

PENGEMBANGAN PERANGKAT OTOMASI MITER GATE PADA SALURAN IRIGASI DENGAN TEKNOLOGI *PUSH NOTIFICATIONS*

DEVELOPMENT OF MITER GATE AUTOMATION DEVICES FOR IRRIGATION CHANNELS WITH *PUSH NOTIFICATION TECHNOLOGY*

Irfan Ardiansah^{1✉}, Nurpilihan Bafdal¹, Sandi Asmara²

¹ Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran

² Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ Komunikasi Penulis, email: irfan@unpad.ac.id
DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-lv9i4.317-325>

Naskah ini diterima pada 9 September 2020; revisi pada 18 November 2020;
disetujui untuk dipublikasikan pada 16 Desember 2020

ABSTRACT

Leonardo da Vinci's Miter Gate floodgate has a design that is considered being effective at holding water. The rapid development of technology makes push technology easy to implement in a system that is integrated with the internet. This research aims to develop an automation device for irrigation sluices using the Leonardo da Vinci Miter Gate model and sending information through push technology. This research was carried out through five stages, namely: literature study, functional design, structural design, technical analysis and testing of automation systems using Arduino UNO, HC-SR04 ultrasonic sensor, Servo Motor and Router to be the main tools in this study. This research uses engineering methods and produces prototypes of the Leonardo da Vinci Miter Gate model of irrigation canal and watergate, and integration with automation devices has resulted in user-readable information via the LCD layer or via a smartphone. The findings from the test results are that the leakage at the door is 5-8% of the inlet discharge. In the functional design of sensors, actuators and water level data monitoring runs according to a written script and produces an average notification reception for 3 seconds after sending information.

Keywords: *Arduino UNO, Leonardo da Vinci, miter gate, push notification*

ABSTRAK

Pintu air Leonardo da Vinci Miter Gate memiliki desain yang dianggap efektif menahan air. Adanya perkembangan teknologi yang sangat pesat menjadikan *push technology* mudah diterapkan dalam sistem yang terintegrasi dengan internet. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat otomasi pintu air irigasi menggunakan model Leonardo da Vinci Miter Gate dan pengiriman informasi melalui *push technology*. Penelitian ini dilakukan melalui lima tahapan yaitu: studi literatur, rancangan fungsional, rancangan struktural, analisis teknik, dan pengujian sistem otomasi dengan menggunakan Arduino UNO, Sensor ultrasonic HC-SR04, Motor Servo dan Router sebagai perangkat utama dalam penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metode rekayasa dan menghasilkan purwarupa saluran irigasi dan pintu air model Leonardo da Vinci Miter Gate dan integrasi dengan perangkat otomasi berhasil menghasilkan informasi yang dapat dibaca pengguna melalui layer LCD ataupun melalui *smartphone*. Temuan dari hasil pengujian adalah terjadinya kebocoran pada pintu sebesar 5-8% dari debit inlet. Pada rancangan fungsional sensor, aktuator dan pemantauan data ketinggian muka air berjalan sesuai dengan skrip yang ditulis dan menghasilkan rata-rata penerimaan notifikasi selama 3 detik setelah pengiriman informasi.

Kata Kunci: *Arduino UNO, Leonardo da Vinci, Miter Gate, push notification*

I. PENDAHULUAN

Irigasi merupakan usaha untuk menyediakan, membagikan, memberikan, dan mengalirkan air untuk lahan pertanian hingga terpenuhi

kebutuhannya (Hadihardjaja, 1997). Menurut Waller dan Yitayew (2015) irigasi merupakan usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian.

Pemberian air pada tanaman dengan cara konvensional sudah dianggap tidak lagi efektif dan relevan karena tanaman lebih membutuhkan kelembaban tanah yang konsisten (Ardiansah et al., 2018). Penerapan irigasi dalam pertanian merupakan salah satu upaya untuk menghemat penggunaan air dengan tetap mempertahankan kelengasan tanah, karena air yang berlebih akan menimbulkan *water logging* dan salinasi (Swanson, 2019).

Bangunan bagi dan sadap pada saluran irigasi umumnya memiliki pintu yang berfungsi untuk menahan air, dan di lapangan lebih banyak ditemukan adalah jenis pintu sorong yang dioperasikan secara manual dan arah bukaan yang vertikal (Sharma et al, 2016). Kelemahan metode manual ini adalah ketepatan waktu dalam membuka pintu air, tingkat ketelitian pembacaan tinggi muka air yang rendah, tenaga yang dibutuhkan untuk memutar tuas seperti yang dijelaskan oleh Tumeizi dan Hammad (2017), selain itu masih sering terjadi kehilangan air akibat penyadapan yang tak terpantau, adanya kebocoran di saluran sekunder dan dinding maupun dasar saluran yang mengalami kebocoran.

Pada tahun 1497 seorang arsitektur, ilmuwan dan seniman yang terkenal yaitu Leonardo da Vinci, telah mendesain banyak karya cipta yang mengantisipasi teknologi modern. Salah satu desain karya ciptanya adalah The Miter Gate yaitu desain pintu air yang dianggap efektif menahan air dengan gerbang air yang dibentuk siku-siku akan menyebabkan gerbang menutup erat karena terjadinya tekanan air (Kuligowski, 2012).

Satu aspek penting dalam perencanaan bangunan air adalah kepekaannya terhadap variasi muka air, sehingga dalam pengoperasian pada pintu air perlu ketepatan waktu berdasarkan ketinggian muka air, karena jika terlambat akan terjadinya air yang meluap pada saluran dan pembagian yang tidak merata pada saluran selanjutnya (Kakumanu et al, 2018). Dengan jumlah pintu air pada bangunan yang diperkirakan dalam satu petak tersier mencapai 15 unit dengan lokasi yang saling berjauhan e"100 m dan masih dioperasikan manual akan membutuhkan banyak sumberdaya manusia dan faktor

kelalaian yang sering terjadi pada manusia pun dapat dihindari, seringkali penjaga pintu kanal banjir lalai dalam mengendalikan pintu kanal banjir menyebabkan volume air yang tidak stabil (Hariany et al, 2011).

Menurut Bafdal et al. (2019) kelangkaan air dapat terjadi karena ketidakmampuan tanaman untuk mengakses air yang ada karena keterbatasan prasarana dan teknologi. Oleh karena itu perlu adanya teknologi untuk memudahkan pengoperasian pintu air irigasi, salah satunya adalah otomasi pengoperasian pintu air irigasi dengan mikrokontroler. Mikrokontroler adalah *single chip computer* yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol (Ardiansah dan Putri, 2016). Dalam perkembangannya, mikrokontroler sering digunakan sebagai pengendali dan pemantauan suatu alat. Perkembangan teknologi mobile yang sangat pesat, penggunaan notifikasi berbasis internet pada pemantauan suatu kondisi sudah sering dilakukan salah satunya *push technology*. Teknologi *push* adalah fitur penting dari layanan komputasi mobile dan telah banyak diterapkan di perangkat bergerak (Ma, 2012).

II. BAHAN DAN METODE

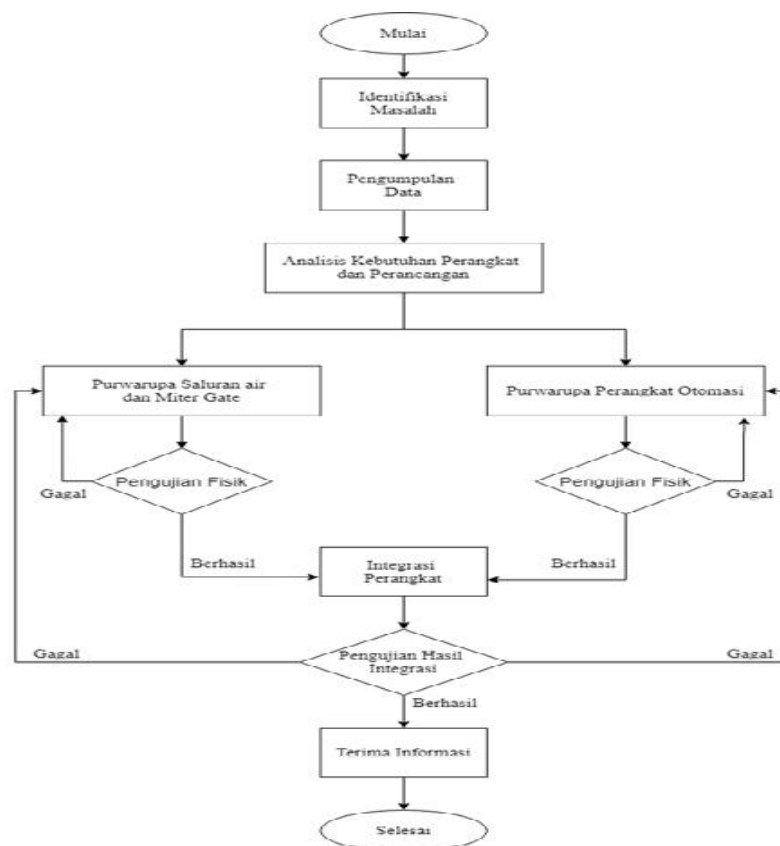
Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan melakukan analisis kebutuhan dan perancangan, implementasi alat, pengujian dan evaluasi alat dengan menggunakan metode *Waterfall* (Pressman dan Maxim, 2015). Pengembangan perangkat pemantauan dilakukan pada Laboratorium Komputer dan pengujian perangkat dilakukan pada Laboratorium Sumber Daya Air Fakultas Teknologi Industri Pertanian.

Perangkat dibangun sebanyak tiga jenis, (1) Purwarupa saluran dan pintu air model Leonardo da Vinci Miter Gate, (2) Perangkat otomasi yang berbasis Arduino UNO dengan mengintegrasikan komponen motor servo, sensor ultrasonic HC-SR04 dan LCD 16*2, dan (3) Perangkat *data logger* dan *push notification* menggunakan Router TP-Link MR3020 yang sudah terinstall sistem operasi OpenWRT dan aplikasi Python3 untuk melakukan transaksi data dengan perangkat pemantauan.

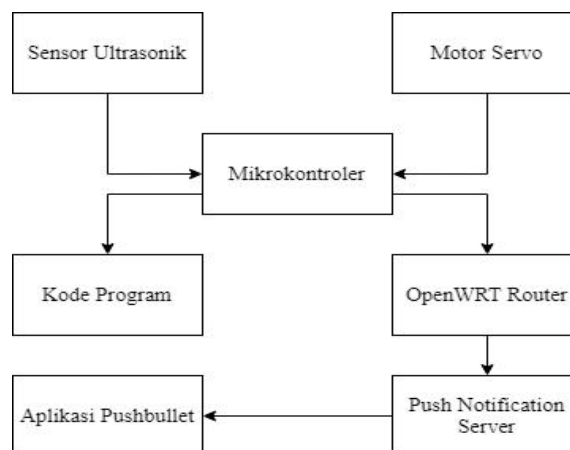
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rekayasa yaitu metode yang meliputi perancangan (design) sehingga di dalamnya terdapat tahap pengembangan, baik dalam bentuk proses maupun produk dan hasil pengembangan dijelaskan secara deskriptif melalui penguraian data pengamatan dan pengujian serta menjelaskan mekanisme kerja perangkat. Dalam Gambar 1 berikut ini adalah diagram tahapan penelitian secara keseluruhan:

Diagram perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 2. Berikut penjabaran cara kerja dari masing-masing komponen berdasarkan diagram perancangan sistem pada Gambar 2:

1. Mikrokontroler Arduino UNO digunakan unit proses yang bekerja untuk menerima data yang berasal dari sensor ultrasonik, dan menyalakan atau mematikan motor sevro berdasarkan data yang diterima dari sensor.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian



Gambar 2. Diagram Perancangan Perangkat

2. *Software* atau Perangkat Lunak diunggah ke Arduino UNO sehingga mikrokontroler tersebut dapat bekerja sesuai yang diperintahkan, dalam hal ini adalah memantau status sensor ultrasonik dan motor servo;
3. Sensor Ultrasonik adalah sebuah sensor deteksi jarak yang menggunakan pantulan suara, dipasangkan pada bagian puncak dari purwarupa saluran irigasi dengan pintu air Leonardo Da Vinci Miter Gate dengan posisi sensor menghadap ke bawah untuk mendeteksi ketinggian air;
4. Router TL-MR3020 dengan sistem operasi yang telah diubah menjadi OpenWRT yang berbasis Linux, digunakan sebagai server untuk menyimpan data yang dikirim oleh Arduino UNO melalui koneksi Universal Serial Bus (USB), digunakan pula sebagai perangkat pengirim pesan *push notifications*;
5. Push Notification Server (PNS), sebuah server yang menerima pesan yang dikirim oleh router melalui Application Programmable Interface (API) dan meneruskan pesan tersebut kepada smartphone yang sudah terdaftar; dan
6. *Pushbullet*, aplikasi yang diinstallkan dalam smartphone pengguna untuk menerima pesan *push notification* dari PNS.

2.1. Kriteria Perancangan

Implementasi perangkat otomasi pengaturan pintu air dan pemantauan ketinggian muka air

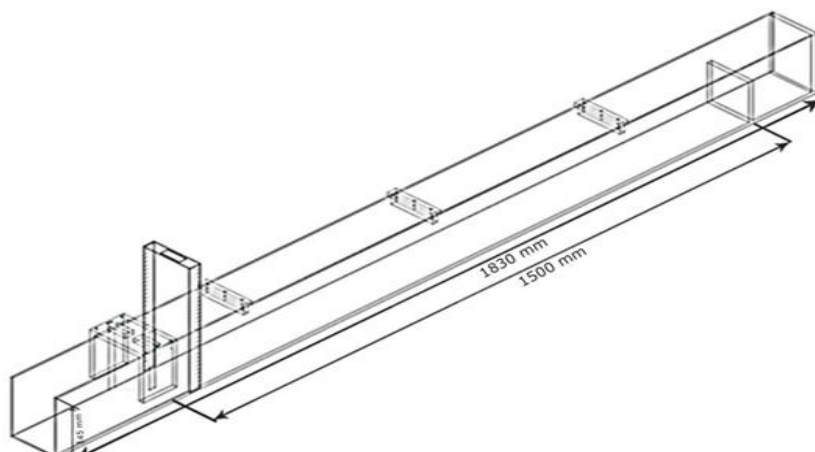
pada purwarupa saluran irigasi ini diharapkan dapat memenuhi dasar kriteria pengembangan sebagai berikut:

1. Purwarupa saluran irigasi serta pintu air Leonardo da Vinci Miter Gate dapat digunakan untuk mengalirkan air, dan pintu air dapat membuka atau menutup sesuai dengan status yang dikirimkan oleh perangkat (Gambar 2);
2. Kode program pada Arduino UNO dapat menerima data ketinggian muka air yang dikirimkan oleh sensor ultrasonik, mengolahnya dan mengirimkan hasilnya pada motor servo dan router; dan
3. Motor servo dapat bergerak membuka atau menutup pintu sesuai status yang diberikan, kemudian datanya dapat disimpan dalam Router dan dikirimkan ke smartphone pengguna.

2.2. Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja purwarupa saluran irigasi dan pintu air Leonardo da Vinci Miter Gate, dan sistem otomasi adalah sebagai berikut:

1. Pompa air memompa air dari bak penampung ke dalam saluran irigasi dengan debit konstan;
2. Inlet air masuk pada stilling basin agar keluaran air tidak turbulen dan air akan meluap secara laminar menuju pintu air yang tertutup;
3. Selama air mengalir, sensor ultrasonik HC-SR04 akan mengukur ketinggian air setiap 5 detik;
4. Data ketinggian air yang diterima oleh sensor ultrasonik diterima oleh Arduino



Gambar 3. Pengembangan Purwarupa Saluran Air

- UNO melalui pin digital dan diproses untuk mendapatkan nilai ketinggian air dalam satuan cm;
5. LCD yang terpasang pada Arduino UNO menampilkan data ketinggian air dalam satuan cm, data ini juga dikirimkan pada Router untuk disimpan dan dikirimkan ke PNS;
 6. Motor servo membuka pintu air bila tinggi air dalam saluran irigasi mencapai ketinggian 11 cm, status pintu air terbuka dikirimkan pada router;
 7. Router menerima data yang dikirimkan melalui port USB dan menyimpannya dalam sebuah file teks dengan format Comma Separated Values (CSV) dan menggunakan API untuk mengirimkan informasi status pintu air ke pengguna.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembangunan Miter Gate

Hasil dari pengembangan otomasi pintu air model Leonardo da Vinci Miter Gate berdasarkan ketinggian air dan pemantauan dengan push technology pada purwarupa saluran irigasi ini secara fungsional berjalan dengan baik dan secara struktural sudah sesuai dengan perancangan yang direncanakan sebelumnya. Dimensi hasil pengembangan purwarupa saluran irigasi yaitu 1830 x 100 x 145 mm sesuai dengan rasio 1:4 dari tinggi dan lebar saluran yang sebenarnya seperti terlihat pada Gambar 4.

Pengembangan purwarupa dan pengujiannya berjalan baik karena sirkulasi air dapat berjalan sesuai dengan yang dirancang, tidak ada yang bocor pada saluran kecuali pada bagian pintu air. Kebocoran pada pintu dengan keadaan tertutup penuh (*full*) memiliki rata-rata debit 5-8% dari

debit pompa masuk (*inlet*). Kebocoran yang terjadi pada pintu awalnya bisa melebihi dari 15% debit inlet, dikarenakan pemasangan pintu yang kurang presisi dan pemasangan karet yang belum rapi. Solusi yang dilakukan saat penelitian agar kebocoran berkurang adalah dengan memasang karet rapi dan rapat pada bagian pintu. Serta perancangan ulang pada pemasangan pintu lengkap dengan penyangganya.

3.2. Perangkat Otomasi

Sistem otomasi dapat berjalan sesuai dengan fungsinya dengan desain terlihat pada Gambar 5a, sensor ultrasonic dapat membaca ketinggian muka air setiap 0,02 detik yang ditampilkan pada LCD. Arduino uno mengolah data dengan data ketinggian muka air tersebut jika mencapai maksimal arduino akan memerintahkan servo untuk membuka pintu air. Pada penelitian ini diatur ketinggian muka air maksimal setinggi 11 cm, pengaturan tersebut dapat diubah sesuai kebutuhan. Dan pada ketinggian kurang dari 11 cm, pintu akan tertutup kembali. Pada saat yang bersamaan, Arduino UNO mengirimkan data ketinggian muka air terakhir sesaat pintu terbuka kepada router yang kemudian diolah kembali dan dikirim melalui sinyal jaringan internet ke server push notification dan akan diterima oleh perangkat yang terinstal aplikasi pushbullet. Mekanisme keseluruhan tersebut dilakukan secara berulang (*looping*) selama terhubung dengan sumber daya listrik dan jaringan internet seperti terlihat pada Gambar 5b.

3.4. Pengukuran Debit Aliran

Pintu air merupakan bangunan fisik yang digunakan untuk mengatur keluar masuk air sesuai dengan debit yang diinginkan. Debit air merupakan sejumlah volume air per satuan waktu yang mengalir memiliki kecepatan. Pada



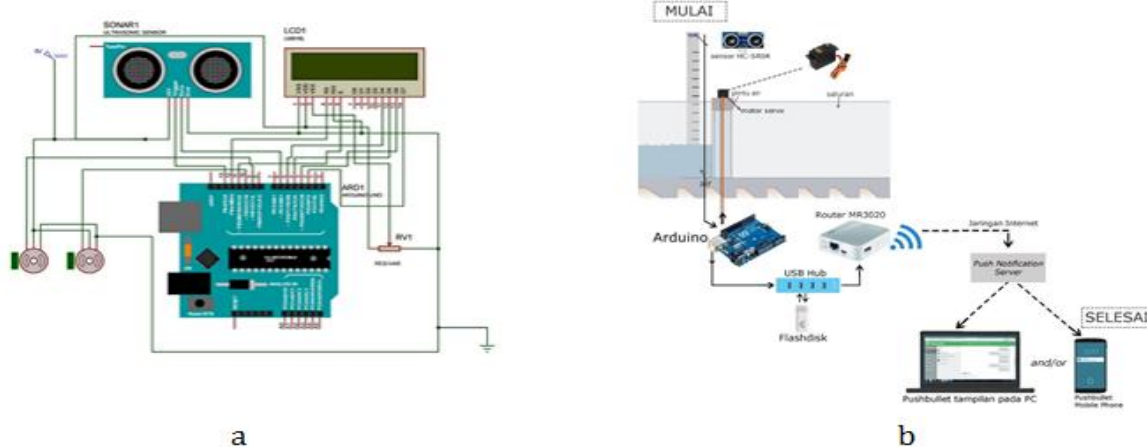
Gambar 4. Pengembangan Purwarupa Pintu Air dan Saluran Irigasi

penelitian ini, debit air menjadi salah satu parameter yang perlu diukur untuk mengetahui hubungannya dengan lebar bukaan pintu air. Pengukuran debit air ini diukur pada aliran keluaran (*outlet*) setelah melewati pintu air.

Data debit air dilakukan dengan pengukuran sebanyak 7 data dengan masing-masing data terdapat data debit masuk (Tabel 1), debit kebocoran pada pintu, debit pada bukaan pintu (b) 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm dan 7 cm (bukaan penuh). Pada setiap macam debit tersebut dilakukan 20 kali pengukuran. Pengukuran debit dilakukan secara volumetrik yaitu dengan menampung air yang mengalir menggunakan gelas ukur per satuan waktu saat berhenti ditampung. Setelah ditampung, didapatkan volume air (ml) dan waktu saat menampung (detik), sehingga dapat debit air ml/detik. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran debit secara volumetrik sebanyak kurang lebih 1000 kali. Berikut data hasil perhitungan debit pada setiap percobaan, dimana pada data setiap percobaan tersebut merupakan rata-rata dari 20 data debit pengukuran.

Data pengukuran debit secara volumetrik dengan masing-masing bukaan pintu dari 1 cm hingga 7 cm memiliki perbedaan debit yang berbeda-beda. Pada setiap bukaan tersebut diamati selama 30 menit dimana dapat disimpulkan sudah terjadi aliran laminar dengan ketinggian muka air yang konstan. Pada kolom bukaan 0 cm artinya pada kondisi pintu tertutup penuh masih memiliki nilai debit yang berarti masih memiliki kebocoran pada pengembangan pintu air. Dengan semakin besarnya luas penampang basah maka semakin besarnya pula debitnya. Maka jika suatu aliran air konstan pada suatu saluran yang memiliki luas penampang basah yang berbeda-beda, debitnya akan tetap sama dengan hulu tetapi kecepatannya (v) yang berbeda.

Kebocoran pada saat pintu tertutup terjadi pada bagian dasar saluran yang bersinggungan dengan pintu. Bagian dasar permukaan pintu dan permukaan dasar saluran terdapat rongga yang tidak rapat sehingga air dapat melalui rongga tersebut dan cukup sulit untuk merancang



Gambar 5. (a) Desain Sistem Otomasi dan (b) Alur Kerja Sistem Otomasi

Tabel 1. Data Pengukuran Debit Volumetrik dengan Bukaan Pintu

Percobaan	Debit pada Bukaan (ml/detik)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	20,19	329,18	329,81	331,48	332,51	335,26	341,8	355,08
2	10,5	351,98	360,1	366,13	376,25	379,23	384,67	388,3
3	36,83	349,68	358,99	366,25	373,49	378,54	378,3	381,53
4	28,67	356,9	361,58	367,86	371,88	372,71	375,54	377,35
5	22,56	352,63	363,49	367,94	371,32	374,55	376,73	379,84
6	20,27	352,63	362,79	368,31	371,09	372,87	375,09	378,03
7	28,22	358,68	366,11	371,6	376,49	378,99	382,44	386
Rata-rata	23,89	350,24	357,55	362,8	367,58	370,31	373,51	378,02

bangun pintu air agar tidak terjadi kebocoran dilihat dari bahan dan presisi pemasangan pintu tersebut. Kebocoran memiliki 5- 8% dari debit inlet atau debit hulu. Tetapi kebocoran yang diharapkan seharusnya kurang dari 5%. Berarti pada pengembangan pintu air tersebut masih perlu diperbaiki dan dirangkai lebih presisi agar kebocoran dapat diminimalkan dan tidak ada air yang terbuang jika diaplikasikan pada saluran irigasi yang sebenarnya. Adapun data penunjang lainnya yaitu data ketinggian hubungan bukaan pintu dengan tinggi muka air yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada setiap bukaan dari bukaan terkecil (1 cm) ke bukaan penuh (7 cm), ketinggian muka air semakin menurun. Dari setiap percobaan ketinggian air yang menurun dapat disimpulkan bahwa data tersebut dapat dikatakan benar karena menurut (Ali, 2011) semakin besar tinggi bukaan maka semakin besar lebar penampang basah dan semakin besar pula luas penampang basah. Dengan semakin besarnya luas penampang basah maka semakin besarnya pula debitnya.

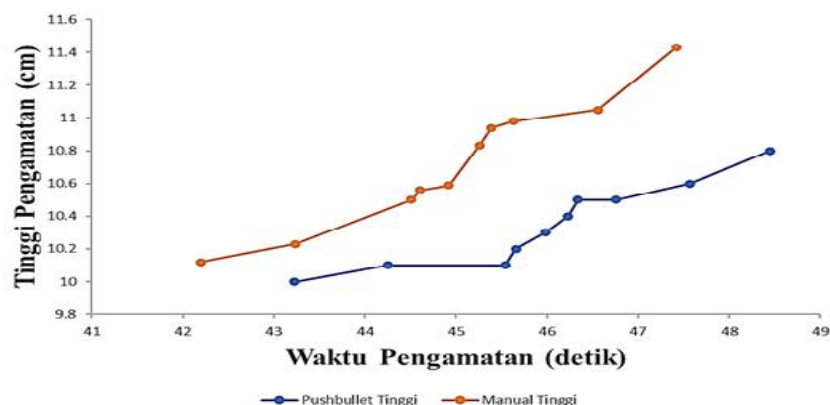
Maka jika suatu aliran air konstan pada suatu saluran yang memiliki luas penampang basah yang berbeda-beda, debitnya akan tetap sama dengan hulu tetapi kecepatannya (v) yang berbeda.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada semakin besar bukaan maka semakin besar pula debitnya. Meskipun pada setiap bukaan sudah memiliki ketinggian muka air yang konstan, ternyata tetap memiliki perbedaan debit meskipun hanya sedikit, yaitu sekitar 2-10 ml/detik. Jika dilihat pada garis data I, garisnya berada jauh dibandingkan ke-6 data lainnya, hal tersebut dikarenakan debit inlet pompa pertama saat penelitian berbeda, terjadi lebih kecil debitnya. Meskipun debit inlet berbeda, tetapi garis grafik semakin meningkat sama dengan garis ke-6 data lainnya.

Pada Tabel 2, nilai regresi tidak lebih dari 0.5 dimana teorinya semakin mendekati nilai 1, maka semakin baik data tersebut atau linear. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya data bukaan 0 cm atau tertutup penuh memiliki nilai

Tabel 2. Data Ketinggian Muka Air dengan Bukaan Pintu

Data ke-	Ketinggian Muka Air pada Bukaan (cm)						
	A	B	C	D	E	F	G
1	5,5	4,2	3,4	2,6	2,3	1,6	1,2
2	5,2	3,5	3,9	2,5	2,1	1,8	1,5
3	5,7	4,5	2,9	2,3	2	1,8	1,6
4	6,2	3,9	2,9	2,2	2	1,7	1,6
5	6,3	3,7	2,9	2,1	1,9	1,7	1,5
6	6,3	3,7	2	1,9	1,8	1,7	1,5
7	5,2	3,6	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5
Rata-rata	5,77	3,87	2,97	2,27	2	1,71	1,49



Gambar 6. Grafik Perbandingan Ketepatan Waktu Pemantauan Tinggi Muka Air Menggunakan *Push Technology*



Gambar 7. Notifikasi Data Ketinggian Muka Air dengan Aplikasi *Pushbullet*

debit yang jauh sangat kecil dibandingkan bukaan 1-7 cm yang dikarenakan adanya kebocoran, sehingga perubahan grafik membuat regresi menjauhi linier. Hubungan bukaan pintu dari 1 cm hingga 7 cm (bukaan penuh), tidak mengalami perubahan yang signifikan, sehingga pada pengujian ini tidak dapat diatur debitnya karena hanya pada 1 pintu saja yang diuji atau diatur bukaannya.

3.5. Pemantauan dengan *Push Technology*

Pengukuran pada tahap otomasi pemantauan dengan push technology ini yaitu dengan mengamati waktu saat pintu terbuka dan mencatat ketinggian muka air secara manual atau penglihatan pengamat. Kemudian dibandingkan dengan waktu saat notifikasi sampai ke aplikasi *pushbullet*. Berikut hasil perbandingan ketepatan waktu pemantauan ketinggian muka air menggunakan *push technology*.

Dapat dilihat pada Gambar 6 bahwa terjadi delay notifikasi ketinggian muka air ke aplikasi *pushbullet*. Keterlambatan waktu yang terjadi tidak lebih dari 3 detik jika dilihat pada Gambar 7. Keterlambatan waktu pemberitahuan atau notifikasi tidak lebih dari 4 detik sudah sangat baik. Dapat dikatakan baik karena pada penelitian Susana (2015) menggunakan sensor

kebakaran dan notifikasi melalui sms mengalami delay rata-rata kurang dari 10 detik dan pada penelitian Aulia (2016) menggunakan notifikasi sms menyatakan delay rata-rata 5,2 detik. Keterlambatan notifikasi (*delay*) sangat bergantung pada bagusnya sinyal dan jaringan internet yang digunakan. Saat penelitian, jaringan yang digunakan menggunakan kabel jaringan langsung dari UnpadWifi yang dimasukan pada RJ45 Ethernet port pada router.

IV. KESIMPULAN

Pengembangan purwarupa pintu air model Leonardo da Vinci's Miter Gate berdasarkan ketinggian air dan pemantauan dengan push technology pada miniatur saluran irigasi ini secara fungsional berjalan dengan baik dan secara struktural sudah sesuai dengan perancangan. Purwarupa berhasil melakukan simulasi mekanisme pintu air model Leonardo da Vinci's Miter Gate. Perbandingan pengukuran antara *pushbullet* dan manual mendapatkan bahwa selisih waktu rata-rata sebesar 1,027 detik dan selisih rata-rata tinggi air sebesar 0,373 cm, hal ini menunjukkan bahwa notifikasi akan diterima 1 detik setelah pengiriman dengan toleransi ketinggian air yang masih dalam taraf wajar. Hasil pengembangan purwarupa masih

terdapat kebocoran pada saat pintu tertutup sebanyak 5-8% dan sistem otomasi pengaturan pintu air dapat bekerja dengan baik, dimana pintu terbuka pada ketinggian muka air maksimal dan menutup jika kurang dari tinggi muka air maksimal dan pemantauan berhasil dilakukan melalui teknologi push notification secara real time dengan delay maksimal 3 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. H. 2011. *Practices of Irrigation dan On-farm Water Management: Volume 2*. Springer.
- Ardiansah, I., Bramadi, R., Wargadibrata, N., Asdak, C., Rahmah, D. M., dan Putri, S. H. 2018. Partisipasi Petani Terhadap Pengelolaan Air Irigasi Di Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri* 16(1): 7–14.
- Ardiansah, I., dan Putri, S. H. 2016. Perbandingan Analisis SWOT Antara Platform Arduino UNO dan Raspberry Pi. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*.
- Bafdal, N., Dwiratna, S., dan Sarah, S. 2019. Impact of Rainfall Harvesting as a Fertigation Resources using Autopot on Quality of Melon (*Cucumis melo* L). *International Conference on Food Agriculture and Natural Resources (FAN)*.
- Hadihardjaja, J. 1997. *IRIGASI dan BANGUNAN AIR*. Penerbit Gunadarma.
- Hariany, S., Rosadi, B., dan Arifaini, N. 2011. Evaluasi Kinerja Jaringan Irigasi Di Saluran Sekunder Pada Berbagai Tingkat Pemberian Air Di Pintu Ukur. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung* 15(3): 225–236.
- Kakumanu, K. R., Kaluvai, Y. R., Nagothu, U. S., Lati, N. R., Kotapati, G. R., dan Karanam, S. 2018. Building Farm-Level Capacities in Irrigation Water Management to Adapt to Climate Change. *Irrigation and Drainage* 67(1): 43–54. <https://doi.org/10.1002/ird.2143>
- Kuligowski, S. 2012. *Leonardo da Vinci: Renaissance Artist and Inventor*. Teacher Created Materials.
- Ma, D. 2012. Use of RSS feeds to push online content to users. *Decision Support Systems* 54(1): 740–749. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.09.002>
- Pressman, R. S., dan Maxim, B. R. 2015. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Education.
- Sharma, S., Patel, R. H., dan Sharma, O. P. 2016. Effect of irrigation scheduling and organic manures on moisture extraction pattern, consumptive use, water use efficiency and yield of fenugreek. *International J. Seed Spices* 6(2): 13–18.
- Swanson, V. 2019. *Basic Landscape Irrigation Guidelines*. BOOKBABY.
- Tumeizi, A., dan Hammad, A. A. (2017). Traditional water distribution for irrigation in the Middle East: practices and environmental impacts. *Journal of Water and Climate Change* 8(1): 1–12. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2166/wcc.2016.157>
- Waller, P., dan Yitayew, M. 2015. *Irrigation and Drainage Engineering*. Springer International Publishing.