E-proceeding 2nd SENRIABDI 2022
Seminar Nasional Hasil Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Sahid Surakarta Vol. 2 Edisi Desember 2022 Hal. 437-443

Penerapan Sistem Irigasi Otomatis dengan PLTS pada Perkebunan Kelengkeng di Desa Simoketawang – Sidoarjo

Izzah Aula Wardah[1], Ratna Hartayu[2], Febby Rahmatullah Masruchin[3], Romadhoni Trio Imawan[4], Fajar Sukarno Aji Pandawa[5], Rafli Bagus Senoaji[6]

[1,2,3,4,5,6]Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
e-mail: [1]iwardah@untag-sby.ac.id, [2]rhartayu@untag-sby.ac.id,
[3]febbyrahmatullah@untag-sby.ac.id, [4]romadhoniti123@gmail.com,
[5]fajips03@gmail.com, [6]bagusrafli31@gmail.com

Abstrak
Kebutuhan akan modernisasi pada sektor agrikultur mendorong perkembangan teknologi elektro dan informatika untuk mengembangkan system-sistem yang dapat meringankan kerja manusia. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan otomatisasi pada sistem pengairan kebun kelengkeng dengan memanfaatkan energi baru dan terbarukan. Sistem yang dibangun menggunakan energi surya yang dihasilkan oleh dua panel surya yang masing-masing memiliki daya sebesar 450 Wp. Pompa air digunakan untuk mengairi kebun kelengkeng yang dikontrol dengan timer yang dijadwalkan dua kali sehari, yaitu pagi dan sore selama masing-masing 30 menit. Selain itu, pemanfaatan sensor kelembaban juga digunakan untuk memonitor keadaan tanah tanaman kelengkeng. Hasil dari kegiatan ini adalah perhitungan daya listrik yang dihasilkan selama satu hari diperkirakan sebesar 3600 Wh yang dapat digunakan untuk menyalakan pompa air dengan asumsi sinar matahari bersinar secara penuh selama 4 jam sehari. Sistem ini diharapkan dapat diimplementasikan dalam skala yang lebih besar dan dapat dimanfaatkan untuk sektor pertanian lainnya.
Kata Kunci: *irigasi, otomatisasi, PLTS, sistem kontrol.*

Abstract
The need for modernization in the agricultural sector encourages the development of electrical and informatics technology to develop systems that can ease human work. This research was conducted to automate the irrigation system of the longan garden by utilizing renewable energy. The system is built using solar energy generated by two solar panels that each have a power of 450 Wp. Water pumps are used to irrigate longan gardens controlled with timers scheduled twice a day, morning and evening for 30 minutes each. In addition, the use of moisture sensors is also used to monitor the soil condition of longan plants. The result of this activity is that the calculation of electrical power generated for one day is estimated at 3600 Wh which can be used to power the water pump assuming the sun's arrays shine in full for 4 hours a day. This system is expected to be implemented on a larger scale and can be utilized for other agricultural sectors.
Keywords*: automation, control systems, irrigation, solar energy.*

Pendahuluan

Permasalahan pengairan di perkebunan menjadi suatu aspek yang sangat disoroti dikarenakan kebutuhan pasokan air yang harus terukur, tepat, dan terjadwal untuk menjaga kualitas tanaman. Di sisi lain, tenaga kerja yang dilibatkan dalam proses pengairan juga dapat menjadi tambahan pembiayaan [1].

Desa Simoketawang merupakan desa mandiri yang memiliki daya tarik pada sektor wisata kebun kelengkeng. Desa tersebut berhasil menciptakan suatu lapangan kerja baru melalui pembentukan suatu struktur wisata yang lebih kuat dan sistematis. Salah satu sektor yang dikembangkan dalam wisata kebun kelengkeng adalah penerapan suatu sistem irigasi yang dapat diandalkan tanpa campur tangan manusia. Di sisi lain, lokasi kebun kelengkeng yang jauh dari tegangan jala-jala PLN menyebabkan adanya kebutuhan untuk memanfaatkan sumber listrik mandiri di lokasi desa.

Berbagai macam sumber energi, terutama energi bersih, sudah menjadi perbincangan dan menjadi sektor yang sangat dikembangkan di Indonesia. Potensi sumber energi bersih ini juga telah disusun dalam suatu laporan pengukuran dan analisis potensi sumber energi terbarukan oleh PLN, mulai dari air, angin, matahari, dan panas bumi. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber energi matahari menjadi salah satu potensi energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan di Desa Simoketawang. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari melalui proses pemecahan *electron* dan *hole* dalam suatu panel surya yang disebut fotovoltaik. Sistem fotovoltaik mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Hal tersebut ditunjukkan pada suatu sistem kerja fotovoltaik yaitu, semakin tinggi intensitas radiasi (iradiasi) matahari, maka semakin tinggi daya listrik yang dihasilkan [2].

Pada aplikasi PLTS *off-grid*, daya yang dihasilkan oleh sel fotovoltaik disalurkan menuju *solar charge controller* untuk mengisi baterai. Energi yang tersimpan dalam baterai dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan dengan waktu yang tidak terikat. Energi ini disimpan dalam suatu arus searah. Energi ini dapat diubah sesuai kebutuhan beban. Jika beban yang terpasang merupakan beban dengan arus bolak-balik, maka pemasangan *inverter* diperlukan untuk mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik [3].

Pemanfaatan energi surya yang direncanakan di Desa Simoketawang Sidoarjo ini merupakan penggabungan sistem irigasi otomatis yang diberi tegangan dari fotovoltaik yang dipasang dan diubah tegangannya melalui *inverter*. Sumber energi yang dihasilkan oleh panel surya mengaliri pompa air yang dipasang di dekat sumber pengairan utama. Pipa-pipa irigasi dipasang dan diatur untuk dapat mengairi seluruh pohon kelengkeng yang ada di kebun dengan penjadwalan yang sesuai dengan kebutuhan pengairan pohon [4].

Penerapan teknologi ini bertujuan untuk mengkampanyekan penggunaan teknologi dalam kegiatan sehari-hari masyarakat. Kampanye energi terbarukan dalam pemanfaatan fotovoltaik juga dapat menjadikan daya tarik wisata tersendiri bagi Desa Simoketawang. Selain itu, penjadwalan irigasi otomatis juga dapat membantu proses

pengairan kebun kelengkeng dan dapat membangun suatu sistem yang lebih terukur, tepat sasaran, dan menghemat biaya.

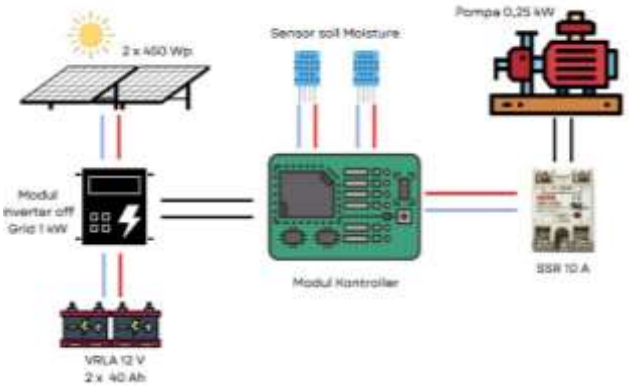
Metode

Metode pelaksanaan kegiatan penerapan irigasi otomatis ini dilakukan dalam beberapa proses penting.

1. **Analisis Lokasi**
   Proses analisis lokasi dilakukan dengan cara visitasi langsung ke Desa Simoketawang. Pengambilan beberapa data penting dilakukan termasuk analisis permukaan lokasi, pengambilan data matahari, penentuan posisi panel surya, dan koordinasi dengan perangkat desa.

Gambar 1. Lokasi pemasangan sistem irigasi otomatis dengan pemanfaatan PLTS.

2. **Perancangan**
   Sistem dirancang sesuai dengan Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Blok diagram sistem irigasi otomatis dengan pemanfaatan PLTS.

Dua sistem utama yang terdapat dalam pompa irigasi otomatis adalah instalasi panel surya dan instalasi pompa air irigasi. Panel surya yang digunakan merupakan dua panel surya dengan daya puncak sebesar 450 Wp [5]. Hasil listrik

yang dihasilkan panel surya masuk ke dalam suatu modul *inverter* yang berisi *solar charge controller* dan *inverter*. Modul *inverter* ini digunakan untuk mengisi dan mengosongkan daya baterai serta mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Hasil energi ini yang digunakan untuk menjalankan pompa air irigasi. Dalam sistem pompa air irigasi, terdapat suatu modul *controlle*r yang digunakan untuk mengatur kerja pompa air. Selain itu, terdapat sensor kelembaban yang digunakan untuk melakukan *monitoring* keadaan kelembaban tanah dari pohon kelengkeng. Dua mode deprogram dalam *controlle*r untuk melakukan irigasi otomatis. Pertama, timer diatur sesuai dengan penjadwalan penyiraman pohon kelengkeng, yaitu pagi dan sore selama setidaknya setengah jam. Mode kedua memanfaatkan input data yang berasal dari sensor kelembaban. Jika nilai kelembaban tanah di bawah *setpoint*, maka pompa akan menyala untuk melakukan penyiraman. Penyalaan pompa air dilakukan oleh *solid state relay* yang mode nyala matinya dikontrol dari input yang berasal dari *controller*. Air yang dipompa mengalir melalui pipa irigasi yang ditata sesuai dengan lokasi pohon kelengkeng dengan metode *spray* atau penyemprotan.

3. **Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam pemasangan sistem irigasi otomatis sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Komponen yang digunakan dalam sistem irigasi otomatis.

No	Item	Spesifikasi
1	Semi Jet Pump	250W
2	Controller Module	-
3	Solid State Relay	10A
4	Solar Cell	450Wp
5	Baterai Accu Kering	12 V 80 Ah
6	Solar Charger Controller	40 A
7	*Inverter*	24V 1000W
8	Power Adaptor For Controller	-
9	Stop Kontak 4 Lubang	-
10	Terminal Block	-
11	Sensor Kelembapan Tanah	-
12	MCB	-
13	Din rail mounting	-
14	Panel Box Outdoor	-
15	Selang Drip Irigasi	-
16	Pipa Paralon	-
17	Nozzel Drip	-
18	Aksesoris (connector,conduit, cable tray,Spiral,Skun)	-
19	Rangka Solar Panel	-

4. **Pemasangan**
   Pemasangan dilakukan di lokasi dalam dua tahap. Tahap 1 merupakan tahap mekanis dimana dilakukan dengan pembuatan pondasi solar panel, pompa air, dan penentuan posisi *wiring* dan *electrical panel box*. Tahap kedua adalah pemasangan panel surya, *electrical panel box*, *plumbing*, dan *wiring* keseluruhan system.

5. **Uji Coba**
   Uji coba yang dilakukan meliputi uji coba kerja tiap komponen dan uji coba keseluruhan. Uji coba tiap komponen dilakukan untuk memastikan semua komponen memiliki kinerja sesuai dengan yang diharapkan. Uji coba ini meliputi uji coba pada sistem PLTS dan uji coba pada sistem irigasi. Setelah itu, uji coba dilakukan secara keseluruhan dimana semua sistem dijalani secara bersamaan.

Hasil dan Pembahasan

Perancangan sistem dilakukan dengan perhitungan-perhitungan desain PLTS dan pembebanan pompa air. Daya yang dihasilkan dalam PLTS dihitung dengan mengetahui data daya panel surya, tegangan kerja, arus kerja, serta toleransi error sesuai dengan Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Spesifikasi panel surya.

No	Parameter	Spesifikasi
1	Model	MS450MB-40H
2	Maximum Power	450 Wp
3	Voltage at Pmax	41 V
4	Current at Pmax	10,98 A
5	Open circuit voltage	49,6 V
6	Short circuit voltage	11,53 A
7	Tolerance	5%

Dari data tersebut, maka daya yang dihasilkan PLTS dalam satu hari adalah sebagai berikut.

$$P = 2 \times 450 = 900\ W$$
$$V_p = 41\ V \times 2 = 82\ V$$
$$E_{tot} = P \times I_{rad} = 900 \times 4\ kWh/m^2/day = 3600\ Wh$$

Dimana P adalah daya, V_{mp} adalah tegangan kerja, E_{tot} adalah total daya PLTS, dan I_{rad} adalah intensitas radiasi matahari. Dari perhitungan tersebut, dengan intensitas matahari secara penuh selama 4 jam, maka perkiraan daya yang dihasilkan oleh PLTS sebesai 3600 Wh. Arus yang diperkirakan masuk ke *solar charge controller* menentukan luas penampang kabel agar aman digunakan, sehingga digunakan kabel KHA dengan luas penampang sebesar 16 mm^2.

Perhitungan daya baterai dilakukan sesuai dengan kebutuhan pompa air. Baterai yang dipasang disesuaikan dengan hari otonominya. Oleh sebab itu, agar

dapat menampung daya yang dihasilkan PLTS secara menyeluruh, maka dibutuhkan baterai dengan kapasitas sebesar 450Ah. Pada penerapan sistem ini, digunakan baterai sebesar 80Ah yang disesuaikan dengan kebutuhan pompa air. Oleh sebab itu, terdapat ruang untuk meningkatkan kinerja sistem dengan memperbesar kapasitas baterai yang dapat digunakan oleh beban lain.

Dengan energi yang dihasilkan oleh sistem PLTS sebesar 3600 Wh dalam satu hari, maka diperlukan *inverter* yang memiliki spesifikasi yang cocok dengan beban dan sistem PLTS. Tegangan yang dipakai untuk *inverter* disesuaikan dengan tegangan baterai, yaitu sebesar 24 V. Pengasumsian keamanan sebesar 110% sehingga *inverter* setidaknya dapat mengatasi beban pompa sebesar 250 W dengan daya solar panel 900 Wp. *Inverter* yang digunakan dalam sistem ini sebesar 1000 W sehingga penambahan panel surya masih dapat ditambah.

Selanjutnya, proses instalasi dilakukan di kebun kelengkeng Desa Simoketawang sesuai dengan blok diagram sistem. Hasilnya, sistem dapat bekerja secara baik dengan proses pengairan pohon kelengkeng sesuai dengan jadwal, yaitu pagi dan sore selama masing-masing 30 menit.

Gambar 3. Sistem irigasi otomatis dengan pemanfaatan PLTS di Kebun Kelengkeng Desa Simoketawang.

Gambar 3 merupakan hasil akhir dari proses perancangan dan pemanfaatan sistem irigasi otomatis dengan pemanfaatan energi surya. Sistem ini diharapkan dapat membantu desa dalam pengontrolan dan meringankan kerja pihak desa dalam pekerjaan pengairan kebun kelengkeng Desa Simoketawang.

Simpulan dan Saran

Sistem irigasi otomatis dengan pemanfaatan PLTS ini dapat membantu pihak desa dalam meringankan kerja desa dalam pengontrolan pengairan tanaman kelengkeng. Selain itu, pemanfaatan PLTS juga dapat membantu dalam pemanfaatan energi alam secara ekonomis dalam jangka waktu setidaknya 25 tahun. Pada proses pemasangannya, penentuan lokasi dan orientasi panel surya sangat menentukan hasil listrik yang dapat digunakan untuk pompa air. Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa

keadaan cuaca sangat mempengaruhi energi yang dapat dihasilkan oleh PLTS. Untuk itu, kinerja pompa air sangat bergantung pada kapasitas baterai yang tersedia. Hasil akhir dari penelitian ini adalah teralirinya kebun kelengkeng sesuai dengan penjadwalan penyiraman.

Rekomendasi yang dapat diberikan untuk pemanfaatan lebih lanjut adalah menambah kapasitas panel surya dan baterai sehingga pembebanan tidak hanya terbatas pada pompa air saja, namun dapat dikembangkan dengan jenis beban lain. Selain itu, skala pengairan kebun kelengkeng juga dapat diperbesar dengan penambahan kapasitas.

Penghargaan

Kegiatan ini direalisasikan dengan pendanaan *Matching Fund* anggaran 2022 yang diusulkan oleh Program Studi Arsitektur, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan pendampingan dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan Mitra Desa Simoketawang, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo, Bapak Abdul Waras selaku kepala desa dan Bapak Suyantok selaku sekretaris desa.

Daftar Pustaka

[1] M. N. Huda, D. Harisuseno, and D. Priyantoro, "KAJIAN SISTEM PEMBERIAN AIR IRIGASI SEBAGAI DASAR PENYUSUNAN JADWAL ROTASI PADA DAERAH IRIGASI TUMPANG KABUPATEN MALANG," p. 9.

[2] T. Artiningrum and J. Havianto, "MENINGKATKAN PERAN ENERGI BERSIH LEWAT PEMANFAATAN SINAR MATAHARI," p. 16.

[3] M. Syahwil and N. Kadir, "Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 3, no. 1, pp. 26–35, Jan. 2021, doi: 10.14710/jplp.3.1.26-35.

[4] E. L. Utari and I. Mustiadi, "PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PENGGANTI LISTRIK UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN PENERANGAN JALAN DI DUSUN NGLINGGO KELURAHAN PAGERHARJO KECAMATAN SAMIGALUH KABUPATEN KULON PROGO," no. 2, p. 10, 2018.

[5] M. D. Syamsiar, M. Rivai, and S. Suwito, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. A261–A266, Sep. 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16512.