

Sistem Deteksi Kebakaran Pada Gedung Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)

Rika Sri Rizki^{#1}, Ira Devi Sara^{*2}, Mansur Gapy^{#3}

[#]*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas teknik Universitas Syiah Kuala*

Jl. Tgk. Syech Abdul Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Indonesia

¹rika.sririzki@gmail.com

²ira.d.sara@unsyiah.ac.id

³mansur.gapy@unsyiah.ac.id

Abstrak— Seperti kita ketahui kebakaran merupakan hal yang sangat merugikan, khususnya bagi manusia. Begitu banyak penyebab dan dampak yang diakibatkan oleh kebakaran yang terjadi, mulai dari kehilangan harta bahkan nyawa. Selama ini, ketika terjadi kebakaran pada sebuah gedung biasanya unit pemadam kebakaran akan dihubungi. Namun sering pemadam tersebut sampai dilokasi ketika kebakaran semakin besar. Beberapa faktor memang menjadi kendala pemadam seperti jarak tempuh yang jauh ke lokasi. Maka dari itu, diperlukan suatu sistem yang dapat meminimalisir kebakaran agar tidak semakin meluas. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu prototipe sistem deteksi bahaya kebakaran pada gedung. Sistem ini dibangun dengan menggunakan PLC sebagai pengendali pada sistem tersebut. Sistem ini terdiri dari sensor asap, alarm, motor pompa, dan sprinkler. Sensor tersebut akan mendeteksi asap dengan jarak deteksi yaitu 1-2 meter per menit. Selanjutnya pompa akan menyala dan sprinkler akan otomatis menyiram ruangan yang terdeteksi asap. Penyiraman akan terus dilakukan sampai sensor tidak mendeteksi asap pada ruangan tersebut. Pada saat asap telah hilang, pompa akan berhenti bekerja secara otomatis dengan pengaturan timer pada PLC yaitu 15 detik. Setelah 15 detik asap tidak lagi terdeteksi, sehingga pompa dan sprinkler akan berhenti bekerja. Penelitian ini menghasilkan sebuah prototipe yang digunakan sebagai pendeteksi kebakaran pada gedung serta otomatisasi alarm dan sprinkler yang akan meminimalisir kebakaran.

Kata Kunci— PLC, Sensor Asap, Alarm, Motor Pompa, Sprinkler

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi pada saat ini semakin pesat, begitupun dengan pengetahuan yang semakin berkembang dengan adanya berbagai macam teknologi. Seperti yang kita ketahui kebakaran merupakan hal yang sangat merugikan manusia khususnya, serta dapat menimbulkan trauma tersendiri bagi yang mengalaminya. Begitu banyak penyebab dan dampak dari setiap musibah kebakaran yang terjadi, dan tidak kurang dapat menimbulkan korban jiwa. Salah satu contoh, kebakaran ditimbulkan dari korsleting listrik yang sering terjadi. Dalam hal ini, penanganan kebakaran dini diperlukan agar api tidak membakar semakin luas. Pada umumnya, unit pemadam kebakaran tiba dilokasi setelah kebakaran semakin meluas, beberapa faktornya dikarenakan

lokasi susah dijangkau, macet atau jarak unit pemadam yang jauh dari lokasi kebakaran, maka dari itu diperlukan solusi untuk mengatasinya yaitu dengan sistem yang dapat memberi peringatan terlebih dahulu terhadap yang bersangkutan ketika terjadi kebakaran, sehingga kerugian yang ditimbulkan dapat diminimalisir. Sistem tersebut berupa sistem pemadam kebakaran menggunakan sensor asap yang dikontrol otomatis oleh PLC secara jarak jauh. Umumnya sistem ini digunakan didalam dunia industri, gedung bertingkat atau rumah-rumah [1].

II. DASAR TEORI

A. Teori Sistem Pemadaman Kebakaran Gedung

Sistem pemadaman kebakaran atau sistem *fire fighting* yang disediakan pada gedung untuk pencegahan terhadap terjadinya kebakaran. Sistem tersebut terdiri dari sistem *sprinkler*, sistem hidran dan *Fire Extinguisher*. Ada beberapa pompa yang digunakan dalam sistem *sprinkler* dan *Hydran*, yaitu meliputi *elektrik pump*, *diesel pump* dan *jockey pump*. *Jockey pump* berfungsi sebagai penstabilkan tekanan di instalasi kebakaran yang bekerja secara otomatis. Jika ada *head sprinkler* yang pecah atau *hydran* digunakan, maka yang bekerja secara otomatis adalah pompa elektrik dan secara otomatis *jockey pump* akan berhenti bekerja [2].

B. Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable logic controller (PLC) merupakan suatu sistem pengontrol berbasis mikroprosesor yang menggunakan memori agar dapat diprogram untuk menyimpan instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti logika, pemwaktuan, pencacah (*counting*) serta aritmatika. PLC dapat dijadikan sebagai pengontrol mesin-mesin yang dirangkai untuk dioperasikan oleh para insinyur yang kurang dalam pemahaman terhadap pengetahuan mengenai pemrograman. Piranti tersebut dirangkai untuk digunakan oleh para insinyur, yang dapat membuat dan mengubah program-programnya. Maka dari itu, rangkaian pada PLC menempatkan sebuah program awal didalam piranti ini yang membuat program kontrol dimasukkan dengan menggunakan bahasa pemrograman yang sederhana.

C. Sensor Asap

Smoke Detector merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi asap yang pada dasarnya memiliki prinsip kerja dari sensor asap yaitu mendeteksi keberadaan asap hasil pembakaran. Detektor asap ini menggunakan teknologi photoelectric detektor dan didesain untuk mudah dipasang karena tanpa menggunakan instalasi kabel. Alarm akan berbunyi apabila alat ini mendeteksi adanya asap yang masuk ke dalam detektor dan segera dilakukan tindakan pencegahan terhadap bahaya kebakaran yang terjadi [6].

D. Alarm

Dalam sistem instalasinya menggunakan kabel isi dua untuk hubungan antar detektor ke detektor dan ke panel. Kabel yang digunakan biasanya kabel listrik NYM 2x1.5mm atau NYMHY 2x1.5mm yang disambungkan di dalam pipa conduit. Pada instalasi yang cukup berat, sering dipakai kabel tahan api (FRC=Fire Resistance Cable) dengan ukuran 2x1.5mm, terutama untuk kabel-kabel yang menuju ke panel dan sumber listrik 220V. Maka akan dipakai kabel isi dua dan instalasi ini disebut dengan 2-Wire Type. Kabel ini dihubungkan dengan panel fire alarm pada terminal yang berlabel L dan C. Hubungan antar detector satu dengan lainnya dilakukan secara parallel dengan syarat tidak bercabang dan harus memiliki titik awal dan ada titik akhir. Titik akhir tarikan kabel disebut dengan istilah End-of-Line (EOL). Di titik inilah detector fire terakhir dipasang dan di sini pulalah satu loop dinyatakan berakhir (stop).

Detector yang terakhir dipasang satu buah EOL resistor dan EOL kapasitor. EOL resistor ini dipasang di ujung loop, bukan di dalam control panel dan jumlahnya hanya satu EOL resistor pada setiap loop. Maka dari itu bisa dikatakan 1 loop = 1 zone yang ditutup dengan resistor end of line (EOL resistor). Pada 4-wire tipe umumnya digunakan pada kebanyakan smoke detector 12V agar bisa dihubungkan dengan panel alarm yang ada di rumah-rumah. Panel alarm di rumah menggunakan sumber 12VDC untuk menyuplai tegangan ke sensor yang salah satunya bisa berupa smoke detector tipe 4-wire ini.

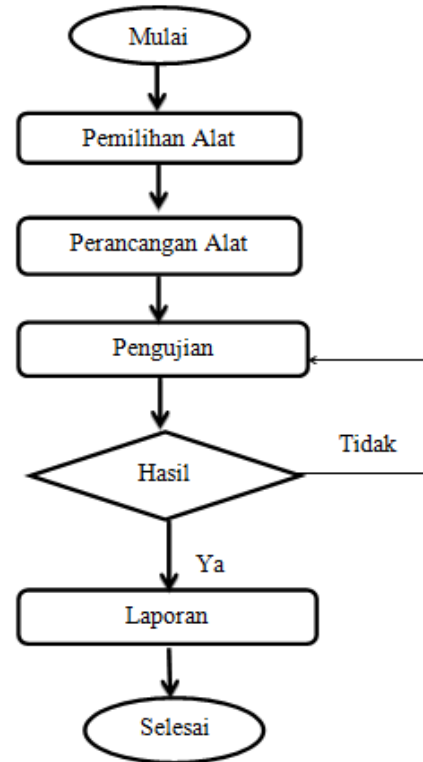
Terdapat 2 kabel yang dipakai sebagai supply +12V dan -12V, dan dua sisanya adalah relai NO - C yang dihubungkan dengan terminal bertanda ZONE dan COM yang terdapat pada panel alarm. Selain itu tipe 4-wire ini bisa juga dipakai apabila beberapa detector yang diperlukan untuk mentrigger peralatan lain saat terjadi kebakaran, misalnya mematikan saklar mesin pabrik, menghidupkan mesin pompa air, mengaktifkan sistem penyemprot air (sprinkler sistem) dan sebagainya [6].

E. Nozzle

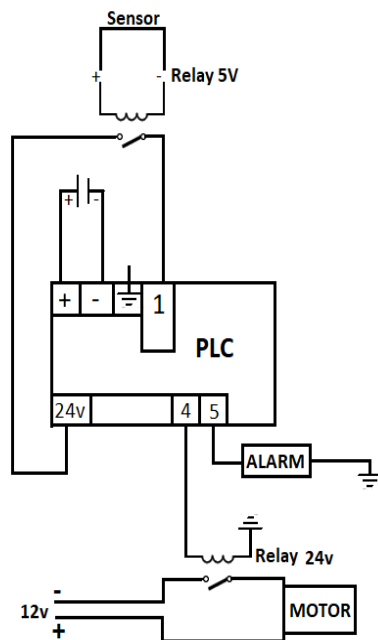
Nozzle merupakan sebuah komponen atau perangkat yang memiliki peran besar dalam upaya memadamkan api kebakaran. Fungsi dari kran elektrik sebagai pengarah air bertekanan yang berasal dari instalasi jaringan pipa, maupun yang berasal dari tangki penampungan air di dalam mobil petugas pemadam kebakaran [7].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



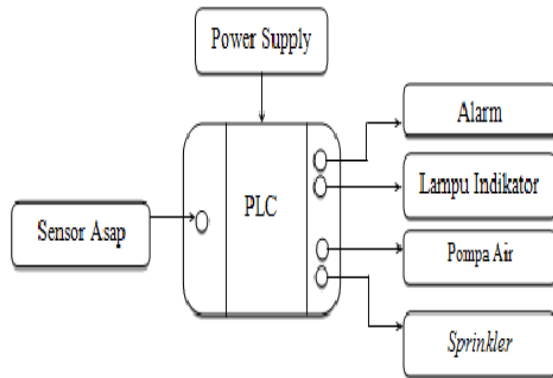
Gambar 1 Tahapan penelitian tugas akhir



Gambar 2 Rangkaian keseluruhan sistem deteksi kebakaran

A. Instrumen Penelitian

Perancangan sistem pemadaman kebakaran pada Tugas Akhir ini meliputi COM masukan, *PLC* sebagai pengendali, dan COM keluaran. COM masukan menghubungkan peralatan masukan luar dengan terminal masukan *PLC*. Alarm dan *sprinkler* sebagai unit keluaran perancangan sistem pemadam kebakaran.



Gambar 3 Susunan komponen PLC

B. Alat Penelitian

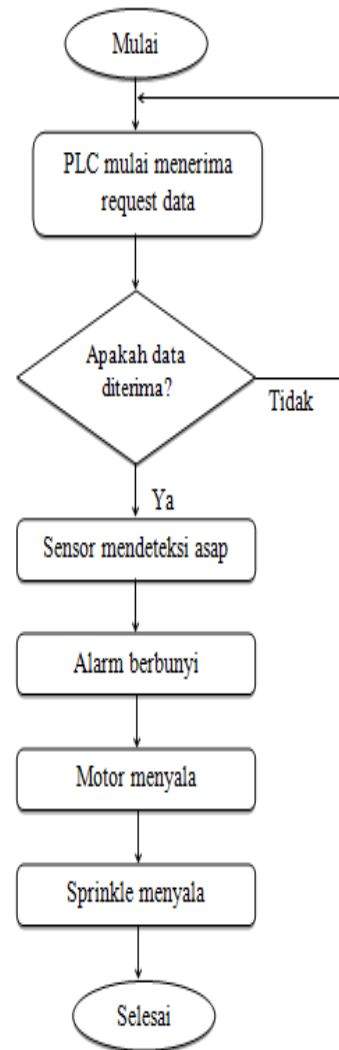
1) *Power Supply*: Dalam perancangan alat ini digunakan *power supply* sebagai penyuplai tegangan listrik secara langsung atau sebagai penyearah. Power supply digunakan karena arus yang berasal dari PLN berupa *Alternating Current* (AC). Maka dari itu pada rancangan ini digunakan *power supply* AC ke DC dengan tegangan 24VDC.

2) *Sensor Asap*: *Input* dari sensor asap ini digunakan sebagai pendeteksi asap. Tipe sensor yang digunakan yaitu FC-22 dengan sensitivitas asap bisa diatur pada *sensitivity adjust* yang terdapat pada sensor.

3) *Alarm*: Alarm menggunakan resonansi untuk memperkuat intensitas suara. Oleh karena itu alarm banyak digunakan sebagai peringatan, karena suara yang dihasilkan sangat bising terdengar ditelinga [8].

4) *Baterai*: Baterai (aki) atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbelokan) dengan efisiensinya yang tinggi. Proses elektrokimia reversibel adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia.

5) *Sprinkler*: berfungsi sebagai pengarah air bertekanan yang berasal dari tangki penampungan air atau sumur yang dialiri melalui instalasi pipa penyalur air. Jenis *sprinkle* yang digunakan pada penelitian ini adalah *sprinkle spray* yang terdiri dari *nozzle* yang mengeluarkan air dengan tekanan tinggi yang diarahkan ke bidang permukaan yang halus baik itu mendatar atau miring yang menyebabkan air menyebar.



Gambar 4 Flowchart sistem kerja pemadaman kebakaran

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini, pengujian dilakukan hanya melihat kinerja dari PLC dalam menjalankan program yang telah dibuat sebelumnya dengan menandakan LED pada PLC menyala dan dapat dijalankan sesuai dengan program yang telah dibuat pada *software*. Adapun program dari *software* diperlihatkan oleh gambar dibawah ini.

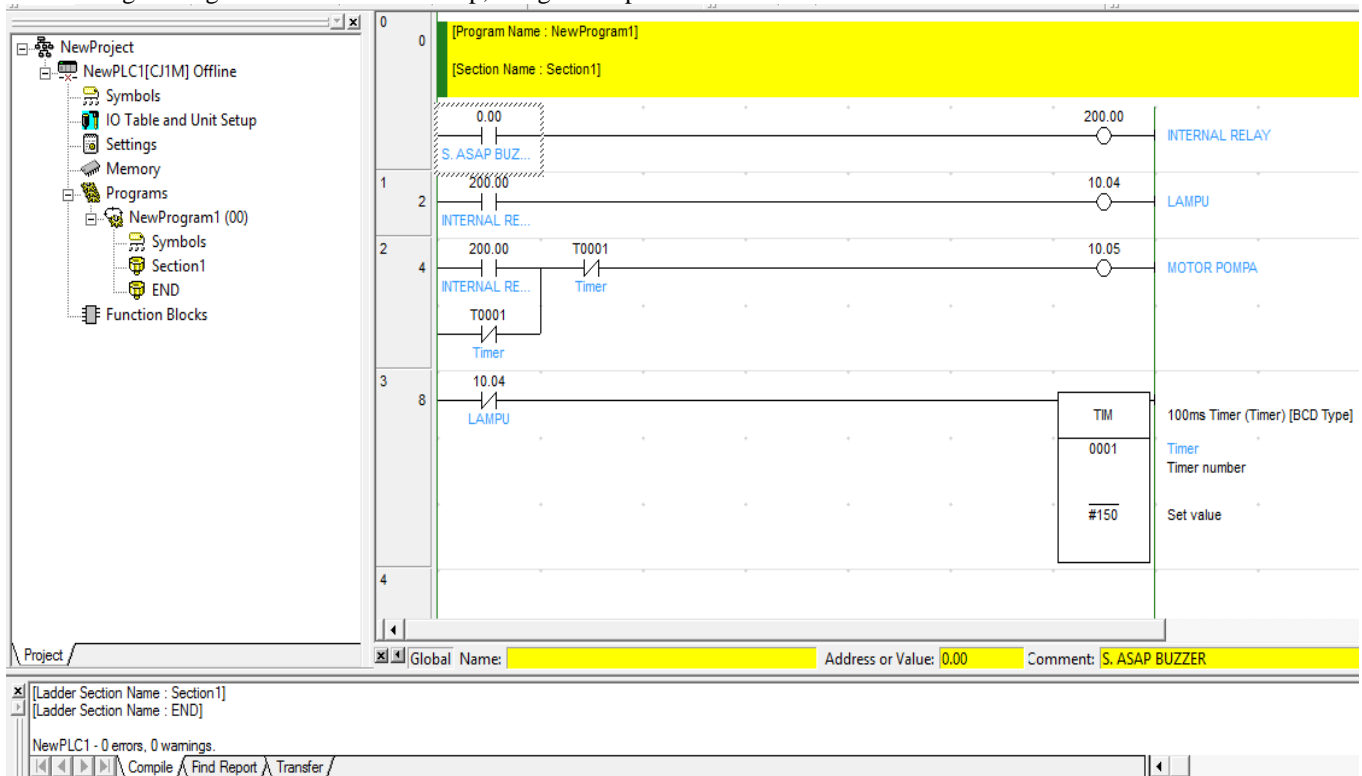
Sistem kerja pendeteksi kebakaran dari pengontrol *PLC* ini yaitu, *PLC* mendeteksi sensor asap yang telah dirangkai pada *PLC*, kemudian sensor tersebut mendeteksi asap dengan jarak deteksi yaitu 1-2 meter per menit. Selanjutnya pompa akan menyala dan *sprinkle* akan otomatis menyiram ruangan yang terdeteksi asap. Penyiraman akan terus dilakukan sampai sensor tidak mendeteksi asap pada ruangan tersebut. Pada saat asap telah hilang, pompa akan berhenti bekerja secara otomatis dengan pengaturan timer pada *PLC* yaitu 15 detik. Setelah 15 detik asap tidak lagi terdeteksi, maka pompa dan *sprinkle* akan berhenti bekerja.

Pada tahap awal dilakukan tes terhadap sensitifitas pada sensor asap, jika asap dapat dideteksi dengan baik, maka sensor asap dapat digunakan untuk tahap pengujian dengan rangkaian keseluruhan yang telah diprogram pada PLC. Pada gambar diatas menunjukkan jika sensor asap dapat mendeteksi asap dengan baik yang ditandai dengan menyala lampu berwarna kuning pada sensor asap. Sensitivitas asap juga dapat diatur dengan melakukan putaran arah pada set sensor asap yang terdapat pada sensor. Asap rendah dikategorikan dalam persentase yaitu sekitar 20%-35%, asap sedang berkisar antara 45-60% serta asap yang dinyatakan asap pekat berkisar antara 65-100%. Sensor ini dapat beroperasi pada suhu dari -20°C sampai 50°C dan mengkonsumsi arus kurang dari 150 mA pada 5V. Berikut pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kadar dan konsentrasi asap yang dihasilkan oleh sensor asap yang digunakan untuk mendeteksi asap di ruangan. Kecepatan deteksi asap yaitu 1-2 Meter / Menit.

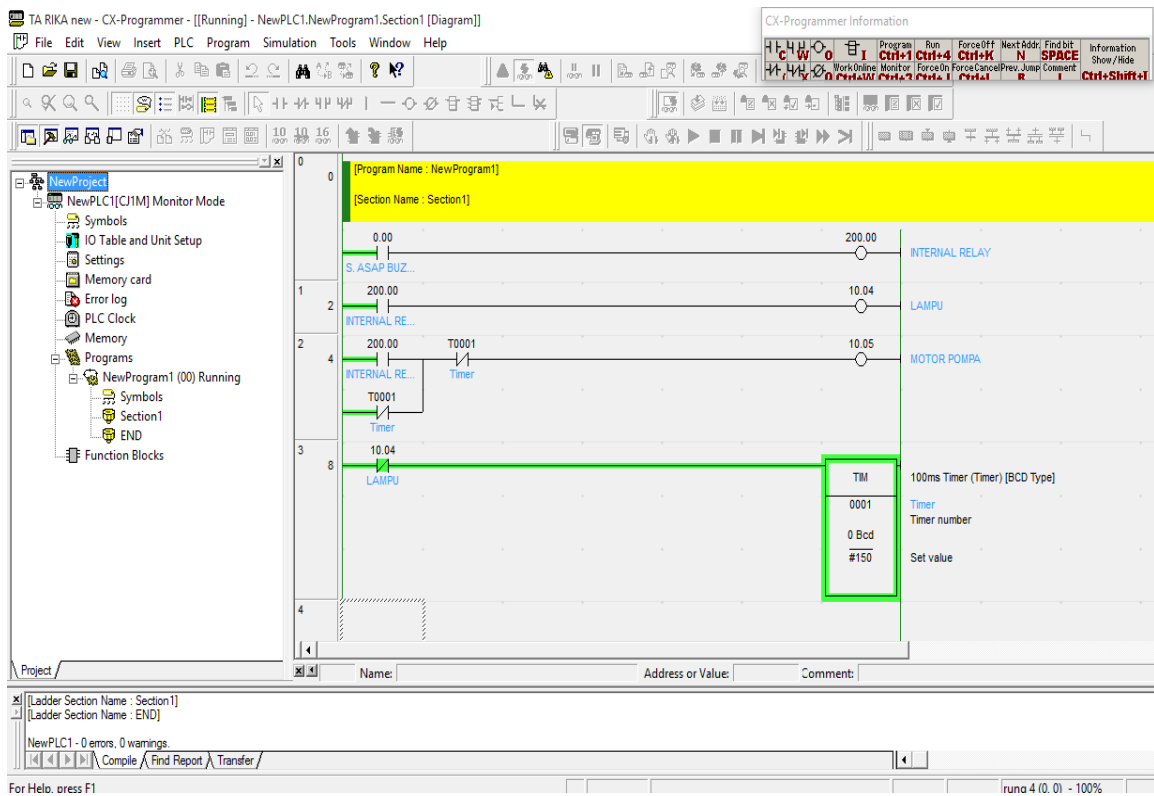
Dalam penelitian ini, sensor asap hanya diuji pada satu ruangan yang biasanya sering memicu kebakaran, misalnya pada ruangan teknisi yang tersedia pada gedung. Terkadang kurangnya pemeliharaan pada gedung yang memicu kebakaran. Tahap ini dilakukan pengujian saat asap mulai terdeteksi dengan sangat baik oleh sensor asap, dengan lampu

penanda sensor asap aktif. Sensor asap yang dideteksi dalam pengujian ini yaitu asap sedang yang berkisar antara 45% sampai 60%. Kemudian dilakukan pengujian terhadap alarm, alarm yang digunakan yaitu alarm yang dapat terhubung langsung dengan tegangan sumber dan dapat langsung duhubgkan ke PLC. Tahap ini alarm bekerja dengan baik. Saat asap mulai terdeteksi, maka alarm memberikan informasi terjadi kebakaran. Tahap selanjutnya yaitu pengujian terhadap *sprinkler* atau penyemprotan air yang dilakukan secara otomatis dengan menerima perintah dari PLC, sensor asap dan alarm. Ketika alarm berbunyi, maka *sprinkler* akan otomatis menyiram titik kebakaran. Tahap pengujian ini berhasil dilakukan dan *sprinkler* berfungsi dengan baik.

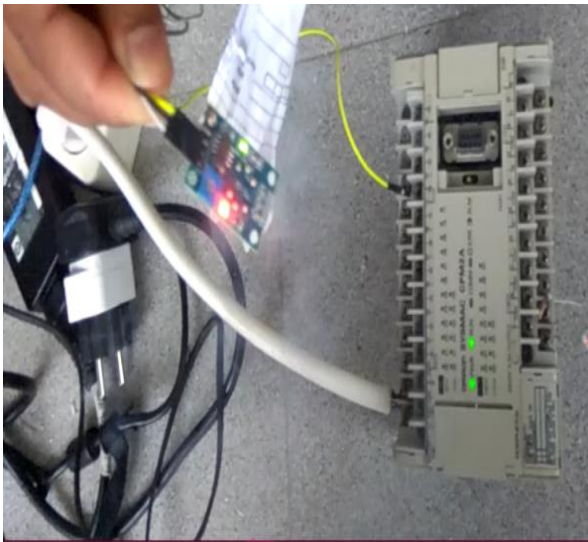
Tahap terakhir yaitu saat sensor tidak mendeteksi asap, maka seluruh sistem akan otomatis kembali ke semula. Dalam hal ini, penulis memprogram pada PLC jika 15 detik asap tidak terdeteksi, maka seluruh komponen akan otomatis berhenti bekerja. Setelah dilakukan pengujian keseluruhan, maka hasil yang didapat bahwa pengujian berhasil dijalankan dengan baik. Sistem dapat berkerja sesuai dengan program yang telah dibuat sebelumnya pada *software* yang dikontrol langsung oleh PLC.



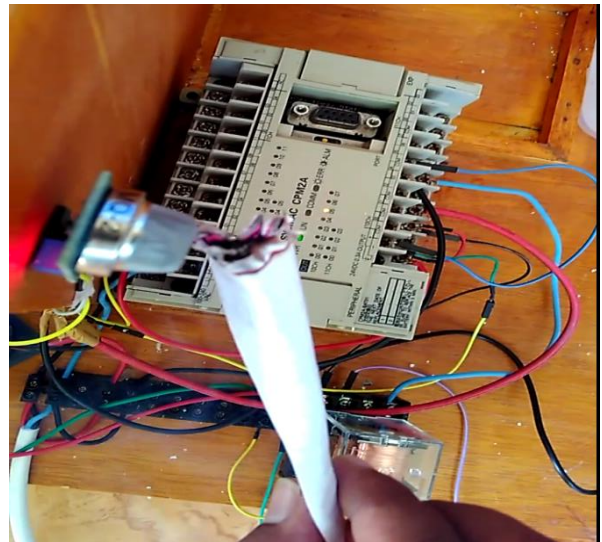
Gambar 5 Program pada *software* PLC



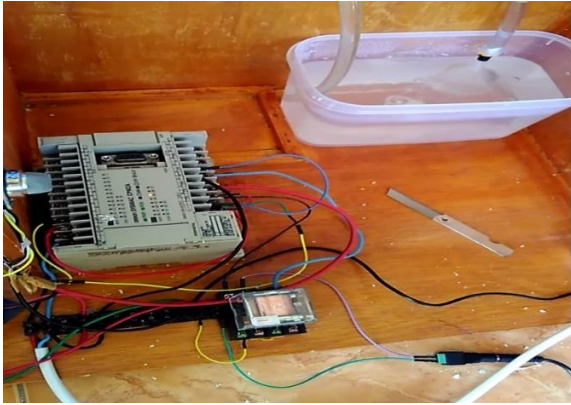
Gambar 6 Proses simulasi program pada PLC



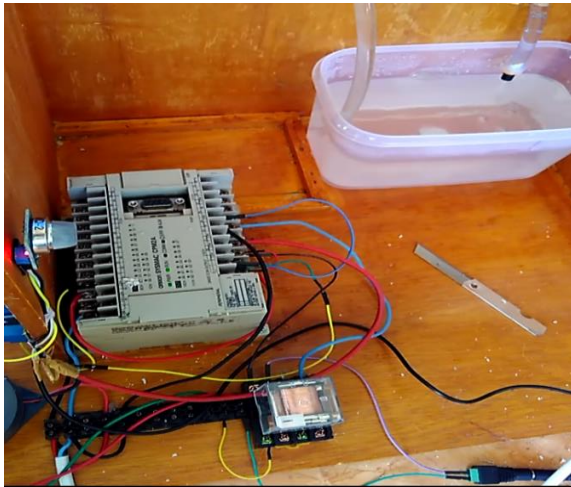
Gambar 7 Proses PLC mendeteksi sensor



Gambar 8 Sensor mendeteksi asap



Gambar 9 Sprinkler mulai bekerja

Gambar 10 Sensor tidak mendeteksi asap dan *sprinkle* berhenti bekerja secara otomatis

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat di simpulkan bahwa sensor asap mampu mendeteksi asap dengan baik jika terjadi kebakaran. Sensitivitas pada sensor asap sangat tinggi, walaupun api sudah tidak menyala, asap yang dihasilkan masih akan tetap terdeteksi oleh sensor. Kecepatan sensor mendeteksi asap pada sensor sekitar 1-2 meter/menit. Setelah alarm menyala maka pompa akan aktif dan *sprinkler* akan otomatis menyiram ruangan yang terjadi kebakaran.

REFERENSI

- [1] Adi Winarto. *Prototipe Sistem Pemadam Kebakaran Berbasis PLC dengan Menggunakan Sensor Asap*, Proyek Akhir D-3, Universitas Diponegoro, 2010.
- [2] Setiawan, I. (2006). *Programmable Logic Controller (PLC) dan Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta.
- [3] Tatan Rustandi. *Prototipe sistem Kebakaran Otomatis Berbasis PLC CPIL Terintegrasi Human Mechine Interface*, Universitas Pendidikan Indonesia, 2013.
- [4] Muhammad Taufan. (2000). *Sistem Pemadam Kebakaran Pada Gedung*. Bandung.
- [5] Zanexio. *PLC Leadder Diagram*, Perancangan Sistem. Semarang, 2005
- [6] Rusmandi, D. *Module Training Basic Programmable Logic Controller PLC TWIDO*. Schneider Electric. Bandung. PLC Training Center Universitas Kristen Maranatha, 200.
- [7] Catur Edi Widodo. *Pembuatan Alat Pendeteksi Kebakaran dengan Detektor Asap*, Proyek Akhir Strata -1. Universitas Diponegoro, 2003.
- [8] Song, AO (2010). *Digital-output relative humidity & temperature sensor/ module*. DFRObot dan Didkson Kho. *Cara Kerja Buzzer*, 2015