

Automatic System Filling Water Truck on Waterfill Area in Coal Mining

Sistem Otomatis Pengisian *Water Truck* Pada Area *Waterfill* di Pertambangan Batubara

Rahmat Meygi Syafalaah, Nina Paramytha

Dept. of Electrical Engineering, Bina Darma University, Sumatera Selatan, Indonesia

e-mails : Rahmatmeygi01@gmail.com

Received: 14 May 2024; revised: 25 June 2024; accepted: 01 August 2024

Abstract — At PT. Darma Henwa Asam-Asam Coal Project site, the water truck unit operator must get off to start the waterfill engine to fill the water in the Water Truck unit tank, so it takes quite a long time and has the potential for accidents to the operator when getting on and off to start the engine. The development of the system aims to increase efficiency and reduce water filling time. This study involved solar panels, batteries, HC-SR04 ultrasonic sensors, E18-D80NK infrared sensors, Arduino Uno R3, and others. The study results showed that this automatic system can detect water trucks and fill water efficiently. Testing was carried out with two water truck objects with a capacity of 1000 ml and 500 ml with a filling duration of 9 seconds and 5 seconds respectively. This system is also equipped with a monitoring mechanism that is displayed on the display and a full charge indicator using a buzzer. Measurements and tests showed a percentage of error in the battery component of 27% compared to the datasheet, but other elements were within the appropriate range. The effectiveness of the solar panel was tested with a peak power of 5.5 watts in sunny conditions. Battery testing for 120 minutes showed a Depth Of Discharge of 42%, maintaining good battery life. This automated system can improve operational efficiency and reduce safety risks due to manual charging. This research provides an important contribution to applying automation technology in the mining industry.

Key words—Water Filling Efficiency; Infrared Sensor; Ultrasonic Sensor; Automatic System; Water Truck

Abstrak — Pada PT. Darma Henwa site Asam-Asam Coal Project, operator unit *water truck* harus turun untuk menghidupkan *engine waterfill* dalam pengisian air di tangki unit *Water Truck*, sehingga memerlukan waktu yang cukup lama juga berpotensi terjadi kecelakaan terhadap operator ketika naik-turun untuk menghidupkan *engine*. Pengembangan sistem bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi waktu pengisian air. Penelitian ini melibatkan panel surya, *battery*, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor inframerah E18-D80NK, Arduino Uno R3, dan lainnya. Hasil penelitian menunjukkan sistem otomatis ini dapat mendeteksi *water truck* dan mengisi air dengan efisien. Pengujian dilakukan dengan dua objek *water truck* berkapasitas 1000 ml dan 500 ml dengan durasi pengisian masing-masing 9 detik dan 5 detik. Sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme monitoring yang ditampilkan pada *display* dan indikator pengisian penuh menggunakan *buzzer*. Pengukuran dan pengujian menunjukkan persentase kesalahan pada komponen baterai sebesar 27% dibandingkan *datasheet*, namun komponen lainnya berada dalam rentang yang sesuai. Efektivitas panel surya diuji dengan daya puncak 5,5 watt pada kondisi cerah. Pengujian baterai selama 120 menit menunjukkan *Depth Of Discharge* sebesar 42%, menjaga umur baterai dengan

baik. Sistem otomatis ini dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko keselamatan akibat pengisian manual. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam penerapan teknologi otomatisasi di industri pertambangan.

Kata kunci — Efisiensi Pengisian Air; Sensor Inframerah; Sensor Ultrasonik; Sistem Otomatis; Water Truck.

I. PENDAHULUAN

PT Darma Henwa adalah perusahaan yang bergerak di bidang penyedia jasa pertambangan / *Mining Service*. Dimana memiliki fokus aktivitas jasa yaitu jasa pertambangan batubara dan mineral (mulai dari *land clearing* sampai rehabilitasi), jasa infrastruktur pertambangan, dan jasa manajemen pelabuhan. Dalam kegiatan jasa operasional pertambangan pada mempunyai target produksi yang harus dicapai. Banyak faktor-faktor yang menghambat dalam kelancaran produksi, salah satunya diakibatkan jalanan yang berdebu. Karena hal tersebut, *water truck* memiliki peran penting disini, yaitu untuk kegiatan maintenance pada sistem *road maintenance*.

Pada sistem *road maintenance*, *water truck* melakukan penyiraman setiap waktu yang telah ditentukan untuk menjaga kondisi jalan angkut tambang tetap lembab dan mengurangi intensitas debu. Dengan menjaga kondisi jalan dari keadaan berdebu, maka dapat menjaga kelancaran karena kecepatan dari alat angkut tetap stabil dan juga dapat mengurangi kondisi tidak aman dikarenakan jarak pandang yang tertutup oleh debu. sehingga *water truck* sangat signifikan terkait jalannya kegiatan operasional pertambangan. Untuk memenuhi target tersebut, tentunya perlu di dukung dengan jalan angkut tambang serta perawatan jalan angkut yang baik. Karena kondisi jalan angkut memberikan dampak secara langsung dalam kelancaran produksi. [1]

Pada *jobsite* operasional Asam-Asam Coal Project, masih melihat celah akan keefisienan yang bisa ditingkatkan terkait sistem pengisian air pada *water truck*. yaitu dalam hal waktu pengisian air di area *Waterfill* untuk pengisian unit *water truck* yang masih berbasis manual. Dimana operator itu sendiri yang melaksanakan pengisian tersebut. Mulai dari operator memosisikan terlebih dahulu unitnya dalam radius aman untuk pengisian. Kemudian operator mematikan unit dan turun dari unit untuk menghidupkan pompa air pengisian *water truck* tersebut sampai penuh. Disini penulis masih

melihat celah akan keefisienan yang bisa ditingkatkan terkait sistem pengisian air pada *water truck*.

Berdasarkan penelitian pada tahun 2019 yang berjudul “*Sistem Otomatisasi Pengisian Air Di Area Waterfill Berbasis Mikrokontroler*” yang dimana pada penelitian tersebut membahas tentang alat sistem otomatis pengisian *water truck* berbasis mikrokontroler dengan metode menggunakan sensor *infrared* (E18-D80NK) sebagai pendeteksi objeknya.[2]

Lalu penelitian pada tahun 2023 dengan judul “*Analisis Desain Sistem Pengisian Air Otomatis pada Unit Water Truck di Area Waterfill*” yang dimana penelitiannya membahas tentang analisa penggunaan antara 2 sensor ultrasonik HC-SR04 dan E18D80NK terkait pengisian otomatis *water truck*. [3]

Dari kedua penelitian tersebut, inilah yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “*Sistem Otomatis Pengisian Water Truck Pada Area Waterfill di Pertambangan Batubara*” dengan mencoba membuat sistem baru pada pengisian *water truck* di area *waterfill* yang sebelumnya masih secara manual menjadi sistem otomatis pengisiannya.

II. METODE

A. Perancangan Hardware

Dalam penelitian ini, perencanaan alat meliputi dari proses perencanaan *hardware* (Perancangan dari konvensional alatnya maupun secara skematik elektrikalnya). Komponen-komponennya yang akan digunakan diantaranya : Solar Panel 5 WP sebagai sumber dimana perangkat yang bisa merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dari proses efek fotovoltaic. sekaligus untuk *charging system* ke *power supply*[4].

Battery Management System (BMS) sebagai sistem proteksi dimana memantau parameter seperti status pengisian daya, monitoring kondisi termal, penghitungan ampere, tegangan terminal serta arus yang mengalir pada *battery*. BMS juga membantu dalam mengontrol atau menyeimbangkan lingkungan *battery*. BMS digunakan untuk menjaga setiap sel pada *battery pack* tetap berada pada kondisi aman[5][6][7].

Battery LifePO4 digunakan sebanyak tiga buah sebagai sumber masukan ke komponen alat. *Battery* ini yang memiliki tegangan yang tinggi serta memiliki siklus hidup yang panjang. Baterai *lithium iron phosphate* (LiFePO4) telah diperkenalkan sebagai bahan untuk katoda pada baterai lithium-ion sejak tahun 1997 karena memiliki keunggulan diantaranya memiliki biaya yang rendah, tidak bersifat reaktif, serta ramah lingkungan.[8]

Modul Step-Down LM296 untuk penurun tegangan dari *supply* karena komponen ini merupakan suatu modul yang digunakan untuk menurunkan tegangan DC dengan komponen utamanya IC LM2596. IC LM2596 yaitu *integrated circuit* yang memiliki fungsi sebagai *step-down* DC konverter dengan rentang arus 3A.[9]

Arduino Uno R3 Atmega 328P sebagai *controller* yang menjalankan sistem alat agar bekerja. dimana Arduino Uno R3 yaitu pengembangan mikrokontroler yang berbasis chip

ATmega328P. mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan *battery* untuk memulainya [10][11][12].

Sensor Ultrasonik HC-SR04, sebagai pendeteksi *water truck* untuk menjalankan sistem otomatis pengisian air pada *water truck* untuk simulasi pengganti kapasitas 50.000 L, dengan sensor yang bekerja berdasarkan gelombang ultrasonik. Sensor ini memiliki kelebihan, yaitu jarak deteksi mulai dari 2 cm sampai 450 cm dengan resolusi 1 cm.[13]

Sensor IR E18-D80NK, sebagai pendeteksi *water truck* untuk menjalankan sistem otomatis untuk simulasi pengganti kapasitas 20.000 L pengisian air pada *water truck* dengan sensor yang mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Jika objek berada di depan sensor dan terjangkau oleh sensor, maka output dari rangkain berlogika “1” atau “high” yang artinya objek ada. Begitu sebaliknya, tidak berada di posisi dari jangkauan sensor, maka output sensor bernilai “0” atau “low” yang artinya objek tidak ada.[14]

Sensor tegangan adalah salah satu jenis sensor yang berfungsi untuk mengukur tegangan listrik. Sensor ini didasarkan pada prinsip tekanan resistensi untuk sistem *monitoring voltage* dari tegangan *supply*. [15]

LCD 2x16 I2C, sebagai penampil di display hasil sistem alat bekerja dikendalikan dengan serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*). Modul LCD biasanya dikendalikan secara paralel baik itu jalur data maupun kontrolnya. Tetapi jalur paralel menggunakan banyak pin di sisi controller. Sedikitnya 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Sehingga kontroler yang mengendalikan I/O [16].

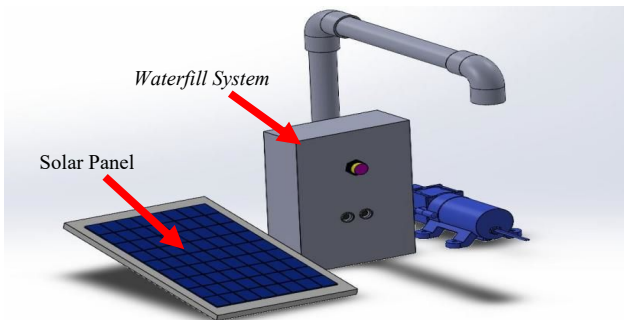
Relay 2 channel, sebagai pengatiffan dari instruksi yang didapat dari sensor ultrasonik untuk membuat sistem otomatis, yang dimana berupa saklar elektronik dengan digerakkan oleh arus listrik. Berdasarkan prinsip, *relay* merupakan saklar dengan lilitan kawat pada batang besi atau *solenoid* di dekatnya. Saat solenoid dialiri arus, maka tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup. Ketika arus dihentikan, gaya magnet menghilang, maka kembali keposisi semula dan kontak kembali terbuka.[17]

Modul Buzzer KY-012, sebagai pemberi informasi kalau pengisian air pada *water truck* sudah selesai (penuh). Yang dimana komponen ini yang dapat mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* juga terdiri dari kumparan terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus. Sehingga menjadi elektromagnet. Kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, sesuai dari arah arus dan polaritas magnetnya[18][19].

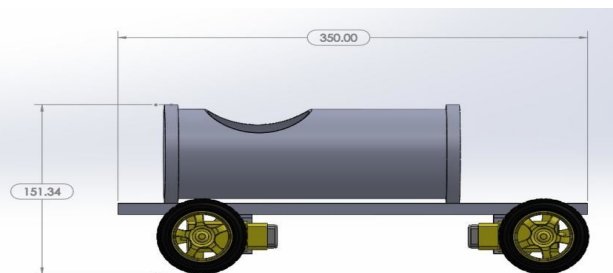
B. Perancangan Alat

Pada perancangan alat ini dibuat dengan selayaknya dengan kondisi aktual area penelitian di *jobsite* tambang *Asam-Asam Coal Project* yaitu *waterfill* sebagai tempat pengisian *water truck* dengan mengukur tinggi *waterfill* aktual yaitu setinggi 5 meter. Kemudian membuat rancangan *prototype* sebagaimana

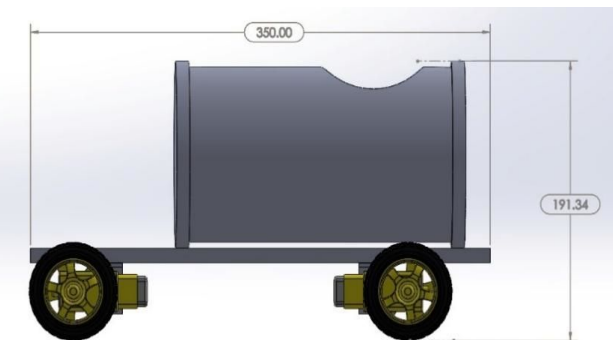
dapat dilihat pada gambar 1, dengan perbandingan skala tinggi yaitu 40 cm dan untuk *engine waterfill* sendiri akan diindikasikan dengan menggunakan pompa DC 12 V sebagai ganti untuk pengisian airnya. Untuk objek pengisian yaitu *water truck* akan menggunakan mobil mainan yang di *design* dengan muatan yang berdasarkan tinggi tangki untuk sensor mendeteksi sebagai indikasi simulasi nantinya. Untuk *water truck* dengan kapasitas 50.000 liter dan tinggi 4 meter akan menggunakan mobil mainan dengan ketinggian 19 cm dengan muatan 1 liter sebagai indikasi pengganti untuk simulasi prototype dengan skala perbandingan 1:50.000 dengan kondisi aktualnya. Desain *water truck* berkapasitas 50.000 liter ini dapat dilihat pada gambar 2. Sedangkan untuk *water truck* yang memiliki kapasitas 20.000 liter dan tinggi 2,2 meter akan menggunakan mobil mainan dengan ketinggian 15 cm dengan muatan 0,4 liter sebagai indikasi pengganti untuk simulasi prototype dengan skala perbandingan 1:50.000 dengan kondisi aktualnya. *Water truck* berkapasitas 20.000 liter memiliki desain seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 1. Design Rancangan Prototype Waterfill



Gambar 2. Design Objek Water Truck 20.000 liter



Gambar 3. Rancangan Objek Water Truck 50.000 liter

C. Mekanisme Kerja Alat

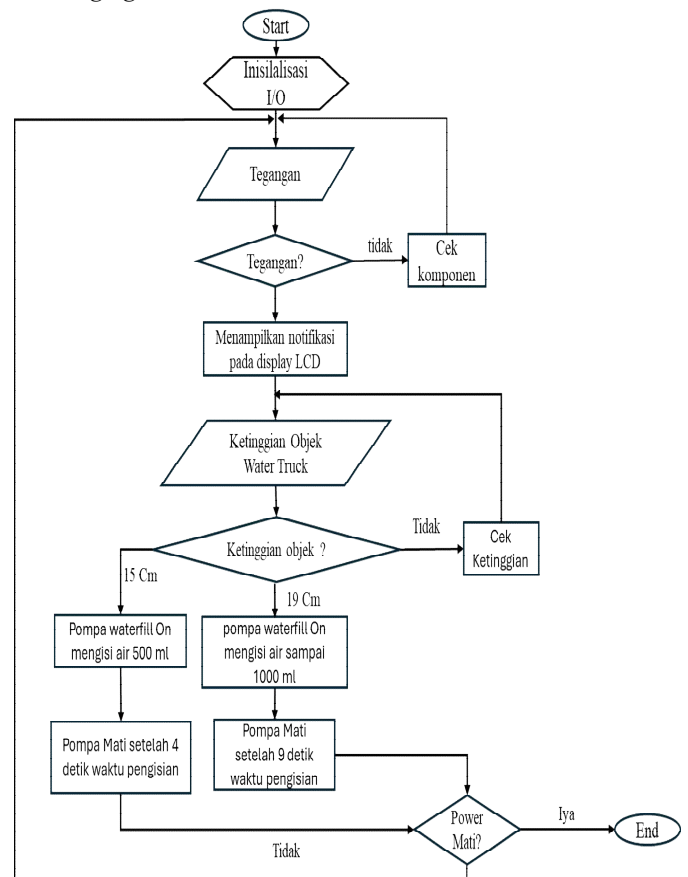
Prinsip kerja dari alat “Sistem Otomatis Pengisian *Water Truck* Pada Area *Waterfill* di Pertambangan Batubara” menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, dan infrared IR E18-D80NK, relay 2 channel dan sensor tegangan. Gambar 4 menunjukkan *flowchart* diagram kerja alat yang diawali dengan inisialisasi perangkat *input* dan *output*.

D. Proses Pemasangan Alat

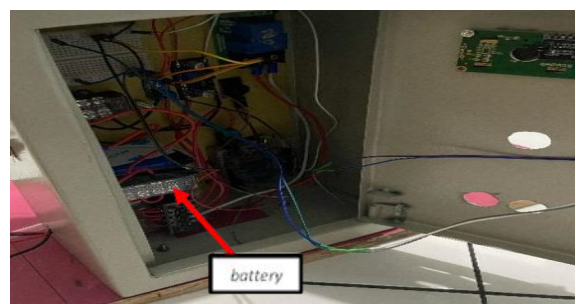
Bagian ini merupakan proeses peemasangan koemponeen-koemponeen yang akan diteerapkan pada alat Sisteem Otoematis Peengisian *Water Truck* Pada Areaa *waterfill* di pertambangan batubara seebagai beerikut:

1) Pemasangan Power Supply dan Solar Panel

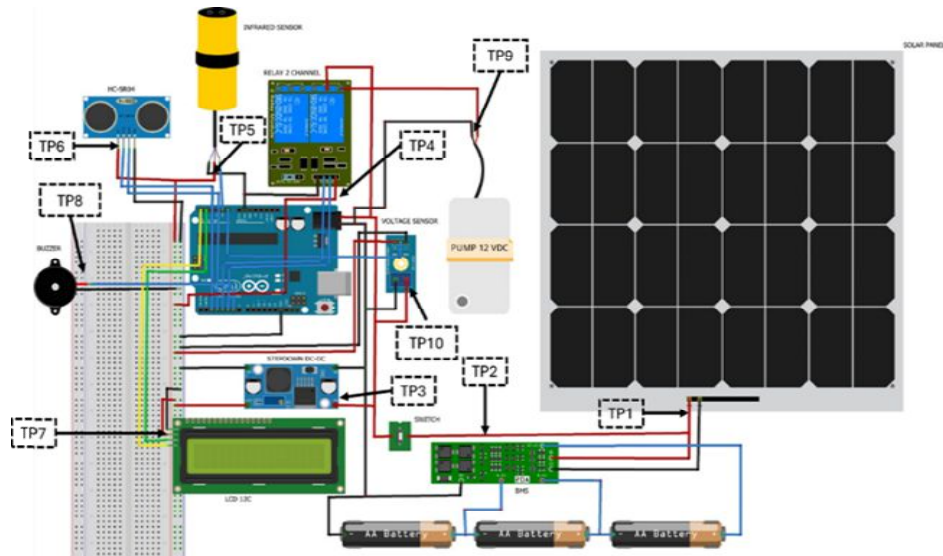
Pada tahap ini yaitu peemasangan power supply disini menggunakan batteery dan soelar paneel seebagai sistem *charging*



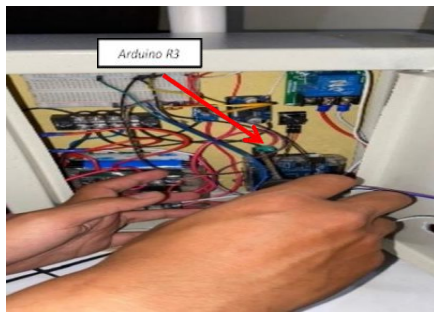
Gambar 4. Flowchart Diagram Kerja Alat



Gambar 5. Pemasangan Power Supply dan Solar Panel



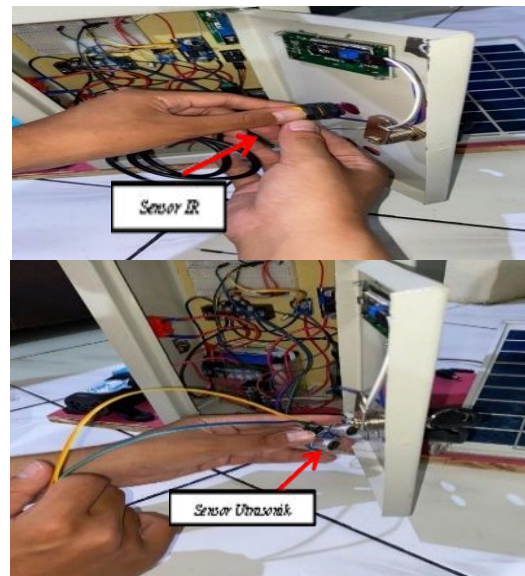
Gambar 10. Titik Pengukuran Rangkaian



Gambar 6. Pemasangan Power Supply ke Arduino



Gambar 7. Pemasangan Sensor Tegangan LCD



Gambar 8. Pemasangan Sensor IR dan Ultrasonik

2) Pemasangan Power Supply ke Arduino

Pada tahap ini yaitu melakukan pemasangan *power supply* ke arduino sebagai sistem *control* pada alat (terlihat gambar 6).

3) Pemasangan Sensor Tegangan dan Display LCD

Pada tahap ini yaitu melakukan pemasangan sensor tegangan dan LCD (seperti yang nampak pada gambar 7) yang menampilkan untuk monitoring terkait *supply* daya pada alat akan ditampilkan pada monitor LCD secara *real time*.

4) Pemasangan Sensor IR E18-D80NK dan Ultrasonik

Pada tahap ini yaitu pemasangan sensor IR E18-D80NK dan Ultrasonik HC-SR04 yang akan mendeteksi *water truck* (terlihat pada gambar 8).

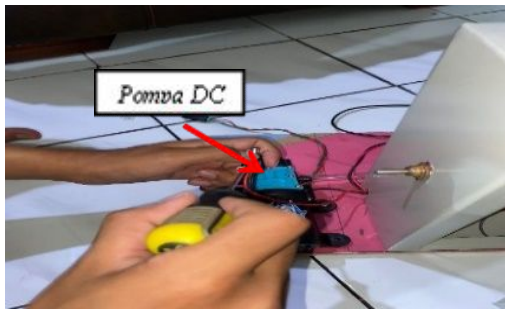
5) Pemasangan Pompa 12 V_{DC}

Pada tahap ini yaitu pemasangan pompa air 12 V_{DC} (seperti yang dapat dilihat pada gambar 9) sebagai pengganti untuk *engine waterfill* pada aktualnya untuk melaksanakan pengisian air.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Titik Pengukuran

Pengukuran memiliki tujuan agar dapat mengetahui seberapa besar nilai pada tiap titik pengukuran yang dibuat serta mengetahui hasil keberhasilan alat yang telah dibuat. Dari proses pengukuran ini, mempermudah penulis dalam hal menganalisa dan pembahasan. Sebagaimana terlihat pada gambar 10, terdapat sepuluh titik pengukuran yaitu TP1 hingga TP10.



Gambar 9. Pemasangan Pompa 12V_{DC}

TABEL I. DATA HASIL PENGUKURAN KOMPONEN

No	Posisi Pengukuran	Titik Pengukuran	Satuan	Hasil pengukuran					X (rata-rata)	Keterangan
				1	2	3	4	5		
1	power supply	(TP1) Solar Panel	V _{dc}	10,87	11,06	11,07	10,89	10,8	10,94	Input Battery
		(TP2) Battery	V _{dc}	10,42	10,45	10,45	10,41	10,5	10,44	Input Step-Down, Arduino Uno R3
2	Step Down	(TP3)	V _{dc}	4,45	4,44	4,42	4,43	4,45	4,44	Input Modul Relay 2-channel, Sensor IR E18-D80NK, Ultrasonik HC-SR04, LCD I2C 2x16, Modul Buzzer)
				4,41	4,45	4,43	4,45	4,4	4,43	
3	Modul Relay 2-Channel	(TP4)	V _{dc}	4,41	4,45	4,43	4,45	4,4	4,43	Relay standby
			V _{dc}	4,97	4,98	4,97	4,96	4,93	4,96	Relay aktif
4	Sensor IR E18-D80NK	(TP5)	V _{dc}	4,44	4,4	4,42	4,43	4,44	4,43	sensor Aktif
			V _{dc}	4,44	4,4	4,42	4,43	4,41	4,42	Sensor Standby
5	Sensor Ultrasonik HC-SR04	(TP6)	V _{dc}	4,44	4,4	4,42	4,43	4,45	4,43	sensor Aktif
			V _{dc}	4,44	4,4	4,42	4,43	4,41	4,41	Sensor Standby
6	LCD 2x16 I2C	(TP7)	V _{dc}	4,44	4,4	4,42	4,43	4,45	4,43	
7	Modul Buzzer	(TP8)	V _{dc}	0	0	0	0	0	0	Buzzer Standby
			V _{dc}	4,43	4,39	4,41	4,42	4,45	4,42	Buzzer On
8	Pompa Air DC	(TP9)	V _{dc}	9,1	9,1	9,2	9,1	9,1	9,12	
			Rpm	3600	3600	3600	3600	3600	3600	
			Lpm	5	5	5	5	5	5	
9	Sensor Tegangan	(TP10)	V _{dc}	10,42	10,45	10,45	10,41	10,5	10,42	

B. Hasil Pengukuran

1) Pengukuran Komponen

Pengambilan data pengukuran yang dilakukan pada komponen-komponen dilakukan sebanyak 5 kali. Hal tersebut agar mendapatkan hasil yang presisi dan selanjutnya didapatkan rata-rata. Tabel I menunjukkan hasil dari sepuluh titik pengukuran ini.

2) Pengukuran Solar Panel

Perolehan daya efektif ketika solar panel menerima cahaya dari sinar matahari pada pukul 13.00 WIB dengan 5,5 Watt ketika mencapai maksimum dari solar panel.

TABEL II. DATA HASIL PENGUKURAN SOLAR PANEL

NO	Kondisi Cuaca	Waktu	Solar panel		Daya (watt)
			V _{dc} (Volt)	Arus (A)	
1	Berawan	06.00	0	0	-
2	Berawan	07.00	4,6	0	-
3	Berawan	08.00	8,7	0	-
4	Cerah	09.00	9,2	0,15	1,38
5	Cerah	10.00	9,51	0,32	3,04
6	Cerah	11.00	10,52	0,41	4,3
7	Cerah	12.00	10,87	0,43	4,6
8	Cerah	13.00	11,06	0,5	5,5
9	Cerah	14.00	10,74	0,412	4,42

TABEL III. HASIL PENGUKURAN PENGEKASAN BATTERY MENGGUNAKAN SOLAR PANEL

NO	Kondisi Cuaca	Waktu	Solar panel		Tegangan battery V _{dc}
			V _{dc} (Volt)	Arus (A)	
1	Berawan	06.00	0	0	8,85
2	Berawan	07.00	4,6	0	8,85
3	Berawan	08.00	8,7	0	8,85
4	cerah	09.00	9,2	0,15	8,9
5	Cerah	10.00	9,51	0,32	9,2
6	Cerah	11.00	10,52	0,41	9,5
7	Cerah	12.00	10,87	0,43	9,89
8	Cerah	13.00	11,06	0,5	10,4
9	Cerah	14.00	10,74	0,412	10,65

Hal ini menyatakan bahwa ketika kondisi berawan panas dari matahari tidak dapat secara optimal diserap oleh solar panel, dikarenakan sinar panas matahari tertutup awan. Hal ini membuktikan *datasheet* solar panel baru dapat bekerja atau menyalurkan arus apabila tegangan yang didapat dari panas sinar matahari yaitu mulai dari 9 Vdc. Tabel II menunjukkan hasil pengukuran terhadap solar panel ini.

3) Pengukuran Pengisian Battery menggunakan Solar Panel

Sebelum pengisian kondisi awal tegangan baterai sebesar 8,5 VDC . Tegangan baterai mencapai 9,65 VDC naik 1.15 volt ketika pukul 14.00 atau setelah dilakukan pengisian selama 5 jam dari 09.00 sampai 14.00 WIB. Hasil pengukuran pengisian *battery* yang menggunakan solar panel, sebagaimana terlihat pada tabel III.

C. Hasil Perhitungan

1) Perhitungan Energi Battery yang Terpakai

Kapasitas *battery* yang digunakan yaitu 18 Ah dengan arus awal yang terukur adalah 3,52 A untuk

TABEL IV HASIL PERHITUNGAN ENERGI BATTERY TERPAKAI

No.	Durasi (menit)	V _{Battery} (V _{DC})	I _{Battery} (I _{dc})	P _{Battery} (P = V.I)
1	0	10,45	1,5	15,63
2	30	10,16	1,5	15,24
3	60	10,06	1,5	15,09
4	90	9,94	1,3	13,41
5	120	9,91	1,5	14,86
Total Daya				74,23

total beban yang terpakai. Untuk mengetahui energi baterai yang terpakai. Sehingga hasil perhitungan daya pemakaian selama 120 menit. Tabel IV menunjukkan hasil perhitungan energi battery yang terpakai.

Sehingga didapat DOD pada battery yaitu yang dituliskan pada persamaan (1) :

$$DoD = \frac{\text{Total discharge harian daya battery}}{\text{kapasitas battery}} \quad (1)$$

$$DOD = \frac{74,23}{9,6 \times 18} \times 100 \% = 42 \%$$

Setelah mendapatkan ketahanan battery, didapat kapasitas battery terpakai dengan perhitungan (2):

$$W = V.I.t \quad (2)$$

Dimana :

- W = Energi (Joule)
- I = Arus (Ampere)
- V = Tegangan
- t = waktu (jam)

a. Kapasitas penuh battery

t = 12 jam
 $W = 10,42 \times 1,5 \times 12 \text{ jam} = 187,56J$

b. Penggunaan selama 30 menit

$W = 10,16 \times 1,5 \times (30/60) \text{ jam} = 7,62 J$
 Sisa energi battery = Wawal – Wselama 30 menit
 $= 187,56J - 7,62J = 179,94 J$

c. Penggunaan selama 60 menit

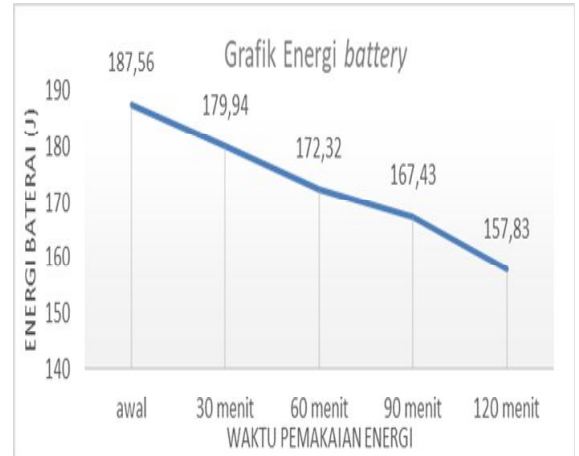
$W = 10,06 \times 1,5 \times (60/60) \text{ jam} = 15,24 J$
 Sisa energi battery = Wawal – Wselama 60 menit
 $= 187,56 J - 15,24 J = 172,32 J$

d. Penggunaan selama 90 menit

$W = 9,94 \times 1,35 \times (90/60) \text{ jam} = 20,12J$
 Sisa energi battery = Wawal – Wselama 90 menit
 $187,56 J - 20,12 J = 167,43J$

e. Penggunaan selama 120 menit

$W = 9,91 \times 1,5 \times (120/60) \text{ jam} = 29,73 J$
 Sisa energi battery = Wawal – Wselama 120 menit
 $= 187,56 J - 29,73 J = 157,83 J$



Gambar 10. Grafik Pemakaian Energi Battery

2) Perhitungan Persentase Kesalahan

Setelah dilaksanakan pengukuran dan didapatkan hasil, maka hal yang dilakukan selanjutnya yaitu melakukan perhitungan persentase kesalahan pada bagian yang bisa dihitung pada komponen. Gunanya untuk mengetahui perbedaan nilai antara data pengukuran dan data datasheet. Persentase kesalahan ditunjukkan pada persamaan (3).

$$\% \text{ kesalahan} = \left| \frac{\text{datasheet} - \text{pengukuran}}{\text{datasheet}} \right| \times 100\% \quad (3)$$

a. Perhitungan TP2

Perhitungan untuk battery dengan didapatkan datasheet dari komponen yaitu diambil dari datasheet tegangan battery nominal 3,65 V_{DC} dalam keadaan terisi penuh yang dimana di penelitian ini menggunakan 3 battery yang diseri sehingga tegangannya menjadi 10,95 V_{DC}. sedangkan pada saat pengukuran didapatkan nilai tegangan 10,65 V_{DC}.

$$\% \text{ kesalahan} = \left| \frac{10,95 - 10,65}{10,95} \right| \times 100\%$$

$$= 2,7\%$$

TABEL V. DATA HASIL PERHITUNGAN KOMPONEN

3) Perhitungan Torsi, Daya, Debit Air Pompa DC

Menghitung seberapa cepat mesin pompa DC bekerja, tentunya diperlukan perhitungan dari daya dan torsi dari pompa. Persamaan (4) digunakan untuk melakukan perhitungan daya pompa DC

a. Perhitungan Daya Pompa DC
 $P = v . I . \quad (4)$

Dimana:

I = arus (Ampere)

v = Tegangan (Volt)

$$= (10,45) . (1,5)$$

$$= 15,63 \text{ watt}$$

Dengan arus yang terukur pada saat pompa beroperasi sebesar 1,5 A dan daya yang didapat 15,63 watt serta kecepatan putaran

(rpm) dari pompa sebesar 3600 dari *datasheet*, maka bisa menghitung torsi dari pada pompa dengan mencari nilai omega dengan diketahui kecepatan putaran pompa:

b. *Perhitungan Torsi Pompa DC*

$$T = \frac{P}{\omega} \quad (5)$$

Dimana :

P = Daya (Watt)

T = Torsi (Nm / Newton

ω = Omerga

$$\omega = (2\pi.N)/60$$

$$\omega = (2 \times (3,14) \times 3600)/60$$

$$\omega = 376,8$$

Didapatkannya nilai omega melalui perhitungan dengan persamaan, sebesar 376,8. Setelah itu bisa dihitung torsi dari pompa DC berdasarkan persamaan (5) :

$$T = p/\omega$$

$$T = 15,63/376,8$$

$$T = 0,04 \text{ Nm}$$

Torsi yang dihasilkan pada saat pompa DC adalah 0,04 Nm.

c. *Perhitungan Debit Air Pompa DC*

Menghitung debit air dari pompa DC yang dipakai penulis akan membandingkan dengan menggunakan perhitungan dengan mengambil sample yaitu salah satu object *water truck* yaitu dengan kapasitas 1000 ml dan durasi pengisian disetting 9 detik . dengan menggunakan rumus (6) dibawah ini:

$$D = V/t \quad (6)$$

Dimana : D = Debit air (L/detik)

V= Volume (liter)

t = waktu (detik)

$$D = (1)/(9)$$

$$D = 0,1 \text{ liter/detik}$$

Jadi debit air yang dikeluarkan pompa DC ini sebesar 0,1 liter/detik atau dikonversi ke Lpm (liter/menit) itu sebesar 6 Lpm (liter/menit).

Tabel VI memperlihatkan hasil perhitungan torsi pompa, daya pompa dan debit air pompa, antara pompa 12 VDC dengan pompa multiflo 420E.

TABEL VI. PERBADANGAN DAYA, TORSI, DAN DEBIT AIR POMPA DC DAN POMPA MULTIFLO

NO	Perhitungan	Nilai	
		Pompa 12 V _{DC}	Pompa Multiflo 420E
1.	torsi pompa	0,04 Nm	115,13 Nm
2.	Daya pompa	15,63 watt	128,023 Kwatt
3	Debit air pompa	0,1 liter/detik atau 6 liter/menit (lpm)	56,06 Liter/detik atau 3360 liter/menit

D. *Hasil Pengujian Sistem Kerja Alat*

Pada pengujian rancang bangun alat *prototype* yaitu dengan mensimulasi pengisian air pada *water truck* dapat bekerja dengan baik atau tidak dengan sistem yang dibuat. Dua objek yang digunakan yaitu dengan desain truck angkut air dirancang *water truck* kapasitas 1000 ml dengan 19 cm sampai muatan penuh, sebagaimana bisa dilihat pada gambar 11. Kemudian *water truck* kapasitas 500 ml dengan tinggi 15 cm sampai muatan penuh dengan sensor Infrared dan Ultrasonik sebagai deteksi objeknya dan akan tertampil pada display LCD sebagai informasi (gambar 12).



Gambar 11. Objek *Water Truck* 1000 ml bermuatan penuh



Gambar 12. Objek *Water Truck* 500 ml bermuatan penuh

TABEL VII. DATA HASIL PENGUJIAN ALAT

No	Jenis Sensor	Pengujian ke-	Durasi pemabacaan sensor (detik)	Durasi pengisian air (detik)	Total durasi pengisian air Water Truck (detik)
1	Sensor Infrarded	1	04,68	09,70	14,71
	IR E18-D80NK	2	04,71	09,85	14,56
		3	04,77	09,95	14,72
		4	05,03	09,82	15,63
		5	04,77	09,87	14,64
Rata-rata durasi (detik)			04,08	09,8	14,85
2	Sensor Ultrasonik	1	04,88	06,14	11,02
	HC-SR04	2	04,80	06,10	10,9
		3	05,20	06,08	11,28
		4	04,86	06,03	10,89
		5	04,87	06,13	11
Rata-rata durasi (detik)			04,9	06,00	11,05

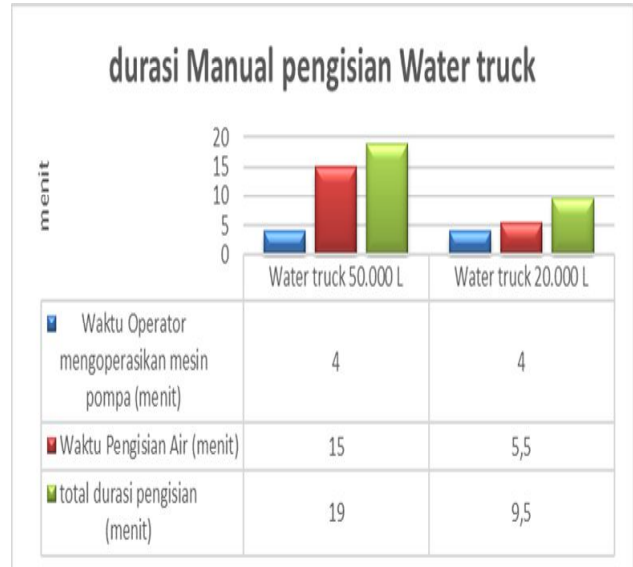
Pengujian dilakukan dengan beberapa kali uji coba agar mengetahui terkait sistem untuk kerja alat ketika sensor terhadap objek *water truck* dimana *waterfill* sebagai sistem pengisian otomatis berfungsi sesuai dengan sistem kerjanya. Tabel VII berikut ini merupakan hasil pengontrolan sistem otomatis pengisian *water truck*.

Pada kondisi aktual ketika pengisian *water truck* pada area *waterfill* di PT. Darma Henwa, penulis telah mengambil sampel waktu terkait durasi dalam proses pengisian air yang masih berbasis manual. Dimana operator harus turun naik dari unit ke area *waterfill* dengan menghidupkan mesin pompa secara manual sampai muatan penuh dan mematikan juga secara manual.

E. Analisa

Setelah melaksanakan pengukuran dan pengujian baik setiap komponen maupun sistem dari kerja alat didapatkanlah point sebagai hasil analisa sebagai berikut:

- 1) Percobaan untuk sistem pengisian air *waterfill* otomatis *water truck*, pengontrolan dengan percobaan 5 kali yang settingan jarak yang kurang dari 11 cm untuk setiap sensor dengan masing-masing objek :
 - a. Untuk sensor infrared IR E18-D80NK, Didapatkanlah 04.08 detik, untuk waktu pengisian air ke *water truck* rata-rata durasi 09,8 detik, sehingga total rata-rata durasi awal sampai muatan penuh yaitu 14,85 detik. Dalam hal ini durasi yang di *setting* pada sistem kerja alat ketika disimulasikan sesuai dalam *range*.
 - b. Untuk sensor Ultrasonik HC-SR04, Didapatkanlah 04.09 detik, untuk waktu pengisian air ke *water truck* rata-rata durasi 6 detik, sehingga total rata-rata durasi awal sampai muatan penuh yaitu 11,05 detik Dalam hal ini durasi yang disetting pada sistem kerja alat ketika disimulasikan terjadi perbedaan, akan tetapi tidak berbeda jauh dengan yang di *setting* ketika disimulasikan.
 - c. Pada kondisi aktual pengisian *water truck* di area *waterfill* PT. Darma Henwa yang masih berbasis manual, untuk kapasitas 50.000 L dengan total durasi 19 menit dari proses awal sampai muatan penuh.

Gambar 13. grafik Durasi Manuak Pengisian *Water Truck*

Dimana 4 menit operator untuk mengoperasikan mesin pompa dan 15 menit untuk pengisian air ke *water truck* dari muatan kosong sampai penuh. Sedangkan , untuk kapasitas 20.000 L dengan total durasi 9,5 menit dari proses awal sampai muatan penuh. Dimana 4 menit operator untuk mengoperasikan mesin pompa dan 5,5 menit untuk pengisian air ke *water truck* dari muatan kosong sampai penuh. Hal ini terdapat waktu tunggu selama 4 menit tiap pengisian *water truck* yang bisa dimaksimalkan dengan mengubah sistem manual ke otomatis.

- 2) Pada hasil pengukuran dan perhitungan komponen alat, persentase kesalahan yaitu 2,7% untuk komponen *battery* ditinjau dari *datasheet* yang nilainya 10,95 VDC ketika kondisi *battery* dalam keadaan full terisi dengan pengukuran yaitu 10,65 VDC. Kemudian semua komponen lainnya dalam range sesuai dengan *datasheet*.
- 3) Pada data hasil pengukuran solar panel pengaruh cahaya matahari terhadap efektifitas solar panel dalam memberikan supply energi ke sistem alat terukur oleh penulis pada kondisi cerah pukul 09.00 sampai dengan 14.00 karena mencapai dari tegangan kerja solar panel yaitu 9 VDC dengan arus terukur sebesar $> 0,15$ A – 0,51 A . serta daya yang dihasilkan oleh solar panel di puncak 5,5 watt pada pukul 13.00 WIB.
- 4) Pada pengukuran simulasi pengujian pengecasan *battery* menggunakan solar panel dilakukan selama 8 jam mulai dari pukul 06.00 -14.00 WIB dengan tengangan awal baterai 8,85 VDC menjadi 10,65 VDC penambahan sebesar 1,8 VDC . dimana *battery* mulai mendapat supply dari solar panel mulai pukul 09.00 -14.00 WIB.
- 5) Pengujian pembebanan baterai selama 120 menit dikatakan efektif karena selama 120 menit pengujian diperoleh DOD sebesar 42% dari kapasitas *battery*

dengan sisa energi baterai 157,83 J sehingga hal ini dapat menjaga umur *battery*.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari pembahasan mengenai "Sistem Otomatis Pengisian *Water Truck* Pada Area *Waterfill* Di Pertambangan Batubara," dapat disimpulkan bahwa sistem ini dapat berfungsi dengan baik jika diimplementasikan. Dari segi efisiensi waktu, sistem otomatis ini mengeliminasi waktu tunggu selama 4 menit yang diperlukan dalam pengisian air manual, di mana operator harus turun dari unit untuk menghidupkan mesin pompa. Dengan sistem otomatis, pengisian air dapat dilakukan tanpa intervensi operator. Dari segi efisiensi pekerjaan, sistem ini mempermudah operator dalam pengisian air dan meningkatkan efisiensi penyiraman jalur angkut, yang penting untuk mengurangi debu di area pertambangan. Penggunaan sistem otomatis lebih unggul dibandingkan metode manual. Dari segi keamanan, sistem ini mengurangi risiko insiden karena operator tidak perlu turun naik dari unit untuk menghidupkan mesin *waterfill*, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan seperti jatuh dari unit atau tenggelam di area *waterfill*. Selain itu, sistem ini memanfaatkan suplai daya yang dihasilkan oleh panel surya dengan optimal, terutama pada pukul 10.00 hingga 14.00 WIB ketika sinar matahari bersinar cerah, menghasilkan tegangan, arus, dan daya yang maksimal.

B. Saran

Adapun saran dari penulis penelitian ini adalah perlunya dilakukan perawatan terkait pemantauan secara berkala. Hal ini penting agar jika alat prototipe ini diaplikasikan secara aktual, tetap berada dalam kondisi maksimal, terutama karena berada di medan tambang yang terbuka. Cuaca dan kondisi jalanan yang berdebu dapat menyebabkan alat tidak berfungsi secara maksimal, misalnya tertutup debu atau terkena dampak hujan. Selain itu, untuk pengembangan lebih lanjut dari alat ini, perlu memperhatikan sumber daya yang dibutuhkan untuk menjalankan alat dengan menambahkan cadangan suplai baterai dan panel surya.

V. KUTIPAN

[1] A. Ismuhadi, "Pemantauan Efektivitas *Water Truck* Dalam Melakukan Penyiraman Jalan Tambang Di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara," *J. Pertamb. dan Lingkungan*, vol. 1, no. 1, pp. 20–24, 2020.

[2] E. S. Putra, "Sistem Otomatisasi Pengisian Air Di Area *Waterfill* Berbasis Mikrokontroler," *J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun.)*, vol. 4, no. 2, pp. 23–28, 2021, doi: 10.31602/eeict.v4i2.6586.

[3] M. Naufal and A. Ramadhan, "ANALISIS DESAIN SISTEM PENGISIAN AIR OTOMATIS," vol. 6, pp. 205–214, 2023.

[4] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.

[5] Wahyudi, R. Setiadi, W. Sumbodo, and F. A. Budiman, "Rancang Bangun Media Pembelajaran *Battery Management System (BMS)*," *KoPeN Konf. Pendidik. Nas.*, vol. 3, no. 2, pp. 241–248, 2021.

[6] M. Lelie *et al.*, "Battery management system hardware concepts: An overview," *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 4, p. 534, 2018.

[7] B. Balasingam, M. Ahmed, and K. Pattipati, "Battery management systems—Challenges and some solutions," *Energies*, vol. 13, no. 11, p. 2825, 2020.

[8] A. Satriady, W. Alamsyah, H. I. Saad, and S. Hidayat, "PENGARUH LUAS ELEKTRODA TERHADAP KARAKTERISTIK BATERAI LiFePO 4," *J. Mater. dan Energi Indones.*, vol. 06, no. 02, pp. 43–48, 2016.

[9] N. Nim, D. Oleh, and E. S. Putra, "Sistem Otomatisasi Pengisian Air Di Area," 2019.

[10] A. R. L. Francisco, "IDE Arduino," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.

[11] I. Adabara, O. Stephen, G. O. Okoth, A. O. Cyril, and E. Edozie, "Implementation Analysis Of Automatic Dual Axis Solar Tracking System Using Atmega328p".

[12] J. Julian, F. Wahyuni, and F. D. Ulhaq, "Reliability Analysis of pH Measurement on TLC4502 with E201C Electrodes based on ATmega328P Microcontroller: Approach to Analysis of Variation with ANOVA," *ELKHA J. Tek. Elektro*, vol. 15, no. 1, pp. 32–40, 2023.

[13] A. Soni and A. Aman, "Distance Measurement of an Object by using Ultrasonic Sensors with Arduino and GSM Module," *IJSTE-International J. Sci. Technol. Eng.*, vol. 4, no. 11, pp. 23–28, 2018.

[14] R. G. Paramananda, H. Fitriyah, and B. H. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Penghitung Jumlah Orang Melewati Pintu menggunakan Sensor Infrared dan Klasifikasi Bayes," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 3, pp. 921–929, 2018.

[15] B. A. B. Ii and L. Teori, "Smartphone Sensor Arus Dan Tegangan," pp. 8–53, 2015.

[16] H. Suryantoro, "Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali," *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 3, p. 20, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i3.48718.

[17] I. G. Friansyah, Safe'I, and D. F. Waidah, "dia penghubung Modul Bluetooth," *J. TIKAR*, vol. 2, no. 2, pp. 121–127, 2021.

[18] R. Mardiaty, F. Ashadi, and G. F. Sugihara, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 2, no. 1, pp. 53–61, 2016, doi: 10.15575/telka.v2n1.53-61.

[19] F. A. Fiddin, A. Rasyid, and W. Waluyo, "Weather Anomaly Early Warning System on Koi Fishpond's Water Quality Using Telegram Bot," *J. Telecommun. Netw. (Jurnal*

Jar. Telekomun., vol. 14, no. 1, pp. 84–91, 2024.



Rahmat Meygi Syafalaah, anak ketiga dari tiga bersaudara. Lahir di Palembang, 01 Mei 2000. Penulis menempuh pendidikan di SMA Negeri 17 Palembang, kemudian melanjutkan pendidikan di Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. jurusan D-III Teknik Listrik (2017-2020). Kemudian melanjutkan

pendidikan S-1 di Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Teknik Elektro Universitas Bina Darma Palembang (2022-2024). Penulis melakukan penelitian ini dengan membuat *prototype* berilustrasi pada tempat kerja sebelumnya di PT Darma Henwa pada area *waterfill* pengisian *water truck*.