

**DISAIN KONTROL AIRBLAST BERBASIS PLC SEBAGAI
MODUL PEMBELAJARAN PRAKTIK OTOMATISASI INDUSTRI**

Marceau A. F. Haurissa¹⁾, Marselin Jamlaay²⁾, Lory M. Parera³⁾

^{1,2,3)}Politeknik Negeri Ambon

¹⁾haurissamr@gmail.com, ²⁾marselin90@gmail.com, ³⁾lorry.parera75@gmail.com

ABSTRACT

Airblast control in the previous practice module has been conventionally designed using a number of contactor relays as control brains using multiple wiring systems. The airblast practice module, which is a conventional control, is applied using a PLC-based automatic control. The ladder diagram design is based on conventional control logic conditions according to the airblast practice module. Then a simulation test was carried out using the CX One-Programmer to determine the suitability of the control logic according to the working stages of the airblast system. After that the ladder program is transferred to the PLC, while the PLC installation is designed based on the PLC I/O data that has been connected to the input output requirements of the conventional control airblast system. Power circuit using the power wiring diagram in the industrial automation practice module. The results of the PLC-based control design function according to the conventional airblast control description, the system worked in the normal position (automatic) and the manual position. All sensor functions were active according to position detection and wiring installation system only on PLC input section and PLC output section.

ABSTRAK

Kontrol airblast pada modul praktik sebelumnya telah didisain secara konvensional dengan menggunakan sejumlah relai kontaktor sebagai otak kontrol menggunakan sistem pengkabelan yang banyak. Modul praktik airblast yang merupakan kontrol konvensional, diaplikasikan menggunakan kontrol otomatis berbasis PLC. Disain ladder diagram dibuat berdasarkan kondisi logika kontrol konvensional sesuai modul praktik airblast. Kemudian dilakukan simulasi test menggunakan CX One-Programmer untuk mengetahui kesesuaian logika kontrol sesuai tahapan kerja sistem airblast dan menginstalasikan pada PLC. Penelitian ini bertujuan mendisain *ladder diagram* PLC dan memprogramkan pada PLC agar dapat berkerja sesuai diskripsi kontrol konvensional sistem airblast. Hasil disain ladder diagram PLC mampu menjalankan kontrol pusat airblast dan bekerja sesuai diskripsi kontrol pada posisi operasi normal dan posisi operasi manual. Sistem instalasi kontrol airblast berbasis PLC lebih sederhana dibandingkan instalasi airblast pada sistem konvensional yang banyak menggunakan kabel penghubung didalam panel kontrol.

Kata kunci: Kontrol Airblast; Kontrol Konvensional; PLC

1. PENDAHULUAN

Otomatisasi Industri merupakan suatu teknik membuat perangkat, proses atau sistem berjalan secara otomatis dalam suatu sistem pada saat dioperasikan secara otomatis dan mengendalikan secara otomatis. Otomatisasi industri merupakan suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem yang berbasis komputer seperti PLC, mikrokontroler, dan komputer. Otomatisasi industri merupakan pengetahuan yang tidak bisa dipisahkan dari ilmu teknik elektro terutama instalasi sistem kontrol pada industri dan terutama untuk dipelajari oleh mahasiswa dalam proses praktik di laboratorium dan bengkel teknik elektro sebelum mahasiswa terjun ke industri. Namun selama ini praktik otomatisasi industri masih bersifat praktik pemasangan instalasi kontrol konvensional dengan menggunakan sejumlah relai kontaktor. Belum ada praktik pemasangan instalasi kontrol dengan aplikasi PLC secara langsung

pada panel kontrol. Namun mahasiswa membutuhkan kemampuan merancang dan merakit/menginstal kontrol baik secara konvensional maupun menggunakan teknologi PLC sebagai otak kontrol dalam praktik otomatisasi industri. Salah satu sistem kontrol otomatisasi industri secara konvensional yang telah dipraktikan oleh mahasiswa adalah kontrol pusat AirBlast. Sistem AirBlast merupakan suatu konsep unit proses transportasi atau kanal dengan mesin pemindah bahan-bahan yang bersifat lunak seperti biji-bijian, bahan makanan ternak, serbuk semen, dan lainnya yang dipindahkan dari suatu tempat/silo ke tempat lain melalui pipa/cerobong.

Kontrol airblast pada modul praktik sebelumnya telah didisain secara konvensional dan telah dipraktikan dengan menggunakan sejumlah relai kontaktor yang banyak sebagai otak kontrol dalam sebuah panel kontrol yang besar dan menggunakan sistem pengkabelan yang banyak. Secara pengetahuan

mahasiswa perlu memiliki kompetensi (terutama kemampuan ketrampilan) untuk menguasai sistem kontrol baik secara konvensional maupun menggunakan teknologi komputerisasi/ PLC (kontrol terprogram). Oleh karena itu mahasiswa perlu diberikan kesempatan melakukan praktik di bengkel listrik untuk sistem kontrol Pusat AirBlast menggunakan teknologi PLC. Mahasiswa diharapkan mampu mengaplikasikan teknologi kontrol berbasis PLC dalam praktik otomatisasi industri modul pusat airblash dengan menggunakan aplikasi *CX-One Programmer* untuk membuat *ladder diagram* sesuai diskripsi kontrol pusat airblash pada PLC.

Dalam penelitian ini didisain sistem kontrol dengan konsep pusat airblast berbasis PLC, sehingga ketika melakukan praktik dengan waktu yang terbatas, mahasiswa mampu merakit sistem instalasi kontrol menggunakan PLC dalam panel kontrol sesuai I/O yang digunakan. Hasil rancangan dimasukkan dalam modul praktik otomatisasi industri berbasis PLC untuk di programkan oleh mahasiswa ketika melakukan praktik otomatisasi industri. Penelitian ini bertujuan mendisain *ladder diagram* PLC dan memprogramkan pada PLC agar dapat berkerja sesuai diskripsi kontrol konvensional sistem airblash agar sistem berfungsi untuk berkerja secara otomatis dan dalam posisi operasi manual. Membuat rancangan instalasi PLC sesuai kebutuhan I/O dari sistem kontrol pusat airblash agar memudahkan mahasiswa dalam melaksanakan praktik kontrol otomatis berbasis PLC.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PLC

Pada umumnya informasi data pada PLC dinyatakan dalam bentuk tegangan listrik antara 5-15 VDC, sedangkan sistem tegangan di luar bervariasi antara 24-240 VDC maupun AC. Unit I/O dimaksudkan untuk *interfacing* antara besaran kedua tersebut. Adapun komponen utama PLC ditunjukkan pada Gambar 2.3.

Konfigurasi fisik PLC terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut :

a. Fixed

Terdiri dari bagian processor, masukan-keluaran, catu daya dalam satu unit.

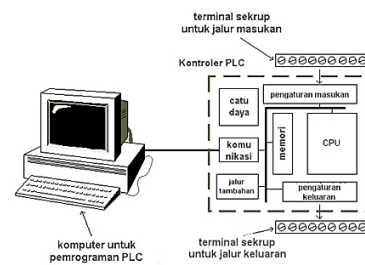
Konfigurasi fisik PLC terbagi menjadi dua yaitu sebagai berikut :

a. Fixed

Terdiri dari bagian processor, masukan-keluaran, catu daya dalam satu unit.

b. Modular

PLC modular terdiri dari chassis di mana catu daya, CPU dan semua modul masukan dan keluaran sebagai perangkat keras yang dapat dipasang dan dilepas secara terpisah.

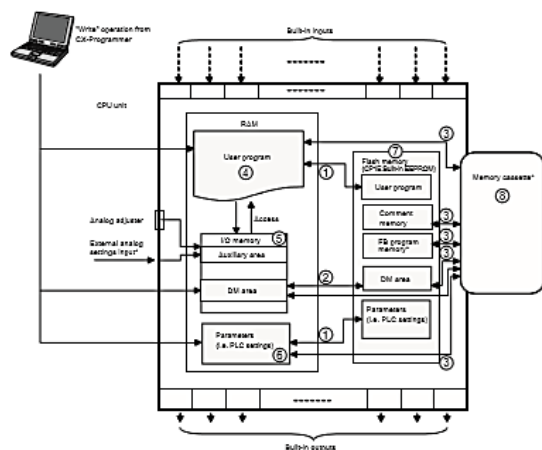


Sumber: Agfianto eko putra, 2017

Gambar 1. Blok diagram PLC

Gambar 2 memperlihatkan bagaimana struktur blok diagram dari CP1L. Dalam proses pengolahan data di dalam memori PLC, PLC dapat memberikan sinyal-sinyal *troubleshooting* melalui indikator lampu atau kondisi *error* pada *ladder diagram* pada PLC. Adapun *troubleshooting* dalam PLC adalah sebagai berikut :

- a. Faults indicators.
- b. Run/stop indicators.
- c. Input/output status indicators.

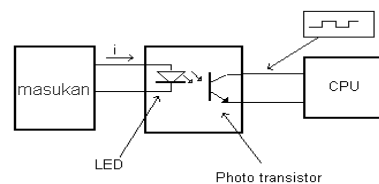


Sumber: Agfianto eko putra, 2017

Gambar 2. Blok diagram keseluruhan PLC CP1L

2.2 Sistem Antarmuka I/O

PLC CP1L telah didisain dengan sistem interface pada bagian input dan bagian output. Sistem interface pada bagian input telah dilengkapi dengan foto transistor yang akan memberikan sinyal logika ke CPU PLC jika ada arus masukan ke bit bersangkutan dan mengaktifkan LED photo transistor seperti dalam gambar 3.

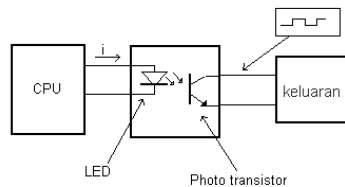


Sumber: Agfianto eko putra, 2017

Gambar 3. Rangkaian antarmuka masukan PLC

Antarmuka masukan berada diantara jalur masukan yang sesungguhnya dengan unit CPU. Tujuannya adalah melindungi CPU dari sinyal-sinyal yang tidak dikehendaki yang bisa merusak CPU itu sendiri. Modul antarmuka masukan ini berfungsi untuk mengkonversi atau mengubah sinyal-sinyal masukan dari luar ke sinyal-sinyal yang sesuai dengan tegangan kerja CPU yang bersangkutan (misalnya, masukan dari sensor dengan tegangan kerja 24 Vdc harus dikonversikan menjadi tegangan 5 Vdc agar sesuai dengan tegangan kerja CPU).

Sebagaimana antarmuka masukan, keluaran juga membutuhkan antarmuka yang sama yang digunakan untuk memberikan perlindungan antara CPU dengan peralatan eksternal. Cara kerjanya juga sama, dimana yang menyalakan dan mematikan LED dalam optoisolator adalah CPU, sedangkan yang membaca status *phototransistor*, apakah menghantar arus atau tidak adalah peralatan atau piranti eksternal, prinsip kerja tersebut digambarkan dalam gambar 4.

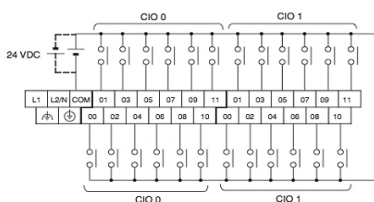


Sumber: Agfianto eko putra, 2017

Gambar 4. Rangkaian antarmuka keluaran PLC

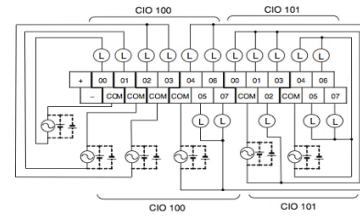
2.3 Jalur masukan dan keluaran PLC

Bagian input dari sebuah PLC adalah tempat dimana akan terkoneksi dengan berbagai perangkat input seperti tombol tekan, saklar, macam-macam sensor dan komponen-komponen lainnya yang dapat digunakan untuk mengubah status bit dari memori status masukan PLC dapat dipasang atau digunakan sebagai masukan ke PLC. Jalur masukan pada CP1L ini telah difasilitasi sumber tegangan DC 24V dan letaknya disebelah kiri jalur keluaran. Sumber tegangan tersebut dapat diambil dan dimasukkan ke komponen input dan dihubungkan ke jalur-jalur bit jika dibutuhkan sesuai perangkatan input yang dibutuhkan seperti dalam gambar 5 dibawah ini.



Sumber : Omron, 2012

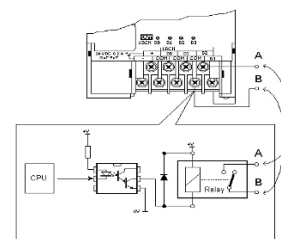
Gambar 5. Jalur-jalur masukan PLC CP1L



Sumber : Omron, 2012

Gambar 6. Jalur-jalur Keluaran PLC CP1L

Selain jalur-jalur masukan, PLC juga memiliki jalur-jalur keluaran seperti diperlihatkan dalam gambar 6. jalur keluaran PLC CP1L ini memiliki jumlah 6 jalur *common*. Com 1 untuk ch 100.00, com2 untuk ch 100.01, com3 untuk ch 100.02 dan ch 100.03, com4 untuk ch 100.04, ch 100.05, ch 100.06, ch 100.07, com5 untuk ch 101.00 s/d ch 101.03 dan com6 untuk ch 101.04 s/d ch 101.07. cara pemasanganpun sama dengan yang ditampilkan dalam gambar 4, dimana L adalah merupakan beban yang digerakan oleh PLC, sedangkan sumber tegangan yang digunakan untuk mengaktifkan beban dapat berupa tegangan DC atau tegangan AC, tegangan DC dapat juga bervariasi, misalnya ada yang menggunakan tegangan DC 12V, tegangan DC 24V. Demikian juga tegangan AC dapat juga menggunakan tegangan 220Vac atau ada perangkat yang menggunakan tegangan 110Vac.



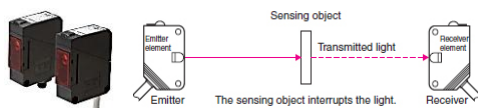
Sumber: Agfianto eko putra, 2017

Gambar 7. Relai sebagai saklar keluaran PLC

2.4 Sensor

2.4.1 Sensor Visolux (Photoelectric)

Sensor photoelectric adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek yang biasanya berbentuk padat. Photoelectric mendeteksi benda, perubahan kondisi permukaan, dan benda lainnya, melalui berbagai sifat optik photoelectric yang menggunakan energi cahaya sebagai penginderanya. Ada beberapa metode penginderaan seperti refleksi reguler, retro reflection dan difuse reflection. Salah satu metode penginderaan yaitu refleksi reguler seperti dalam gambar 2.14, dimana jenis ini transmitter dan receiver tidak berada pada suatu tempat. Pada saat tidak ada benda pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang dikirimkan akan diterima oleh receiver, demikian sebaliknya jika benda ada pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang di kirimkan tidak sampai kepada receiver. Sensor ini yang digunakan dalam job praktik sebagai sensor S16 (sensor full indikator).



Sumber:
<https://hastinline.blogspot.com/2017/06/sensorfotolistrik-mendeteksi-benda.html>

Gambar 8. Photoelectric sensor (visolux)

2.4.2 Sensor Aliran

Flow Switch adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk mengontrol aliran udara, uap, atau cairan. Cara kerja *flow switch* udara umumnya akan memantau ventilasi gas atau udara buang yang tepat dari sistem oleh kipas melalui cerobong. Sakelar aliran udara dalam pipa biasanya dipasang untuk hanya mengetahui bahwa kipas sudah berputar pada kecepatan yang diperlukan. Jika cerobong kipas yang tersumbat tidak berfungsi dengan baik, sakelar aliran udara akan mendeteksi bahwa tekanan belum cukup dan tidak akan membiarkan tindakan kontrol yang lain aktif. Kerja sakelar aliran (*flow switch*) bergantung pada jenis media dan pengukuran keluaran yang diperlukan dan biasanya terdiri dari mekanisme utama, seperti dayung atau pemicu magnet, yang terhubung ke sensor.



Sumber:
<https://inaparts.com/flow-measurement/flow-control/cara-kerja-flow-switch/>

Gambar 9. Flow Switch

2.5 Motor Listrik

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik (AC) yang paling luas digunakan khususnya di kalangan industri. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar stator (Zuhal, 1991).

Motor Induksi 3 Fasa bekerja sebagai berikut. Misalkan memiliki sumber AC 3 fasa yang terhubung dengan stator pada motor. Karena stator terhubung dengan sumber AC maka arus dapat masuk ke stator melalui kumparan stator. Misalnya hanya melihat 1 kumparan stator saja. Sesuai hukum Faraday bahwa apabila terdapat arus yang mengalir pada suatu kabel maka arus itu dapat menghasilkan fluks magnet pada kabel tersebut, dimana arahnya mengikuti kaidah tangan kanan seperti diperlihatkan dalam gambar 10.



Sumber: Muhammad robith, 2015

Gambar 10. Gaya Akibat Fluks pada Stator dan Rotor

Setiap fasa dalam kumparan stator akan mengalami hal yang sama karena setiap fasa dialiri arus, namun besarnya fluks yang dihasilkan tidak sama di setiap waktu. Hal ini disebabkan besarnya arus yang berbeda-beda pada tiap fasa di tiap waktunya. Misalkan fasa-fasa ini diberi nama a, b, dan c. Ada kalanya arus pada fasa a maksimum sehingga menghasilkan fluks maksimum dan arus fasa b tidak mencapai maksimum, dan ada kalanya arus pada fasa b maksimal sehingga menghasilkan fluks maksimum dan arus pada fasa a tidak mencapai maksimum. Hal ini mengakibatkan fluks yang dibangkitkan lebih cenderung pada fasa mana yang mengalami kondisi arus paling tinggi. Secara tidak langsung dapat dikatakan bahwa medan magnet yang dibangkitkan juga ikut “berputar” seiring waktu. Kecepatan putaran medan magnet ini disebut kecepatan sinkron (Muhammad robith, 2015).

Starting Motor Induksi Saat motor induksi di start secara langsung, arus awal motor besarnya antara 500% s/d 700% dari arus nominal. Ini akan menyebabkan rugi tegangan yang besar pada pasokan tegangan listrik. Untuk motor daya kecil sampai 5 kW, arus starting tidak berpengaruh besar terhadap rugi tegangan. Pada motor dengan daya di atas 30 kW sampai dengan 100 kW akan menyebabkan rugi tegangan yang besar dan menurunkan kualitas listrik dan pengaruhnya pada penerangan berkedip (flicker).

Starting motor induksi adalah cara menjalankan pertama kali motor, tujuannya agar arus starting kecil dan rugi tegangan masih dalam batas toleransi. Ada beberapa cara teknik pengasutan, di antaranya adalah DOL (Direct On Line) dan Y/D (Start-Delta). (Nur Cahyo Edy Wibowo, (2014))

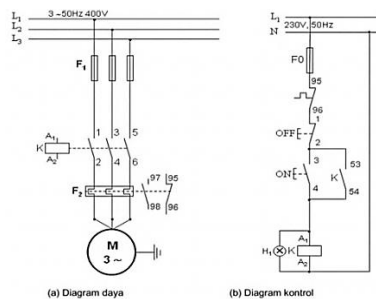
2.5.1. Instalasi *Direct On line (DOL)* Motor Induksi 3 Fasa

Motor listrik yang memiliki daya kecil pada umumnya tidak membutuhkan sistem starting yang berfungsi untuk mengurangi lonjakan arus starting. Oleh karena itulah, salah satu sistem rangkaian starting untuk motor listrik dengan daya yang kecil, cukup dengan menggunakan rangkaian *Direct On line (DOL)*. Cara kerja rangkaian DOL yaitu motor listrik langsung mendapatkan suplai tegangan sebesar 100 persen dari besar tegangan sumber (380 Volt). Sistem ini merupakan sistem starter motor listrik yang paling sederhana, dan biasa dipakai untuk motor listrik yang memiliki daya lebih kecil dari 5,5 Kw (< 5,5 KW).

Pengendalian motor listrik dengan *direct online* memiliki karakteristik paling menonjol yaitu pada konsumsi arus Starting yang sangat besar, bisa mencapai 4 hingga 8 kali arus nominalnya. Adanya arus yang sangat tinggi ini menyebabkan adanya drop tegangan saat motor mulai bergerak. Sedangkan karakteristik torsiya adalah 0.5 hingga 1.5 torsi nominalnya (Eka Samsul Maarif, 2017).

Gambar 2.12a merupakan *wiring diagram* daya yang memiliki fungsi utama menyambungkan daya dari sumber tegangan 3 fasa secara langsung ke terminal motor melalui kontaktor (K). Kontaktor berperan sebagai sakelar utama yang menyambungkan daya listrik dari sumber ke motor listrik. Dengan kata lain nyala atau matinya motor listrik bergantung dari kondisi kontaktor. Sedangkan kontaktor sendiri diatur kerjanya oleh rangkaian kontrol seperti dalam gambar 2.12b, dimana jika tombol on ditekan, maka relai kontaktor K aktif dan sambil mengunci pada kontak 53/54 sekaligus menjalankan motor listrik lewat rangkaian dayanya.

F1 merupakan sistem pengaman berupa fuse dan F2 merupakan pengaman *Thermal Overload Relay* (TOR). TOR memiliki kontak layaknya relay yang akan bekerja saat arus yang melaluinya lebih besar dari set poin arus yang ditetapkan padanya. Aktifnya TOR akan menyebabkan perubahan kondisi kontaknya yang mana bisa dimanfaatkan untuk memutus atau menyambungkan arus listrik (Eka Samsul Maarif, 2017).



Sumber: Eka Samsul Maarif, 2017

Gambar 11. Diagram daya dan diagram kontrol motor 3 fasa sistem DOL

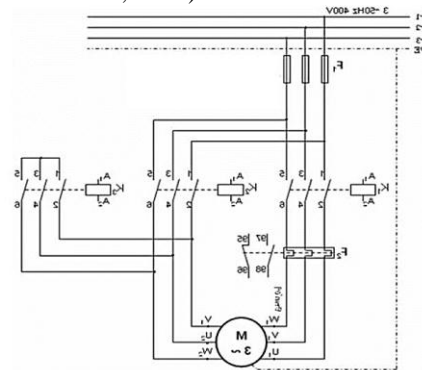
2.5.2. Instalasi YΔ Motor Induksi 3 Fasa

Rangkaian star delta adalah rangkaian instalasi motor dengan sambungan bintang segitiga (YΔ) atau lebih dikenal dengan nama koneksi *star delta*. Fungsi dari koneksi *star delta* adalah untuk menurunkan atau mengurangi besarnya arus *start* motor.

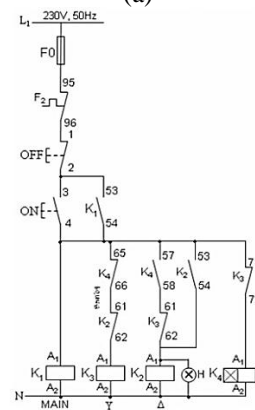
Awalnya kontaktor utama dan kontaktor *star* (Y) ditutup. Setelah interval waktu, pengatur waktu memberi tanda ke kontaktor *star* (Y) menuju ke posisi terbuka dan kontaktor *delta* (Δ) menuju ke posisi tutup, sesuai dengan penataan rangkaian *delta*. Pada saat *start* ketika belitan stator dihubungkan dengan *Star* (Y), setiap tahap stator mendapat tegangan VL / √3, dimana VL adalah tegangan saluran. Oleh karena itu, arus garis yang ditarik oleh motor pada saat asutan

diturunkan menjadi sepertiga dibandingkan dengan arus asutan dengan belitan yang terkait di *delta* (Δ).

Gambar 2.18a diketahui bahwa sistem tersebut memerlukan 3 buah kontaktor. Kontaktor K1 selalu menyala selama motor diaktifkan baik posisi *Star* (Y) maupun *Delta* (Δ). Kontaktor K2 berfungsi untuk menghubungkan motor secara *Delta* (Δ) dan Kontaktor K3 berfungsi untuk menghubungkan motor secara *Star* (Y). Dengan demikian motor memiliki 2 buah kondisi, sehingga setidaknya diperlukan 2 buah alamat Output PLC untuk mengatur 2 kondisi tersebut (Eka Samsul Maarif, 2017).



(a)



(b)

Sumber: Eka Samsul Maarif, 2017

Gambar 12. Rangkaian pengendalian motor induksi 3 fasa dengan metode Start/Delta

Rangkaian pengendali motor listrik dengan *starting star* (Y)/*delta* (Δ) diperlihatkan dalam gambar 2.18b. sistem bekerja ketika tombol on ditekan, dan menjalankan/mengaktifkan kontaktor K1 dan kontaktor K3 lebih dahulu sehingga motor listrik terhubung *star* (Y), kemudian selang beberapa detik kontak K3 off dan kontaktor K2 on sehingga motor mendapat hubungan *delta* (Δ).

Jika menggunakan Output PLC dengan tegangan 24V, maka akan memerlukan Relay 24 Volt sebagai penyaklaran tegangan 220V pada kontaktor, untuk selanjutnya kontaktor menyambungkan listrik 3 fasa ke motor Induksi. Berikut ini adalah diagram pengendalian 3 buah kontaktor dengan Output PLC, seperti diperlihatkan dalam gambar 12.

Gambar 12 memperlihatkan bahwa Relay 1 dan Relay 2 keduanya dipasang paralel untuk

mengaktifkan kontaktor K1. Saat output 1 diaktifkan, maka relay R1 aktif dan akan menyambungkan tegangan 220V pada kontaktor K1 dan K3, sehingga motor berputar dengan hubungan Star.

Beberapa waktu kemudian (dengan memanfaatkan delay Timer yang ada pada PLC), Output 1 akan mati dan digantikan oleh Output 2 sehingga Relay 2 yang akan aktif. Relay 2 akan menyambungkan tegangan 220V pada Kontaktor K1 dan K2, sehingga motor berputar dengan hubungan Delta (Eka Samsul Maarif, 2017).

2.6. Diskripsi Kontrol Konvensional AirBlash

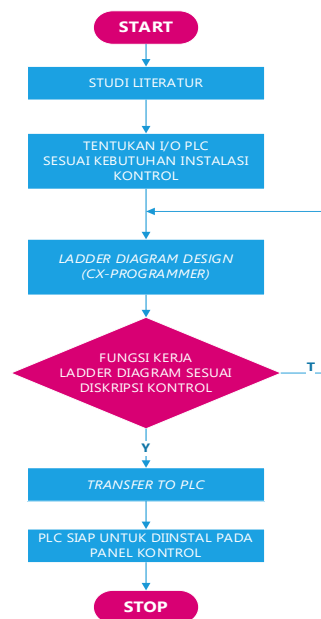
Airblast sistem merupakan suatu unit proses transportasi atau di kenal dengan mesin pemindah bahan-bahan yang bersifat lunak seperti misalnya; biji-bijian, bahan makanan ternak, serbuk semen, dan lain-lain yang dipindahkan dari suatu tempat (silo) melalui pipa/cerobong ke tempat (silo) yang lainnya dengan menggunakan tiupan angin yang dihasilkan oleh Fan Motor (Modul Praktik Otomatisasi Industri pada Politeknik Negeri Ambon, 2020).

Untuk mengoperasikan sistem instalasi ini diperlukan satu orang sebagai operator yang ditempatkan di ruang kontrol. Didalam menjalankan atau mengoperasikan sistem ini, terlebih dahulu saklar pilih (selector switch) dipindahkan ke posisi "NORMAL", kemudian tekanlah tombol normal operation ON (S6b). Dengan menekan tombol normal operation ini, maka Fan Motor (M1) akan beroperasi pada hubungan bintang sampai batas arus nominal bintang. Pada saat mencapai arus nominal bintang maka dengan otomatis Fan Motor akan beroperasi dengan hubungan segitiga yang menghasilkan putaran penuh.

Didalam proses ini udara akan melewati sebuah kontrol aliran yang mana akan membuka kunci motor penggetar sehingga motor tersebut akan beroperasi. Selama ada aliran motor penggetar (M2) ini akan selalu beroperasi hingga sebuah alat pengontrol penuh beroperasi menandakan tempat (silo) sudah penuh untuk menampung benda yang di transport. Pengaruh ini akan mematikan motor penggetar (M2) secara otomatis dan setelah diperkirakan pipa transport sudah kosong maka secara otomatis juga Fan Motor (M1) akan berhenti beroperasi dengan demikian sistem airblast berhenti melakukan proses transportasi. Selain itu juga sistem airblast yang sedang beroperasi dapat diberhentikan dengan jalan menekan tombol tekan "NORMAL OFF" Untuk membersihkan sisa-sisa bahan yang ditrasport, operator dapat melakukan terlebih dahulu memindahkan selector switch ke posisi "MANUAL". Dalam keadaan posisi ini Fan Motor dan motor penggetar dapat dioperasikan secara sendiri-sendiri dalam arti tidak saling tergantung kepada komponen lainnya. Posisi manual ini pun dapat difungsikan untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan pada sistem airblast itu sendiri.

3. METODOLOGI

Langkah-langkah penelitian diuraikan sebagai berikut dalam bentuk *flowchart* pada gambar 13 dibawah ini :



Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 13. Alur Penelitian

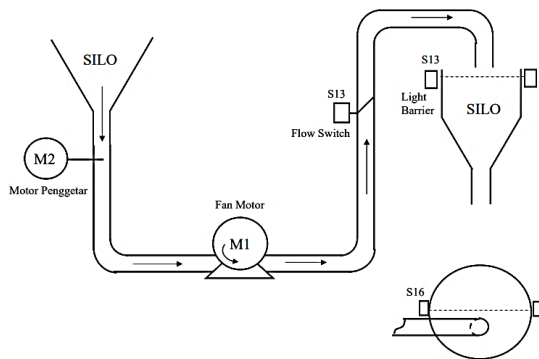
Berdasarkan data yang diperoleh dalam modul praktik mata kuliah otomatitasi industri untuk pusat airblast, diperoleh sistem kerja dari diskripsi kontrol konvensional airblast sebagai berikut :

Kerja sistem airblast dapat dilihat pada gambar 14 dengan langka-langka sebagai berikut :

1. Airblast sistem merupakan suatu unit proses transportasi atau kita kenal dengan mesin pemindah bahan-bahan yang bersifat lunak seperti misalnya; biji-bijian, bahan makanan ternak, serbuk semen, dan lain-lain yang dipindahkan dari suatu tempat (silo) melalui pipa/cerobong ke tempat (silo) yang lainnya dengan menggunakan tiupan angin yang dihasilkan oleh Fan Motor.
2. Dalam menjalankan atau mengoperasikan sistem ini, terlebih dahulu saklar pilih (selector switch) dipindahkan ke posisi "NORMAL", kemudian tekanlah tombol normal operation ON (S6b). Dengan menekan tombol normal operation ini, maka Fan Motor (M1) akan beroperasi pada hubungan bintang sampai batas arus nominal bintang. Pada saat mencapai arus nominal bintang, maka dengan otomatis Fan Motor akan beroperasi dengan hubungan segitiga yang menghasilkan putaran penuh.
3. Pada proses ini udara akan melewati sebuah kontrol aliran yang mana akan membuka kunci motor penggetar sehingga motor tersebut akan beroperasi. Selama ada aliran motor penggetar (M2) ini akan selalu beroperasi hingga sebuah alat pengontrol penuh beroperasi menandakan tempat (silo) sudah penuh untuk menampung

benda yang di transport. Pengaruh ini akan mematikan motor penggetar (M2) secara otomatis dan setelah diperkirakan pipa transport sudah kosong maka secara otomatis juga Fan Motor (M1) akan berhenti beroperasi dengan demikian sistem airblast berhenti melakukan proses transportasi.

- Selain itu juga sistem airblast yang sedang beroperasi dapat diberhentikan dengan jalan menekan tombol tekan "NORMAL OFF" Untuk membersihkan sisa-sisa bahan yang ditrasport, kita dapat melakukan terlebih dahulu memindahkan selector switch ke posisi "MANUAL". Dalam keadaan posisi ini Fan Motor dan motor penggetar dapat dioperasikan secara sendiri-sendiri dalam arti tidak saling tergantung kepada komponen lainnya. Posisi manual ini pun dapat difungsikan untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan pada sistem airblast itu sendiri.



Sumber: Job Praktik AirBlast, 2020

Gambar 14 Blok Diagram Proses Kerja Sistem AirBlast

3.1 Menentukan I/O pada PLC

Menentukan tabel I/O PLC sesuai kebutuhan input dan output sesuai sistem kontrol airblast seperti dalam tabel 3.1, dimana jumlah I/O yang digunakan secara keseluruhan dalam sistem airblast ini adalah 24 I/O dengan jumlah input 13 dan output 11.

Tabel 1. Tabel kebutuhan I/O PLC CP1L untuk kontrol Airblast

Input		Output	
Emergency	i 0.00	Motor Fan (K6M)	Q 100.00
S7 (Normal)	i 0.01	Hubungan Δ (K7M)	Q 100.01
S7 (Manual)	i 0.02	Hubungan Y (K8M)	Q 100.02
S6b (Push Button Start)	i 0.03	Motor Vibrator (K13M)	Q 100.03
S8a (On)	i 0.04	Flow Indicator (H12)	Q 100.04
S8a (Off)	i 0.05	Fan ON Indicator (H20)	Q 100.05
S14b (Vibrator On)	i 0.06	Vibrator On Indicator (H22)	Q 100.06
S14a (Vibrator Off)	i 0.07	Manual Operation H24+Buzer	Q 100.07
S13 (Flow Control)	i 0.08	Full Indicator (H26)	Q 101.00
S14 (Normal Off)	i 0.09	Overload Vibrator Indicator (H28)	Q 101.01
S16 (Full Tank)	i 0.10	Overload Fan Indicator (H29)	Q 102.02
Overload (F6M) Fan Motor	i 0.11		
Overload (F13M) Vibrator	i 1.01		

Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

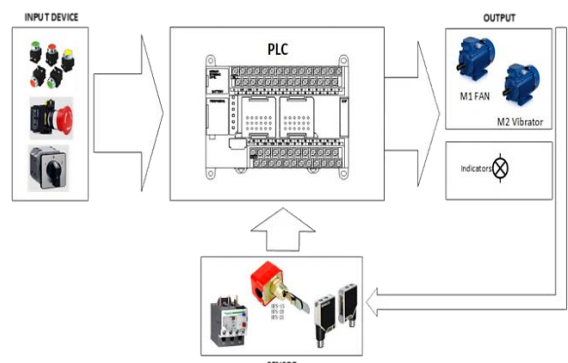
3.2 Perancangan Ladder Diagram PLC

Perancangan *ladder diagram* menggunakan bantuan perangkat lunak *CX One-Programmer* sebelum penerapan langsung ke panel kontrol berbasis PLC. Disain *ladder diagram* dibuat berdasarkan kondisi logika kontrol konvensional sesuai modul praktik airblast. Setelah itu dilakukan simulasi test menggunakan *CX One-Programmer* untuk melihat apakah sudah sesuai logika kontrol atau belum sesuai tahapan kerja sistem airblast.

Berdasarkan diskripsi kontrol airblast, sesuai data I/O yang telah ditentukan berdasarkan kebutuhan kontrol dan disesuaikan dengan jenis PLC yang digunakan (dalam hal ini menggunakan jenis PLC CP1L OMRON dengan 40 I/O), maka pembuatan *ladder diagram* PLC dapat dilaksanakan menggunakan aplikasi perangkat lunak *CX-One Programming*. Sistem *ladder diagram* PLC yang telah dibuat tersebut, sekaligus dilakukan simulasi tes untuk mengetahui apakah sudah memenuhi logika kontrol sesuai diskripsi kontrol airblast atau belum, jika belum dilakukan penyesuaian *ladder diagram* hingga terpenuhi logika kontrol. Setelah itu program *ladder* PLC di transfer ke PLC untuk dilakukan penginstalan pada panel kontrol.

3.3 Perancangan Instalasi PLC

Instalasi PLC disain berdasarkan data I/O PLC yang sudah dihubungkan dengan kebutuhan input output dari kontrol konvensional sistem airblast. Rencana rangkaian daya tetap menggunakan *wiring diagram* yang ada pada modul praktik otomatisasi industri, sedangkan diagram kontrol telah disain menggunakan *ladder diagram* pada PLC. Sehingga instalasi yang dirancang hanya instalasi *input* PLC dan instalasi *output* PLC. Instalasi ini tentu akan dihubungkan dengan tabel 1 yaitu tabel kebutuhan I/O PLC CP1L untuk kontrol Airblast. Gambar 14 merupakan diagram blok instalasi kontrol airblast.



Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

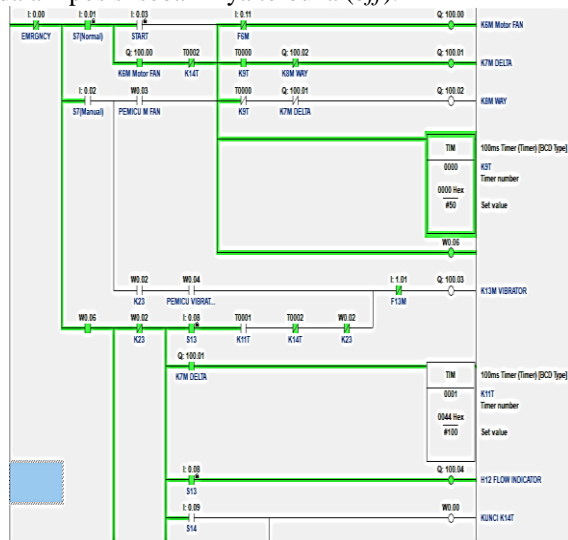
Gambar 14 Diagram blok instalasi kontrol sistem airblast

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Normal

Konsep *ladder diagram* PLC untuk kondisi normal ditandai dengan aktifnya saklar S7 normal

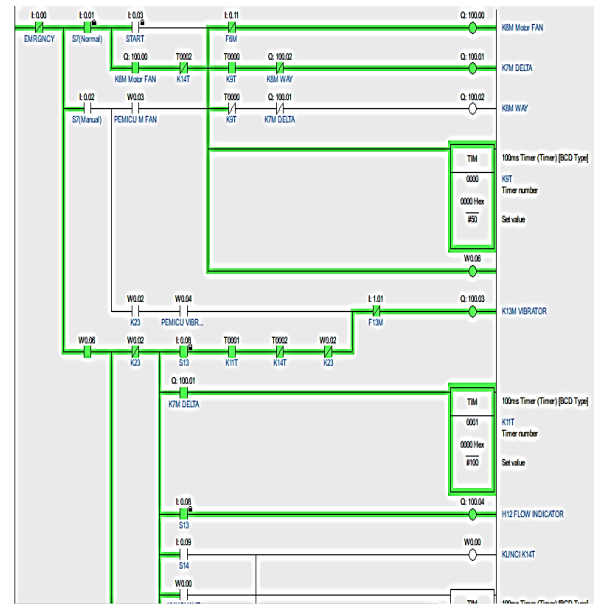
dalam posisi tertutup (*on*), sedangkan S7 manual dalam posisi sebaliknya terbuka (*off*).



Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

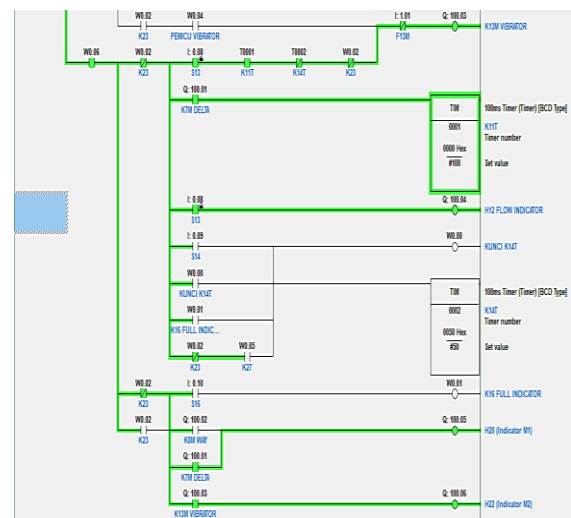
Gambar 15. Potongan ladder diagram kontrol motor M1 dengan starting YΔ

Sistem airblast di disain dengan dua konsep kontrol yaitu pada posisi normal dan posisi manual (*maintenance & repair*). Berdasarkan hasil pengujian *ladder diagram* pada posisi normal, sistem ini bekerja secara otomatis dan apabila push button S6b ditekan, i0.03 pada *input* PLC *on*, sehingga motor Fan M1 bekerja dalam hubung bintang (Y) yaitu coil PLC Q 100.00 dan Q 100.02 *on*, kemudian selang 5 *sec*, coil Q 100.00 dan Q100.01 *on* terhubung delta (Δ), motor fan bekerja dengan putaran maksimal. Bersamaan motor M1 *on*, kontak Q100.01 *on* dan mengaktifkan coil output Q100.05 indikator fan H20 menyala. Ketika motor fan terhubung Y putaran motor belum maksimal sehingga sensor S13 (*flow control*) i0.08 belum memberikan sinyal sehingga motor vibrator (Q100.03) belum bekerja dapat dilihat dalam gambar 15 dan ketika motor fan M1 terhubung Δ, motor bekerja dengan putaran maksimal sehingga tekanan udara mendorong sensor visolux (*flow control*) S13 menjadi *on* sehingga i0.08 posisi *on* dan mengaktifkan motor vibrator M2 melalui output PLC Q100.03 dan kontak Q100.03 *on* mengaktifkan Q100.06 sehingga indikator motor vibrator H22 menyala seperti terlihat dalam gambar 16 dan gambar 17.



Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 16. Potongan ladder diagram S13 on mengaktifkan motor vibrator M2



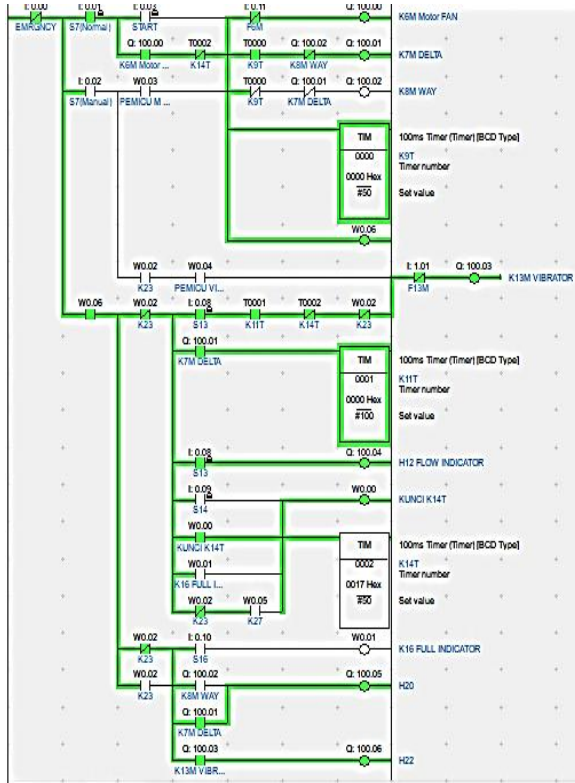
Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 17. Potongan ladder diagram menampilkan indikator Motor M1, M2 dan Flow Control (H12)

Percobaan simulasi *ladder diagram* diperlihatkan fungsi timer TIM0001 dengan *setting* waktu 10 *sec* dalam gambar 16, difungsikan untuk memastikan sensor aliran (*flow control*) S13 benar-benar dalam kondisi tekanan udara maksimum yang kuat sehingga tidak memberikan sinyal logika yang tidak pasti ketika menjalankan motor vibrator M2. Percobaan ini membuktikan jika S13 telah *on* (dalam tekanan maksimum) namun TIM0001 (K11T/T0001) belum *on*, maka motor vibrator M2 masih *off* dan menunggu hingga kontak T0001 tertutup atau *on* kemudian motor vibrator M2 (Q100.03) *on* seperti dalam gambar 16.

Hasil percobaan normal *off*, dimana *push button* S14 (i0.09) ditekan, internal relai PLC w0.00

on sekaligus mengunci walaupun *push button* S14 dilepas. Ketika itu timer TIM0002 (K14T/T0002) bekerja selama 5 *sec* dan memutuskan sumber yang menuju motor M1 dan M2 sehingga sistem secara otomatis berhenti seperti terlihat dalam gambar 18 dibawah ini.

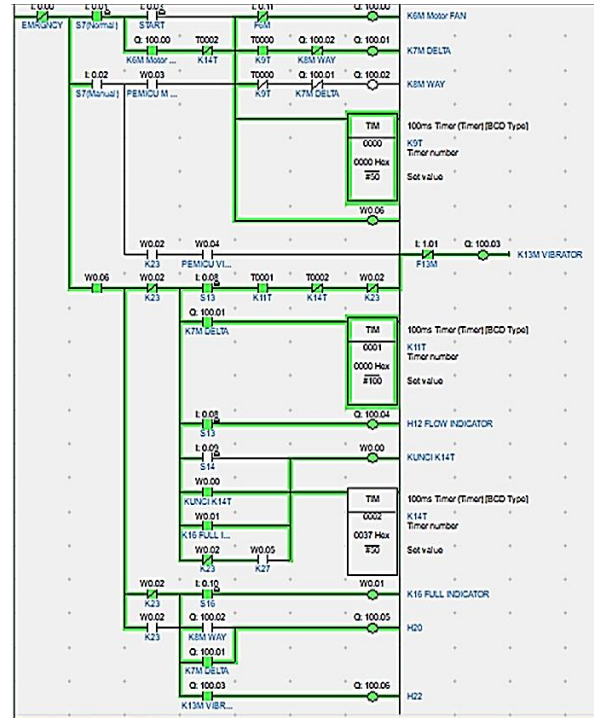


Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 18. Potongan Ladder Diagram

4.1.1. Menampilkan Kerja Normal Off (*push button* S14)

Hasil percobaan normal *off*, juga dilakukan dengan mensimulasikan sensor s16 (i0.10) yang terhalang material padat sehingga kontak w0.01 yang adalah coil PLC yang terhubung dengan sensor *photoelectric* (visolux) S16 (i0.10) untuk mendeteksi level penuh pada wadah penampungan akan memberikan sinyal untuk menonaktifkan sistem dalam posisi normal secara otomatis. Percobaan ini mensimulasikan sensor S16 terhalang benda padat yang mengindikasikan full material seperti dalam gambar 19, maka kontak S16 (i0.10) on selain mengaktifkan *coil* w0.01 juga mengaktifkan *coil output* Q101.00 untuk mengaktifkan indikator *full* H26. Sistem secara keseluruhan *off* sehingga baik motor M1 maupun motor M2 berubah status menjadi *off*. Hasil percobaan ini sesuai diskripsi kontrol sistem airblast pada modul praktik otomatisasi industri.

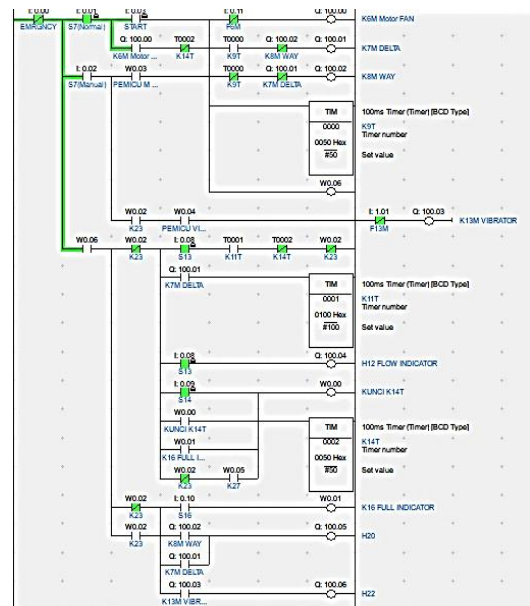


Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 19. Potongan Ladder Diagram

4.1.2. Menampilkan Kerja Sensor Visolux S16 (Normal Off)

Dalam percobaan ini kontak w0.01 kemudian mengaktifkan timer TIM0002 setelah 5 *sec* kemudian sistem *off*. Keadaan sistem normal *off* dapat dilihat dalam gambar 20 dibawah ini yang memperlihatkan baik motor M1 maupun motor M2 berhenti kerja (dalam keadaan *off*).

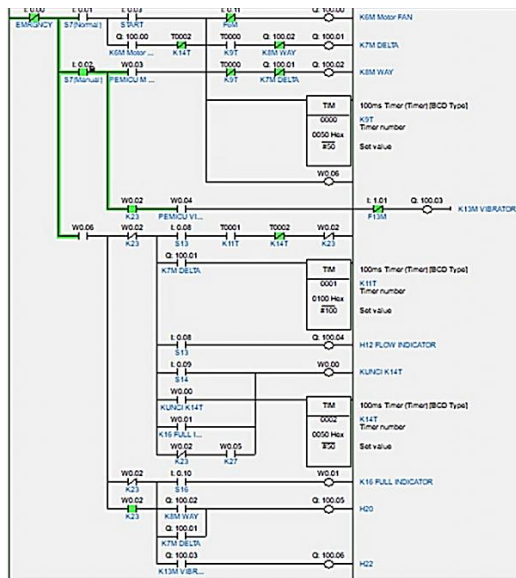


Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 20. Potongan ladder diagram menampilkan sistem Normal Off setelah TIM0002 mencapai 5 *sec*

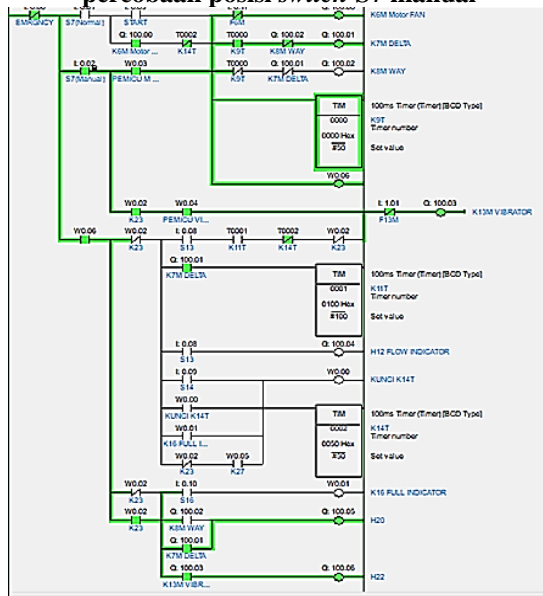
4.2 Kondisi Manual

Hasil percobaan kondisi manual dalam sistem airblast ini terlihat dari switch S7 sekarang terhubung dengan sumber, sedangkan switch S7 normal dalam kondisi terbuka off seperti dalam gambar 21 dibawah ini. Pada percobaan kondisi manual ketika S7 on, lampu indikator operasi manual H24 on dan buzzer bunyi seperti dalam gambar 24 (Q101.07) on yang menandakan kondisi manual untuk pengecekan atau maintenance & repair.



Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 21. Potongan Ladder Diagram untuk percobaan posisi switch S7 manual

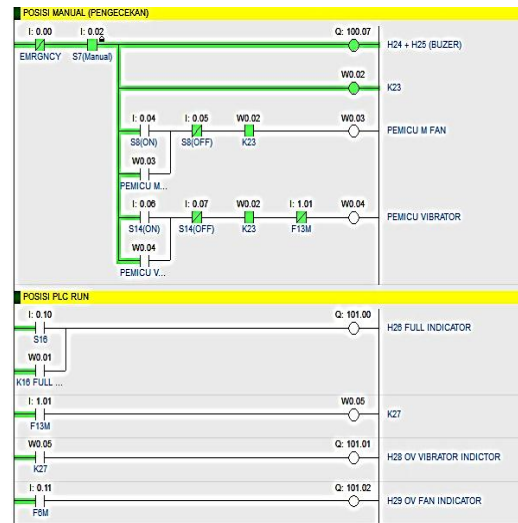


Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 22. Potongan Ladder Diagram untuk percobaan posisi switch S7 manual

Percobaan kondisi S7 manual, untuk pengecekan kerja motor M1 dilakukan melalui push button S8on (i0.04) dan untuk menghentikan kerja M1

melalui S8off (i0.05). Sedangkan untuk pengetesan motor M2 (vibrator) melalui push button S14on (i0.06) dan S14off (i0.07) seperti dalam gambar 4.10. Kontak S8on mengaktifkan internal coil w0.03 sebagai pemicu starting YΔ untuk menggerakkan motor fan M1 seperti terlihat dalam gambar 4.8. Sedangkan untuk percobaan menjalankan motor vibrator M2 menggunakan push button S14on (i0.06) untuk mengaktifkan pemicu motor vibrator M2 (coil w0.04) pada posisi manual seperti terlihat dalam gambar 22 dan 24.



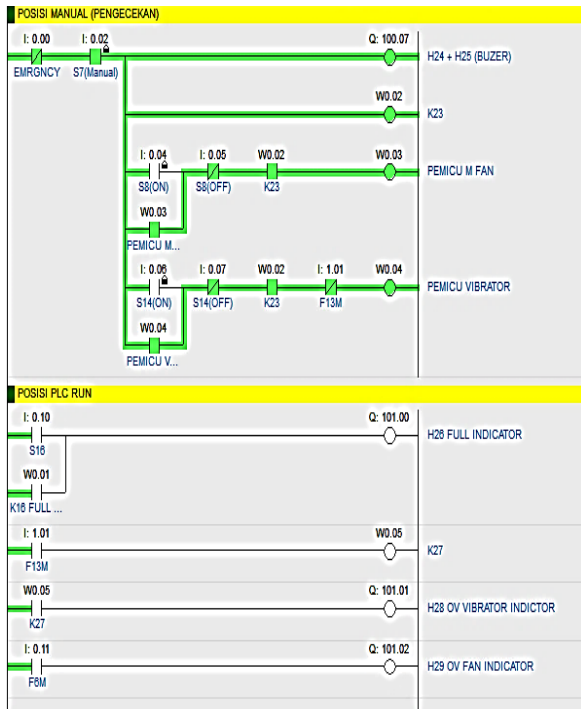
Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 23. Potongan Ladder Diagram untuk percobaan manual

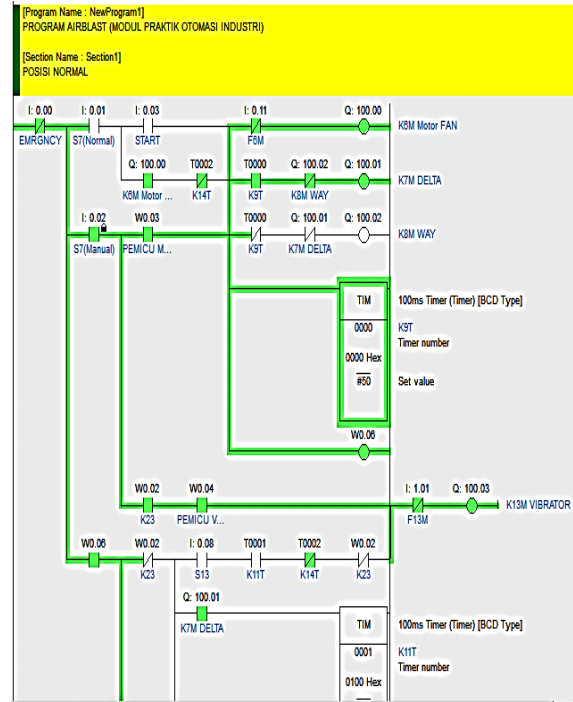
Kontak w0.03 dan w0.04 adalah kontak pemicu untuk menjalankan motor fan M1 (Q100.00 & Q100.01 pada posisi Δ) dan motor vibrator M2 (Q100.03), kontak tersebut aktif apabila coil internal relay output w0.03 dan w0.04 aktif (on). Seperti dalam gambar 23 terlihat coil internal relay w0.03 dan w0.04 dalam kondisi pasif (off).

Namun jika push button S8on ditekan maka coil internal relay w0.03 sebagai pemicu motor fan M1 on, begitu juga jika push button S14on ditekan maka coil internal relay w0.04 sebagai pemicu vibrator M2 on seperti terlihat dalam gambar 24 dibawah ini.

Menghentikan kerja motor fan M1 dan motor vibrator M2 dilakukan secara manual melalui tombol stop push button S8off (i0.05) untuk menghentikan kerja motor fan M1 (Q100.00 & Q100.01), sedangkan push button S14off untuk menghentikan kerja motor vibrator M2 (Q100.03). Jika kondisi tersebut dilakukan maka kondisi ladder diagram akan terlihat seperti dalam gambar 23.

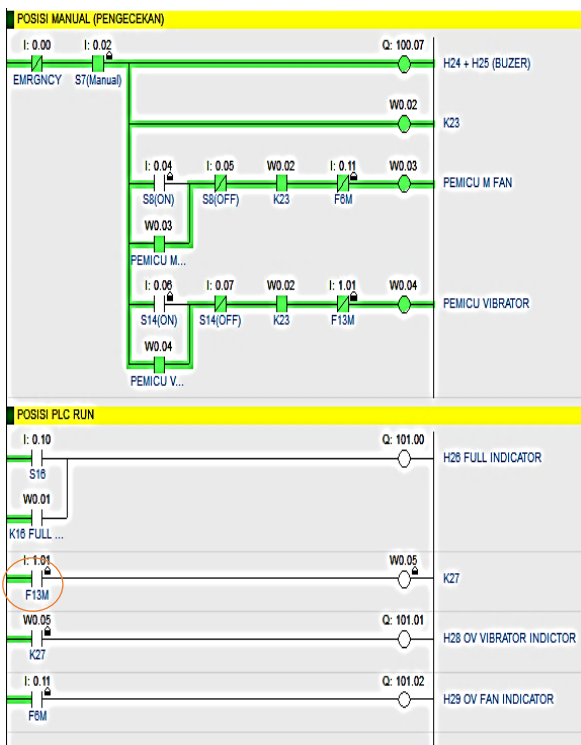


Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

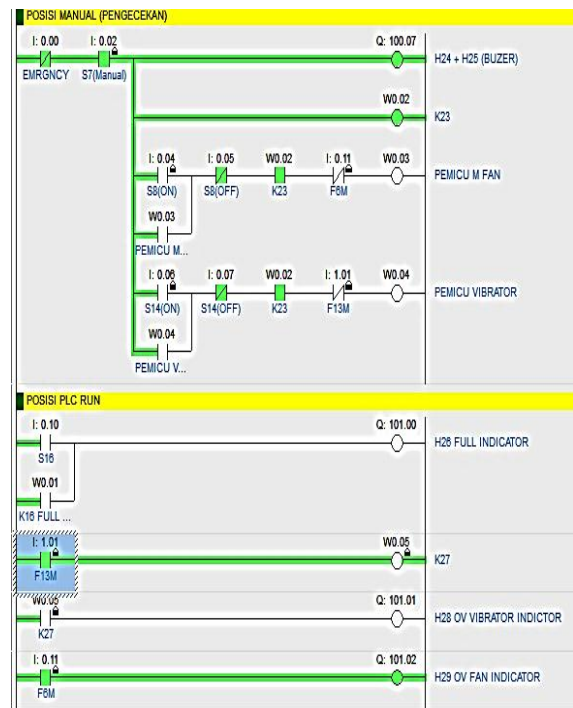


(b)

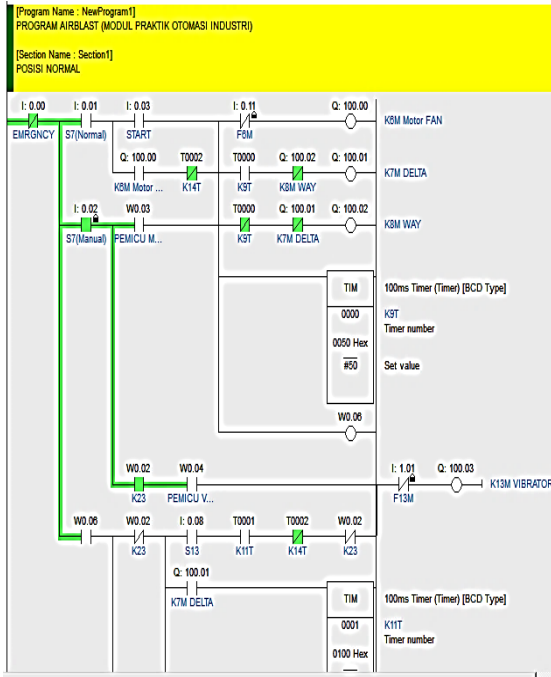
Gambar 24. Potongan Ladder Diagram untuk Menjalankan Motor M1 & M2 pada Posisi Operasi Manual



(a)



(c)



Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

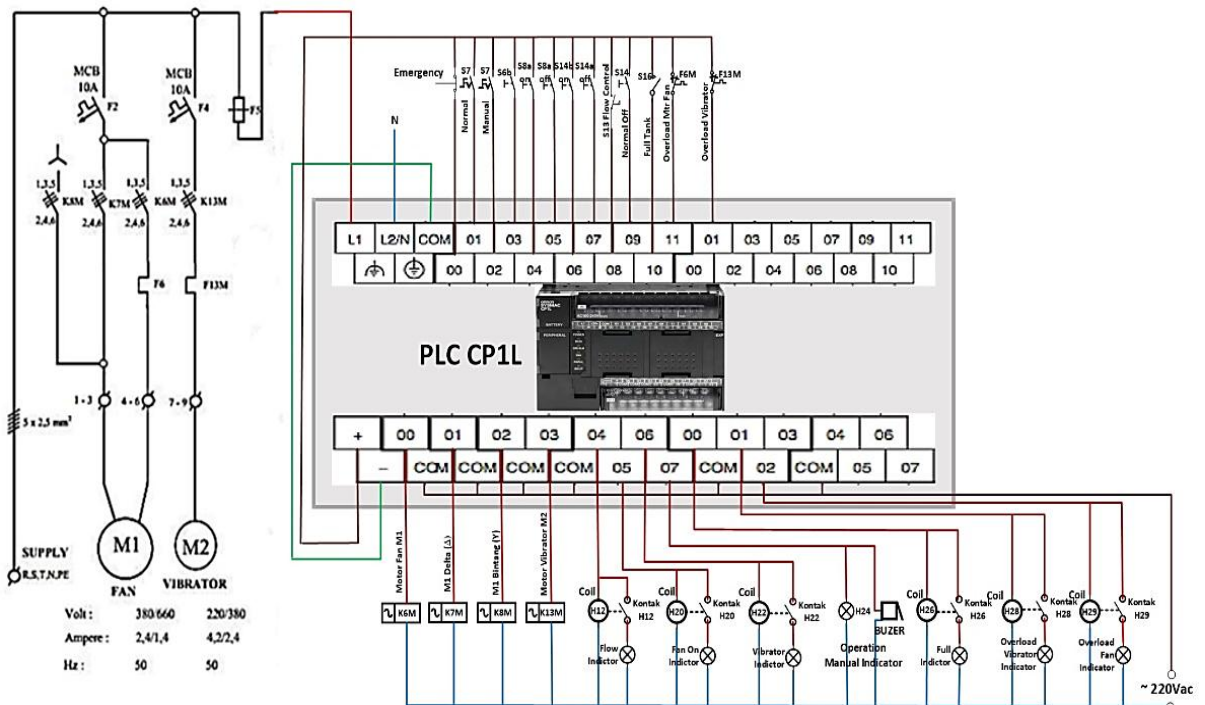
(d)

Gambar 25. Pengujian fungsi *overload* (F6M dan F13M) pada motor M1 dan M2

4.2. Instalasi PLC

Hasil pengujian pada posisi manual dilakukan untuk mengetahui fungsi *overload* F6M dan F13M. Ketika *overload* F6M(i0.11) dan F13M(i1.01) dianggap normal (dalam posisi NC), maka motor M1 dan M2 dapat di jalan seperti dalam gambar 25 (a) dan (b). Namun berdasarkan hasil pengujian melalui simulasi *ladder diagram*, ketika *overload* F6M(i0.11) dan F13M(i1.01) dikondisikan *overload*, maka posisi kontak NC berubah menjadi NO dan NO berubah menjadi NC sehingga kontak NC *overload* F6M (i0.11) dan F13M(i1.01) terbuka dan memutuskan pemacu motor FAN (w0.03) dan pemacu motor vibrator M2 (w0.04) sehingga menghentikan kerja motor M1 dan M2 seperti dalam gambar 25(c) dan (d).

Hasil pengujian terlihat indikator sistem dalam kondisi *overload* pada indikator H28 dan H29, dimana indikator H28 (Q101.01) mengindikasikan *overload* terjadi pada motor vibrator M2 (Q100.03), sedangkan H29 (Q101.02) mengindikasikan *overload* pada motor fan M1 (Q100.00).



Sumber: Haurissa M.A.F, 2022

Gambar 26 Wiring diagram daya dan diagram kontrol sistem airblash

Hasil disain instalasi PLC diperlihatkan dalam gambar 26 yang disesuaikan dengan tabel 1 kebutuhan

I/O kontrol airblash. Pad bagian output PLC untuk menggerakkan motor listrik menggunakan 4 (empat)

buah kontaktor daya. 3 (tiga) kontaktor daya digunakan untuk menjalankan motor M1 (Fan) dengan sistem *starting* YΔ (bintang segitiga) dan 1 (satu) kontaktor digunakan untuk menjalankan motor M2 sebagai vibrator. Sedangkan *output* lainnya adalah untuk mengendalikan atau sebagai memberi sinyal kontrol yang menandakan kondisi apa yang sedang terjadi. Dalam sistem instalasi ini untuk indikator dapat dilakukan langsung tanpa penggerak relai jika lampu indikator yang digunakan tidak memiliki arus yang melebihi arus pada kontak dari PLC. Instalasi input PLC terdiri dari alat pemicu sistem seperti saklar pilih, tombol tekan (*push button*) dan sejumlah sensor yang digunakan dalam sistem airblash sebagai umpan balik atau respon pada posisi otomatis.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem kontrol secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil disain *ladder diagram* PLC mampu menjalankan kontrol pusat airblash sesuai diskripsi kontrol pada posisi operasi normal dan posisi operasi manual.
2. Sistem instalasi kontrol airblash berbasis PLC lebih sederhana dibandingkan instalasi airblash pada sistem konvensional yang banyak menggunakan kabel penghubung didalam panel kontrol.

5.2 Saran

1. Pengaturan waktu dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem kontrol airblash untuk *starting* motor 3 (tiga) fasa, dapat disesuaikan dengan kebutuhan kondisi motor, termasuk waktu pemutus normal dan waktu deteksi aliran udara ketika motor M1 (Fan) bekerja.
2. Sistem instalasi output PLC khusus untuk indikator dapat dibuat tanpa menggunakan relai bantu artinya langsung menggunakan kontak PLC ke indikator apabila arus lampu indikator tidak melebihi atau mendekati arus kontak pada PLC yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiliansyah, A. R., Puspitasari, M. D., & Arifianto, T. (2021). Rancang Bangun Prototipe Pompa Otomatis Dengan Fitur Monitoring Berbasis IoT Menggunakan Sensor Flow Meter dan Ultrasonik. *Explore IT!: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Informatika*, 5(36), 59–67.
- Bandung, P. (2020). *Modul Praktik Pusat airblast* (Editing 2020 POLNAM).
- Cahyo Edy Wibowo, N., Handajadi, W., & Teknik Elektro, J. (2014). Analisa Starting Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Program Di Pt Madubaru Yogyakarta. *Jurnal Elektrikal*, 1(1), 91–100.
- Dewantara, A. B., & Kholil, M. (2017). Sistem Otomasi Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Dengan Metode Spc Pada Line Finishing (Studi Kasus: Pt. X). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*,

3(3), 141–149.
<https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v3i3.465>

- Fahmizal, F., Pratama, D. B., Priyatmoko, A., & Rahman, M. R. F. (2018). Otomatisasi Proses Produksi Cat Berbasis Simulator Plc Twido Twdlmda20Dtk. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 7(1), 49.
<https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v7i1.12900>

- Nasir, F. S., Hi Abbas, M. Y., & A Djufri, I. (2019). Perancangan Simulator Programmable Logic Controller (PLC) untuk Praktikum. *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(1).
<https://doi.org/10.33387/protek.v6i1.996>

- Nazar, R., Finawan, A., & Zulkarnain. (2016). Rancang Bangun Otomasi Pengendalian Pembuatan Kecap Kedelai Berbasis Programmable Logic Controller. *Litek*, 13(1), 30–36.

- Omron, 2012. Operation Manual CP1L-EL/EM CPU Unit, Omron Automation & Safety.

- Putra, A. E. (2017). *PLC: Konsep, Pemrograman Dan Aplikasi* (Kedua). Gava Media.

- Reza, M., & Jannah, M. (2021). *Analisa Pengoperasian Motor Induksi Satu Fasa*. 10, 35–41.

- Robith, M. (2015). *Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa*.

- Syaiful, S. (2020). Pemasangan Sensor Cahaya Otomatis Untuk Penerangan Jalan Umum Di Desa Karangsemanding. *DedikasiMU(Journal of Community Service)*, 2(2), 389.
<https://doi.org/10.30587/dedikasimu.v2i2.1437>