JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 4, No. 1, Juni 2019, Hal. 1-8
Terakreditasi "**Peringkat 3"** oleh Kemenristekdikti, Nomor SK: 30/E/KPT/2018
DOI: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.1-8
p-ISSN 2548-737X
e-ISSN 2548-8678

Rancangan Sistem Irigasi *Reuse* Berbasis Otomatisasi Pompa

Adib Khoirul Anas, Satyanto Krido Saptomo, M. Yanuar J. Purwanto
Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Lingkar Akademik, Babakan, Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680
adibanas91@yahoo.com

Abstrak

Sistem irigasi *reuse* pompa otomatis merupakan suatu sistem rangkaian untuk memindahkan air dari tempat pembuangan air ke reservoir. Air yang sudah dipindahkan dan disimpan ke resevoir dapat digunakan pada musim kemarau untuk mengaliri lahan kepertanian. Penelitian ini bertujuan merancang sistem irigasi *reuse* otomatisasi pompa menggunakan tenaga matahari berbasis panel surya. Analisis dilakukan untuk mengetahui kebutuhan daya dan debit *head*. Pada penelitian ini, dilakukan 3 kali percobaan dengan *head* yang berbeda menggunakan pompa 60 Watt. *Head* pipa yang paling efisien memiliki ketinggan 0,12 m dan panjang 4,3 m dengan ukuran pipa 0,5 inch, baterai 12 V 35 Ah, dan panel surya modul 200 Wp. Kondisi ini mampu mengangkat air lebih efisien dengan rata-rata pengisian baterai dalam 10 jam sebesar 12,96 V. Dengan sisa daya rata-rata sebesar 12,36 V, pompa mengkonsumsi daya baterai 0,6 V. Aliran air irigasi sawah dihasilkan dengan kecepatan debit mencapai 0,0025 m³/s. Air *reuse* yang dapat diangkat sebesar 0,00017 m³/s dan air limpasan belum terangkat sebesar 0,0041 m³/s.

Kata kunci: panel surya, irigasi, *reuse*, otomatisasi, pompa, debit air

Abstract

An automatic pump reuse irrigation system is a circuit system for moving water from a drainage place to a reservoir. Water that has been moved and stored in the reservoir can be used during the dry season to drain agricultural land. This study aims to design a reuse irrigation system for pump automation using solar panels based on solar power. Analysis was carried out to determine the power requirements and head discharge. In this study, 3 experiments were conducted with different heads using a 60 Watt pump. The most efficient pipe head has a height of 0.12 m and a length of 4.3 m with a 0.5 inch pipe size, a 12V 35 Ah battery, and a 200 Wp module solar panel. This condition is able to lift water more efficiently with an average battery charge in 10 hours of 12.96 V. With an average remaining power of 12.36 V, the pump consumes 0.6 V. The rice irrigation water flow is produced with discharge speeds reaching 0.0025 m³/s. Reuse water that can be raised is 0,00017 m³/s and runoff water has not been raised by 0,0041 m³/s.

Keywords: *solar panel, irrigation, reuse, automation, pump, water discharge*

I. PENDAHULUAN

Krisis air baku yang diakibatkan kekeringan dan pencemaran telah mengakibatkan berkurangnya pasokan air pertanian sehingga dapat mengancam ketahanan pangan. Daur ulang air limbah untuk sumber air baku pertanian merupakan salah satu alternatif dalam mengatasi kekurangan pasokan air baku pertanian [1]. Penggunaan ulang air memiliki peluang yang potensial, terutama untuk air yang belum tercemar dan dapat ditampung serta digunakan kembali tanpa harus mengalami proses pemurnian. Salah satu jenis air yang memenuhi syarat ini adalah air bekas wudhu yang selama ini masih terbuang percuma, padahal masih sangat bagus dan dapat dimanfaatkan untuk pertanian. Akan lebih bijak jika air aliran bekas wudhu tidak dibiarkan mengalir begitu saja dan bercampur dengan air lainnya [2].

Di Indonesia, pertanian/perkebunan merupakan sumber utama dalam memenuhi kebutuhan pangan. Di dalam pertanian/perkebunan, air adalah hal yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan tumbuhan. Pengaturan pembagian atau pengaliran air menurut sistem tertentu di sawah/lahan pertanian disebut irigasi. Pengairan atau irigasi merupakan

Diterima: 6 September 2018; Direvisi: 25 Maret 2019; Disetujui: 30 Maret 2019

© 2019 JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Politeknik Sukabumi

faktor penting dalam industri pertanian dan perkebunan. Irigasi dapat mempengaruhi hasil dari pertanian dan pekebunan apakah produknya baik atau tidak [3]. Beberapa ancaman serius yang dihadapi industri tersebut salah satunya adalah semakin menurunnya ketersediaan air. Untuk itu dibutuhkan upaya untuk menggunakan air secara tepat.

Teknologi pengairan yang masih konvensional belum mampu mengelola air secara tepat. Pada umumnya petani mengunjungi lahannya untuk melihat kelembapan atau kondisi pada tanah secara periodik dan mengairi lahan pertanian sesuai dengan perspektif petani [4]. Pertanian pada lahan kering sering terjadi kekurangan air karena pemborosan penggunaannya untuk menyiram tanaman, sehingga lahan kering tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal pada musim kering. Seiring dengan hal tersebut, maka perlu adanya suatu alternatif lain yang dapat mengatasi penggunaan air secara efektif dan efisien [5].

Rancangan irigasi dapat dilakukan untuk pemberian air yang optimal dan dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis yang dapat menjaga permukaan air di lahan sawah pada level tertentu sesuai kebutuhan tanaman [6]-[7]. Kehilangan air dapat diukur dari tingkat kelayakan pemberian air, yaitu rasio pemberian air yang dapat menentukan tingkat kelayakan pemberian air. Kehilangan air dapat diturunkan dengan meningkatkan efisiensi pemanfaatan air melalui jaringan irigasi yang baik serta dengan teknik budidaya yang hemat air. Peningkatan efisiensi air irigasi untuk lahan produksi pangan dengan berbagai metode dan teknologi telah dikembangkan, seperti introduksi metode pertanian hemat air dan metode irigasi terputus-putus [8].

Pengaturan muka air di lahan sawah dengan kontrol otomatis merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk menjaga kondisi kelembaban tanah sebagai media tumbuh tanaman agar tidak sampai mengalami kekeringan dan kelebihan air serta cukup bagi lahan untuk terhindar dari kekeringan [9]. Otomatisasi irigasi dapat diperoleh melakukan dari sumber *renewable* daya listrik seperti pembangkit listrik tenaga surya yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Jaringan irigasi air tanah yang dilengkapi energi matahari untuk pembangkit listrik tenaga surya sebagai pengganti bahan bakar minyak dirancang dengan tujuan untuk menggerakkan pompa air sehingga biaya operasi yang harus ditanggung oleh petani dapat dikurangi. Penerapan teknologi ini dilakukan dalam sebuah demplot dengan tujuan mendapatkan sebuah model pemanfaatan jaringan irigasi air tanah untuk irigasi hemat air berbasis pompa air tenaga surya [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi irigasi otomatisasi berbasis panel surya dengan memanfaatkan sumber energi matahari untuk memompa air permukaan sawah dari bak penampungan air limpasan. Penelitian ini didasari oleh permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan lahan dimana keterbatasan air menyebabkan tidak tercukupinya kebutuhan air tanaman pada musim kemarau. Dalam perancangan sistem irigasi *reuse* otomatis berbasis panel surya ini dilakukan analisis kebutuhan daya, *head*, dan debit untuk mengetahui kinerja dari sistem yang dirancang. Dengan sistem ini, diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengatasi keterbatasan air.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 54 hari, yaitu mulai 19 November 2017 sampai 11 Januari 2018. Penelitian dilakukan di kebun percobaan Institut Pertanian Bogor (IPB) yang berlokasi di Desa Cikarawang RT 003 RW 007, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa pompa air, panel surya, pipa PVC, multimeter digital, sambungan pipa, luxmeter, kran, dan seperangkat komputer atau laptop yang dilengkapi Microsoft Office. Bahan yang digunakan berupa air. Pompa air yang digunakan berspesifikasi tegangan DC 12 V, *output* maksimum 60 L/min, *head* maksimum 4 M, daya motor 60W/5800rpm, dan arus 5,4 A. Untuk panel surya digunakan jenis Polycrystalline dengan spesifikas 50 WP, arus maksimal 2,8 A, dimensi 67 cm x 54 cm, baterai berkapasitas 12 V 35 Ah, dan *charger controller* dengan kapasitas 20 A.

C. Tahap Perancangan

Perancangan sistem ini dilakukan meliputi persiapan, pengambilan data, analisis data, dan pembuatan desain sistem irigasi.

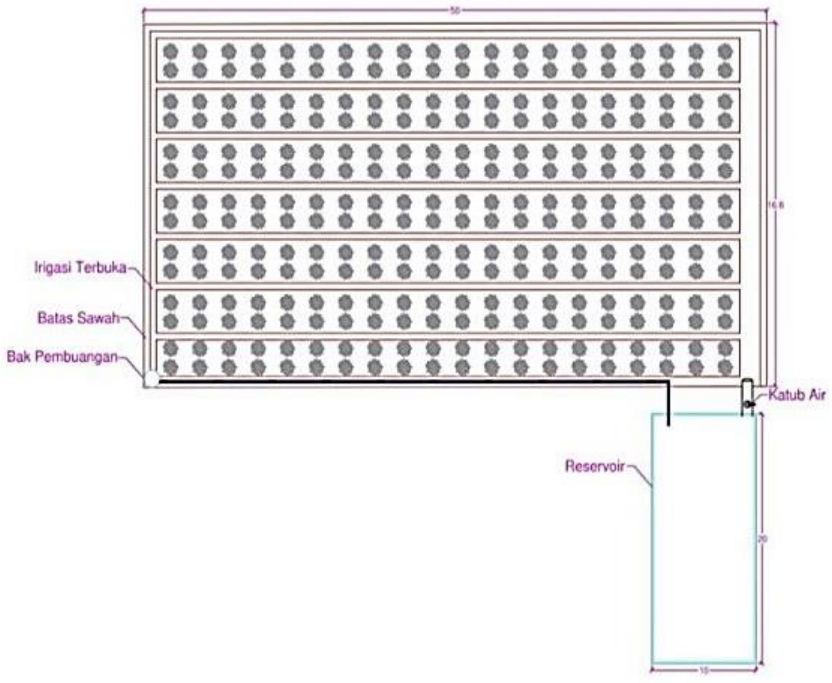
Tahap persiapan meliputi instalasi non-elektrik dan instalasi elektrik. Instalasi non elektrik pada sistem irigasi pompa otomatis terlebih dahulu dilakukan agar mendapatkan data yang diinginkan. Alat dan bahan yang diperlukan yaitu sistem pompa otomatis pipa PVC berdiamter 0,5 inch untuk lajur air yang menuju ke resevoir, kran katup 0,5 inch, flowmeter air, dan tiang untuk menahan pipa yang berposisi horizontal. Instalasi elektrik pada sistem berupa pemasangan kabel dari panel ke *charger*

controller. Pada *charger controller* memiliki lubang (selot) kabel untuk panel surya DC dan AC. Saat pemasangan kabel dari lubang DC ke baterai, kabel dari bateri yang positif dipasang ke radar pelampung air sehingga diteruskan ke pompa, sedangkan kabel negatif dari baterai langsung ke pompa.

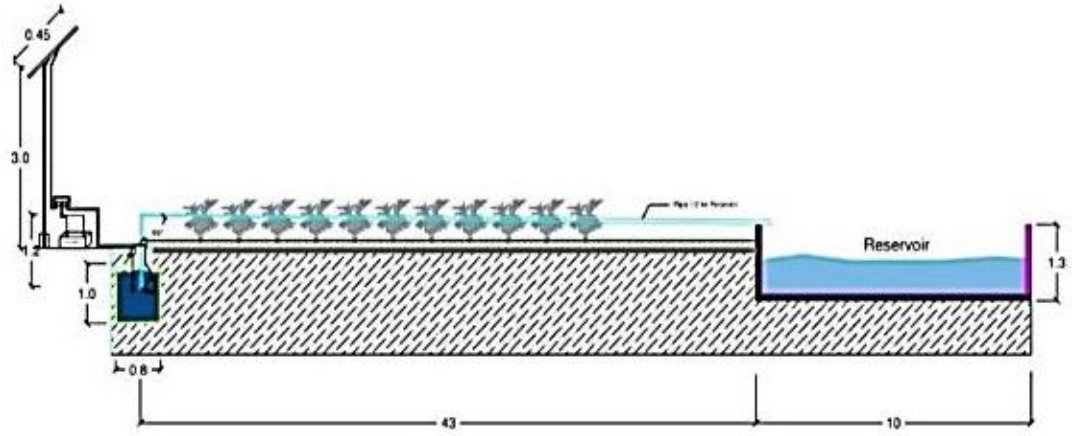
Pada tahap pengambilan data, instalasi irigasi berbasis panel surya dilakukan untuk pengambilan data berdasarkan ketinggian pipa 120 cm, 135 cm dan 150 cm. Data yang diambil berupa daya pancar pompa sehingga dihasilkan data berupa debit kecepatan aliran air dalam pipa dan energi yang dipakai oleh pompa. Pengukuran juga dilakukan pada laju air di irigasi sawah untuk mengetahui debit air limpasan yang mengalir ke irigasi sawah. Data iklim yang diambil berupa intensitas cahaya matahari untuk mengetahui pola kecerahan sinar matahari. Pada saat pengukuran iklim dilakukan pengisian baterai selama tiga hari dengan waktu mulai jam 07.00 WIB sampai jam 17.00 WIB. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data energi yang masuk ke dalam baterai.

Pada tahap analisis data, data yang pertama dianalisa adalah ketinggian pipa dan energi yang digunakan pompa untuk mengangkat air ke reservoir. Hasil analisis berupa debit dalam liter per menit selama batas energi yang tersisa dalam baterai. Hal ini dilakukan melalui tiga pengujian dengan beda ketinggian pipa. Hasil data yang sudah diperoleh dilanjutkan ke pengujian data menggunakan rumus persamaan regresi linier untuk mengetahui hubungan debit dan tegangan. Data pengukuran intensitas cahaya matahari dan pengisian baterai menggunakan panel surya dianalisis menggunakan persamaan regresi linier untuk mengetahui hubungan antara intensitas cahaya matahari dan pengisian baterai sehingga bisa memperkirakan jam pengoperasian pompa. Analisis *head loss* juga diperlukan untuk perhitungan *loss* terhadap aliran air di dalam pipa, sehingga data yang diperlukan yaitu debit liter per menit yang dihasilkan oleh pompa.

Setelah dilakukan tahap analisis data, maka tahap terakhir yaitu pembuatan desain sistem. Desain sistem irigasi *reuse* pompa otomatis dilakukan berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan sehingga seseorang bisa memahami dan merancang sendiri desain sistem irigasi ini. Adapun gambaran desain yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Pada desain tersebut terdapat resevoir di sebelah kanan dengan dimensi lebar 10 m, panjang 20 m, dan kedalaman 1,25 m yang bertujuan untuk menampung air hasil dari pompa. Di sebalah kiri ada pompa air, bak pembuangan air, dan sistem rangkaian pompa otomatis. Pemilihan letak dikarenakan aliran air yang paling rendah berada di sebelah kiri bawah. Di sebelah kiri juga terdapat panel surya dengan tinggi tiang kurang lebih 3,5 m. Di bawah tiang terdapat *charger controller*. Bak pembuangan berada di dasar tanah, fungsinya untuk menahan laju air agar bisa terangkat menggunakan pompa. posisi pompa di dalam bak penampung dengan ketinggian pipa 1,2 m dan panjang pipa horizontal 43 m.



Gambar 1. Tampak atas rancangan irigasi *reuse* dengan luas 10 m x 50 m



Gambar 2. Tampak samping rancangan irigasi *reuse* dengan luas 10 m x 50 m

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Kapasitas Pompa

Pada umumnya pompa digunakan untuk menaikkan air dari permukaan rendah ke permukaan yang lebih tinggi atau digunakan untuk mengalirkan air secara mendatar. Pada sistem ini, air diangkat menggunakan pompa dengan daya 60 Watt dengan *head* 120 cm. Kemudian air diteruskan melalui pipa yang panjangnya 4,3 m dengan diameter pipa 0,5 inch dengan baterai 12 V 35 Ah sebagai sumber energi penggerak. Pengujian kapasitas pompa dilakukan sampai tiga pengujian untuk mengetahui batas maksimal kekuatan pancar pompa dengan hasil dapat dilihat Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Pengujian baterai dan *head* 120 cm

Pipa	Tegangan (Volt)	Debit (liter/menit)
Head 120 cm	12,00	10,1
	10,41	11,0
	9,56	11,0
	7,77	10,5
	6,05	10,0
	4,66	9,5
	2,67	8,3

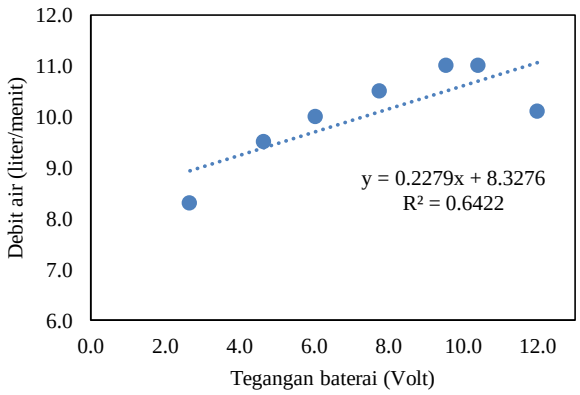
Tabel 2. Pengujian baterai dan *head* 135 cm

Pipa	Tegangan (Volt)	Debit (liter/menit)
Head 135 cm	12,00	9,0
	10,01	10,0
	8,30	10,0
	6,45	9,5
	4,55	9,0
	3,10	8,5
	1,10	7,6

Tabel 3. Pengujian baterai dan *head* 150 cm

Pipa	Tegangan (Volt)	Debit (liter/menit)
Head 150 cm	12,00	7,0
	9,00	7,5
	7,15	7,7
	5,22	7,5
	3,25	6,5
	1,50	6,0

Berdasarkan tiga pengamatan percobaan untuk mengetahui performa daya pancar air, maka dapat disimpulkan bahwa *head* pipa 120 cm memiliki daya pancar yang paling besar yaitu 10,1 liter/menit saat tegangan baterai 12 V. Selain itu, tegangan sisa 2,67 V menghasilkan debit air lebih besar jika dibandingkan dengan *head* pipa lainnya. Dengan demikian, untuk instalasi irigasi *reuse* dengan daya pancar pompa lebih besar dianjurkan menggunakan pipa dengan *head* kurang dari 120 cm. Untuk mengetahui hubungan antara tegangan dan debit air, maka dilakukan simulasi data menggunakan rumus persamaan linier seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan tegangan dan debit air

Berdasarkan data hubungan antara tegangan baterai dan debit air tersebut, menunjukan bahwa tegangan dan debit air dengan *head* pipa 120 cm memiliki hubungan dengan R^2 0,6422. Dengan demikian, data pengujian tegangan baterai dan debit air ini dapat diidentifikasi dan digunakan sebagai dasar dalam melakukan proses analisis debit hitung.

B. Pengamatan Intensitas Cahaya Matahari

Jam pengoperasian pompa harus diperhatikan agar dapat menghemat daya yang ada di dalam baterai dengan tujuan supaya energi di dalam baterai tidak habis. Jika daya habis, maka baterai dapat mengalami kerusakan dan tidak bisa digunakan kembali. Jam pengoperasian sangat berpengaruh terhadap hubungan pengisian baterai dengan intensitas cahaya matahari seperti dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, indeks kecerahan rata-rata tertinggi berada pada pukul 11.00 sampai pukul 13.30. Jika panel surya mendapatkan cahaya matahari pada cuaca yang sangat terik, maka tegangan dan arus yang didapat bisa besar dan cepat diterima. Sebaliknya, jika cuaca mendung atau panel surya kurang mendapatkan sinar matahari, maka tegangan dan arus yang didapat selama proses pengisian baterai bisa menurun dan lambat. Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan, maka pompa bisa dilakukan pengoperasian selama 7 jam dari jam 09.00 sampai jam 15.00 agar energi yang digunakan lebih efisien.

C. Head Losses

Perhitungan *head losses* di dalam pipa dilakukan untuk mengetahui besarnya hambatan pipa yang digunakan pada sistem irigasi ini. Perhitungan *head losses* dilakukan dengan tiga ketinggian yang berbeda dengan hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan *head losses*

Ketinggian (cm)	*Head Losses* Mayor	*Head Losses* Minor	Total *Losses*
120	0,0516	0,00019	0,0518
135	0,0674	0,00024	0,0676
150	0,0853	0,00031	0,0856

Berdasarkan perhitungan *head losses*, ketinggian pipa 120 cm memiliki total *losses* paling kecil dibandingkan ketinggian pipa lainnya. Maka rancangan sistem irigasi *reuse* ini menggunakan ketinggian pipa 120 cm.

D. Kebutuhan Debit dan Daya Pompa

Perhitungan kebutuhan debit dan daya pompa dilakukan untuk mengetahui pengurangan terhadap beban yang diakibatkan pemompaan selama 7 jam dari jam 09.00 sampai 15.00. Dalam pengisian baterai selama 10 jam dari jam 07.00 sampai jam 17.00, pengisian tersebut menggunakan panel surya yang dayanya disimpan di baterai. Untuk mendapatkan perhitungan pengurangan tegangan (dv Net) maka nilai dV beban dan dV arus dikurangkan. Daya yang disimpan baterai untuk pemompaan pada hari berikutnya diketahui dengan menghitung V Net yang merupakan hasil dari penambahan V awal dengan dV Net. Hasil perhitungan yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.

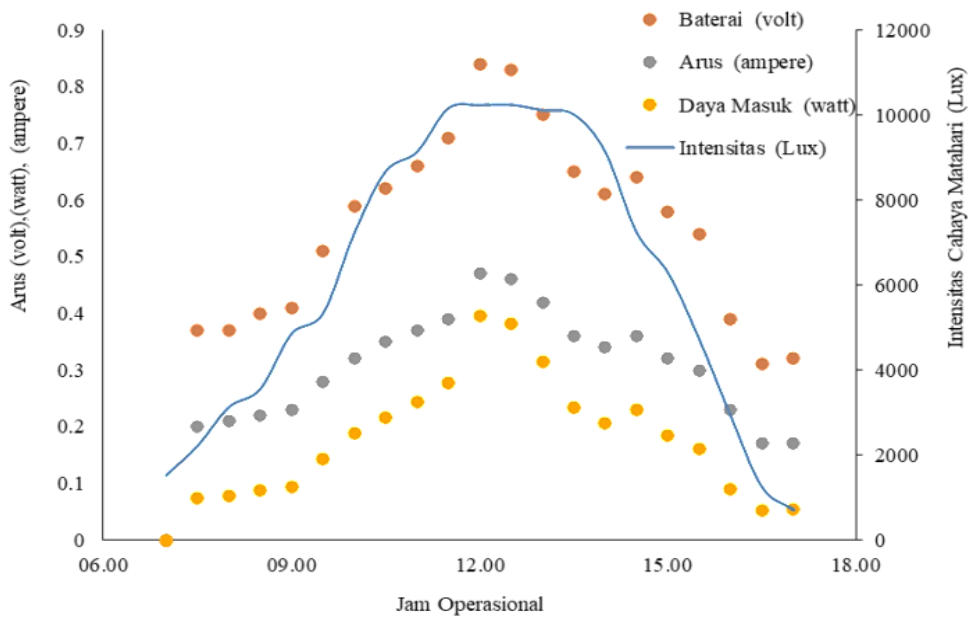
Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 5 dari jam 07.00 sampai jam 17.00, diperoleh sisa daya dari pemompaan selama 7 jam yaitu 10,36 V. Dari sisa daya tersebut digunakan pada hari ke dua agar bisa melakukan pemompaan lagi dengan rata-rata debit yang dihasilkan mencapai 10,75 liter per menit. Dari perhitungan selama 3 hari, diperoleh rata-rata daya dan debit air bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Kebutuhan debit dan daya pompa

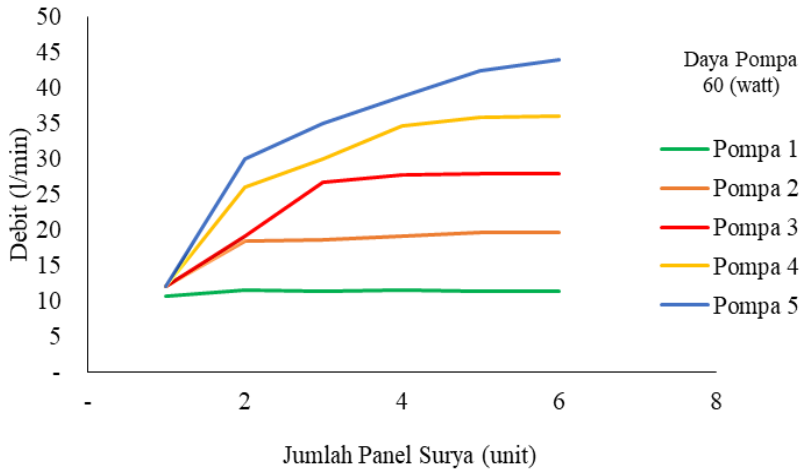
Pukul	V awal	dV beban	dV arus	dV Net	V Net	Debit (l/m)
07.00	12,00		0,37	0,37	12,37	
08.00			0,74	0,74	13,00	
09.00	12,00	1,59	0,81	-0,78	11,22	10,88
10.00	10,41	0,85	1,10	0,25	11,47	10,94
11.00	9,56	1,79	1,28	-0,51	10,96	10,83
12.00	7,77	1,72	1,55	-0,17	10,79	10,79
13.00	6,05	1,39	1,58	0,19	10,98	10,83
14.00	4,66	1,99	1,26	-0,73	10,25	10,66
15.00	2,67	2,67	1,22	-1,45	8,80	10,33
16.00			0,93	0,93	9,73	
17.00			0,63	0,63	10,36	
Rata - rata						10,75

Tabel 6. Debit air dan daya dalam 3 hari

Hari ke-	Rata-rata (liter/menit)	Rata-rata (liter/jam)	Debit total (liter/hari)	Durasi operasi (jam)	Tegangan awal (V)	Tegangan akhir (V)
1	10,75	645	4.516	7	12,00	10,36
2	10,63	638	4.465	7	10,73	9,83
3	10,51	631	4.414	7	10,20	9,30



Gambar 4. Hubungan jam pengoperasian, daya baterai, dan intensitas cahaya matahari



Gambar 5. Kebutuhan komponan sistem *reuse*

Tabel 7. Kebutuhan panel, pompa, dan debit

Jumlah Panel	Jumlah pompa dan debit (liter/menit)				
	1	2	3	4	5
1	10,63	12,00	12,00	12,00	12,00
2	11,55	18,41	19,00	26,00	30,00
3	11,29	18,61	26,65	30,00	35,00
4	11,50	19,07	27,73	34,55	42,36
5	11,29	19,62	27,86	35,90	42,64
6	11,29	19,62	27,92	36,09	44,02

E. Kebutuhan Pompa dan Panel

Berdasarkan parameter yang digunakan yaitu jam operasi 7 jam debit air, spesifikasi pompa, dan panel surya, maka untuk membuat rancangan sistem irigasi reuse harus diketahui debit air agar bisa menentukan kebutuhan daya pompa dan jumlah daya panel surya yang harus digunakan. Pada perhitungan pompa 1 panel 1, diketahui penurunan daya dan debit dengan perhitungan kebutuhan komponen agar debit yang dihasilkan selalu meningkat. Untuk menentukan debit yang dibutuhkan dan jumlah pompa yang digunakan sehingga diperlukan jam pengoperasian pompa agar energi dan debit air yang dikeluarkan lebih efisien,

harus ditentukan kebutuhan jumlah pompa 60 W dan panel 50 Wp. Debit yang dihasilkan pada besarnya kombinasi jumlah panel dan daya pompa dapat dilihat pada Tabel 7.

Debit air dan tegangan yang dihasilkan oleh kombinasi jumlah pompa sangat penting. Untuk mengetahui jumlah panel dan pompa yang diperlukan, berdasarkan pengujian pompa tanpa pengisian energi dan pengujian tanpa beban untuk mengetahui energi yang dihasilkan oleh panel surya yang mengalir ke baterai selama 10 jam dari jam 07.00 sampai jam 17.00, serta simulasi pengoperasian selama 7 jam, kebutuhan panel surya dan jumlah pompa air untuk memenuhi debit tertentu dapat dilihat pada Gambar 5. Dengan mengacu pada Gambar 5, maka dapat ditentukan hasil debit air yang diinginkan sesuai jumlah panel dan pompa yang ditentukan.

F. Kebutuhan Komponen Sistem Irigasi Reuse Terhadap Luasan Lahan

Untuk mengetahui debit air pada luasan lahan tertentu, dibutuhkan informasi kebutuhan air irigasi dalam 1 Ha. Standar kebutuhan debit air untuk 1 Ha adalah 1,1 liter per detik sehingga harus dilakukan perhitungan kapasitas pompa yang bisa memenuhi kebutuhan tersebut. Pada kapasitas debit pompa sebesar 10 liter per menit dengan ketinggian pipa 120 cm dengan daya 60 Watt, untuk 1 Ha dibutuhkan pompa 7 unit dengan total debit 1,2 liter per detik. Dengan demikian, panel surya yang dibutuhkan adalah 11 unit dengan kapasitas 50 Wp total 550 Wp.

Dari perhitungan Tabel 8 untuk mengetahui kebutuhan komponen sistem irigasi reuse terhadap luasan lahan yang sudah dilakukan perhitungan dari 0.1 sampai 5 ha. Jumlah panel surya dapat ditentukan sesuai Wp dan pompa yangdigunakan memiliki daya 60 watt dan total debit sesuai jumlah pompa yang jenis kapasitasnya berbeda, pompa menggunakan daya 60 watt dan total debit yang dihasilkan oleh pompa.

G. Kebutuhan Daya Pompa Terhadap Debit dan Head

NPHSr adalah tekanan pompa pada sisi hisap yang nilainya ditentukan berdasarkan desain pompa. NPHSr bernilai positif sehingga bersifat menghambat kemampuan hisap pompa. Jika pompa dengan nilai NPHSr kecil berarti pompa tersebut mempunyai kemampuan hisap yang baik. Perhitungan NPHSr dilakukan dengan *head* 120 cm sampai 150 cm menggunakan pompa 60 Watt. Dengan demikian, pada lahan 1 Ha menghasilkan debit total 1,2 liter/detik dalam 7 unit pompa. Maka untuk 1 pompa debit air mencapai 0,17 l/dt.

Tabel 8. Kebutuhan komponen dan luasan lahan

Pompa kapasitas 10 liter per menit							
Lahan	**Kebutuhan debit irigasi**	**Panel*(Wp)**				**Jumlah pompa****	**Total debit**
Ha	**liter/detik**	**50**	**100**	**150**	**200**	**unit**	**liter/detik**
0,1	0,1	1	1	1	1	1	0,1
0,25	0,3	3	2	2	2	2	0,3
0,5	0,6	5	4	4	4	3	0,5
1	1,1	11	8	7	7	7	1,2
2	2,2	21	17	15	14	13	2,3
5	5,5	53	41	37	35	33	5,6

Catatan:
*) Kapasitas panel
**) Kebutuhan pompa

Tabel 9. Kebutuhan daya dan debit *head* 120 cm

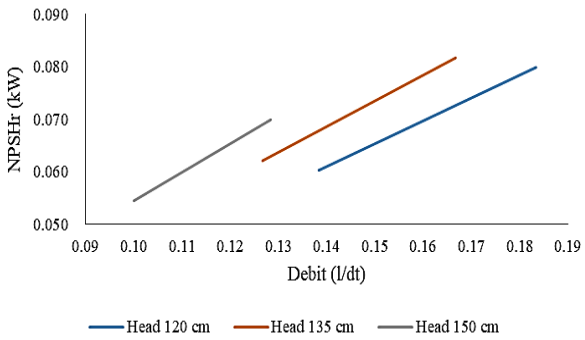
Head	***Head* 120 cm**	
	l/dt	**NPSHr (kW)**
120	0,17	0,081
	0,18	0,088
	0,18	0,088
	0,18	0,084
	0,17	0,080
	0,16	0,076
	0,14	0,066

Tabel 10. Kebutuhan daya dan debit *head* 135 cm

Head	***Head* 135 cm**	
	l/dt	**NPSHr (kW)**
135	0,15	0,081
	0,17	0,090
	0,17	0,090
	0,16	0,085
	0,15	0,081
	0,14	0,076
	0,13	0,068

Tabel 11. Kebutuhan daya dan debit *head* 150 cm

Head	*Head* 150 cm	
	l/dt	NPSHr (kW)
150	0,11	0,070
	0,12	0,075
	0,12	0,077
	0,12	0,075
	0,10	0,065
	0,10	0,060



Gambar 6. Kebutuhan daya pompa terhadap debit

Berdasarkan perhitungan Tabel 9, Tabel 10, dan Tabel 11, untuk mengetahui kebutuhan daya pompa menghisap air dengan *head* 120 cm membutuhkan daya 0,081 kW dengan debit air 0,17 liter/detik, maka *head* 120 cm membutuhkan daya lebih kecil dari pada *head* 150 cm. Selain itu, *head* 120 cm menghasilkan debit air lebih besar dari pada *head* 150 cm. Dari perhitungan kebutuhan daya pompa maka didapatkan grafik seperti dilihat pada Gambar 6. Dari perhitungan kebutuhan daya pompa dengan melihat debit aliran pompa dan total *head*, maka untuk mengetahui kebutuhan daya pada pompa, debit air yang dipompa dengan *head* 120 cm bernilai 1,2 liter/detik pada lahan 1 Ha. Dengan demikian, awal hisap pompa membutuhkan daya 0,081 kW dengan menghasilkan debit 0,17 liter/detik dan pada akhir hisap pompa membutuhkan daya 0,066 kW dengan menghasilkan debit 0,14 liter/detik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan prencanaan dan pengujian sistem otomatisasi pompa untuk irigasi *reuse* berbasis panel surya, dapat disimpulkan bahwa sistem dapat dirancang menggunakan pompa dengan kapasitas 60 Watt, *head* 120 cm sepanjang 4300 cm dengan ukuran pipa 0,5 inch, baterai 12 V 35 Ah, dan panel surya modul 50 Wp. Sistem ini dapat mengangkat air 10 liter/menit dan rata-rata pengisian baterai dalam 10 jam sebesar 12,96 V dengan sisa tegangan rata-rata 12,36 V. Untuk aliran air irigasi sawah yaitu dengan kecepatan debit mencapai 0,25 m³/menit dan air limpasan yang belum terangkat sebesar 250 liter/menit. Dengan desain ini, maka sistem irigasi *reuse* dengan panel surya diharapkan menjadi solusi alternatif untuk permasalahan irigasi saat musim kemarau.

REFERENSI

[1] S. Bahri, R. R. Rinjani, and Y. Setiatin, "Potensi Air Limbah Untuk Didaur Ulang Sebagai Air Baku Pertanian (Studi Kasus Beberapa Industri dan Domestik)," *Jurnal Sumber Daya Air*, vol. 9 no. 2, 2013.

[2] T. Alfiah, M. N. Kusuma, and R. R. Damara, "Potensi Pemanfaatan Air Bekas Setelah Diolah Menggunakan Saringan Pasir," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*, 2015.

[3] I. P. A. S. Antara, I. W. Tika, and I. P. G. Budisanjaya, "Perancangan Sistem Irigasi Otomatis Dengan Sensor Resistif Berbasis Kadar Air Tanah Pada Tanaman Rukola," *Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian*, vol. 4 No. 1, 2016.

[4] M. D. Syamsiar, M. Rivai, and S. Suwito, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 5 no. 2, 2016.

[5] A. Amuddin and J. Sumarsono, "Rancang Bangun Alat Penyiraman Tanaman Dengan Pompa Otomatis Sistem Irigasi Tetes Pada Lahan Kering," *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, vol. 3 no. 1, 2015.

[6] S. Sirait, S. K. Saptomo, and M. Y. J. Purwanto, "Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Irigasi Pipa Lahan Sawah Berbasis Tenaga Surya," *Jurnal Irigasi*, vol. 10 no. 1, 2015.

[7] D. Lozano, C. Arranja, M. Rijo, and L. Mateos, "Simulation of automatic control of an irrigation canal," *Journal Agricultural Water Management*, vol. 97 no. 1, 2010.

[8] G. A. Kartika, R. W. Sayekti, and L. Prasetyorini, "Studi Pemberian Air Irigasi Sebagai Usaha Menghemat Penggunaan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Kedungkandang Di Kota dan Kabupaten Malang," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 10 no. 3, 2014.

[9] S. K. Saptomo, B. I. Setiawan, and Y. Nakano, "Water Regulation in Tidal Agriculture Using Wetland Water Level Control Simulator," *The CIGR Journal of Scientific Research and Development*, 2004.

[10] M. D. Joubert, D. Ridwan, and R. M. Pratiwi, "Kinerja Jaringan Irigasi Air Tanah Pada Irigasi Hemat Air Berbasis Pompa Air Tenaga Surya," *Jurnal Irigasi*, vol. 11 no. 2, 2017.