

Sistem Otomasi Pengendalian Irigasi dan Pemantauan Lahan Sawah dengan Notifikasi Via Telegram

Wildatul Husna*, Wildian

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 2 Agustus 2022
Direvisi: 28 Agustus 2022
Diterima: 1 September 2022

Kata kunci:

Notifikasi
Otomasi
Prototipe
Water Level
Wi-Fi

Keywords:

Notification
Automation
Prototype
Water level
Wi-Fi

Penulis Korespondensi:

Wildatul Husna
Email:
wildatulhusna1997@gmail.com

ABSTRAK

Telah dirancang prototipe sistem otomasi pengendalian irigasi dan pemantauan lahan sawah dengan notifikasi via Telegram. Sistem ini dirancang untuk dilakukan pengembangan sehingga memudahkan petani dalam mengontrol dan memantau kondisi air serta lahan sawah dari jarak jauh. Prototipe dirancang menggunakan sensor *water level*, motor servo, ESP32-Cam, dan mikrokontroler Arduino Uno. Nilai analog yang dihasilkan oleh sensor *water level* akan dikonversi menjadi nilai ketinggian air, kemudian data tersebut diproses oleh Arduino Uno dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE. Data ketinggian air tersebut digunakan sebagai *setpoint* untuk menggerakkan motor servo yang akan membuka atau menutup pintu irigasi 1 dan pintu irigasi 2. Pintu irigasi 1 merupakan pintu masuknya air yang akan mengalir ke sawah dan pintu irigasi 2 sebagai pintu untuk membuang air irigasi agar tidak masuk ke sawah. Notifikasi ketinggian air sawah dan foto lahan sawah terkirim ke aplikasi Telegram melalui modul Wi-Fi ESP32-Cam. Sistem pada prototipe juga dapat dikontrol dari jarak jauh dengan menekan fitur perintah yang tersedia di Telegram petani. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sensor *water level* dapat mendeteksi ketinggian air dengan rentang 0-4 cm dan ESP32-Cam dapat terhubung dengan koneksi Wi-Fi dengan jarak maksimum 23 m.

A prototype of an automation system for irrigation control and monitoring of rice fields has been designed with notifications via Telegram. This system is designed to be developed to make it easier for farmers to control and monitor water conditions and rice fields remotely. The prototype was designed using a water level sensor, servo motor, ESP32-Cam, and Arduino Uno. The analog value generated by the water level sensor will be converted into a water level value, then the data is processed by the Arduino Uno microcontroller using the Arduino IDE programming language. The water level data is used as a setpoint to drive the servo motor which will open or close irrigation door 1 and irrigation door 2. Irrigation door 1 is the entrance for water to flow into the rice fields and irrigation door 2 is a door for disposing of irrigation water so that it does not enter the rice fields. The rice water level notification and rice field photos are sent to the Telegram application via the ESP32-Cam Wi-Fi module. The system on the prototype can also be controlled remotely by pressing the command feature available on the farmer's Telegram. The test results also show that the water level sensor can detect the water level within a range of 0-4 cm and the ESP32-Cam can be connected to a Wi-Fi connection with a maximum distance of 23 m.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sumber mata pencaharian utama penduduk Indonesia yang tinggal di daerah pedesaan. Lahan-lahan yang luas dimanfaatkan oleh penduduk desa untuk dijadikan persawahan. Hasil padi sawah dipengaruhi oleh banyak faktor antaranya, iklim yang selalu berubah, kesuburan tanah, sistem pengolahan tanaman, dan ketersediaan air. Keberadaan air yang berlebihan atau kebutuhan air pada tanaman tidak tercukupi akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Dharma dkk., 2019). Berdasarkan hal tersebut, air menjadi faktor penting yang diperlukan sektor pertanian untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dalam penyediaan kebutuhan air untuk tanaman dapat dilakukan dengan sistem irigasi.

Irigasi dapat diartikan sebagai usaha untuk mendapatkan atau mendatangkan air dengan cara membuat saluran-saluran untuk mengalirkan air menuju ke sawah dengan cara teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi (Alel dan Aswardi, 2020). Secara umum, irigasi yang dimanfaatkan di area persawahan menggunakan pintu irigasi untuk menjaga kestabilan air. Kebanyakan petani mengunjungi lahan pertanian untuk melihat kondisi sawah secara periodik serta mengaliri air dengan membuka dan menutup pintu irigasi sesuai dengan perspektif petani itu sendiri. Namun beberapa petani terkadang memiliki kesulitan untuk mengunjungi, memantau dan mengaliri air pada sawah yang dikontrol melalui pintu irigasi karena jarak antara sawah dengan rumah petani sangatlah jauh. Selain itu, mereka memiliki kesibukan lain seperti tuntutan profesi, rumah tangga, kondisi kesehatan dan sebagainya.

Saat ini untuk membuka dan menutup pintu irigasi, masyarakat masih menggunakan metode manual yaitu dengan berjalan mengunjungi pintu-pintu irigasi. Melihat adanya permasalahan petani dalam mengunjungi lahan sawah serta lamanya waktu tunggu untuk mendapatkan giliran air karena jarak pintu yang jauh dan harus ditempuh dengan jalan kaki, metode ini menjadi tidak efektif. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut salah satunya dengan menerapkan sistem pengendalian pintu irigasi otomatis dan pemantau lahan sawah yang bisa dikontrol serta dikendalikan dari jarak jauh.

Penelitian yang dilakukan oleh Sirait dkk. (2015) dengan merancang sebuah sistem kontrol irigasi otomatis menunjukkan bahwa tinggi muka air dikontrol oleh sistem aktuasi kran elektrik pada *setpoint* yang diinginkan dengan memanfaatkan mikrokontroler dan jaringan sensor. Penelitian ini memberi kemudahan sistem irigasi bagi petani, namun sistem mikrokontroler ini membatasi durasi waktu untuk pengaturan pembukaan maupun penutupan kran elektrik sehingga hal ini kurang efektif jika musim hujan dan kemarau tidak terpola dengan baik.

Pengembangan pengontrolan irigasi selanjutnya dilakukan dengan sistem pintu irigasi seperti yang dilakukan oleh Ahmad dan Mahpuz (2018) serta Dharma dkk. (2019). Ahmad dan Mahpuz (2018) melakukan penelitian dengan membuat pengontrol pintu irigasi menggunakan android dan jaringan nirkabel yang diperuntukkan kepada petugas pintu irigasi. Sistem ini sangat memudahkan petugas namun belum untuk petani. Petani tidak mengetahui kondisi sawah karena tidak mendapatkan informasi dalam bentuk apapun sehingga mereka tetap harus mengunjungi sawah secara terus-menerus. Dharma dkk. (2019) mengembangkan sistem pengendali pintu air sawah secara otomatis dengan SIM800L berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini mampu membuka dan menutup pintu air pada lahan sawah secara otomatis serta memberikan informasi ketinggian air kepada petani yang dikirimkan melalui SMS (*Short Message Service*). Namun penelitian ini tidak dapat memberi informasi aktual berupa foto lahan sawah kepada petani.

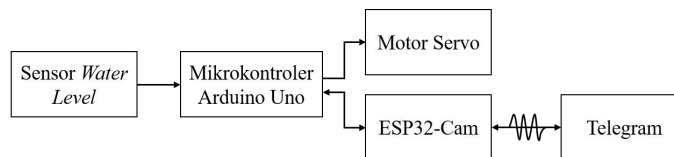
Berdasarkan penelitian dan permasalahan tersebut, dirancanglah sebuah prototipe sistem kontrol irigasi otomatis serta pemantauan lahan sawah dengan sensor *water level* dan ESP32-Cam berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini akan mengontrol air sawah secara otomatis menggunakan pintu irigasi dan bantuan sensor *water level*. Sistem ini juga dilengkapi dengan sebuah kamera yang dapat memotret lahan sawah. Informasi berupa ketinggian air dan foto lahan sawah dikirimkan ke petani melalui aplikasi Telegram sehingga petani yang memiliki kesulitan datang ke sawah tetap dapat mengontrol dan mengetahui kondisi air serta lahan sawah mereka. Selain itu, petani tidak lagi harus mengunjungi pintu-pintu irigasi dengan berjalan kaki. Keuntungan aplikasi Telegram yaitu gratis dalam proses pengiriman data atau informasi, mengirimkan data tanpa batasan ukuran dan mengirimkan pesan lebih cepat (Irsyam dan Tanjung, 2019).

II. METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Universitas Andalas. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen rancang bangun alat yang terdiri dari rancang bangun perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Selain itu, dibutuhkan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk merancang bangun prototipe sistem irigasi sawah yang terdiri dari multimeter, PC (*Personal Computer*), tang, akrilik, *jumper*, kabel pelangi, adaptor 12 V, konverter *step down*, mikrokontroler Arduino Uno, sensor *water level*, ESP32-Cam, dan motor servo.

2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan perangkat keras sistem dapat digambarkan melalui diagram blok yang terdiri dari tiga jenis blok. Blok *input* meliputi sensor *water level*, blok proses meliputi Arduino Uno, dan blok *output* meliputi motor servo serta ESP32-Cam. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok sistem

Sensor *water level* mendeteksi ketinggian air pada sawah, kemudian diproses dan dieksekusi oleh mikrokontroler Arduino Uno yang berfungsi sebagai pusat pengendali. Hasil dari eksekusi tersebut akan memerintahkan motor servo untuk membuka atau menutup pintu irigasi. Kemudian modul Wi-Fi ESP32-Cam sebagai pengirim data akan menghubungkan sistem irigasi dan pemantau lahan dengan *smartphone* pengguna (petani) melalui notifikasi atau pesan singkat aplikasi Telegram.

2.2 Karakterisasi Sensor Water Level

Karakterisasi sensor *water level* dilakukan untuk mendapatkan nilai analog yang dihasilkan sensor. Selanjutnya nilai tersebut dikonversi menjadi nilai ketinggian air. Kemudian ketinggian air hasil pembacaan sensor akan dibandingkan dengan ketinggian air pada gelas ukur atau penggaris. Tujuan dari karakterisasi ini yaitu untuk menentukan kebenaran konversi nilai yang terbaca oleh sensor *water level*.

2.3 Karakterisasi Motor Servo

Karakterisasi motor servo bertujuan untuk merancang sebuah penggerak pintu irigasi agar dapat terbuka atau tertutup. Pergerakan motor servo dikontrol oleh Arduino Uno berdasarkan *setpoint* ketinggian air. Karakterisasi ini dilakukan dengan cara membandingkan putaran motor servo yang diinput melalui program dengan putaran *output* motor servo yang diukur menggunakan busur derajat.

2.4 Perancangan ESP32-Cam

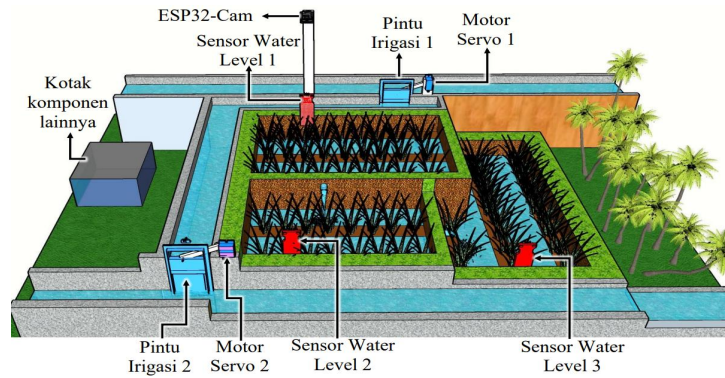
Perancangan ESP32-Cam dilakukan untuk merancang sebuah modul agar dapat berfungsi sebagai modul Wi-Fi sehingga notifikasi dari sistem irigasi yang berupa informasi ketinggian air dapat terkirim ke aplikasi Telegram. Selain itu, perancangan ini juga dilakukan agar modul ESP32-Cam dapat memotret lahan sawah dan mengirimkan foto tersebut ke aplikasi Telegram.

2.5 Perancangan Perangkat Lunak

Sistem kerja prototipe yaitu saat ketinggian air sawah dalam kondisi sangat kering atau melimpah maka notifikasi ketinggian air sawah dan foto lahan sawah akan terkirim ke Telegram petani. Saat ketinggian air sawah kering, secara otomatis motor servo akan membuka pintu irigasi 1 dan menutup pintu irigasi 2, saat kondisi sawah normal motor servo akan menutup pintu irigasi 1 dan pintu irigasi 2. Saat kondisi sawah tergenang motor servo akan membuka pintu irigasi 2 dan menutup pintu irigasi 1. Sistem ini juga dapat dikontrol dari jarak jauh atau disebut juga dengan sistem manual yang mana alat akan bekerja jika pengguna mengirimkan kode perintah yang tersedia di bot Telegram.

2.6 Perancangan Bentuk Fisik Sistem

Perancangan bentuk fisik sistem dibuat dalam skala prototipe dengan mempertimbangkan kemudahan dalam penggunaan kerja alat. Dimensi prototipe berukuran 67 cm x 61 cm x 14 cm. Bentuk fisik sistem yang dirancang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2 Perancangan bentuk fisik prototipe

2.7 Analisis Data

Sistem pengukuran ketinggian air dengan sensor *water level* ini memerlukan teknik analisis data untuk mengetahui persen kesalahan dalam sistem pengukuran tersebut. Analisis data dimulai dengan membandingkan data yang dihasilkan dengan data pada gelas ukur pembanding. Besar persentase kesalahan dapat ditentukan melalui Persamaan 1.

$$\%error = \frac{\alpha_f - \alpha_i}{\alpha_f} \times 100\% \quad (1)$$

$\%error$ adalah besar persentase kesalahan, α_f merupakan nilai sebenarnya pada alat standar, dan α_i untuk menyatakan nilai sebenarnya pada alat ukur. Kemudian rata-rata persentase kesalahan dapat ditentukan melalui Persamaan 2.

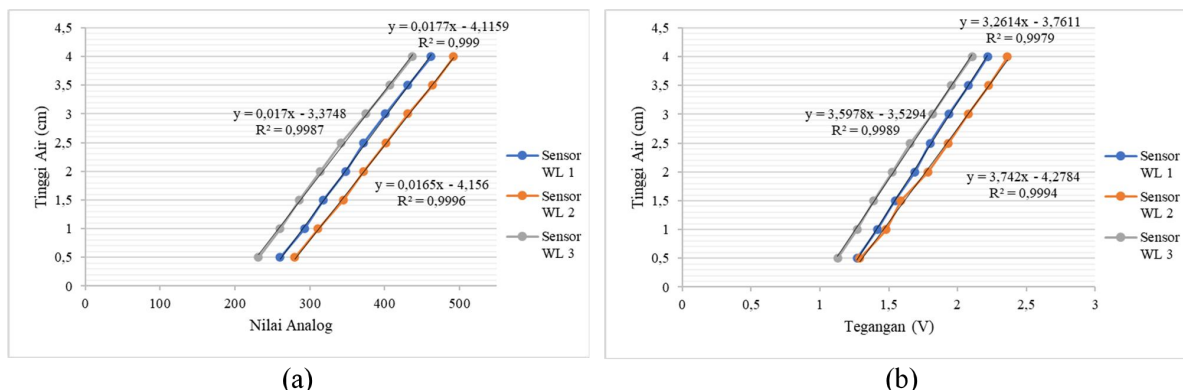
$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (2)$$

Dengan \bar{x} adalah nilai rata-rata, $\sum x_i$ merupakan jumlah nilai data dan n menyatakan jumlah data.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Karakterisasi Sensor *Water Level*

Karakterisasi dilakukan pada tiga buah sensor *water level* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ketinggian air terhadap nilai analog dan tegangan yang dihasilkan. Hasil karakterisasi sensor *water level* dapat dilihat pada kurva karakteristik yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Grafik hubungan tinggi air dengan (a) nilai analog dan (b) tegangan keluaran

Gambar 3 menunjukkan bahwa keluaran sensor *water level* dapat berupa tegangan. Hal ini sesuai dengan teori bahwa sinyal keluaran sebuah sensor berupa tegangan atau arus (Fraden, 2016). Selain itu, keluaran sensor *water level* juga dapat berupa nilai analog. Prinsip kerja dari sensor *water level* yaitu membaca resistansi yang dihasilkan oleh air yang mengenai lempengan sensor. Semakin banyak air yang mengenai permukaan lempeng tersebut maka resistansinya semakin kecil dan tegangannya akan semakin besar begitupun sebaliknya. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai analog dan tegangan

yang dihasilkan dari ketiga sensor berbanding lurus dengan tinggi air, semakin besar ketinggian air maka semakin besar nilai analog yang dihasilkan. Setelah dikarakterisasi, kemudian dilakukan pengujian terhadap sensor tersebut. Hasil perbandingan ketinggian air pada masing-masing sensor dan gelas ukur ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian tinggi air antara sensor *water level* dan gelas ukur

Gelas ukur	Sensor 1		Sensor 2		Sensor 3	
Tinggi air (cm)	Tinggi air (cm)	Error (%)	Tinggi air (cm)	Error (%)	Tinggi air (cm)	Error (%)
1,0	1,03	3,00	0,97	3,00	1,04	4,00
2,0	2,03	1,50	1,98	1,00	2,01	0,50
3,0	3,01	0,33	3,00	0,00	3,01	0,33
4,0	4,01	0,25	3,99	0,25	4,02	0,50
<i>Error rata-rata</i>		1,27	1,06		1,33	

Berdasarkan Persamaan 2, persentase *error* rata-rata yang didapatkan dari hasil perbandingan ketinggian air antara sensor *water level* dan gelas ukur adalah 1,27 %, 1,06 % dan 1,33 %. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran dari sensor *water level* memiliki akurasi yang tinggi yaitu 98,73 %; 98,94 %; dan 98,67 % yang berarti sensor tersebut dapat bekerja dengan baik saat digunakan untuk mendeteksi ketinggian air. Ketelitian dari sensor tersebut yaitu 0,01 cm.

3.2 Hasil Karakterisasi Motor Servo

Karakterisasi motor servo dilakukan untuk memastikan motor servo dapat bekerja dengan baik sesuai dengan besar putaran sudut yang diinput melalui program. Hasil karakterisasi ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2 Hasil karakterisasi motor servo

No	Input sudut (°)	Output sudut (°)
1	0	0
2	30	30
3	90	90
4	180	180

Tabel 2 menunjukkan bahwa pergerakan sudut motor servo yang diinputkan pada program sudah sesuai dengan *output* yang dihasilkan oleh motor servo tersebut. Pengujian dilakukan pada 4 sudut yaitu sudut 0°, 30°, 90°, dan 180°. Hal ini sesuai dengan prinsip kerja motor servo yaitu mampu berputar membentuk sudut 0°, 90°, 180°, dan sudut lainnya yang dapat diatur berdasarkan lebar pulsa pada pin kontrol motor servo. Berdasarkan hasil pengujian, motor servo dapat bekerja dengan baik.

3.3 Hasil Perancangan ESP32-Cam

Perancangan ESP32-Cam dilakukan agar modul ini dapat berfungsi sebagai kamera untuk memotret lahan sawah. Kamera yang terdapat pada ESP32-Cam merupakan kamera OV2640. Hasil foto dari kamera tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4b. Gambar 4b memperlihatkan bahwa kualitas foto yang dihasilkan sedikit kurang jelas. Hal ini dikarenakan spesifikasi kamera tersebut memiliki resolusi yang rendah yaitu 2 mega pixel. Selain itu, modul ini juga berfungsi sebagai modul Wi-Fi. Hasil pengujian modul Wi-Fi ESP32-Cam diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian ESP32-Cam

Jarak (m)	Perintah	Output	Waktu (s)	Koneksi
5	Buka pintu 1	Pintu 1 terbuka	4,08	Terhubung
10	Buka pintu 1	Pintu 1 terbuka	5,60	Terhubung
15	Buka pintu 1	Pintu 1 terbuka	5,07	Terhubung
20	Buka pintu 1	Pintu 1 terbuka	7,04	Terhubung
25	Buka pintu 1	-	-	Terputus

Berdasarkan Tabel 3, proses pengiriman perintah dari aplikasi Telegram ke perangkat keras (komponen elektronik) berhasil 100% selama modul ESP32-Cam masih terhubung dengan konektivitas Wi-Fi. Pada jarak 25 m, modul ESP32-Cam tidak lagi dapat terhubung dengan koneksi Wi-Fi sehingga tidak menghasilkan *output* yang sesuai. Hal ini karena perintah tidak berhasil

dikirimkan ke mikrokontroler. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa jarak antara modul ESP32-Cam dengan koneksi Wi-Fi mempengaruhi konektivitas modul dan waktu pengiriman pesan. Semakin jauh jarak ESP32-Cam dengan koneksi Wi-Fi, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan agar perintah terkirim ke mikrokontroler begitupun sebaliknya. Namun pada jarak 15 m waktunya menurun. Hal ini dipengaruhi oleh koneksi internet di sekitar koneksi Wi-Fi tidak stabil.

3.4 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan diawali dengan mengalirkan air ke sumber irigasi utama, kemudian air tersebut akan mengalir ke sawah melalui pintu irigasi. Sawah yang tinggi akan mendapatkan air lebih dulu daripada sawah yang lebih rendah. Sistem irigasi ini disebut dengan sistem irigasi permukaan (Candra, 2020).

Sistem ini bekerja secara otomatis dan dapat dikontrol dari jarak jauh yang berarti alat dapat dikendalikan dari jarak jauh sehingga tetap dapat bekerja sesuai dengan perintah yang dikirim petani melalui aplikasi Telegram. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian sistem otomasi pengendalian irigasi dan pemantauan lahan sawah.

Tabel 4 Hasil pengujian sistem keseluruhan

Kondisi air sawah 1	Kondisi air sawah 3	Notifikasi	Pintu 1	Pintu 2
Sangat kering	Sangat kering	✓	On	Off
Sangat kering	Kering	✓	On	Off
Kering	Kering	-	On	Off
Normal	Normal	-	Off	Off
Tergenang	Tergenang	-	Off	On
Melimpah	Melimpah	✓	Off	On

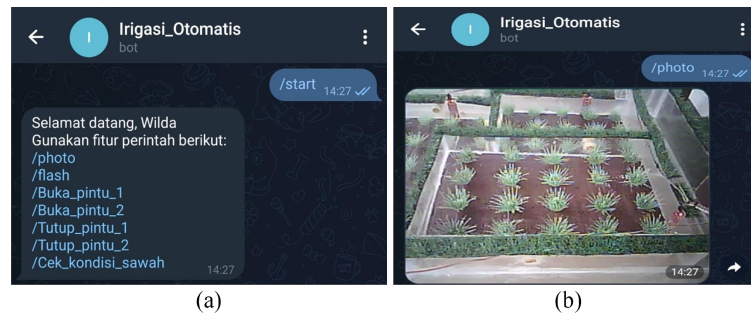
Kondisi sawah sangat kering apabila ketinggian air dibawah 0,8 cm, kondisi sawah kering apabila ketinggian air dibawah 1 cm, kondisi sawah normal apabila ketinggian air sawah besar dari 1 cm dan sama dengan 2 cm, kondisi sawah tergenang apabila ketinggian air diatas 2 cm, dan kondisi sawah melimpah apabila ketinggian air besar dari 2,5 cm. Pengelompokan tersebut didasarkan pada hasil survei ke petani serta merujuk pada teori yang dikemukakan oleh Purwono dan Purnamawati (2007) bahwa tanaman padi membutuhkan air (2-5) cm. Ketinggian air sawah tersebut kemudian dikonversi pada prototipe dalam skala 1:3 cm.

Saat kondisi sawah 1 (sawah paling atas) atau sawah 3 (sawah paling bawah) kering, motor servo membuka (*on*) pintu irigasi 1 dan menutup (*off*) pintu irigasi 2 sehingga air dapat mengalir ke sawah. Saat sawah berada dalam kondisi normal, motor servo menutup pintu irigasi 1 dan pintu irigasi 2. Selanjutnya saat kondisi sawah tergenang, motor servo membuka pintu irigasi 2 dan menutup pintu irigasi 1. Notifikasi berupa informasi ketinggian air dan foto lahan sawah terkirim secara otomatis ke Telegram petani apabila kondisi sawah 1 atau sawah 3 berada pada kondisi sangat kering atau melimpah. Berdasarkan Tabel 4 sistem otomasi yang dirancang telah berhasil mengendalikan pintu irigasi dan memantau kondisi air serta lahan sawah dengan baik. Keberhasilan tersebut dipengaruhi oleh karakterisasi sensor *water level* yang baik dan sesuai dengan *datasheet* sensor tersebut, yaitu sensor *water level* bisa mendeteksi ketinggian air 0 cm hingga 4 cm. Selanjutnya dilakukan pengujian sistem kontrol jarak jauh dengan tujuan untuk memastikan perintah yang dikirim melalui Telegram petani dapat dieksekusi dengan baik oleh Arduino Uno sehingga menghasilkan *output* yang sesuai terhadap perintah yang diberikan. Hasil pengujian sistem ini ditunjukkan oleh Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian sistem kontrol jarak jauh

Perintah	Output	Keterangan
Foto	Notifikasi foto lahan	Sesuai
Buka pintu 1	Servo membuka pintu irigasi 1	Sesuai
Buka pintu 2	Servo membuka pintu irigasi 2	Sesuai
Tutup pintu 1	Servo menutup pintu irigasi 1	Sesuai
Tutup pintu 2	Servo menutup pintu irigasi 2	Sesuai
Cek kondisi sawah	Notifikasi ketinggian air sawah	Sesuai

Berdasarkan Tabel 5, hasil pengujian menunjukkan bahwa masing-masing perintah telah mengeluarkan *output* yang sesuai. Tampilan perintah pada Telegram ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4 (a) Tampilan menu perintah (b) Output yang diterima telegram

IV. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan menghasilkan prototipe sistem otomasi pengendalian irigasi dan pemantauan lahan sawah. Hasil pendeteksian ketinggian air sawah telah dapat mengaktifkan motor servo untuk membuka atau menutup pintu irigasi. Sensor *water level* dapat mendeteksi ketinggian air dengan rentang 0 cm hingga 4 cm dan memiliki ketelitian sebesar 0,01 cm. Kemudian notifikasi kondisi air sawah dan foto lahan sawah dikirim ke telegram petani melalui modul Wi-Fi ESP32-Cam sesuai dengan *setpoint* yang telah diprogram melalui Arduino Uno sehingga petani dapat mengetahui kondisi air dan lahan sawah dimanapun dan kapanpun mereka berada. Modul Wi-Fi ESP32-Cam dapat terhubung dengan koneksi Wi-Fi dengan jarak maksimal 23 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian sehingga dapat diselesaikan tepat waktu. Selanjutnya penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) Republik Indonesia yang telah menghibahkan bantuan dana penelitian melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. dan Mahpuz, M., 2018, Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Pintu Air Irigasi Berbasis Android dan Jaringan Nirkabel, *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, Vol. 1, No. 2, hal.115–121.
- Alel, C.D. dan Aswardi, 2020, Rancang Bangun Buka Tutup Pintu Air Otomatis pada Irigasi Sawah Berbasis Arduino dan Monitoring Menggunakan Android, *Jtev (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, Vol. 06, No. 01, hal.167–178.
- Candra, A., 2020, Prototype Sistem Kontrol Air Sawah Otomatis Berdasarkan Level Air Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Pada Desa Bontoraja Kabupaten Bulukumba, *JEEDCOM: Journal of Electrical Engineering and Computer*, Vol. 2, No. 1, hal.22–33.
- Dharma, I.P.L., Tansa, S., dan Nasibu, I.Z., 2019, Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM8001 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, *Jurnal Teknik*, Vol. 17, No. 1, hal.40–56.
- Fraden, J., 2016, *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*, Fifth Edition, New York: Springer Verlag.
- Irsyam, M. dan Tanjung, A., 2019, Sistem Otomasi Penyiraman Tanaman Berbasis Telegram, *Sigma Teknika*, Vol. 2, No. 1, hal.81-94.
- Purwono dan Purnamawati, H., 2007, *Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sirait, S., Saptomo, S.K., Purwanto, M.Y.J., 2015, Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Irigasi Pipa Lahan Sawah Berbasis Tenaga Surya, *Jurnal Irigasi*, Vol. 10, No. 1, hal.21-32.