

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM OTOMATISASI IRIGASI PADA EMPAT PETAK LAHAN SAWAH

DESIGN OF PROTOTYPE AUTOMATIC IRRIGATION SYSTEM ON FOUR PADDY FIELD

Elvira Gres Amole Yulianus¹, Ir. Porman Pangaribuan, M.T.², Agung Surya Wibowo, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹elviryulianus@student.telkomuniversity.ac.id, ²porman@telkomuniversity.ac.id,

³agungsw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Irigasi merupakan upaya yang dilakukan manusia untuk mengairi pertanian sejak zaman dahulu secara manual. Pada zaman modern ini, sudah banyak model irigasi yang digunakan oleh petani salah satunya dengan menggunakan pompa air seperti di Makassar, khususnya desa penulis di daerah Manjalling, Bajeng Barat, Gowa, Kabupaten Gowa.

Pada Tugas Akhir ini, penulis merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem otomatisasi irigasi pada empat petak lahan sawah. Prototipe ini bertujuan menjaga ketinggian air selama fase penanaman berlangsung. Masukan sistem berupa *set point* yang sudah di atur terlebih dahulu di Arduino Mega 2560 sesuai dengan ketinggian air yang diberikan setiap petak. Setelah itu, sistem akan mengaktifkan *relay* dan pompa air untuk pengisian petak sawah atau *relay* dan *solenoid valve* sebagai pengeringan lahan. Selanjutnya, sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak ketinggian air dengan *set point* yang diberikan.

Sebagai hasil dari penelitian Tugas Akhir ini metode sistem tertutup memberikan hasil yang presisi pada pembacaan ketinggian air. Hal ini dibuktikan dengan keluaran berupa ketinggian air yang relatif stabil dengan nilai *error* < 1 cm. Sistem juga mampu menghadapi gangguan dan kembali mendekati nilai *set point* yang diberikan.

Kata kunci: Irigasi, ArduinoMega 2560, Solenoid Valve, Sensor Ultrasonik, Pompa Air

Abstract

Irrigation is an attempt by humans to manually irrigate agriculture since ancient times. In modern times, many irrigation models have been used by farmers, one of which is by using a water pump such as in Makassar, especially in the author's village in the Manjalling, West Bajeng, Gowa, Gowa Regency areas.

In this final project, the authors design and implement a prototype irrigation automation system on four rice fields. This prototype aims to maintain the water level during the planting phase. The system input is in the form of a set point that has been set in advance on the Arduino Mega 2560 according to the water level given by each plot. After that, the system will activate the relay and the water pump for filling the fields or relay and solenoid valve for draining the land. Furthermore, the ultrasonic sensor measures the distance to the water level with a given set point.

As a result of this Final Project research, the closed system method gives precise results in reading the water level. This is evidenced by the output in the form of a relatively stable water level with an error value of <1 cm. The system is also able to deal with interference and come back close to the given set point value.

Keywords: Irrigation, ArduinoMega 2560, Solenoid Valve, Ultrasonic Sensor, Water Pump

1. Pendahuluan

Manjalling merupakan salah satu desa yang berada di Kabupaten Gowa, Makassar, Sulawesi Selatan. Dimana sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani. Di Manjalling model irigasi yang digunakan oleh petani yaitu menggunakan pompa air.

Sistem irigasi yang terdapat di desa Manjalling pada umumnya masih memakai sistem manual, dimana petani ke sawah untuk membuka dan menutup saluran irigasi sesuai dengan kebutuhan air yang ingin digunakan berdasarkan fase penanaman selama musim tanam. Selain itu, petani juga harus melakukan pemantauan secara berkala untuk mengetahui keperluan air. Hal ini dilakukan agar petak sawah tidak kekurangan ketika musim kemarau ataupun kelebihan air jika musim penghujan dan banjir melanda.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis akan merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem otomatisasi irigasi pada empat petak lahan sawah. Dimana air berasal dari sumber air (sumur) yang akan diairi menggunakan pompa air. Prototipe ini bertujuan menjaga ketinggian air relatif stabil selama fase penanaman berlangsung agar petani tidak bolak-balik ke sawah hanya untuk membuka dan menutup sistem irigasi. Sehingga memudahkan dan mengefektifkan pekerjaan petani. Prototipe ini menggunakan sistem pengisian dan pengeringan lahan sesuai dengan *set point* yang telah diberikan sesuai fase penanaman dimana jika nilai ketinggian air lebih kecil dari *set point* maka akan dilakukan pengisian petak lahan sawah. Sedangkan jika nilai ketinggian air lebih besar dari *set point* yang berasal dari gangguan hujan ataupun banjir maka akan dilakukan pengeringan lahan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengertian Irigasi

Menurut PP No.20/2006 tentang irigasi bahwa irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak[1]. Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan sistem irigasi pompa karena sistem ini sesuai dengan kondisi petak lahan sawah yang digunakan.

2.2 Irigasi Pompa

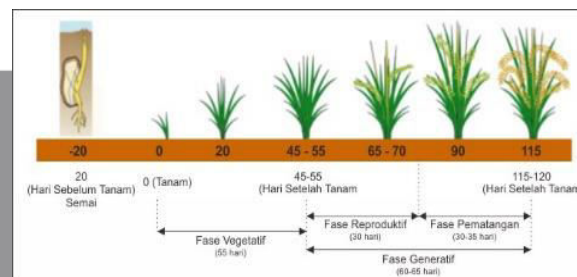
Sesuai ketentuan umum dalam PP No.20/2006 tentang irigasi, irigasi pompa adalah usaha pengambilan air dari bawah permukaan tanah dengan menggunakan bantuan pompa air, sehingga dapat didistribusikan dan digunakan untuk keperluan irigasi. Irigasi pompa air tanah ini mempunyai kelebihan yaitu:

Kelebihan irigasi pompa air tanah:

- Adanya kepastian perolehan air dibandingkan dengan irigasi permukaan sehingga dapat diharapkan tersedia sepanjang tahun.
- Rencana tata tanam dapat disesuaikan dengan kebutuhan, dengan mempertimbangkan jenis tanaman, waktu tanam serta ketersediaan tenaga kerja.
- Petani dapat mengatur sendiri penyediaan air untuk irigasinya[2].

2.3 Fase Pertumbuhan Padi

Pada penanaman padi terdapat 2 fase pertumbuhan, yaitu fase vegetatif dan generatif. Fase generatif tanaman padi dibedakan menjadi 2 macam, yakni: fase reproduktif dan pematangan[3]. Kebutuhan air pada kedua fase tersebut bervariasi dari fase pembentukan anakan aktif, anakan maksimum, pembentukan malai, bunting dan pembungaan [4]. Semakin tua umur tanaman maka genangan air lebih dalam. Oleh sebab itu, penulis memberikan nilai ketinggian air berdasarkan fase pertumbuhan tanaman sesuai dengan Gambar II-1 dan hanya dibagi menjadi 4 bagian.



Gambar II- 1 Fase Pertumbuhan Tanaman

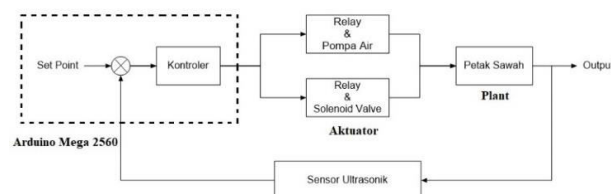
Sumber : <https://kabartani.com/beberapa-proses-yang-terjadi-saat-tanaman-padi-memasuki-masa-generative.html>

Adapun pemberian ketinggian air yang penulis berikan pada fase pertumbuhan tanaman padi ini, sebagai berikut:

- Usia 0 - 20 hari setelah tanam merupakan fase awal dimana diberi *set point* 2 cm di atas permukaan tanah untuk melakukan pengisian petak lahan sawah.
- Usia 45 – 75 hari setelah tanam merupakan fase anakan aktif hingga pembentukan malai dimana diberi *set point* 5 cm di atas permukaan tanah untuk pengisian petak lahan sawah.
- Usia 75 – 105 hari setelah tanam merupakan fase pematangan dimana diberi *set point* 10 cm di atas permukaan tanah untuk pengisian petak lahan sawah.
- Pada usia 10 hari sebelum panen akan dilakukan pengeringan lahan. Dimana diberi *set point* ketinggian air 2 cm di atas permukaan tanah untuk melakukan pengeringan lahan.

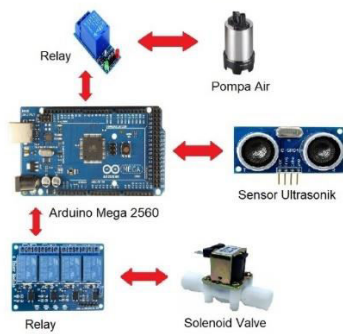
3. Pembahasan

3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar III- 1 Diagram Blok Sistem

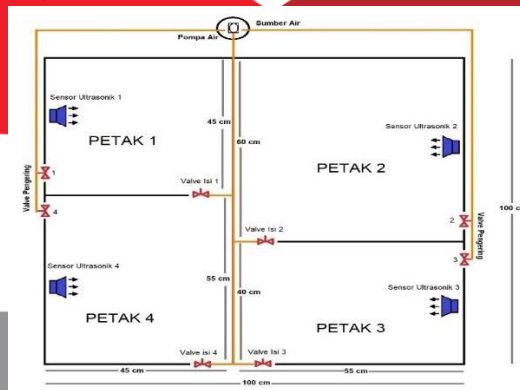
3.2 Perancangan Perangkat Keras



Gambar III- 2 Perangkat Keras

3.3 Perancangan Mekanika Lahan Sawah

Prototipe empat petak lahan sawah ini dirancang dengan skala 1:100 dari yang asli. Ukuran prototipe ini 100 cm × 100 cm × 25 cm (panjang × lebar × tinggi) yang terbuat dari bahan akrilik dengan alas setebal 3 mm sedangkan bagian tinggi 2 mm.

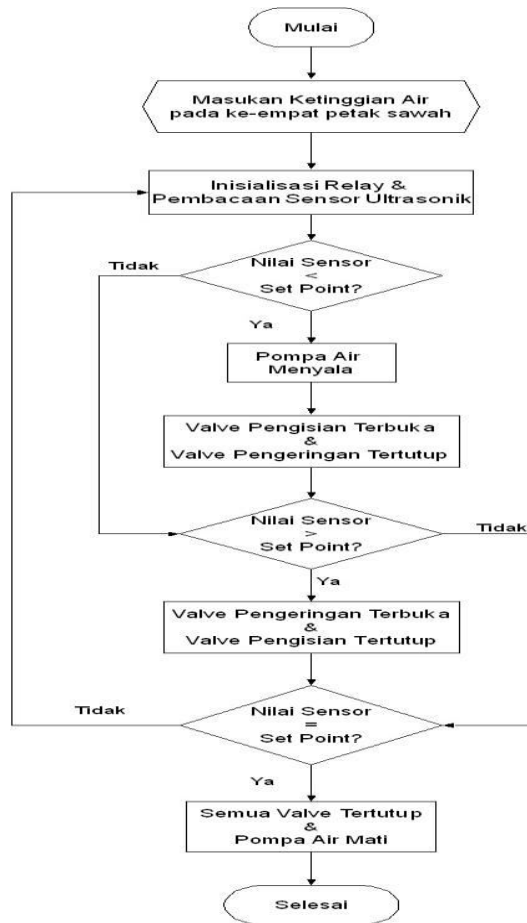


Gambar III- 3 Desain Empat Petak Sawah



Gambar III- 4 Prototipe Empat Lahan Sawah

3.4 Diagram Alir



Gambar III- 5 Diagram Alir Sistem

4. Pengujian dan Analisis

4.1 Pengujian Sensor

Tabel IV- 1 Pengujian Sensor 3

No	Sensor 3		
	6 cm	7 cm	8 cm
1	6,00	7,04	8,00
2	6,01	7,05	8,03
3	6,04	7,10	8,07
4	6,04	7,14	8,08
5	6,05	7,13	8,07
6	6,06	7,10	8,06
7	6,07	7,10	8,06
8	6,07	7,11	8,06
9	6,06	7,12	8,07
10	6,07	7,14	8,07

Tabel IV- 2 Pengujian Sensor 2

No	Sensor 2		
	6 cm	7 cm	8 cm
1	6,00	7,03	8,03
2	6,02	7,00	8,05
3	6,04	7,01	8,08
4	6,07	7,03	8,09
5	6,08	7,07	8,12
6	6,09	7,07	8,11
7	6,08	7,08	8,12
8	6,09	7,11	8,12
9	6,09	7,12	8,12
10	6,09	7,13	8,11

No	Sensor 4
----	----------

Tabel IV- 3 Pengujian Sensor 1

Tabel IV- 4 Pengujian Sensor 4

No	Sensor 1		
	6 cm	7 cm	8 cm
1	6,02	7,03	8,01
2	6,03	7,05	8,04
3	6,07	7,04	8,07
4	6,10	7,06	8,08
5	5,75	7,08	8,09
6	5,86	7,11	8,11
7	5,96	7,13	8,14
8	6,07	7,18	8,15
9	6,13	7,18	8,18
10	6,20	7,20	8,18

	6 cm	7 cm	8 cm
1	6,00	7,01	8,01
2	6,02	6,98	8,01
3	6,00	7,02	8,03
4	6,04	7,03	8,04
5	6,07	7,04	8,05
6	6,07	7,03	8,06
7	6,06	7,03	8,07
8	6,08	7,04	8,07
9	6,09	7,05	8,06
10	6,09	7,06	8,06

Berdasarkan tabel hasil pengujian pembacaan jarak dari semua sensor ultrasonik berhasil baik. Oleh sebab itu, sensor ultrasonik layak digunakan karena memiliki akurasi yang cukup tinggi dimana nilai *error* yang dihasilkan < 1 cm.

4.2 Pengujian Respon Set Point

Tabel IV- 5 Tabel Pengujian Plant 3

No.	Ketinggian Awal	Set Point	Steady State Output	Steady State Error	Waktu Steady State
1.	5 cm	7 cm	7,03 cm	0,03 cm	2 menit 44 detik
2.	5 cm	7 cm	7,00 cm	0,00 cm	12 menit 30 detik
3.	5 cm	7 cm	7,00 cm	0,00 cm	10 menit 14 detik
4.	5 cm	7 cm	7,02 cm	0,02 cm	3 menit 26 detik
5.	5 cm	7 cm	7,00 cm	0,00 cm	3 menit 56 detik
6.	5 cm	7 cm	7,00 cm	0,00 cm	7 menit 53 detik
7.	5 cm	7 cm	7,01 cm	0,01 cm	8 menit 21 detik
8.	5 cm	7 cm	7,24 cm	0,24 cm	5 menit 24 detik
9.	5 cm	7 cm	7,15 cm	0,15 cm	6 menit 11 detik
10.	5 cm	7 cm	7,19 cm	0,19 cm	4 menit 21 detik

Tabel IV- 6 Tabel Pengujian Plant 2

No.	Ketinggian Awal	Set Point	Steady State Output	Steady State Error	Waktu Steady State
1.	5 cm	10 cm	10,06 cm	0,06 cm	2 menit 52 detik
2.	5 cm	10 cm	10,03 cm	0,03 cm	9 menit 12 detik
3.	5 cm	10 cm	10,10 cm	0,10 cm	4 menit 40 detik
4.	5 cm	10 cm	10,00 cm	0,00 cm	5 menit 0 detik
5.	5 cm	10 cm	10,07 cm	0,07 cm	4 menit 30 detik
6.	5 cm	10 cm	10,00 cm	0,00 cm	11 menit 50 detik
7.	5 cm	10 cm	10,05 cm	0,05 cm	4 menit 25 detik
8.	5 cm	10 cm	10,10 cm	0,10 cm	6 menit 52 detik
9.	5 cm	10 cm	10,15 cm	0,15 cm	8 menit 32 detik
10.	5 cm	10 cm	10,13 cm	0,13 cm	10 menit 21 detik

Tabel IV- 7 Tabel Pengujian Plant 1

No.	Ketinggian Awal	Set Point	Steady State Output	Steady State Error	Waktu Steady State
1.	5 cm	15 cm	15,04 cm	0,04 cm	9 menit 51 detik
2.	5 cm	15 cm	15,01 cm	0,01 cm	4 menit 54 detik
3.	5 cm	15 cm	15,08 cm	0,08 cm	8 menit 32 detik
4.	5 cm	15 cm	15,40 cm	0,40 cm	7 menit 39 detik
5.	5 cm	15 cm	15,37 cm	0,37 cm	12 menit 0 detik
6.	5 cm	15 cm	15,07 cm	0,07 cm	6 menit 38 detik
7.	5 cm	15 cm	15,02 cm	0,02 cm	5 menit 43 detik
8.	5 cm	15 cm	15,03 cm	0,03 cm	7 menit 14 detik
9.	5 cm	15 cm	15,07 cm	0,07 cm	7 menit 51 detik
10.	5 cm	15 cm	15,08 cm	0,08 cm	9 menit 29 detik

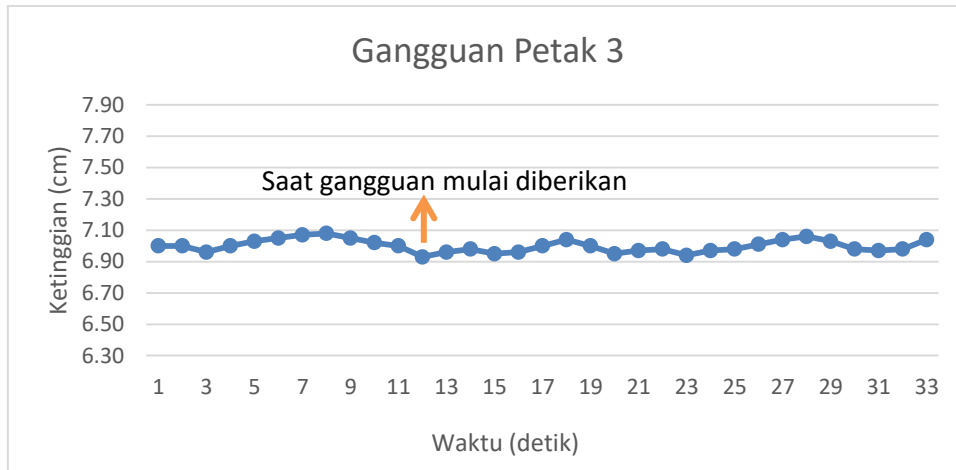
Waktu yang dibutuhkan untuk *steady state* saat pengisian lahan berbeda-beda karena menunggu air tenang selama beresilasi. Selain itu, luas dan ketinggian sair setiap petak berbeda-beda.

Tabel IV- 8 Tabel Pengujian *Plant 4*

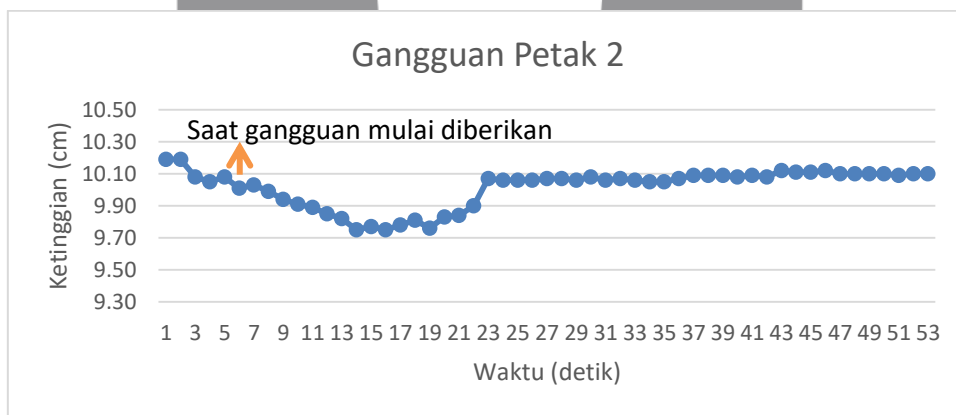
No.	Ketinggian Awal	Set Point	Steady State Output	Steady State Error	Waktu Steady State
1.	7 cm	5 cm	5,01 cm	0,01 cm	2 jam 10 menit 13 detik

Waktu *steady state* pada pengeringan sangat lama didapatkan dikarenakan melakukan pengeringan secara alamiah. Tidak seperti pengisian lahan yang dibantu dengan pompa air.

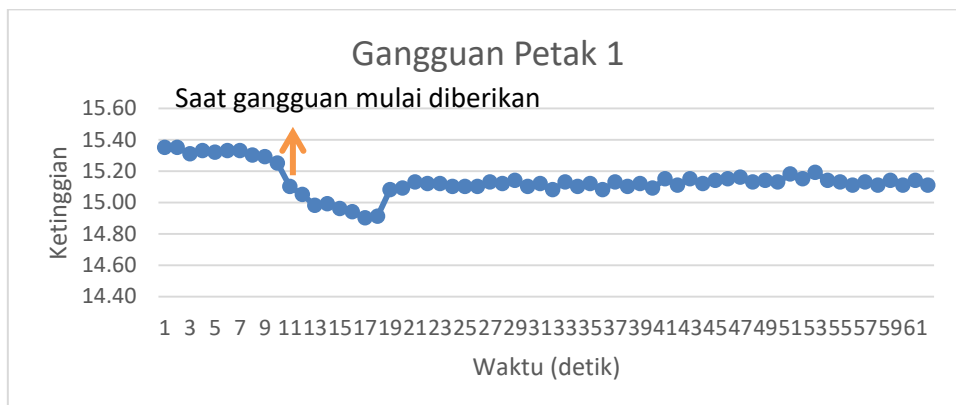
4.3 Pengujian Gangguan Pengurangan Air



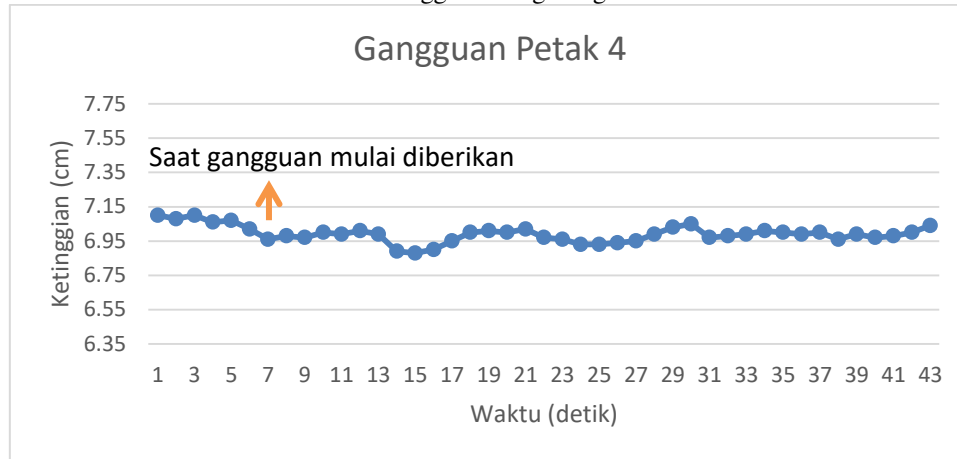
Gambar IV- 1 Gangguan Pengurangan Air Petak 3



Gambar IV- 2 Gangguan Pengurangan Air Petak 2



Gambar IV- 3 Gangguan Pengurangan Air Petak 1



Gambar IV- 4 Gangguan Pengurangan Air Petak 4

Berdasarkan Gambar IV-1 sampai Gambar IV-4 perubahan nilai *steady state* awal sebelum dilakukan gangguan pengurangan air hingga keadaan *steady state* akhir, diperoleh waktu yang berbeda setiap petaknya. Hal ini disebabkan bedanya ukuran atau luas dan ketinggian yang ada pada setiap petak sawah.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perancangan, pengukuran, pengujian, simulasi yang telah dilakukan serta dianalisis dapat disimpulkan bahwa:

1. Respon sistem pada penggunaan metode tertutup ketika perpindahan petak lahan sawah sangat akurat. Dimana sensor ultrasonik membaca ketinggian air dengan sangat presisi. Sedangkan *relay* pada *solenoid valve* memutus arus tepat waktu ketika sensor ultrasonik mencapai ketinggian air.
2. Pembacaan sensor ultrasonik pada penelitian ini tercapai dimana diperoleh respon sistem relatif stabil pada ketinggian 7 cm, 10 cm, 15 cm dengan nilai *error* pada semua sensor ultrasonik < 1 cm.

6. Saran

Untuk pengembangan dari penelitian ini, penulis memiliki beberapa saran yang ingin diberikan, diantaranya:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya prototipe ini dapat diimplementasikan secara nyata agar pekerjaan petani lebih efisien.
2. Posisi peletakkan *solenoid valve* pengisian harus diperhatikan sehingga tidak mengakibatkan akrilik melengkung.
3. Penggunaan *solenoid valve* kurang efektif untuk pengeringan air karena membutuhkan tekanan yang tinggi dan waktu yang lama.
4. Penggunaan akrilik untuk prototipe lebih diperhatikan ketebalan yang digunakan. Agar prototipe tidak melengkung dan tahan terhadap beban yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Pemerintah No. 20/2006, Tentang Irigasi, 2006
- [2] <https://docplayer.info/37259119-Modul-tentang-sistem-irigasi-pompa.html> diakses 12 Agustus 2020
- [3] <https://kabartani.com/beberapa-proses-yang-terjadi-saat-tanaman-padi-memasuki-masa-generative.html> diakses 20 Februari 2020
- [4] <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/info-berita/tahukah-anda/tiga-fase-pertumbuhan-padi> diakses 21 Februari 2020
- [5] Arduino Mega 2560, <http://Arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>, diakses tanggal 22 Februari 2018
- [6] Artanto, Dian, 2012, *Interaksi Arduino dan LabView, 1st*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta
- [7] <https://www.electroschematics.com/hc-sr04-datasheet/> diakses 19 Maret 2020
- [8] Maimunah, Husein Muhammad Fahrezy, Tanto Harsono Iwan (2017). *Pengairan Sawah Otomatis Berbasis Arduino Uno*. Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu. Jurusan Teknik Informatika, STMIK Raharja, Tangerang
- [9] <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-dan-prinsip-kerja-solenoid-valve/> diakses 26 November 2019