

TEKNOLOGI TATA KELOLA AIR IRIGASI SPRINKLER OTOMATIS PADA LAHAN USAHA TANI DESA SEPUTUK KABUPATEN TANA TIDUNG

Sudirman Sirait¹, Hendris², Devi Agustia³

¹Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan

²Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan

³Jurusan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Teuku Umar

Jalan Amal Lama Nomor 1 Kelurahan Pantai Amal, Kota Tarakan, 77123.

E-Mail: sudirsirait@gmail.com

ABSTRACT

Increasing the efficiency of irrigation water management can be done by using solar powered automatic sprinkler irrigation. This irrigation system is designed using digital technology, a microcontroller and sensor network. This technological innovation is built to operate the on/off sprinkler irrigation based on the soil moisture value which is set as the lower set point value and upper setpoint value. The aims of this research are to develop a solar powered automatic sprinkler irrigation system with reference to soil moisture control. The stages of the research are hardware design of solar-powered control systems, design of automatic control system software, design of sprinkler irrigation networks, testing and data analysis. The results showed that the total power to operate an automatic sprinkler irrigation system of 68.2 watt.hour and without automatic control system of 401.7 watt.hour. The use of automatic control system in sprinkler irrigation system can reduce battery consumption of 333.5 Watt.hour. The battery operating time in a system equipped with an automatic control system is 12 hours, while without the use of the control system it is 2 hours. The use of a 100 WP solar panel unit is able to meet the power needed for the automatic control system during the experiment.

Key words: irrigation efficiency, solar power, sprinkler irrigation, water management

ABSTRAK

Peningkatan efisiensi tata kelola air irigasi dapat dilakukan dengan penggunaan irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya. Sistem irigasi ini dirancang dengan memanfaatkan teknologi digital, mikrokontroler dan jaringan sensor. Inovasi teknologi ini dibangun untuk mengoperasikan on/off irigasi sprinkler berdasarkan nilai kelembaban tanah yang diatur sebagai nilai setpoint bawah dan setpoint atas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya dengan acuan kendali kelengasan tanah. Tahapan penelitian yaitu perancangan hardware sistem kontrol otomatis bertenaga surya, perancangan software sistem kendali, perancangan jaringan irigasi sprinkler, pengujian dan analisis data. Hasil percobaan menunjukkan total daya untuk mengoperasikan sistem irigasi sprinkler otomatis 68,2 watt.hour dan tanpa penggunaan sistem kontrol otomatis 401,7 watt.hour. Penggunaan sistem kontrol otomatis pada irigasi sprinkler mampu menghemat penggunaan daya baterai sebesar 333,5 watt.hour. Lama operasi baterai pada sistem yang dilengkapi sistem kontrol otomatis adalah 12 jam sedangkan tanpa penggunaan sistem kontrol sebesar 2 jam. Penggunaan 1 unit panel surya 100 WP mampu mencukupi daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sistem kontrol otomatis selama percobaan.

Kata kunci: efisiensi irigasi, irigasi sprinkler, tata kelola air, tenaga surya

PENDAHULUAN

Permasalahan air bagi pertanian terutama di lahan kering adalah persoalan ketidaksesuaian distribusi air antara kebutuhan dan pasokan menurut waktu dan tempat. Pengelolaan air berperan sangat penting dan merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan produksi hasil tanaman pertanian. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat terhambat atau terganggu karena kebutuhan air yang tidak tercukupi. Siebert dan Doll (2010) memperkirakan bahwa rata-rata hasil produksi tanaman biji-bijian dengan sistem irigasi adalah 4,4 ton/ha, sedangkan dengan sistem tadah hujan sebesar 2,7 ton/ha. Sebesar 42% dari hasil produksi tanaman biji-bijian pada umumnya berasal dari lahan irigasi dan tanpa sistem irigasi hasil produksi akan menurun sebesar 20%.

Kegiatan usahatani Desa Seputuk masih menerapkan sistem tadah hujan dan cenderung melakukan kegiatan usahatannya secara tradisional serta selalu berpindah-pindah yang berdampak ketidakpastian ketersediaan kebutuhan air untuk tanaman pertanian. Ketersediaan air untuk tanaman sulit diprediksi karena pasokan air tergantung dari sebaran curah hujan di sepanjang tahun, yang sebarannya tidak merata di wilayah Kalimantan Utara juga menyebabkan beberapa lahan pertanian tadah hujan mengalami kekeringan. Kondisi ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara ketersediaan dan

kebutuhan air tanaman, penurunan produksi bahkan gagal panen (Sirait dan Sri 2018; Nikolidakis et al. 2015).

Disisi lain petani Desa Seputuk belum memperoleh informasi ataupun adopsi teknologi tentang pengelolaan air irigasi sehingga lahan pertanian belum memberikan hasil yang optimal. Pengelolaan air di lahan pertanian bukan hanya dimaksudkan untuk menghindari terjadinya banjir/genangan yang berlebihan di musim hujan tetapi juga untuk menghindari kekeringan di musim kemarau.

Tata kelola sumberdaya air yang kurang tepat akan berakibat krisis sumberdaya air dan berdampak terhadap ketahanan pangan. Suciati et al. (2014) mengatakan bahwa sekitar 80% produksi padi dihasilkan sawah beririgasi sehingga pemenuhan ketersediaan air menjadi aspek penting. Oleh karena itu dibutuhkan tata kelola sumberdaya air yang mampu merancang kebijakan publik yang dapat diterima dan pelaksanaannya efektif oleh aktor/stakeholder.

Tata kelola air irigasi di lahan pertanian tidak mungkin jika dilakukan dengan cara manual yang selama ini banyak dipakai, oleh karena itu diperlukan suatu sistem pemberian air irigasi yang lebih efektif dan efisien. Salah satu cara penyediaan kebutuhan air tanaman untuk meningkatkan produksi hasil pertanian adalah penerapan sistem irigasi sprinkler yang dilengkapi sistem otomatis berbasis tenaga surya.

Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P dapat digunakan sebagai sistem kendali otomatis untuk pengaturan on-off pompa irigasi yang dapat mendukung produktivitas tanaman. Nurfaifah et al. (2015) menyatakan bahwa sistem kontrol tinggi muka air berdasarkan sistem kendali on-off menggunakan mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P dengan perlakuan rejim air agak basah untuk budidaya tanaman padi memberikan jumlah anakan tertinggi (138 anakan), hasil tanaman tertinggi 194,7 g/rumpun (setara 21,6 ton/ha dengan asumsi jarak tanam 30x30 cm), dan produktivitas air tertinggi 3,16 kg/m³.

Pemanfaatan tenaga surya telah banyak digunakan oleh masyarakat luas baik untuk kepentingan pertanian maupun non pertanian, sehingga sangat memungkinkan untuk digunakan sebagai sumber energi untuk penggerak outlet irigasi elektromekanis. Sel surya dapat mengonversi sekitar 30% dari energi radiasi matahari menjadi listrik (Balaji dan Sudha, 2016; Chavan et al, 2017; Ingale dan Kasat, 2012; Uddin et al, 2012).

Pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi untuk irigasi sprinkler juga telah dilakukan oleh Sirait dan Sri (2018) yang menyatakan bahwa sistem kontrol dapat beroperasi sesuai dengan set point yang ditentukan yaitu pengaturan tingkat kelembaban tanah 13,58% sebagai nilai set point bawah dan 28,29% sebagai nilai set point atas untuk acuan pengaturan on-off pompa irigasi serta dapat menjaga kondisi tanah dari kapasitas lapang.

Berbagai uji coba dan penelitian irigasi otomatis dengan tenaga surya telah dilakukan dengan simulasi komputer untuk mengoperasikan pompa irigasi berdasarkan kelembaban tanah sebagai acuan kendali. Hasil model simulasi tersebut diimplementasikan pada skala laboratorium dan lahan kering untuk bidang pertanian ukuran medium (Dursun dan Ozden, 2012; Nagahage & Dilrukshi, 2012).

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya dengan acuan kendali kelembaban tanah. Inovasi teknologi ini dapat digunakan untuk mempermudah pemberian air untuk tanaman berdasarkan tingkat kelembaban tanah di lahan pertanian, meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi dan efisiensi tenaga kerja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di lahan Kelompok Tani Desa Seputuk pada bulan Mei-Oktober 2020. Penelitian dibagi ke dalam beberapa tahapan yaitu perancangan hardware sistem kontrol otomatis bertenaga surya, perancangan software sistem kendali, perancangan jaringan irigasi sprinkler, pengujian dan analisis data.

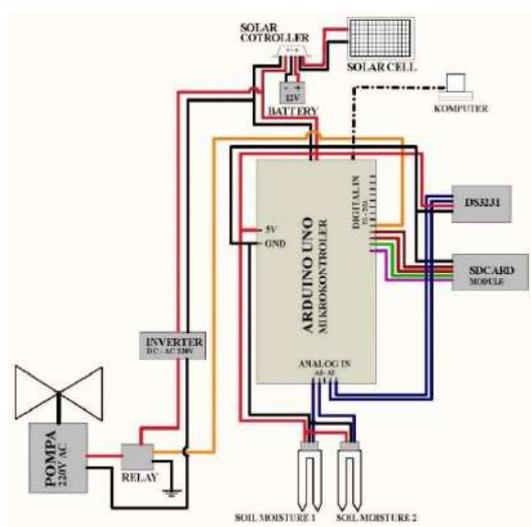
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P, pompa, sensor kelembaban tanah YL-69, micro SD, RTC modul, baterai 12V, relay 12V dan 5V, panel surya 100 WP, solar charge controller, kotak panel, terminal barrier, pipa PVC, dan nozzle sprinkler.

Adapun tahapan-tahapan penelitian yaitu perancangan hardware sistem kontrol otomatis bertenaga surya, perancangan software sistem kendali, perancangan jaringan irigasi sprinkler, pengujian dan analisis data. Perancangan perangkat hardware yang dilakukan terdiri dari panel surya, panel sistem kendali, rangkaian sensor kelembaban tanah, dan catu daya. Teknologi digital, mikrokontroler dan jaringan sensor dimanfaatkan untuk merancang sistem kontrol otomatis.

Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P digunakan sebagai sistem kendali otomatis untuk mengoperasikan sistem aktuasi pompa irigasi dengan acuan kelembaban tanah di lahan percobaan yang dideteksi oleh sensor YL-69. Panel sistem kendali terdapat beberapa perangkat komponen yang terdiri dari mikrokontroler, inverter, relay, rangkaian sensor, baterai dan solar charge controller.

Mikrokontroler dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal yang berasal dari baterai dan dihubungkan melalui plug jack ukuran 2,1 mm ke konektor power. Konsumsi daya yang dibutuhkan untuk mengaktifkan board Mikrokontroler adalah 7-12 Volt. Nilai setpoint sebagai acuan mengoperasikan pompa ditentukan berdasarkan hasil analisis kadar air tanah lahan percobaan dan menjaga kondisi tanah dari kapasitas lapang. Pada tahap perancangan *software* dilakukan pembuatan dan penyesuaian program untuk melakukan pengujian sistem kendali otomatis. Penulisan

bahasa pemrograman didasarkan pada bahasa pemrograman C/C++. Gambar 1 menunjukkan rangkaian hardware sistem kontrol irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya.

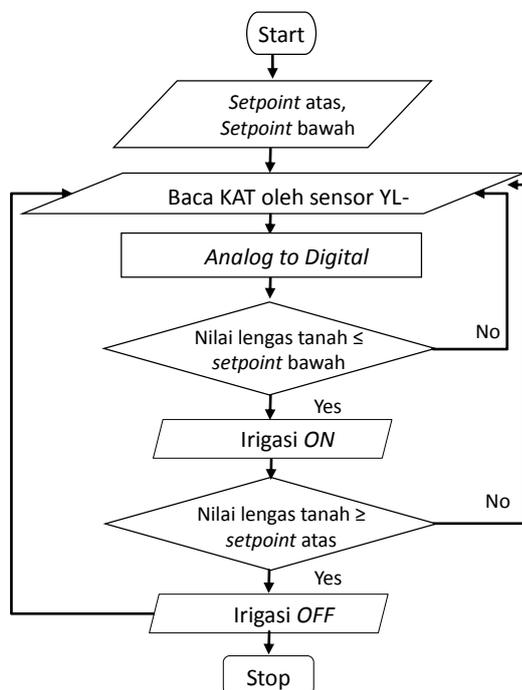


Gambar 1. Skema rangkaian hardware

Sensor YL-69 mendeteksi tingkat kelembaban tanah di lahan percobaan dan mengirimkan ke mikrokontroler. Sensor YL-69 berkomunikasi dengan komputer melalui USB serial port. Komputer berfungsi sebagai antar muka pengguna untuk memonitor hasil pembacaan sensor, waktu dan aktivitas sistem kendali irigasi, serta untuk mengubah setting pengendali yang diinginkan.

Pada saat kelembaban tanah berada dibawah setpoint bawah maka mikrokontroler akan memberikan perintah kepada relay untuk mengaktifkan motor pompa *on*. Sedangkan ketika kelembaban tanah berada diatas setpoint atas, maka mikrokontroler akan memberikan sinyal untuk mengaktifkan relay supaya menggerakkan motor pompa untuk *off*. Status pompa akan *idem* ketika kelembaban tanah berada diantara nilai setpoint atas dan bawah.

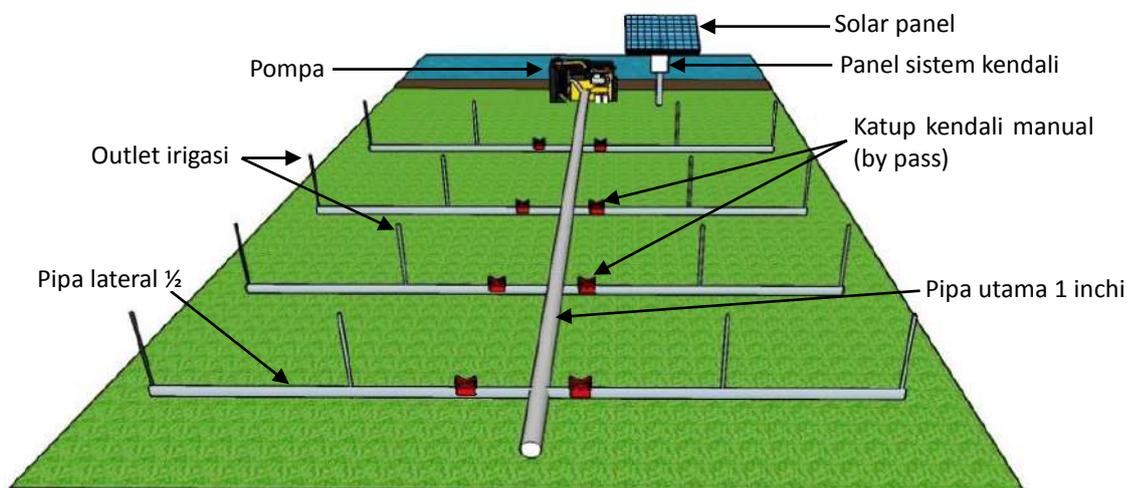
Gambar 2 menunjukkan bagan alir rancangan sistem kendali irigasi otomatis bertenaga surya



Gambar 2. Diagram Alir Sistem Kendali Otomatis

Rancangan jaringan irigasi sprinkler sistem perpipaan di implementasikan pada lahan percobaan seluas 1 ha dengan sistem pengaliran menggunakan tekanan pompa. Pipa utama yang berdiameter 1 inchi terhubung ke pipa lateral yang berdiameter ½ inchi dan merupakan outlet irigasi. Outlet irigasi merupakan nozzle sprinkler dengan interval jarak antar sprinkler sebesar 6 m.

Air irigasi bersumber dari air tanah dan reservoir yang terdapat di lahan dan jaringan juga dilengkapi dengan simpang *by pass* yang digunakan jika sistem mengalami *trouble*. Gambar 3 memperlihatkan instalasi jaringan irigasi pompa sistem perpipaan di lahan usahatani yang dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis bertenaga surya.



Gambar 3. Instalasi jaringan irigasi sprinkler

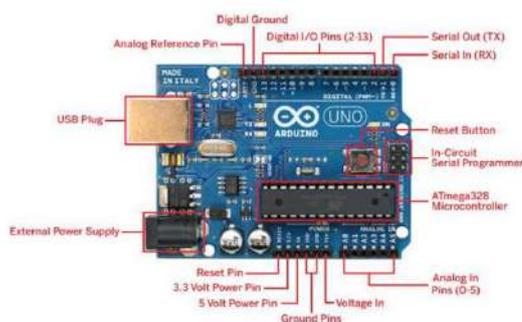
Analisis dilakukan agar data hasil pengujian dapat digunakan dan dijadikan rujukan untuk penyempurnaan sistem lebih lanjut. Data yang dianalisis adalah perangkat software dan hardware, instalasi jaringan irigasi sprinkler, dan

analisis konsumsi daya untuk pengoperasian sistem. Data yang akan dianalisis dapat menggambarkan kinerja sistem kontrol otomatis pada irigasi sprinkler dengan set point yang diinginkan.

HASIL PEMBAHASAN

Perangkat Software dan Hardware

Program kendali dirancang berdasarkan nilai kelengasan tanah di lahan percobaan sebagai acuan nilai set point untuk mengoperasikan pompa. Bahasa program kendali dilakukan dengan menggabungkan kodingan masing-masing perangkat hardware pada sistem. Tahap perancangan hardware dilakukan dengan menggabungkan masing-masing perangkat dengan mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P melalui kabel jumper pada setiap pinnya. Arduino Uno ATmega328P mempunyai 14 digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan untuk PWM output), 6 analog inputs, 16 MHz clock speed, USB connection, power jack, ICSP header, dan reset button. Skema Arduino Uno ATmega328P disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Aduino Uno
(Sumber : <http://www.arduino.cc>)

Sensor kelembaban tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah YL-69 yang memiliki tiga pin yaitu bare Pin, red, dan black berdasarkan fungsi masing-masing. Sensor YL-69 digunakan dengan menghubungkan setiap pin sensor dengan mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P. Pin Vin dihubungkan ke port 5 V,

pin ground dihubungkan ke port ground dan pin Vout dihubungkan ke port analog serial A1 dan A2. Sensor kelembaban tanah YL-69 ditanam pada lahan percobaan dengan kedalaman 5-10 cm (Cardenas-Lailhacar dan Dukes, 2010). Tabel 1 menunjukkan spesifikasi sensor kelembaban tanah YL-69 yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Spesifikasi Sensor Kelembaban Tanah YL-6

Uraian	Spesifikasi
Tegangan suplai	3,3 V atau 5 V
Current	35 mA
Signal tegangan output	0 – 4,2 V
Digital output	0 atau 1
Analog	Resistance (Ω)
Dimensi panel	1,6 – 3,0 cm
Dimensi probe	3,0 – 6,0 cm

Pada mikrokontroler juga dipasang modul RTC dan micro SD yang dapat merekam data hasil pembacaan sensor disertai dengan waktu pengukuran. Selain itu, terdapat beberapa rangkaian lainnya yaitu inverter DC-AC untuk mengoperasikan pompa, terminal barrier, relay sebagai saklar otomatis untuk mematikan atau menghidupkan sistem, panel surya dan solar charge controller sebagai pendukung sistem dengan pemanfaatan tenaga surya, baterai 12 Volt sebagai sumber tegangan listrik yang akan dialirkan melalui relay untuk mengoperasikan pompa yang berfungsi sebagai buka-tutup aliran air ke jaringan irigasi (outlet irigasi) berupa nozzle sprinkler.

Sistem kontrol panel sepenuhnya didukung oleh penggunaan tenaga surya yang telah diubah dari sinar matahari ke energi listrik oleh sel surya yang kemudian disimpan dalam baterai.

Sel surya bekerja berdasarkan fenomena photovoltaic yang merupakan suatu elemen aktif dan mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Gambar 5 menunjukkan perangkat sistem kendali irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya.



Gambar 5. Panel Sistem Kendali

Tingkat energi sinar matahari yang terdiri dari foton akan berbeda tergantung spektrum dari mana sinar berasal. Ketika sinar matahari menyentuh permukaan sel surya, maka bahan photovoltaic akan menyemburkan elektron yang menghasilkan tegangan listrik. Tabel 2 menunjukkan spesifikasi panel surya yang digunakan pada penelitian.

Tabel 2. Spesifikasi Panel Surya

Uraian	Spesifikasi
Module Type	SP-100-P36
Daya Max (Pmax)	100 Watt
Open Circuit Voltage (Voc)	22,3 V
Short Circuit Current (Isc)	5,82 A
Max. Power Current (Imp)	5,49 A
Max. Power Voltage (Vmp)	18,3 V
Number of Cells	36
Max. System Voltage	700 V
Ketahanan suhu (C)	-45 C ~ +80 C
Ukuran (mm)	1020 x 670 x 35

Instalasi jaringan irigasi sprinkler

Sistem irigasi sprinkler terdiri dari beberapa komponen utama yaitu sumber air, pompa dan tenaga penggerak sebagai sumber tekanan, pipa utama dan pipa lateral, dan sprinkler (Keller dan Bliesner, 1990). Irigasi sprinkler merupakan suatu metode pemberian air pada area yang akan di irigasi dengan menggunakan pipa bertekanan melalui nozzle. Merkle dan Allen (2004) mengemukakan bahwa sistem irigasi sprinkler dapat diklasifikasikan menjadi sistem permanen, portable/semi portable, traveling irrigator, center pivot atau linear move.

Rancangan jaringan irigasi sistem perpipaan dipasang pada lahan usaha berukuran 100x100 m dan sistem pengaliran menggunakan pompa. Pipa utama yang berdiameter 1 inci terhubung dan mengalirkan air ke pipa lateral yang berdiameter ½ inci dan merupakan outlet irigasi. Percobaan lapang dilakukan selama 7 hari secara kontinue dan pemberian air dilakukan menggunakan sprinkler yang bertekanan dari pompa Sanyo P-H236AC dengan spesifikasi pompa ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Pompa Irigasi

Uraian	Spesifikasi
Seri produk	Sanyo P-H236AC
Daya Output Listrik	200 Watt
Daya Input Start	400 Watt
Daya Hisap (max)	9 m
Daya Dorong (max)	30 m
Total Head	39 m
Debit Air Max	50 Liter / menit
Inlet	1 inci
Outlet	1 inci

Pemanfaatan inovasi teknologi ini yang sepenuhnya didukung oleh tenaga surya dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan meminimalkan dampak terhadap lingkungan hidup jika dibandingkan dengan operasi pompa berbahan bakar minyak serta dapat mengatasi masalah kebutuhan listrik. Produk teknologi ini merupakan inovasi dalam upaya peningkatan efisiensi tata kelola air irigasi sekaligus merupakan teknologi otomatisasi yang lebih aplikatif.

Inovasi teknologi ini memperkenalkan sistem otomatis yang akan menjadi daya tarik untuk pengembangan pertanian yang modern, yang mengatasi keterbatasan penggunaan sumberdaya listrik di bidang pertanian serta tuntutan efisiensi penggunaan air dengan pengaturan otomatis sesuai pengaturan yang diinginkan. Penerapan teknologi irigasi sprinkler otomatis di lahan usaha tani dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penerapan Irigasi Sprinkler di Lahan Petani

Analisis Konsumsi Daya

Pemanfaatan tenaga surya dapat memberikan daya yang cukup untuk menggerakkan sistem dan dapat mengatasi masalah kebutuhan listrik selama percobaan lapang. Hidayah dan Prihantoko (2017) menyatakan bahwa penggunaan tenaga surya dengan daya 150 Wp per satu sistem dan baterai 152 Ah, dapat mengoperasikan pintu air elektromekanis secara otomatis dengan acuan kendali data debit pada saluran dengan ketinggian maksimal satu meter.

Penggunaan *solar charge controller* tipe LCD 12V juga dapat menjaga agar baterai tidak kelebihan (*over charge*) dan kehabisan tegangan sehingga dapat menjaga umur baterai bertahan lebih lama. Pengisian tegangan baterai dilakukan secara otomatis yang di kontrol oleh rangkaian *controller* baterai. Tegangan *charger* baterai antara 13,2 – 13,4 Volt dan jika baterai sudah mencapai tegangan tersebut, maka rangkaian ini otomatis akan menghentikan proses pengisian tegangan baterai. Namun apabila tegangan baterai *drop* hingga 11 Volt, maka rangkaian

controller akan memutus tegangan sehingga analisis konsumsi daya untuk pengoperasian baterai tidak sampai kehabisan tegangan. Hasil sistem dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Konsumsi Daya Pada Sistem Selama Percobaan

Uraian	Tanpa Sistem Kontrol	Aplikasi Sistem Kontrol
Daya Output		
Pompa irigasi	400 Watt	66,7 Watt
Mikrokotroller Arduino Uno ATmega 328P	-	1,08 Watt
RTC dan Micro SD	0,008 Watt	0,008 Watt
Relay 12 V	0,9 Watt	0,20 Watt
Relay 5 V	0,54 Watt	0,12 Watt
Sensor kelembaban tanah	0,24 Watt	0,24 Watt
Daya Input		
Kapasitas max. <i>solar cell</i> 1 hari	452 Watt	452 Watt
Baterai 12V 70Ah	840 Watt	840 Watt
Lama daya tahan baterai tanpa suplai dari <i>solar cell</i>	2 jam	12 jam
Kebutuhan baterai 7 hari tanpa sinar matahari	6 buah	1 buah
Faktor dieffisiensi baterai	3 jam	3 jam
Kebutuhan <i>solar cell</i> selama percobaan	1 buah	0,2 buah

Board mikrokontroller Arduino Uno ATmega 328P membutuhkan konsumsi daya 7-12 Volt, jika daya kurang dari 7 Volt maka mikrokontroller akan beroperasi tidak stabil. Namun jika daya yang diberikan lebih dari 12 Volt, maka regulator tegangan mikrokontroller akan panas dan dapat merusak *board* mikrokontroller karena mengalami over tegangan. Mikrokontroler dapat diaktifkan melalui catu daya eksternal yang berasal dari baterai dengan konektor *power*.

Panel surya mampu menghasilkan tegangan hingga 0,5 Volt. Panel surya yang digunakan pada kegiatan ini adalah panel surya 100 Wp artinya surya tersebut mempunyai 100 Watt peak saat matahari terik) dimana 1 peak diasumsikan 4,5 jam sehingga kapasitas maksimal untuk pemakaian 1 hari adalah 452 Watt.hour/hari. Total daya untuk mengoperasikan sistem irigasi *sprinkler* otomatis

during percobaan 7 hari secara kontinue adalah 68,2 Watt.hour dengan rata-rata lama 10 menit/hari.

Penggunaan 1 unit panel surya 100 Wp mampu mencukupi daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sistem irigasi *sprinkler* otomatis selama percobaan dan mampu mendukung sistem tanpa penggunaan tenaga listrik. Jika jaringan irigasi tidak dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis, maka konsumsi daya pengoperasian pompa selama percobaan 7 hari sebesar 400 Watt, maka total daya untuk mengoperasikan irigasi *sprinkler* tanpa dilengkapi sistem kontrol otomatis adalah 401,7 Watt.hour.

Penggunaan sistem kontrol otomatis pada jaringan irigasi *sprinkler* dapat menghemat penggunaan daya baterai sebesar 333,5 Watt. Menurut Alam dan Naseem (2014) mengemukakan bahwa penggunaan panel

surya mampu mengurangi konsumsi energi lebih dari 35% sehingga dapat membantu meningkatkan pendapatan petani.

KESIMPULAN

Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P dapat digunakan sebagai sistem kendali otomatis untuk pengaturan *on-off* pompa irigasi berdasarkan kelembaban tanah yang dideteksi oleh YL-69 sensor kelembaban tanah. Total daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan irigasi *sprinkler* otomatis adalah 68,2 Watt.hour dan tanpa dilengkapi sistem kontrol otomatis adalah 401,7 Watt.hour. Penggunaan sistem kontrol otomatis pada jaringan irigasi *sprinkler* dapat menghemat penggunaan daya baterai sebesar 333,5 Watt.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional (RISTEK-BRIN), Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan melalui Hibah Skema Program Pengabdian Kepada Masyarakat tahun pelaksanaan 2020. Selain itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kelompok Tani Desa Seputuk sebagai mitra kegiatan PkM dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Borneo Tarakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, N., Naseem, A. 2014. Solar powered auto irrigation system. *Journal Sci. Int*, 26, 1515-1517.
- Balaji, V. R., Sudha, M. 2016. Solar powered auto irrigation system. *International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics (IJETCSE)*, 20(2). Diperoleh dari <http://www.ijetcse.com/wp-content/plugins/ijetcse/file/upload/docx/379ICAEECI-171-pdf.pdf>.
- Cardenas-Lailhacar, B., Dukes, M. D. 2010. Precision of soil moisture sensor irrigation controllers under field conditions. *Agricultural Water Management*, 97(5), 666–672.
- Chavan, M. S., Pawar, P., Bhaga, R., Somanwad, N. 2017. Solar powered auto irrigation system. *International Journal of Recent Innovation in Engineering and Research*, 02, 19–24.
- Dursun, M., Ozden, S. 2012. Application of solar powered automatic water pumping in Turkey. *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, 4(2), 161–164. <https://doi.org/DOI:10.7763/IJCEE.2012.V4.471>.
- Hidayah, S., Prihantoko, A. 2017. Pintu Air Irigasi Elektromekanis Kombinasi Aliran Atas dan Bawah. *Jurnal Irigasi*, 11(2), 113–124. <http://dx.doi.org/10.31028/ji.v11.i2.113-124>.

- Ingale, H., Kasat, N. N. 2012. Automated solar based agriculture pumping. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2(11), 407–410.
- Keller, J., Bliesner, R. D. 1990. *Sprinkle and trickle irrigation*. The Blackburn Press.
- Merkley, G. P., Allen, R. G. 2004. *Sprinkle & Trickle Irrigation: Lecture Notes*. Logan, Utah: Biological and Irrigation Engineering Department, Utah State Unive.
- Nagahage, I. S. P., Dilrukshi, E. A. A. 2013. Solar powered automated irrigation system. Dipresentasikan pada ACEPS. Diperoleh dari <http://dl.lib.mrt.ac.lk/handle/123/9076>.
- Nurfaijah, Setiawan, B. I., Arif, C., Widodo, S. 2015. Sistem Kontrol Tinggi Muka Air Untuk Budidaya Padi. *Jurnal Irigasi*, 10(2), 97–110. <http://dx.doi.org/10.31028/ji.v10.i2.97-110>.
- Siebert, S., Döll, P. 2010. Quantifying blue and green virtual water contents in global crop production as well as potential production losses without irrigation. *Journal of Hydrology*, 384(3), 198–217. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.07.031>.
- Sirait S., Sri Maryati. 2018. Sistem kontrol irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya di Kelompok Tani Kecamatan Meureubo Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Irigasi*, 13(1), 55–66. <http://dx.doi.org/10.31028/ji.v13.i1.55-66>.
- Suciati L. P, Bambang Juanda, Akhmad Fauzi, Ernan Rustiadi. 2014. *Tata kelola sumberdaya air untuk mendorong kebijakan system of rice intensification*. [Disertasi]. Program Studi Ilmu Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan. Sekolah pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Uddin, J., Reza, S. T., Newaz, Q., Uddin, J., Islam, T., Kim, J.-M. 2012. Automated irrigation system using solar power (hlm. 228–231). Dipresentasikan pada 7th International Conference on Electrical and Computer Engineering, Dhaka, Bangladesh: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICECE.2012.6471527>.