selama operasi irigasi sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 12/PRT/M/2015. Perhitungan pada setiap kriteria adalah sebagai berikut.

1. Kriteria Lokasi (W1)

Penentuan bobot ini menggunakan data golongan dan jumlah hari rotasi pada tiap bangunan tersier.

$$W1_{kt} = 0,9 \text{ untuk pintu tersier } k \in \text{Golongan } g, t = g, 2g, 3g \dots \text{ dst} \dots \dots \dots (2)$$

$$W1_{kt} = 0,1 \text{ untuk pintu tersier } k \in \text{Golongan } g, t = g, 2g, 3g, \dots \text{ dst.} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

W1_{kt} = Bobot kriteria lokasi pada tersier ke-k untuk rotasi/giliran periode ke-t
g = Indeks yang menyatakan urutan golongan

2. Kecukupan (W2)

Penentuan kecukupan air dari hasil perbandingan antara jumlah hari operasi pintu air untuk memenuhi kebutuhan air tanaman sampai dengan panen dengan jumlah hari tanaman sampai dengan panen.

$$W2_k = \frac{d_k}{D} \text{ untuk } k = 1, 2, 3, \text{ dst} \dots \dots \dots (4)$$

$$d_k = \frac{Q_c}{Q_{req}} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

W2_k = Bobot kriteria kecukupan per tersier ke-k
D = Lama hari dalam satu periode operasi irigasi (hari)
dk = Durasi pemberian air sesuai kebutuhan air sampai panen (hari)
Qc = Debit kapasitas pintu air tersier (l/hari)
Qreq = Kebutuhan debit dalam satu periode periode operasi irigasi (l)

3. Pemerataan (W3)

Pembobotan ini memperhatikan kehilangan air di saluran, panjang saluran, dan luasan areal layanan. Adapun fungsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$W3_k = \frac{A_k^*}{\sum_{k=1}^n A_k^*} \text{ untuk } k = 1, 2, 3, \dots \text{ dst} \dots \dots \dots (6)$$

$$A_k^* = \frac{A_k}{(1-loss_k)length(k)} \text{ untuk } k = 1, 2, 3, \dots \text{ dst} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

W3_k = Bobot kriteria pemerataan pada tersier ke-k
A*_k = Luas virtual areal tersier (ha)
A_k = Areal tersier per pintu tersier (ha)

Loss_k = Persentase kehilangan air di saluran tersier
Length(k) = Panjang saluran tersier (m)

4. Ketepatan waktu (W4)

Dalam penentuan bobot ketepatan waktu ini, bobot dihitung menggunakan data volume kebutuhan air dan debit pemberian air.

$$W4_{kti} = \frac{(R_{kt} \sum_{j=1}^{i-1} X_{ktj})}{R_{kr}} \dots \dots \dots (8)$$

$$\sum_{j=1}^{i-1} X_{ktj} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

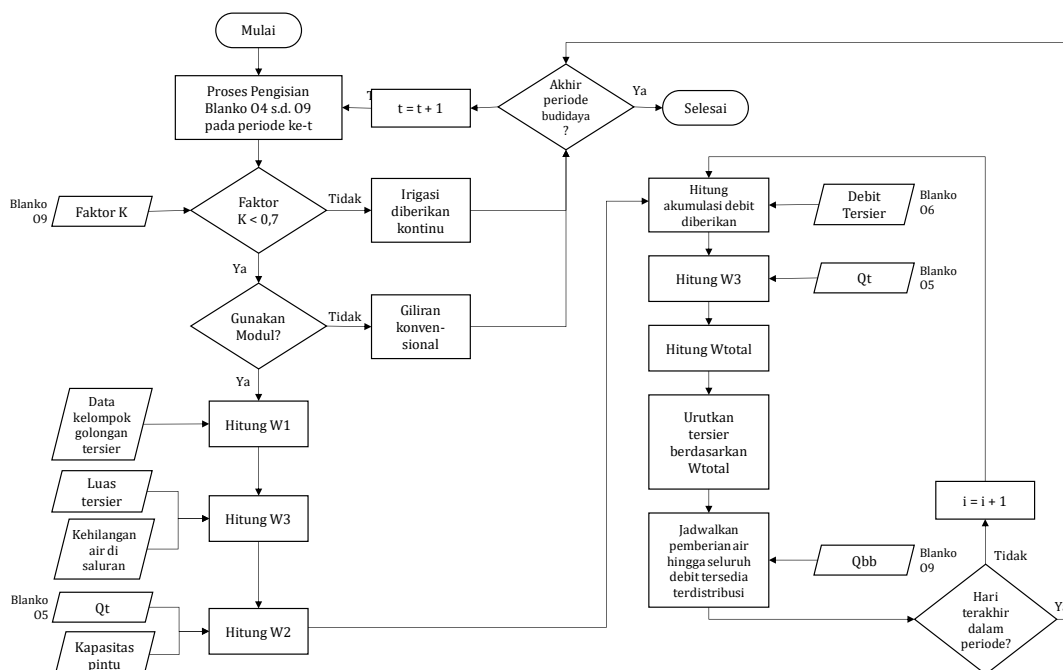
W4_{kri} = Bobot ketepatan waktu pada tersier ke-k untuk hari ke-i dan rotasi/giliran periode ke-t
R = Volume kebutuhan air selama rotasi di saluran tersier untuk rotasi/giliran periode ke-t
X = Volume air yang diberikan sampai dengan hari kemarin (i-1)

Sesuai dengan skala waktu yang digunakan yaitu untuk perencanaan 1 periode, maka nilai R adalah volume kebutuhan air selama 1 rotasi atau 1 periode. Selanjutnya dilakukan pembobotan total dengan mengalikan seluruh bobot tersebut dan dihasilkan bobot total (W) (Persamaan 10) yang merupakan nilai bobot untuk masing-masing pintu tersier yang sudah mempertimbangkan keempat kriteria yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pada pelaksanaan studi pengembangan dan penerapan rotasi ini digunakan untuk perencanaan per periode, tidak untuk penjadwalan selama 1 musim tanam.

$$W_{kti} = W1_{kt}W2_kW3_kW4_{kti} \dots \dots \dots (10)$$

Alur dari penjadwalan rotasi pemberian air irigasi dalam aplikasi SMOPI digunakan saat kebutuhan air lebih banyak dari air yang tersedia pada blangko 09-0. Pada saat faktor K kurang dari 70%, perhitungan kriteria W1, W2, W3, W4 dapat bekerja ketika data tabel referensi dan data entri keadaan tanam, debit tersedia, hujan, dan data debit saluran telah terpenuhi. Dalam studi ini, modul yang dikembangkan disebut sebagai Modul Neraca Air (MNA). Diagram alir proses dalam modul ini ditunjukkan pada Gambar 1.

Pengembangan penjadwalan rotasi pemberian air irigasi ini dapat mengakomodir hampir semua variabel yang digunakan dalam perhitungan neraca air, seperti curah hujan, debit saluran irigasi, perkolasi, evapotranspirasi, dan kebutuhan air tanaman. Berdasarkan persamaan kriteria yang telah disampaikan di atas, iterasi harian W1, W2, W3, W4 dikalikan untuk mendapatkan kriteria bobot total. Kemudian dilakukan pemeringkatan bobot dari setiap petak tersier untuk dilakukan penjadwalan rotasi. Pemberian air petak tersier sesuai dengan kebutuhan di lapangan.



Gambar 1 Diagram Alir Modul dalam SMOPI

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba metode giliran dalam studi ini menggunakan data operasi DI Ciliman pada musim tanam III bulan Agustus. Data operasi harian maupun periode 15 harian diinput oleh petugas OP di lapangan pada aplikasi SMOPI. Data operasi yang diinput antara lain data laporan keadaan tanam oleh petugas mantri/juru, debit saluran oleh petugas pintu air, hujan oleh pengamat/ranting, dan data ketersediaan air di bendung oleh petugas operasi bendung, dan perhitungan faktor K oleh pengamat/ranting. DI Ciliman pada bulan Agustus tidak terjadi hujan, sehingga suplai air di lahan sawah pada musim tanam 3 hanya dari ketersediaan air di bendung.

Total kebutuhan air di lahan sawah DI Ciliman pada musim tanam III bulan Agustus sebesar 2.786,40 l/s, data tersebut hasil perhitungan pada blangko 07 yang kemudian direkap pada blangko 09-0, sedangkan ketersediaan air di Bendung Ciliman sebesar 1.842 l/s dari laporan petugas operasi bendung yang direkap pada blangko 09-0. Hasil perhitungan perbandingan antara ketersediaan air dan kebutuhan air irigasi pada Blangko 09-0 aplikasi SMOPI menunjukkan faktor K kurang dari 70% seperti pada Gambar 2.

Hasil perhitungan faktor K pada periode tersebut yaitu sebesar 0,60. Selanjutnya dilakukan pengaturan penjadwalan rotasi pemberian air untuk membantu proses perhitungan dan pemberian air pada menu

neraca air aplikasi SMOPI. Penentuan jumlah golongan dan jumlah rotasi hari sesuai dengan metode kriteria lokasi (W1) pada menu neraca air aplikasi SMOPI seperti pada Gambar 3. Penjadwalan pemberian air pada studi ini menggunakan 2 golongan sesuai dengan Surat Keputusan Gubernur Banten.

Pembagian golongan berfungsi untuk memudahkan dalam pembagian dan pemberian air irigasi, serta pembagian golongan disesuaikan pada kondisi topografi dan bangunan bagi (Sayonara & Siswoyo, 2019). Upaya untuk menurunkan beban (debit) puncak kebutuhan air dapat ditekan dengan pengaturan golongan sehingga mendekati debit maksimum ketersediaan air di bendung (Kementerian PUPR, 2015). Jumlah hari rotasi pemberian air pada studi ini yaitu 3 harian pada tiap bangunan tersier. Metode rotasi irigasi adalah apabila kebutuhan air irigasinya besar sementara air yang tersedia kurang, maka perlu dilakukan pemberian air secara sistem rotasi atau bergilir. Idealnya waktu giliran dua sampai tiga hari dan tidak boleh lebih dari satu minggu karena akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Hansen, Israelsen, & Stringham, 1979). Sederhananya, penggiliran 2 sub tersier mengalir dan 1 sub tersier tidak diberi air untuk waktu 2 atau 3 hari dimana padi hanya untuk waktu terbatas dan palawija boleh sepanjang umur tanaman tanpa mempengaruhi hasil panen (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017).

← ↻ 🏠 Not secure | smoi.irigasi.net/spoi_blangko.php

SMOPI Utama Ranting

Blangko 09

BLANGKO 09-0

PERHITUNGAN FAKTOR - K

Daerah irigasi : Ciliman
 No. Kode irigasi : 36007003
 Total Luas Sawah Irigasi : 5.423
 Kabupaten : Kab. Pandeglang Periode Pemberian Air : 08/2019, Periode ke-2

1. Debit diperlukan (dari Blangko 07-0)

No	Kode	Debit	Jumlah (l/det)
1.1	Qt	Di pintu tersier	2.786,40
1.2	Ql	Kep. Lain-lain	0
1.3	Qh	Hilang	0
Jumlah			2.786,40
1.4	Qs	Suplesi	0
1.5	Qb	Di Bendung (a)	2.786,40

2. Debit Tersedia (dari Blangko 08-0)

No	Q rata-rata	
	Periode/Tgl	Jumlah (l/dtk) (b)
1	Periode ke 1 Bln.08/Thn.2019	1.842
2	Akhir periode (tgl: 15)	324
3	Rata-rata 5 hari terakhir (tgl: 11 s.d 15)	658,80

3. Debit dialirkan

Neraca		Debit dialirkan (Qa)
Debit (l/dtk)		
Tersedia (Qra) (b)	1.842 atau 324 atau 658,80	1.842 atau 324 atau 658,80
Diperlukan (Qb) (a)	2.786,40	

4. Perhitungan Faktor K

No	Kode	Debit (l/det)	Total debit (l/det)
4.1	Qa	1.842 atau 324 atau 658,80	1.842 atau 324 atau 658,80 (c)
4.2	Qs	0	
4.3	Ql	0	
4.4	Qh	0	(d)
4.5	Selisih (c) - (d)		1.842 atau 324 atau 658,80
4.6	Qt		2.786,40

Faktor K = 4.5 / 4.6 0,66 0,12 0,24

Gambar 2 Blangko 09-0 Faktor K ≤70%

Pola W1

Jumlah golongan

Jumlah rotasi

Tanggal awal

Jumlah hari

Tanggal	Golongan	
	1	2
16-08-2019		
17-08-2019		
18-08-2019		
19-08-2019		
20-08-2019		
21-08-2019		
22-08-2019		
23-08-2019		
24-08-2019		
25-08-2019		
26-08-2019		
27-08-2019		
28-08-2019		
29-08-2019		
30-08-2019		
31-08-2019		

Gambar 3 Penentuan Jumlah Golongan dan Jumlah Rotasi Hari

Pada kriteria kecukupan (W2) perbandingan antara jumlah hari operasi pintu air untuk memenuhi kebutuhan air tanaman sudah otomatis terhitung dari input data keadaan tanaman tiap petak tersier. Pada studi ini, kriteria pemerataan (W3) menggunakan

default 1, perlu dilakukan kajian lanjutan terkait kriteria tersebut.

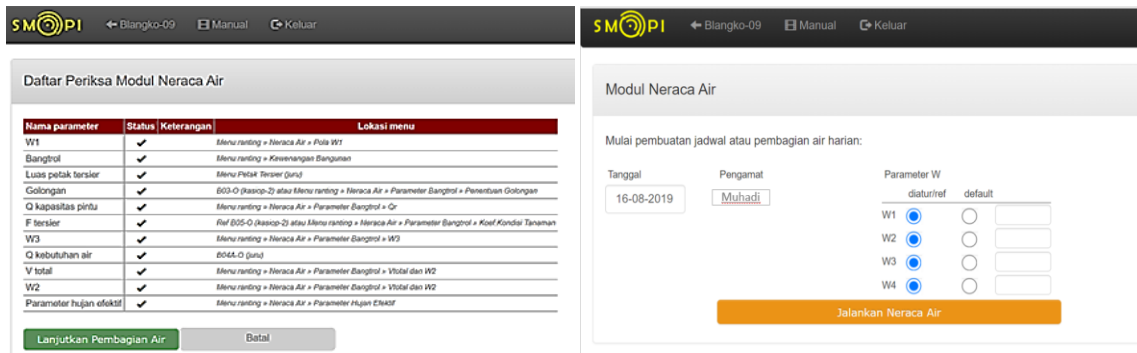
Selanjutnya, penjadwalan rotasi pemberian air dapat dilakukan dengan memilih tombol "Modul Neraca Air" pada Blangko 09-0 aplikasi SMOPI seperti pada

Gambar 2. Setelah itu, terdapat tampilan daftar periksa parameter penjadwalan rotasi pemberian air seperti pada Gambar 4. Apabila data parameter sudah lengkap dapat melanjutkan pembagian air, jika data belum lengkap dapat kembali ke pengaturan menu neraca air.

Data parameter yang sudah lengkap dapat dilanjutkan ke pembagian air. Kemudian, terdapat tanggal mulai penjadwalan pembagian air harian dan daftar kelengkapan kriteria. Perhitungan kriteria ketepatan waktu (W4) akan otomatis terhitung ketika memilih "Jalankan Neraca Air". Hasil perhitungan pembobotan kriteria total, rangking, dan pembagian air tiap bangunan petak tersier seperti pada Gambar 5. Tabel pertama pada Gambar 5 menunjukkan contoh hasil perhitungan volume harian pemberian air yang terakumulasi sampai dengan 1 periode, dan hasil perhitungan kriteria waktu. Tabel pembagian air

menunjukkan hasil beberapa petak yang diberikan air dan tidak diberikan air dengan nilai 0.

Pada Gambar 6 hasil simulasi penjadwalan rotasi pemberian air menunjukkan hampir semua petak tersier mendapatkan jadwal giliran air secara merata. Penjadwalan untuk memaksimalkan pemerataan pemberian air didapatkan penambahan 7% luasan dibandingkan sebelum dilakukannya penjadwalan rotasi pemberian air. Perhitungan pemanfaatan rotasi terhadap debit tersedia dicari dalam bentuk volume (m³) untuk kemudian diperoleh persentase kenaikan keberhasilan rotasi dibandingkan dengan penggolongan. Persentase sistem rotasi dapat mengurangi defisit pada pola tanam. Nilai masukan yang digunakan pada persentase rotasi dan penggolongan yaitu data kebutuhan dan ketersediaan yang mengalami defisit (Rahman *et al.*, 2019).



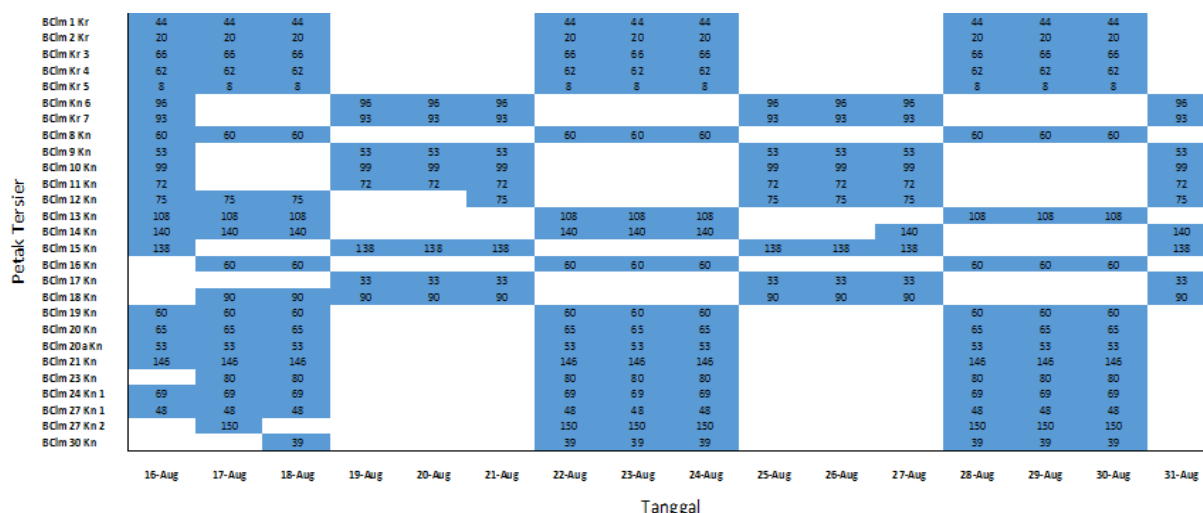
Gambar 4 Daftar Periksa Parameter dan Mulai Penjadwalan Rotasi Pemberian Air

Rangking		BCIm 1 Kr						B.S 3						BRh 1 Kr						BSh 1 Kn								
Tgl	Boe	Vol.Che	Vtb	Vtbkun	W4	Wtotal	Rank	Boe	Vol.Che	Vtb	Vtbkun	W4	Wtotal	Rank	Boe	Vol.Che	Vtb	Vtbkun	W4	Wtotal	Rank	Boe	Vol.Che	Vtb	Vtbkun	W4	Wtotal	Rank
15	604.800	604.800	604.800	604.800	0.980556	0.496530	41	86.400	86.400	0.955556	0.150000	48	86.400	86.400	0.955556	0.150000	64	86.400	86.400	0.998916	6.150000	9	86.400	86.400	0.998916	6.150000	9	
16	604.800	604.800	1.209.600	0.961111	0.488675	41	86.400	172.800	0.911111	0.143333	48	86.400	172.800	0.911111	0.143333	64	86.400	172.800	0.997832	6.143333	9	86.400	259.200	0.996748	6.136667	9		
17	604.800	604.800	1.814.400	0.941667	0.477221	41	86.400	259.200	0.866667	0.136667	47	86.400	345.600	0.822222	1.170000	30	86.400	345.600	0.822222	1.170000	46	86.400	345.600	0.995664	55.170000	8		
18	604.800	604.800	2.419.200	0.922222	0.051952	81	86.400	432.000	0.777778	1.110000	30	86.400	518.400	0.733333	1.050000	30	86.400	518.400	0.733333	1.050000	46	86.400	518.400	0.993496	55.050000	8		
19	604.800	604.800	3.024.000	0.902778	0.050879	81	86.400	604.800	0.688889	0.110000	47	86.400	691.200	0.644444	0.103333	63	86.400	691.200	0.644444	0.103333	63	86.400	691.200	0.991328	6.103333	7		
20	604.800	604.800	3.628.800	0.883333	0.049806	81	86.400	777.600	0.600000	0.096667	47	86.400	864.000	0.555556	0.810000	46	86.400	864.000	0.555556	0.810000	46	86.400	864.000	0.989160	54.810000	8		
21	604.800	604.800	4.233.600	0.863889	0.043862	41	86.400	950.400	0.511111	0.750000	30	86.400	1.036.800	0.466667	0.690000	46	86.400	1.036.800	0.466667	0.690000	46	86.400	1.036.800	0.986992	54.690000	7		
22	604.800	604.800	4.838.400	0.844444	0.428947	41	86.400	1.123.200	0.422222	0.070000	64	86.400	1.296.000	0.333333	0.056667	65	86.400	1.296.000	0.333333	0.056667	65	86.400	1.296.000	0.983740	6.056667	7		
23	604.800	604.800	5.443.200	0.825000	0.419292	41	86.400	1.296.000	0.333333	0.056667	65	86.400	1.584.000	0.277778	0.063333	65	86.400	1.584.000	0.277778	0.063333	65	86.400	1.584.000	0.984824	6.063333	7		
24	604.800	604.800	6.048.000	0.805556	0.045515	80	86.400	1.584.000	0.277778	0.063333	65	86.400	1.872.000	0.222222	0.070000	64	86.400	1.872.000	0.222222	0.070000	64	86.400	1.872.000	0.985908	6.070000	7		
25	604.800	604.800	6.652.800	0.786111	0.044443	40	86.400	2.176.000	0.190476	0.031618	41	86.400	2.570.000	0.142857	0.027027	40	86.400	2.570.000	0.142857	0.027027	40	86.400	2.570.000	0.982076	54.750000	7		
26	604.800	604.800	7.257.600	0.766667	0.043370	80	86.400	2.570.000	0.142857	0.027027	40	86.400	3.164.000	0.107143	0.019048	39	86.400	3.164.000	0.107143	0.019048	39	86.400	3.164.000	0.980765	54.690000	7		
27	604.800	604.800	7.862.400	0.747222	0.380673	41	86.400	3.164.000	0.107143	0.019048	39	86.400	3.758.000	0.076923	0.016260	38	86.400	3.758.000	0.076923	0.016260	38	86.400	3.758.000	0.978908	6.070000	7		
28	604.800	604.800	8.467.200	0.727778	0.371018	41	86.400	3.758.000	0.076923	0.016260	38	86.400	4.352.000	0.047619	0.012606	37	86.400	4.352.000	0.047619	0.012606	37	86.400	4.352.000	0.984824	6.063333	7		
29	604.800	604.800	9.072.000	0.708333	0.361364	41	86.400	4.352.000	0.047619	0.012606	37	86.400	4.946.000	0.018182	0.009091	36	86.400	4.946.000	0.018182	0.009091	36	86.400	4.946.000	0.983740	6.056667	7		
30	604.800	604.800	9.676.800	0.688889	0.039079	79	86.400	4.946.000	0.018182	0.009091	36	86.400	5.540.000	0.009091	0.004545	35	86.400	5.540.000	0.009091	0.004545	35	86.400	5.540.000	0.982656	54.450000	7		

QI, Qh, Qs, Qb, dan Qbb

	QI	QI prev	Qh	Qh prev	Qs	Qs prev	Qb	Qb rata	Qb prev	Qb rata prev	Qbb
t-1		27.993.600	159.148.800	27.993.600	159.148.800	27.993.600					
p-1		27.993.600	159.148.800	27.993.600	159.148.800	27.993.600					

Pembagian air																																
Tgl	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det	Bangtrol	U/det
16	BCIm 1 Kr	43.50	BCIm 2 Kr	19.50	BCIm Kr 3	66.00	BCIm Kr 4	61.50	BCIm Kr 5	7.50	BCIm Kn 6	30.00	BCIm 8 Kn	0	BCIm 9 Kn	0	BCIm 10 Kn	0	BCIm 11 Kn	0	BCIm 12 Kn	0	BCIm 13 Kn	0	BCIm 14 Kn	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 16 Kn	0	BCIm 17 Kn	0
17	BCIm Kn 6	96.00	BCIm 1 Kr	43.50	BCIm 10 Kn	85.50	BCIm 11 Kn	13.50	BCIm Kr 5	6.00	BCIm 9 Kn	0	BCIm Kr 3	0	BCIm Kr 4	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 12 Kn	0	BCIm 14 Kn	0	BCIm 13 Kn	0	BCIm 8 Kn	0	BCIm 17 Kn	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 17 Kn	0
18	BCIm Kn 6	96.00	BCIm 1 Kr	43.50	BCIm 10 Kn	85.50	BCIm 11 Kn	13.50	BCIm Kr 5	6.00	BCIm 9 Kn	0	BCIm Kr 3	0	BCIm Kr 4	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 12 Kn	0	BCIm 14 Kn	0	BCIm 13 Kn	0	BCIm 8 Kn	0	BCIm 17 Kn	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 17 Kn	0
19	B.Kc.1 ki	1.00	B.Kc.1 Tg	1.00	B.Kc.1 ka	1.00	B.Rh.3	1.00	BS 1	1.00	BS 2 ki	1.00	B.S 2 ka	1.00	B.S 3	1.00	B.S 5	1.00	B.S 6	1.00	B.S 7	1.00	B.S 8	1.00	B.S 9 ki	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00
20	B.Kc.1 ki	1.00	B.Kc.1 Tg	1.00	B.Kc.1 ka	1.00	B.Rh.3	1.00	BS 1	1.00	BS 2 ki	1.00	B.S 2 ka	1.00	B.S 3	1.00	B.S 5	1.00	B.S 6	1.00	B.S 7	1.00	B.S 8	1.00	B.S 9 ki	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00
21	B.Kc.1 ki	1.00	B.Kc.1 Tg	1.00	B.Kc.1 ka	1.00	B.Rh.3	1.00	BS 1	1.00	BS 2 ki	1.00	B.S 2 ka	1.00	B.S 3	1.00	B.S 5	1.00	B.S 6	1.00	B.S 7	1.00	B.S 8	1.00	B.S 9 ki	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00
22	BCIm Kn 6	96.00	BCIm 1 Kr	43.50	BCIm 10 Kn	85.50	BCIm 12 Kn	10.50	BCIm 11 Kn	0	BCIm Kr 5	0	BCIm 9 Kn	0	BCIm Kr 3	0	BCIm Kr 4	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 14 Kn	0	BCIm 13 Kn	0	BCIm 8 Kn	0	BCIm 17 Kn	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 17 Kn	0
23	BCIm Kn 6	96.00	BCIm 1 Kr	43.50	BCIm 10 Kn	85.50	BCIm 12 Kn	10.50	BCIm 11 Kn	0	BCIm Kr 5	0	BCIm 9 Kn	0	BCIm Kr 3	0	BCIm Kr 4	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 14 Kn	0	BCIm 13 Kn	0	BCIm 8 Kn	0	BCIm 17 Kn	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 17 Kn	0
24	BCIm Kn 6	96.00	BCIm 1 Kr	43.50	BCIm 10 Kn	85.50	BCIm 12 Kn	10.50	BCIm 11 Kn	0	BCIm Kr 5	0	BCIm 9 Kn	0	BCIm Kr 3	0	BCIm Kr 4	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 14 Kn	0	BCIm 13 Kn	0	BCIm 8 Kn	0	BCIm 17 Kn	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 17 Kn	0
25	B.Kc.1 ki	1.00	B.Kc.1 Tg	1.00	B.Kc.1 ka	1.00	B.Rh.3	1.00	BS 1	1.00	BS 2 ki	1.00	B.S 2 ka	1.00	B.S 3	1.00	B.S 5	1.00	B.S 6	1.00	B.S 7	1.00	B.S 8	1.00	B.S 9 ki	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00
26	B.Kc.1 ki	1.00	B.Kc.1 Tg	1.00	B.Kc.1 ka	1.00	B.Rh.3	1.00	BS 1	1.00	BS 2 ki	1.00	B.S 2 ka	1.00	B.S 3	1.00	B.S 5	1.00	B.S 6	1.00	B.S 7	1.00	B.S 8	1.00	B.S 9 ki	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00
27	BCIm 24 Kn 2	108.00	B.Kc.1 ki	1.00	B.Kc.1 Tg	1.00	B.Kc.1 ka	1.00	B.Rh.3	1.00	BS 1	1.00	BS 2 ki	1.00	B.S 2 ka	1.00	B.S 3	1.00	B.S 5	1.00	B.S 6	1.00	B.S 7	1.00	B.S 8	1.00	B.S 9 ki	1.00	B.S 9 Kn	1.00	B.S 9 Kn	1.00
28	BCIm Kn 6	96.00	BCIm 1 Kr	43.50	BCIm 10 Kn	85.50	BCIm 12 Kn	10.50	BCIm 11 Kn	0	BCIm Kr 5	0	BCIm 9 Kn	0	BCIm Kr 3	0	BCIm Kr 4	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 14 Kn	0	BCIm 13 Kn	0	BCIm 8 Kn	0	BCIm 17 Kn	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 17 Kn	0
29	BCIm Kn 6	96.00	BCIm 1 Kr	43.50	BCIm 10 Kn	85.50	BCIm 12 Kn	10.50	BCIm 11 Kn	0	BCIm Kr 5	0	BCIm 9 Kn	0	BCIm Kr 3	0	BCIm Kr 4	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 14 Kn	0	BCIm 13 Kn	0	BCIm 8 Kn	0	BCIm 17 Kn	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 17 Kn	0
30	BCIm Kn 6	96.00	BCIm 1 Kr	43.50	BCIm 10 Kn	85.50	BCIm 12 Kn	10.50	BCIm 11 Kn	0	BCIm Kr 5	0	BCIm 9 Kn	0	BCIm Kr 3	0	BCIm Kr 4	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 14 Kn	0	BCIm 13 Kn	0	BCIm 8 Kn	0	BCIm 17 Kn	0	BCIm 15 Kn	0	BCIm 17 Kn	0
31	BCIm 24 Kn 2	108.00	BCIm 20 Kn	43.50	BCIm 22 Kn	85.0																										



Gambar 6 Simulasi Penjadwalan Rotasi Pemberian Air

Hasil simulasi ini belum dapat menghilangkan seluruh kejadian pemerataan pemberian air. Terdapat beberapa petak tersier yang memiliki jadwal pemberian air lebih banyak dan ada yang kurang. Solusi yang dapat digunakan untuk memaksimalkan hasil rotasi yaitu dengan menambah hari penggiliran, mengurangi luas lahan yang akan ditanami, dan mengubah varietas atau pola tanam (Rahman *et al.*, 2019). Luas tanam padi DI Ciliman pada bulan Agustus adalah 2.064 ha dengan total kebutuhan air sebesar 2.786,40 l/s. Adapun ketersediaan air di Bendung Ciliman sebesar 1.842 l/s, jika dilakukan pembagian air secara serentak dengan persentase pembagian air 80% hanya dapat melayani 1.705 Ha, sedangkan dengan sistem penjadwalan rotasi pemberian air dapat memenuhi luasan yang diinginkan. Penjadwalan rotasi pemberian air ini didapatkan penambahan luas tanam sekitar 7%.

IV. KESIMPULAN

Pengembangan metode rotasi pemberian air telah dilakukan secara terintegrasi dengan aplikasi SMOPI. Metode ini memperhitungkan kriteria lokasi, kecukupan, pemerataan, dan ketepatan waktu untuk menyusun bobot prioritas setiap petak tersier dalam penyusunan jadwal rotasi. Data yang digunakan berupa data blangko OP irigasi yang diinputkan oleh petugas dalam aplikasi SMOPI.

Penerapan sistem Penjadwalan Rotasi Pemberian Air Irigasi dalam SMOPI dapat mengoptimalkan penjadwalan pemberian air tiap petak tersier. Dengan demikian, dapat dihasilkan penambahan luas tanam sekitar 7%. Hasil penjadwalan dalam studi ini dapat diimplementasikan di lapangan apabila kelengkapan data mendukung dan prasarana berfungsi dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pimpinan Balai Teknik Irigasi yang telah memberikan kesempatan dan dukungan untuk melaksanakan studi ini, serta seluruh pihak yang terlibat selama proses kegiatan maupun saat disusunnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrasiabikia, P., Parvaresh Rizi, A., & Javan, M. (2017). Scenarios for improvement of water distribution in Doroodzan irrigation network based on hydraulic simulation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 135, 312–320. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.02.011>
- Delgoda, D., Malano, H., Saleem, S. K., & Halgamuge, M. N. (2017). A novel generic optimization method for irrigation scheduling under multiple objectives and multiple hierarchical layers in a canal network. *Advances in Water Resources*, 105, 188–204. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2017.04.025>
- Efendi, A., Harisuseno, D., & Prayogo, T. B. (2019). Peningkatan intensitas tanam padi melalui pemanfaatan debit surplus sungai, penerapan sumur renteng, dan sistem giliran. *Jurnal Irigasi*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.31028/ji.v14.i1.1-16>
- Faishal, A. (2013). *Evaluasi Ketersediaan dan Kebutuhan Air untuk Pertanian DI Boro Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah* (Skripsi). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia. Diperoleh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/64809
- Food and Agriculture Organization (Ed.). (2011). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Managing systems at risk* (1st ed). Milton Park, Abingdon ; New York, NY: Earthscan.
- Hansen, V. E., Israelsen, O. W., & Stringham, G. E. (1979). *Irrigation Principles and Practices* (4th ed). New York, USA: John Wiley and Sons.
- Kaur, S., Srivastava, D. K., & Arya, D. S. (2013). Improved Planning Model for Canal Scheduling of Rotational Irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 139(7), 560–570. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0000575](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000575)

- Kementerian PUPR. (2015). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi*.
- Li, M., Fu, Q., Singh, V. P., & Liu, D. (2018). An interval multi-objective programming model for irrigation water allocation under uncertainty. *Agricultural Water Management*, 196, 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.016>
- Permana, C. D. (2019). *Studi Evaluasi Kebutuhan Air Irigasi Dan Penyusunan Jadwal Pembagian Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Molek Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang* (Disertasi). Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2017). *Modul Pelaksanaan Operasi Jaringan Irigasi*. Diperoleh dari https://simantu.pu.go.id/epel/edok/d2e82_Modul_Operasi_dan_Pemeliharaan.pdf
- Rahman, A. L., 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>
- Santhi, C., & Pundarikanthan, N. V. (2000). A new planning model for canal scheduling of rotational irrigation. *Agricultural Water Management*, 43(3), 327–343. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(99\)00065-7](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(99)00065-7)
- Sayonara, R., & Siswoyo, R. D. (2019). Optimasi debit dengan memaksimalkan luas lahan pertanian guna mendapatkan hasil produksi pertanian yang maksimal pada Jaringan Irigasi Weliman di Kabupaten Malaka. *JUTEKS: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 18–27.
- Sofiyuddin, H. A., & Rahmandani, D. (2019). Akselerasi waktu pelaporan operasi irigasi menggunakan perangkat lunak berbasis web Sistem Manajemen Operasi dan Pemeliharaan Irigasi (SMOPI). *Jurnal Irigasi*, 14(2), 63–78. <https://doi.org/10.31028/ji.v14.i2.63-78>
- Utaminingsih, W., Hidayah, S., Sofiyuddin, H., Zukhrufiyati, A., & Susilowati, S. (2019). *SMOPI Menjawab Tantangan Pengelolaan Irigasi*. Bandung, Indonesia: Puslitbang Sumber Daya Air.