

PROTOTIPE OTOMASI BUKA TUTUP PINTU AIR IRIGASI DI BOKS TERSIER MENGUNAKAN SOPI "SENSOR PINTAR" BERBASIS ARDUINO

Prototype of Automation Irrigation Sluice in Tertiary Box Using Arduino-Based "Sensor Pintar" (Sopi)

**Teguh Sulaeman¹⁾, Anisa Triwahyuni¹⁾, Firda Hayati Fauziah¹⁾, Intan Kusuma Wardani²⁾,
dan Annisa Nur Ichniarsyah^{2)*}**

¹⁾*Mahasiswa Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian, Jurusan Pertanian, Politeknik
Pembangunan Pertanian Bogor*

²⁾*Dosen Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian, Jurusan Pertanian, Politeknik
Pembangunan Pertanian Bogor*

^{*)}Alamat korespondensi: annisanur@pertanian.go.id

ABSTRACT

Research related to precision agriculture is needed in order to achieve the goal of Agriculture 4.0. One of the most important input in cultivation is the water availability. The majority of food crop cultivation in Indonesia is carried out on irrigated agricultural land. However, P3A as the operator on opening and closing water gate in tertiary channels is limited and resulting in not optimal performance. Therefore, this study aimed to design and develop automatic water gate prototype in the tertiary box. The prototype was developed using acrylic as the building material and the water sluice was moved by DC motor. Data were analyzed using SPSS. The results showed that the coefficient determination for the door A $R^2= 0,99$ and door B $R^2= 1$. Therefore, it showed that this automatic irrigation prototype using Arduino program could work well.

Keywords: Arduino, sluice operations, tertiary irrigation system.

Abstrak

Sebagai upaya untuk mewujudkan Pertanian 4.0 maka diperlukan riset-riset berbasis teknologi terapan di bidang pertanian. Salah satu input dalam budidaya pertanian adalah ketersediaan air. Di Indonesia, budidaya tanaman pangan mayoritas dilakukan pada lahan pertanian beririgasi. Namun, P3A sebagai operator buka tutup pintu air di saluran tersier jumlahnya terbatas sehingga kinerjanya kurang optimal. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk rancang bangun dan pengembangan prototipe pintu air otomatis di boks tersier. Prototipe dibangun menggunakan akrilik dan pintu air dioperasikan menggunakan motor DC yang telah terhubung dengan kontroler yang diprogram oleh Arduino. Data penelitian dianalisis menggunakan SPSS. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai koefisien determinasi untuk pintu A $R^2= 0,99$ dan Pintu B $R^2= 1$. Sehingga pintu irigasi otomatis berbasis arduino dengan program yang dirancang berjalan dengan baik.

Kata kunci: Arduino, operasi pintu air, sistem irigasi tersier.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di Indonesia, sebanyak 60,4 % budidaya tanaman pangan dilakukan di lahan beririgasi (Bappenas, 2017). Oleh karena itu, irigasi termasuk salah satu input yang paling penting pada peningkatan produktivitas tanaman. Irigasi merupakan sistem yang terdiri dari ketersediaan air, sarana dan prasarana irigasi, pengelolaan irigasi, institusi, dan sumberdaya manusia. Masing-masing pilar tersebut memiliki peranan dalam mewujudkan pengelolaan irigasi yang efisien serta memenuhi *level of service* meliputi tepat waktu, tepat jumlah, dan tepat sasaran.

Petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis. Sebuah petak tersier terdiri dari sejumlah sawah dengan luas keseluruhan yang umumnya berkisar antara 50–100 ha, kadang-kadang sampai 150 ha (Anonim, 2013). Jaringan irigasi tersier memiliki fungsi sebagai prasarana pelayanan air di dalam petak tersier yang terdiri dari saluran pembawa atau saluran tersier, saluran pembagi yang disebut saluran kuarter dan saluran pembuang. Saluran tersier membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama ke dalam petak tersier lalu ke saluran kuarter (Aditama, 2018).

Pengelolaan jaringan irigasi di tingkat tersier dilakukan oleh Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A). Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor: 79/Permentan/OT.140/12/2012, “jaringan irigasi tersier adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri atas saluran tersier, saluran kuarter, dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter serta bangunan pelengkapannya. P3A sebagai unit pengelola prasarana jaringan irigasi tersier harus memiliki kemampuan dalam perencanaan, pembangunan, operasional, dan pemeliharaan (OP) serta rehabilitasi jaringan irigasi tersier secara partisipatif. Oleh karena itu, kemampuan kelembagaan dan kemampuan anggota P3A perlu ditingkatkan, baik dari penguasaan teknologi usaha pertanian maupun kemampuan teknis mengenai sistem pengelolaan prasarana jaringan

irigasi tersier secara berkelanjutan dan sesuai dengan perkembangan teknologi”.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kusuma (2015) dan Renault *et al* (2007), permasalahan terkait pengelolaan jaringan irigasi di tingkat tersier adalah: a) kondisi prasarana jaringan irigasi buruk, b) pembiayaan untuk operasi buka tutup pintu air di boks tersier oleh P3A tidak mencukupi, c) kapasitas sumberdaya manusia dalam organisasi P3A belum siap untuk melakukan pengelolaan irigasi di tingkat tersier, d) rendahnya pendapatan petani mengakibatkan kemampuan pembayaran dana swadaya untuk operasional jaringan irigasi tersier kurang, e) keterbatasan dana perbaikan atau pengembangan jaringan irigasi tersier mengakibatkan tingginya jumlah kehilangan air di saluran, serta f) banyak terjadi pengambilan air secara ilegal dengan cara perusakan jaringan irigasi. Dampak dari permasalahan tersebut adalah pembagian air di tingkat tersier tidak efisien sehingga sering menimbulkan kekurangan air di bagian hilir dan pada akhirnya menimbulkan konflik perebutan air antar petani.

Sebagai salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pembuatan otomasi buka tutup pintu air di boks tersier. Diketahui bahwa P3A tidak aktif karena rendahnya dana swadaya dari petani untuk upah operator pintu air di saluran tersier. Selain itu, jumlah anggota P3A tidak mencukupi untuk operasi pintu air di saluran tersier. Akibatnya hal ini menyebabkan kurang optimalnya pembagian air di tingkat tersier oleh P3A. Oleh karena itu, tujuan karya ilmiah ini adalah untuk mengembangkan prototipe otomasi pintu air irigasi di saluran tersier berbasis Arduino.

Pembagian air secara adil dan tepat waktu diharapkan mampu mengurangi konflik perebutan air antar petani. Selain itu, karya ilmiah ini diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi terwujudnya Pertanian 4.0 yaitu pertanian yang memanfaatkan perkembangan teknologi khususnya dalam rangka mewujudkan operasi pembagian air irigasi secara efisien.

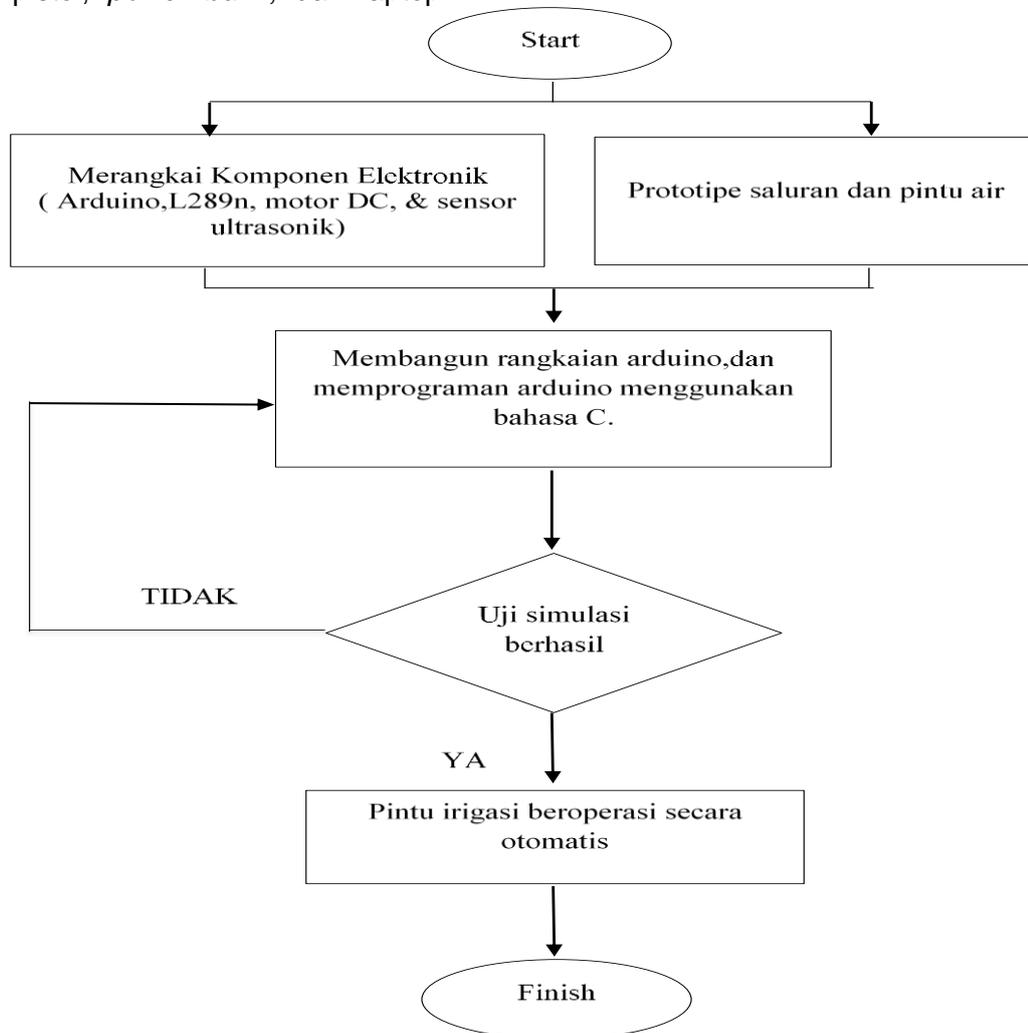
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian pembuatan prototipe boks tersier dilakukan pada tanggal 13 Mei hingga 15 Juni 2019 bertempat di Kampus Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor.

Pembuatan prototipe menggunakan peralatan bengkel seperti obeng, solder, dan lem pistol, *power bank*, dan laptop

beserta aplikasi gambar teknik. Adapun bahan yang digunakan berupa Arduino, PCB, kabel *jumper*, sensor ultrasonic HC-SR04, *dual* H-bridge L298N, akrilik, motor DC, benang wol, lem, dan katrol.

Adapun metode yang digunakan dalam karya ilmiah ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Proyek Karya Tulis

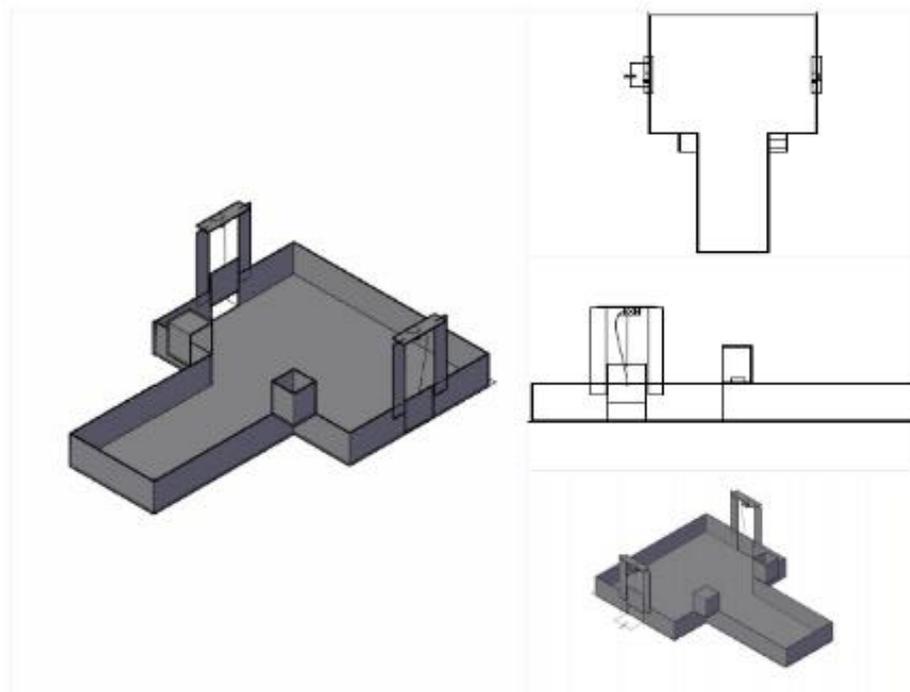
Tahapan pengambilan data dan pengujian prototipe dilakukan dengan melakukan studi literatur. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan prototipe pintu air dan membuat rangkaian program buka tutup pintu air sesuai dengan rancangan. Setelah itu, boks prototipe dan program dipadukan rangkaiannya. Pengujian fungsional prototipe pintu air dilakukan untuk melihat unjuk kerja masing-masing bagian dalam prototipe. Langkah akhir adalah melakukan simulasi

untuk melihat performa prototipe yang telah dibangun.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam karya ilmiah ini antara lain: a) Perencanaan (*planning*), b) Perancangan (*design*) untuk menentukan kerja sistem meliputi aspek desain menggunakan diagram UML. Pemodelan yang dilakukan berupa *use case diagram*, *activity diagram*, dan hasil dari tahapan ini berupa spesifikasi sistem yang jelas sebagai acuan dalam tahap implementasi.

Rancangan dapat dilihat pada Gambar 2. Prototipe badan air berbentuk seperti huruf T dengan dua pintu air pada kedua sisi. Dimensi prototipe akrilik adalah panjang 100 cm, lebar 70 cm, dan tinggi 10 cm. Lebar pintu air adalah 10 cm. Pada

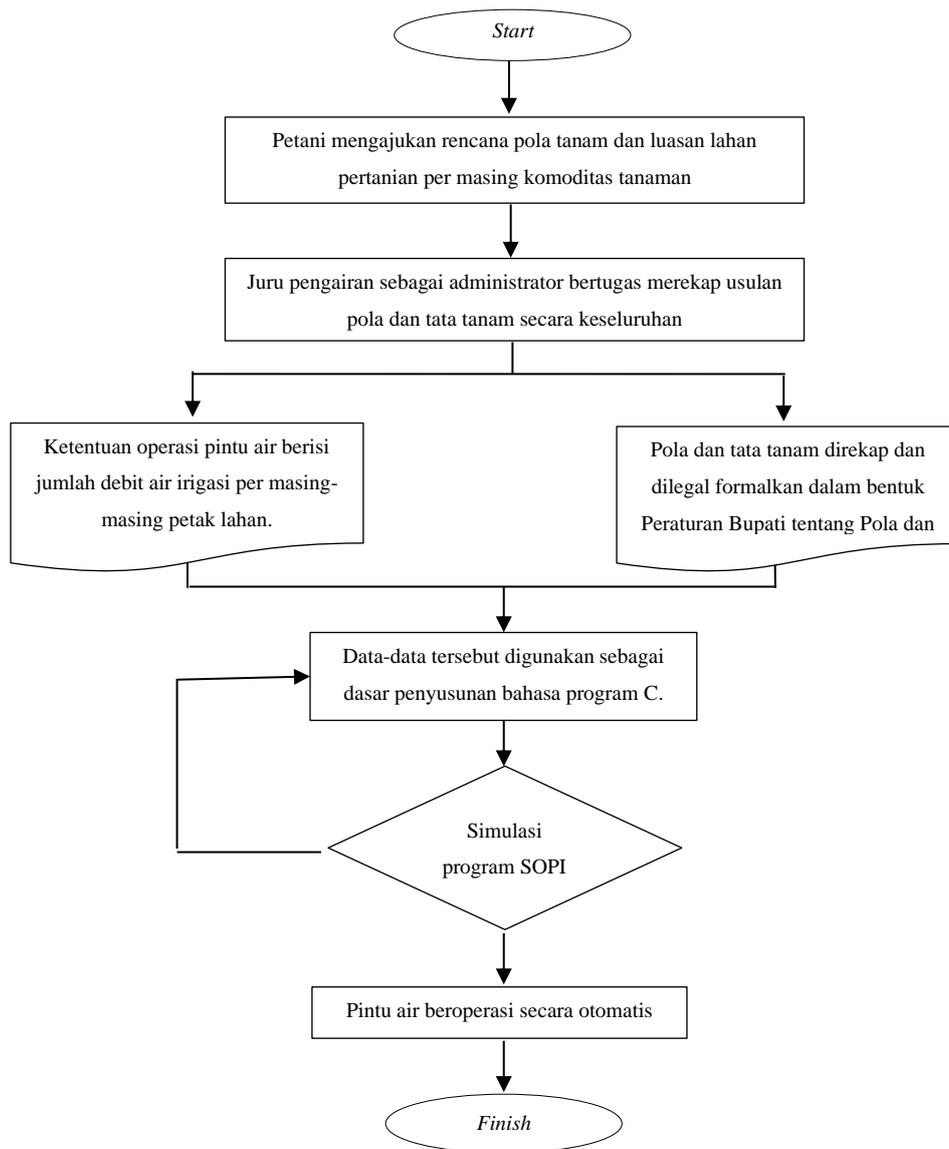
bagian atas pintu air terdapat dudukan untuk motor DC yang bekerja menarik pintu air. Boks tempat kontroler diletakkan di sudut-sudut prototipe sehingga tidak mengganggu kerja motor DC saat menarik pintu air.



Gambar 2 Desain Pintu Air Sopy

Tahapan terakhir adalah implementasi yaitu melakukan *coding* berdasarkan hasil perancangan dengan menggunakan bahasa pemrograman C (*sketch proteus*) yang disimulasikan pada prototipe serta akan dilakukan pengujian terhadap aplikasi yang telah dibuat untuk mengetahui kesesuaian proyek dengan perancangannya. Berdasarkan data analisis pengujian yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan penelitian yang dilakukan sudah menjawab rumusan

permasalahan atau tidak. Program yang dibuat dan akan diujikan meliputi pengujian bukaan I (pintu air terbuka penuh), bukaan II (pintu air terbuka 50%), dan bukaan III (pintu air terbuka (25%). Dalam penelitian ini dibuat suatu diagram aktivitas yang bertujuan untuk menggambarkan aliran kerja dari sistem buka tutup pintu air secara otomatis. Keterangan terkait langkah kerja dalam sistem tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.



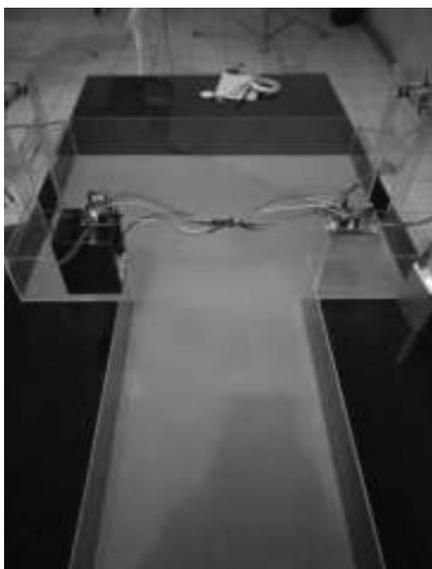
Gambar 3 Bagan alir *activity diagram*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Prototipe

Prototipe badan dan pintu air dibuat menggunakan akrilik setebal 3 mm. Pemilihan akrilik sebagai material prototipe didasarkan bahwa akrilik mudah diperoleh, harga terjangkau, dan mudah dibentuk. Sebagai simulasi pintu air,

terdapat dua bukaan pintu yang sudah dirangkai dengan motor untuk menggerakkan pintu secara vertikal. Motor DC akan bekerja sesuai dengan program yang sudah dibangun. Gambar 4 berikut ini menunjukkan foto prototipe pintu air yang telah dibangun.



Gambar 4 Foto prototipe tampak atas

Prototipe pintu air digerakkan dengan program menggunakan Bahasa C. Beberapa bagian yang bekerja berdasarkan perintah program antara lain:

1) *Login* atau *logout*

Penggunaan prototipe yang sudah dirancang dengan Arduino, L298N, serta sensor ultrasonik dilanjutkan dengan menghubungkan rangkaian dengan aliran listrik. Sumber yang

digunakan dapat berupa aki, genset, ataupun sumber aliran listrik lainnya.

2) Penambahan waktu dan debit air

Jika kondisi lahan mengalami kekurangan air dapat dilakukan pengaturan waktu melalui program untuk mengantisipasi kondisi kelebihan air ataupun banjir. Sensor ultrasonik memberikan respon kepada pintu irigasi seperti pada Gambar 5 dan 6 berikut ini.



(a)



(b)

Gambar 5 Pintu irigasi tersier saat (a) tertutup dan (b) bukaan I



(a)



(b)

Gambar 6 Pintu irigasi tersier saat (a) bukaan II dan (b) bukaan III)

3) Buka tutup pintu air

Buka tutup pintu air irigasi tersier berbasis arduino dengan dua pintu air irigasi yang secara bergantian membuka dan menutup air. Alokasi durasi waktu bukaan air diatur menggunakan program. Jika terjadi kelebihan air dengan atas maksimal 8 cm maka pintu air irigasi secara otomatis membuka.

Pengujian Prototipe

Pengujian prototipe dilakukan dengan melakukan uji *system testing*. Pada *system testing* dilakukan pengujian untuk memeriksa kebutuhan baik fungsional maupun non fungsional pada aplikasi secara menyeluruh apakah telah memenuhi apa yang diperlukan oleh user yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

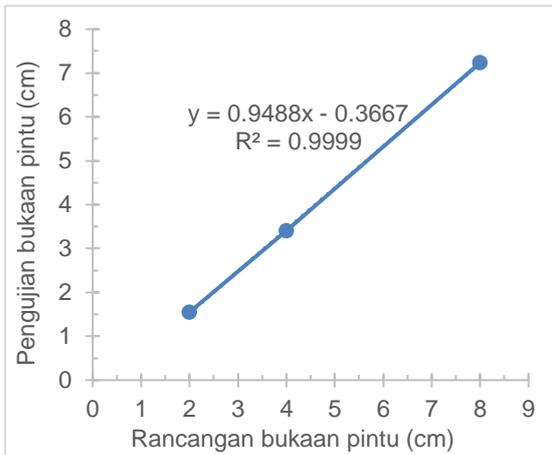
Tabel 1 Pengujian fungsional prototipe

No	Kebutuhan	Keterangan
1	Fungsi Arduino	Sesuai
2	Fungsi L298N	Sesuai
3	Fungsi sensor ultrasonik	Sesuai
4	Fungsi motor DC	Sesuai
5	Fungsi pintu irigasi tersier	Sesuai

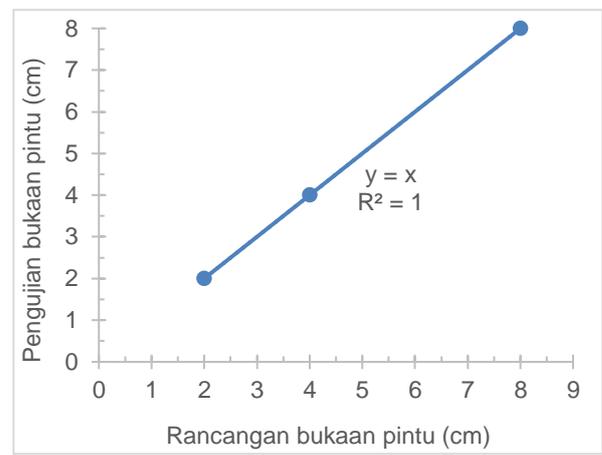
Hasil pengujian fungsional prototipe menunjukkan bahwa semua bagian-bagian pintu air telah dapat bekerja sesuai dengan desain fungsionalnya. Sehingga dilakukan simulasi buka tutup pintu air dengan memasukkan program yang telah dibangun.

Analisis data simulasi

Setelah prototipe selesai dirangkai dan diuji fungsi kerjanya selanjutnya dilakukan simulasi bukaan pintu air untuk melihat kesesuaian program yang sudah dibangun dengan hasil uji. Hasil pengujian pada pintu A dan B dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



(a)



(b)

Gambar 7 Grafik hasil uji bukaan prototipe (a) Pintu A dan (b) Pintu B

Hasil pengujian menunjukkan bahwa program yang sudah dibangun dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien regresi yang tinggi baik pada pintu A dan B. Saat pengujian pada pintu A terdapat beberapa kendala contohnya adanya gesekan antara pintu A dan penyangga pintu yang berpengaruh pada tinggi bukaan pintu air. Meskipun demikian, hal ini dapat diatasi dengan memperbaiki

bagian pintu dan penyangganya. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa otomasi pintu air di irigasi tersier dapat dilakukan dengan program yang sudah dibangun menggunakan Arduino Uno. Tentunya, jika program otomasi buka tutup pintu air ini hendak diaplikasikan di lapangan harus dilakukan berbagai penyesuaian agar sesuai dengan hasil yang diharapkan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka pintu irigasi yang menerapkan otomasi buka tutup menggunakan sensor pintar telah berhasil dibangun dengan Bahasa program C dan dimodelkan menggunakan dua buah diagram UML. Pintu tersier otomatis ini dapat membantu para petani dalam pembagian air secara merata.

Saran

Pintu air irigasi menerapkan otomasi buka tutup menggunakan sensor pintar berbasis arduino masih memiliki kekurangan yang perlu diperbaiki guna pengembangan dalam penelitian selanjutnya. Hal yang harus diperhatikan untuk perbaikan antara lain dilakukan pengujian kenyamanan penggunaan, fungsi arduino serta ketahanan prototipe. Selain itu, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk aplikasi di lapangan dari prototipe yang sudah dibangun.

REFERENSI

- Aditama E. 2018. Analisis Nilai Air Irigasi Pada Jaringan Irigasi Tersier Dengan Luas Layanan 50-75 Hektar Pada Jaringan Sekunder BPU 22. *Skripsi*. Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Anonim. 2013. *Kriteria Perencanaan Irigasi KP- 01*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- BAPENNAS. 2017. Luas Penggunaan Lahan di Indonesia. Diperoleh 16 Juni 2019, dari bapennas.go.id/download.php?id=1896.
- Binilang A. 2014. Perilaku Hubungan Antar Parameter Hidrolis Air Loncat Melalui Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(1), 41-44.
- Laurnal E, Folkes. 2017. *Pengembangan Pintu Air Irigasi Pintar berbasis Arduino untuk Daerah Irigasi Manikin*. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 13, 3.
- Wardani IK. 2015. Strategi Peningkatan Kinerja Pengelolaan Irigasi Pada Perkumpulan Petani Pemakai Air Dalam Proses Menuju Modernisasi Irigasi di Tingkat Tersier. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ramadhani F. 2016. *Metode Cepat Identifikasi Jaringan Irigasi Tersier Dalam Proses Perbaikan Irigasi*. *Jurnal Informatika Pertanian*, 25, 2.
- Renault D, Facon T, dan Wahaj R. 2007. *Modernizing Irrigation Management. The MASSCOTE Approach*. FAO. Roma.