

Kajian Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya untuk Kebutuhan Irigasi di Lahan Pertanian

Study of Solar Water Pump Utilization for Irrigation Requirements in Agriculture Land

Rusandhi Lisendsa Setiadi^{1*)}, Edy Suryadi²⁾, Sophia Dwiratna NP²⁾

¹⁾ Alumni Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Padjadjaran

²⁾ Staff Pengajar Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Jatinangor, Kabupaten Sumedang,
Jawa Barat 45363

*)Penulis untuk korespondensi: Telp : 0857-2386-3367

Email: sandhi.alfath@gmail.com

ABSTRACT

Irrigation water requirements in agriculture land particularly rice field area on summer tends to increase, meanwhile its availability is relatively constant. Those are causing farmers use diesel pump to fulfill irrigation water requirements. At the pump diesel user farmers number increase, the consumption of fuels will increase. Therefore, at Desa Balingbing, Kecamatan Pagaden Barat, Subang has been installed one unit solar power water pump. This research was intended to understand the performance of solar power water pump at the site. The method used on this research was descriptive exploration method. The results showed that the average water discharge was 0,7 liter/second, the average electric power was 150,87 Watts, the average water power was 47,04 Watts, the average specific power was 32,25 Watts/m³, combined pump efficiency was 31,07%, and the average value of solar panel efficiency was 6,14%. The land area which can be irrigated was 1 ha/day with 0,7 liter/second water discharge and the average irrigation water requirements at 0,44 liter/second/ha.

Keyword: irrigations, solar water pump, agricultural land, water discharge

ABSTRAK

Kebutuhan air irigasi di lahan pertanian khususnya wilayah persawahan pada musim kemarau cenderung meningkat, sementara ketersediaannya relatif tetap. Hal ini menyebabkan petani menggunakan pompa diesel untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Dengan meningkatnya petani pengguna pompa diesel, menyebabkan konsumsi BBM meningkat. Di Desa Balingbing, Kecamatan Pagaden Barat, Kabupaten Subang telah terpasang satu unit pompa air tenaga surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kerja dari pompa air tenaga surya di lahan tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif eksplorasi. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa debit air rata-rata yang dihasilkan 0,7 liter/detik, daya listrik rata-rata 150,87 Watt, daya air rata-rata 47,04 Watt, daya spesifik rata-rata 32,25 Watt/m³, efisiensi gabungan pompa 31,70% dan nilai rata-rata efisiensi panel surya sebesar 6,14%. Lahan yang dapat terairi dengan debit air sebesar 0,7 liter/detik dan rata-rata kebutuhan air irigasi sebesar 0,44 liter/detik/ha adalah 1 ha/hari.

Kata kunci: irigasi, pompa tenaga surya, lahan pertanian, debit air

PENDAHULUAN

Menurut Sosrodarsono Suyono dan Kensaku Takeda (2003), kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi. Evaporasi merupakan proses kehilangan air karena penguapan dari permukaan tanah dan badan air atau permukaan tanaman tanpa memasuki sistem tanaman. Kebutuhan air irigasi di lahan pertanian khususnya wilayah persawahan pada musim kemarau cenderung meningkat, sementara ketersediaannya relatif tetap. Hal ini menyebabkan petani menggunakan pompa diesel untuk memenuhi kebutuhan air irigasi. Dengan meningkatnya petani pengguna pompa diesel menyebabkan konsumsi BBM meningkat.

Menurut Badan Pusat Statistik (2010), petani pengguna pompa diesel berbahan bakar minyak tanah di Indonesia mencapai 44% dari jumlah keseluruhan pompa yang digunakan petani. Dengan meningkatnya petani pengguna pompa diesel di berbagai wilayah menyebabkan konsumsi bahan bakar minyak meningkat. Sedangkan bahan bakar minyak merupakan sumber energi yang tidak terbarukan dan dalam hal penggunaan pompa diesel ini zat buang yang dihasilkan dari pompa tersebut dapat menyebabkan polusi udara. Masalah energi yang tidak terbarukan inilah yang harus segera ditangani dan diganti dengan energi terbarukan yang ramah lingkungan (Muslim, B. Nurtjahyo, Zulkarnaen, dan L. Afrintha, 2010).

Untuk mengatasi masalah tersebut dibutuhkan solusi pengganti bahan bakar minyak dengan energi terbarukan yang ramah lingkungan, salah satunya adalah dengan energi matahari melalui teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Menurut UNESCO (2003), 20% dari total kebutuhan energi listrik dunia digunakan untuk menggerakkan pompa. Pada Juni 2014 di Desa Balingbing telah terpasang satu unit Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang digunakan untuk menggerakkan pompa air tenaga surya tipe PS 1200 HR. Teknologi ini bertujuan untuk membantu mengatasi kekurangan air yang sering dialami petani di Desa Balingbing pada saat musim kemarau.

Namun, pompa air tenaga surya yang terdapat di Desa Balingbing, Kecamatan Pagaden Barat, Kabupaten Subang belum diketahui kemampuan kerjanya. Oleh karena itu, penelitian pompa air tenaga surya perlu dilakukan. Mengingat melalui pengujian kinerja pompa air ini diharapkan dapat diketahui kemampuan kerja dan kekurangannya sehingga pompa dapat digunakan secara optimal.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan sawah Desa Balingbing, Kecamatan Pagaden Barat, Kabupaten Subang, Jawa Barat dari bulan April sampai Oktober 2016 dengan luas lahan pengamatan mencapai 8 ha. Curah hujan rata-rata di daerah pengamatan sebesar 2200 mm/tahun dengan suhu rata-ratanya mencapai 32°C.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang terdapat di sumur penelitian dan data sekunder berupa data lingkungan yang mencakup; lama penyinaran, intensitas radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan curah hujan. Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah *stopwatch*, multimeter, *clamp on power hitester*, gelas ukur, serta jangka sorong.

Metode

Editor: Siti Herlinda et. al.
ISBN : 978-979-587-748-6

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif eksplorasi yaitu melakukan pengukuran dan pengamatan terhadap kinerja pompa air tenaga surya tipe PS 1200 HR. Kemudian dari data hasil pengukuran dan pengamatan tersebut akan diperoleh gambaran mengenai kinerja pompa air tenaga surya tersebut.

Parameter

Parameter yang diteliti berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. SNI-6355-0141-2009, dan berdasarkan Standar Perencanaan Irigasi (2010), yang meliputi; daya listrik, daya air, daya spesifik, debit air, kecepatan laju aliran, *head total*, efisiensi gabungan, efisiensi panel surya, serta analisis kebutuhan air irigasi. Pengambilan data ini dilakukan dengan 5 kali pengulangan (RNAM *Test Codes and Procedures for Farm Machinery*, 1993).

HASIL

Desa Balingbing merupakan salah satu desa di Kecamatan Pagaden Barat, Kabupaten Subang, Jawa Barat dengan luas total wilayah mencapai 592,840 ha/m². Jumlah penduduk Desa Balingbing berdasarkan data pada tahun 2016 adalah 5.178 orang yang terdiri dari 2.548 laki-laki dan 2.630 perempuan. Berdasarkan jumlah tersebut, mayoritas aktivitas penduduk Desa Balingbing adalah bertani, dimana diantaranya 1222 orang berprofesi sebagai petani dan 2449 sebagai buruh tani dengan luas total areal persawahan mencapai 388,493 ha/m². Desa Balingbing terdiri dari 7 Dusun yaitu Dusun Pulekan, Dusun Cimacan, Dusun Batununggal I, Dusun Batununggal II, Dusun Balingbing, Dusun Kukulu I, dan Dusun Kukulu II.

Irigasi yang diterapkan di lahan pengamatan yaitu irigasi sederhana, dimana sistem irigasi sederhana merupakan sistem yang konstruksinya dilakukan dengan sederhana, tidak dilengkapi dengan pintu pengatur dan alat ukur sehingga air irigasinya tidak terukur dan tidak teratur. Kondisi sistem irigasi yang masih sederhana menyebabkan ketersediaan air untuk lahan sawah di daerah pengamatan pada musim kemarau menjadi sangat terbatas.

Pola tanam yang diterapkan oleh petani setempat mayoritas adalah padi-padi-padi, dengan tiga kali musim tanam (MT) yaitu MT I di bulan Oktober, MT II bulan Februari, dan MT III di bulan Juni. Pada musim tanam pertama di bulan Oktober pola tanam yang diterapkan yaitu padi-padi-palawija, sedangkan pada musim tanam kedua dan ketiga yaitu di bulan Februari dan Juni pola tanam yang diterapkan hampir semuanya selaras yaitu padi-padi-padi.

MT I pada bulan Oktober menunjukkan bahwa pola tanam yang diterapkan di bulan tersebut tidak selaras dengan MT II maupun MT III. Hal itu dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya kurangnya pasokan air untuk masa penyiapan lahan. Faktor lain yang dapat mempengaruhi ketidakselarasan tanam pada MT I di bulan Oktober yaitu kurangnya pasokan air dari sumbernya. Jarak lahan sawah ditempat pengamatan dengan sumber air kurang lebih berjarak 2 km, sehingga pada musim kemarau pasokan airnya kurang tersedia dengan baik.

Tabel 1. Perhitungan Daya Listrik

Pengamatan Ke-	Panel Surya			Pompa		
	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	108,5	1,48	160,58	69,93	1,23	86,01
2	108,4	1,26	136,58	60,50	1,15	69,58
3	103,5	1,67	172,85	64,79	1,16	75,16
4	105,3	1,51	159,00	69,93	1,35	94,41
5	101,1	1,24	125,36	64,28	1,23	79,06
Rata-Rata	105,4	1,43	150,87	65,89	1,22	80,84

Tabel 2. Perhitungan Debit Air

Pengamatan Ke-	Daya Panel (Watt)	Debit Terukur (liter/s)	Debit Terorisit (liter/s)
1	160,58	0,74	2,1
2	136,58	0,73	2,0
3	172,85	0,59	2,0
4	159,00	0,75	2,1
5	125,36	0,69	1,6
Rata-rata	150,87	0,70	1,9

Tabel 3. Perhitungan Daya Spesifik

Pengamatan Ke-	Debit Air (liter/s)	Daya Input Pompa (Watt)	Daya Spesifik (Watt/m ³)
1	0,74	86,01	32,47
2	0,73	69,58	26,50
3	0,59	75,16	35,44
4	0,75	94,41	34,80
5	0,69	79,06	32,03
Rata-rata	0,70	80,84	32,25

Tabel 4. Perhitungan Head Total

Pengamatan Ke-	Head Statis (m)	Head Loss (m)	Head Kecepatan (m)	Head Total (m)
1	5,88	1,05	0,01	6,94
2	5,88	1,03	0,01	6,92
3	5,88	0,70	0,01	6,59
4	5,88	1,09	0,01	6,99
5	5,88	0,92	0,01	6,81
Rata-Rata	5,88	0,96	0,01	6,85

Tabel 5. Perhitungan Kecepatan Laju Aliran

Pengamatan Ke-	Debit Terukur (liter/s)	Luas Penampang Pipa (m)	Kecepatan Laju Aliran (m/s)
1	0,74	0,02	0,53
2	0,73	0,02	0,52
3	0,59	0,02	0,42
4	0,75	0,02	0,54
5	0,69	0,02	0,49
Rata-rata	0,70	0,02	0,51

Tabel 6. Perhitungan Daya Air

Pengamatan Ke-	Debit Terukur (liter/s)	Head Total (m)	Daya Air (Watt)
1	0,74	6,94	50,15
2	0,73	6,92	49,55
3	0,59	6,59	38,10
4	0,75	6,99	51,65
5	0,69	6,81	45,75
Rata-rata	0,70	6,85	47,04

Tabel 7. Perhitungan Efisiensi Gabungan Pompa

Pengamatan Ke-	Daya Air (Watt)	Daya Panel (Watt)	Efisiensi Gabungan (%)
1	50,15	160,58	31,23
2	49,55	136,58	36,28
3	38,10	172,85	22,04
4	51,65	159,00	32,48
5	45,75	125,36	36,49
Rata-Rata	47,04	150,87	31,70

Tabel 8. Perhitungan Efisiensi Panel Surya

Pengamatan Ke-	Intensitas Radiasi Matahari (Watt/m ²)	Efisiensi Panel Surya (%)
1	1157	5,87
2	1157	5,32
3	1019	6,97
4	1006	6,70
5	1006	5,83
Rata-Rata	1069	6,14

Country	INDONESIA		Station	BB PADI SUKAMANDI			
Altitude	15 m.		Latitude	6.20 °S			
Longitude			107.30 °E				
Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	23.7	28.7	90	2.6	6.9	20.3	3.98
February	23.8	29.3	91	1.6	7.1	20.9	4.08
March	25.0	32.2	89	1.3	7.2	20.8	4.37
April	24.5	32.3	80	1.5	6.9	19.2	4.28
May	25.3	32.7	81	1.1	7.1	18.0	3.95
June	24.5	31.8	83	1.4	6.9	16.9	3.88
July	23.4	31.3	87	1.5	7.3	17.8	3.67
August	22.6	32.1	75	2.4	7.6	19.5	4.59
September	23.0	35.0	72	2.2	8.8	22.7	5.52
October	23.7	34.6	71	1.6	8.9	23.5	5.51
November	24.8	32.9	79	1.6	7.5	21.2	4.84
December	24.7	31.4	83	2.5	6.7	19.8	4.50
Average	24.1	32.0	82	1.8	7.4	20.1	4.42

Gambar 1. Evapotranspirasi Potensial

Tabel 9. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata

Bulan	Curah Hujan Rata-Rata (mm/bln)	Curah Hujan Rata-Rata (mm/hari)
Januari	355,7	11,5
Februari	463,9	16,6
Maret	498,1	16,1
April	306,4	10,2
Mei	131,4	4,2
Juni	84,2	2,8
Juli	58,9	1,9
Agustus	20,1	0,7
September	45,9	1,5
Oktober	62,4	2,0
November	176,5	5,9
Desember	341,3	11,0

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	355.7	160.6
February	463.9	171.4
March	498.1	174.8
April	306.4	155.6
May	131.4	103.8
June	84.2	72.9
July	58.9	53.3
August	20.1	19.5
September	45.9	42.5
October	62.4	56.2
November	176.5	126.7
December	341.3	159.1
Total	2544.8	1296.3

Gambar 2. Curah Hujan Efektif

Tabel 10. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Persiapan Lahan

Bulan	Kebutuhan Air Irigasi Persiapan Lahan (mm/hari)
September	11,50
Januari	10,34
Mei	10,35

Tabel 11. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Petak Sawah

Musim Tanam	Bulan	NFR (mm/hari)	NFR (lt/dtk/ha)
I	Oktober	6,26	0,72
	November	3,12	0,36
	Desember	2,28	0,26
	Januari	2,78	0,32
II	Februari	1,49	0,17
	Maret	1,21	0,14
	April	1,29	0,15
III	Mei	2,45	0,28
	Juni	4,75	0,55
	Juli	6,54	0,76
	Agustus	7,32	0,85
	September	5,84	0,68

Editor: Siti Herlinda et. al.
 ISBN

Pada tahap terakhir pengolahan data yaitu mengetahui kapasitas lahan yang dapat terairi. Data yang diinput meliputi debit air (Q), koefisien pengurangan akibat evaporasi dan perkolasi di sawah (c), kebutuhan air irigasi (NFR), dan efisiensi irigasi secara keseluruhan (e). Berdasarkan pengolahan data maka, kapasitas lahan yang dapat terairi yaitu seluas 1 ha/hari.

PEMBAHASAN

Daya Listrik

Pada penelitian ini modul surya yang digunakan bertipe *polycrystalline* 100 Wp dengan jumlah 6 modul dan total luas permukaan panelnya 3,84 m², sedangkan pompa yang digunakan model Lorentz PS 1200 HR-14. Berdasarkan pengolahan data didapatkan daya listrik rata-rata panel surya sebesar 150,87 Watt, sedangkan untuk daya listrik rata-rata pompa sebesar 80,84 Watt. Nilai daya listrik ini sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya tegangan, arus, dan intensitas radiasi matahari yang dihasilkan. Semakin besar tegangan, arus, dan intensitas radiasi matahari maka, daya yang dihasilkan untuk menggerakkan pompa semakin besar.

Nilai daya listrik minimum disebabkan karena minimnya intensitas radiasi matahari yang muncul pada saat pengamatan dilapangan yang berpengaruh terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan. Penelitian serupa yang dilakukan Zaini dan Razali (2012), di daerah Kemukiman Cot Jempa Kecamatan Lhong, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh, daya yang dihasilkan panel surya model 50 Wp yaitu sebesar 60 Watt. Penelitian lain yang dilakukan Arief (2015), di daerah Rancadaka, Kecamatan Pusakanagara, Kabupaten Subang, daya yang dihasilkan panel surya yaitu sebesar 190,22 Watt. Perbedaan hasil yang didapat dari pengamatan di atas dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, model dan luas permukaan modul surya sangat berpengaruh terhadap energi matahari yang dapat diserap. Faktor lain yang dapat mempengaruhi yaitu kondisi cuaca pada saat pengamatan dilapangan.

Debit Air

Debit air dihitung untuk mengetahui berapa banyak air yang dapat dihasilkan oleh pompa dalam waktu tertentu. Berdasarkan pengolahan data didapatkan debit air terukur sebesar 0,70 liter/detik, sedangkan debit air teoritisnya sebesar 1,9 liter/detik lebih besar dibandingkan dengan debit terukur. Nilai debit air terukur relatif rendah karena pengaruh daya yang dihasilkan oleh panel surya. Faktor lain yang dapat mempengaruhi perbedaan debit air yang dihasilkan adalah model pompa yang digunakan dimana, pada pengamatan ini model pompa yang digunakan yaitu PS 1200 HR-14. Pompa jenis ini dapat menghasilkan debit air sebesar 16 liter/s. Penelitian serupa yang dilakukan Wibowo (2014), di Desa Majasih Kabupaten Indramayu dengan model pompa yang sama menghasilkan debit air terukur sebesar 1,17 liter/detik.

Perbedaan hasil pada kedua pengamatan tersebut disebabkan beberapa faktor diantaranya, kondisi cuaca pada saat pengamatan dilapangan. Semakin terik radiasi matahari maka, daya yang dihasilkan oleh pompa untuk mengangkat sejumlah air semakin besar. Faktor lain yang dapat mempengaruhi antara lain, tipe pompa yang digunakan dan ukuran panel surya yang digunakan.

Daya Spesifik

Daya spesifik merupakan perbandingan antara daya input motor dengan debit air. Berdasarkan pengolahan data didapatkan nilai daya spesifik rata-rata sebesar 32,25

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN

Watt/m³ seperti yang tersaji pada Tabel 3. Penelitian serupa yang dilakukan Wibowo (2014), di Desa Majasih, Kecamatan Sliyeg, Kabupaten Indramayu dengan tipe pompa PS 1200 HR, didapatkan nilai daya spesifik sebesar 708,73 kJ/m³. Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa, besarnya debit air yang dihasilkan oleh masing-masing pompa berbeda jauh. Faktor lain yang dapat mempengaruhi perbedaan nilai daya spesifik ini adalah tipe panel surya yang digunakan dimana, panel surya yang digunakan peneliti di Subang bertipe *polycrystalline*, sedangkan panel surya yang digunakan Wibowo di Indramayu bertipe *monocrystalline*.

Head Total

Head total merupakan penjumlahan dari *head statis*, *head loss*, *head tekan*, *head* kecepatan, dan kecepatan laju aliran. Berdasarkan pengolahan data didapatkan nilai rata-rata *head statis* sebesar 5,88 m, nilai rata-rata *head loss* sebesar 0,96 m, nilai rata-rata *head* kecepatan masing-masingnya sebesar 0,01 m didapat dari hasil perhitungan yang dipengaruhi oleh laju aliran dan gravitasi. Berdasarkan perhitungan data tersebut didapatkan nilai rata-rata *head total* sebesar 6,85 m.

Pada Tabel 4 diketahui bahwa, nilai *head total* yang dihasilkan sangat kecil jika dibandingkan dengan *head total* pada *manual book*. Berdasarkan *manual book* pada kondisi maksimal dengan model pompa yang digunakan PS 1200 HR-14 *head total* dapat mencapai 60 m. Penelitian serupa yang dilakukan Wibowo (2014), di Desa Majasih Kabupaten Indramayu, didapat nilai *head total* sebesar 20,13 m. Perbedaan nilai *head total* kedua pengamatan di atas disebabkan oleh besar kecilnya debit air yang dihasilkan pompa dan nilai *head loss*.

Kecepatan Laju Aliran

Kecepatan laju aliran dihitung untuk mengetahui sifat aliran dalam pipa. Nilai debit air terukur pada masing-masing pengamatan diketahui sebesar 0,74 liter/detik, 0,73 liter/detik, 0,59 liter/detik, 0,75 liter/detik, dan 0,69 liter/detik. Sedangkan luas penampang pipa diketahui sebesar 0,02 m. Berdasarkan pengolahan data didapatkan nilai kecepatan laju aliran sebesar 0,51 m/s.

Setelah mendapatkan nilai kecepatan laju aliran kemudian mencari nilai bilangan reynold (Re). Bilangan reynold dicari untuk mengetahui sifat aliran dalam pipa. Berdasarkan pengolahan data didapatkan nilai bilangan reynold sebesar 25209,98. Nilai bilangan reynold tersebut menunjukkan bahwa aliran bersifat turbulen, dimana menurut literatur bila bilangan reynold >4000 maka aliran bersifat turbulen.

Daya Air

Perhitungan daya air menunjukkan seberapa besar daya yang dibutuhkan untuk mengangkat sejumlah air. Berdasarkan pengolahan data didapatkan nilai daya air rata-rata sebesar 47,04 Watt. Pada Tabel 6 diketahui bahwa, nilai daya air maksimal sebesar 51,65 Watt pada pengulangan ke-4, sedangkan nilai daya air minimum ada pada pengulangan ke-3 yaitu sebesar 38,10 Watt. Penelitian serupa yang dilakukan Arief (2015), di daerah Rancadaka, Kecamatan Pusanagara, Kabupaten Subang, daya air yang dihasilkan yaitu sebesar 43,03 Watt. Hasil yang didapat dari dua pengamatan di atas tidak jauh berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa, tipe pompa yang digunakan dengan kondisi cuaca yang cerah tidak berpengaruh besar terhadap nilai debit air yang dihasilkan oleh pompa. Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai daya air diantaranya, nilai *head total*, juga adanya faktor gesekan dalam pipa dan banyaknya *bend* (belokan) pada pipa.

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN

Efisiensi Gabungan Pompa

Efisiensi gabungan pompa dihitung untuk mengetahui perbandingan antara daya air dengan daya panel surya. Data yang diinput meliputi daya air (Ph) dan daya panel surya (P). Berdasarkan data tersebut, didapatkan nilai efisiensi gabungan pompa sebesar 31,70%. Nilai efisiensi tersebut menunjukkan bahwa kinerja pompa belum optimal. Menurut Manual Lorentz (2011), efisiensi gabungan pompa yang baik dengan model pompa PS 1200 HR-14 sebesar 65%. Hal ini disebabkan karena nilai daya air dan daya panel surya yang dihasilkan. Nilai efisiensi akan meningkat seiring meningkatnya daya air dan daya panel surya yang dihasilkan.

Penelitian serupa yang dilakukan Arief (2015), di daerah Rancadaka, Kecamatan Pusakanagara, Kabupaten Subang, efisiensi gabungan pompa yang dihasilkan yaitu sebesar 20,94%. Faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan kedua pengamatan diatas diantaranya, nilai daya panel yang dihasilkan. Selain nilai daya panel, faktor lain yang dapat mempengaruhi adalah kondisi cuaca pada saat pengamatan berlangsung.

Efisiensi Panel Surya

Efisiensi panel surya dihitung untuk mengetahui perbandingan antara jumlah energi yang dihasilkan oleh panel surya dengan besarnya intensitas radiasi matahari. Panel surya yang digunakan pada penelitian ini bertipe *polycrystalline* 100 Wp dengan jumlah 6 modul dan total luas permukaan panel 3,84 m². Nilai intensitas radiasi matahari didapat dengan menggunakan perangkat lunak *cropwat* 8.0, hal itu dilakukan karena pada stasiun klimatologi di Balai Besar Penelitian Padi Sukamandi Subang tidak tersedia data intensitas radiasi matahari. Berdasarkan pengolahan data didapatkan rata-rata intensitas radiasi matahari sebesar 1069 Watt/m², sedangkan nilai rata-rata efisiensi panel surya sebesar 6,14%.

Penelitian serupa yang dilakukan Wibowo (2014), di lahan pertanian Desa Majasih, Kecamatan Sliyeg, Kabupaten Indramayu, dengan tipe panel surya *monocrystalline* dan jumlah modul 6 didapatkan nilai rata-rata efisiensi panel surya sebesar 16%. Jika dibandingkan dengan literatur yang ada maka, nilai efisiensi panel surya yang didapat peneliti di Desa Balingbing kurang optimal. Sedangkan nilai efisiensi yang didapat Wibowo (2014) di Desa Majasih, Kabupaten Indramayu sudah sesuai dengan literatur. Menurut literatur sebagian besar silikon kristal tunggal komersial memiliki efisiensi pada kisaran 15-17%. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor diantaranya, kondisi cuaca yang tidak stabil pada saat pengamatan.

Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Analisis kebutuhan air irigasi dihitung untuk mengetahui nilai evapotranspirasi potensial (ET_o), nilai curah hujan rata-rata, nilai curah hujan efektif (Re), kebutuhan air irigasi selama persiapan lahan (IR), kebutuhan air irigasi petak sawah (NFR), dan kapasitas lahan yang dapat terairi. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang bersumber dari Balai Besar Penelitian Padi Sukamandi Subang, Jawa Barat yang merupakan stasiun klimatologi terdekat dengan lokasi pengamatan. Data sekunder yang diperoleh meliputi, curah hujan, suhu, kecepatan angin, kelembaban udara, dan lama penyinaran. Sedangkan untuk data intensitas radiasi matahari didapat dengan menggunakan perangkat lunak *Cropwat* 8.0, hal tersebut dilakukan karena data intensitas radiasi matahari di Balai Besar Penelitian Padi Sukamandi Subang tidak tersedia.

a. Evapotranspirasi Potensial

Pada tahap pertama pengolahan data analisis kebutuhan air irigasi yaitu mencari nilai evapotranspirasi potensial (ET_o) dan juga nilai intensitas radiasi matahari. Metode yang

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN

digunakan dalam perhitungan evapotranspirasi potensial ini yaitu Penman-Monteith dengan bantuan perangkat lunak *Cropwat* 8.0. Berdasarkan pengolahan data pada Gambar 1, didapatkan nilai rata-rata evapotranspirasi potensial (ET_o) sebesar 4,42 mm/hari, dengan nilai evapotranspirasi potensial maksimum sebesar 5,52 mm/hari pada bulan September sedangkan nilai evapotranspirasi potensial minimum sebesar 3,67 mm/hari pada bulan Juli. Nilai rata-rata intensitas radiasi matahari yang didapat sebesar 20,1 MJ/m²/hari.

b. Curah Hujan Rata-Rata

Pada tahap kedua pengolahan data yaitu mencari nilai curah hujan rata-rata. Data yang diinput yaitu data curah hujan rata-rata bulanan 10 tahunan dari tahun 2005-2014. Berdasarkan pengolahan data didapatkan curah hujan tertinggi sebesar 498,1 mm/bln pada bulan Maret, sedangkan curah hujan terkecil terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 20,1 mm/bln seperti yang tersaji pada Tabel 9. Faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya curah hujan antara lain kondisi cuaca yang tidak menentu, faktor lain yang dapat mempengaruhi yaitu alat pencatat hujan yang diletakkan di daerah (stasiun pengamatan) tertentu tidak berfungsi untuk periode waktu tertentu atau karena satu dan lain hal stasiun tersebut ditutup sementara waktu.

c. Curah Hujan Efektif

Pada tahap ketiga pengolahan data yaitu mencari nilai curah hujan efektif (R_e). Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan efektif ini yaitu USDA *soil conversation service* dengan bantuan perangkat lunak *Cropwat* 8.0. Berdasarkan pengolahan data didapatkan nilai curah hujan efektif di bulan Januari sebesar 160,6 mm/bln, Februari 171,4 mm/bln, Maret 174,8 mm/bln, dan pada bulan-bulan selanjutnya tersaji pada Gambar 2.

d. Kebutuhan Air Irigasi Persiapan Lahan

Pada tahap keempat pengolahan data yaitu mencari nilai kebutuhan air irigasi selama persiapan lahan. Data yang diinput meliputi evapotranspirasi potensial (ET_o), evaporasi air terbuka (E_o), perkolasi (P), kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah (M), kebutuhan air untuk penjemuran ditambah dengan lapisan air (S), jangka waktu penyiapan lahan (T), dan nilai konstanta k. Pada pengolahan data ini, nilai evapotranspirasi potensial didapat dengan menggunakan perangkat lunak *Cropwat* 8.0. Berdasarkan pengolahan data didapatkan nilai kebutuhan air irigasi persiapan lahan (IR) di bulan September 11,50 mm/hari, bulan Januari sebesar 10,34 mm/hari dan bulan Mei 10,35 mm/hari seperti yang tersaji pada Tabel 10.

e. Kebutuhan Air Irigasi Petak Sawah

Pada tahap kelima pengolahan data yaitu mencari nilai kebutuhan air irigasi untuk petak sawah (NFR). Berdasarkan pengolahan data didapatkan nilai kebutuhan air irigasi petak sawah (NFR) maksimum sebesar 7,32 mm/hari pada bulan Agustus, sedangkan kebutuhan air irigasi minimum sebesar 1,21 mm/hari pada bulan Maret seperti yang tersaji pada Tabel 11. Kebutuhan air irigasi petak sawah di bulan Agustus menunjukkan bahwa, ketersediaan air di musim tanam III bulan Agustus kurang tercukupi dengan baik.

f. Kapasitas Pompa di Lahan

Pada tahap terakhir pengolahan data yaitu mengetahui kapasitas lahan yang dapat terairi. Data yang diinput meliputi debit air (Q), koefisien pengurangan akibat evaporasi dan perkolasi di sawah (c), kebutuhan air irigasi (NFR), dan efisiensi irigasi secara keseluruhan (e). Nilai debit air diketahui sebesar 0,70 liter/detik, nilai koefisien pengurangan (c) sebesar 1, nilai rata-rata kebutuhan air irigasi petak sawah (NFR) sebesar 0,44 liter/detik/ha, dan nilai efisiensi irigasi secara keseluruhan sebesar 0,65. Berdasarkan pengolahan data, maka kapasitas lahan yang dapat terairi yaitu seluas 1 ha/hari.

KESIMPULAN

1. Kinerja pompa air tenaga surya tipe PS 1200 HR dengan intensitas radiasi matahari sebesar $20,1 \text{ MJ/m}^2/\text{hari}$ adalah daya listrik rata-rata sebesar 150,87 Watt. Daya air rata-rata yang dihasilkan sebesar 47,04 Watt, dan daya spesifik sebesar rata-rata $58,61 \text{ Watt/m}^3$.
2. Efisiensi panel surya dengan tipe modul surya *polycrystalline* jumlah modul 6 dan luas permukaan panel $3,84 \text{ m}^2$ yaitu sebesar 6,14%.
3. Lahan yang dapat terairi dengan debit air sebesar 0,7 liter/detik dan rata-rata kebutuhan air irigasi sebesar 0,44 liter/detik/ha adalah 1 ha/hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Ir. Edy Suryadi, M.T dan Dr. Sophia Dwiratna Nur Perwitasari, S.TP., M.T selaku tim pembimbing lapangan serta kepada pihak keluarga alumni Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran selaku pelaksana program.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, Kholid Abdul Rahman. 2014. Uji Kinerja dan Analisis Ekonomi Pompa Air Tenaga Surya Tipe PS 1200 HR di Desa Rancadaka, Kecamatan Pusakanagara, Kabupaten Subang. [Skripsi]. Sumedang: Universitas Padjadjaran.
- Badan Pusat Statistik. 2010. *Petani Pengguna Pompa Berbahan Bakar Diesel*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Dirjen Pengairan Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Manual Lorentz. 2011. PS 1200 HR-14 (*Solar Submersible Pumpa System for 4" Wells*). Germany: Lorentz Compass.
- Muslim, B. Nurtjahyo, Zulkarnaen dan L. Afrinotha. 2010. Analisis Ergonomi Sepeda UI dengan Metode *Posture Evaluation Index* (PEI) dalam *Virtual Enviroment*. Makara, [Jurnal]. Teknologi. 14(1), April 2010:47-52.
- Sosrodarsono Suyono. Dan Kensaku Takeda. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- UNESCO *“The UN World Water Development Report”* Di dalam: Zaini dan Razali, 2003. Analisis Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya Untuk Pengembangan Irigasi Air Tanah. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Banda Aceh.
- Wibowo, Denny Arif. 2014. Uji Kinerja dan Analisis Ekonomi Mesin Pompa Air Tenaga Surya Tipe PS 1200 HR di Desa Majasih, Kecamatan Sliyeg, Kabupaten Indramayu. [Skripsi]. Sumedang: Universitas Padjadjaran.