

# J-ELTRIK

**Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer,  
Informatika, Sistem Kontrol**

Vol. 4

No. 1

Halaman: 1 - 44

Surabaya, Juli 2022

**Prototype Sistem Pendeteksi Pencurian Muatan Truk Logistik  
Berdasarkan Berat Muatan Dan Pelaku Dengan SMS Gateway**

Mochammad Riyan, Gezaq Abror, Totok Dewantoro

**Prototype Pembatasan Pembelian Bahan Bakar Minyak Berbasis Mikrokontroler  
Di SPBU Kota Tarakan**

Dedy Harto, Abdul Muhammad Rachman

**Alat Kontrol Kualitas Produksi Air Minum Berbasis PLC Outseal**

Surdianto, Didik Riyanto, Jawwad Sulthon Habiby

**Simulasi Pengendalian Motor DC Pada Komunikasi Serial Delphi 7  
Menggunakan Atmega16**

Miftachul Ulum, Muhammad Rifqi Rizqillah Mustofa, Kunto Aji

**Kestabilan Frekuensi Tera Hertz Gelombang Kontinyu Gap Penghasil Sinyal  
Untuk Spektroskopi Resolusi Tinggi**

Akbar Haqi Nasrullah, Widya Ambarwati, Farhan Muhammad Nabil, Dhandy Sabtiandy,  
Devi Sarmilah Chomariah, Felisia Deswita Silalahi

**Kendali Proses Pengisian Tangki Air Dan Botol Minuman Otomatis Menggunakan PLC**

Imnadir, Meidi Wani Lestari

**Prodi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan  
Universitas Hang Tuah**

**J-Eltrik**  
**Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer,**  
**Informatika, Sistem Kontrol**

**Editor in Chief**

Dr. Muh. Taufiqurrohman, S.T., M.T.  
(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

**Managing Editor**

Ir. Belly Yan Dewantara, S.T., M.T.  
(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

**Editorial in Board**

Safriudin Rifandi, S.T., M.Tr.T.  
(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)  
Sinung Widiyanto, S.T., M.Eng.  
(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)

**Reviewer**

Associate Professor Dr. Wahyu Mulyo Utomo  
(Universiti Tun Onn Malaysia)  
Dr. Hindarto, S. Kom., M.T.  
(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik, Univ. Muhammadiyah, Sidoarjo)  
Ir. Agus Putu Abiyasa, B. Eng., Ph.D., IPM.  
(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik dan Informatika, Univ. Pendidikan Nasional, Bali)  
I Wayan Sukadana, S.T., M.T.  
(Prodi Teknik Elektro, Fak. Teknik dan Informatika, Univ. Pendidikan Nasional, Bali)  
Dr. Iradiratu Diah P.K, S.T., M.T  
(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)  
Dr. Suryadhi, S.T., M.T.  
(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)  
Dr. Istiyo Winarno, S.T., M.T.  
(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)  
Joko Subur, S.T., M.T.  
(Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Univ. Hang Tuah)  
Pooja Kenchetty, Ph.D.  
(CMR Institute of Technology, India)  
Dr. Om Prakash Sahu, Ph.D.  
(Vellore Institute of Technology, India)

**Alamat Redaksi:**

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan  
Pulau Miangas, Universitas Hang Tuah  
Jl. Arif Rahman Hakim, No. 150, Surabaya  
e-mail: [jurnal.eltrik@hangtuah.ac.id](mailto:jurnal.eltrik@hangtuah.ac.id)  
ojs: [eltrik.hangtuah.ac.id](http://eltrik.hangtuah.ac.id)

J-Eltrik  
**Jurnal Elektronika, Listrik, Telekomunikasi, Komputer,  
Informatika, Sistem Kontrol**

**E-ISSN: 2656-9388; P-ISSN: 2656-9396**

**Vol. 4, No. 1, Juli 2022**  
**DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v4i1>**

**Daftar Isi**

<b>Prototype Sistem Pendeteksi Pencurian Muatan Truk Logistik Berdasarkan Berat Muatan Dan Pelaku Dengan SMS Gateway</b> Mochammad Riyan, Gezaq Abror, Totok Dewantoro	1-8
<b>Prototype Pembatasan Pembelian Bahan Bakar Minyak Berbasis Mikrokontroler Di SPBU Kota Tarakan</b> Dedy Harto, Abdul Muhammad Rachman	9-17
<b>Alat Kontrol Kualitas Produksi Air Minum Berbasis PLC Outseal</b> Surdianto, Didik Riyanto, Jawwad Sulthon Habiby	18-24
<b>Simulasi Pengendalian Motor DC Pada Komunikasi Serial Delphi 7 Menggunakan ATmega16</b> Miftachul Ulum, Muhammad Rifqi Rizqillah Mustofa, Kunto Aji	25-29
<b>Kestabilan Frekuensi Tera Hertz Gelombang Kontinyu Gap Penghasil Sinyal Untuk Spektroskopi Resolusi Tinggi</b> Akbar Haqi Nasrullah, Widya Ambarwati, Farhan Muhammad Nabil, Dhandy Sabtiandy, Devi Sarmilah Chomariah, Felisia Deswita Silalahi	30-35
<b>Kendali Proses Pengisian Tangki Air Dan Botol Minuman Otomatis Menggunakan PLC</b> Imnadir, Meidi Wani Lestari	36-44

# ***Prototype Sistem Pendeteksi Pencurian Muatan Truk Logistik Berdasarkan Berat Muatan Dan Pelaku Dengan SMS Gateway***

**Mochammad Riyan<sup>1</sup>, Gezaq Abror<sup>2</sup>, Totok Dewantoro<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Teknologi Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118, Jawa Timur, Indonesia  
Gezaq Abror, [gezaq@untag-sby.ac.id](mailto:gezaq@untag-sby.ac.id)

Received: Maret 2022; Accepted: Mei 2022; Published: Juli 2022

DOI : <https://doi.org/10.30649/je.v4i1.79>

## **Abstrak**

Dalam era revolusi industri 4.0 industri perdagangan sudah mengalami kemajuan pesat dengan menggunakan teknologi daring dan didukung oleh pengiriman barang/produk dengan menggunakan jasa truk logistik. Pada saat truk logistik mengantarkan barang/produk ke tempat tujuan seringkali menjadi sasaran tindak pencurian. Penelitian ini mengusulkan *prototype* sistem pendeteksi pencurian muatan pada truk logistik dengan pengambilan keputusan berdasarkan pengurangan berat muatan dan identifikasi awal pelaku pencurian. Pengambilan keputusan mengacu kepada empat kondisi studi kasus yang sudah dibuat. Sistem ini ditunjang dengan penggunaan *SMS Gateway* dalam mengirimkan status muatan kepada *user* secara berkala. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mengurangi dampak aksi pencurian muatan truk logistik. Dari pengujian keseluruhan sistem diperoleh hasil persentase keberhasilan sistem yaitu 93,75%, yang menandakan bahwa sistem yang dibuat sudah bekerja dengan baik.

**Kata kunci:** pencurian muatan, truk logistik, *load cell*, *SMS Gateway*

## **Abstract**

*In the era of the industrial revolution 4.0, the trading industry has progressing rapidly using online technology and it is supported by the delivery of goods/products using logistics truck services. When logistics trucks deliver goods/products to their destination, they are often become the targets of theft. This study proposes a prototype of a cargo theft detection system on logistics trucks with decision making based on weight reduction and pre-identification of the theft perpetrators. Decision making refers to the four conditions of the case studies that have been made. This system is supported by SMS Gateway to sending the status of the cargo to user periodically. With this system, it is expected to reduce the impact of the theft on logistics truck cargo. From the testing of whole system, the percentage of success rate system is 93.75%, which indicates that the system has been working well.*

**Key words:** cargo theft, logistics truck, *load cell*, *SMS Gateway*

## I. PENDAHULUAN

Adanya era revolusi industri 4.0 mengakibatkan pertumbuhan industri perdagangan yang semakin pesat dan serba digital. Industri perdagangan merupakan salah satu sektor yang sangat penting dalam menunjang tumbuhnya ekonomi suatu negara. Dalam industri perdagangan tersebut, aktivitas logistik merupakan salah satu faktor yang memegang peranan penting dalam proses distribusi barang/produk [1]. Bagian inti dalam aktivitas logistik yaitu bagian pengiriman logistik. Sebagai salah satu unsur penunjang pengiriman logistik yaitu adanya truk logistik yang siap mengantarkan barang/produk dari suatu daerah ke daerah tertentu. Dalam perjalanan pengiriman logistik, truk logistik bisa menjadi sasaran aksi pencurian muatan. Pencurian muatan truk logistik seringkali terjadi setiap waktu dan tanpa disadari.

Kasus pencurian truk logistik bahkan terjadi pada truk logistik yang sudah dilengkapi pengaman *doorlock* sekalipun. Para oknum penjahar biasanya melakukan tindakan kejahatan pada truk logistik yang melewati jalan sepi di malam hari agar aksinya dapat berjalan secara lancar. Oknum ini biasanya tidak takut untuk melakukan aksinya walaupun dalam realitanya bisa terjadi hal yang sangat beresiko misalkan saja terjatuh dan tertabrak kendaraan lain.

Dengan banyaknya kasus pencurian muatan truk logistik tersebut yang kebanyakan tidak disadari oleh penyedia jasa truk logistik, maka penulis membuat sebuah sistem keamanan yang bisa mendeteksi pencurian atau kehilangan muatan pada truk logistik sehingga penyedia jasa truk logistik bisa langsung mengetahui secara berkala kondisi muatannya dan identifikasi awal untuk pelaku pencurian jika terjadi pencurian muatan. Informasi yang dikirimkan

merupakan data status muatan dan pelaku yang dikirimkan melalui teknologi SMS *Gateway* dikarenakan teknologi ini masih jauh lebih cocok atau lebih adaptif untuk daerah yang ada di Indonesia ketimbang teknologi internet. Dengan adanya teknologi SMS *Gateway* akan dapat memudahkan seseorang ataupun perusahaan dalam mengirimkan sebuah pesan SMS kepada banyak orang dalam waktu yang bersamaan dengan pesan yang sama [2].

Dalam menyusun penelitian ini, penulis mengacu kedalam penelitian yang relevan dan dilakukan sebelumnya yaitu Penelitian yang dilaksanakan oleh Palito Alam Chaniago (2018) yang membahas tentang rancang bangun sistem keamanan muatan pada truk barang berbasis mikrokontroler. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul GPS sebagai sistem pelacakan lokasi truk dan modul GSM yang digunakan untuk berkomunikasi dengan *webserver* dan pengiriman pesan. Dari pengujian keseluruhan diperoleh hasil keberhasilan yaitu 100% [3]. Penelitian selanjutnya yaitu rancangan sistem pengaman anti perampokan sepeda motor menggunakan chip RFID berbasis ATMEGA 8 yang dilaksanakan oleh Untung Riadi (2018) yang membahas tentang sistem pengamanan yang diterapkan pada sepeda motor yang dilengkapi alarm dan sistem pengiriman pesan ke nomer *handphone* pemilik. Pengujian yang dilakukan memberikan hasil yang memuaskan dikarenakan semua komponen yang ada dapat bekerja secara baik [4]. Penelitian berikutnya yaitu sistem keamanan gedung berbasis SMS *Gateway* dan media sosial dengan mikrokontroler ATMEGA 328 yang dilaksanakan oleh Oktafianto, dkk (2018) yang berisi tentang sistem yang dapat mendeteksi maling, asap dan gas dan juga dilengkapi dengan pengiriman peringatan berupa SMS dan pengiriman ke

media sosial. Hasil pengujian diperoleh sistem dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi pencurian, kebakaran dan kebocoran gas [5].

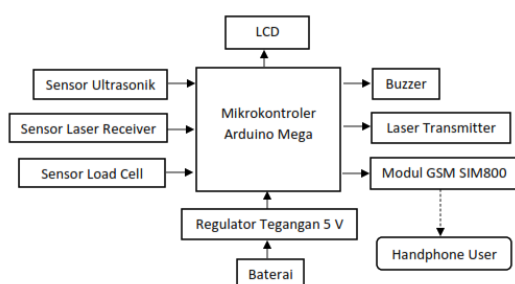
Adapun tujuan dan manfaat penelitian yang akan dicapai yaitu merancang sebuah sistem pengamanan yang dapat menjaga keamanan muatan pada truk logistik secara berkala sehingga dapat mengurangi dampak aksi pencurian muatan truk logistik terutama ketika melewati jalur yang sepi.

## II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat metode pelaksanaan penelitian yang dipergunakan yaitu meliputi perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, perancangan studi kasus dan metode pengambilan dan pengiriman data.

### Perancangan Perangkat Keras

Pada bagian tahapan perancangan perangkat keras yaitu perancangan bagian utama dari sistem pendeteksi pencurian muatan pada truk logistik yang terdiri dari beberapa komponen. Susunan komponen tersebut dapat dilihat pada blok diagram sistem pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Blok diagram sistem keseluruhan

Sistem pendeteksi pencurian muatan pada truk logistik ini dibuat sebagai sistem pengamanan yang dapat menginformasikan status muatan secara berkala. Sistem ini menggunakan 3 buah masukan (*input*) yaitu sensor ultrasonik,

sensor laser *receiver* dan sensor *load cell*. Sensor ultrasonik diletakkan diatas pengemudi pada jarak tertentu dan digunakan sebagai pendeteksi pada saat identifikasi pelaku pencurian (sopir atau bukan), sensor laser *receiver* diletakkan pada bak truk logistik yang fungsinya mendeteksi apakah ada pelaku pencurian yang masuk ke bak truk logistik, sedangkan sensor *load cell* diletakkan pada dasar bak truk logistik yang fungsinya adalah mendeteksi berat muatan. Untuk kontroler yang digunakan yaitu Arduino Mega.

Pada sisi keluaran (*output*) dilengkapi dengan LCD yang berfungsi untuk menampilkan status muatan, buzzer sebagai alarm/penanda apabila terjadi pencurian, laser *transmitter* yang memancarkan cahaya laser sehingga dapat diterima oleh sensor laser *receiver*, dan modul GSM SIM800 yang berfungsi untuk mengirimkan pesan singkat/SMS ke *handphone user* dalam hal ini adalah perusahaan penyedia jasa truk logistik dan pihak kepolisian.

### Perancangan Perangkat Lunak

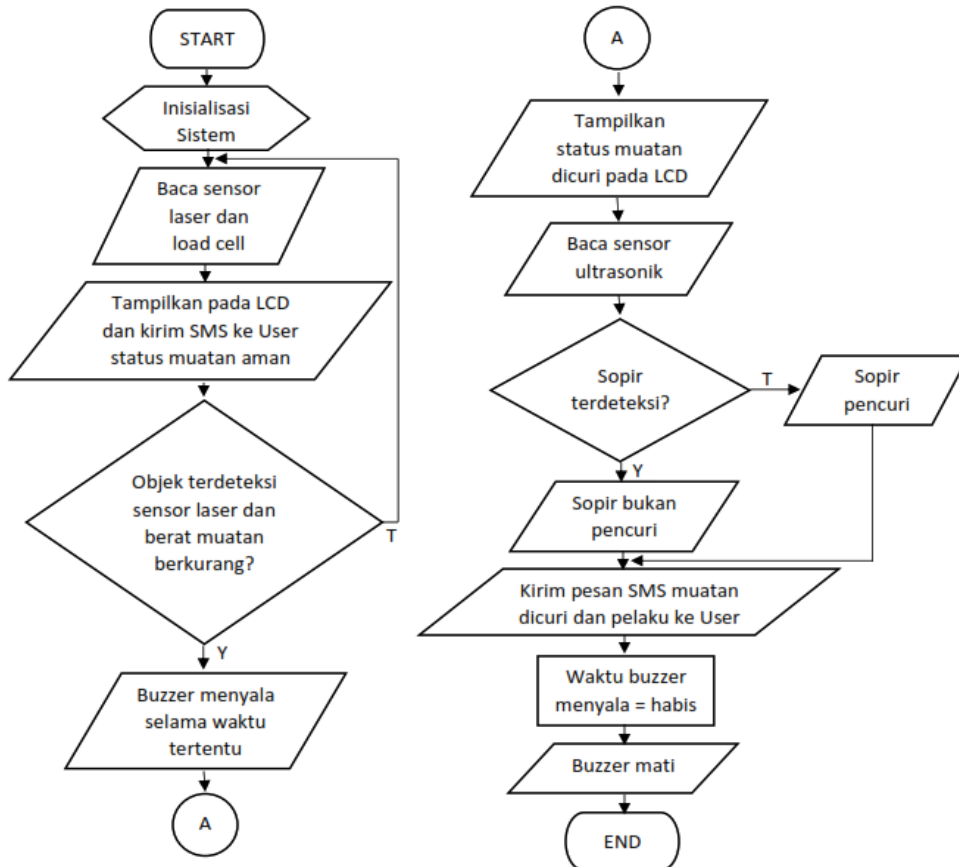
Pada bagian tahapan perancangan perangkat lunak yaitu merancang alur kerja dari sistem pendeteksi pencurian muatan pada truk logistik yang dapat dilihat pada alur kerja sistem keseluruhan pada Gambar 2.

Alur kerja dari sistem pendeteksi pencurian muatan pada truk logistik ini dimulai dengan inisialisasi sistem yang bertujuan agar sistem dapat menyiapkan parameter sistem terlebih dahulu. Lalu sistem akan membaca sensor laser *receiver* dan sensor *load cell*. Data yang dibaca oleh sensor laser *receiver* yaitu data HIGH dan LOW yang menandakan apakah ada objek yang terdeteksi melewati cahaya laser, sedangkan data sensor *load cell* yaitu data yang diambil dari modul amplifier HX711 yang sudah dikonversikan menjadi berat. Sistem akan menampilkan data status muatan “aman” pada LCD dan secara

berkala akan mengirimkan pesan SMS “aman” kepada user selama tidak terjadi tindak pencurian.

Apabila kondisi sensor laser mendeteksi objek dan berat muatan

berkurang maka pada kondisi tersebut terjadi tindak pencurian muatan yang mengakibatkan *buzzer/alarm* akan menyala selama waktu tertentu dan status muatan pada LCD menjadi “dicuri”.



**Gambar 2.** Alur kerja sistem keseluruhan

Selanjutnya sistem akan mengecek pelaku pencurian apakah merupakan sopir ataukah orang lain dari luar yang mencuri. Apabila sopir masih terdeteksi oleh sensor ultrasonik yang diletakkan di atasnya maka pencuri merupakan orang dari luar, sebaliknya apabila sopir tidak terdeteksi maka sopir tersebut yang melakukan tindak pencurian muatan. Sistem akan mengirimkan pesan SMS yang berisi data status muatan dicuri beserta pelaku kepada user dalam hal ini adalah perusahaan penyedia jasa truk logistik dan pihak kepolisian. *Buzzer/alarm* akan berhenti apabila waktu penyalan *alarm* sudah selesai.

### Perancangan Studi Kasus

Pada bagian ini akan dipaparkan studi kasus yang digunakan karena sistem yang digunakan merupakan *prototype* dan bukan dalam kondisi yang *real/nyata*. Tetap berat muatan yang digunakan adalah 2 Kg dimana apabila kondisi muatan tersebut dibawah 2 Kg dalam selang waktu tertentu maka dianggap muatan telah dicuri, diberikan selang waktu tertentu untuk menghindari kesalahan pembacaan dikarenakan truk berguncang yang mengakibatkan berat muatan berkurang. Untuk sensor ultrasonik diletakkan di atas pengemudi dengan jarak acuan yaitu 10 cm, sehingga apabila jarak



diatas 10 cm berarti pengemudi meninggalkan ruang kemudi.

**Tabel 1.** Kondisi studi kasus

Kondisi studi kasus	Sensor laser receiver	Sensor load cell	Sensor ultrasonik	Pesan SMS
I	Ada objek (0)	<2 Kg	<=10 cm	Ada Pencuri dari luar
II	Ada objek (0)	<2 Kg	>10 cm	Sopir pencuri
III	Tidak ada objek (1)	>=2 Kg	>10 cm	Sopir keluar truk
IV	Tidak ada objek (1)	>=2 Kg	<=10 cm	Aman

Dapat dilihat pada Tabel 1 terdapat empat kondisi studi kasus yang digunakan. Kondisi 1 yaitu ketika muatan dicuri dan pelaku pencurian adalah orang dari luar, kondisi 2 yaitu ketika muatan dicuri dan pelaku pencurian adalah sopir, kondisi 3 yaitu ketika muatan aman dan sopir keluar dari truk dan kondisi 4 yaitu ketika muatan aman dan sopir berada di dalam truk.

### Metode Pengambilan dan Pengiriman Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengambil data parameter dari sensor yang digunakan (sensor ultrasonik, sensor laser receiver dan sensor load cell). Data yang diambil selanjutnya akan digunakan sebagai penentuan kondisi status muatan dan pelaku pencurian. Data tersebut diolah didalam mikrokontroler sehingga dapat diperoleh pengambilan keputusan yang sesuai.

Setelah diperoleh keputusan yang sesuai, maka tahap selanjutnya adalah mengirimkan data berupa pesan SMS ke *handphone user*. Dalam mengirimkan pesan SMS menggunakan format AT command sesuai dengan Gambar 3.

```
SIM800.write("AT+CMGS=\"081xxxxxxxxxx\"\\r\\n");
delay(1000);
SIM800.write("Pesan yang dikirimkan");
delay(1000);
```

**Gambar 3.** Format AT command untuk mengirim pesan SMS

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menguji efektifitas dari sistem yang telah dibuat, diperlukan beberapa tahapan pengujian. Dilakukan pengujian untuk setiap bagian komponen penyusun sistem sehingga dapat diketahui performa dari masing-masing bagian tersebut. Tahapan pengujian yang dilaksanakan yaitu:

### Pengujian Sensor Load Cell

Pada bagian ini dilakukan pengujian pada sensor load cell yang diletakkan pada dasar bak truk logistik yang fungsinya untuk mendeteksi berat muatan. Digunakan beberapa benda uji yakni *accu*, air mineral 1,5 L, air mineral 650 mL, tang dan *handphone*. Hasil pengujian kinerja sensor load cell dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Pengujian kinerja sensor load cell

Benda uji	Alat ukur standar (kg)	Sensor Load Cell	
		Pembacaan (kg)	Akurasi (%)
<i>Accu</i>	2,35	2,30	97,87
Air Mineral 1,5 L	1,50	1,45	96,67
Air Mineral 650 mL	0,65	0,68	95,38
Tang	0,15	0,15	100
<i>Handphone</i>	0,20	0,20	100
Rata-rata			97,98

Dalam pengujian kinerja sensor load cell diketahui bahwa akurasi pembacaan sensor dengan benda uji *accu* diperoleh nilai 97,87 %, pada air mineral 1,5 L diperoleh nilai 96,67 %, pada air mineral 650 mL diperoleh nilai 95,38 %, pada tang diperoleh nilai 100 % dan pada *handphone* diperoleh nilai 100%. Dari total pengujian pada sensor load cell yang telah dilakukan diperoleh rata-rata akurasi sebesar 97,98 % sehingga dapat dikatakan sensor sudah bekerja dengan baik dan dapat diterapkan sebagai sensor pengukur berat muatan truk

logistik. Untuk menghitung besarnya nilai akurasi pembacaan maka digunakan persamaan (1) berikut ini:

$$\text{Akurasi (\%)} = \left(1 - \frac{|\text{ns} - \text{np}|}{\text{ns}}\right) \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

ns = nilai sebenarnya;

np = nilai pembacaan.

### Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik yang digunakan adalah bertipe HC-SR04. Dilakukan pengujian terhadap sensor tersebut untuk mengetahui kinerja sensor ultrasonik yang digunakan. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi keberadaan sopir di ruang kemudi. Adapun hasil pengujian kinerja sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Pengujian kinerja sensor ultrasonik

Jarak (cm)	Sensor Ultrasonik	
	Pembacaan (cm)	Akurasi (%)
5	4,9	98,00
10	9,8	98,00
15	14,8	98,67
20	19,9	99,50
25	24,8	99,20
Rata-rata		98,67

Untuk melakukan pengukuran jarak digunakan alat ukur berupa penggaris sebagai pembanding dari sensor ultrasonik. Diperoleh data hasil pengujian kinerja sensor ultrasonik dengan nilai akurasi rata-rata yaitu 98,67 %. Dikarenakan pada sistem pendeteksi pencurian muatan pada truk logistik ini mengambil acuan jarak 10 cm, maka pengujian juga difokuskan pada jarak 10 cm, dimana diperoleh hasil pembacaan sensor yaitu 9,8 cm dengan nilai akurasi pembacaan yaitu 98,00 %.

### Pengujian Sensor Laser Receiver

Pada pengujian sensor laser *receiver* dilakukan untuk menguji kehandalan

deteksi objek luar yang masuk kedalam bak truk logistik. Sensor laser *receiver* diletakkan didalam bak truk logistik dengan menerima cahaya laser dari laser *transmitter*.

**Tabel 4.** Pengujian kinerja sensor laser *receiver*

Kondisi	Sensor laser <i>receiver</i>	
	Logika digital	Persentase Keberhasilan (%)
Ada Objek	0 ( <i>Low</i> )	100
Tidak Ada Objek	1 ( <i>High</i> )	100

Diperoleh hasil pengujian kinerja sensor laser *receiver* seperti pada Tabel 4 dengan tingkat keberhasilan pembacaan sensor yaitu 100% untuk kedua kondisi yang diuji.

### Pengujian Sistem Keseluruhan

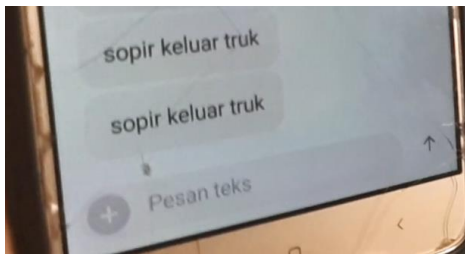
Pada pengujian keseluruhan dilakukan mekanisme pengujian berdasarkan studi kasus yang telah dibuat sebelumnya. Ada empat kondisi yang diuji dengan masing-masing dilakukan uji coba sebanyak 20 kali percobaan pengambilan keputusan hingga mengirimkan hasilnya melalui pesan SMS ke *handphone user*.

**Tabel 5.** Pengujian sistem keseluruhan berdasarkan kondisi studi kasus

Kondisi studi kasus	Pesan SMS	Pengambilan Keputusan (20 kali percobaan)		Persentase Keberhasilan (%)
		Benar	Salah	
I	Ada Pencuri dari luar	19	1	95
II	Sopir pencuri	18	2	90
III	Sopir keluar truk	18	2	90
IV	Aman	20	0	100
Rata-rata		18,75	1,25	93,75

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa pada Kondisi I diperoleh persentase keberhasilan yaitu 95 %, pada Kondisi II

diperoleh persentase keberhasilan yaitu 90 %, pada Kondisi III diperoleh persentase keberhasilan yaitu 90 % dan pada Kondisi IV diperoleh persentase keberhasilan yaitu 100 %. Sehingga, dapat diketahui untuk hasil rata-rata persentase keberhasilan pengujian sistem keseluruhan dengan empat kondisi studi kasus diperoleh nilai sebesar 93,75 % sehingga dapat dikatakan sistem sudah bekerja dengan baik. Masih terdapat persentase kesalahan sebesar 6,25 % dikarenakan komponen yang digunakan masih bisa mendapatkan gangguan dari kondisi lingkungan sekitar.



**Gambar 4.** Tampilan pesan SMS yang masuk ke handphone user

Gambar 4 merupakan tampilan pesan SMS yang masuk pada *handphone user* secara berkala sesuai dengan kondisi yang terjadi pada muatan truk logistik. Masih terdapat *delay* pengiriman saat sistem mengirimkan pesan pengambilan keputusan dengan menggunakan teknologi SMS gateway.



**Gambar 5.** Bentuk fisik *prototype* sistem keseluruhan

## IV. SIMPULAN

Penelitian ini mengusulkan *prototype* sistem pendeteksi pencurian muatan yang diterapkan pada truk logistik. Sistem ini digunakan sebagai pengaman dan pencegahan tindak pencurian yang dilengkapi dengan pengiriman pesan SMS kepada *user* secara berkala mengenai status muatan. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap sistem secara keseluruhan dengan empat kondisi studi kasus diperoleh nilai persentase keberhasilan sebesar 93,75 %, hal ini menunjukkan bahwa sistem pendeteksi pencurian muatan dapat bekerja dengan baik. Sedangkan untuk persentase kesalahan yaitu 6,25 % dikarenakan komponen yang digunakan masih bisa mendapatkan gangguan dari kondisi lingkungan sekitar.

## V. RUJUKAN

- [1] J. Astuti, E. Fatma, "Evaluasi Pemilihan Penyedia Jasa Kurir Berdasarkan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp)," *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik Vol.01, No.01, pp.14-26, Mei 2018*.
- [2] E. Z. Wahyudi, M. Suhatsyah, "Rancangan Sistem Aplikasi SMS Gateway di BPR Karimun Sejahtera," *Jurnal TIKAR Vol.01, No.02, pp.131-144, Juli 2020*.
- [3] P. A. Chaniago, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Muatan pada Truk Barang Berbasis Mikrokontroler", *Laporan Tugas Akhir. Universitas Andalas Padang, 2018*.
- [4] U. Riadi, "Rancangan Sistem Pengaman Anti Perampokan Sepeda Motor Menggunakan Chip RFID Berbasis ATMEGA 8", *Laporan Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2018*.

- [5] Oktafianto, Ponidi, "Sistem Keamanan Gedung Berbasis SMS Gateway dan Media Sosial dengan Mikrokontroller Atmega328," *Explore: Jurnal Sistem Informasi dan Telematika (Telekomunikasi, Multimedia dan Informatika)* Vol.09, No.02, pp.137-142, Oktober 2018.

# Prototype Pembatasan Pembelian Bahan Bakar Minyak Berbasis Mikrokontroler Di SPBU Kota Tarakan

Dedy Harto<sup>1</sup>, Abdul Muhammad Rachman<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi, Teknik Komputer, Fakultas Teknik – Universitas Borneo Tarakan  
Dedy Harto, [dedy@borneo.ac.id](mailto:dedy@borneo.ac.id)

Received: Maret 2022; Accepted: Mei 2022; Published: Juli 2022

DOI : <https://doi.org/10.30649/je.v4i1.84>

## Abstrak

Tingginya tingkat konsumsi BBM di Tarakan dimanfaatkan oleh sejumlah oknum yang melakukan pembelian dalam jumlah besar, untuk kemudian dijual kembali dengan selisih harga yang lebih tinggi. Sistem pembatasan pembelian BBM ini dilakukan untuk satu kali proses transaksi untuk jenis kendaraan yang berbeda. Untuk menginputkan jenis kendaraan dan nilai rupiah yang akan diisikan menggunakan *keypad* yang kemudian akan diproses oleh mikrokontroler dan selanjutnya memberikan perintah kepada relay untuk mengaktifkan pompa DC serta *solenoid valve* sehingga cairan minyak dapat mengalir. Jumlah cairan yang mengalir akan dibaca oleh sensor *flowmeter* dan saat cairan yang dialirkan telah sesuai, maka pompa dan solenoid akan mati. Proses transaksi tidak dapat dilakukan saat nilai rupiah yang diinputkan melebihi dari ambang batas ketentuan yang telah ditentukan sebelumnya. Dari hasil penelitian ini masih didapati nilai error hasil pembacaan LCD sistem dan gelas ukur untuk masing-masing sampel pengujian. Pada pengujian dengan sampel Rp.5.000 diperoleh nilai *error* rata-rata sebesar 0,68%, pada sampel Rp.10.000 diperoleh nilai *error* rata-rata sebesar 0,31%, pada sampel Rp.15.000 diperoleh nilai *error* rata-rata sebesar 0,30%, pada sampel Rp.20.000 diperoleh nilai *error* rata-rata sebesar 0,39%, pada sampel Rp.25.000 diperoleh nilai *error* rata-rata sebesar 0,49%, pada sampel Rp.30.000 diperoleh nilai *error* rata-rata sebesar 2,80%, pada sampel Rp.35.000 diperoleh nilai *error* rata-rata sebesar 1,12%.

**Kata kunci:** BBM, mikrokontroler, *solenoid valve*, *flowmeter*

## Abstract

*The high level of fuel consumption in Tarakan is exploited by a number of individuals who make purchases in large quantities, to then resell at a higher price difference. This fuel purchase limitation system is carried out for one transaction process for different types of vehicles. To input the type of vehicle and the Rupiah value, you will enter it using the keypad which will then be processed by the microcontroller and then give orders to the relay to activate the DC pump and solenoid valve so that oil fluid can flow. The amount of fluid flowing will be read by the flowmeter sensor and when the fluid flowing is appropriate, the pump and solenoid will turn off. The transaction process cannot be carried out when the rupiah value entered exceeds the predetermined threshold. From the results of this research, error values were still found in the reading results of the LCD system and measuring cup for each test sample. In testing with a sample of Rp. 5,000, an average error value of 0.68% was*

*obtained, on a sample of Rp. 10,000, an average error value of 0.31% was obtained, on a sample of Rp. 15,000, an average error value of 0 was obtained. 30%, in the Rp. 20,000 sample the average error value was 0.39%, in the Rp. 25,000 sample the average error value was 0.49%, in the Rp. 30,000 sample the average error value was 2.80%, in the sample of Rp. 35,000, an average error value of 1.12% was obtained.*

**Key words:** *fuel, microcontroller, solenoid valve, flowmeter*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini memberikan peran yang sangat besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Berbagai alat maupun aplikasi yang diciptakan untuk menggantikan sistem konvensional menuju ke sistem automasi, sehingga memungkinkan manusia untuk melakukan berbagai kegiatan dengan mudah, cepat dan efisien.

Jumlah penduduk negara Indonesia yang semakin tahun mengalami peningkatan, juga berbanding lurus dengan penambahan jumlah kendaraan bermotor. Mengakibatkan kebutuhan pemakaian Bahan Bakar Minyak (BBM) di Indonesia semakin meningkat. Hal tersebut terlihat dari sering terjadinya antrian di berbagai Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) maupun Agen Premium Minyak Solar (APMS) yang ada di Indonesia, salah satunya di Kota Tarakan, Kalimantan Utara.

Tingginya tingkat konsumsi BBM di Tarakan dimanfaatkan oleh sejumlah oknum yang melakukan pembelian dalam jumlah besar, untuk kemudian di jual kembali dengan selisih harga yang lebih tinggi. Sehingga terkadang hal ini dapat menyebabkan kelangkaan BBM, yang sangat berdampak terhadap masyarakat kecil dan menengah.

Berdasarkan hal tersebut diatas, penulis merasa perlu untuk membuat sebuah system yang dapat melakukan pembatasan dalam proses pembelian BBM sesuai dengan jenis kendaraan dengan menetapkan kuota pembelian sesuai ambang batas yang telah ditetapkan oleh

pemerintah. Dimana sistem ini nantinya tidak akan mengizinkan pelanggan untuk melakukan pembelian dalam jumlah besar dalam satu kali proses transaksi.

Pada penelitian ini penulis menggunakan judul “Prototype Pembatasan Pembelian Bahan Bakar Minyak Berbasis Mikrokontroler di SPBU Kota Tarakan”. Sistem ini nantinya akan melakukan pembatasan sesuai dengan kuota untuk masing-masing jenis kendaraan dalam satu kali proses transaksi, sehingga pembelian tidak dapat dilakukan saat melebihi dari kuota yang telah ditentukan.

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini akan membahas tentang, bagaimana membuat *prototype* pembatasan pembelian Bahan Bakar Minyak (BBM) berbasis mikrokontroler untuk membatasi jumlah pembelian BBM sesuai dengan jumlah kuota yang telah ditentukan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sebuah *prototype* pembatasan pembelian Bahan Bakar Minyak (BBM) di SPBU Kota Tarakan dengan melakukan pembatasan jumlah pembelian dalam satu kali proses transaksi agar tidak terjadi penimbunan BBM dalam jumlah besar yang dapat mengakibatkan kelangkaan BBM. Agar penelitian ini lebih terarah, terfokus dan menghindari pembahasan yang terlalu luas, adapun batasan masalah dalam penelitian ini ialah (1) BBM yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis Pertalite. (2) Kendaraan yang dibatasi pada penelitian ini adalah kendaraan jenis roda 2 dan roda 4. (3) Pembatasan pembelian ini hanya dilakukan untuk satu kali proses

transaksi. (4) Kuota pembelian BBM ditentukan berdasarkan surat edaran Walikota Tarakan Nomor 510/786/Disdagkop-UKM, tentang pembatasan pembelian BBM yang diterbitkan pada 27 Desember 2019.

Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh manfaat yaitu dapat menjadi solusi atau alternatif bagi pemerintah untuk mengatasi jika sewaktu-waktu terjadi kelangkaan BBM serta pemerintah dapat lebih dimudahkan dalam mengatasi upaya penyalahgunaan BBM, sehingga lebih tepat guna dan tepat sasaran.

## II. METODE PENELITIAN

### Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari berbagai sumber referensi atau teori yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu “PROTOTYPE PEMBATAAN PEMBELIAN BAHAN BAKAR MINYAK BERBASIS MIKROKONTROLER DI SPBU KOTA TARAkan”.

### Perancangan Sistem

Pada tahapan ini penulis akan melakukan perancangan sebuah sistem yang dapat melakukan pembatasan terhadap pembelian BBM. Dimana pembelian hanya dapat dilakukan berdasarkan jenis kendaraan dengan jumlah kuota yang telah ditetapkan.

### Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan alat yang dibuat dan digunakan telah sesuai dengan yang diinginkan.

### Analisa Hasil Penelitian

Analisa hasil pengujian dilakukan untuk memperoleh spesifikasi dari alat yang telah dirancang sebelumnya secara

keseluruhan. Alat yang telah dirancang harus memenuhi tujuan yang telah ditetapkan, apabila alat masih belum memenuhi tujuan yang telah ditetapkan maka perlu dilakukan pengkajian ulang lebih lanjut mengenai perancangan alat dan segala sesuatu yang berhubungan tentang hal tersebut.

### Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan hasil pengujian alat maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan, dimana penarikan kesimpulan harus mencakup seluruh kegiatan penting yang telah dilakukan memenuhi tujuan.

### Penyusunan Penelitian

Tahapan ini merupakan langkah terakhir dari penelitian, yang dilakukan pada tahapan ini adalah penulisan tugas akhir dalam bentuk karya ilmiah dengan tujuan seluruh kegiatan yang telah dilakukan dapat terdokumentasi.

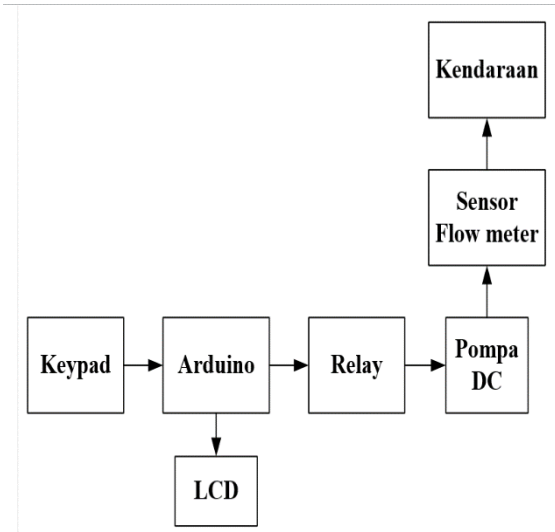
### Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- 1) Laptop Asus Tipe X455LA  
*processor* Intel(R) Core(R) i3-4030U CPU @ 1.90GHz, RAM 2 GB dan sistem operasi Microsoft Windows 10 Pro 64 bit untuk membuat *sketch* program dan penulisan skripsi.
- 2) *Software* Arduino IDE
- 3) Obeng (+) & (-)
- 4) Arduino MEGA 2560 + Kabel USB
- 5) Pompa air DC 12V
- 6) Sensor *Water Flow*
- 7) Keypad Matrix 4x4
- 8) Relay
- 9) *Buzzer*
- 10) LCD + I2C
- 11) Kabel *Male & Female*
- 12) Adaptor *Power Suppl* 12V

### Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras dapat digambarkan dalam bentuk blok diagram seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 1.** Diagram Sistem Pengisian Bahan Bakar

Berikut adalah tabel batasan untuk pembelian BBM yang akan digunakan sebagai acuan pemrograman pada sistem pengisian bahan bakar ini.

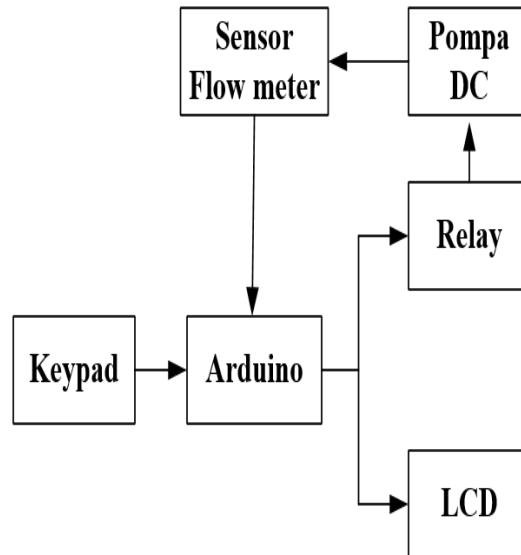
**Tabel 1.** Parameter acuan pembatasan jumlah pembelian BBM

Parameter				Jenis BBM
Jenis Kendaraan	Max Pembelian (Rp)	Harga Per Liter	Max Pembelian (L)	
Roda 4	Rp. 150.000	Rp. 7.850	19,108 Liter	Pertalite
Roda 2	Rp. 30.000	Rp. 7.850	3,821 Liter	Pertalite

Batasan yang digunakan pada Tabel 1 diatas mengacu terhadap surat edaran Walikota Tarakan Nomor 510/786/Disdagkop-UKM, tentang

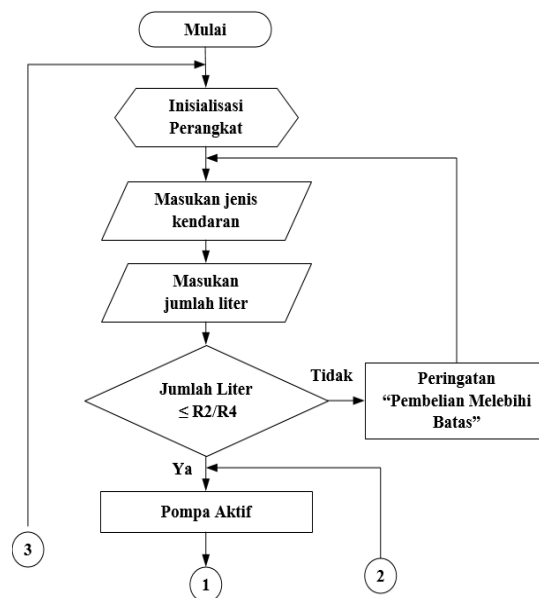
pembatasan pembelian BBM yang diterbitkan pada 27 Desember 2019.

### Skematik Rangkaian

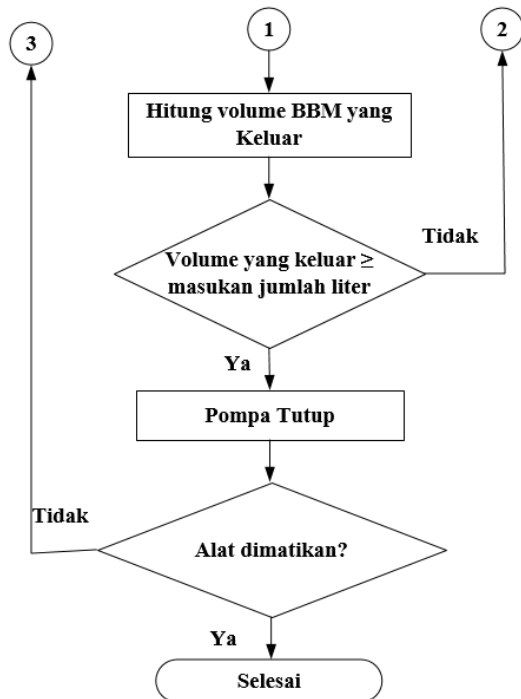


**Gambar 2.** Skematik Rangkaian

### Diagram Alir Perangkat Lunak





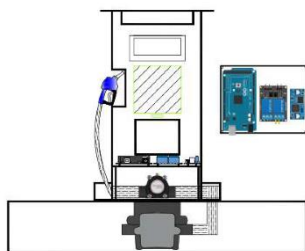


**Gambar 3.** Diagram Alir Perangkat Lunak

### Perancangan Permodelan SPBU



**Gambar 4.** Perancangan Permodelan SPBU (Tampak Depan)



**Gambar 5.** Perancangan Permodelan SPBU (Tampak Belakang)

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perangkat Purwarupa



**Gambar 6.** Perangkat purwarupa sistem pembelian bahan bakar minyak

### Relay

**Table 2.** Pengukuran tegangan relay

Kondisi	Tegangan (VDC)
<i>High</i>	4.99 V
<i>Low</i>	0.03 V

### Solenoid Valve

**Table 3.** Pengukuran tegangan solenoid valve

Kondisi	Tegangan (VDC)
<i>High</i>	11.23 V
<i>Low</i>	0.04 V

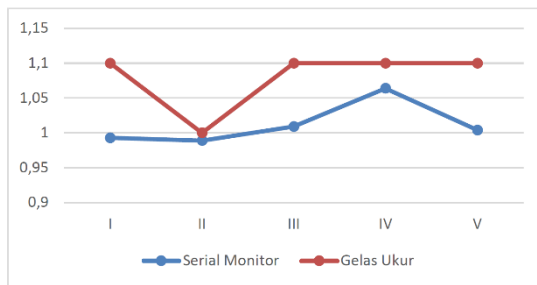
### Sensor Flowmeter (OF05ZAT)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor flowmeter. Sensor flowmeter ini berfungsi untuk melakukan pembacaan jumlah aliran yang mengalir sesuai dengan jumlah yang telah diatur sebelumnya.

Dari hasil pengujian pada Tabel 4 dapat terlihat adanya perbedaan pembacaan pada serial monitor dan pembacaan pada gelas ukur. Pembacaan sensor yang tidak sama diakibatkan adanya pengaruh pembacaan angin didalam selang yang digunakan. Selain itu, jenis gelas ukur yang digunakan juga mempengaruhi hasil pengujian yang dilakukan.

**Table 4.** Hasil pengujian pembacaan nilai sensor flowmeter

Sampel Uji	Volume Terukur	
	Monitor Serial (L)	Gelas Ukur (L)
I	0.993 Liter	1.1 Liter
II	0.989 Liter	1 Liter
III	1.009 Liter	1.1 Liter
IV	1.064 Liter	1.1 Liter
V	1.004 Liter	1.1 Liter

**Gambar 7.** Grafik perbandingan pembacaan pada serial monitor dan gelas ukur

### Pompa DC

Pengujian pompa DC ini bertujuan untuk mengetahui apakah pompa yang digunakan ini mampu berfungsi dengan baik untuk meyalurkan minyak dari bak penampungan menuju ke akhir. Pompa ini menggunakan tegangan sebesar 12 VDC untuk dapat bekerja secara optimal. Dibawah ini merupakan tabel hasil pengukuran tegangan pada pompa yang digunakan saat diberi sinyal perintah *high* dan *low*.

**Table 5.** Pengukuran tegangan pada pompa DC

Kondisi	Tegangan (VDC)
<i>High</i>	11.10 V
<i>Low</i>	0.00 V

### LCD 16X2

Pengujian lcd 16x2 ini dilakukan untuk memastikan lcd yang digunakan dapat menampilkan informasi sesuai dengan perintah yang telah ditanamkan kedalam proses pemograman Arduino sebelumnya.

**Gambar 8.** Tampilan LCD 16x2

### Analisa

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap beberapa komponen yang digunakan, seluruhnya dapat berfungsi dengan baik. Selanjutnya adalah merangkai seluruh komponen yang ada tersebut untuk menjadi sebuah rangkaian yang utuh. Sehingga dapat berfungsi sebagai sebuah sistem prototype yang dapat melakukan pembatasan jumlah pembelian bahan bakar minyak dalam satu kali proses transaksi.

Pada percobaan kali ini akan dilakukan pengujian alat secara keseluruhan. Kita terlebih dahulu melakukan input jenis kendaraan sesuai dengan menekan tombol pada keypad sesuai yang tertera pada lcd, kemudian menginputkan nilai rupiah untuk melakukan proses transaksi sesuai dengan batasan yang telah ditentukan untuk masing-masing jenis kendaraan. Saat nilai rupiah telah dimasukkan, maka pompa akan langsung aktif dan solenoid dalam posisi ON untuk mengalirkan minyak dari bak penampungan menuju ke tangki kendaraan. Minyak yang mengalir akan dibaca oleh sensor flowmeter sesuai dengan jumlah rupiah yang dimasukkan melalui keypad dan akan dikonversi menjadi satuan mL. Saat jumlah rupiah

telah sesuai dengan nilai yang telah dimasukkan, maka sensor flowmeter ini akan memberikan sinyal perintah kepada Arduino untuk menonaktifkan pompa dan solenoid valve yang kemudian akan ditampilkan pada lcd. Dari seluruh rangkaian kerja alat ini diperoleh data dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

Pada proses pengujian alat ini, ada beberapa setingan yang akan dilakukan yakni kelipatan 5 ribu rupiah. Pertama akan dimulai dari 5 ribu rupiah hingga 35 ribu rupiah, dimana akan dilakukan pengujian sebanyak 3 kali untuk masing-masing jumlah rupiah tersebut. Selain itu, akan menambahkan 151 ribu rupiah untuk melakukan uji coba terhadap pembatasan kendaraan roda 4 dan hanya dilakukan satu kali pengujian.

**Table 6.** Data Hasil Proses Kerja Alat Secara Keseluruhan

Percobaan	Input (Rupiah)	Hasil		Hasil Gelas Ukur	Jenis Kendaraan	
		LCD (Rupiah)	LCD (ml)		Roda 2	Roda 4
1	Rp. 5.000	Rp. 5.000	637 ml	630 ml	Ya	Ya
2	Rp. 5.000	Rp. 5.000	637 ml	636 ml	Ya	Ya
3	Rp. 5.000	Rp. 5.000	637 ml	642 ml	Ya	Ya
4	Rp. 10.000	Rp. 10.000	1274 ml	1270 ml	Ya	Ya
5	Rp. 10.000	Rp. 10.000	1274 ml	1276 ml	Ya	Ya
6	Rp. 10.000	Rp. 10.000	1274 ml	1280 ml	Ya	Ya
7	Rp. 15.000	Rp. 15.000	1911 ml	1900 ml	Ya	Ya
8	Rp. 15.000	Rp. 15.000	1911 ml	1909 ml	Ya	Ya
9	Rp. 15.000	Rp. 15.000	1911 ml	1915 ml	Ya	Ya
10	Rp. 20.000	Rp. 20.000	2548 ml	2540 ml	Ya	Ya
11	Rp. 20.000	Rp. 20.000	2548 ml	2555 ml	Ya	Ya
12	Rp. 20.000	Rp. 20.000	2548 ml	2563 ml	Ya	Ya
13	Rp. 25.000	Rp. 25.000	3185 ml	3162 ml	Ya	Ya
14	Rp. 25.000	Rp. 25.000	3185 ml	3177 ml	Ya	Ya
15	Rp. 25.000	Rp. 25.000	3185 ml	3201 ml	Ya	Ya
16	Rp. 30.000	Rp. 30.000	3825 ml	3627 ml	Ya	Ya
17	Rp. 30.000	Rp. 30.000	3825 ml	3724 ml	Ya	Ya
18	Rp. 30.000	Rp. 30.000	3825 ml	3803 ml	Ya	Ya

Dari masing-masing variasi tersebut dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali. Namun, untuk variasi Rp. 151.000 hanya dilakukan pengambilan data sebanyak 1 kali. Hal ini dikarenakan

transaksi tidak dapat dilakukan, baik untuk jenis kendaraan roda 2 maupun roda 4. Jumlah transaksi maksimal yang dapat dilakukan untuk jenis kendaraan roda 4 yakni sebesar Rp. 150.000.

Pada percobaan ini minyak yang keluar akan ditampung pada sebuah gelas ukur, lalu akan dilakukan perbandingan antara jumlah mili liter yang ditampilkan pada lcd dan yang ditunjukkan oleh gelas ukur. Dari hasil percobaan seperti yang ditunjukkan pada tabel 7 diatas, dapat terlihat adanya perbedaan antara jumlah mili liter yang ditampilkan pada lcd dan yang ditunjukkan oleh gelas ukur. Dari perbedaan hasil pembacaan ini kemudian dilakukan perhitungan besaran nilai error dalam bentuk % dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ error} = \frac{\text{ukur} - \text{data lcd}}{\text{data LCD}} \times 100\% \quad (1)$$

### Perhitungan Besaran Nilai Error

Berdasarkan masukkan rupiah, Rp. 5.000:

$$\% \text{ error} = \frac{630 - 637}{637} \times 100$$

$$\% \text{ error} = 1,10\%$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata nilai error (\%)} &= \frac{2,04}{3} \\ &= 0,68\% \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan gambar grafik nilai rata-rata error mulai dari masukkan nilai Rp. 5000 hingga ke masukkan nilai Rp. 35.000:



**Gambar 9.** Grafik nilai rata-rata Error pengujian

Dari grafik diatas, terlihat bahwa jika nilai rupiah yang diinputkan semakin besar, maka nilai rata-rata persentase errornya juga akan meningkat. Ada beberapa hal yang menjadi penyebab terjadinya hal tersebut, diantaranya flowsensor yang digunakan belum sesuai dengan standar untuk jual beli bahan bakar BBM. Selain itu saat melakukan pengukuran, terjadi pengendapan cairan di selang yang digunakan, sehingga mengakibatkan terjadinya selisih pembacaan. Kemudian kesalahan secara manusia pada saat melakukan proses pembacaan hasil pengukuran secara manual melalui gelas ukur, serta gelas ukur yang digunakan tidak menunjukkan secara detail terkait jumlah mL dari hasil pengukuran.

#### IV. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Prototype ini melakukan pembatasan dalam proses pembelian bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan roda 2 dan roda 4 dalam satu kali proses transaksi yang mengacu terhadap surat edaran Walikota Tarakan Nomor 510/786/Disdagkop-UKM, tentang pembatasan pembelian BBM yang diterbitkan pada 27 Desember 2019.
2. Jumlah aliran minyak yang dialirkan menuju ke tangki kendaraan di control oleh sensor flowmeter sesuai dengan input yang diinginkan dengan menggunakan keypad lalu akan ditampilkan pada LCD.
3. Dari hasil pengujian yang dilakukan, masih terdapat sedikit error yang terjadi antara jumlah minyak yang

terbaca oleh sistem ini dengan yang terbaca pada gelas ukur.

4. Nilai error yang terjadi diakibatkan adanya minyak yang mengalami proses pengendapan pada selang setelah melakukan pengujian pertama kali. Selain itu kesalahan pada saat proses pembacaan pada gelas ukur juga menjadi salah satu penyebabnya.

#### Saran

1. Prototype ini dapat lebih dioptimalkan dalam hal pembacaan aliran minyak yang dialirkan, agar dapat dimanfaatkan untuk mengatasi jika sewaktu-waktu terjadi kelangkaan BBM.
2. Proses pengembangan selanjutnya dari sistem prototype ini yakni menambahkan suplai cadangan untuk mengantisipasi agar prototype ini tetap dapat berjalan saat terjadi pemadaman listrik.

Perlu untuk menambahkan sebuah sensor flowmeter pada kran untuk meningkatkan kualitas pembacaan aliran minyak yang dikeluarkan.

#### V. RUJUKAN

- [1] Anggasta, G., "*Sistem Kendali Pintu Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroler Pada Lab Interface*," Disertasi, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2019
- [2] Astri, N., "*Identifikasi Layanan SPBU Penggunaan BBM Subsidi dan Nonsubsidi Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID)*," Disertasi, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2014.

- [3] Ayu Lestari, T., “*Handwasher Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega16 (Hairdryer Pada Pengering Tangan Dan Motor Dc Sebagai Keluaran Tissu)*,” Disertasi, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2014.
- [4] Hartanti, D., Martono, W.H., & Sihombing, S.P., “Perangkat Perekam Aliran Tangki Bensin Cerdas Menggunakan Sensor RFID,” *Jurnal Ilmiah FIFO*, Vol. 9, No. 2, 2017.
- [5] Hidayati, Q., “Sistem Kontrol Distribusi Air Bersih Berbasis RFID (Radio Frequency Identification) Menggunakan Arduino,” *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 6, No. 1, Hal. 99-106, 2017.
- [6] Purbaya, R., “*Aplikasi Motor Stepper Pada Alat Pencetak Bangun Ruang Tiga Dimensi Untuk Peleburan Filament Pada Motor Extruder*,” Laporan Akhir, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2017.
- [7] Putri, D. A., “*Perancangan Sistem Identifikasi Pembatasan Pembelian Bahan Bakar Premium Di SPBU Menggunakan Teknologi RFID (Radio Frequency Identification)*,” Tesis, Universitas Andalas, 2017
- [8] Risdiyanta, R., “*Membedah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Di Indonesia*,” Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas, 2014.
- [9] Yusuf, D. M., Azwardi, A., & Amin, M. M., “Alat pendeteksi kadar keasaman sari buah, soft drink, dan susu cair menggunakan sensor pH berbasis mikrokontroler arduino UNO ATMEGA328,” *TEKNIKA*, Vol. 12, No. 1, Hal. 1-11, 2018.

# Alat Kontrol Kualitas Produksi Air Minum Berbasis PLC Outseal

Surdianto<sup>1</sup>, Didik Riyanto<sup>2</sup>, Jawwad Sulthon Habiby<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo  
Didik Riyanto, [didikriyanto@umpo.ac.id](mailto:didikriyanto@umpo.ac.id)

Received: Maret 2022; Accepted: Mei 2022; Published: Juli 2022

DOI : <https://doi.org/10.30649/je.v4i1.106>

## Abstrak

Air minum isi ulang merupakan air minum alternatif bagi banyak masyarakat saat ini. Di Kabupaten Ponorogo banyak berdiri tempat pengisian air minum isi ulang. Untuk mengetahui kualitas air yang dihasilkan sebagian besar tempat pengisian air minum isi ulang mengandalkan pengecekan dari instansi terkait. Sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mengetahui kualitas air yang dihasilkan. Menurut Permenkes No 492 Tahun 2010 kandungan Total Dissolved Solids maksimal 500mg/l dan kadar pH diantara 6,5-8,5. Rumusan masalah adalah bagaimana cara membuat alat pengontrol kualitas produksi air minum dengan menggunakan sistem kontrol PLC Outseal. Tujuan dari perancangan alat ini adalah membuat alat pengontrol kualitas produksi air minum dengan menggunakan sistem kontrol PLC Outseal. Metode yang digunakan adalah mendeteksi kandungan TDS dan pH pada air minum isi ulang kemudian diproses PLC Outseal. Selanjutnya data pembacaan sensor ditampilkan pada HMI (*Human Machine Interface*). Apabila kualitas air minum tidak sesuai dengan ketentuan maka buzzer akan memberikan peringatan dan sistem menghentikan proses produksi air minum isi ulang. Dari hasil pengujian, alat ini dapat menampilkan nilai TDS dan pH secara *real time* dan dapat memberi peringatan saat kualitas air tidak sesuai dengan ketentuan. Manfaat dari perancangan alat kontrol kualitas produksi air minum ini adalah untuk mempermudah pengontrolan dan pengawasan produksi air minum isi ulang sehingga kualitas air minum yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Penelitian sebelumnya yang dilakukan Fauzi Amani dkk hanya mendeteksi kualitas air dan dapat dimonitor nilainya. Sedangkan alat ini dapat diterapkan untuk mengontrol produksi air minum isi ulang.

**Kata kunci:** PLC Outseal, Sensor TDS, Sensor pH, *Human Machine Interface*

## Abstract

*Refillable drinking water is an alternative drinking water for many people today. In Ponorogo Regency, there are many refillable drinking water filling stations. To find out the quality of the water produced, most refill drinking water filling stations rely on checks from related agencies. So it takes a long time to know the quality of the water produced. According to Permenkes No. 492 of 2010, the maximum Total Dissolved Solids content is 500mg/l and the pH level is between 6.5-8.5. The formulation of the problem is how to make a drinking water production quality controller using the Outseal PLC control system. The purpose of designing this tool is to make a drinking water production quality controller using an Outseal PLC control system. The method used is to detect the TDS and pH content in refill drinking*



*water and then process the Outseal PLC. Furthermore, the sensor reading data is displayed on the HMI (Human Machine Interface). If the quality of drinking water is not in accordance with the provisions, the buzzer will give a warning and the system stops the refill drinking water production process. From the test results, this tool can display the TDS and pH values in real time and can give a warning when the water quality is not in accordance with the provisions. The benefit of designing this drinking water production quality control tool is to facilitate the control and supervision of refill drinking water production so that the quality of drinking water produced is in accordance with applicable regulations. Previous research conducted by Fauzi Amani et al only detected water quality and its value could be monitored. While this tool can be applied to control the production of refill drinking water.*

**Key words:** Outseal PLC, TDS Sensor, pH Sensor, Human Machine Interface

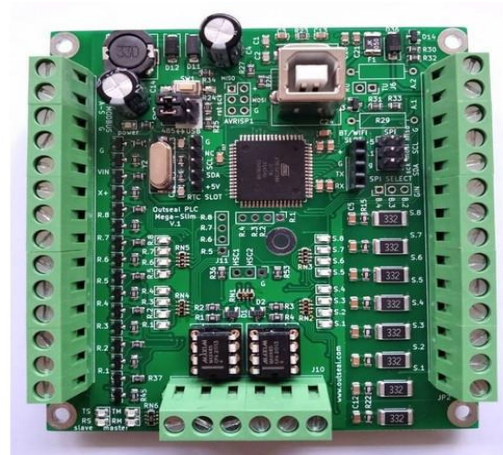
## I. PENDAHULUAN

Air minum isi ulang merupakan air minum alternatif bagi banyak masyarakat saat ini. Di Kabupaten Ponorogo banyak berdiri tempat pengisian air minum isi ulang. Dari hasil survei yang telah dilakukan, hanya satu dari sepuluh tempat pengisian air minum yang memiliki alat ukur TDS meter, namun tidak terpasang pada sistem. Untuk mengetahui kualitas air yang dihasilkan sebagian besar tempat pengisian air minum isi ulang mengandalkan pengecekan dari instansi terkait. Sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mengetahui kualitas air yang dihasilkan.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010, kondisi air minum aman untuk dikonsumsi apabila memenuhi persyaratan, antara lain parameter mikrobiologi, fisik, kimia dan radioaktif yang tercantum pada parameter wajib dan tambahan. Pada parameter fisik kandungan total zat padat terlarut (*Total Dissolved Solids*) memiliki batas maksimal sebesar 500mg/l atau 500ppm (parts per million) dan pada parameter kimiawi kandungan pH sebesar 6,5 sampai dengan 8,5 [1].

Rumusan masalah adalah bagaimana perancangan alat pengontrol kualitas produksi air minum dengan menggunakan sistem kontrol PLC (*Programmable Logic Controller*) Outseal. Tujuan perancangan

alat ini adalah agar dapat merancang alat pengontrol kualitas produksi air minum dengan menggunakan sistem kontrol PLC (*Programmable Logic Controller*) Outseal. Sistem kontrol dirancang menggunakan PLC Outseal dengan sensor TDS dan pH sebagai input untuk mendeteksi kualitas air minum isi ulang. Untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor dan proses produksi digunakan HMI (*Human Machine Interface*). PLC digunakan sebagai pusat kontrol untuk memproses input dan output untuk memutuskan kualitas air sesuai dengan ketentuan yang berlaku atau tidak. Metode yang digunakan untuk memutuskan kualitas air adalah dengan membandingkan data pembacaan sensor dengan data yang disimpan pada PLC. Data perbandingan yang disimpan pada PLC diambil dari Permenkes No. 492 Tahun 2010.



**Gambar 1.** PLC Outseal

Programmable Logic Controller atau sering dikenal dengan nama PLC merupakan salah satu pengendali yang bisa diprogram dengan tujuan untuk mengendalikan suatu operasi dalam mesin. Definisi lain dari PLC adalah perangkat elektronik yang dapat digunakan di lingkungan industri yang beroperasi secara digital dengan menggunakan sistem memori yang berada didalamnya. Sehingga dapat dilakukan pemrograman untuk melakukan penyimpanan perintah yang menerapkan fungsi spesifik seperti fungsi logika, aritmatika, pencacahan, pewaktuan, dan sekuensial. Perintah tersebut dilakukan secara internal untuk mengendalikan mesin atau operasi lewat modul input, output digital ataupun analog [2].

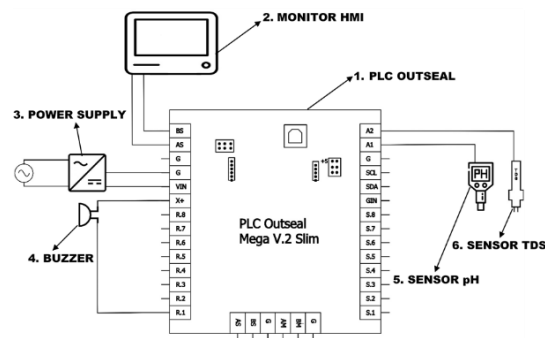
Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) adalah perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk mengukur jumlah zat atau partikel yang terlarut dalam air. TDS dapat diterapkan di perairan luapan dari pertanian atau limbah rumah tangga, bahkan pada limbah industri. Unsur kimia yang umum adalah kalium, kalsium, natrium, fosfat, nitrat, raksa, timbal dan klorida. Sedangkan bahan kimia umumnya berbentuk molekul, kation dan anion. Pestisida yang berasal dari aliran permukaan memiliki tingkat TDS yang berbahaya. Semua air selalu mengandung partikel terlarut yang tidak terlihat oleh mata, biasanya berupa padatan terlarut alami yang terbentuk akibat pelapukan dan pembubaran batuan dan tanah [3].

Alat pengukur pH meter bekerja berdasarkan sensor berupa elektroda kaca. Pengukuran pH berdasarkan pada potensi elektrokimia yang terdapat diantara larutan di dalam elektroda kaca yang diketahui dan larutan yang terdapat pada bagian luar elektroda kaca yang tidak diketahui. Ini terjadi karena interaksi antara lapisan tipis gelembung kaca dan ion hidrogen yang kecil dan aktif, elektroda kaca mendeteksi kandungan potensial elektrokimia ion hidrogen atau lebih dikenal dengan potensial hidrogen. Jadi setiap larutan

memberikan reaksi yang berbeda dan menghasilkan tegangan yang berbeda dengan ion yang terkandung pada larutan. Sehingga oleh sensor dideteksi dan menghasilkan tegangan output berupa sinyal analog [4].

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Fauzi Amani dkk hanya mendeteksi kualitas air dan dapat dimonitor nilainya. Sedangkan alat ini dapat diterapkan untuk mengontrol produksi air minum isi ulang. Penelitian ini dilakukan dengan membuat alat yang dapat mendeteksi kualitas air minum isi ulang berdasarkan kandungan TDS dan nilai pH pada air minum isi ulang. Sampel diperoleh dari sepuluh tempat pengisian air minum yang telah disurvei.



**Gambar 2.** Skema Keseluruhan Sistem













Pada Gambar 2. merupakan skema dari keseluruhan sistem. Nomor 1 merupakan PLC Outseal sebagai pusat kendali dari seluruh sistem, berfungsi menerima input dari sensor TDS dan sensor pH kemudian mengolah hasil pembacaan untuk ditampilkan pada layar HMI (*Human Machine Interface*) dan juga untuk memutuskan kualitas air berdasarkan parameter fisik berupa total zat padat terlarut (TDS) dan parameter kimia berupa kadar pH.

Nomor 2 merupakan monitor HMI yang digunakan sebagai monitor untuk



menampilkan data pembacaan sensor, tampilan proses juga sebagai antarmuka untuk berkomunikasi dengan sistem. Nomor 3 merupakan *power supply* yang digunakan sebagai sumber catu daya untuk seluruh system.

Nomor 4 merupakan *buzzer* yang digunakan sebagai output peringatan saat kualitas air tidak sesuai dengan ketentuan. Nomor 5 merupakan sensor pH yang digunakan untuk mendeteksi kadar pH pada air minum isi ulang. Nomor 6 merupakan sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) yang digunakan untuk mendeteksi kualitas air berupa kandungan zat padat terlarut.

	"SISTEM KONTROL KUALITAS PRODUKSI AIR MINUM BERBASIS PLC OUTSEAL" SURDIANTO – 20520648 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO		
			
STANDBY	RUNNING	AMAN	TIDAK AMAN
			
RUN	FILL	PUMP	REPAIR
#### TDS			#### pH
	FILL	FULL	

**Gambar 3.** Desain HMI

Pada Gambar 3. menunjukkan desain dari HMI (*Human Machine Interface*) yang digunakan sebagai antarmuka dari sistem. Terdapat tombol sebagai antarmuka untuk memerintah sistem dan lampu indikator sebagai output keadaan dari sistem. Selain itu terdapat numerik display yang digunakan untuk menampilkan nilai pembacaan sensor TDS dan sensor pH secara *real time*.

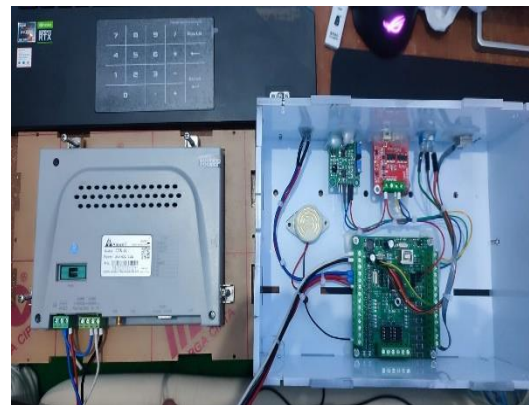
Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel air dari sepuluh tempat pengisian air minum isi ulang yang ada di Kabupaten Ponorogo dengan volume kurang lebih sebesar satu liter. Kemudian hasil dari pengukuran sensor pada alat dibandingkan dengan pengukuran pada alat ukur TDS meter dan pH meter untuk mendapatkan nilai kesalahan/*error*.

## Pembuatan Alat

Pembuatan alat dimulai dari pembuatan box sistem dengan bahan akrilik yang dipotong menggunakan *laser cutting*. Kemudian memasang komponen pada box sistem dan melakukan pengkabelan untuk seluruh komponen.



**Gambar 4.** Box Sistem



**Gambar 5.** Pengkabelan Komponen



**Gambar 6.** Sistem Kontrol Kualitas Produksi Air Minum Berbasis PLC Outseal

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan menguji seluruh fungsi dari komponen, kemudian melakukan kalibrasi terhadap sensor dengan menggunakan alat ukur pembanding berupa TDS meter dan pH meter.



**Gambar 7.** Pengujian Sensor TDS dan pH

Hasil dari pengujian sensor menunjukkan bahwa pembacaan sensor pada sampel air yang sama mempengaruhi pembacaan sensor pH. Sehingga untuk mendapatkan hasil yang mendekati hasil pengukuran dari pH meter maka pengukuran dilakukan dengan memisah kedua sensor pada tabung yang berbeda dengan sampel air yang sama. Pemisahan sensor dapat dilihat pada Gambar 7.

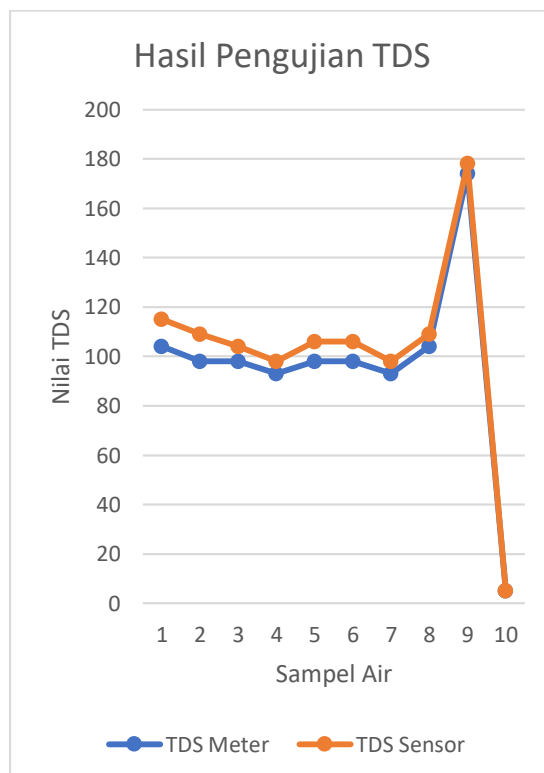


**Gambar 8.** Pengujian Sampel Air DAMIU

Hasil dari pengujian sampel air DAMIU pada Gambar 8. Memperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Pengujian kandungan TDS (*Total Dissolved Solids*)

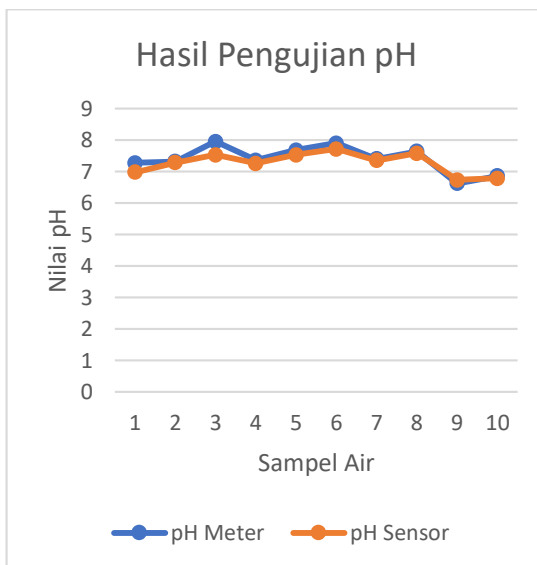
No.	Sampel Air	TDS Meter	TDS Sensor	Error
1	Sampel air 1	104	115	10,5%
2	Sampel air 2	98	109	11,2%
3	Sampel air 3	98	104	6,1%
4	Sampel air 4	93	98	5,37%
5	Sampel air 5	98	106	8,16%
6	Sampel air 6	98	106	8,16%
7	Sampel air 7	93	98	5,37%
8	Sampel air 8	104	109	4,8%
9	Sampel air 9	174	178	2,29%
10	Sampel air 10	5	5	0%



**Gambar 9.** Grafik Hasil Pengujian TDS

**Tabel 2.** Hasil Pengujian nilai pH

No.	Sampel Air	pH Meter	pH Sensor	Error
1	Sampel air 1	7,27	6,98	-3,9%
2	Sampel air 2	7,32	7,28	-0,5%
3	Sampel air 3	7,95	7,53	-5,2%
4	Sampel air 4	7,36	7,26	-1,3%
5	Sampel air 5	7,68	7,53	-1,9%
6	Sampel air 6	7,90	7,71	-2,4%
7	Sampel air 7	7,40	7,35	-0,6%
8	Sampel air 8	7,64	7,58	-0,7%
9	Sampel air 9	6,62	6,73	1,6%
10	Sampel air 10	6,86	6,78	-1,16%

**Gambar 10.** Grafik Hasil Pengujian pH

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel dan grafik diatas. Hasil pada tabel menunjukkan bahwa kualitas sampel air yang diambil dari sepuluh tempat di Kabupaten Ponorogo masih sesuai standar ketentuan yang berlaku. Alat yang dirancang dapat menunjukkan kualitas dari air yang diuji secara *real time*. Nilai *error* rata-rata dari pengukuran sensor TDS

adalah 6,195%. Nilai *error* rata-rata dari pengukuran sensor pH adalah 1,92%.

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa yang telah dilakukan penulis maka dapat disimpulkan bahwa alat kontrol kualitas produksi air minum berbasis PLC Outseal bekerja dengan baik. Sistem dapat menampilkan pengukuran dari sensor TDS dan pH secara *real time*. Alat ini dapat diterapkan pada tempat pengisian air minum isi ulang untuk membantu mengontrol kualitas air minum yang dihasilkan, juga dapat mengawasi kualitas air minum isi ulang secara *real time*.

#### V. RUJUKAN

- [1] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Air Minum, 2010.
- [2] F. R. Kafil, “*Programmable Logic Controller (Dasar)*”, 1 penyunt., 2013.
- [3] R. M. Baringbing, “*Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor pH dan Sensor TDS Berbasis Android*,” Medan : Universitas Sumatera Utara (Tesis), 2020.
- [4] U. Z. S. Hanifah Rahmi Fajrin, “Alat Pengukur pH Berbasis Arduino,” *Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, Vol. 1, No. 2, Hal. 35-43, 2020.
- [5] K. P. Fauzi Amani, “Alat Ukur Kualitas Air minum dengan Parameter PH, Suhu, Tingkat

Kekeruhan, dan Jumlah Padatan Terlarut,” *JETri*, Vol. 14, No. 1, Hal. 49-62, 2016.

- [6] B. D. M. Manuel Deddy Oke Marpaung, “Uji Kualitas Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Sukolilo Surabaya Ditinjau dari Perilaku dan Pemeliharaan Alat,” *JURNAL TEKNIK POMITS*, Vol. 2, No. 2, Hal. 166-170, 2013.
- [7] A. Bakhtiar, “*Panduan Dasar Outseal PLC, 1st ed.*,” Sidoarjo : Outseal Indonesia, 2020.
- [8] S. H. Heri Haryanto, “Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC,” *SETRUM*, Vol. 2, No. 1, Hal. 9-16, 2012.
- [9] E. K. J. S. H. Muchamad Chadiq Zakaria, “Sistem Monitoring Instrument Air Compressor (IAC) berbasis SCADA dengan Komunikasi Modbus RTU RS-485,” *J-Eltrik*, Vol. 2, No. 2, Hal. 79-85, 2020.

# Simulasi Pengendalian Motor DC Pada Komunikasi Serial Delphi 7 Menggunakan ATmega16

Miftachul Ulum<sup>1</sup>, Muhammad Rifqi Rizqillah Mustofa<sup>2</sup>, Kunto Aji<sup>3</sup>

Universitas Trunojoyo, Madura  
Miftachul Ulum, [miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id](mailto:miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id)

Received: Maret 2022; Accepted: Mei 2022; Published: Juli 2022

DOI : <https://doi.org/10.30649/je.v4i1.78>

## Abstrak

Motor DC sering banyak digunakan sebagai penggerak pada industri. Hal ini karena kecepatan pada motor DC dapat dikendalikan secara konsisten sesuai dengan kebutuhan. Kecepatan motor DC dapat dikendalikan dengan cara mengontrol tegangan. Namun, motor DC memiliki kekurangan dimana ketika diberikan kendala akan mengakibatkan kecepatan motor DC akan terganggu. Sehingga dibuatlah sistem kendali untuk mengatasi kekurangan tersebut. Atas pertanyaan tersebut maka dibuatlah penelitian simulasi pengendalian kecepatan motor DC. Dalam simulasi motor DC ini akan dikontrol menggunakan mikrokontroler ATmega16. Pada aplikasi proteus menggunakan ATmega16 sebagai mikrokontroler dan dibantu dengan kombinasi pemrograman CodeVisionAVR serta pemrograman delphi 7 agar dapat mengendalikan kecepatan motor DC. Untuk pemrograman delphi 7 dihubungkan melalui VSPE. Kendali dilakukan melalui akan mengendalikan kecepatan motor DC agar dapat berputar pada kecepatan 3 gear. PWM ini akan diinjeksikan ke program yang bertugas sebagai pengendali kecepatan dan memonitori motor DC. Pada penelitian dilakukan simulasi pada program Proteus. Hasil penelitian ini didapatkan kecepatan yang berbeda setiap gear. Pada hasil penelitian didapatkan pengujian motor DC dengan kecepatan transmisi setiap gear berbeda dan di monitor apakah sesuai dengan program yang dipakai pada aplikasi yang telah diinputkan.

**Kata kunci:** Kecepatan Motor DC, Delphi 7, Proteus, Mikrokontroler ATmega16

## Abstract

*DC motors are often used as a driving force in the industry. This is because the speed of the DC motor can be controlled consistently as needed. DC motors are often used as a driving force in the industry. This is because the speed of the DC motor can be controlled consistently as needed. DC motor speed can be controlled by controlling the voltage. However, DC motors have drawbacks where when given obstacles will result in the speed of the DC motor will be disturbed. So that a control system is made to overcome these deficiencies. Based on this question, a DC motor speed control simulation study was made. This DC motor simulation, it will be controlled using an ATmega16 microcontroller. The Proteus application uses ATmega16 as a microcontroller and is assisted by a combination of CodeVisionAVR programming and Delphi 7 program to control the speed of the DC motor. For programming, Delphi 7 is connected via VSPE. Control is carried out by controlling the speed of*



*the DC motor so that it can rotate at a speed of 3 gears. This PWM will be injected into a program that acts as a speed controller and monitors DC motors. In this study, simulations were carried out on the Proteus program. The results of this study obtained a different speed for each gear. In the results of the study, it was found that DC motor testing with the transmission speed of each gear was different and monitored whether it was by the program used in the application that had been inputted.*

**Key words:** DC Motor Speed, Delphi 7, Proteus, ATmega16 Microcontroller

## I. PENDAHULUAN

Motor DC atau arus searah sering dijumpai sebagai penggerak di dunia industri seperti, sebagai penggerak *belt conveyor*, dan sebagai pesawat angkat. Keunggulan motor DC adalah sebuah torsi awal besar dan tingkat pengontrolan puratan yang sederhana. Agar sistem pengendalian kecepatan motor DC lebih baik maka diperlukan kendali yang dapat mengendalikan sistem tersebut, dan dapat mereduksi sebuah sinyal kesalahan yaitu perbedaan antara sinyal yang diatur dan sinyal aktual [1]. Pada penelitian ini dirancang kendali kecepatan motor arus searah dengan pemrograman pada Delphi 7 yang berbasis mikrokontroler dengan menggunakan aplikasi proteus sehingga dapat mengetahui apakah kecepatan motor arus searah ini dapat sesuai jika di program [2].

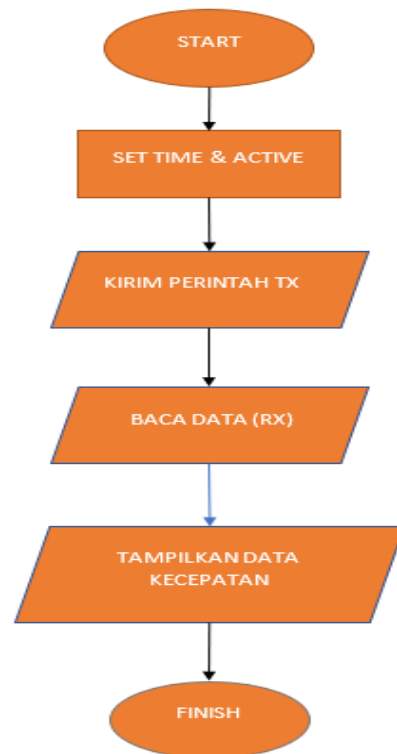
Bertujuan untuk mengatasi hal umum sistem monitoring pada motor serta kecepatan respon dalam motor DC baik dalam program maupun non program yang biasa ditemukan dan apakah lebih diuntungkan atau tidak dengan harapan untuk kerja alat pengendali sistem pada monitoring dapat menghasilkan pengaturan kecepatan yang ditentukan pada input program [3].

## II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode simulasi untuk membuat suatu sistem dengan menggunakan *software*

Delphi 7 untuk mendesain sebuah *interface monitoring* dan Proteus sebagai desain rangkaian pada simulasi seperti terlihat pada diagram blok Gambar 1.

Pada diagram blok Gambar 1, ditunjukkan bahwa terdapat software simulasi di dalamnya yang diawali dengan program CVAVR berlanjut ke Proteus desain rangkaian mulai dari perintah Rx dan Tx sampai desain skema pada proteus. Setelah membuat proteus maka membuat desain dan program pada delphi 7 untuk menghubungkan software Proteus dengan delphi menggunakan *comport* pada software VSPE.



**Gambar 1.** Diagram blok sistem

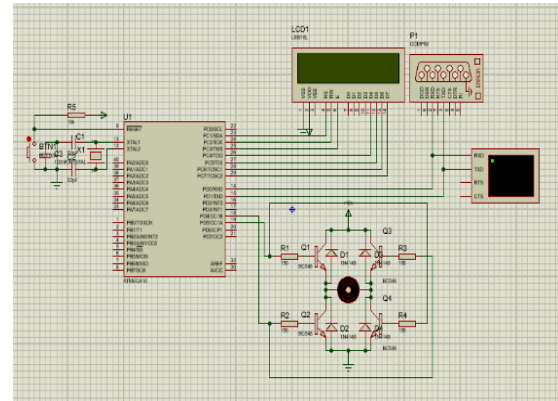
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada simulasi pengendalian motor DC pada komunikasi serial Delphi 7 menggunakan ATmega16 ini ada beberapa tahapan atau langkah untuk membuat simulasi. Sebelum melakukan simulasi yang dimana pertama mendesain sebuah skema dalam software proteus dengan komponen yang perlu disiapkan sebelum membuat pastikan software yang dibutuhkan harus sudah terinstal software yang yg dibutuhkan.

Dalam pembuatan yang perlu diperhatikan yakni mengintegrasikan suatu dengan cara menguji dan menyiapkan sebuah perangkat port atau port yang saling terhubung pada software VSPE. Jadi untuk simulasi kali ini mikrokontroler berperan sebagai (Rx) sebagai menampilkan data hasil pembacaan yang telah diproses dalam ATmega16 dan transmitter (Tx) atau disebut dengan yang pengirim data hasil pembacaan sensor ke *software* Delphi yang sebagai receiver dan begitu pula jika ditukar Tx Rx maka akan berbalik fungsi. Untuk software proteus yang diperlukan adalah sebagai berikut ada pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tabel komponen yang dibutuhkan untuk simulasi *software* pada proteus

No	Nama Komponen	Jumlah
1.	ATMega16	1
2.	Motor	1
3.	Button	1
4.	Dioda 1N4148	4
5.	Transistor BC548	4
6.	Resistor	5
7.	Crystal	1
8.	Kapasitor	2
9.	Compim	1
10.	LCD	1
11.	PWM	1
12.	GROUND	3
13.	POWER	3

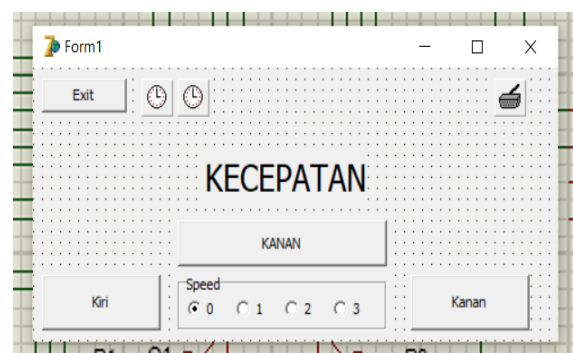


**Gambar 2.** Rangkaian skematik pada proteus

Sesudah merangkai atau mendesain skematik beralih ke memprogram Code Vision AVR dengan mengatur Compim pada proteus kemudian memprogram Delphi 7 dengan komponen yang harus dipersiapkan pada Delphi 7 meliputi :

**Tabel 2.** Tabel komponen yang dibutuhkan untuk simulasi *interface* monitoring pengendalian

No	Nama Komponen	Jumlah
1.	Button	3
2.	Label	1
3.	ComPort	1
4.	Timer	2
5.	RadioGroup	1



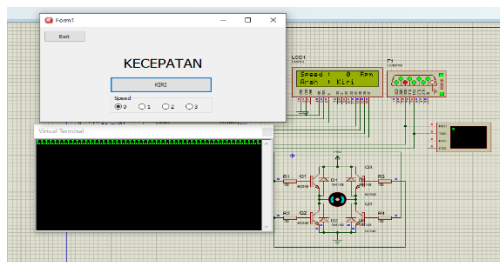
**Gambar 3.** Desain skema pada Delphi 7

Hasil simulasi pengendalian Motor DC pada komunikasi serial Delphi 7 menggunakan ATMega16 ada 3 hasil

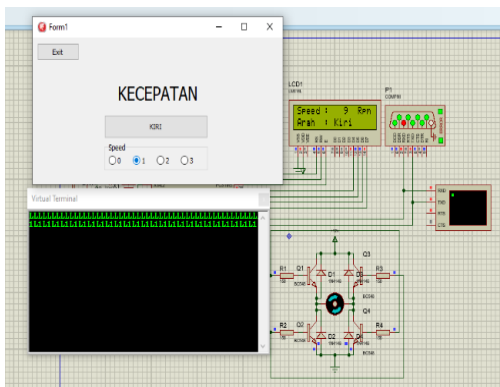
dengan hasil yang konsisten jika dipercepat.

**Tabel 3.** Tabel hasil simulasi pengendalian Motor DC

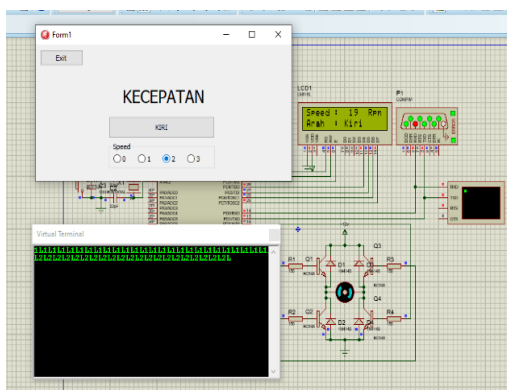
No	Input Kanan/Kiri	Kecepatan Motor	Hasil
1.	0	-	0
2.	1	Lambat	9
3.	2	Sedang	19
4.	3	Cepat	39



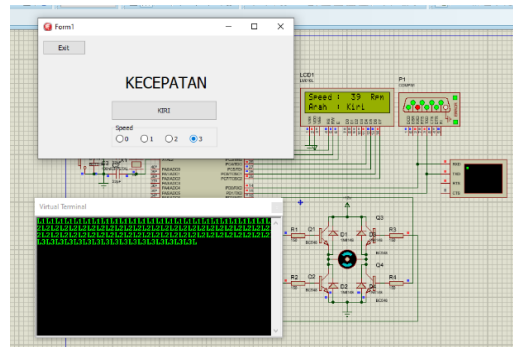
**Gambar 4.** Hasil simulasi 1



**Gambar 5.** Hasil simulasi 2



**Gambar 6.** Hasil simulasi 3



**Gambar 7.** Hasil simulasi 4

## IV. SIMPULAN

Dari hasil simulasi yang di lakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan software CVAVR dan software Delphi 7 pada simulasi sebagai pengirim dan proteus sebagai penerima data yang dimana menerima data dari program.

Proteus akan dapat menampilkan hasil sebuah data yang telah dikirim melalui comport dengan penghubung *software* VSPE yang ada pada media LCD pada proteus dengan hasil berupa kecepatan Rpm. Untuk kecepatan Rpm dibagi menjadi 3 gear kecepatan yang pertama didapatkan 9 Rpm, yang kedua bertambah menjadi 19 Rpm, yang terakhir ketiga menjadi 39 Rpm dari ketiga kecepatan ini dapat berubah apabila nilai komponen pada rangkaian atau skematic proteus contoh nya resistor, kapasitor, dan dioda.

Jadi untuk mikrokontroler berperan sebagai (Rx) sebagai menampilkan data hasil pembacaan yang telah diproses dalam ATMega16 dan transmitter (Tx) atau disebut dengan yang pengirim data hasil pembacaan sensor ke *software* delphi yang sebagai receiver. Pada pemasangan Rx dan Tx di virtual terminal ke ATMega16 juga perlu diperhatikan agar tidak timbul kekeliruan dan menyebabkan error.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan dari berbagai pihak yang sangat berperan dan mendominasi dalam proses penyusunan jurnal. Oleh karena itu, dengan rasa penuh hormat penulis haturkan terima kasih kepada bapak Miftachul Ulum dan bapak Kunto Aji sebagai pendamping serta support dalam membuat naskah jurnal ini semoga segala bimbingan, bantuan dari semua pihak yang balasan oleh Allah SWT.

## V. RUJUKAN

- [1] D. Setiawan, "Sistem Kontrol Motor DC Menggunakan PWM Arduino Berbasis Android System," *Jurnal SiTekIn*, Vol. 15, No. 1, Hal. 7-14, 2017.
- [2] A. Farqi, F. Prasetyo and A. Fadhill, "Perancangan Pengendali Kecepatan Konstan Motor DC Menggunakan Pulse Width Modulation (PWM)," *SENTER*, Hal. 42-54, 2017.
- [3] V.N. Febrianto, "Aplikasi Kontrol PID untuk Pengaturan Putaran Motor DC Pada Alat Pengepres Adonan Roti (Screw Conveyor)," *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, Vol. 2, No. 2, 2014.
- [4] T. Suhendra, A. Uperiati, D.A. Purnamasari and A. H. Yunianto, "Kendali Kecepatan Motor DC dengan Metode Pulse Width Modulation menggunakan N-channel Mosfet," *Jurnal Sustainable*, Vol. 7, No. 2, Hal. 78-85, 2018.
- [5] Rafdian and Hartono, "Rancang Bangun Pulse Width Modulation (PMW) Sebagai Pengatur Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Jurnal Penelitian*, Vol. 3, No. 1, 2018.
- [6] H. Wicaksono, "Analisa Performansi dan Robustness Beberapa Metode Turning Kontroler PID Pada Motor DC," *Jurnal Teknik ELEktro*, Vol. 4, No. 2, Hal. 70-78, 2004.
- [7] L.F. Nizar, "Sistem Pengendalian Kecepatan Motor DC Pada Lift Barang Menggunakan Kontroler PID berbasis ATMEGA 2560," *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, Vol. 2, No. 7, 2015.
- [8] S. Nurcahyo, "AVR Atmel Object," Jakarta : Pradnya Paramita, 2003.
- [9] S. Rangkuti, "Mikrokontroler Atmel AVR Simulasi dan Praktek menggunakan ISIS Proteus dan Code Vision AVR," Bandung : Informatika, 2011.

# Kestabilan Frekuensi Tera Hertz Gelombang Kontinu Gap Penghasil Sinyal Untuk Spektroskopi Resolusi Tinggi

Akbar Haqi Nasrullah<sup>1</sup>, Widya Ambarwati<sup>2</sup>, Farhan Muhammad Nabil<sup>3</sup>,  
Dhandy Sabtiandy<sup>4</sup>, Devi Sarmilah Chomariah<sup>5</sup>, Felisia Deswita Silalahi<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan  
Jl. Amal Lama No. 1 Kampus UBT, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia  
Akbar Haqi Nasrullah, [akbar354hn2002@gmail.com](mailto:akbar354hn2002@gmail.com)

Received: Maret 2022; Accepted: Mei 2022; Published: Juli 2022

DOI : <https://doi.org/10.30649/je.v4i1.92>

## Abstrak

Peningkatan stabilitas daya dan frekuensi dari peralatan GaP CWTHz SG beresolusi tinggi rentang frekuensi lebar. Stabilitas daya jangka panjang menjadi di bawah 0,3% dengan menggunakan kontrol umpan balik daya pada amplifier serat. Resolusi frekuensi ditingkatkan menjadi 15 MHz dengan kontrol umpan balik frekuensi menggunakan pengukur panjang gelombang dua saluran. Nilai ini lebih dari 30 kali lebih baik daripada yang diperoleh oleh GaP THz SGs yang dipompa dengan nanose. Pada penelitian ini dirancang sebuah generator sinyal Terahertz gelombang kontinu GaP (CW-THz) berdasarkan pembangkitan frekuensi berbeda yang dapat menyetel secara otomatis dari 0,15 hingga 6,2 THz tanpa mode-hopping. Kontrol umpan balik frekuensi independen untuk *seed laser* dan kontrol umpan balik daya untuk penguat daya optik menghasilkan akurasi dan stabilitas yang lebih tinggi dari gelombang THz keluaran pada saat yang sama. Setelah membangun spektrometer THz dengan generator sinyal GaP CW-THz sebagai sumber cahaya, kami telah memastikan resolusi frekuensi menjadi 15 MHz dengan pengukuran lebar Doppler dari penyerapan uap air di ruang vakum, dan reproduktifitas frekuensi berada dalam 5 MHz kemudian dibandingkan dengan data frekuensi penyerapan.

**Kata kunci:** Terahertz, pembangkit sinyal, spectrometer

## Abstract

*Improved the power and frequency stability of the high-resolution GaP CWTHz SG over a wide frequency range. The long-term power stability becomes below 0.3% by using the power feedback control in the fiber amplifier. Frequency resolution is increased to 15 MHz by frequency feedback control using a dual channel wavelength meter. This value is more than 30 times better than that obtained by nanose-pumped GaP THz SGs. We built a GaP continuous wave terahertz signal generator (CW-THz) based on different frequency generation which can auto tune from 0.15 to 6.2 THz without mode-hopping. Independent frequency feedback control for the seed laser and power feedback control for the optical power amplifier provide higher accuracy and stability of the output THz waveform at the same time. Having built a THz spectrometer with a CW-THz GaP signal generator as light source, we have confirmed the frequency resolution to be 15 MHz by Doppler width measurement of*

*the absorption of water vapor in vacuum, and the frequency reproducibility is within 5 MHz by comparing with absorption frequency data.*

**Key words:** Terahertz, signal Generator, spectrometer

## I. PENDAHULUAN

Spektroskopi inframerah (IR) adalah salah satu teknik spektroskopi yang paling umum dan banyak digunakan untuk identifikasi dan analisis kuantitatif bahan organik. Garis serapan yang diamati pada kisaran Mid-IR umumnya sesuai dengan mode getaran gugus fungsi dalam molekul. Sebaliknya, garis serapan dalam rentang frekuensi Tera Hertz (THz) atau Far-IR sesuai dengan mode kerangka dalam molekul atau mode antarmolekul dalam kristal.

Karena mode getaran ini unik untuk setiap molekul dan kristal, dimungkinkan untuk mengidentifikasi materi hanya dengan mengamati beberapa garis serapan. Karena mode getaran ini peka terhadap struktur kristal, spektrum serapan THz tersedia untuk membedakan polimorf dan untuk mendeteksi cacat pada kristal misalnya. Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan sedikit pergeseran frekuensi garis serapan dalam kisaran THz tergantung pada pengotor doping atau tingkat dosis sinar gamma. Keakuratan frekuensi tinggi dan resolusi spektrometer THz sangat penting untuk deteksi sensitivitas tinggi cacat tersebut [1].

Sumber cahaya THz koheren monokromatik yang dapat disapu dengan frekuensi luas harus ideal untuk spektrometer semacam itu. Spektroskopi Domain Waktu THz (TDS) paling umum digunakan untuk mendapatkan spektrum serapan THz [4]. Ini adalah sistem yang sangat baik dan nyaman yang disusun hanya dengan perangkat operasi suhu kamar. Namun sulit untuk mendapatkan resolusi tinggi, karena membutuhkan waktu gerbang yang lama untuk pemrosesan sinyal dari sistem tipe Fourier tersebut.

Gelombang THz CW monokromatik juga dapat dicapai dengan menggunakan GaAs suhu rendah (LTG) sebagai photomixer menggunakan dua laser semikonduktor dan terbukti berguna untuk spektroskopi THz reso-lusi tinggi. Namun, rentang frekuensi terbatas karena daya keluaran sistem photomixer memiliki maksimum sekitar 100 GHz dan menunjukkan pelemahan eksponensial dengan peningkatan frekuensi.

Pada penelitian ini telah dikembangkan rentang frekuensi yang luas, generator sinyal gelombang THz daya tinggi (THz-SG) menggunakan kristal Gallium Phosphide (GaP). Prinsipnya didasarkan pada pembangkitan frekuensi yang berbeda (DFG) antara dua pancaran pulsa inframerah melalui eksitasi fonon

Mode polariton di bawah kondisi pencocokan fase noncollinear sudut kecil. Pada tahap pertama, laser pulsa nanodetik digunakan untuk menyebarkan pancaran pompa untuk DFG. Meskipun rentang lebar *tunable frequency* (0,3 - 7,5 THz) dan daya tinggi (1,5 W, daya puncak maksimum) dapat dicapai, resolusi frekuensi dibatasi hingga 500 MHz oleh batas transformasi Fourier [2].

Pada penelitian ini telah berhasil dikembangkan GaP Continuous Wave (CW)-THz SG dengan metode DFG yang sama. Gelombang THz CW lebih unggul daripada gelombang THz berdenyut terutama dalam hal resolusi frekuensi. Namun, akurasi frekuensi gelombang CW THz tidak tinggi karena sinar laser pompa berada dalam mode *free running*. Dan masih banyak kekuatan sinar pompa yang diperkuat oleh penguat serat optik tidak memiliki stabilitas yang cukup terhadap sapuan frekuensi halus terutama karena gangguan pada detektor daya. Peningkatan

resolusi GaP CW-THz SG dengan stabilisasi frekuensi dan daya laser pompa.

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mempersiapkan skema spektrometer THz yang menggunakan GaP CW-THz SG sebagai sumber cahaya. Konfigurasi dasar untuk THz DFG dalam GaP telah dijelaskan sebelumnya. Balok pompa tetap frekuensi dan berkas sinyal variabel frekuensi dikirim dari laser umpan balik terdistribusi (DFB, Toptica DLDFB) dan dioda laser rongga eksternal (ECLD, NewFocus Velocity).

Panjang gelombang ECLD dapat dikontrol dari 1050 hingga 1074 nm (279,1 hingga 285,5 THz) tanpa mode melompat dengan memutar kisi difraksi secara kasar dengan aktuator motor (resolusi 20  $\mu\text{m}$ ) dan tepatnya dengan aktuator piezoelektrik (resolusi lebih baik dari 10  $\mu\text{m}$ ). Penyetelan frekuensi bebas *mode-hopping* jangkauan luas seperti itu diperoleh terutama dengan lapisan anti refleksi yang sangat baik pada kristal laser semikonduktor dan dengan menerapkan geometri Harvey-Myatt di mana panjang rongga dikendalikan umpan balik terus menerus pada setiap frekuensi [3].

Panjang gelombang laser DFB dapat disetel melalui arus operasi dan suhu dari 1071,7 hingga 1074,4 nm (279,0 hingga 289,7 THz). Setiap berkas diperkuat oleh penguat serat optik yang didoping ytterbium yang dipelihara dengan polarisasi (FA, FTEL HPU-60217).

Daya keluaran dipantau oleh fotodioda dan dapat dikontrol umpan balik agar konstan hingga 5 W melalui arus untuk laser pompa dalam FA. Masing-masing dari dua berkas difokuskan ke titik berdiameter 300  $\mu\text{m}$  di permukaan kristal GaP dengan lensa kolimator di ujung serat keluaran FA. Juga masing-masing panjang gelombang dipantau oleh pengukur panjang gelombang dua saluran

(HighFinesse, WS7) dan umpan balik dikendalikan melalui aktuator piezoelektrik untuk ECLD, dan melalui arus untuk laser DFB.

Keakuratan absolut dari pengukur gelombang dijamin hingga 60 MHz dengan kalibrasi yang sering dengan panjang gelombang standar. Namun akurasi frekuensi THz yang dihasilkan tidak bergantung pada akurasi absolut tetapi pada akurasi relatif untuk pengukuran panjang gelombang dua sinar IR, yang umumnya lebih mudah diperoleh dan diperkirakan beberapa MHz. Polarisasi dua balok disesuaikan tegak lurus satu sama lain dengan memiringkan output serat, dan kemudian digabungkan dengan polarizer planer.

Untuk mendapatkan daya keluaran gelombang THz tinggi dengan kondisi pencocokan fase nonlinear yang diinginkan, diperlukan kontrol yang tepat dari *overlap* sudut kecil antara dua balok di dalam kristal GaP diperlukan pada setiap frekuensi. Pada penelitian ini dapat dengan mudah mencapai kondisi pencocokan fase optimal dengan hanya memutar satu tahap dengan menempatkan salah satu keluaran serat pada tahap goniometer dan menempatkan kristal GaP di pusat rotasi seperti yang ditunjukkan pada kontrol yang tepat dari *overlap* sudut kecil antara dua balok di dalam kristal GaP diperlukan pada setiap frekuensi [1].

Pada penelitian ini dengan mudah mencapai kondisi pencocokan fase optimal dengan hanya memutar satu tahap dengan menempatkan salah satu keluaran serat pada tahap goniometer dan menempatkan kristal GaP di pusat rotasi. Kristal GaP harus diputar untuk mencegah refleksi total terjadi di permukaan belakang terutama pada frekuensi yang lebih tinggi. Gelombang THz yang dihasilkan berjalan melalui empat reflektor parabola off-axis dan terdeteksi oleh bolometer Si berpendingin 4-K. Salah satu sinar insiden dipotong pada 187 Hz, dan penguat pengunci digunakan untuk pengurangan

kebisingan untuk mendeteksi gelombang THz.

Karena jalur gelombang THz bergantung pada frekuensinya, sampel ditetapkan pada titik silang gelombang THz. Seluruh jalur gelombang THz dibersihkan oleh udara kering dari titik embunnya kurang dari  $-50^{\circ}\text{C}$  untuk menghindari efek penyerapan uap air. Lembar polietilen hitam digunakan sebagai filter potongan IR.

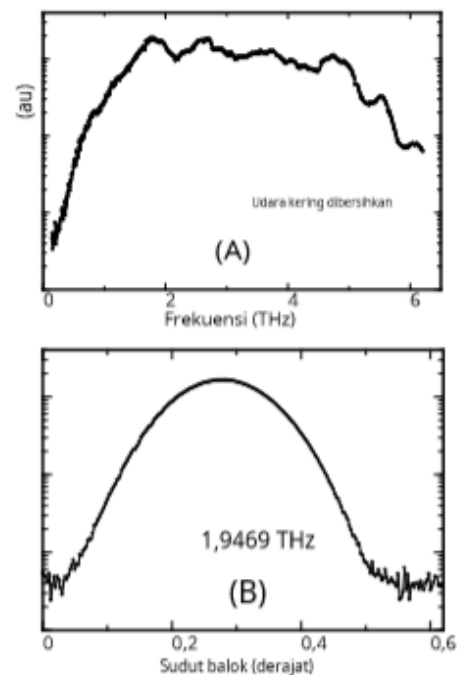
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Karakteristik untuk Generator Sinyal GaP CW-THz

Karakteristik sinyal GaP menunjukkan spektrum daya THz mengukur berbagai panjang gelombang ECLD dari 1050 hingga 1072,72 nm dalam langkah 20 pm. Frekuensi dihitung dari panjang gelombang yang ditetapkan dan dikontrol pada setiap titik pengambilan sampel. Bentuk umum spektrum hampir sama dengan THz SG, karena bentuknya didominasi terutama oleh spektrum serapan kristal GaP. Pada penelitian ini menggunakan pembangkitan daya THz dari 0,15 hingga 6,2 THz, saat panjang gelombang DFB disetel ke 1073,3 nm. Frekuensi terendah dibatasi oleh pengurangan daya keluaran THz yang mendekati tingkat kebisingan. Dan frekuensi tertinggi (6,2 THz) dibatasi oleh rentang ECLD yang dapat ditala yang dapat memasok daya yang cukup untuk pengoperasian FA yang aman.

Disarankan sangat berhati-hati dalam mengoperasikan FA pada jarak aman, hal ini menunjukkan hubungan daya keluaran THz dan sudut sinar antara dua sinar IR pada 1,9469 THz. Sudut pencocokan fase untuk frekuensi ini adalah 0,2775 deg, dan bandwidth pencocokan fase, yang didefinisikan sebagai lebar penuh pada setengah maksimum (FWHM), adalah 0,165 deg. Bandwidth pencocokan fase lebih besar dari itu.

Dari Gambar 1 memungkinkan adanya divergensi berkas lebih besar karena diameter berkas yang lebih kecil terfokus pada kristal GaP. Dibandingkan daya maksimum dengan tingkat kebisingan lantai, rasio S/N maksimum lebih baik dari 500 dengan menggunakan bolometer Si sebagai pendeteksi. Kami juga dapat mengamati daya THz bahkan dengan detektor L-alanin triglisin sulfat (DLATGS) piro-listrik yang beroperasi pada suhu kamar.



**Gambar 1.** (a) Spektrum daya GaP CW-THz SG. (b) Daya output THz di dekat sudut pencocokan fase pada 1,9469 THz.

Namun, itu tidak tersedia untuk penggunaan praktis, karena rasio S/N maksimum tidak melebihi 10. Hal ini menunjukkan ketergantungan pada frekuensi untuk laser DFB dan ECLD tanpa kontrol umpan balik frekuensi. Meskipun laser DFB memiliki hubungan pendek yang besar fluktuasi jangka (deviasi standar  $\sigma \sim 80$  MHz), penyimpangan jangka panjang sedikit. Sebaliknya, fluktuasi jangka pendek untuk ECLD adalah beberapa MHz, meskipun

penyimpangan jangka panjang sebesar 100 MHz selama 1 jam.

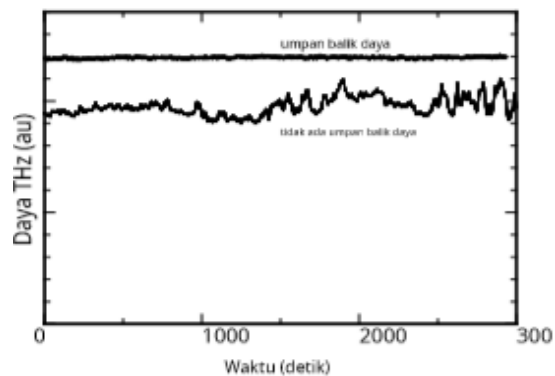
Gambar 3(c) dan (d) menunjukkan ketergantungan waktu frekuensi untuk laser DFB dan ECLD dengan kontrol umpan balik panjang gelombang. Periode umpan balik adalah 100 ms yang merupakan kecepatan perpindahan untuk mengukur panjang gelombang dua saluran. Standar deviasi fluktuasi untuk ECLD dan DFB adalah 1,34 dan 5,84 MHz, dan tidak ada pergeseran jangka panjang sama sekali [4].

Dalam kasus tanpa kontrol umpan balik daya, laser pompa di dalam FA digerakkan dengan arus konstan. Fluktuasi daya THz berada di bawah 0,3% dan lebih dari 20% untuk dengan dan tanpa kontrol umpan balik daya. Karena amplitudo fluktuasi dengan kontrol umpan balik adalah tingkat yang sama dengan derau gelap, derau itu terutama disebabkan oleh sistem deteksi daripada fluktuasi dalam kekuatan pancaran kejadian. Kontrol independen pada laser benih untuk panjang gelombang dan pada FA untuk daya memungkinkan stabilitas dan reproduktifitas tinggi untuk pengukuran spektral.

### Pengukuran Penyerapan Uap Air dalam Vakum

Pengukuran spektral akurat tinggi tanpa kalibrasi yang rumit dicapai dengan pengambilan sampel frekuensi akurat di setiap titik. Gambar 2 menunjukkan diagram skematik pengukuran penyerapan uap air dalam ruang vakum.

Sebuah ruang vakum, yang panjang jalur cahaya adalah 50 mm, digunakan untuk pengukuran penyerapan gas. Jendela terbuat dari polimer sikloolefin (COP), memiliki transmisi tinggi untuk cahaya tampak dan gelombang terahertz. Setiap permukaan dari dua jendela tidak sejajar untuk menghindari pinggir interferometri.



**Gambar 2.** Stabilitas jangka panjang tipikal dari daya output THz pada 1,9469 THz dengan dan tanpa kontrol umpan balik daya untuk FA

Tekanan yang dipantau oleh pengukur Pirani dikendalikan oleh evakuasi dengan pompa molekuler turbo dan injeksi uap air melalui katup jarum yang terhubung ke bejana berisi air murni. Tekanan latar belakang sebelum pengenalan uap air di bawah 10–3 Pa dipantau oleh pengukur Penning. Gambar 6 menunjukkan spektrum transmisi untuk penyerapan uap air pada 5,107285 THz dalam kisaran tekanan dari 3 hingga 2 kPa. Periode pengukuran adalah 10 fm, setara dengan ~2,7 MHz, yang merupakan resolusi tampilan minimum untuk mengukur panjang gelombang.

Perbedaan antara pengukuran kami dan database JPL (5,107281 THz) untuk garis serapan adalah sekitar 4 MHz. Meskipun lebar garis penyerapan menurun dengan penurunan tekanan pada awalnya, kemudian lebar garis mendekati nilai konstan (~20 MHz) dan hanya intensitas penyerapan yang menurun di bawah 80 Pa [2]. Pada prosedur yang sama, spektrum transmisi untuk penyerapan uap air pada 2.773985 dan 1.097370 THz diukur dengan parameter tekanan ketergantungan tekanan FWHM dari tiga penyerapan uap air.

FWHM dievaluasi dengan pemasangan Gaussian setelah mengubah transmisi menjadi absorbansi. Pada tekanan rendah di bawah 100 Pa,

perhitungan cocok untuk mengukur spektrum. Ini pasti karena lebar Lorentzian tidak efektif pada tekanan rendah seperti itu. Perbedaan antara pengukuran kami dan data JPL (2,773977 THz dan 1,097365 THz) untuk garis serapan adalah sekitar 8 dan 5 MHz. Nilai FWHM untuk setiap penyerapan menurun dengan penurunan tekanan dan mencapai konstan pada tekanan rendah kurang dari 100 Pa. Nilai konvergen untuk penyerapan pada 1,097370 THz tidak jelas tetapi di bawah 16 MHz, dan untuk penyerapan pada 2,773985 THz dan 5,107285 THz adalah 15 MHz dan 21 MHz.

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa dengan meningkatkan stabilitas daya dan frekuensi dari GaP CWTHz SG beresolusi tinggi rentang frekuensi lebar. Stabilitas daya jangka panjang menjadi di bawah 0,3% dengan menggunakan kontrol umpan balik daya pada amplifier serat. Resolusi frekuensi ditingkatkan menjadi 15 MHz dengan kontrol umpan balik frekuensi menggunakan pengukur panjang gelombang dua saluran.

Nilai ini lebih dari 30 kali lebih baik daripada yang diperoleh oleh GaP THz SGs yang dipompa dengan nanose laser berdenyut cond. Rentang frekuensi kontinu untuk GaP CWTHz SG diperluas dari 0,15 menjadi 6,2 THz. Kemampuan reproduksi yang tinggi baik dalam rentang frekuensi

maupun daya memungkinkan spektroskopi THz beresolusi tinggi. Spektroskopi akurasi tinggi seperti itu sekarang siap untuk mengamati sedikit pergeseran frekuensi garis serapan yang disebabkan oleh cacat pada krista.

#### V. RUJUKAN

- [1] J. d. Arief, "Chirality Analysis on a Square Chiral," *Materials Science Forum*, Vol. 901, 2017.
- [2] R. d. Planken, "Percolation-enhanced generation of terahertz pulses by optical rectification on ultrathin gold film," *Optics Letters*, Vol. 36, 2011.
- [3] J. dkk, "Terahertz Signal Measurement on a Chiral Metamaterial Using Terahertz Emission Spectroscopy," *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 771, 2015.
- [4] J. Partini, "Pembangkitan Terahertz pada Metamaterial Chiral Menggunakan Spektroskopi Emisi Terahertz," *Indonesian Journal of Applied Physics*, Vol. 9, 2019.

# Kendali Proses Pengisian Tangki Air Dan Botol Minuman Otomatis Menggunakan PLC

Imnadir<sup>1</sup>, Meidi Wani Lestari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Medan  
Imnadir, [imnadir2009@gmail.com](mailto:imnadir2009@gmail.com)

Received: Maret 2022; Accepted: Mei 2022; Published: Juli 2022

DOI : <https://doi.org/10.30649/je.v4i1.82>

## Abstrak

Ada dua hal yang menjadi latar belakang dari penelitian ini, yaitu berkaitan dengan membimbing mahasiswa dalam perancangan tugas akhir serta menyiapkan mahasiswa agar mampu memiliki pengetahuan yang secara langsung berkaitan dengan kendali proses diindustri berbasis PLC. Di Industri peralatan pengisian cairan kedalam botol secara otomatis telah lama beroperasi. Permasalahannya adalah bagaimana menyiapkan mahasiswa agar bisa menciptakan industri rumah tangga sebagai objek pekerjaan setelah tamat perkuliahan yaitu bagaimana pengendalian level air dalam tangki menggunakan satu sensor water level serta merancang program pengisian cairan kedalam botol ukuran 300ml secara otomatis berbasis PLC OMRON CP1E. Merancang alat pengisian botol otomatis berbasis PLC sebagai pengendali sistem dilengkapi dengan konveyor berfungsi membawa botol untuk pengisian air, pompa air untuk memompa keluar air dari tangki kedalam botol, modul relay sebagai switching mengaktifkan output yang bertegangan AC atau DC, menggunakan sensor proximity sebagai pendeteksi adanya botol dengan jenis volume 300 mL berfungsi untuk mengaktifkan pompa. Alat ini melakukan pengisian otomatis berdasarkan ladder program yang dibuat pada PLC, dengan menjalankan ladder program pada PLC sistem akan menghidupkan conveyor, kemudian botol dibawa sampai ketempat sensor proximity, sensor akan mendeteksi adanya botol dan sistem akan mematikan conveyor dan pompa mulai mengisi botol dengan air berdasarkan dengan waktu yang sudah dibuat. Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu yang digunakan pada saat pengisian yaitu 5,5 detik dan volume air yang terisi sebanyak 297 mL.

**Kata kunci:** PLC, pengisian botol, Sensor proximity, motor pompa

## Abstract

*There are two things that become the background of this research, which are related to guiding students in designing the final project and preparing students to be able to have knowledge that is directly related to PLC-based industrial process control. In the industry, automatic bottle filling equipment has been in operation for a long time. The problem is how to prepare students to be able to create a home industry as an object of work after graduating, namely how to control the water level in the tank using a water level sensor and design a program for filling liquid into 300 ml bottles automatically based on PLC OMRON CP1E. Designing a PLC-based automatic bottle filling device as a system controller equipped with a conveyor that functions to carry bottles for filling water, a water pump to pump water out of the tank into a bottle, a relay module as a switching activating AC or DC voltage output,*



*using a proximity sensor to detect the presence of bottles. with a volume type of 300 mL serves to activate the pump. This tool performs automatic filling based on the ladder program created on the PLC, by running the ladder program on the PLC the system will turn on the conveyor, then the bottle is brought to the proximity sensor, the sensor will detect the presence of a bottle and the system will turn off the conveyor and the pump starts filling the bottle with water based on with the time that has been made. From the results of the tests and analyzes that have been carried out, it can be concluded that the time used for charging is 5.5 seconds and the volume of water filled is 297 mL.*

**Key words:** PLC, bottle filling, Proximity sensor, pump motor

## I. PENDAHULUAN

Salah satu yang mendukung perkembangan Industri adalah dengan muncul dan semakin berkembangnya sistem otomasi Industri yang telah lama hadir di dunia, otomasi yang berarti mengubah sesuatu dari sebelumnya manual menjadi otomatis jelas sangat memberikan dampak yang sangat besar terhadap perindustrian di seluruh dunia [1]. Berbagai Industri yang memproduksi berbagai macam produk telah beralih untuk menggunakan sistem otomasi karena memberikan hasil yang jauh lebih baik juga lebih mudah pengontrolannya. Misalnya saja otomatisasi pengisian botol air minum di industri sesuai dengan Gambar 1 [2].



**Gambar 1.** Contoh pengisian minuman di industry [2]

Penggunaan Programmable Logic Controller (PLC) sebagai pengendali pengisian cairan ke dalam botol digunakan karena PLC mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan jenis pengendali lain, antara lain mudah dalam melakukan instalasi, mudah dalam pengembangan dan

modifikasi sistem, mudah dalam melakukan pemograman, terdapat fungsi diagnostic dalam PLC sehingga mudah dan cepat dalam pendeteksian kesalahan, serta mudah dalam pendeteksian kesalahan,serta mudah dalam merubah urutan proses atau operasional sistem [3].

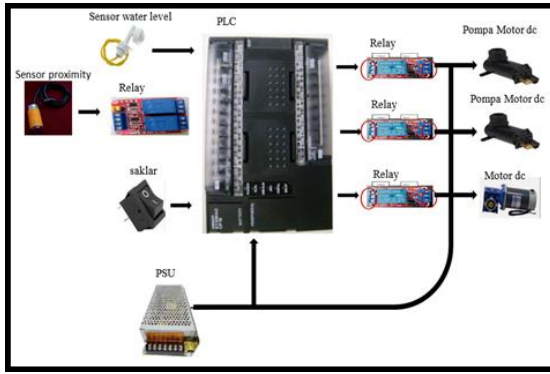
Untuk itu penulis merancang sebuah sistem yang dapat membantu pekerjaan manusia dibidang industri berjudul “Kendali Proses Pengisian Tangki Air dan Botol Minuman Otomatis Menggunakan PLC.

## II. METODE PENELITIAN

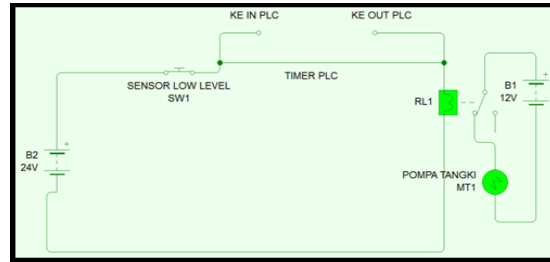
### A. Perancangan Hardware

Diagram schematic elektronik berikut menunjukan sejumlah komponen utama yang diperlukan untuk perancangan tugas akhir yaitu terdiri bagian berikut; tombol start, proximity sebagai komponen input. Komponen pengendali adalah PLC, kemudian komponen otput adalah pompa, motor conveyor, serta lampu indikator.

Diagram Schematic System elektronik pengisian dan kendali tangki air dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan perancangan listrik digunakan untuk mengetahui pin input dan output komponen yang terhubung ke PLC. Gambar 3 menunjukkan *wiring diagram* rangkaian PLC.

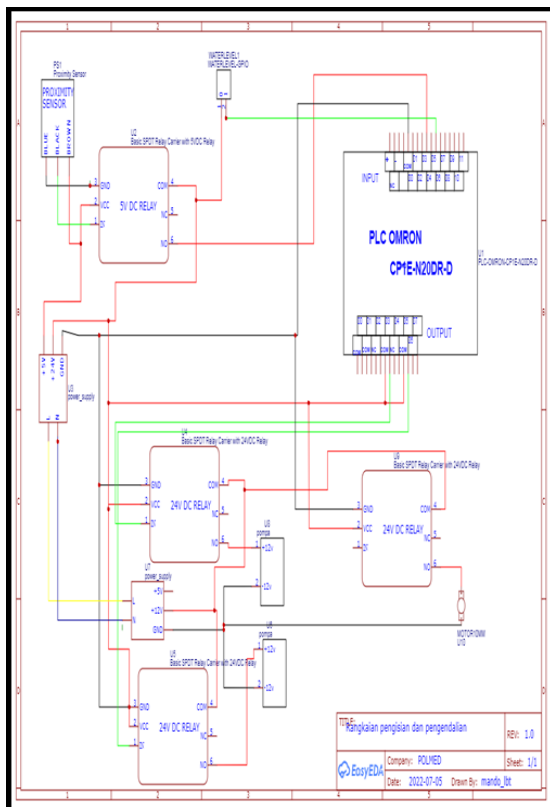


**Gambar 2.** Diagram schematic system elektronik



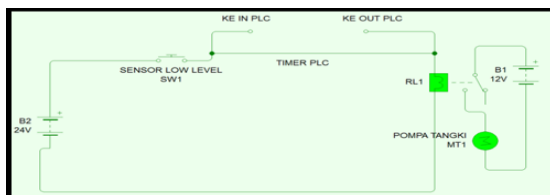
**Gambar 5.** Rangkaian pengendalian level tangki air kondisi berjalan

Pengujian rangkaian pengendalian pengisian cairan kedalam botol.

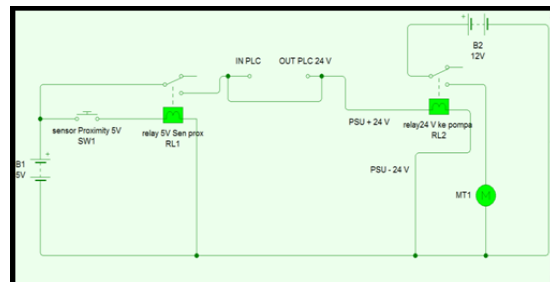


**Gambar 3.** Wiring diagram PLC pengisian botol

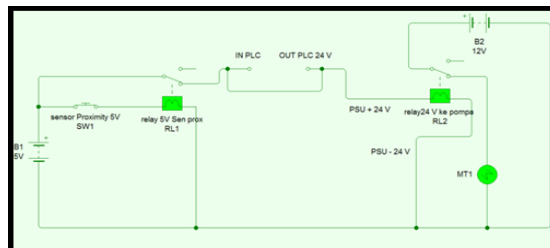
Perancangan rangkaian pengendalian level tangki air.



**Gambar 4.** Rangkaian pengendalian tangki kondisi Normal



**Gambar 6.** Rangkaian kondisi normal



**Gambar 7.** Rangkaian ketika dijalankan

## B. Perancangan Software

Sebelum merancang program terlebih dahulu ditetapkan pengalaman Input output (addressing). Pengalaman pada PLC ini berguna untuk memudahkan dalam pemrograman. Pengalaman pada perancangan dirancang sebagai berikut:

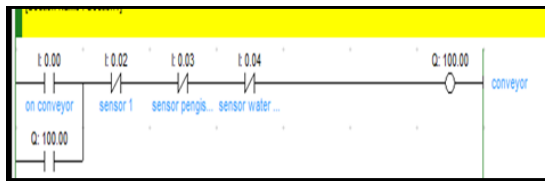
**Tabel 1.** Pengalaman pada input PLC

Port masukan PLC	Keterangan	Alamat Program
Port 1.00	ON/OFF Saklar	I0.0 0
Port 1.03	Sensor Proximity	I0.0 3

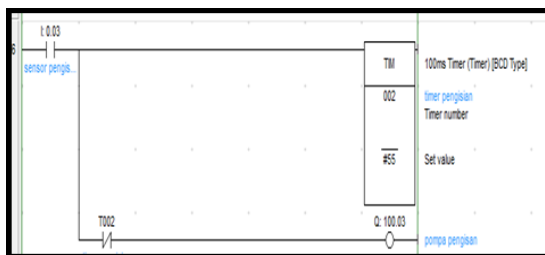
**Tabel 2.** Pengalamatan pada output PLC

Port keluaran PLC	Keterangan	Alamat Program
Port 1.00	Conveyor	Q: 100.00
Port 1.03	Pompa On	Q: 100.01

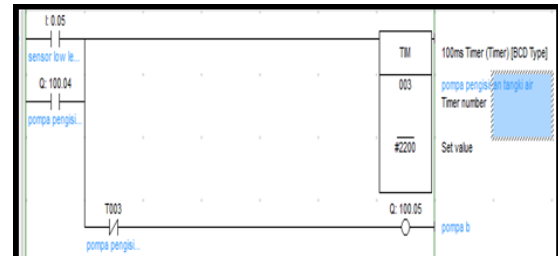
Program CX – Programmer untuk menggerakkan conveyor. Saklar conveyor terhubung ke I0.00 pada input PLC, Saklar yang digunakan menggunakan prinsip self locking. Ketika saklar diberikan logika high dengan cara menekan tombol saklar, maka akan mengaktifkan instruksi timer untuk memberikan delay ke conveyor dengan alamat Q: 100.00 selama satu detik. Sensor proximity terhubung secara AND dengan Instruksi Timer NC Sensor proximity dan coil relay 10.00. Ketika sensor proximity mendeteksi adanya botol maka sensor proximity normally close akan aktif, sehingga conveyor dalam keadaan off.

**Gambar 8.** Ladder diagram untuk menggerakkan conveyor

Program CX-Programmer untuk kendali pengisian botol. Ketika sensor proximity dengan alamat input I0.04 mendeteksi botol air minum, maka secara otomatis conveyor akan off dan pada saat itu juga pompa motor dc akan on selama 5,5 detik.

**Gambar 9.** Ladder diagram kendali pengisian botol

Program CX-Programmer untuk kendali level tangki air. Ketika sensor proximity dengan alamat input I0.05 mendeteksi air pada sensor low, maka secara otomatis pompa motor dc akan on selama 220 detik.







**Gambar 10.** Ladder diagram kendali level tangki air

### C. Pengujian Modul Penelitian





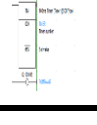

Modul penelitian pengisian botol air minum yang diujikan dilengkapi panel control yang didalamnya terdapat PLC, Relay, HMI, serta Power Supplay. Perancangan modul didasarkan kepada proses pengisian botol yang sudah ada di industri.

Pengujian kendali otomatis pengemasan botol air minum ke dalam botol menggunakan PLC Omron CP1E. Setelah semua proses persiapan perangkat keras pada rangkaian yang terhubung antara input dan output terhadap PLC dan setelah perancangan pemograman PLC menggunakan software CX-Programmer. Untuk melakukan pengujian alat, coding program ladder di upload ke PLC menggunakan kabel RS232. Setelah terupload maka alat dapat berjalan dan dideteksi melalui CX-Programmer secara realtime sesuai dengan proses kerja dari alat mekanisnya. Secara keseluruhan pengujian alat ini dilakukan secara berulang-ulang untuk mendapat hasil pengisian yang sempurna dengan menganalisis hasil data pada program ladder timer. Hasil dari ladder timer sangat mempengaruhi hasil kerja dari pengisian botol air minum.

**Tabel 3.** Hasil pengujian pengisian tangki

No	Ladder	Waktu (Detik)	Sistem Uji	Vol.ml
1		10		525
2		30		1575
3		50		2625

**Tabel 4.** Hasil Pengujian pengisian cairan kedalam botol

No	Ladder	Waktu (Detik)	Sistem Uji	Vol.ml
1		3		157
2		4		210
3		5,5		300

**Gambar 11.** Pengisian cairan kedalam botol

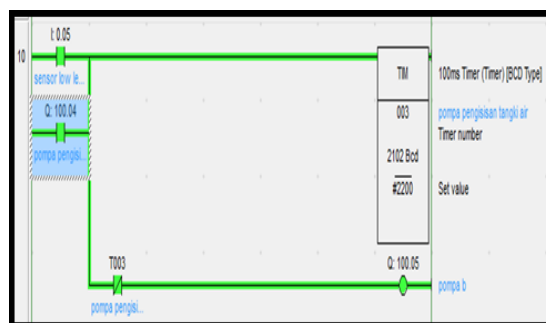
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengujian Pengendalian Level Air Pada Tangki

Hasil pengujian pengendalian level air pada tangki menggunakan sensor water level liquid dilakukan terlebih dahulu dengan mengisi tangki air pada batas low sensor dengan manual.sesuai dengan gambar berikut:

**Gambar 12.** Kondisi tangki air pada saat low

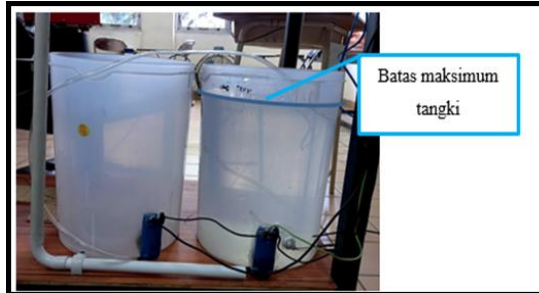
Setelah tangki air dalam kondisi low, maka program ladder dijalankan agar pompa pengisian tangki air bekerja mengisi tangki air dalam waktu yang telah ditentukan, sesuai dengan gambar berikut:

**Gambar 13.** Program ladder untuk mengisi air dalam tangki

Pada gambar di atas, jika saklar (I:0.05) ditekan maka I:0.05 akan aktif atau berlogika high, sehingga TIM 003 akan menyala selama 2200ms (220 detik) untuk memberikan delay pengisian terhadap



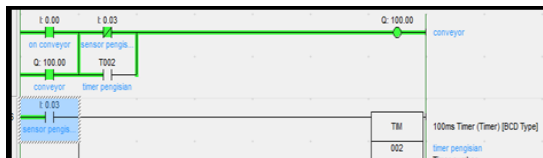
tangki air agar penuh. Setelah timer di TIM 003 telah habis maka NC T003 akan berubah menjadi NO (off), dalam keadaan ini tangki air telah berada pada kondisi maksimum, sesuai dengan gambar berikut:



**Gambar 14.** Kondisi tangki air pada saat maksimum

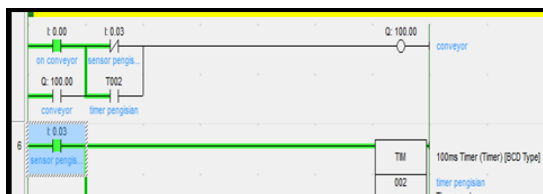
### B. Hasil Pengujian Gerak Botol Dengan Conveyor Menggunakan Sensor Proximity

Berdasarkan gambar diatas, posisi botol air minum yang sebelumnya berada di depan actuator sekarang pindah posisi ke proses pengisian karena adanya gerak conveyor setelah saklar ditekan ON.



**Gambar 15.** Ladder diagram, sensor proximity sebelum mendeteksi botol

Conveyor masih dalam kondisi ON sampai botol terdeteksi oleh sensor proximity dengan kode I:0.03.



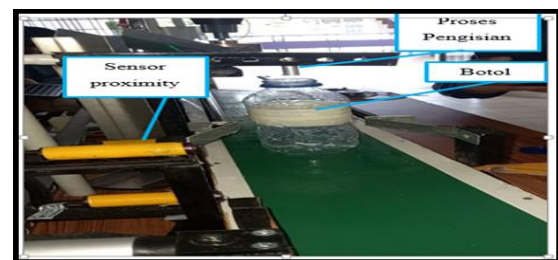
**Gambar 16.** Ladder diagram, sensor proximity mendeteksi botol

Setelah botol air terdeteksi oleh sensor proximity yang ada di proses pengisian, maka kontak NO I:0.03 akan

ON dan kontak NC I:0.03 akan berubah menjadi high (terputus) sehingga conveyor dalam kondisi OFF.

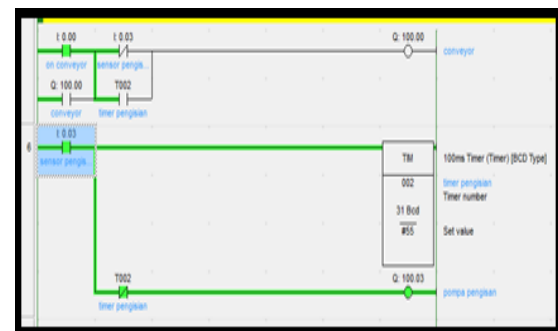
### C. Hasil Pengujian Pengisian Cairan Kedalam Botol

Hasil pengujian pengisian cairan ke dalam botol menggunakan sensor proximity untuk mendeteksi ada nya botol kemudian memberhentikan conveyor tepat pada proses pengisian dan telah dilakukan pada pengujian gerak conveyor. posisi botol saat ini berada pada proses pengisian sesuai dengan gambar berikut:



**Gambar 17.** Posisi botol pada proses pengisian

Berdasarkan pada gambar sebelumnya botol sekarang sudah berada tepat pada proses pengisian, maka proses pengisian mulai berjalan seperti pada ladder program dibawah ini:

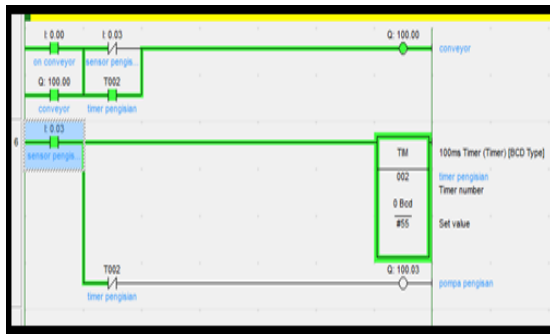


**Gambar 18.** Ladder diagram ketika pengisian botol

Setelah botol air terdeteksi oleh sensor proximity yang ada di proses pengisian dengan kode I:0.03 (ON), maka conveyor akan OFF(O:100.00).

Pada saat itu juga TIM 002 akan mulai menghitung waktu mundur sesuai

dengan waktu yg diprogram dan pompa motor DC (O:100.03) akan ON sesuai dengan waktu yang ada pada TIM 002.



**Gambar 19.** Ladder diagram ketika botol selesai diisi

Setelah waktu TIM 002 habis maka secara otomatis kontak NC dengan kode T002 akan berubah high(terputus). pada saat itu juga pompa motor dc (O:100.03) akan OFF, kemudian kontak NO kode T002 akan berubah menjadi high sehingga Conveyor kode 100.00 kembali ON.

#### D. Waktu Pengisian Tangki Saat Sensor Water Level Low Mendeteksi

Dalam analisa alat yang dilakukan secara langsung, jarak antara dasar tangki dengan tempat hisap pompa pengisian botol memiliki jarak  $\pm 4$  cm dan air yang harus tersedia pada batas low tangki sebanyak  $\pm 1500$  ml.

Pada alat pengendalian tangki air harus menggunakan waktu pada saat pengisian karena jika tidak menggunakan timer maka pompa motor dc akan on terus mengisi tangki sampai melebihi batas maksimal tangki air, oleh sebab itu dilakukan pengujian berulang menggunakan timer pada ladder program. maka sangat diperlukan pengujian timer secara berulang menggunakan waktu yang berbeda beda.

Dari analisa pengujian timer pengisian tangki, diperoleh tabel pengujian sebagai berikut.

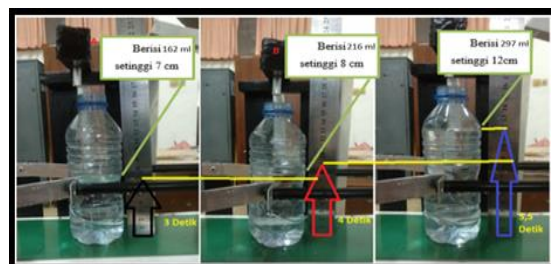
**Tabel 5.** Pengujian Pengisian Tangki Air

No	Tegangan pompa saat ON	Waktu pengisian	Vol. air yg terisi
1	12 V	10 detik	550 ml
2	12 V	30 detik	1650 ml
3	12 V	50 detik	2750 ml
4	12 V	100 detik	5500 ml
5	12 V	150 detik	8250 ml
6	12 V	200 detik	11000 ml
7	12 V	220 detik	12100 ml

Dari pengujian tabel diatas, maka didapatkan hasil bahwa motor pompa dc membutuhkan waktu  $\pm 220$  detik untuk kembali mengisi air di dalam tangki samapai ke kondisi maksimum dan sesuai dengan tabel pengujian volume air yg diisi sampe ke kondisi maksimum tangki yaitu 12100 ml.

#### E. Pengisian Air Kedalam Botol

Dalam analisa alat yang dilakukan secara langsung, ukuran botol yg digunakan memiliki volume 300ml dengan diameter botol 5,5cm dan tinggi botol 16 cm. Pada alat ini pengisian cairan kedalam botol menggunakan waktu yang telah di program, maka dari itu untuk mendapatkan waktu yang tepat dan sesuai pada pengisian cairan kedalam botol ukuran 300ml membutuhkan banyak pengujian dan percobaan, berikut lampiran data pada saat pengujian.



**Gambar 20.** Hasil pengujian percobaan pengisian cairan kedalam botol

Adapun untuk menentukan kondisi persen volume yang terisi kedalam botol dan Pompa motor dc yang digunakan memiliki debit air 54 mL/ detik, berikut perhitungan persen. Rumus umum menghitung persen :

$$\% = \frac{\text{jumlah bagian}}{\text{jumlah keseluruhan}} \times 100 \quad (1)$$

Pada pengujian pertama menggunakan waktu 2 detik, volume air yang terisi 108 mL dan volume keseluruhan adalah 300 mL, maka :

$$\begin{aligned} \% &= \frac{108}{300} \times 100 \\ &= 0,36 \times 100 \\ &= 36\% \end{aligned}$$

Berdasarkan data hasil percobaan pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa timer sangat mempengaruhi volume air yang di isi kedalam botol. Ketika timer pada ladder diagram diberi 2 detik, maka volume air di dalam botol 108 ml. Apabila timer yang di berikan pada ladder diagram semakin besar maka volume air di dalam botol semakin tinggi. Hasil percobaan ini menunjukkan adanya perbandingan lurus antara waktu dengan volume air yang terisi di dalam botol.

Pada penelitian ini, timer yang digunakan si penulis disesuaikan dengan volume botol. Ukuran botol yang digunakan adalah 300 ml. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan timer yang digunakan pada tugas akhir ini adalah 5,5 detik dengan tegangan 12 VDC pada pompa dan air yang terisi kedalam botol 297 ml (tidak terisi penuh).

**Tabel 6.** Pengujian Pengisian Cairan Kedalam Botol

Percobaan	Waktu	Volume	Kondisi botol terisi
Percobaan 1	2 detik	108 ml	36%
Percobaan 2	3 detik	162ml	54%
Percobaan 3	4 detik	216 ml	73%
Percobaan 4	5 detik	265 ml	88,3%
Percobaan 5	5,2 detik	280 ml	93,3%
Percobaan 6	5,3 detik	286,2ml	95,4%
Percobaan 7	5,4 detik	290 ml	96,6%
Percobaan 8	5,5 detik	297 ml	99%
Percobaan 9	5,53 detik	298,62 ml	99,54%
Percobaan 10	5,55 detik	299,7 ml	99,9%
Percobaan 11	5,56 detik	300,24 ml	100,08 %
Percobaan 12	5,6 detik	305 ml	101,6%
Percobaan 13	5,7 detik	307,8 ml	102,6%

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari kendali otomatis pengisian cairan kedalam botol berbasis PLC Omron CP1E, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

- Pada pengujian kendali level air pada tangki menggunakan satu sensor water level yang dilakukan bahwa pengendalian menggunakan satu sensor berhasil memberikan masukan kepada terhadap PLC sesuai dengan kondisi pada saat minimum tangki.
- Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu yang digunakan pada saat pengisian



yaitu 5,5 detik dan volume air yang terisi sebanyak 297 mL, adapun tegangan pada pompa pada saat pengisian adalah 12 VDC. Karena pada saat pengisian 5,5 detik dan volume air yang terisi sebanyak 297 mL.

## V. RUJUKAN

- [1] Rumalutur, S., & Allo, S. L., “Sistem Kontrol Otomatis Pengisian Cairan Dan Penutup Botol Menggunakan Arduino Uno Rev 1.3,” *Electro Luceat*, Vol. 5, No. 1, Hal. 23-34, 2019.
- [2] Chaerunnisa, I., Mulia, S. B., & Eriyadi, M., “Aplikasi PLC Pada Alat Pengisian Air Minum Otomatis,” *Jurnal Elektra*, Vol. 3, No. 2, Hal. 61-68, 2018.
- [3] Widiastuti, O. & Adi, K., “*Perancangan dan Implementasi Sistem Pengisian Air Berbasis Programmable Logic Control (PLC) Omron CPM2A*,” Semarang : Universitas Diponegoro, 2014 (Disertasi).