

## RANCANG BANGUN DAN PEMROGRAMAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32

Elsanda Merita Indrawati<sup>1)</sup>, Kuni Nadliroh<sup>2)</sup>

Universitas Nusantara PGRI Kediri

e-mail: elsanda@unpkediri.ac.id<sup>1)</sup>, kuninadliroh@unpkediri.ac.id<sup>2)</sup>

### ABSTRAK

Pada penelitian ini akan membahas tentang rancang bangun dan pemrograman Programmable Logic Control (PLC) berbasis mikrokontroler ATmega32. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis: (1) rancang bangun Programmable Logic Control (PLC) berbasis mikrokontroler ATmega32; dan (2) Pengujian dan pemrograman Programmable Logic Control (PLC) berbasis mikrokontroler ATmega32. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen, tahapan dalam penelitian yaitu meliputi analisa kebutuhan, desain, perancangan, dan pengujian. Pengujian dilakukan dengan memberikan rangkaian star delta, AND, OR,. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) rancang bangun Programmable Logic Control (PLC) berbasis mikrokontroler ATmega32 terdiri dari 24 vol input digital, 0-5V dan 0-12V input analog, output digital, indicator 24V-5V dan rancang bangun PLC berbasis mikrokontroler ATmega32 memiliki prinsip kerja yang sama dengan PLC buatan pabrik, perbedaan terdapat pada kapasitas memori yang dimiliki dan jumlah input modul. (2) hasil pengujian dan pemrograman PLC dengan rangkaian Star Delta, rangkaian AND dan rangkaian OR menunjukkan kerja rancang bangun dan pemrograman Programmable Logic Control (PLC) berbasis mikrokontroler ATmega32 dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perintah pemrograman .

**Kata Kunci:** pemrograman, PLC berbasis mikrokontroler ATmega32, rancang bangun

### PENDAHULUAN

Programmable Logic Control (PLC) merupakan jantung sistem pengendali atau kontrol yang sering digunakan untuk pengontrolan mesin-mesin produksi yang ada pada dunia industri. PLC sekarang ini telah dijadikan mata pelajaran di SMK jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) dan mata kuliah wajib jurusan Teknik Elektro, hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin berkembangnya teknologi maka penguasaan tentang sistem kendali sangat dibutuhkan karena sistem kendali PLC memiliki peranan yang sangat penting pada kemajuan teknologi terutama pada kemajuan bidang industri.

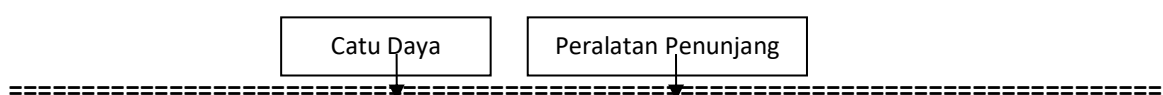
Sistem kerja PLC yaitu dengan menguji sinyal input, kemudian memproses sinyal input dan menghasilkan sinyal output sesuai dengan program yang telah disimpan ke dalam memori. Sistem kendali dengan menggunakan PLC memiliki banyak sekali keuntungan diantaranya, yaitu: (1) sistem kendali menggunakan PLC lebih cepat dibandingkan dengan sistem kendali dengan menggunakan sistem kendali elektromagnetik; (2) pengawatan sistem kendali PLC praktis; (3) perbaikan dan modifikasi sistem kendali dengan PLC yaitu dengan memodifikasi program kendali tanpa harus merubah sistem pengawatan; (4) pemrograman untuk sistem kendali dapat dibuat dengan cepat; dan (5) sistem kendali PLC lebih handal dibandingkan dengan sistem kendali elektromagnetik.

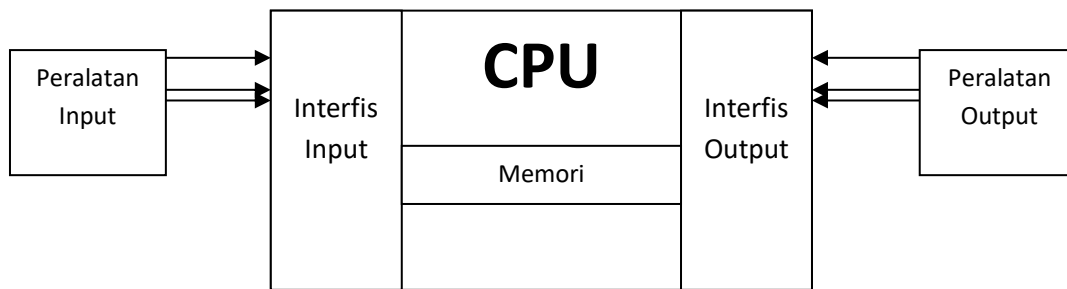
Ada berbagai macam jenis PLC salah satunya yaitu PLC berbasis mikrokontroler ATmega 32. PLC berbasis mikrokontroler sama dengan PLC jenis lainya yaitu terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, modul interface input dan output. Selain itu tujuan digunakan mikrokontroler yaitu dengan mikrokontroler pengembangan aplikasi mudah dan material murah. Pada PLC berbasis mikrokontroler ATmega32 ini pemrograman yaitu menggunakan software komputer LD mikro.

### KAJIAN TEORI

#### Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Control (PLC) merupakan jantung dari sistem kendali yang dapat memonitor sistem melalui sinyal dari peralatan input dan mengendalikan output melalui program logika.



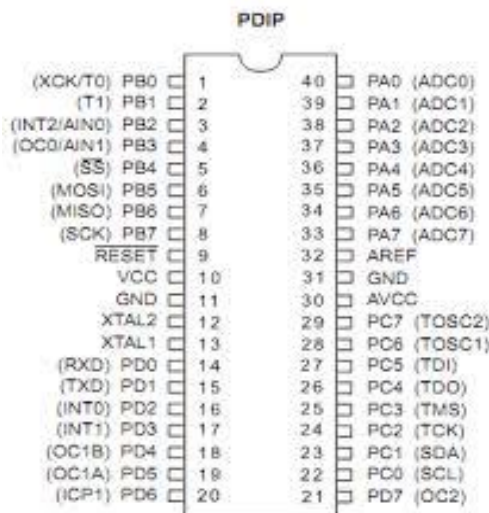


Gambar 1. Diagram Blok PLC

Pada Gambar 1 Digram blok PLC diatas, dapat diketahui PLC terdiri dari beberapa bagian, yaitu (1) peralatan input, berfungsi untuk memberikan sinyal kepada PLC yang diproses pada bagian CCU, selanjutnya digunakan untuk mengendalikan peralatan output; (2) CPU, berfungsi untuk mengatur sistem kerja PLC dengan memproses sinyal input dan sinyal output kemudian menyalurkan pada peralatan output; (3) memori, berfungsi untuk menyimpan sistem operasi atau program untuk mengendalikan PLC; (4) interfis input, berfungsi untuk menyesuaikan sinyal dari peralatan input untuk mengoperasikan sistem; (5) Interfis output, berfungsi untuk menyesuaikan sinyal untuk mengendalikan peralatan output; (6) peralatan output, merupakan peralatan yang berfungsi untuk menerima perintah dari PLC, peralatan output yaitu berupa lampu, motor listrik, dan kontaktor; (7) catu daya, digunakan untuk penyearah dari AC ke DC.

**Mikrokontroler Atmega32**

Mikrokontroler Atmega32 merupakan mikrokontroler yang memiliki kinerja yang tinggi sampai dengan 16 MHz dan 32 pin General Purpose Input Output (GPII) yang dapat diprogram dalam berbagai fungsi yaitu Timer, UART, ADC dan Interrupt. Mikrokontroler Atmega32 memiliki kapasitas penyimpanan sebesar 32KB dengan 40 pin PDIP, 44 lead TQFP dan 44 pad QFN/MLF. Mikrokontroler Atmega32 merupakan terusan dari Mikrokontroler Atmega8 dan mikrokontroler Atmega16. Perbedaan dari masing-masing mikrokontroler ini yaitu terletak pada kapasitas memory flashnya.



Gambar 2. Konfigurasi Mikrokontroler Atmega32

Tabel 1. Fungsi PIN Mikrokontroler Atmega32

| No | PIN | Fungsi |
|----|-----|--------|
|----|-----|--------|

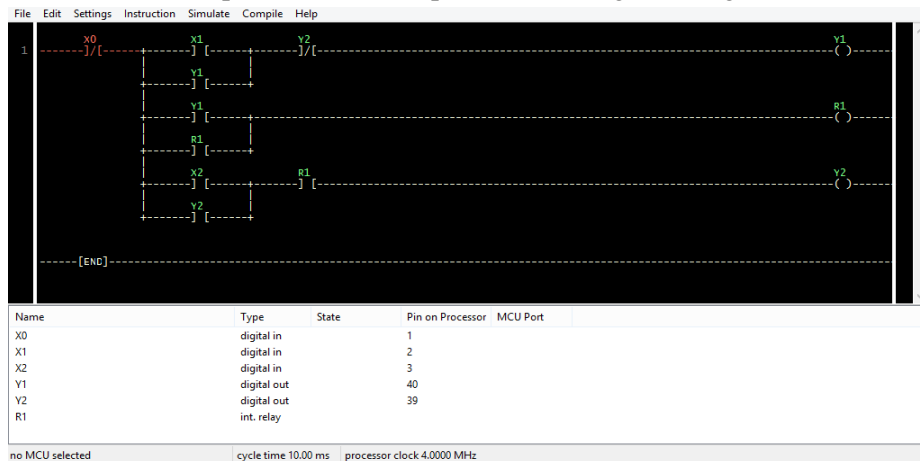
|    |                           |   |
|----|---------------------------|---|
| 1  | Pin 1 - Pin 8 (PB0-PB7)   | Merupakan Bidirectional yang digunakan untuk general purpose dan special fiture<br>PB0 = T0 (Timer Caunter 0 eksternal counter input)<br>PB1 = T0 (Timer Caunter 1 eksternal counter input)<br>PB2 = AIN0 (Analog Comparator Positive Input) dan INT2 (Eksternal Interrupt 2 input)<br>PB3 = AIN1 (Analog Comparator Negative Input) dan OC0 (Timer/Caunter0 Output Compare Match Output)<br>PB4 = SS (SPI Slave Select Input)<br>PB5 = MOSI (SPI Bus Master Output/ Slave Input)<br>PB6 = MISO (SPI Bus Master Input/ / Slave Input)<br>PB7 = SCK (SPI Bus Serial Clock) |
| 2  | Pin 9                     | Berfungsi sebagai riset   |
| 3  | Pin 10                    | Berfungsi untuk dihubungkan ke Vcc (2,7-5,5 Volt)   |
| 4  | Pin 11                    | Ground  |
| 5  | Pin 12(XTAL 2)            | Pin yang digunakan sebagai masukan ke dalam rangkaian osilator internal   |
| 6  | Pin 13 (XTAL 1)           | Pin yang digunakan sebagai keluaran ke dalam rangkaian osilator internal dan dipakai jika menggunakan osilator kristal .  |
| 7  | Pin 14- Pin 21(PD0-PD6)   | Berfungsi untuk general purpose dan special fiture<br>PD0 = RXD (USART input pin)<br>PD1 = TXD (USART output pin)<br>PD2 = int0 (eksternal interrupt 0 input)<br>PD3 = int1 ( eksternal interrupt 1 input)<br>PD4 = OC1B (timer/caunter1 output compare B matc output)<br>PD5 = OC1A (timer/caunter1 output compare A matc output)<br>PD6 = ICP1 (timer/caunter1 input capture Pin)<br>PD7 = OC2 (timer/caunter2 output compare matc output)  |
| 8  | Pin 22- Pin 29(PC0-PC6)   | Berfungsi untuk general purpose dan special fiture<br>PC0 = SCL (Two-wire serial Bus Clock Line)<br>PC1 = SDA (Two-wire serial Bus data input/output line)<br>PC2 = TCK (JTAG Test Clock)<br>PC3 = JMS (JTAG Test Mode Select)<br>PC4 = TDO(JTAG Test Data Out)<br>PC5 = TD1 (JTAG Test Data In)<br>PC6 = TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)<br>PC7 = TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)  |
| 9  | Pin 30                    | AVcc pin digunakan untuk menyulai daya untuk Port A dan A/D converter yang dihubungkan ke dalam Vcc   |
| 10 | Pin 32 ( A REF pin)       | Berfungsi sebagai referensi untuk pin analog jika menggunakan A/D converter   |
| 11 | Pin 33 – Pin 40 (PA0-PA7) | Digunakan untuk general purpose   |

- PA0 = Input ADC PA0
- PA1 = Input ADC PA1
- PA2 = Input ADC PA2
- PA3 = Input ADC PA3
- PA4 = Input ADC PA4
- PA5 = Input ADC PA5
- PA6 = Input ADC PA6
- PA7 = Input ADC PA7

Kelebihan Atmega32 yaitu (1) memiliki kinerja yang tinggi sampai 16 MHz; (2) memiliki arsitektur RISC; (3) antar muka JTAG, yaitu dapat diprogram Flash, EEPROM, Loct Bits dan Fuse; (4) memiliki fitur tambahan berupa eksternal, internal, kalibrasi RC Oscillator internal, dan 5 mode sleep; (5) memiliki daya tahan tinggi yaitu 20-100 tahun; (6) mempunyai 32 jalur I/O yang memungkinkan pengguna mengontrol lebih banyak perangkat; (7) operasi tegangan mencapai 2,7 Volt – 5,5 Volt; dan (8) kebutuhan arus yang kecil ketika aktif yaitu sebesar 1,1 Ma.

**Pemrograman Ladder Diagram Pada PLC Berbasis Mikrokontroler**

Ladder diagram pada PLC berbasis Mikrokontroler yaitu menggunakan software LD Mikro. Software LD mikro merupakan software yang khusus digunakan untuk membuat kode program berbagai jenis mikrokontroler yang dilengkapi dengan program simulasi yang memudahkan pengguna dalam menguji terlebih dahulu program yang telah dibuat sebelum ditranfer pada PLC. Keluaran file dari LD mikro yaitu berupa HEX yang kemudian akan ditranfer ke dalam PLC berbasis mikrokontroler. Program LD mikro dapat digunakan untuk mengolah data analog dan digital. Pada Gambar 3. merupakan contoh tampilan ladder diagram dengan software LD mikro.

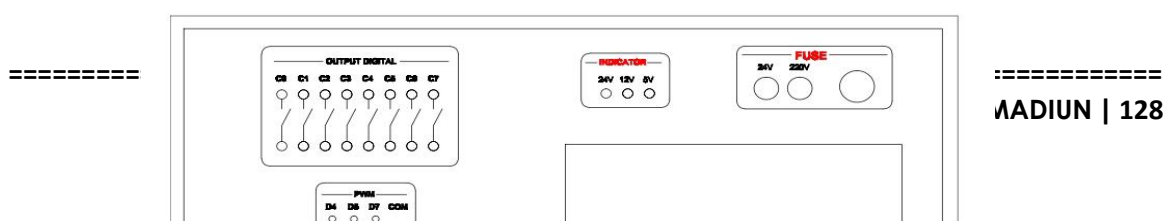


Gambar 3. Ladder Diagram pada LD Mikro

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**Rancang Bangun**

Rancang bangun PLC berbasis mikrokontroler Atmega32 memiliki beberapa spesifikasi, yaitu (1) Input digital ada 8 dengan tegangan sebesar 24 V; (2) input analog mempunyai 2 jenis tegangan yaitu 0-5V dan 0-12V; (3) output terdiri dari 8 kontak relay; (4) indikator terdiri dari , yaitu dengan tegangan masing-masing 24V, 12V, dan 5V. Desain dan gambar tampilan rancang bangun PLC berbasis mikrokontroler Atmega32 dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5 dibawah ini.



Gambar 4. Desain PLC berbasis mikrokontroller Atmega32



Gambar 5. Tampilan PLC berbasis mikrokontroller Atmega32

Perbandingan hasil rancang bangun PLC berbasis mikrokontroller Atmega32 dengan rancang bangun PLC menunjukkan secara umum memiliki prinsip yang sama, hasil perbandingan ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Rancang Bangun PLC berbasis Mikrokontroller Atmega32 dengan PLC

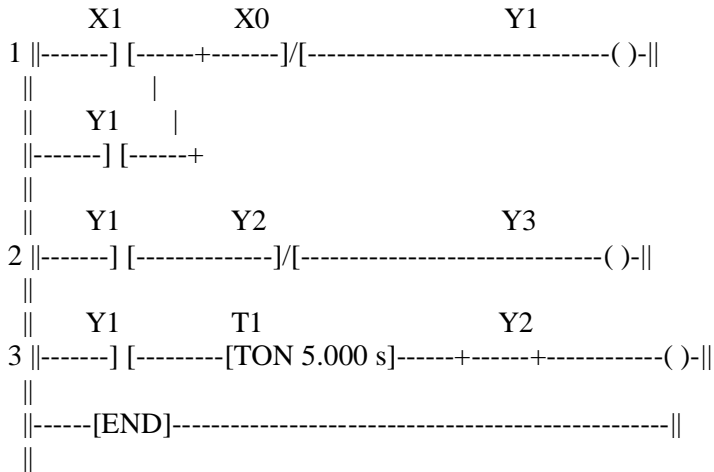
| No | Spesifikasi      | PLC mikrokontroller Atmega32   | PLC FC-22                      |
|----|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1  | Input            | 8 Input                        | 12 Input                       |
| 2  | Output           | 8 Output                       | 8 Output                       |
| 3  | Tegangan         | 24V                            | 24V                            |
| 4  | Kapasitas Memori | 32kByte                        | 256 kByte                      |
| 6  | Timer            | Tergantung program yang dibuat | Tergantung program yang dibuat |
| 7  | Caunter          | Tergantung program yang dibuat | Tergantung program yang dibuat |
| 8  | Alamat Memori    | Tergantung program yang dibuat | Tergantung program yang dibuat |

Berdasarkan Tabel 2. Diketahui bahwa perbedaan terdapat pada input, yaitu pada PLC berbasis mikrokontroller Atmega32 terdapat 8 input, sedangkan pada PLC FC-22 mempunyai input yang berjumlah 12, sehingga terdapat selisih 4 input diantara keduanya, akan tetapi input dan output PLC berbasis mikrokontroller Atmega32 dapat dimodifikasi dan disesuaikan dengan kebutuhan dan keinginan perancang. Perbedaan juga terdapat pada kapasitas memori, yaitu pada PLC berbasis mikrokontroller Atmega32 kapasistas memory sebesar 32kByte, sedangkan pada PLC FC-22 kapasistas memory sebesar 256 kByte.

**Pemrograman PLC Berbasis Mikrokontroler dengan LD Mikro  
Tampilan Program Logika Star Delta (Timer)**

Program:

for 'Atmel AVR ATmega32 40-PDIP', 4.000000 MHz crystal, 10.0 ms cycle time  
LADDER DIAGRAM



Gambar 6. Program Logika Star Delta (Timer)

Tabel 3. I/O Assignment:

| Name | Type          | Pin |
|------|---------------|-----|
| X0   | digital in    | 1   |
| X1   | digital in    | 2   |
| Y1   | digital out   | 40  |
| Y2   | digital out   | 39  |
| Y3   | digital out   | 38  |
| T1   | turn-on delay |     |

Hasil Pengujian dan pemrograman PLC dengan rangkaian Star Delta

Hasil pengujian PLC berbasis mikrokontroler dengan program Star Delta yaitu lampu indikator akan menyala dan pada program akan menunjukkan angka 1 untuk ON atau benar dan akan menunjukkan angka 0 untuk Off atau salah. Hasil pengujian PLC berbasis mikrokontroler dengan program star delta akan ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian dengan Program Star Delta

| No | Input |    | Timer 5 detik | Output |    |    |
|----|-------|----|---------------|--------|----|----|
|    | B0    | B1 |               | C0     | C1 | C2 |
| 1  | 1     | 1  | 0             | 1      | 1  | 0  |
| 2  | 1     | 1  | 1             | 1      | 0  | 1  |

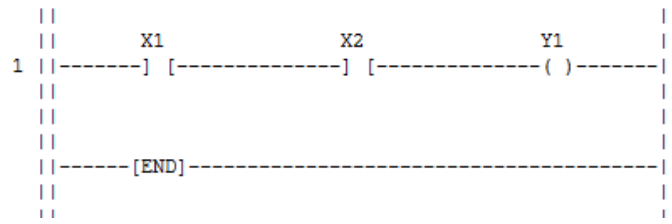
Berdasarkan pengujian program star delta pada Gambar 6, dapat dijelaskan ketika input X1 (PB0) dan X2 (PB1) dalam kondisi NC (*Normally Close*) atau 1 maka output Y1 (PC0) dan Y2 (PC1) akan ON (1), setelah 5 menit (timer) maka Y2 (PC1) akan berganti off (0) dan Y3 (PC3) akan menunjukkan kondisi ON atau menunjukkan angka 1.

2. Tampilan Program Logika AND

Program:

for 'Atmel AVR ATmega32 40-PDIP', 4.000000 MHz crystal, 10.0 ms cycle time

LADDER DIAGRAM



Gambar 7. Program Logika AND

Tabel 5. I/O Assignment:

| Nama | Tipe        | Pin Prosesor | MCU Port |
|------|-------------|--------------|----------|
| X1   | Digital In  | 1            | PB1      |
| X2   | Digital In  | 2            | PB2      |
| Y1   | Digital Out | 39           | PA1      |

Hasil pengujian PLC berbasis mikrokontroler dengan program timer dan caunter yaitu lampu indikator akan menyala dan pada program akan menunjukkan angka 1 untuk ON atau benar dan akan menunjukkan angka 0 untuk Off atau salah. Hasil pengujian PLC berbasis mikrokontroler logika AND akan ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini.

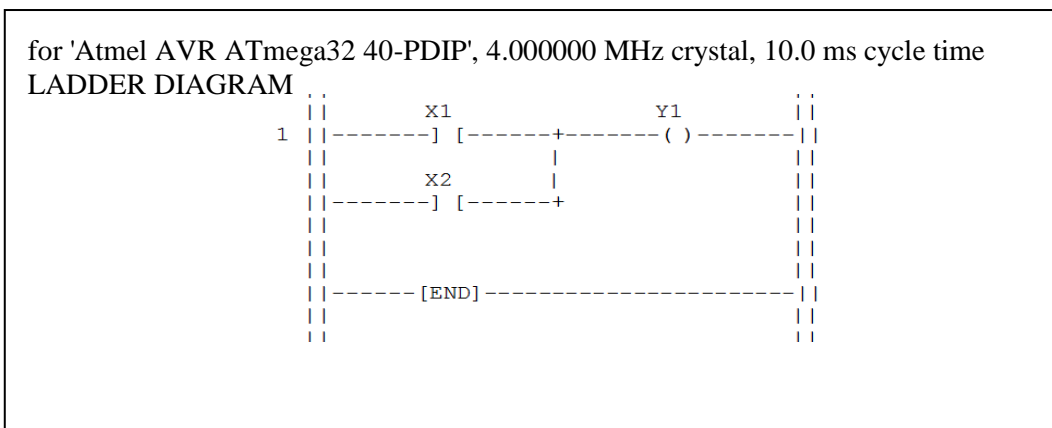
Tabel 6. Data Hasil Pengujian Logika LD dan LD NOT

| Input |     | Input |
|-------|-----|-------|
| PB0   | PB1 | PC0   |
| 0     | 0   | 0     |
| 0     | 1   | 0     |
| 1     | 0   | 0     |
| 1     | 1   | 1     |

Berdasarkan pengujian Logika AND pada Gambar 7, dapat dijelaskan jika X1 (PB0) dan X2 (PB1) dengan kondisi NO (*Normally Open*) atau 0 maka keluaran berupa Y1 (PC0) juga akan OFF atau akan menunjukkan angka 0, sebaliknya jika jika X1 (PB0) dan X2 (PB1) dengan kondisi NC (*Normally Close*) atau 0 maka keluaran berupa Y1 (PC0) juga akan ON atau akan menunjukkan angka 1.

**Tampilan Program Logika OR**

Program:



Tabel 7. I/O Assignment:

| Nama | Tipe | Pin Prosesor | MOU Port |
|------|------|--------------|----------|
|------|------|--------------|----------|

|    |               |    |     |
|----|---------------|----|-----|
| X1 | Digital In    | 1  | PB0 |
| X2 | Digital In    | 2  | PB1 |
| Y1 | Digital Out   | 40 | PA0 |
| T1 | Turn on delay |    |     |

Hasil Pengujian PLC dengan Logika OR

Hasil pengujian PLC berbasis mikrokontroler dengan program timer dan caunter yaitu lampu indikator akan menyala dan pada program akan menunjukkan angka 1 untuk ON atau benar dan akan menunjukkan angka 0 untuk Off atau salah. Hasil pengujian PLC berbasis mikrokontroler dengan logika OR akan ditunjukkan pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Logika OR

| Input |     | Input |  |
|-------|-----|-------|--|
| PB0   | PB1 | PC0   |  |
| 0     | 0   | 0     |  |
| 0     | 1   | 1     |  |
| 1     | 0   | 1     |  |
| 1     | 1   | 1     |  |

Berdasarkan pengujian Logika OR pada Gambar 8, dapat dijelaskan jika X1 (PB0) kondisi NO (*Normally Open*) dan X2 (PB1) dengan kondisi NO (*Normally Open*) atau 0 maka keluaran berupa Y1 (PC0) juga akan OFF atau akan menunjukkan angka 0, sebaliknya jika jika X1 (PB0) kondisi NO (*Normally Open*) dan X2 (PB1) dengan kondisi NC (*Normally Close*) atau 0 maka keluaran berupa Y1 (PC0) juga akan ON atau akan menunjukkan angka 1.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian tentang rancang bangun dan pemrograman PLC berbasis mikrokontroler Atmega32, dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu: (1) Rancang bangun Programmable Logic Control (PLC) berbasis mikrokontroler ATmega32 terdiri dari 24 vol input digital, 0-5V dan 0-12V input analog, output digital, dan indicator 24V-5V dan rancang bangun PLC berbasis mikrokontroler Atmega32 memiliki prinsip kerja yang sama, perbedaan terdapat pada kapasitas memori yang dimiliki dan jumlah input; (2) Hasil pengujian dan pemrograman PLC dengan rangkaian Star Delta, rangkaian AND dan rangkaian OR menunjukkan kerja rancang bangun dan pemrograman Programmable Logic Control (PLC) berbasis mikrokontroler ATmega32 dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perintah pemrograman menggunakan LD mikro.

**DAFTAR PUSTAKA**

Artianto, Dian. 2009. *Merakit PLC dengan Mikrokontroler*. Jakarta: Elex Media Kompetindo.  
 Artianto, Dian. 2009. *60 Aplikasi PLC Mikro*. Jakarta: Elex Media Kompetindo  
 Bolton, W. 2004. *Programmable Logic Controller (PLC), alih bahasa: Irzam Harmedi, edisi ketiga*. Jakarta: Erlangga.  
 Malik, Muh Ibnu dan Anistardi. 1997. *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*. Jakarta: PT Gramedia.  
 Rifa'i, M.,& Putri, Ratna Ika. 2013. *Desain dan Implementasi PLC Berbasis Mikrokontroler ATmega8*. Jurnal Eltek. Vol 11 No 2: 114-127.  
 Sutomo, Artono Dwijo. 2015. *Simulasi Sistem Kontrol Berbasis PLC: Pembelajaran Berbasis Kasus Mata Kuliah Programmable Logic Controller*. Prosiding Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir. ISSN 1978-0176.