

## Prototipe Sistem Pemadam Kebakaran Berbasis PLC dengan Menggunakan Sensor Asap dan Sensor Suhu

Adi Winarto<sup>1</sup>, Budi Setyono<sup>2</sup>, Wahyudi<sup>2</sup>  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

### Abstract

*With existence of progress of technology in this time, most of all everyday need appliances is not quit of electric ration, start from working equipment until housewares of household. In a condition this hence big possibility will happened fire because konsleting effect of careless usage. In this project will be designed [by] fire company system prototype provided with to use PLC as conducting. System fire company prototype work with sensor system and manual system. Sensor system that is working if smoke detector detect the existence of smoke activating temperature censor and alarm detect the existence of change of temperature activating pump and alarm. Manual system use substitution knob ( push button switch) functioning to activate pump and alarm if censor system cannot work properly. After examination, can be indicated that success system work as expected. Besides can work automatically, this system also can be run manually that is by button substitution. From result of perception obtained that this system will work automatically if smoke detected and increase of temperature above 40°C.*

*Keyword : Censor system, Manual system, Smoke detector, Temperature censor, PLC, Alarm, Pump*

### I. PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan dan batasan masalah Tugas Akhir.

#### 1.1 Latar Belakang

Dengan adanya kemajuan teknologi saat ini, hampir semua alat-alat keperluan sehari-hari tidak terlepas dari catuan listrik, mulai dari alat-alat kerja sampai perabotan rumah tangga. Dalam kondisi ini maka rentan sekali terjadi kebakaran karena konsleting akibat pemakaian yang teledor.

Untuk mengatasi masalah diatas maka dalam proyek ini dirancang suatu sistem pemadam kebakaran yang memberikan nada peringatan ketika suhu sudah melebihi dari suhu normal. Dan timbulnya asap juga akan memberikan nada peringatan bilamana akan terjadi kebakaran. Sistem ini juga dilengkapi dengan pompa air otomatis sehingga upaya pemadaman dapat segera dilakukan.

Dengan begitu diharapkan dengan adanya alat ini, maka dapat mengantisipasi terjadinya kerugian yang tidak sedikit jika dokumen yang penting hangus terbakar. Serta dapat mencegah meluasnya api karena menunggu kedatangan petugas pemadam kebakaran dengan jarak yang jauh dari tempat kejadian.

#### 1.2 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah merancang prototipe sistem pemadam kebakaran berbasis PLC.

#### 1.3 Batasan Masalah

Dalam proyek ini diberikan batasan-batasan masalah, sebagai berikut:

1. Menggunakan dua sensor, yaitu sensor asap dan sensor suhu.
2. Sensor asap yang digunakan adalah FG200B.
3. Sensor suhu yang digunakan adalah LM35DZ.

4. Menggunakan PLC merk LG MASTER-K120S sebagai pengendali dari operasi sistem.
5. Buzzer sebagai tanda peringatan akan terjadinya kebakaran.
6. Menggunakan pompa wiper untuk mengalirkan air sebagai awalantisipasi kebakaran.

### II. LANDASAN TEORI

Kontroller simulasi sistemantisipasi kebakaran yang dipakai adalah *Programmable Logic Control* (PLC). Untuk mendeteksi adanya bahaya kebakaran digunakan sensor asap dan sensor suhu dengan sistem alarm sebagai tanda peringatan dan pompa sebagai pencegah akan terjadinya kebakaran.

#### 2.1 Sekilas Tentang PLC (*Programmable Logic Control*)<sup>[2]</sup>

PLC adalah suatu peralatan elektronika digital yang dapat memprogram memori untuk menyimpan instruksi-instruksi dan melaksanakan fungsi khusus seperti logika,

sekuensial, timer, pencacah dan aritmatika untuk kendali mesin dan proses.

##### 2.1.1 Konsep PLC<sup>[2]</sup>

Sesuai dengan namanya, konsep PLC dapat dijelaskan sebagai berikut:

*Programmable* : menunjukkan kemampuan yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.

*Logic* : menunjukkan kemampuannya dalam memproses masukan secara aritmatik (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan,

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

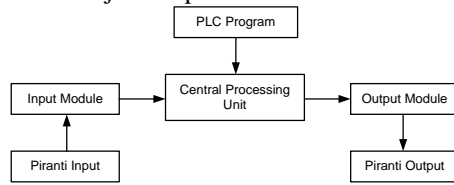
<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

mengalikan, membagi, mengurangi, dan nagasi.

*Control* : menunjukkan kemampuan dalam mengendalikan dan mengatur proses sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan.

### 2.1.2 Komponen PLC<sup>[2]</sup>

PLC atau biasa disebut PC (*Programmable Controller*) adalah suatu perangkat yang dapat diprogram untuk mengendalikan peralatan. PLC sederhana mempunyai komponen utama berupa CPU, unit masukan/keluaran, *Programming Console*, *Rack*, atau *Mounting Assembly* dan catu daya. Berikut sistem dari sebuah PLC ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Sistem dari suatu PLC.<sup>[2]</sup>

### 2.1.3 Dasar Diagram Tangga (*Ladder Diagram*)<sup>[2]</sup>

Diagram tangga terdiri dari sebuah garis ke bawah di sisi kiri dengan garis cabang ke kanan. Garis di sisi kiri disebut batang bus, sedangkan garis cabang ke kanan disebut garis instruksi atau *rungs*. Sepanjang garis instruksi diletakkan kondisi yang mendahului instruksi lain di sisi kanan. Kombinasi logika dari kondisi ini menunjukkan kapan dan bagaimana instruksi di kanan dieksekusi.

### 2.1.4 PLC Master K-120S

PLC yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah PLC Master K-120S, produk LG. PLC jenis ini memiliki 12 titik masukan dan 8 titik keluaran. PLC ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 PLC Master K-120S.<sup>[4]</sup>

## 2.2 Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Fungsi sensor sebagai komponen pendeteksi untuk tujuan pengukuran atau pengendalian. Jenis sensor yang sering digunakan untuk mendeteksi kebakaran adalah sensor asap dan sensor suhu.

### 2.2.1 Sensor Asap (*Smoke Detector*)<sup>[5]</sup>

Sensor asap bekerja dengan cara ionisasi. Asap yang memasuki ruangan ionisasi mengakibatkan pemotongan arus listrik yang menyebabkan sensor asap berfungsi. Pada Gambar 3 menunjukkan salah satu bentuk fisik dari beberapa jenis sensor asap, yaitu sensor asap FG200.



Gambar 3 Sensor asap model FG200.<sup>[17]</sup>

### 2.2.2 Sensor Suhu<sup>[8][15]</sup>

Sensor suhu ini berupa IC menggunakan chip silikon untuk elemen pengindera (sensor) yang memiliki konfigurasi keluaran tegangan dan arus. Sensor suhu yang digunakan adalah IC LM35DZ. LM35DZ disuplai tegangan mulai 4V-30V DC dengan arus pengurasan 60 mikroampere, memiliki tingkat efek selfheating (pemanasan diri) yang rendah 0,08<sup>0</sup>C. Pada Gambar 4 diperlihatkan bentuk fisik sensor suhu LM35DZ.



Gambar 4 Sensor Suhu LM35DZ.<sup>[15]</sup>

## 2.3 Alarm

Alarm adalah komponen elektronika yang dapat mengeluarkan bunyi. Alarm ini umumnya berfungsi sebagai tanda peringatan atau media informasi. Alarm yang digunakan adalah mini alarm dengan kata lain *buzzer*. Pada Gambar 5 diperlihatkan bentuk fisik alarm jenis *buzzer*.



Gambar 5 Alarm jenis buzzer.<sup>[11]</sup>

## 2.4 Pompa<sup>[19]</sup>

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi. Fungsi pompa sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Pada Gambar 6 diperlihatkan bentuk fisik pompa wiper.



Gambar 6 Pompa wiper.<sup>[12]</sup>

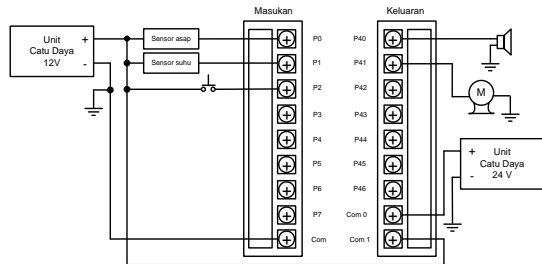
## III. PERANCANGAN DAN REALISASI

Terdapat dua jenis tahap perancangan sistem pemadam kebakaran dalam Tugas Akhir ini yaitu

perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

**3.1 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)**

Blok perancangan perangkat keras sistem pemadaman kebakaran pada Tugas Akhir ini meliputi unit masukan, PLC sebagai pengendali, dan unit keluaran. Koneksi antara peralatan masukan dan keluaran dengan terminal-terminal PLC dapat dilihat pada Gambar 7.



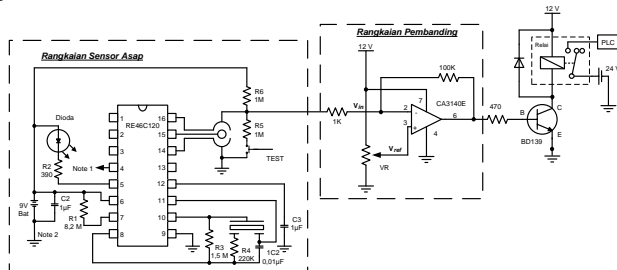
Gambar 7 Koneksi antara peralatan masukan dan keluaran dengan terminal-terminal PLC.<sup>[4]</sup>

**3.1.1 Unit Masukan (Input)**

Unit masukan merupakan antarmuka yang menghubungkan peralatan masukan luar dengan terminal masukan PLC. Unit masukan ini terdiri dari sensor asap dan sensor suhu.

**A Sensor Asap**

Perancangan perangkat keras unit masukan sensor asap meliputi sensor asap sebagai pendeteksi asap, IC CA3140E sebagai pembanding, transistor BD139 sebagai penguat arus dan relai sebagai saklar. Blok perancangan perangkat keras unit masukan sensor asap dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Blok perancangan perangkat keras unit masukan sensor asap.<sup>[7][10][14][16]</sup>

Gambar 8 memperlihatkan blok rancangan perangkat keras unit masukan sensor asap. Kaki 7 terhubung resistor 8,2 MΩ, kaki 9 terhubung tegangan berharga negatif terhadap tanah (ground), kaki 5 terhubung resistor 390 Ω seri dengan katoda LED dan anoda LED terhubung resistor 1 MΩ seri dengan tegangan berharga positif 9 Volt. Sensor asap terhubung IC RE46C120 kaki 14, 15 dan 16. Kaki 14 terhubung netral, kaki 15 terhubung tegangan berharga positif 9 Volt, kaki 16 terhubung dengan rangkaian pembanding sebagai tegangan keluaran sensor. Rangkaian pembanding ini berfungsi sebagai pembanding tegangan masukan ( $V_{in}$ ) dengan tegangan referensi ( $V_{ref}$ ). Berikut hubungan antara  $V_{in}$  dan  $V_{ref}$  dengan relai.

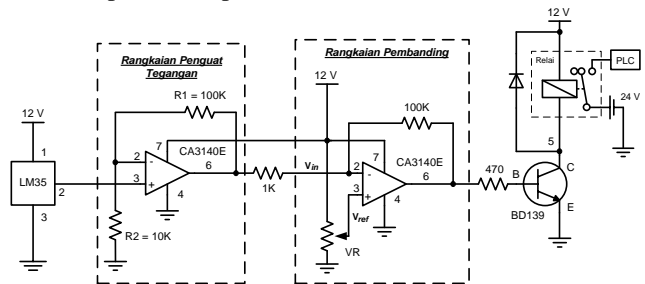
$$V_{in} > V_{Re f} \Rightarrow \text{Relai hubung buka} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{in} \leq V_{Re f} \Rightarrow \text{Relai hubung tutup} \dots\dots\dots (2)$$

Ditetapkan nilai tegangan referensi sebesar 4,2V. Tegangan masukan lebih besar 4,2V mengakibatkan relai hubung buka dan tidak ada arus DC 12V mengalir menuju terminal masukan PLC. Tegangan masukan lebih kecil atau sama dengan 4,2V mengakibatkan relai hubung tutup dan membolehkan arus DC 12V mengalir menuju terminal masukan PLC.

**B Sensor Suhu**

Perancangan perangkat keras unit masukan sensor suhu meliputi sensor suhu sebagai pendeteksi suhu, IC CA3140E sebagai penguat tegangan dan pembanding, transistor BD139 sebagai penguat arus dan relai sebagai saklar. Blok perancangan perangkat keras unit masukan sensor dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Blok perancangan perangkat keras unit masukan sensor suhu.<sup>[8][10][14][15][16][18]</sup>

Gambar 9 memperlihatkan blok rancangan perangkat keras unit masukan sensor suhu. Sensor suhu LM35DZ terdiri dari 3 kaki. kaki 1 terhubung tegangan berharga positif 12V, kaki 3 terhubung tegangan berharga negatif terhadap tanah (ground), kaki 2 terhubung rangkaian penguat tegangan sebagai tegangan keluaran sensor. Sensor suhu mendeteksi suhu diatas 40°C mengakibatkan tegangan keluaran sensor menjadi 0,4V. Rangkaian penguat tegangan berfungsi menggandakan tegangan keluaran sensor sebesar 11 kali. Berikut rumus penguat tegangan untuk rangkaian penguat tegangan sensor suhu.

$$A_v = 1 + \frac{R1}{R2} \dots\dots\dots (3)$$

Misal diketahui  $A_v = 11$  dan  $R1 = 100K\Omega$ , maka besar nilai  $R2$  sama dengan :

$$A_v = 1 + \frac{R1}{R2} \dots\dots\dots (4)$$

$$11 = 1 + \frac{100K}{R2} \dots\dots\dots (5)$$

$$10 = \frac{100K}{R2} \dots\dots\dots (6)$$

$$R2 = \frac{100K}{10} \dots\dots\dots (7)$$

$$R2 = 10K \dots\dots\dots (8)$$

Tegangan keluaran rangkaian penguat tegangan didapat 4,4V dari penggandaan tegangan keluaran sensor 0,4V. Tegangan keluaran rangkaian penguat tegangan terhubung dengan rangkaian pembanding. Rangkaian pembanding berfungsi sebagai pembanding tegangan masukan ( $V_{in}$ ) dengan tegangan referensi ( $V_{ref}$ ). Berikut adalah hubungan antara  $V_{in}$  dan  $V_{ref}$  dengan relai.

$$V_{in} < V_{Ref} \Rightarrow \text{Relai hubung tutup} \dots\dots\dots (9)$$

$$V_{in} \geq V_{Ref} \Rightarrow \text{Relai hubung buka} \dots\dots\dots (10)$$

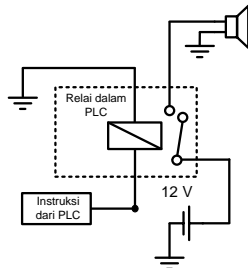
Ditetapkan nilai tegangan referensi sebesar 4,4V. Tegangan masukan lebih kecil 4,4V mengakibatkan relai hubung buka dan membolehkan arus DC 12V mengalir menuju terminal masukan PLC. Tegangan masukan lebih besar atau sama dengan 4,4V mengakibatkan relai hubung tutup dan tidak ada arus DC 12V mengalir menuju terminal masukan PLC.

**3.1.2 Unit Keluaran (Output)**

Buzzer dan pompa wiper sebagai unit keluaran perancangan sistem pemadam kebakaran. Unit keluaran terdiri dari relai sebagai saklar, buzzer dan pompa wiper sebagai beban peralatan keluaran.

**A Buzzer**

Perancangan perangkat keras unit keluaran dengan menggunakan buzzer meliputi relai sebagai saklar dan buzzer sebagai tanda peringatan. Blok perancangan perangkat keras unit keluaran dengan menggunakan buzzer dapat dilihat pada Gambar 10.

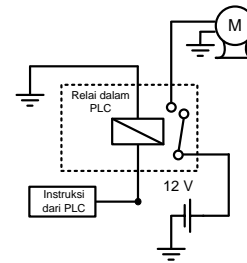


Gambar 10 Perancangan perangkat keras unit keluaran dengan menggunakan buzzer.<sup>[11][16]</sup>

Gambar 10 memperlihatkan instruksi dari PLC bernilai 1 mengakibatkan relai hubung tutup dan membolehkan arus DC 12V mengalir menuju peralatan luar berupa buzzer. Instruksi dari PLC bernilai 0 mengakibatkan relai hubung buka dan tidak ada arus yang mengalir menuju peralatan luar berupa buzzer.

**B Pompa**

Perancangan perangkat keras unit keluaran dengan menggunakan pompa wiper meliputi relai sebagai saklar dan pompa wiper sebagai alat pemadam api. Blok perancangan perangkat keras unit keluaran dengan menggunakan pompa wiper dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Perancangan perangkat keras unit keluaran dengan menggunakan pompa wiper.<sup>[16][19]</sup>

Gambar 11 memperlihatkan instruksi dari PLC bernilai 1 mengakibatkan relai hubung tutup dan membolehkan arus DC 12V mengalir menuju peralatan luar berupa pompa wiper. Instruksi dari PLC bernilai 0 mengakibatkan relai hubung buka dan tidak ada arus yang mengalir menuju peralatan luar berupa pompa wiper.

**3.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)**

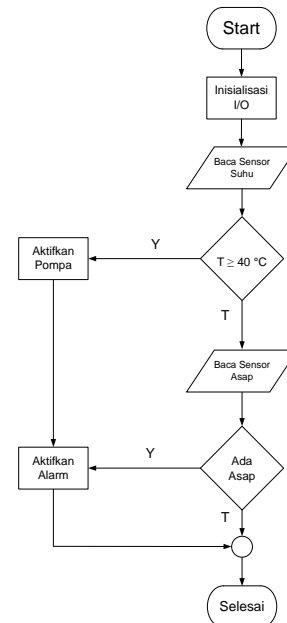
Pemrograman PLC yang digunakan berupa program KGL\_WE versi 3.6. Perancangan perangkat lunak Tugas Akhir ini menggunakan pendekatan diagram alir (Flowchart) dan diagram tangga (Ladder diagram).

**3.1.2 Diagram Alir (Flowchart)**

Diagram alir pemadam kebakaran adalah suatu metode untuk menggambarkan aliran proses sistem sensor dan sistem manual terhadap peralatan keluaran sistem. Terdapat dua diagram alir pemadam kebakaran yaitu diagram alir sistem sensor dan sistem manual.

**A Diagram Alir Sistem Sensor**

Diagram alir sistem sensor adalah bentuk diagram alir hubungan sensor asap dan sensor suhu terhadap peralatan keluaran. Diagram alir sistem sensor dapat dilihat pada Gambar 12.

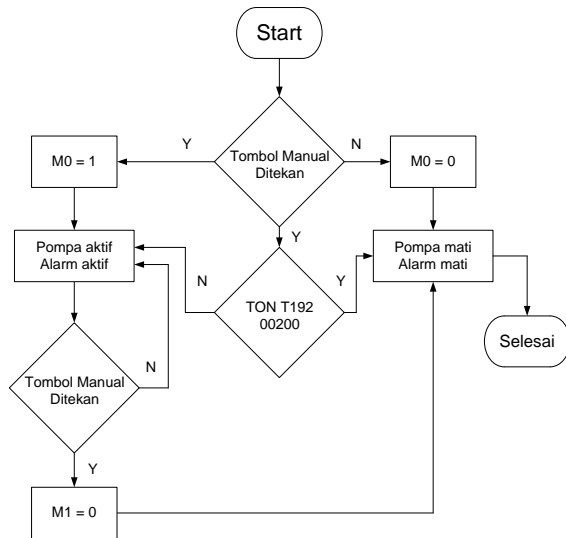


Gambar 12 Diagram alir sistem sensor.<sup>[4]</sup>

Diagram alir sistem sensor pada Gambar 12 memperlihatkan program diawali dengan inialisasi I/O dan pembacaan sensor suhu. Sensor suhu mendeteksi suhu lebih besar atau sama dengan 40°C mengakibatkan pompa dan alarm aktif. Sensor asap mendeteksi kadar asap yang berlebih mengakibatkan alarm aktif.

### B Diagram Alir Sistem Manual

Diagram alir sistem manual adalah bentuk diagram alir hubungan tombol manual (*Push Button Switch*) terhadap peralatan keluaran. Diagram alir sistem manual dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Diagram alir proses manual.<sup>[4]</sup>

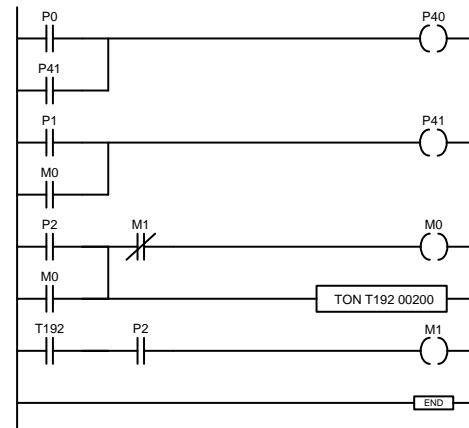
Diagram alir sistem manual pada Gambar 13 memperlihatkan program diawali dengan penekanan tombol manual (*Push Button Switch*) mengakibatkan memori dalam PLC M0 bernilai 1. M0 bernilai 1 mengakibatkan pompa dan alarm aktif. Tombol manual ditekan sekali lagi mengakibatkan memori dalam PLC M1 bernilai 0. M1 bernilai 0 mengakibatkan pompa dan alarm mati.

Tombol manual ditekan selama kurang dari dua detik mengakibatkan penundaan waktu hidup area memori T192 yang bernilai 00200. Menunda waktu hidup sama dengan nilai timer T192 00200 mengakibatkan pompa dan alarm mati. Menunda waktu hidup kurang dari nilai timer T192 00200 mengakibatkan pompa dan alarm aktif. Posisi pompa dan alarm aktif, tombol manual ditekan sekali lagi mengakibatkan M1 bernilai 0. M1 bernilai 0 mengakibatkan pompa dan alarm mati.

Tombol manual tidak ditekan mengakibatkan nilai memori dalam PLC M0 bernilai 0. Memori M0 bernilai 0 mengakibatkan pompa dan alarm mati.

#### 3.2.2 Diagram Tangga (Ladder Diagram)

Menggunakan beberapa instruksi tangga untuk perancangan perangkat lunak diagram tangga sistem pemadam kebakaran Diagram tangga PLC sistem pemadam kebakaran dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Diagram tangga PLC sistem pemadam kebakaran.<sup>[4]</sup>

Gambar 14 memperlihatkan diagram tangga PLC untuk sistem pemadam kebakaran. Berikut ini adalah keterangan instruksi tangga pada diagram tangga sistem pemadam kebakaran:

- P0 : Sensor asap.
- P1 : Sensor suhu.
- P2 : Tombol manual Hidup/mati (*push button switch*).
- P40 : Buzzer.
- P41 : Pompa wiper.
- M0, M1 : Memori dalam PLC.
- TON T192 00200 : *On delay timer*, yaitu menunda waktu hidup selama selang waktu 2 detik.
- T192 : No.Timer T192 memiliki tundaan 10ms untuk setiap satu nilai Time.

Berikut prinsip kerja alur diagram tangga pemadam kebakaran:

#### Jika terdeteksi asap

P0 bernilai 1 mengakibatkan P40 bernilai 1.

#### Jika suhu diatas 40°C

P1 bernilai 1 mengakibatkan P41 dan P40 bernilai 1.

#### Tombol Manual

P2 bernilai 1 mengakibatkan M0 bernilai 1. M0 bernilai 1 mengakibatkan P41 dan P40 bernilai 1. M0 bernilai 1 mengakibatkan penundaan waktu hidup selama selang waktu dua detik. Selama selang waktu dua detik, nilai timer T192 bernilai 0. Nilai timer T192 bernilai 1 pada saat waktu mencapai 2 detik.

## IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian alat pemadam kebakaran ini dilakukan pada *plant* model berbentuk kotak dengan ukuran panjang = 44 cm, lebar = 20 cm dan tinggi = 40,5 cm.

### 4.1 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian ini meliputi pengujian terhadap komponen-komponen yang digunakan seperti sensor asap, sensor suhu, buzzer, dan pompa wiper.



3. Jika menginginkan sistem pemadam kebakaran untuk mendeteksi adanya api dapat menggunakan sensor api (*flame detektor*). Perlu diperhatikan bahwa sensor api sangat peka terhadap cahaya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashaabul dkk, *Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Untuk Mendeteksi Dan Mengamankan Kebakaran Pada Gedung Perhotelan 12 Lantai Dengan Programmable Logic Control (PLC) Berserta Simulasinya*, Proyek Akhir D-3, Politeknik Negeri Semarang, 2007
- [2] Fakhrizal, Reza., *Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) Pada Pengasutan Dan Proteksi Bintang (Y) – Segitiga (Δ) Motor Induksi Tiga Fasa*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2007.
- [3] Pracesar, I.A., *Realisasi Sistem Antisipasi Kebakaran Dilengkapi Dengan Pemadam Otomatis*, Proyek Akhir D-3, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, Bandung, 2005. [telinks@telkom.net](mailto:telinks@telkom.net)
- [4] Setiawan, Iwan, *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*, Penerbit ANDI Yogyakarta, Yogyakarta, September 2005.
- [5] Syafrullah, *Rancang Bangun Sistem Peringatan Kebakaran Menggunakan SMS (Short Message Service) Berbasis Mikrokontroler*, Skripsi S-1, Universitas Mataram, 2010.
- [6] --, *CQM1-ME04R PLC EEPROM memory casstte* <http://uk.rs-online.com/web/2164500.html>, 2011
- [7] ---, *Datasheet IC CA3140E* <http://search.datasheetcatalog.net/key/CA3140E>, July 11, 2005.
- [8] ---, *Datasheet IC LM35* [http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/L/M/3/5/LM35%20MDC.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/L/M/3/5/LM35%20MDC.shtml), November 2000.
- [9] --, *Datasheet IC RE46C120* <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/170686/RANDE/RE46C120.html>, September 1, 2007.
- [10] ---, *Datasheet Transistor BD139* <http://search.datasheetcatalog.net/key/BD139>, May 1999.
- [11] ---, *Gambar Buzzer* <http://www.buzzer-speaker.com/manufacturer/piezo%20buzzer.htm>.
- [12] ---, *Gambar Pompa wiper* [http://www.monsterautoparts.com/chevrolet/chevy%20truck/chevy%20suburban/chevrolet\\_suburban\\_wiper\\_products\\_1.htm](http://www.monsterautoparts.com/chevrolet/chevy%20truck/chevy%20suburban/chevrolet_suburban_wiper_products_1.htm), 2004.
- [13] ---, *K120S System Spesifications* [http://eng.lsis.biz/product/productdetail.asp?product\\_code=P00146](http://eng.lsis.biz/product/productdetail.asp?product_code=P00146), 2010.
- [14] --, *Komparator Tegangan* <http://atmelmikrokontroler.wordpress.com/?s=komparator>, Februari 21, 2009.
- [15] ---, *LM35* <http://telinks.wordpress.com/2010/04/09/rangkaian-sensor-suhu-lm35>, 2008
- [16] ---, *Relay Driving Basic* <http://www.standards.org.au>, 2001.
- [17] ---, *Sensor Asap FG200B* <http://www.delta-elektronik.com>, 2010.
- [18] --, *Teori Dasar Penguat Operasional* <http://www.ilmu.8k.com/pengetahuan/opamp.html>, April 2, 2002.
- [19] ---, *Teori Dasar Pompa* <http://beatifulminders.blogspot.com/2009/03/teori-dasar-pompa.html>, Maret 2009.

#### BIODATA PENULIS

Adi Winarto (L2F306002)



Lahir di Semarang, 29 Oktober 1982. Menyelesaikan pendidikan dasar hingga pendidikan menengah di Semarang dan Diploma 3 di Universitas Diponegoro. Saat ini sedang menempuh pendidikan Strata 1 di jurusan Teknik Elektro bidang Konsentrasi Teknik Kontrol Universitas Diponegoro

Menyetujui dan mengesahkan,  
Pembimbing I

Budi Setyono, ST MT  
NIP. 197005212000121001  
Tanggal.....

Pembimbing II

Wahyudi, ST MT  
NIP. 1969 0612 1994 031 001  
Tanggal.....