

## TEKNOLOGI IRIGASI OTOMATIS BERTENAGA SURYA DI KELOMPOK TANI CAHAYA TANI KECAMATAN TARAKAN UTARA KOTA TARAKAN

Sudirman Sirait<sup>1</sup>, Dwi Santoso<sup>2</sup>, Saat Egra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan  
Jalan Amal Lama Nomor 1 Kelurahan Pantai Amal, Kota Tarakan, 77123.  
E-Mail: sudirsirait@gmail.com

Received: 25 July 2019

Accepted: 12 September 2019

### ABSTRACT

One effort to increase irrigation efficiency is the use of solar power-based automatic control systems. This technological innovation was designed by utilizing digital technology, microcontroller and sensor network. This automatic control system operates based on the value of soil moisture as the lower set point value and the upper set point value to set the pump on/off. The aims of this research are to develop a solar-powered automatic control system with reference to the control of soil moisture for set on/off the pump and can keep the soil moisture from the water capacity. 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 67.0 Watt and can reduce battery consumption of 234.7 Watt. The use of a 30 Wp solar panel unit is able to meet the power needed for the automatic control system during the experiment.

**Keywords:** automatic control system, microcontroller, solar power, sprinkler irrigation

### ABSTRAK

Salah satu usaha untuk meningkatkan efisiensi irigasi adalah penggunaan sistem kontrol otomatis berbasis tenaga surya. Inovasi teknologi ini dirancang dengan memanfaatkan teknologi digital, mikrokontroler dan jaringan sensor. Sistem kontrol otomatis ini beroperasi berdasarkan nilai kelengasan tanah sebagai nilai set point bawah dan set point atas untuk mengatur on/off pompa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol otomatis bertenaga surya dengan acuan kendali kelengasan tanah untuk pengaturan on/off pompa dan menjaga kondisi tanah dari kapasitas lapang. 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 67,0 Watt dan menghemat penggunaan daya baterai sebesar 234,7 Watt. Penggunaan 1 unit panel surya 30 Wp mampu mencukupi daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sistem kontrol otomatis selama percobaan.

**Kata kunci:** irigasi sprinkler, mikrokontroler, sistem kontrol otomatis, tenaga surya

### PENDAHULUAN

Kecamatan Tarakan Utara secara geografis berada antara 117°31'45"-117°38'12" Bujur Timur dan 3°14'30"-3°26'37" Lintang Utara dan merupakan salah satu pemasok hasil pertanian untuk wilayah Kota Tarakan. Potensi hasil sektor pertanian wilayah Kecamatan Utara adalah tanaman pangan, sayur-sayuran dan buah-buahan. Hal ini sangat memungkinkan untuk kegiatan budidaya dan pengembangan usaha tani yang dapat mendukung ketersediaan hasil pertanian wilayah Kota Tarakan. Namun kegiatan usahatani di wilayah Kecamatan Tarakan Utara masih menerapkan sistem tadah hujan yang berdampak pada ketidakpastian pemenuhan kebutuhan air oleh tanaman. Kondisi

ini menyebabkan ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air tanaman, penurunan produksi atau bahkan gagal panen. Pengelolaan air berperan sangat penting dan merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan produksi hasil tanaman pertanian. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman bisa terhambat atau terganggu karena kebutuhan air tidak tercukupi. Tusi dan Lanya (2016) menjelaskan bahwa salah satu kendala yang dihadapi oleh kelompok tani kecil dalam meningkatkan produktivitas tanaman dan pendapatannya adalah lemahnya akses untuk mendapatkan teknologi irigasi.

Permasalahan air bidang pertanian adalah persoalan ketidaksesuaian distribusi air irigasi untuk kebutuhan tanaman. Pengaturan

pemberian air di lahan pertanian sangat sulit jika masih dilakukan dengan cara manual yang selama ini banyak dipakai oleh petani, maka diperlukan suatu sistem pemberian air irigasi yang lebih efektif dan efisien. Salah satu cara penyediaan kebutuhan air tanaman untuk meningkatkan produksi hasil pertanian adalah sistem irigasi sprinkler yang dilengkapi dengan sistem otomatis berbasis tenaga surya. 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%.

Penerapan teknologi inovasi irigasi sprinkler otomatis berbasis tenaga surya pada lahan usahatani merupakan salah satu pilihan yang menjanjikan karena teknologinya sederhana, aplikatif, biayanya relatif murah dan dapat terjangkau oleh petani. Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P dapat digunakan sebagai sistem kendali otomatis untuk pengaturan on-off pompa irigasi dan 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 30×30 cm), dan produktivitas air tertinggi 3,16 kg/m<sup>3</sup>.

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 (Ingale dan Kasat, 2012; Uddin et al, 2012; Balaji dan Sudha, 2016; Chavan et al, 2017). 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; Uddin et al, 2012; Nagahage & Dilrukshi, 2012; Alam dan Naseem, 2014). Saptomo et al. (2013) mengatakan bahwa pengondisian lengas tanah volumetrik diantara 38,5% dan 28,7% sebagai acuan untuk mengoperasikan *solenoid valve* pada irigasi curah dapat mencegah kekurangan air dan sekaligus menghindari perkolasi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem kontrol otomatis bertenaga surya dengan acuan kendali kelengasan tanah untuk pengaturan *on/off* pompa di lahan Kelompok Tani Cahaya Tani Kecamatan Tarakan Utara Kota Tarakan. Teknologi irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya dapat digunakan untuk mempermudah pemberian air untuk tanaman berdasarkan tingkat kelembaban tanah di lahan pertanian, meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi dan efisiensi tenaga kerja.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di lahan Kelompok Tani Cahaya Tani Kecamatan Tarakan Utara Kota Tarakan pada bulan Februari-Juni 2019. 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

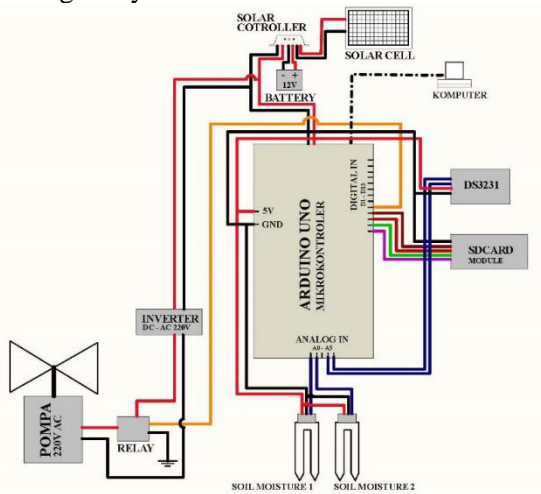
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P, pompa, sensor kelembaban tanah YL-69, micro SD, RTC modul, baterai 12 Volt, relay 12 Volt dan 5 Volt, panel surya 30 WP, *solar charge controller*, kotak panel, terminal *barrier*, pipa PVC, dan sprinkler.

### Rancangan Hardware

Perangkat *hardware* teknologi irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya terdiri dari panel surya, panel sistem kendali, rangkaian sensor kelembaban tanah, dan catu daya.

Sistem kontrol otomatis dibangun dengan memanfaatkan teknologi digital, mikrokontroler dan jaringan sensor. Mikrokontroler digunakan sebagai sistem kendali otomatis untuk menggerakkan sistem aktuasi

pompa irigasi berdasarkan kelembaban tanah di lahan percobaan yang dideteksi oleh sensor. Panel sistem kendali terdiri dari mikrokontroler, inverter, relay, rangkaian sensor, baterai dan *solar charge controller*. Mikrokontroler diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Daya berasal dari baterai dan dihubungkan dengan menancapkan *plug jack* ukuran 2,1 mm ke konektor *power*. Konsumsi daya yang dibutuhkan untuk *board* Mikrokontroler adalah 7 sampai dengan 12 Volt. Gambar 1 menunjukkan rangkaian *hardware* sistem kontrol irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya.



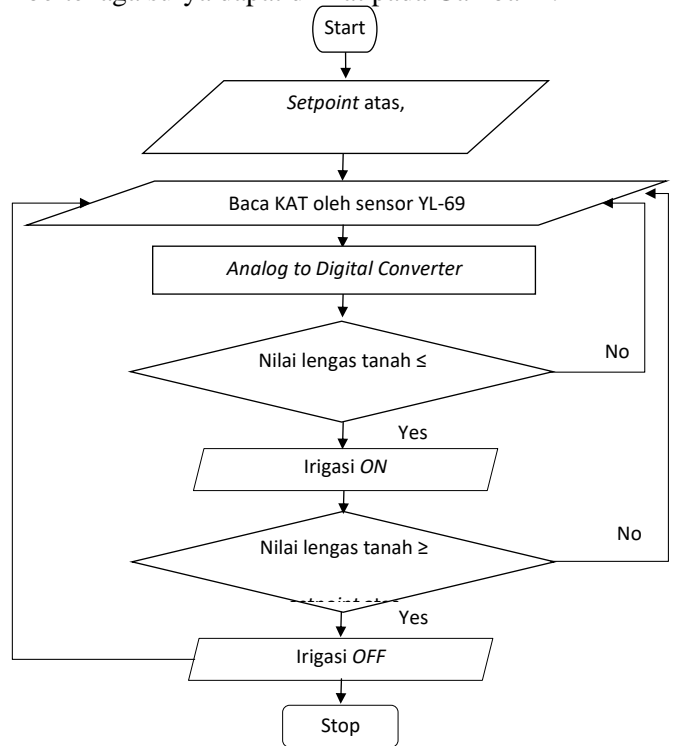
Gambar 1. Skema rangkaian *hardware*

**Rancangan Software**

Pada tahap perancangan software dilakukan pembuatan dan penyesuaian program untuk melakukan serangkaian pengujian sistem otomatis. Penulisan program kendali ditulis di halaman Arduino Uno. Bahasa pemrograman didasarkan pada bahasa pemrograman C/C++. Nilai *setpoint* ditentukan berdasarkan hasil analisis kadar air tanah lahan usahatani dan menjaga kondisi tanah dari kapasitas lapang. Kelembaban tanah dideteksi oleh sensor YL-69 dan mengirimkan ke mikrokontroler. Sensor kelembaban tanah berkomunikasi dengan komputer melalui USB *serial port*. Komputer berfungsi sebagai antar muka pengguna untuk memonitor dari hasil pembacaan sensor, waktu dan aktivitas sistem kendali irigasi, serta untuk mengubah setting pengendali yang diinginkan.

Ketika kondisi kelembaban tanah berada dibawah *setpoint* bawah maka mikrokontroler akan memberikan sinyal untuk mengaktifkan *relay* yang akan mengaktifkan motor pompa untuk on. Demikian juga sebaliknya ketika kelembaban tanah berada diatas *setpoint* atas,

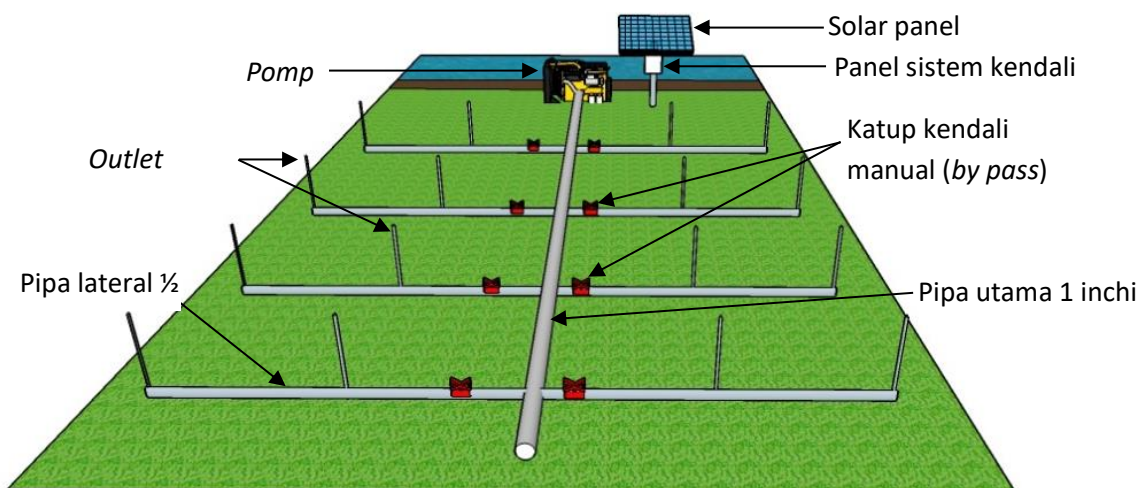
maka mikrokontroler akan memberikan sinyal untuk mengaktifkan *relay* dan menggerakkan motor pompa untuk off. Ketika kelembaban tanah berada antara nilai *setpoint* atas dan bawah maka status motor pompa adalah idem. Bagan alir rancangan sistem kendali irigasi otomatis bertenaga surya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem Kendali Otomatis

**Rancangan Jaringan Irigasi Sprinkler**

Rancangan jaringan irigasi pompa perpipaan dipasang pada lahan usahatani seluas 1 ha dengan menggunakan sistem perpipaan dan sistem pengaliran menggunakan tekanan pompa. Pipa utama yang berdiameter 1 inci mengalirkan air ke pipa lateral yang berdiameter 1/2 inci dan merupakan *outlet* irigasi. Pemberian air untuk tanaman dilakukan dengan metode penyiraman curah menggunakan sprinkler berjarak 6 m antar sprinkler. Air irigasi bersumber dari air tanah yang terdapat di lahan usahatani 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 sistem perpipaan di lahan usahatani

**Analisis Data**

Analisis dilakukan agar data hasil pengujian dapat digunakan dan dijadikan rujukan untuk penyempurnaan sistem lebih lanjut. Data yang dianalisis meliputi perangkat *software* dan *hardware*, instalasi jaringan irigasi sprinkler, dan analisis konsumsi daya untuk pengoperasian sistem. Data yang dianalisis dapat menggambarkan kinerja sistem kontrol otomatis pada irigasi sprinkler dengan *set point* yang diinginkan.

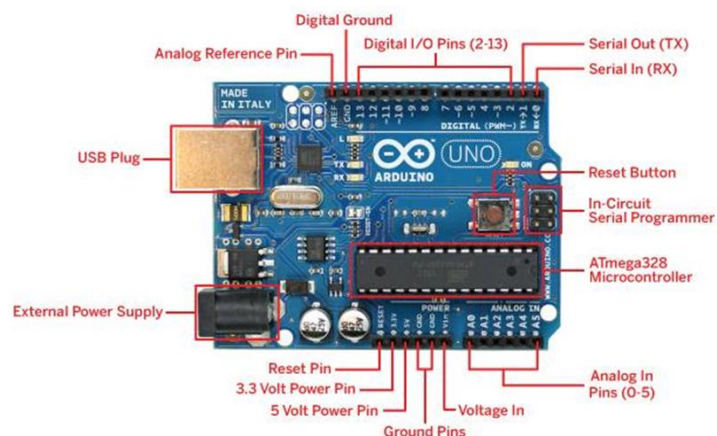
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perangkat Software dan Hardware**

Perancangan *software* dilakukan pembuatan dan penyesuaian program untuk melakukan serangkaian pengujian sistem otomatis. Penulisan program kendali ditulis di halaman Arduino Uno. Bahasa pemrograman didasarkan pada bahasa pemrograman C/C++. Program kendali ditentukan dengan berdasarkan nilai kelengasan tanah lahan percobaan sebagai nilai *set point* untuk mengoperasikan pompa. Halaman Arduino Uno ATmega328P merupakan tempat penulisan pemrograman untuk pengoperasian dengan waktu delay 5 detik. Pemrograman dilakukan dengan menggabungkan kodngan masing-masing perangkat *hardware* pada sistem. Pada tahap perancangan *hardware* dilakukan dengan menggabungkan masing-masing perangkat dengan 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. dengan ciri-ciri sebagai berikut :

- 1) *Operating voltage* 5 Volt.
- 2) Rekomendasi *input voltage* 7-12 Volt.
- 3) Batas *input voltage* 6-20 Volt
- 4) Memiliki 14 buah digital *input/output*
- 5) Memiliki 6 buah *Analog Input*.
- 6) *DC current* setiap I/O Pin sebesar 40 mA.
- 7) *DC current* untuk 3,3 Volt sebesar 50 mA.
- 8) *Flash memory* 32 KB.
- 9) *SRAM* 2 KB.
- 10) *EEPROM* 1 KB.
- 11) *Clock Speed* 16 MHz



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

Sensor kelembaban tanah memiliki tiga pin yaitu *bare*, *red*, dan *black* yang memiliki

fungsi masing-masing. *Pin bare* sebagai *ground*, *pin red* sebagai *Vin* (3,3 V-5 VDC) dan *pin black* sebagai *output sensor* (0-3 Volt). Setiap pin pada sensor YL-69 dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P, dimana pin *Vin* dihubungkan ke port 5 Volt, pin *ground* dihubungkan ke port *ground* dan pin *Vout* dihubungkan ke *port analog serial A1* dan *A2* pada mikrokontroler Arduino Uno ATmega328P. Sensor kelembaban tanah YL-69 ditanam pada lahan usahatani 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 Volt atau 5 Volt
Current	35 mA
Signal tegangan output	0 - 4,2 Volt
Digital output	0 atau 1
Analog	Resistance ( $\Omega$ )
Dimensi panel	1,6 - 3,0 cm
Dimensi probe	3,0 - 6,0 cm

Pada blok mikrokontroler juga dipasang modul RTC dan micro SD sehingga dapat merekam data hasil pembacaan sensor yang disertai dengan waktu pengukuran. Modul RTC dan micro SD dipasang pada *port 3 volt*, *port ground*, *port digital 10*, *port digital 11*, *port digital 12*, dan *port digital 13* yang terdapat pada mikrokontroler. Pada blok mikrokontroler terdapat beberapa rangkaian, antara lain inverter sebagai pengubah arus DC menjadi AC untuk mengoperasikan pompa listrik, *relay* sebagai saklar otomatis untuk menghidupkan atau mematikan sistem, terminal barrier, 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 menggerakkan motor pompa listrik yang berfungsi sebagai buka-tutup aliran air yang akan mengalir ke jaringan irigasi (*outlet irigasi*) berupa sprinkler. Gambar 5 menunjukkan perangkat sistem kendali irigasi sprinkler otomatis bertenaga surya.



Gambar 5. Panel Sistem Kendali

Panel surya bekerja dengan cara mengubah energi panas dari sinar matahari ke energi listrik yang kemudian disimpan dalam sebuah baterai. Sel surya pada dasarnya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Konversi ini didasarkan pada fenomena efek *Photovoltaic*. Sinar matahari terdiri dari foton dengan tingkat energi yang berbeda tergantung spektrum dari mana sinar berasal. Ketika sinar matahari menerangi permukaannya, bahan *Photovoltaic* menyemburkan elektron yang menghasilkan tegangan listrik. Tabel 2 menunjukkan spesifikasi panel surya yang digunakan pada penelitian.

**Tabel 2.** Spesifikasi Panel Surya

Uraian	Spesifikasi
Daya Max (Pmax)	30 Watt
Power Tolerance (%)	+/- 3%
Max. Power Voltage (Vmp)	17,60 V
Max. Power Current (Imp)	1,70 A
Open Circuit Voltage (Voc)	22,50 V
Short Circuit Current (Isc)	1,82 A
Max. System Voltage	700 V
Ketahanan suhu (C)	-40 C ~ +85 C
Ukuran (mm)	540 x 350 x 20

### Instalasi jaringan irigasi sprinkler

Komponen utama pada sistem irigasi sprinkler meliputi sumber air, pompa dan tenaga penggerak sebagai sumber tekanan, pipa utama dan pipa lateral, dan sprinkler (Keller dan Bliesner, 1990). Irigasi sprinkler adalah suatu metode pemberian air pada lahan yang akan diirigasi dengan menggunakan pipa yang bertekanan melalui *nozzle*. Sistem sprinkler dapat diklasifikasikan menjadi sistem permanen (*fixed/solid set*), *portable* dan *semi portable*

(*hand move* atau *mechanical move*), *traveling irrigator* (*gun* atau *boom*), *center pivot* atau *linear move* (Merkley dan Allen, 2004). Rancangan jaringan irigasi. sprinkler dipasang menggunakan sistem perpipaan pada lahan usaha berukuran 100×100 m dan sistem pengaliran menggunakan pompa. Pipa utama yang berdiameter 1 inchi mengalirkan air ke pipa lateral yang berdiameter ½ inchi dan merupakan outlet irigasi. Percobaan lapang dilakukan selama 7 hari secara kontinu dan pemberian air untuk tanaman dilakukan dengan menggunakan sprinkler yang bertekanan dari pom PS-130bit dengan spesifikasi pompa ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Spesifikasi Pompa Irigasi

Uraian	Spesifikasi
Seri produk	PS-130 Bit
Voltage/Hz	220/50
Daya Output Motor	125 Watt
Daya Input Motor	0,3 kW
Panjang pipa hisap	9 m
Daya dorong max	40 m
Head / Kapasitas	10 / 18 l/min
Head / Kapasitas	22 / 10 l/min
Pipa hisap	1 inchi
Pipa dorong	1 inchi

Pemanfaatan teknologi irigasi sprinkler otomatis berbasis tenaga surya dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan dapat 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 irigasi sekaligus

merupakan teknologi otomatisasi yang lebih aplikatif serta memudahkan dalam pengaturan irigasi agar dapat mencapai peningkatan produktivitas air, tenaga kerja dan lahan pertanian.

Inovasi teknologi ini memperkenalkan sistem otomatis yang akan menjadi daya tarik untuk pengembangan pertanian modern, yang dapat mengatasi keterbatasan sumberdaya manusia 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.

### Analisis Konsumsi Daya Untuk Pengoperasian Sistem

Tenaga surya 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 12 Volt juga dapat menjaga agar baterai tidak kelebihan (*over charge*) dan kehabisan tegangan dengan begitu maka umur dari baterai bertambah lama. Tegangan *charger* yang dibutuhkan untuk pengisian baterai adalah 13,2-13,4 Volt dan jika sudah mencapai tegangan tersebut, maka rangkaian ini otomatis akan menghentikan proses pengisian tegangan baterai. Apabila tegangan baterai turun/*drop* hingga 11 Volt, maka controller akan memutuskan tegangan sehingga baterai tidak sampai kosong/habis. Hasil analisis konsumsi daya untuk pengoperasian sistem di lahan usahatani dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 6. Penerapan Irigasi Di Lahan

**Tabel 4.** Analisis konsumsi daya pada sistem kontrol irigasi sprinkler otomatis

Uraian	Konsumsi daya selama percobaan
Pompa irigasi	65,4 Watt
Mikrokontroler Arduino Uno ATmega 328P	1,08 Watt
RTC dan Micro SD	0,008 Watt
Relay 12 V	0,20 Watt
Relay 5 V	0,12 Watt
Sensor kelembaban tanah	0,24 Watt
Kapasitas max. solar cell 1 hari	135 Watt
Baterai 12V 45Ah	540 Watt
Lama daya tahan baterai tanpa suplai dari solar cell	8 Jam
Kebutuhan baterai 7 hari tanpa sinar matahari	1,74 buah
Kebutuhan solar cell selama percobaan	0,5 buah

Konsumsi daya yang dibutuhkan untuk board Mikrokontroler adalah 7-12 Volt, jika diberi daya kurang dari 7 Volt kemungkinan Mikrokontroler dapat beroperasi tetapi tidak stabil. Jika diberi daya lebih dari 12 Volt, maka regulator tegangan akan panas dan dapat merusak board Mikrokontroler. Mikrokontroler dapat diaktifkan melalui catu daya eksternal yang berasal dari baterai dengan konektor power. Panel surya mampu menghasilkan tegangan hingga 0,5 Volt, jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari  $\pm 36$  sel. Panel surya yang digunakan pada penelitian ini adalah panel surya 30 Wp artinya panel surya tersebut mempunyai daya sebesar 30 Watt peak (saat matahari terik) dimana 1 peak diasumsikan selama 4,5 jam sehingga kapasitas maksimal untuk pemakaian 1 hari adalah 135 *Watt.hour*/hari.

Total daya untuk mengoperasikan sistem irigasi sprinkler otomatis selama percobaan 7 hari secara kontinu adalah 67,0 *Watt.hour*, sehingga penggunaan 1 unit panel surya 30 Wp mampu mencukupi daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sistem irigasi sprinkler otomatis. Jika jaringan irigasi tidak dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis, maka konsumsi daya pengoperasian pompa selama percobaan 7 hari sebesar 300 Watt, sehingga total daya untuk mengoperasikan irigasi sprinkler tanpa dilengkapi sistem kontrol otomatis adalah 301,7 *Watt.hour*. Maka penggunaan sistem kontrol otomatis pada jaringan irigasi sprinkler dapat menghemat penggunaan daya baterai sebesar 234,7 Watt. Penggunaan panel surya mampu mengurangi konsumsi energi lebih dari 35%

sehingga dapat membantu meningkatkan pendapatan petani (Alam dan Naseem 2014).

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. 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.
2. Total daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan irigasi sprinkler otomatis adalah 67,0 Watt dan tanpa dilengkapi sistem kontrol otomatis adalah 301,7 *Watt.hour*.
3. Penggunaan sistem kontrol otomatis bertenaga surya pada jaringan irigasi sprinkler dapat menghemat penggunaan daya baterai sebesar 234,7 Watt.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Borneo Tarakan melalui Hibah DIPA Universitas Borneo Tarakan Skema Program Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun 2019. Selain itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kelompok Tani Cahaya Tani Kecamatan Tarakan Utara, Kota Tarakan, Kalimantan Utara sebagai mitra kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM).

## DAFTAR PUSTAKA

- 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/379/ICAEECI-171-pdf.pdf>.
- 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>.
- Nurfajjah, 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>.
- Saptomo, S. K., Isnain, R., Setiawan, B. I. 2016. Irigasi curah otomatis berbasis sistem pengendali mikro. *Jurnal Irigasi*, 8(2), 115-125. <http://dx.doi.org/10.31028/ji.v8.i2.115-125>.
- 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>.
- Tusi, A., Lanya, B. 2016. Rancangan Irigasi Sprinkler Portable Tanaman Pakchoy. *Jurnal Irigasi*, 11(1), 43-54. <http://dx.doi.org/10.31028/ji.v11.i1.43-54>.
- 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>.