

ANALISIS EVALUASI KONDISI JARINGAN IRIGASI SALURAN PRIMER MENGANTO KABUPATEN JOMBANG

Deni Prasetyo^{1*}, Riman², Abdul Halim³

¹PT. Bangun Konstruksi Persada

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

*Korespondensi Email: denip856@gmail.com

ABSTRAK

Saluran Primer Menganto merupakan salah satu saluran buatan yang berada pada wilayah Daerah Irigasi Siman yang berlokasi di Kabupaten Jombang, Jawa Timur. Saluran ini memiliki panjang total 30.645 m, dengan luas baku sawah yang di layani mencapai 1.459 Ha. DI Siman masih mengalami kekurangan air terutama di daerah hilir dimana sebagian besar area persawahannya berada pada lintas kabupaten yaitu Kabupaten Jombang menurut peneliti terdahulu pada Daerah Irigasi Siman khususnya pada petak yang di aliri dari Saluran Primer Menganto mengalami kehilangan air sehingga untuk mengairi luas baku sawah air terutama di daerah hilir sering tidak tercukupi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting saluran primer, untuk mengetahui jenis pasangan apakah yang dapat mengatasi kehilangan air dan untuk mengetahui berapa besar nilai nominal Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Saluran Primer Menganto. Metode yang dilakukan adalah melakukan kegiatan penelusuran saluran berupa survei inventaris, kemudian dilakukan analisis hasil survei dan perhitungan pasangan yang akan diterapkan, terakhir yaitu perhitungan rencana anggaran biayanya. Hasil inventarisasi secara umum kondisi lining saluran mengalami kerusakan sehingga melalui analisis perhitungan pasangan lining direncanakan menggunakan beton pracetak, dikarenakan lebih cepat pemasangannya dan efisien dalam pelaksanaannya, sedangkan nilai nominal Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar Rp 11.629.250.000,-.

Kata kunci : Jaringan Irigasi, Saluran Primer Menganto dan Pasangan lining Beton Pracetak.

ABSTRACT

Menganto Primary Channel is one of the artificial channels in the Siman Irrigation Area located in Jombang Regency, East Java. This channel has a total length of 30,645 m, with a raw rice field area served reaching 1,459 Ha. DI Siman is still experiencing a shortage of water, especially in the downstream area where most of the rice fields are located across the district, namely Jombang Regency, according to previous researchers in the Siman Irrigation Area, especially in plots that are flowed from the Menganto Primary Channel, experiencing water loss so that to irrigate the raw area of rice fields, water, especially in downstream areas, is often insufficient. This study aims to determine the eksisting condition of the primary channel, to determine what type of pair can overcome water loss and to find out how much the nominal value of the Budget Plan Cost on the Menganto Primary Channel. The method used is to conduct channel tracing activities in the form of inventory surveys, then analyze the survey results and calculate the pairs that will be applied, the last is the calculation of the cost budget plan. The results of the inventory in general the condition of the channel lining is damaged so that through the analysis of the calculation of the lining pair is planned to use precast concrete, because it is faster to install and efficient in its implementation, while the nominal value of the Budget Plan Cost (RAB) is Rp 11,629,250,000, -.

Keywords : Irrigation Canal, Menganto Primary Canal, and Precast Concrete Lining Pairs.

1. PENDAHULUAN

Jaringan irigasi adalah bentuk kesatuan dari saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air irigasi [1]. Jaringan irigasi pada umumnya mempunyai 3 jenis jaringan irigasi yaitu jaringan irigasi primer, jaringan irigasi sekunder, dan jaringan irigasi tersier [2]. Keberadaan jaringan irigasi yang handal merupakan sebuah syarat mutlak bagi terselenggaranya

sistem pangan nasional yang kuat dan penting bagi sebuah negara [3]. Jaringan Irigasi merupakan upaya yang dilakukan oleh manusia untuk memperoleh air dengan menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk mengairi lahan pertaniannya. Upaya ini meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi dan sumber daya manusia [4]. Terkait prasarana irigasi, dibutuhkan suatu perencanaan yang baik, agar sistem irigasi yang dibangun merupakan irigasi yang efektif, efisien dan berkelanjutan, sesuai fungsinya mendukung produktivitas usaha tani. Saluran Primer Menganto merupakan salah satu saluran buatan yang berada pada wilayah Daerah Irigasi Siman yang berlokasi di Kabupaten Jombang, Jawa Timur. Saluran ini memiliki panjang total 30.645 m, dengan luas baku sawah yang di layani mencapai 1.459 Ha.

Kondisi Jaringan Irigasi di Saluran Primer Menganto saat ini mengalami kehilangan air sehingga dapat mengganggu pasokan air ke area petak-petak sawah yang akhirnya dapat mengganggu produktivitas tanam. Untuk itu diperlukan suatu jaringan irigasi yang baik sehingga dapat menunjang peningkatan produksi pertanian khususnya padi untuk memantapkan swasembada pangan, meningkatkan pertumbuhan ekonomi, meningkatkan pendapatan petani, dan optimasi [5], [6]. Menurut penelitian dahulu oleh Era Silvia [4], DI Siman juga masih kekurangan air terutama di daerah hilir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting pada saluran Primer Menganto, untuk mengetahui jenis pasangan apakah yang dapat mengatasi kehilangan air dan juga sebagai pengaman saluran, kemudian untuk mengetahui berapa besar nilai nominal Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Saluran Primer Menganto.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebutuhan Air Tanaman

Analisis kebutuhan air untuk tanaman padi dan palawija meliputi beberapa tahapan perhitungan antara lain pola tata tanam, penentuan koefisien tanaman, evapotranspirasi konsumtif, kebutuhan air untuk penyiapan Lahan, perkolasi, penggantian lapisan air, curah hujan efektif, efisiensi irigasi [7]. Formulasi perhitungan kebutuhan bersih air irigasi dapat dinyatakan pada Rumus 1 berikut.

$$NFR = Etc + Pd + P + WIR - Re \dots\dots\dots (1)$$

1) Pola tata tanam

Pola tata tanam ialah pengaturan urutan jenis tanaman yang akan ditanam pada suatu daerah irigasi. Oleh karena itu untuk menghitung kebutuhan air tanaman di daerah kajian maka pola tata tanam di daerah tersebut harus diketahui terlebih dahulu [8].

2) Evapotranspirasi Konsumtif

Evapotranspirasi konsumtif (Consumptive Evapotranspiration = ETC) diartikan sebagai kehilangan air melalui tanaman dan dapat diasumsikan sebagai kebutuhan air tanaman dan biasa disebut sebagai evapotranspirasi tanaman. Besarnya Etc ditentukan dengan Rumus 2 berikut.

$$ETC = ETo \cdot kc \dots\dots\dots (2)$$

3) Koefisien Tanaman

Koefisien tanaman tergantung jenis tanaman, waktu, kondisi tanaman dan kondisi lingkungan (kelembaban) setempat [9]. Dalam studi ini koefisien tanaman menurut penelitian PIADP, Prosida dan FAO, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Tanaman

Bulan	Nedeco / Prosida		FAO	
	Varietas ² Biasa	Varietas ² Unggul	Varietas ² Biasa	Varietas ² Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1,0	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2,0	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3,0	1,24	0	1,05	0
3,5	1,12		0,95	
4,0	0 ⁴		0	

4) Perkolasi

Kehilangan air di sawah diperhitungkan karena adanya rembesan air ke dalam lapisan tanah (perkolasi). Besarnya perkolasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tekstur tanah, permeabilitas tanah, tebal lapisan tanah, letak permukaan air tanah.

5) Penggantian Lapisan Air

Penggantian lapisan air dilakukan setelah kegiatan pemupukan yang telah dijadwalkan. Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, maka penggantian lapisan air tersebut dilakukan sebanyak 2 kali, masing-masing 50 mm (3,33 mm/hari selama setengah bulan) Selama 1 dan 2 bulan setelah awal tanam.

6) Curah Hujan Efektif

Untuk menghitung kebutuhan air tanaman, curah hujan efektif adalah curah hujan yang dimanfaatkan oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhannya Curah hujan efektif 70% dari hujan bulanan dengan keandalan 80% [10].

$$Re = (0,7)/N \times R80 \dots\dots\dots (3)$$

2.2 Kriteria Perencanaan Saluran

1) Debit Rencana

Penentuan dimensi saluran didasarkan dari hasil perhitungan debit rencana [11] dalam perhitungannya persamaan yang digunakan adalah Rumus 4.

$$Q = \frac{C \times NFR \times A}{e} = A \times q \dots\dots\dots (4)$$

2) Kebutuhan Air

Kebutuhan air di sawah ditentukan oleh beberapa faktor seperti cara penyiapan Lahan, kebutuhan air untuk tanaman, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air, dan curah hujan efektif [12].

3) Efisiensi

Untuk tujuan perencanaan, dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai ke sawah. Kehilangan akibat evaporasi dan rembesan pada umumnya kecil saja dibandingkan dengan jumlah kehilangan akibat adanya eksploitasi. Besarnya debit rencana dalam penentuan kapasitas saluran menggunakan dasar Rumus 5.

$$Q = q \times A \times Eff \dots\dots\dots (5)$$

2.3 Kriteria Hidrolis

1) Rumus Aliran

Untuk perencanaan ruas, aliran saluran dianggap sebagai aliran tetap, dan untuk itu digunakan rumus Strikler.

$$V = k R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots (6)$$

$$R = A/P \dots\dots\dots (7)$$

$$A = (b + mh)h \dots\dots\dots (8)$$

$$p = b + 2h \sqrt{(m^2 + 1)} \dots\dots\dots (9)$$

$$Q = V * A \dots\dots\dots (10)$$

2) Koefisien Kekasaran Strikler

Penentuan koefisien kekasaran merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan pendistribusian debit aliran yang telah direncanakan pada saluran terbuka, karena kekasaran memberi efek hambatan terhadap laju aliran air, hal itu juga akan berpengaruh terhadap debit dan efisiensi penyaluran airnya [13]. Koefisien kekasaran tergantung kepada faktor-faktor seperti kekasaran permukaan, ketidakteraturan saluran, *Trace*, *Vegetasi* dan sedimen [14]. Harga koefisien dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Harga K (Koefisien Kekasaran)

Saluran	Keterangan	K
Tanah	$Q > 10$	45
	$5 < Q < 10$	42.5
	$1 < Q < 5$	40
	$1 > Q$ dan saluran tersier	35
Pasangan Batu Kali	Pasangan pada satu sisi	42
	Pasangan pada dua sisi	45
	Pasangan pada semua sisi	60
Pasangan Batu Kosong	Seluruh permukaan	45
	Pada dua sisi	42
	Pada satu sisi	40
Beton	Seluruh permukaan	70
	Pada dua sisi	50
	Pada satu sisi	45

3) Kecepatan Rencana

Kecepatan aliran rencana disesuaikan dengan jenis tanah yang akan dibangun saluran.

Tabel 3. Kecepatan Aliran Untuk Berbagai Bahan Konstruksi

Bahan Konstruksi	V maks m/dt
Tanah	0.60
Pasangan Batu	2.00
Beton	3.00

4) Kemiringan Saluran

Kemiringan memanjang ditentukan terutama oleh keadaan topografi, kemiringan saluran akan sebanyak mungkin mengikuti garis muka tanah pada trase yang dipilih [15]. Untuk menghitung kemiringan memanjang saluran biasanya menggunakan Rumus 11.

$$i = \frac{E_{lv.Hulu}-E_{lv.Hilir}}{jarak} \dots\dots\dots(11)$$

5) Muka Air Rencana

Tinggi muka air rencana di saluran primer dihitung berdasarkan Rumus 12.

$$P = A+a+b+c+d+e+f+g+h+z \dots\dots\dots (12)$$

6) Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan ditentukan berdasarkan debitnya yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tinggi Jagaan Untuk Saluran

Tinggi Jagaan (m)	Debit (m ³ / dtk)
0.2	<0.5
0.2	0.5 - 1.5
0.25	1.5 - 5.0
0.3	5.0 - 10.0
0.4	10.0 - 15.00
0.5	> 15.0

2.4 Perkiraan Biaya Proyek

Biaya proyek dalam hal ini mencakup biaya pelaksanaan fisik, serta biaya eksploitasi dan pemeliharaan tahunannya. Dalam analisis studi ini akan dilakukan perkiraan biaya proyek secara makro berdasarkan tiap-tiap alternatif rehabilitasi jaringan irigasi yang dipilih serta sesuai dengan daerah kajian. Biaya pelaksanaan fisik terdiri dari biaya konstruksi dan biaya engineering cost and administration, sedangkan biaya eksploitasi dan pemeliharaan diambil 2% dari biaya pelaksanaan fisik.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

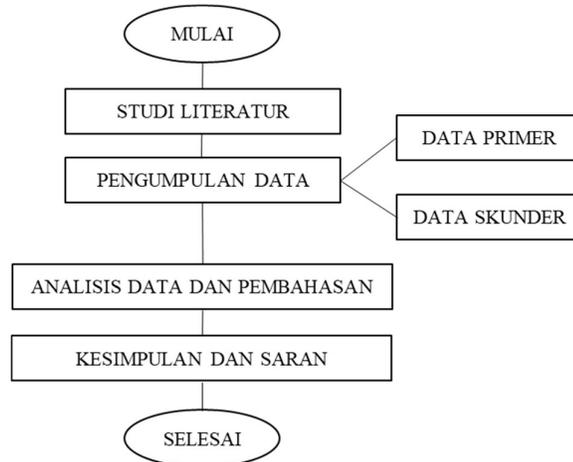
Saluran Primer Menganto berada di Kabupaten Jombang. Saluran Primer Menganto merupakan salah satu saluran buatan yang berada pada wilayah Daerah Irigasi Siman yang berlokasi di Kabupaten Jombang secara geografis terletak antara 112°03'45" dan 112°27'21" Bujur Timur dan 7°24'01" – 7°45'01" Lintang Selatan.

3.2 Ketersediaan Data

Data yang tersedia merupakan data primer dan data sekunder yang telah dikumpulkan, data primer merupakan data rencana dan realisasi tanam sebagian sudah diperoleh dari Dinas Perumahan sedangkan data sekunder merupakan data curah hujan, peta topografi, tata guna Lahan, jumlah penduduk, peta situasi daerah Irigasi, skema jaringan irigasi, skema bangunan irigasi.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam kajian ini digambarkan dalam bagan alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Survei Dan Inventarisasi

Untuk mengetahui akibat kehilangan air diperlukannya survei investigasi dan membuat inventarisasi jaringan irigasi sehingga dapat mengetahui kondisi eksisting saluran. Dari hasil survei dan inventarisasi kondisi saluran secara umum adalah air tidak sampai area hilir sawah karena terjadi sedimentasi membuat elevasi di hilir menjadi lebih tinggi dan terdapat kerusakan-kerusakan lining saluran. Maka dari hasil survei inventarisasi diperlukannya normalisasi dan perbaikan saluran untuk itu dapat dihitung volumenya yang dirangkumkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Volume Normalisasi Dan Perbaikan Inning

No.	Nama Saluran	Panjang Saluran (m')	Volume		
			Normalisasi (m ³)	Pas. Inning (m')	Pas. Batu (m')
1	SP. Menganto	2,366.00	10,542.92	26,559.00	992.00
2	SS. Menganto	10,849.00	57,411.40	13,580.00	2,900.00
3	SM. Menganto	1,506.00	2,249.76	-	2,040.00
4	SS. Tedjo KuIon 1	6,339.00	10,101.45	7,048.20	3,786.00
5	SS. Ngepung	11,087.00	42,963.30	10,420.00	3,880.00
	Jumlah	32,147.00	123,268.83	57,607.20	13,598.00

4.2 Perhitungan Dimensi Saluran

Kemudian dilakukan analisis dan perhitungan pasangan yang akan diterapkan yaitu pasangan lining beton pracetak, dikarenakan lebih cepat pemasangannya dan efisien dalam pelaksanaannya untuk contoh hasil perhitungan dimensi saluran berada pada saluran SP. Menganto ruas B.IM.2a – B.IM.2b Berdasarkan data peta topografi berupa gambar long pada yang sudah ada didapatkan data lapangan dari ruas tersebut seperti :

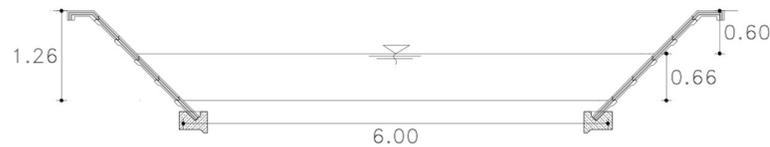
- Panjang Saluran : 680 m
- Elev. Dasar B.IM.2a : + 45.940
- Elev. Dasar B.IM.2b : + 45.269
- luas Sawah : 1280 Ha
- q : 1.2
- Lebar bawah eksisting (b): 6.00 m
- Tinggi (h) : 0.66 m

- Kemiringan lereng (m) : 1

Dari data tersebut dapat dihitung :

- Debit Rencana $Q = A \times q = 1911 \times 1.2 = 1536 \text{ It/dt}$
- lebar Atas $a = ((2 \times (m \times h)) + b) = ((2 \times (1 \times 0.66)) + 6.00 = 7.32 \text{ m}$
- Kemiringan Dasar, $i = 0.000987$
- Koefisien kemiringan, $m = 0.616 \text{ m}$
- Penampang Basah, $P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} = 7.55 \text{ m}^2$
- luas penampang, rata-rata $A = (b + mh) h = (6 + 0.616 \times 0.66) \times 0.66 = 4.23$
- Jari-jari hidrolis = 0.560 m
- Jagaan (*Freboard*) 0.60m

Untuk lebih memudahkan membaca dimensi saluran lihat pada Gambar 2 gambar sketsa desain saluran.



Gambar 2. Sketsa saluran

4.3 Rencana Anggaran Biaya

Tabel 6. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Sat.	Volume Jumlah Harga (Rp.)		Beton Precast (Lining) g = (d x f)
			Beton Precast (Lining) d	Harga Satuan (Rp.) f	
a	b	c	d	f	g = (d x f)
I PEKERJAAN PERSIAPAN					
Pengukuran					
I.1	Uitset trase saluran	m'	4,732.00	3,652.00	17,281,264.00
I.2	Pengadaan dan pemasangan Patok kayu	m'	47.00	8,786.00	412,942.00
I.3	Patok Sempadan	Bh	94.00	120,863.00	11,361,122.00
I.4	Patok Hektometer	Bh	47.00	228,288.00	10,729,536.00
II PEKERJAAN TANAH					
II.1	Menggali dengan Excavator	m3	113,867.63	30,332.00	3,453,832,953.16
II.2	Galian tanah Manual	m3	1,555.65	70,843.00	110,206,558.74
III PEKERJAAN JALAN					
III.1	Jalan Makadam	m2	14,196.00	90,056.00	1,278,434,976.00
IV PEKERJAAN DEWATERING					
IV.1	Kistdam pasir dibungkus karung plastik bagor	Bh	18,928.00	7,704.00	145,821,312.00
IV.2	Pengoperasian per-jam pompa air diesel	Jam	283.00	66,858.00	18,920,814.00
IV.3	Pasangan seseg bambu, terpal plastik dan bambu bongkolan	m2	4,732.00	87,161.00	412,445,852.00
V PEKERJAAN PASANGAN					
V.1	Bongkar pasangan batu dan pembersihan batu (manual)	m3	-	197,476.00	-
V.2	Pasangan batu dengan Mortar tipe N (setara campuran 1 PC : 4 PP)	m3	-	875,984.00	-
V.3	Siaran dengan mortar tipe M (setara campuran 1 PC : 2 PP)	m2	-	71,911.00	-
V.4	Plesteran tebal 1,5 cm, dengan mortar tipe N (setara campuran 1 PC:4 PP)	m2	-	85,879.00	-
V.5	Pasangan pipa suling-suling	m'	-	51,438.00	-
VI PEKERJAAN BETON					
VI.1	Beton mutu (K175), Menggunakan molen	m3	-	1,146,396.00	-
VI.2	Bekisting beton	m2	-	98,164.00	-
VI.3	Pengadaan dan Pemasangan Lining beton Pracetak / Pabrikasi K.300	Unit	35,490.00	103,569.00	3,675,663,810.00
VI.4	Pengadaan dan Pemasangan Penutup Lining beton Pracetak / Pabrikasi K.300	Unit	5,915.00	141,737.00	838,374,355.00
VI.5	Pengadaan dan Pemasangan Pondasi Lining beton Pracetak / Pabrikasi K.300	Unit	10,883.60	152,134.00	1,655,765,602.40
JUMLAH PEMBULATAN					11,629,251,097.30
11,629,250,000.00					

Tabel 6 di atas merupakan rekapitulasi rencana anggaran biaya pekerjaan rehabilitasi Saluran Primer Menganto yang dapat diketahui bahwa total biaya konstruksi rehabilitasi Saluran Primer Menganto adalah Rp. 11.629.250.000,-.

5. KESIMPULAN

Dari hasil survei dan inventarisasi kondisi saluran secara umum adalah air tidak sampai ke area hilir sawah karena terjadinya sedimentasi sehingga membuat elevasi di hilir menjadi lebih tinggi dan terdapat kerusakan-kerusakan lining saluran yang membuat kehilangan air. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan normalisasi dan perbaikan lining saluran, untuk lining saluran yang akan diterapkan yaitu pemasangan lining beton pracetak, dikarenakan lebih cepat pemasangannya dan efisien dalam pelaksanaannya kemudian perhitungan rencana anggaran biaya pekerjaan rehabilitasi dari normalisasi dan perbaikan Saluran Primer Menganto dapat diketahui total biaya konstruksi tersebut adalah Rp 11.629.250.000,- (Sebelas Milyar Enam Ratus Dua Puluh Sembilan Juta Dua Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. R. Indonesia, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 77 Tahun 2001 Tentang Irigasi,” 2006, *Bab*.
- [2] S. Hariany, B. Rosadi, and N. Arifaini, “Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Di Saluran Sekunder Pada Berbagai Tingkat Pemberian Air Di Pintu Ukur,” *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, vol. 15, no. 3, pp. 225–236, 2011.
- [3] D. P. Umum, “Standar Perencanaan Irigasi,” *Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-01)*, 1986.
- [4] E. Silvia, “Studi Optimalisasi Pemberian Air Irigasi Pada Saluran Induk Peterongan Daerah Irigasi Mrican Kanan,” *Manajemen Rekayasa Sumber Daya Air*, 2017.
- [5] K. Nazri and Y. Hanova, “Evaluasi Kondisi Jaringan Irigasi Saluran Irigasi Primer Pada Daerah Irigasi Kerasaan Kabupaten Simalungun Wilayah Kerja Balai Wilayah Sungai Sumatera II,” *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, vol. 1, no. 2, pp. 197–202, 2022.
- [6] S. M. Fachrie, S. Samsuar, and M. Achmad, “Penilaian Kinerja Sistem Irigasi Utama Daerah Irigasi Bantimurung Kabupaten Maros,” *Jurnal Agritechno*, 2019, doi: 10.20956/at.v12i1.187.
- [7] L. D. Susanawati and B. Suharto, “Kebutuhan Air Tanaman untuk Penjadwalan Irigasi pada Tanaman Jeruk Keprok 55 di Desa Selorejo Menggunakan Cropwat 8.0,” *Jurnal Irigasi*, vol. 12, no. 2, 2018, doi: 10.31028/ji.v12.i2.109-118.
- [8] F. Saves, S. Soebagio, and W. T. Widodo, “Optimalisasi Keuntungan Produksi Tanaman Menggunakan Program Linear Berdasarkan Pola Tata Tanam,” *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, vol. 10, no. 1, 2022, doi: 10.37971/radial.v10i1.247.
- [9] D. P. Umum and D. J. Pengairan, “Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01,” *Jakarta (ID): Departemen Pekerjaan Umum*, 2013.
- [10] Riman, “Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kawasan Kota Metropolitan Surabaya,” *Widya Teknika*, vol. 19, no. 2, 2011.
- [11] H. A. Purwanto, H. Suprijanto, and T. B. Prayogo, “Studi Perencanaan Ulang Bendung di Daerah Irigasi Rawaan Kabupaten Lumajang Jawa Timur,” *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air Vol*, vol. 2, no. 1, pp. 363–376, 2022.
- [12] B. S. Hartono, M. Efendi, and M. Sholeh, “Perencanaan Ulang Jaringan Irigasi Tersier Menggunakan Lining Modular Pada Desa Pendem, Kecamatan Junrejo, Kota Batu,” *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, vol. 2, no. 3, pp. 273–279, 2021.
- [13] M. Tahir and R. Musa, “Kajian Koefisien Kekasaran Manning (n) Pasangan Batu dan Beton Berdasarkan Kuantifikasi Kekasaran Hidrolis (Studi Kasus Daerah Irigasi Wawotobi Kab. Konawe Sultra),” *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 5, no. 2, pp. 101–115, 2020.

- [14] Ditjen Sumber Daya Air, *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama (Head Works) KP-02*. 2013.
- [15] A. Azwarman, A. Syakban, and T. Widyastuti, "Kajian Saluran Irigasi Seberang Kota Jambi," *Jurnal Talenta Sipil*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.33087/talentsipil.v3i1.23.