

Rancang Bangun Trainer Modul Praktikum Programmable Logic Controller Berbasis Outseal PLC Mega V.3 Standar PP

Susi Susanti Gea¹, Pratolo Rahardjo², I Putu Elba Duta Nugraha³

[Submission: 05-11-2023, Accepted: 18-12-2023]

Abstract— The aim of this research is to design and build a learning trainer using the Outseal Mega V.3 Standard PP PLC board to support the practical in the Programmable Logic Controller + Lab course. The method used in this research is divided into three stages, such as including system design, hardware design, and software design. Testing the practical module of Programmable Logic Controller + Lab consists of three experiments, such as basic operation of Outseal PLC, logic gates, and bell quiz. Based on the result, it can be concluded that the 3 test experiments can be declared successful because the standard Outseal Mega V.3 PLC can be controlled to receive, send, and store data.

Keyword— Learning PLC Trainer; Outseal PLC Mega V.3 Standard PP; Module Practicum.

Intisari— Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah *trainer* pembelajaran dengan menggunakan *board* Outseal PLC Mega V.3 Standar PP, untuk mendukung praktikum pada mata kuliah *Programmable Logic Controller + Lab*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu perancangan sistem, perancangan perangkat keras (*hardware*), dan perancangan perangkat lunak (*software*). Pengujian modul praktikum *Programmable Logic Controller + Lab* terdiri dari 3 percobaan, yaitu; pengoperasian dasar *outseal* PLC, gerbang logika, dan *bell quiz*. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa 3 percobaan pengujian dapat dinyatakan berhasil karena *outseal* PLC mega v.3 standar dapat melakukan pengendalian untuk menerima, mengirim, dan menyimpan data.

Kata Kunci— Trainer Pembelajaran PLC; PLC Outseal Mega V.3 Standar; Modul Praktikum.

I. PENDAHULUAN

Bidang industri memiliki peran yang sangat besar dalam menunjang kehidupan manusia. Industri kerap memanfaatkan teknologi untuk memenuhi kebutuhan manusia yang semakin meningkat, mulai dari kebutuhan akan sistem kendali hingga keamanan dan kualitas produk [1]. Dengan penerapan teknologi yang tepat, maka akan mendapatkan suatu keuntungan dan kemudahan bagi individu tersebut [2].

PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan salah satu teknologi sistem kendali yang mampu melakukan pengendalian secara diskrit dan analog. PLC tidak hanya

diaplikasikan pada bidang industri, tetapi PLC juga telah banyak diaplikasikan di berbagai bidang seperti bidang otomotif, fasilitas umum, hingga fasilitas di dunia pendidikan dalam bentuk kurikulum pembelajaran [3]. Melihat pentingnya pembelajaran sistem kendali *programmable logic controller*, Universitas Udayana juga mengambil peran penting dengan mengadakan mata kuliah *Programmable Logic Controller + Lab* khususnya bagi mahasiswa Teknik Elektro, Kendali, dan Robotika, Universitas Udayana seperti yang tertuang dalam Pedoman Akademik Program Studi Teknik Elektro Universitas Udayana 2020-2025.

Oleh karena itu, peneliti bertujuan untuk merancang dan membangun modul praktikum *Programmable Logic Controller* berbasis *Outseal* PLC, dengan menggunakan *outseal* PLC sebagai pengendali utama, serta variasi *input* dan *output*, guna mendukung kurikulum pembelajaran *Programmable Logic Controller + Lab*.

II. STUDI PUSTAKA

A. *Outseal* PLC (*Programmable Logic Controller*) Mega V.3 Standar PP

Outseal merupakan sebuah *brand* teknologi otomasi karya anak bangsa yang telah mengembangkan PLC (*Programmable Logic Controller*). *Outseal* PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan sebuah perangkat elektronika yang bekerja sebagai pengontrol status logika (status ON atau status OFF).

Outseal PLC dirancang dengan kompatibilitas Arduino dan menggunakan pemrograman visual dalam bentuk *ladder diagram*. Penelitian ini menggunakan *Outseal* PLC Mega V.3 Standar PP, yang menggunakan IC ATmega128A sebagai CPU dan sudah dilengkapi dengan *board* I/O yang mengikuti standar IEC 61131-2 [4]. Gambar 1 merupakan gambar fisik dari *Outseal* PLC Mega V.3 Standar PP yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1: *Outseal* PLC Mega V.3 Standar PP

p-ISSN:1693 – 2951; e-ISSN: 2503-2372

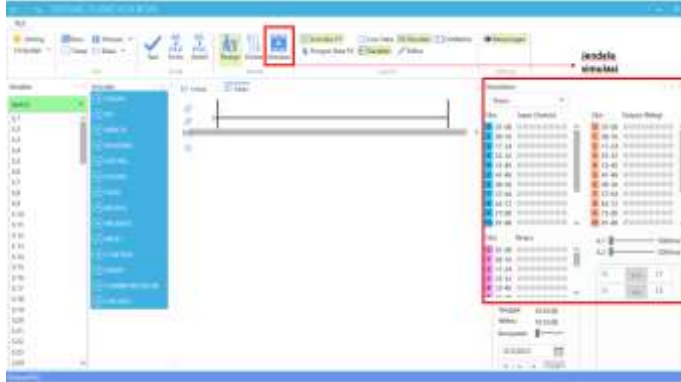


9 772503 237160

^{1, 2, 3} Program Studi, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jl. Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (e-mail: geasusi062@gmail.com, pratolo@unud.ac.id, elba.nugraha@unud.ac.id)

B. Outseal Studio

Outseal studio merupakan perangkat lunak yang berjalan di komputer (PC) dan digunakan untuk memprogram *hardware Outseal PLC* menggunakan *ladder diagram*. *Outseal studio* memiliki jendela simulasi yang dapat digunakan untuk melihat hasil operasi logika *ladder diagram* tanpa harus terhubung dengan *hardware Outseal PLC*. Jendela simulasi pada *Outseal Studio* dapat bekerja secara interaktif dengan *ladder diagram*. Kecepatan transfer data *outseal studio* mampu mencapai *baudrate* 115200bps, [4]. Gambar 2 menunjukkan tata letak *Outseal Studio* yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2: Tata Letak *Outseal Studio*

C. Power Supply

Power supply switching (catu daya) atau yang juga dikenal dengan SMPS (*Switched Mode Power Supply*) adalah sebuah sistem catu daya yang fungsinya mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah. SMPS bekerja pada tegangan AC PLN 220V, dengan frekuensi yang sama dengan sumber PLN yaitu 50Hz [5]. Gambar 3 merupakan gambar fisik dari *power supply* DC 12V yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3: *Power Supply Switching*

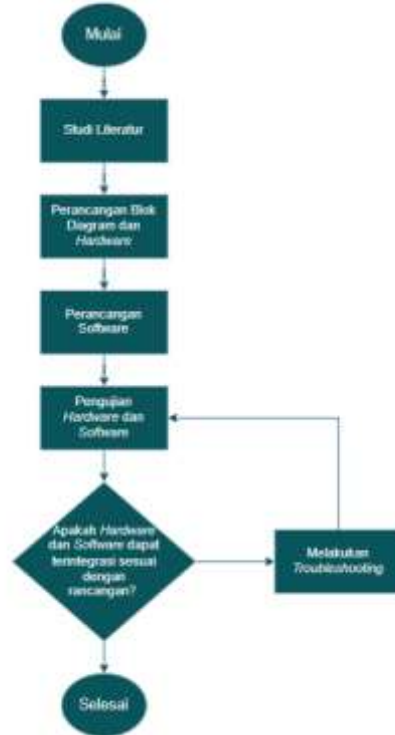
III. METODOLOGI

Penelitian rancang bangun modul praktikum *programmable logic controller* berbasis *outseal PLC* dilaksanakan di Laboratorium Teknik Digital dan Mikroprosesor, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jimbaran, Bali. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2023.

A. Diagram Alir Perancangan Sistem

Diagram alir pada Gambar 4 merupakan tahapan-tahapan perancangan sistem untuk membuat modul praktikum berbasis *outseal PLC*. Perancangan ini memiliki empat tahapan, yaitu

studi literatur, perancangan *hardware*, perancangan *software*, dan pengujian sistem.



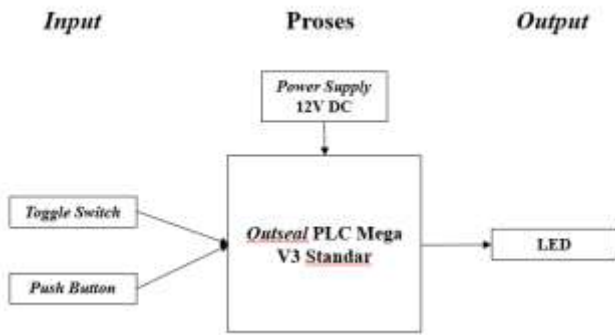
Gambar 4: Diagram Alir Penelitian

Dari Gambar 4 dapat dijelaskan tahap pertama dari penelitian ini adalah studi literatur, pada tahapan ini dilakukan pengumpulan referensi jurnal penelitian sebelumnya dan *datasheet* komponen terkait. Dilanjutkan dengan tahap pembuatan diagram blok setiap percobaan dan perakitan *hardware*, mulai dari desain *trainer* modul, *wiring* komponen, *finishing* produk, hingga *troubleshooting* pada *trainer* modul praktikum. Setelah perakitan *hardware* selesai, dilanjutkan dengan pembuatan *source code* menggunakan *software outseal studio* terhadap setiap percobaan (pengoperasian dasar *outseal PLC*, gerbang logika, dan *bell quiz*). Selanjutnya melakukan pengujian menyeluruh untuk memastikan bahwa *hardware* dan *software* dapat terintegrasi dengan benar dan berjalan seperti yang dirancang.

B. Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* dilakukan untuk mengimplementasikan konsep dasar dan dasar teori yang telah disusun. Pada perancangan *hardware*, dibuat diagram blok yang terbagi menjadi 3 bagian: *input*, proses, dan *output*. Setiap percobaan modul praktikum (pengoperasian dasar *outseal PLC*, gerbang logika, dan *bell quiz*) memiliki diagram blok tersendiri dengan menggunakan *outseal PLC Mega V.3 Standar PP* sebagai pengendali utama.

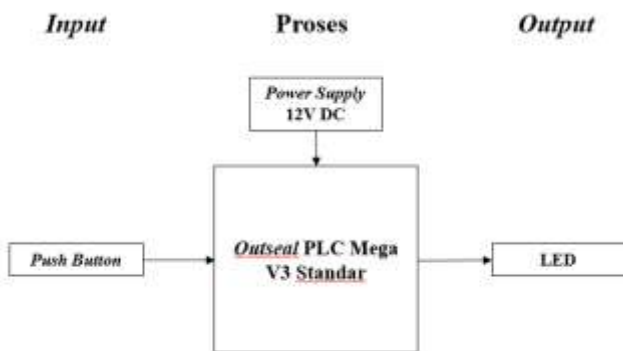
Diagram blok dari percobaan pengoperasian dasar *outseal PLC* dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5: Diagram Blok Pengoperasian Dasar Outseal PLC

Gambar 5 merupakan diagram blok sistem pengoperasian dasar outseal PLC. Sistem ini akan berjalan ketika power supply 12V DC terhubung pada outseal PLC Mega V.3 Standar. Toggle switch dan push button akan melakukan serangkaian instruksi logika lalu menghasilkan output LED berupa menyala atau tidak menyala.

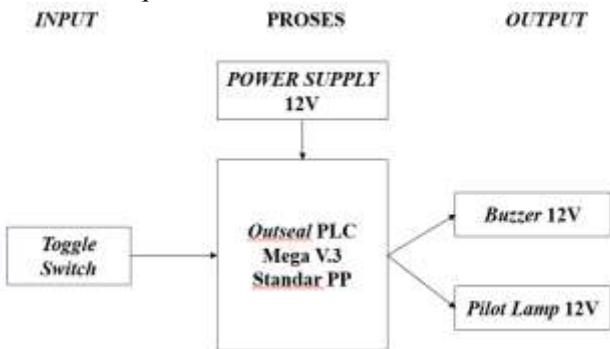
Diagram blok dari percobaan gerbang logika ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6: Diagram Blok Percobaan Gerbang Logika

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa sistem gerbang logika akan berjalan ketika power supply 12V DC dihubungkan pada outseal PLC Mega V.3 Standar, kemudian push button akan melakukan instruksi gerbang logika dan menghasilkan output LED berupa menyala atau tidak menyala sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika.

Gambar 7 dibawah ini merupakan diagram blok dari percobaan bell quiz.



Gambar 7: Diagram Blok Bell Quiz

Susi Susanti Gea: Rancang Bangun Modul Praktikum...

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa sistem bell quiz dapat berjalan jika power supply 12V DC terhubung pada outseal PLC Mega V.3 Standar. Kemudian input (toggle switch) akan melakukan serangkaian instruksi untuk menghasilkan output berupa pilot lamp 12V menyala dan buzzer 12V menyala selama 5 detik.

C. Perancangan Software

Pada penelitian ini, software yang digunakan untuk pembuatan source code berupa serangkaian instruksi logika adalah outseal studio. Instruksi logika yang digunakan dalam penelitian ini adalah normally open, normally closed, output, output latch, output un-latch, output FOF, output FOR, timer on delay (TON), retentive timer on (RTO), counter up (CTU), dan software PWM.

Perancangan software percobaan pengoperasian dasar outseal PLC terbagi menjadi 2 sub-percobaan yaitu sub 1 instruksi Bit dan sub 2 instruksi Timer. Flowchart sub 1 percobaan pengoperasian dasar outseal PLC dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8: Flowchart Sub 1 Percobaan BIT

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa terdapat enam pengujian pada sub 1 percobaan pengoperasian dasar outseal PLC. Langkah pertama dalam pembuatan source code adalah inisialisasi dan deklarasi input dan output kemudian input (toggle switch dan push button) akan bertindak sebagai switching on/off dari pengujian sub 1.

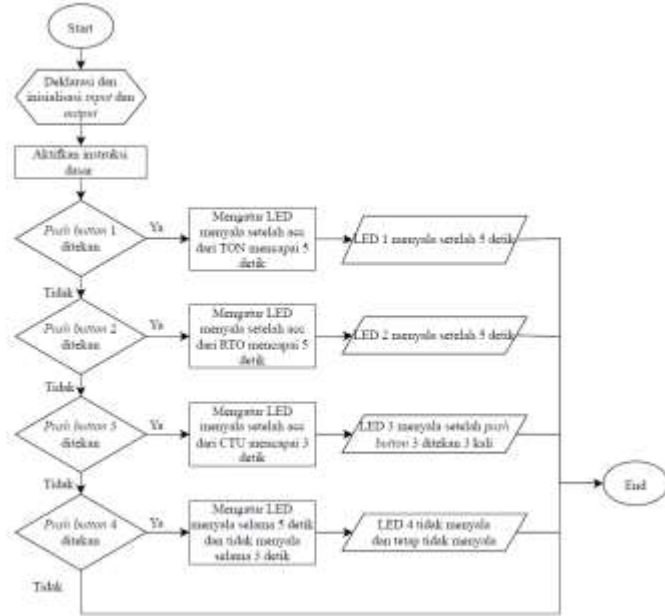
Pengujian pertama diawali dari input toggle switch 1 ON yang mengatur LED menyala. Pengujian kedua akan mengatur LED tidak menyala. Pengujian ketiga mengatur LED akan tetap menyala jika toggle switch 3 OFF. Pengujian ke-empat mengatur LED akan tetap tidak menyala. Pengujian kelima

p-ISSN:1693 – 2951; e-ISSN: 2503-2372



mengatur LED menyala kemudian tidak menyala, dan pengujian ke-enam akan mengatur LED tidak menyala lalu mengatur untuk menyala.

Pada sub 2 percobaan pengoperasian dasar *outseal* PLC terdiri dari empat pengujian dengan menggunakan *push button* sebagai komponen *input* pada *hardware*. Langkah awal dalam pembuatan *source code* adalah inialisasi dan deklarasi *input* dan *output*, lalu *input* akan bertindak sebagai *switching on/off*. *Flowchart* sub 2 percobaan pengoperasian dasar *outseal* PLC dapat ditunjukkan pada Gambar 9.



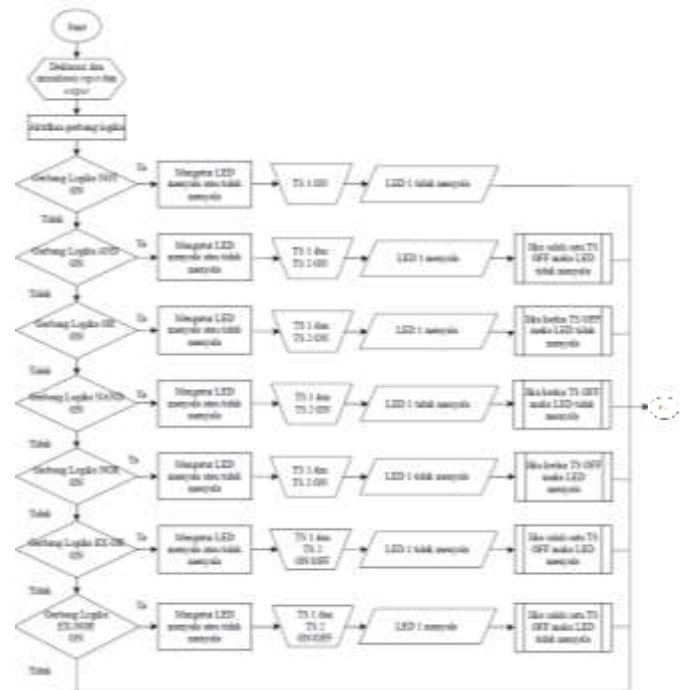
Gambar 9: *Flowchart* Sub 2 Percobaan Timer

Dari Gambar 9 dapat dilihat pengujian pertama dengan *input push button* 1 ON mengatur LED menyala setelah acc TON mencapai 5 detik. Pengujian kedua mengatur LED menyala setelah acc RTO mencapai 5 detik. Pengujian ketiga mengatur LED menyala setelah *input* melakukan pencacahan hingga 3, dan pengujian ke-empat mengatur LED menyala selama 5 detik dan kemudian akan tidak menyala selama 3 detik.

Selanjutnya merupakan *flowchart* dari perancangan *software* percobaan gerbang logika. Pada percobaan gerbang logika terdapat tujuh pengujian diantaranya pengujian gerbang logika NOT, AND, OR, NAND, NOR, EX-OR, dan EX-NOR. Seperti pada pengujian percobaan sebelumnya, langkah pertama pembuatan *source code* adalah inialisasi dan deklarasi *input* dan *output* kemudian *toggle switch* akan bertindak sebagai *switching on/off* untuk mengatur *output*. *Flowchart* gerbang logika dapat ditunjukkan pada Gambar 10.

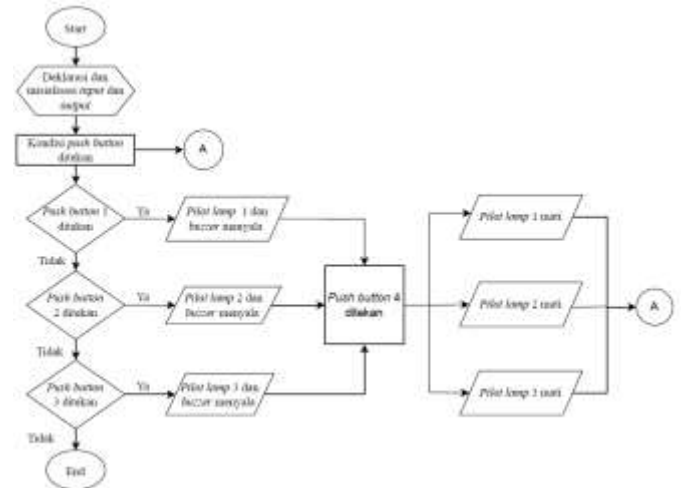
Dari Gambar 10 dapat dilihat, pengujian pertama dengan *input toggle switch* gerbang logika NOT akan mengatur LED tidak menyala. Pengujian kedua gerbang logika AND yang mengatur LED menyala jika *toggle switch* 1 dan 2 berlogika *high*. Pengujian ketiga gerbang logika OR mengatur LED menyala jika *toggle switch* 1 dan 2 berlogika *high*. Pengujian ke-empat gerbang logika NAND akan mengatur LED tidak menyala jika *toggle switch* 1 dan 2 berlogika *high* dan mengatur LED menyala jika *toggle switch* 1 dan 2 berlogika *low*. Pengujian kelima gerbang logika NOR akan mengatur LED tidak menyala jika *toggle switch* 1 dan 2 berlogika *high* dan

mengatur LED menyala jika *toggle switch* 1 dan 2 berlogika *low*. Pengujian ke-enam gerbang logika EX-OR akan mengatur LED menyala jika *toggle switch* 1 berlogika *hibgh* dan *toggle switch* 2 berlogika *low*, pengujian ketujuh gerbang logika EX-NOR akan mengatur LED menyala jika *toggle switch* 1 dan 2 berlogika *high* dan berlogika *low*.



Gambar 10: *Flowchart* Percobaan Gerbang Logika

Gambar 11 dibawah ini merupakan *flowchart* dari percobaan *bell quiz* yang terdiri dari 3 pengujian.



Gambar 11: *Flowchart* Percobaan Bell Quiz

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa terdapat 3 pengujian pada percobaan *bell quiz*. Langkah pertama dalam pembuatan *source code* adalah inialisasi dan deklarasi *input* dan *output* kemudian *push button* akan bertindak sebagai *switching on/off*.

Pengujian pertama dengan *input push button* 1 ON yang mengatur *pilot lamp* 1 dan *buzzer* akan menyala selama 5 detik, kemudian *pilot lamp* 1 akan mati jika *push button* 4 yang berfungsi sebagai tombol reset ON. Pada pengujian kedua dan

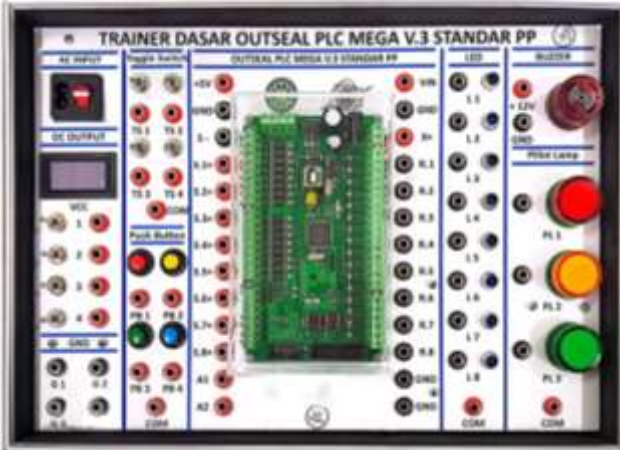
ketiga akan berperilaku sama pada masing-masing *output* pengujian percobaan *bell quiz*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bentuk Fisik Trainer Modul Praktikum

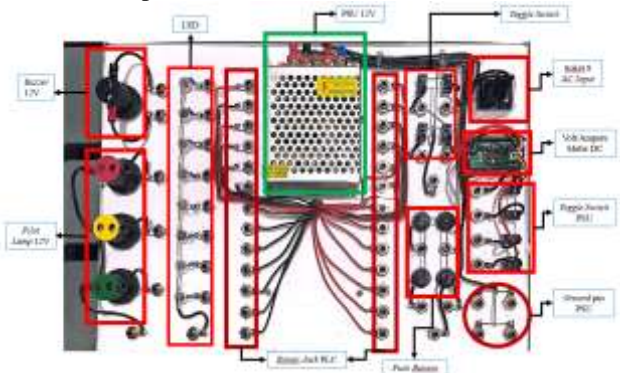
Gambar 12 merupakan bentuk fisik dari tampilan atas *trainer* modul praktikum *programmable logic controller* berbasis *outseal* PLC. *Trainer* ini menggunakan papan akrilik berukuran 36.5 cm x 25.5 cm dengan ketebalan 5mm.

Trainer modul praktikum ini dilengkapi dengan komponen-komponen elektronika yang digunakan untuk pengujian sistem kendali pada modul praktikum berbasis *outseal* PLC. Setiap komponen dilengkapi dengan *banana jack* yang berfungsi untuk memudahkan pengkabelan *jumper* saat melakukan kegiatan praktikum.



Gambar 12: Tampilan Bagian Atas *Trainer* Modul Praktikum PLC Berbasis *Outseal* PLC

Gambar 13 merupakan bentuk fisik tampilan bawah *trainer* modul praktikum *programmable logic controller* berbasis *outseal* PLC. Tampak bawah *trainer* menunjukkan *wiring* komponen-komponen elektronika yang digunakan dalam penelitian ini. Setiap komponen dihubungkan pada *banana jack* kecuali volt/ampere meter.

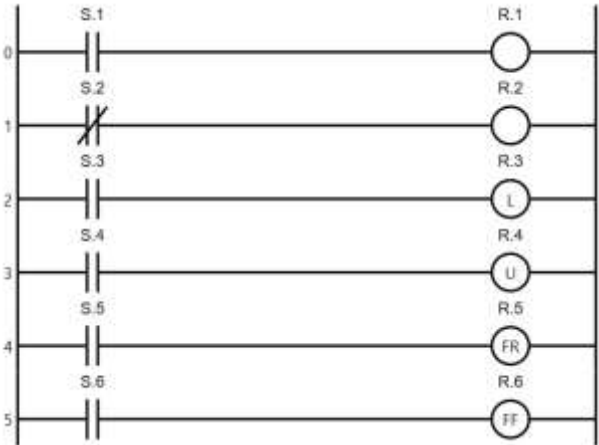


Gambar 13: Tampilan Bagian Bawah *Trainer* Modul Praktikum PLC Berbasis *Outseal* PLC

B. Hasil Pengujian Percobaan Pengopersian Dasar *Outseal* PLC

Susi Susanti Gea: Rancang Bangun Modul Praktikum...

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengkabelan *jumper* pada *trainer* modul praktikum, kemudian mengirim *ladder diagram* terhadap rangkaian *hardware outseal* PLC melalui kabel port USB. Pada percobaan ini terdiri dari 2 sub percobaan yaitu instruksi Bit dan instruksi *Timer*. *Ladder diagram* pengoperasian dasar *outseal* PLC sub 1 dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14: *Ladder Diagram* Percobaan Pengoperasian Dasar *Outseal* PLC Sub 1 (Percobaan Logika BIT)




Gambar 14 merupakan *ladder diagram* dari pengujian pengoperasian dasar *outseal* PLC sub 1 (percobaan BIT). S.1 hingga S.6 merupakan *switch* yang berfungsi sebagai instruksi logika pada *input*, sedangkan R.1 hingga R.6 merupakan *output* berupa LED 1 hingga LED 6 pada rangkaian *hardware*. Pada pengujian ini, logika *input* yang digunakan adalah *normally open* dan *normally close*, sedangkan pada *output* menggunakan beberapa variasi *output*, yaitu *output*, *output latch*, *output unlatch*, *output flip on rising*, dan *output flip on falling*.

Tabel 1 merupakan data hasil pengujian keseluruhan (*hardware* dan *software*) dari percobaan pengoperasian dasar *outseal* PLC sub 1 (percobaan Logika BIT).

TABEL I
HASIL PENGUJIAN PENGOPERASIAN OPERASI DASAR *OUTSEAL* PLC SUB 1 (LOGIKA BIT)

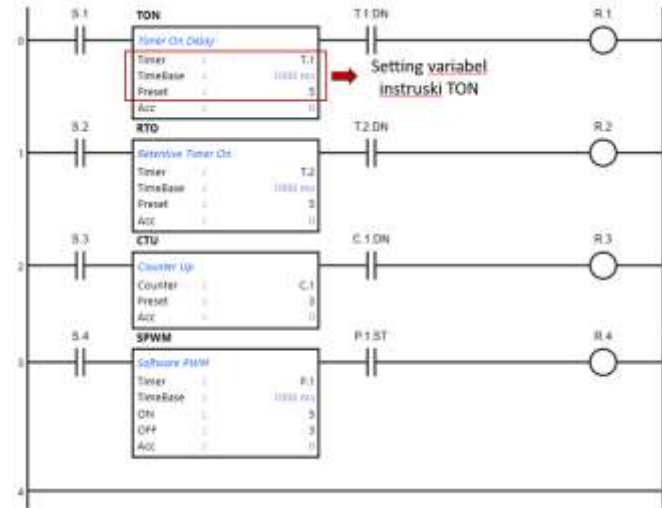
| No. | Input | Output LED | Gambar Pengujian | Keterangan |
|-----|-----------------|------------------|------------------|------------|
| 1 | Toggle Switch 1 | L1 Menyala | | Berhasil |
| 2 | Toggle Switch 2 | L2 Tidak Menyala | | Berhasil |
| 3 | Toggle Switch 3 | L3 Menyala | | Berhasil |



| | | | | |
|---|-----------------|----------------------------|---|----------|
| 4 | Toggle Switch 4 | L4 Tidak Menyala |  | Berhasil |
| 5 | Push Button 1 | L5 Menyala – Tidak Menyala |  | Berhasil |
| 6 | Push Button 2 | L6 Tidak Menyala – Menyala |  | Berhasil |

Dari Tabel I dapat dilihat bahwa keenam pengujian yang dilakukan berhasil terintegrasi dengan baik secara *software* dan *hardware* pada pengujian sub 1 pengoperasian dasar *outseal* PLC yang diujikan.

Gambar 15 merupakan *ladder diagram* dari pengujian pengoperasian dasar *outseal* PLC sub 2 (instruksi *Timer*).

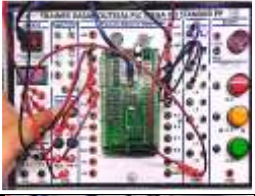





Gambar 15: *Ladder Diagram* Percobaan Pengoperasian Dasar *Outseal* PLC Sub 2 (Percobaan Instruksi *Timer*)

Gambar 15 merupakan *ladder diagram* dari pengujian pengoperasian dasar *outseal* PLC sub 2 (percobaan *Timer*). S.1 hingga S.4 merupakan *switch* yang berfungsi sebagai instruksi logika pada *input* berupa *push button*, sedangkan R.1 hingga R.4 merupakan *output* berupa LED 1 hingga LED 4 pada rangkaian *hardware*. Pada pengujian ini, logika *input* yang digunakan adalah *normally open*, sedangkan pada instruksi menggunakan beberapa variasi, yaitu TON (*Timer On Delay*), RTO (*Retentive Timer On*), CTU (*Counter Up*), dan SPWM (*Software PWM*). Pada setiap instruksi terdapat variabel *time base* yang merupakan pengaturan interval perhitungan, *preset* merupakan nilai target sedangkan ACC merupakan nilai perhitungan mencapai target.

Tabel II merupakan data hasil pengujian keseluruhan (*hardware* dan *software*) dari percobaan pengoperasian dasar *outseal* PLC sub 2 (percobaan instruksi *Timer*).

TABEL II
HASIL PENGUJIAN PENGOPERASIAN OPERASI DASAR *OUTSEAL* PLC SUB 2 (INSTRUKSI *TIMER*)

| No. | Timer | Output LED | Gambar Pengujian | Ket. |
|-----|-------|----------------------------|--|----------|
| 1 | TON | L1 Menyala setelah 5 detik |  | Berhasil |
| 2 | RTO | L2 Menyala setelah 5 detik |  | Berhasil |
| 3 | CTU | L3 Menyala |  | Berhasil |
| 4 | SPWM | L4 Tidak Menyala |  | Berhasil |

Berdasarkan Tabel II dapat dilihat bahwa keempat pengujian yang dilakukan berhasil terintegrasi dengan baik secara *software* dan *hardware*. Setiap pengujian mampu menghasilkan *output* LED menyala sesuai dengan instruksi *timer* yang telah diatur.

C. Hasil Pengujian Gerbang Logika

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengkabelan *jumper* pada *trainer* modul praktikum, kemudian mengirim *ladder diagram* terhadap rangkaian *hardware outseal* PLC melalui kabel port USB.

Tabel III merupakan hasil pengujian gerbang logika NOT, AND, OR, NAND, NOR, EX-OR, dan EX-NOR.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN GERBANG LOGIKA

| No. | Pengujian Gerbang Logika | Output LED | Keterangan |
|-----|--------------------------|---|--|
| 1. | NOT | LED menyala jika <i>input</i> bernilai 1 | Berhasil dan telah sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika NOT |
| 2. | AND | LED menyala jika kedua <i>input</i> bernilai 1 | Berhasil dan telah sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika AND |
| 3. | OR | LED menyala jika salah satu dan kedua <i>input</i> bernilai 1 | Berhasil dan telah sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika OR |
| 4 | NAND | LED menyala jika salah satu dan kedua <i>input</i> bernilai 0 | Berhasil dan telah sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika NAND |

| | | | |
|---|--------|---|--|
| 5 | NOR | LED menyala jika kedua <i>input</i> bernilai 1 | Berhasil dan telah sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika NOR |
| 6 | EX-OR | LED menyala jika salah satu <i>input</i> bernilai 1 | Berhasil dan telah sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika EX-OR |
| 7 | EX-NOR | LED menyala jika kedua <i>input</i> bernilai 1 dan bernilai 0 | Berhasil dan telah sesuai dengan tabel kebenaran gerbang logika EX-NOR |

Dari Tabel III dapat dilihat *code program input* yang digunakan adalah *normally open* dan *normally close* yang berfungsi sebagai instruksi logika dan *output* berfungsi sebagai indikator untuk menunjukkan bahwa instruksi logika benar. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pengujian gerbang logika NOT, AND, OR, NAND, NOR, EX-OR, dan EX-NOR berhasil diintegrasikan dengan baik dan benar serta nilai *output* yang dihasilkan sama dengan tabel kebenaran gerbang logika. Gambar hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran Tabel V.

D. Hasil Pengujian Bell Quiz

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengkabelan *jumper* pada *trainer* modul praktikum, kemudian mengirim *ladder diagram* terhadap rangkaian *hardware outseal PLC* melalui kabel port USB.

Tabel IV merupakan hasil pengujian *bell quiz* yang terdiri dari 3 pengujian.

TABEL IV
 HASIL PENGUJIAN BELL QUIZ

| No. | Pengujian | Output | Ket |
|-----|-----------|---|----------|
| 1. | Kondisi 1 | <i>Pilot lamp</i> 1 menyala dan <i>buzzer</i> bunyi selama 5 detik. | Berhasil |
| 2. | Kondisi 2 | <i>Pilot lamp</i> 2 menyala dan <i>buzzer</i> bunyi selama 5 detik | Berhasil |
| 3. | Kondisi 3 | <i>Pilot lamp</i> 2 menyala dan <i>buzzer</i> bunyi selama 5 detik | Berhasil |

Dari Tabel IV dapat disimpulkan bahwa pengujian percobaan *bell quiz* dengan 3 pengujian berhasil dilakukan dan dapat terintegrasi dengan baik dan benar secara *software* dan *hardware*. Pada kondisi 1 hingga kondisi 3 *pilot lamp* mampu menyala dan *buzzer* berbunyi selama 5 detik. *Output pilot lamp* akan mati ketika *input* yang berfungsi sebagai *reset* berlogika *true*. Gambar hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran Tabel VI.

V. KESIMPULAN

Rancang bangun modul praktikum *programmable logic controller* berbasis *outseal PLC* dapat dibangun dengan mengintegrasikan *hardware* dan *software*, sehingga percobaan pengoperasian dasar *outseal PLC*, gerbang logika, dan *bell quiz* berhasil dilakukan dan layak sebagai modul praktikum untuk mendukung kurikulum pembelajaran *Programmable Logic Controller + Lab Teknik Elektro*, Universitas Udayana.

Outseal PLC Mega V.3 Standar PP yang berfungsi sebagai pengendali utama pada *hardware*, dapat menerima, mengirim, Susi Susanti Gea: Rancang Bangun Modul Praktikum...

dan menyimpan data untuk mengendalikan komponen *input* dan komponen *output* modul praktikum.

Software Outseal Studio yang berfungsi sebagai program *hardware* dapat bekerja dengan baik, mampu mengirim data dengan *baudrate* 115200bps, mampu menunjukkan *running program* secara *software*, serta mampu melakukan simulasi program sebelum *code program* dikirimkan.

Hasil pengujian percobaan pengoperasian dasar *outseal PLC* dinyatakan berhasil karena setiap pengujian mampu menunjukkan fungsi dari setiap instruksi. Mulai dari instruksi bit hingga instruksi *timer*.

Hasil pengujian percobaan gerbang logika dinyatakan berhasil karena *output* dari pengujian gerbang logika NOT, AND, OR, NAND, NOR, EX-OR, dan Ex-NOR sama dengan tabel kebenaran dari masing-masing gerbang logika.

Hasil pengujian percobaan *bell quiz* juga dinyatakan berhasil, karena *output* bekerja sesuai dengan *code program* yang telah dibuat. *Pilot lamp* akan menyala dan disertai dengan *buzzer* yang berbunyi selama 5 detik, ketika *input* diberi logika 1. *Buzzer* akan berhenti jika nilai target telah tercapai sesuai dengan *ladder diagram* instruksi TON.

REFERENSI

- [1] Pratiwi, E. D., & Kurniawan, W. D., "Pengembangan Modul Praktikum PLC Omron CP1E untuk Menunjang Mata Kuliah Instrumen dan Kendali di Jurusan Teknik Mesin UNESA." *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, Volume 10 No. 2, ISSN 2302-5301, 2021
- [2] Rahardjo Pratolo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali." *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol.21, No.1, 2022
- [3] Hidayati, Qory, et al., "Desain model dan Simulasi PLC-Mikrokontroler Sebagai Modul Pembelajaran Berbasis PLC." *Jurnal Teknologi Rekayasa*, vol. 2, no. 2, 2017, pp. 73-74
- [4] Bakhtiar, A. (2020). *Panduan Dasar Outseal PLC*, (Pertama, pp. 6-80). Teknologi Otomasi Karya Anak Bangsa
- [5] Mustafa, Syahrul, et al., "Rancang Bangun media Pembelajaran Trainer PLC." *Joule (Journal of Electrical Engineering)*, vol. 3, no. 2, 2022, pp. 186-191
- [6] Hamzah, Hardi, et al., "Prototype Bel Cerdas Cermat Berbasis Arduino Uno." *SAINTIFIK*, vol. 9, no. 1, 2023, pp. 1-6
- [7] Abdul Hadi, Muhammad, et al., "Rancang Bangun Modul Praktikum Sistem Embedded Berbasis Raspberry Pi (PENGONTROLAN Dasar LED, LED Dot-Matrix, dan Seven Segment Display)." *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 2, 2021, pp. 290-291
- [8] Hasan, Hasan, et al., "Modul Pratikum Kendali Otomasi Industri Dasar Berbasis PLC Outseals." *Jurnal ELIT*, vol. 1, no. 1, 2020, pp. 1-9
- [9] Hasan, Hasan, et al., "Modul Pratikum Kendali Otomasi Industri Dasar Berbasis PLC Outseals." *Jurnal ELIT*, vol. 1, no. 1, 2020, pp. 1-9
- [10] Yudha, F. A. "Rancang Bangun Trainer Otomasi PLC Outseal 16 I/O". *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, Vol. 7, No. 1, 2022, p. 51
- [11] Goeritno, A., & Tirta, S., "Simulator Berbasis PLC Untuk Pengaturan Lalu-Lintas Jalan Raya Pada perlintasan Jalur Kapal". *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, Vol. 4, No. 6, 2020, p. 1007-1016
- [12] Khuluqi, K., "Perancangan dan Pembuatan Trainer-Kit Programmable Logic Controller (PLC) Untuk Media Pembelajaran Sistem Otomasi Industri", 2020
- [13] Nasir, S. F., & Djufri, I. A. (2019). "Perancangan Simulator Logic Controller (PLC) untuk Praktikum." *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, 2019
- [14] Pongoh, D, Wenno, L, Lumentut, J, & ... (2023). "Pengenalan PLC Sebagai Pusat Kontrol dalam Sistem Otomasi Industri." *Journal Central*, Vol. 1, No. 4



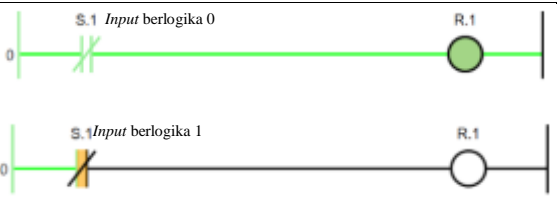
- [15] Henriques, Pedro Paulo, et al., "Rancang Bangun Sensor Jarak Sebagai Alat Bantu Memarkir Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno." *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 17, no. 1, 2018, p. 73
- [16] Violinda, R. S., & Jaya, P. (2022). "Rancang Bangun Sistem Parkir Menggunakan PLC Outseal Berbasis Internet Of Things (IOT)." *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, Vol. 10, No. 3, p. 48
- [17] Triwahyudin, Agus, et al., "Pembacaan Jarak dan Kecepatan Dengan Aruco Marker Pada Sistem Koper Follow Me Beroda." *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 21, no. 1, 2022, p. 98
- [18] Goeritno, A., & Pratama, S. (2020). "Rancang-Bangun Prototipe Sistem Kontrol Berbasis Programmable logic controller Untuk Pengoperasian Miniatur Penyortiran Material." *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, Vol. 16, No. 3
- [19] Amalia, D., Setiyo, S., Saputra, W. ., Martadinata, M. I., Septiani, V., & Rizko, R. (2021). "Pelatihan Programmable Logic Controller Menggunakan Outseal PLC." *Darmabakti: Jurnal Inovasi Pengabdian Dalam Penerbangan*, Vol. 2, No. 1, p.14-21
- [20] Topan, dkk., "Desain Perangkat Praktikum Programmable Logic Controller (PLC) Berbasis Arduino Nano" *DielektriKa*, Volume 10 No. 2, p-ISSN 2086-9487, 2023
- [21] Mugono, dkk., "Rancang Bangun Trainer Kendali Berbasis PLC Mitsubishi FX3U MR di Watussalam Textile" *Jurnal Cahaya Bagaskara*, Volume 6 No. 1, ISSN 2580-90

LAMPIRAN

TABEL V
 GAMBAR HASIL PENGUJIAN GERBANG LOGIKA

No. 1. Pengujian Gerbang Logika

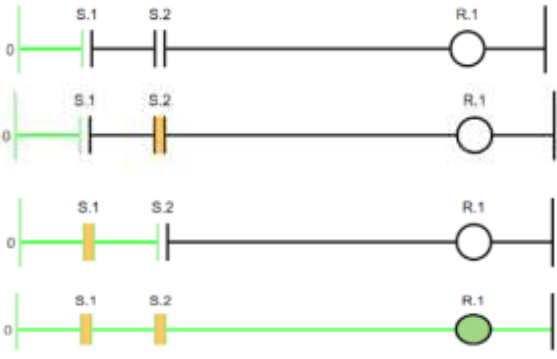
Gerbang Logika NOT



Tabel Kebenaran

| Masukan | Keluaran |
|---------|----------|
| A | Q |
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |


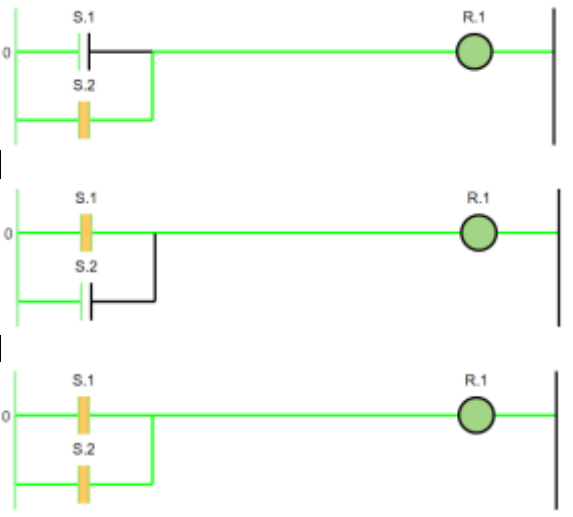
Gerbang Logika AND



Tabel Kebenaran

| Masukan | Keluaran | |
|---------|----------|---|
| A | B | Q |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

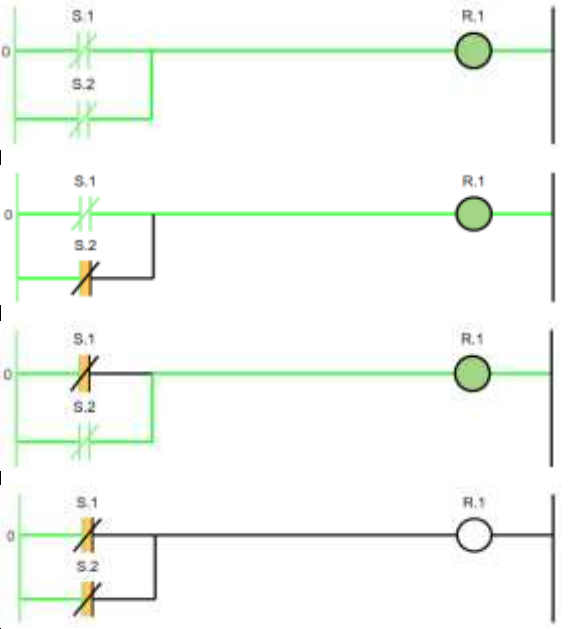
Gerbang Logika OR

Tabel Kebenaran

| Masukan | | Keluaran |
|---------|---|----------|
| A | B | Q |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

Gerbang Logika NAND




| Masukan | | Keluaran |
|---------|---|----------|
| A | B | Q |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Gerbang Logika NOR

5

| Masukan | Keluaran | |
|---------|----------|---|
| A | B | Q |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

Gerbang Logika EX-OR

6

| Masukan | Keluaran | |
|---------|----------|---|
| A | B | Q |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

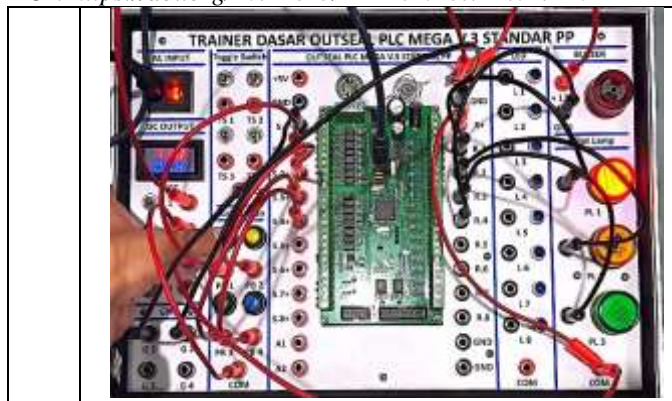
Gerbang Logika EX-NOR

7

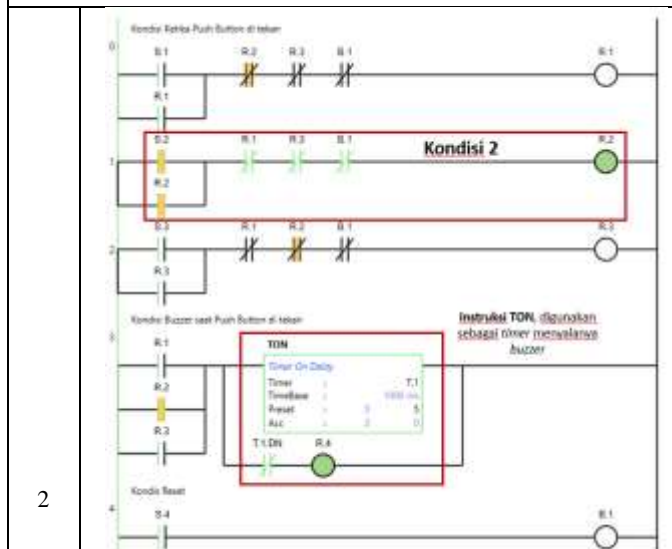
| Masukan | Keluaran | |
|---------|----------|---|
| A | B | Q |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

TABEL VI
GAMBAR HASIL PENGUJIAN BELL QUIZ

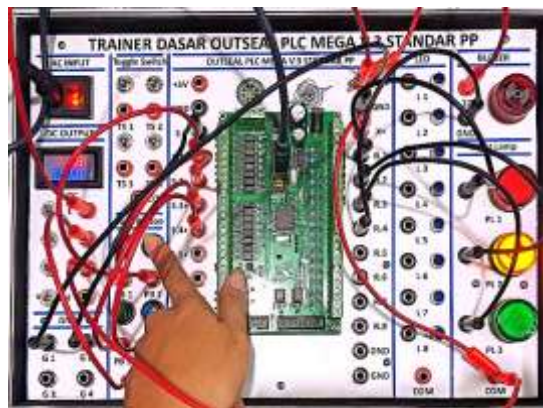
| No. | Pengujian Bell Quiz |
|-----|---------------------|
| | Kondisi 1 |
| 1. | |



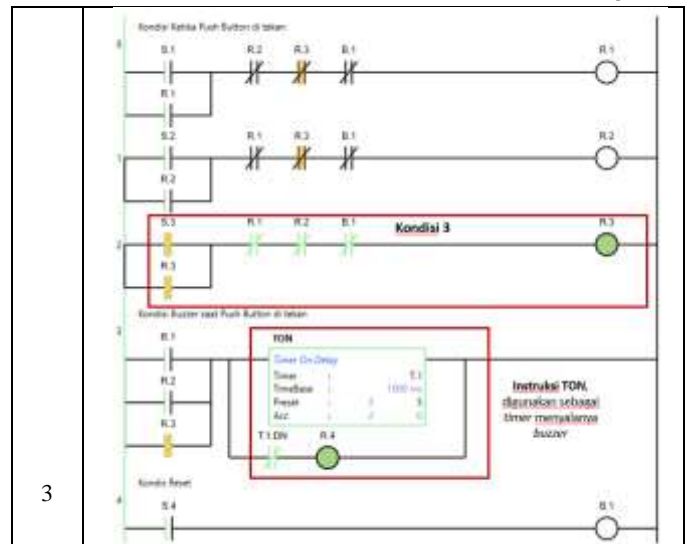
Kondisi 2



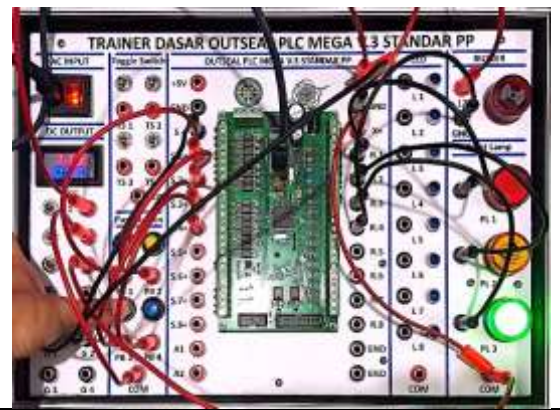
2



Kondisi 3



3



{Halaman ini sengaja dikosongkan }