

Rancang Bangun Prototipe Sistem Pompa Otomatis pada Drainage Pit Berbasis Mikrokontroler

¹Makmur Saini, ²A.M. Shiddiq Yunus, ³Maghfirah, ⁴Nurul Hijrawati Buralangi

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
³magvirah81@gmail.com, ⁴rulnurul1206@gmail.com

Abstract: A drainage pit plays a crucial role in Hydropower Plants (PLTA) by accommodating leaks from components such as turbines. Given the presence of multiple components that may leak, the drainage pit is essential for containing water from these system leaks. The aim of this final project is to simplify monitoring of the flow rate and leakage in the drainage pit and facilitate water level checks to prevent flooding. The process of creating a microcontroller-based automatic pump system prototype for the drainage pit involves several steps: (1) designing the prototype, (2) developing the control system, and (3) testing the tool. The study results indicate that the automatic pump system effectively manages drainage by optimizing pump usage based on water level and leakage. When the water level reaches 35 cm, the system operates automatically. Tests show that for minor leaks (50% valve opening), only one pump activates. The highest energy consumption occurred in the second test, lasting 175 seconds with a 36.29 leakage rate, using 0.052 energy, while the lowest was 172 seconds with a 36.9 leakage rate, using 0.0248 energy. In cases of higher leakage (100% valve opening), both pumps activate automatically, ensuring optimal system performance. The highest energy use was in the third test at 356 seconds with a leakage rate of 17.99, consuming 0.0259 energy, while the lowest was in the second test at 349 seconds with a leakage rate of 18.25, using 0.0255 energy.

Keywords: Drainage pit, water level, Arduino uno, microcontroller

Abstrak: Drainage pit merupakan komponen penting pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) untuk menampung kebocoran dari berbagai komponen, seperti turbin. Karena banyaknya komponen yang berpotensi bocor, drainage pit sangat diperlukan untuk menampung air yang bocor dari sistem lainnya. Tujuan dari proyek akhir ini adalah untuk mempermudah pemantauan laju aliran serta kebocoran yang terjadi di drainage pit, serta mempermudah pengecekan ketinggian air di reservoir agar tidak terjadi banjir. Metode pembuatan prototipe sistem pompa otomatis berbasis mikrokontroler pada drainage pit melalui beberapa tahapan: (1) merancang prototipe sistem pompa otomatis, (2) merancang sistem kontrol, dan (3) melakukan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pompa otomatis efektif mengatasi masalah drainase dengan mengoptimalkan penggunaan pompa sesuai dengan ketinggian air dan kebocoran. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini beroperasi otomatis ketika ketinggian air mencapai 35 cm. Pada kebocoran kecil (50% bukaan), hanya satu pompa yang beroperasi. Penggunaan energi terbesar terjadi pada uji kedua selama 175 detik dengan kebocoran 36,29 dan konsumsi energi 0,052, sedangkan penggunaan energi terkecil terjadi pada uji pertama selama 172 detik dengan kebocoran 36,9 dan konsumsi energi 0,0248. Ketika tingkat kebocoran meningkat (100% bukaan), kedua pompa beroperasi secara otomatis. Penggunaan energi terbesar terjadi pada uji ketiga selama 356 detik dengan kebocoran 17,99 dan konsumsi energi 0,0259, sedangkan penggunaan energi terkecil terjadi pada uji kedua selama 349 detik dengan kebocoran 18,25 dan konsumsi energi 0,0255.

Kata Kunci: Drainage pit, water level, Arduino uno, microcontroller

I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara berkembang yang dikaruniai kekayaan alam yang berlimpah ruah yang tersebar di belasan ribu pulau, baik yang tersimpan di daratan, di dalam lautan, maupun di bawah kulit bumi. Di antara kekayaan alam itu, terdapat sumber-sumber energi terbarukan dengan potensi yang cukup besar antara lain energi air, angin, surya. Salah satu sumber energi yang potensial yang banyak di manfaatkan di Indonesia adalah sumber energi air [1].

Indonesia memiliki banyak aliran sungai salah satunya adalah sungai Mamasa dan sungai saddang yang terletak di Desa Ulusaddang, Kec. Lembang, Kab.Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan. Kedua daerah aliran sungai ini sudah dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Oleh PT. PLN Sektor Pembangkitan Bakaru yang menyalurkan listrik ke sistem pendistribusian ke

wilayah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Barat (SULSELBAR). PLTA Bakaru terletak di Desa Uluasaddang, Kec. Lembang, Kab.Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan. PLTA Bakaru merupakan pembangkit listrik dengan total daya keluaran mencapai 126 megawatt yang memiliki 2 unit (2 x 63 MW) yang menjadikan PLTA Bakaru sebagai PLTA terbesar dan dengan pemanfaatan energi terbarukan yaitu energi air, PLTA Bakaru tentunya dituntut untuk selalu dapat menyediakan energi listrik setiap harinya.

Energi terbarukan menjadi alternatif energi untuk masa depan di seluruh dunia. Sifat dari energi terbarukan yang bisa dipakai selamanya dan tidak pernah habis menjadi faktor utama dipilih menjadi energi di masa depan. Salah satu contohnya adalah energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). PLTA sebagai sumber energi terbarukan memberi masyarakat manfaat sebagai pengganti bahan bakar fosil. Sumber energi yang dihasilkan oleh air memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan di Indonesia. Di negeri yang memiliki wilayah sebagian besar daerah perairan ini sangat cocok dalam penerapan energi listrik pembangkit tenaga mikro hidro. Menurut penelitian yang dilakukan pada referensi [2] bahwa luas wilayah daratan Indonesia $\pm 2.012.402 \text{ km}^2$ dan luas perairannya $\pm 5.877.879 \text{ km}^2$ dapat disimpulkan bahwa luas wilayah Indonesia $2/3$ nya berupa daerah perairan. PLTA tergolong murah dan memiliki sistem kerja yang sederhana. Sehingga sistem pembangkit ini sudah banyak dikembangkan di Indonesia. Pada umumnya hasil output energi listrik yang dihasilkan dari PLTA dapat digunakan sebagai sumber energi segala kebutuhan, baik kebutuhan rumah tangga hingga kebutuhan pada sektor industri [3]-[5].

Permasalahan yang biasanya terjadi pada PLTA Bakaru khususnya pada *drainage* yaitu banyaknya kebocoran-kebocoran yang terjadi pada suatu komponen tertentu salah satunya yaitu kebocoran pada *guide vane* yang disebabkan karena adanya kavitasi pada pompa, serta buangan pada *purging valve* beserta sampah dan pasir yang menumpuk pada *drainage*, jam kerja yang berlebihan, dan adanya kerusakan pada 4 sensor *drainage pump* sehingga menyebabkan pompa pada *drainage A*, *B* dan *jet pump* bertambah jam kerjanya, sehingga mengakibatkan pengoperasian *A* dan *B* berubah selisih menjadi 7 hari dengan pengoperasian *drainage pump B* bergantian dengan *jet pump*. Jika terus dilakukan pengoperasian pergantian selisih 7 hari pada *drainage B* dan *jet pump* maka dipastikan *drainage B* akan cepat mengalami kerusakan.

Asaad Ahmed Mohammedahmed Eltaieb, Zhang Jian Min [6] telah melakukan penelitian tentang *Automatic Water Level Control System*. Hasil penelitian menghasilkan sebuah sistem pengontrolan level air otomatis yang memanfaatkan sensor inframerah yang akan memberi perintah kepada mikrokontroler untuk mengaktifkan pompa air jika pembacaan sensor berada di level minimum dan akan menghentikan pompa jika pembacaan sensor berada pada level maksimum. Penelitian ini tidak membahas secara eksplisit tentang monitoring level airnya.

Hassan Jamal (2017) [7] telah melakukan penelitian tentang *Logical Automatic Water Control System For Domestic Application*. Hasil penelitian ini didapatkan sebuah sistem pengontrolan level tangki air yang memanfaatkan gerbang logika sebagai indikator untuk menjalankan dan menghentikan pompa air, sehingga sistem ini tidak dapat dikontrol secara *real time*.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dikembangkan sebuah sistem pengontrolan level air pada *drainage pit* yang bersifat fleksibel serta dapat dikontrol secara *real time*. Penggunaan pompa listrik atau *drainage pump* pada PLTA Bakaru untuk kebutuhan air pada pembangkit listrik umumnya berfungsi untuk mengeluarkan 5 air buangan pada *drainage pit* ke *tailrace*. Pada penggunaan *drainage pump* ini umumnya memiliki kekurangan dimana pompa ini biasanya mengalami kerusakan yaitu kerusakan pada sensor level air *drainage pump*, pengaruh sampah dan pasir yang menumpuk pada *drainage* dan jam kerja yang berlebihan pada *drainage pump*.

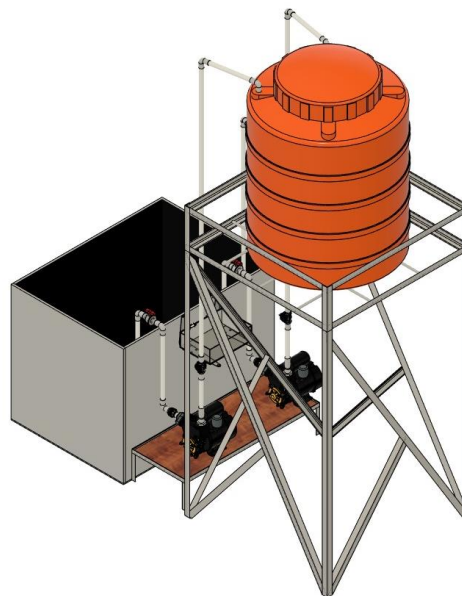
Berdasarkan permasalahan tersebut, kami membuat prototipe sistem pompa otomatis pada *drainage pit* berbasis arduino agar dapat mengatur ketinggian maksimum permukaan air secara otomatis dan menjadi salah satu cara untuk menghindari banjir yang terjadi di *drainage*.

II. METODE PENELITIAN

A. Tahap Perancangan

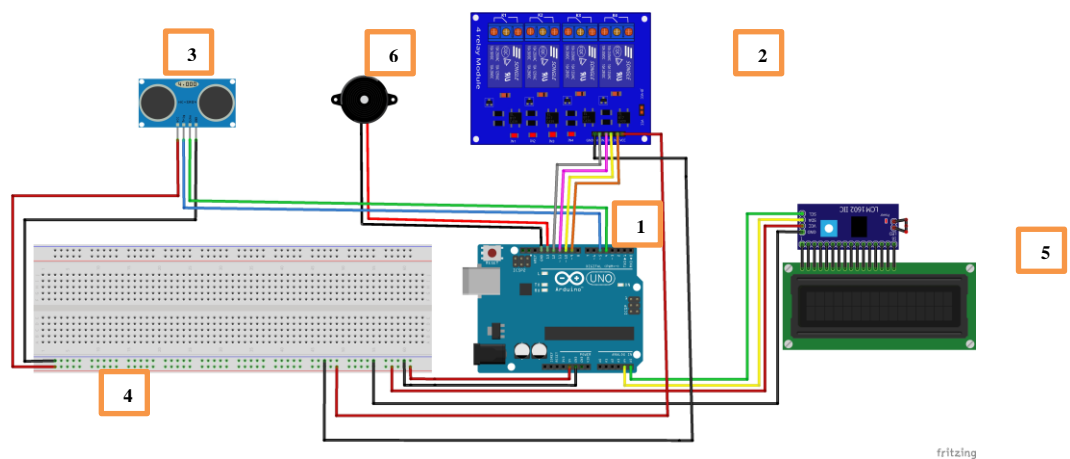
1. Perancangan Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras terdiri dari sensor-sensor, Arduino Uno, Sensor Ultrasonik, LCD, *buzzer alarm*, relay 4 channel, *bread board*.



Gambar 1. Desain rancangan struktur kerangka keseluruhan

Pada panel box didalamnya berisi sensor-sensor, Arduino Uno, Sensor Ultrasonik, LCD, *buzzer alarm*, relay 4 channel, *bread board*.



Gambar 2. Skema Rangkaian Sistem

Keterangan:

1. Arduino Uno
2. Relay Module 4 channel
3. Sensor Ultrasonik
4. Bread Board
5. *Driver Lcd*
6. *Buzzer Alarm*

2. Perancangan Perangkat Lunak

Pada sistem prototipe ini terdapat satu tahap dalam perancangan perangkat lunak yaitu pembuatan program di *software* Arduino IDE

1. Perancangan Program di *Software* Arduino IDE

Pada perancangan Program Arduino IDE terdapat beberapa program yang akan dibuat yaitu pembuatan program sistem pompa otomatis pada *drainage pit* untuk pembacaan sensor yang hasil pembacaanya akan ditampilkan pada LCD dari pembuatan program sistem pompa otomatis pada *drainage pit*. Prosedur perancangan perangkat lunak untuk program tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Menginstal *software* Arduino IDE pada PC.
- b. Membuat program baru
- c. Program diketik pada halaman *sketch* struktur pemrograman.

Arduino IDE terdiri dari beberapa bagian yaitu :

a) *Header*

Header berisikan *library* dari setiap komponen yang akan digunakan.

b) *Void setup ()*

Pada bagian *void setup ()*, berfungsi untuk instalisasi dan komunikasi dengan perangkat keras Arduino Uno dan hanya dijalankan sekali selama program dijalankan. Pada sistem pompa otomatis pada *drainage pit* berbasis Arduino Uno di buat 1 *script* pemrograman. *Script* pertama berisikan program yang di *upload* kedalam Arduino uno, dalam *script* yang diupload kedalam Arduino uno ini berisikan *library-library* seperti *library* sensor ultrasonik. Bagian dari *void setup* berisikan perintah untuk menjalankan dan menghubungkan setiap komponen yang terhubung ke arduino uno. Bagian *void loop* berisikan perintah dalam menjalankan setiap program untuk membaca kenaikan dan penurunan level air kemudian akan ditampilkan sesuai program yang dibuat.

- c) Setelah itu melakukan *verify* untuk menemukan apakah terdapat *error* pada pemrograman atau tidak.
- d) Program di *upload* untuk melakukan pengujian.

B. Parameter yang diukur

Parameter yang diukur untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Parameter data yang diukur

No.	Parameter	Simbol
1.	Tegangan pompa (V)	V
2.	Arus Pompa (I)	A
3.	Level air (cm)	h
4.	Debit (liter/detik)	Q
5.	Daya (P)	W
6.	Cos phi	ϕ

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan membahas dari hasil pengujian alat yang terbagi menjadi tiga yaitu pengujian perangkat keras, pengujian perangkat lunak, Analisa data dan hasil perhitungan Analisa data.

A. Hasil Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

Pada pengujian prototipe sistem Pompa Otomatis pada *Drainage Pit* berbasis Mikrokontroller, dilakukan beberapa pengambilan data untuk mengukur level ketinggian air, berikut merupakan tabel hasil pengujian.

Tabel 3. 1 Data Hasil Pengujian Bukaan Penuh Pada Katup

Percobaan	Level air	Waktu		Kondisi		
	(cm)	(menit)	(detik)	Pompa 1	Pompa 2	Alarm
1	15	0	0	mati	mati	mati
	35	2.54	174	nyala	nyala	mati
	15	2.49	169	mati	mati	mati
2	15	0	0	mati	mati	mati
	35	2.55	175	nyala	nyala	mati
	15	2.52	172	mati	mati	mati
3	15	0	0	mati	mati	mati
	35	2.52	172	nyala	nyala	mati
	15	2.50	170	mati	mati	mati

Tabel 3.2 Data Hasil Pengujian Bukaan Setengah Pada Katup

Percobaan	Level air	Waktu		Kondisi		
	(cm)	(menit)	(detik)	Pompa 1	Pompa 2	Alarm
1	15	0	0	mati	mati	mati
	35	5.52	352	nyala	mati	mati
	15	5.50	250	mati	mati	mati
2	15	0	0	mati	mati	mati
	35	5.49	349	nyala	mati	mati
	15	5.48	348	mati	mati	mati
3	15	0	0	mati	mati	mati
	35	5.56	356	nyala	mati	mati
	15	5.53	353	mati	mati	mati

Tabel 3. 2 Data Hasil Pengujian Alarm

Percobaan	Level air	Waktu		Kondisi		
	(cm)	(menit)	(detik)	Pompa 1	Pompa 2	Alarm
1	15	0	0	mati	mati	mati
	35	1.54	174	nyala	mati	nyala
	15	-	-	-	-	-

B. Hasil Pengujian Perangkat Lunak (*Software*)

Pada pemrograman Arduino Uno memiliki *sketch* yang berperan untuk menjalankan perintah untuk sensor ultrasonic. Sehingga jika *sketch* berhasil terupload dari *software* Arduino Uno maka sensor ultrasonic akan menjalankan perintah kemudian hasil pembacaan sensor ultrasonic akan di kirim ke *relay* yang akan memerintahkan kedua pompa untuk bergerak.

C. Analisa Data

A. Menghitung debit air dan penggunaan energi bukaan penuh (100%)

1. Ukuran bak

$$Panjang = 79 = 0.79 \text{ m}$$

$$Lebar = 67 = 0.67 \text{ m}$$

2. Volume Air

$$P \times L \times T$$

$$T = 35 - 15 = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$V = 0.79 \times 0.67 \times 0.2$$

$$V = 0.1059 \text{ m}^3$$

$$V = 105.86 \text{ liter}$$

3. Debit Kebocoran (Q)

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{105.86}{172.00}$$

$$Q = 0.62 \text{ Liter / detik}$$

$$Q = 36.93 \text{ Liter / menit}$$

4. Debit Pembuangan (Q)

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{105.86}{169.00}$$

$$Q = 0.63 \text{ Liter / detik}$$

$$Q = 37.58 \text{ Liter / menit}$$

5. Penggunaan Energi

Tegangan (V) = 220 Volt
 Arus (I) = 1.2 Ampere
 Daya aktif (P) = 250 W
 Daya semu (S) = V x I
 $P = 220 \times 1.2$
 $P = 264 \text{ Watt}$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{250}{264}$$

$$= 0,94$$

$$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi$$

$$= 220 \times 1,2 \times 0,94$$

$$= 248,16$$

$$\text{Energi (E)} = I \times t \times 2$$

$$= 248,16 \times 350 \times 2$$

$$= 173,721 \text{ W}$$

$$= 173,7 \text{ kW}$$

B. Menghitung debit air dan penggunaan energi bukaan setengah (50%)

1. Ukuran bak

$$\text{Panjang} = 79 = 0.79 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} = 67 = 0.67 \text{ cm}$$

2. Volume Air

$$P \times L \times T$$

$$T = 35 - 15 = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$V = 0.79 \times 0.67 \times 0.2$$

$$V = 0.1059 \text{ m}^3$$

$$V = 105.86 \text{ liter}$$

3. Debit Kebocoran (Q)

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{105.86}{352.00}$$

$$Q = 0.30 \text{ Liter / detik}$$

$$Q = 18.04 \text{ Liter/menit}$$

4. Debit Pembuangan (Q)

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{105.86}{350.00}$$

$$Q = 0.30 \text{ Liter / detik}$$

$$Q = 18.15 \text{ Liter / menit}$$

5. Penggunaan Energi

$$\text{Tegangan (V)} = 220 \text{ Volt}$$

$$\text{Arus (I)} = 1.2 \text{ Ampere}$$

$$\text{Daya aktif (P)} = 250 \text{ W}$$

$$\text{Daya semu (S)} = V \times I$$

$$P = 220 \times 1.2$$

$$P = 264 \text{ Watt}$$

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

$$= \frac{250}{264}$$

$$= \frac{250}{264}$$

$$= 0,94$$

$$P = V \times I \times \text{Cos } \varphi$$

$$= 220 \times 1,2 \times 0,94$$

$$= 248,16$$

$$\text{Energi (E)} = I \times t$$

$$= 248,16 \times 350$$

$$= 86,856 \text{ W}$$

$$= 86,85 \text{ kW}$$

D. Tabel Hasil Analisis

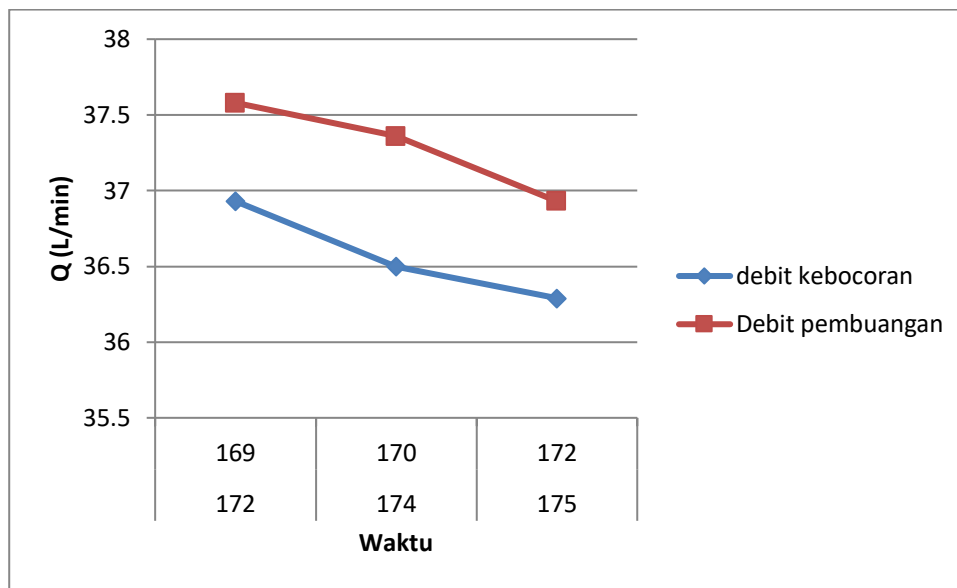
Tabel 3. 3 Data Hasil Pengujian Bukaannya Penuh 50%

Percobaan	Waktu		debit		Penggunaan Energi (kWh)
	kebocoran (detik)	pembuangan	kebocoran (liter/menit)	pembuangan (liter/menit)	
1	172	169	36.93	37.58	0.0233
2	175	172	36.29	36.93	0.0237
3	174	170	36.50	37.36	0.0234

Tabel 3. 4 Data Hasil Pengujian Bukaannya Katup 100%

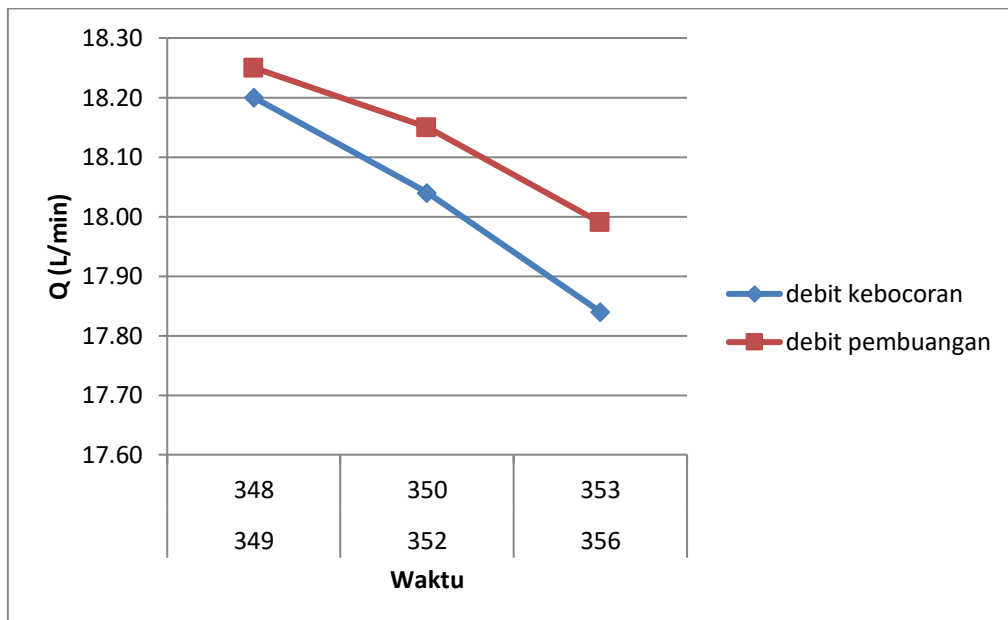
Percobaan	Waktu		debit		Penggunaan Energi (kWh)
	kebocoran (detik)	pembuangan (detik)	kebocoran (liter/menit)	pembuangan (liter/menit)	
1	352	350	18.04	18.15	0.0241
2	349	348	18.20	18.25	0.0240
3	356	353	17.84	17.99	0.0243

E. Grafik dan Pembahasan



Gambar 3 Grafik Hubungan antara Debit Kebocoran dan Debit Pembuangan Terhadap Waktu pada Pengujian Buka-an Katup Setengah

Pada gambar 3 menjelaskan grafik hubungan antara debit kebocoran dan debit pembuangan terhadap waktu pada bukaan penuh. Grafik diatas menunjukkan perbandingan antara debit kebocoran dan debit pembuangan yang berbanding terbalik, dimana semakin sedikit debit yang dihasilkan maka volume yang dihasilkan adalah konstan.



Gambar 4 Grafik Hubungan antara Debit Kebocoran dan Debit Pembuangan Terhadap Waktu pada Pengujian Buka-an Katup Setengah

Pada gambar 4 menjelaskan grafik hubungan antara debit kebocoran dan debit pembuangan terhadap waktu pada bukaan setengah. Grafik diatas menunjukkan

perbandingan antara debit kebocoran dan debit pembuangan yang berbanding terbalik, dimana semakin sedikit debit yang dihasilkan maka volume yang dihasilkan adalah konstan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian ini, kami telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pompa otomatis pada drainage pit. Sistem ini telah berjalan dengan lancar dan dapat beroperasi secara otomatis berkat penggunaan Arduino dan Sensor Ultrasonik,
2. Sistem ini akan beroperasi secara otomatis ketika level air mencapai 35 cm. kami juga telah menguji respons sistem terhadap tingkat kebocoran, di mana ketika kebocoran sedikit (bukan 50%) ,hanya satu pompa yang beroperasi secara otomatis. Penggunaan energi terbesar berada pada percobaan ke 2 pada detik 175 dan kebocoran 36.29, dan penggunaan energinya sebesar 0.0237, dan penggunaan energi terkecil berada pada percobaan 1 pada detik 172 dan kebocoran 36.9, dan penggunaan energinya sebesar 0.0233, Namun, ketika tingkat kebocoran meningkat (bukan 100%), kedua pompa akan beroperasi secara otomatis . Hal ini memastikan kinerja optimal sistem dalam mengatasi berbagai situasi. penggunaan energy terbesar berada pada percobaan ke 3 pada detik 356 dan kebocoran 17.99, dan penggunaan energinya sebesar 0.0243, dan penggunaan energi terkecil berada pada percobaan 2 pada detik 349 dan kebocoran 18.25, dan penggunaan energinya sebesar 0.0240.

B. SARAN

1. Menggunakan sensor ketinggian air selain sensor HR-SRC04 yang dapat memberikan pembacaan sensor yang lebih stabil jika objeknya adalah air.
2. Menggunakan platform Iot agar memperoleh data yang lebih *real time* .
3. Memberi penutup pada sensor agar pembacaan bisa lebih stabil dan tidak terpengaruh oleh pantulan Cahaya apapun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugrahanto, Indrawan, Teknik Elektro, Universitas Wisnuwardhana, dan Malang Email. 2017. "Pembuatan Water Level Sebagai Pengendali Pompa Air Otomatis Berbasis Transistor." Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik - Sistem
- [2] Adhi Darmawan, s. a. (2016). Pompa Sentrifugal. sa daemawan - universitas sebelas maret, 2016 - academia.edu.
- [3] Riadi, Muchlisin. 2016. "Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)", data diperoleh melalui situs internet: www.kajianpustaka.com . Diunduh pada tanggal 14 Mei 2019.
- [4] Alexander, D. (2010). Pengaruh Diameter Impeler terhadap Performance Pompa Sentrifugal. *Universitas Medan Area* .
- [5] Azis rahmansyah, a. (2018). Prototype Sistem Monitoring dan Pengontrolan Level Tangki Air Berbasis Scada. *jurnal teknologi terapan* |, 4(1).
- [6] Ahmed Mohammedahmed Eltaieb, A., & Jian Min, Z. (2013). Automatic Water Level Control System. In *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN* (Vol. 4). www.ijsr.net.
- [7] Hassan, Jamal . (2017). Logical Automatic Water Control System For Domestic Applications Analysis on High Voltage Corona Discharge in different electrode configuration with HV sources View project Net Metering System for Renewable Generation View project Logical Automatic Water Control System For Domestic Applications. <https://www.researchgate.net/publication/318761709>