

Implementasi Pengendali PLC Pada Sistem Motor Tiga Fasa Untuk Star Y/

Ade Elbani

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik,
Universitas Tanjungpura Pontianak
e-mail : adeelbani@yahoo.com

Abstract– Pada penelitian ini akan dioperasikan program start-delta pada motor induksi tiga fasa secara langsung dengan pengendali PLC (*programmable logic control*) pada skala laboratorium. Dalam menggerakkan motor induksi tiga fasa dengan hubungan star-delta, hubungan start dipastikan harus mati terlebih dahulu sebelum berpindah ke hubungan delta, agar motor tersebut tidak cepat mengalami kerusakan. Pada sistem pengendalian motor induksi tiga fasa untuk star-delta ini akan digunakan pengendali PLC dengan jenis Simatic S5-95U, yang di program menggunakan bahasa Step 5 dengan metoda pemrograman LAD (*Ladder Diagram*). PLC merupakan suatu elemen unit kendali dimana fungsi pengaturannya dapat diprogram sesuai dengan keperluan.

Semakin besar arus listrik yang masuk pada kumparan, maka momen gaya yang terjadi akan semakin besar, sehingga gaya putar juga semakin besar, yang mengakibatkan putaran motor juga akan semakin cepat. Pada motor listrik dengan medan putar ini juga bisa terjadi pada kumparan stator yang dihubungkan dengan daya listrik fasa banyak, pada umumnya daya listrik tiga fasa dapat berupa hubungan star / delta.

Keywords– *Programmable logic control(PLC), Ladder Diagram (LAD), Bahasa Step-5, mesin induksi tiga fasa, star-delta.*

1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin pesat. Seiring berkembangnya industri-industri yang memanfaatkan kemajuan ilmu dan teknologi yang modern dan otomatis dalam pengolahan industrinya guna menghadapi persaingan di bidang industri yang cukup ketat. Salah satu teknologi modern yang banyak di gunakan di bidang industri sekarang ini adalah penggunaan PLC (*Programmable Logic Controlled*), yaitu pengendali secara logika yang dapat di program. PLC dapat mengendalikan mesin-mesin atau peralatan dengan daya guna dan ketelitian yang tinggi, dibandingkan dengan pengendalian secara konvensional. Penggunaan PLC banyak memiliki kelebihan, antara lain keandalan yang tinggi, dapat mengendalikan berbagai jenis peralatan, mengetahui program kesalahan dengan cepat dan mengurangi terjadinya kerugian energi, waktu maupun biaya.

Pada penelitian ini akan melakukan atau mengoperasikan program *Start-Delta* ke motor induksi tiga fasa secara langsung dengan pengendali PLC.

Dalam menggerakkan motor induksi tiga fasa dengan hubungan *star-delta*, hubungan *start* dipastikan harus mati terlebih dahulu sebelum berpindah ke hubungan delta, agar motor tersebut tidak cepat mengalami kerusakan.

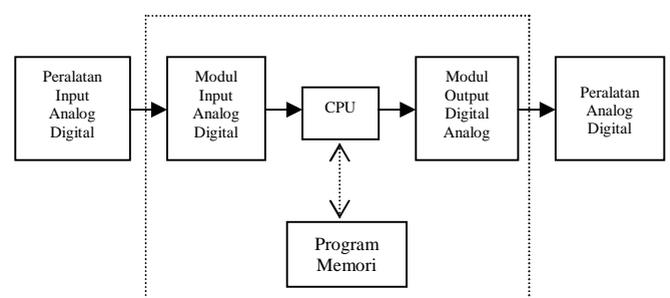
Pada pemrograman pengendalian motor induksi tiga fasa untuk *star-delta* dengan PLC ini, akan menggunakan PLC jenis Simatic S5-95U yang di program menggunakan bahasa Step 5 dengan metoda pemrograman LAD (*Ladder Diagram*).

2. Programmable Logic Controller (PLC)

Pengertian PLC (*programmable logic control*) adalah suatu peralatan elektronik yang bekerja secara digital dan dapat diprogram, memiliki memori yang dapat menyimpan perintah-perintah untuk melakukan fungsi-fungsi khusus seperti, logic, timing, counting dan aritmatika untuk mengontrol perangkat keras maupun lunak. PLC merupakan suatu elemen unit kendali dimana fungsi pengaturannya dapat diprogram sesuai dengan keperluan.

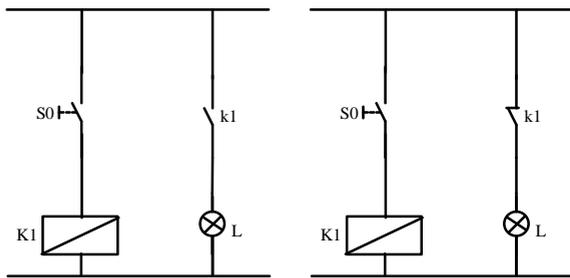
Pengolahan sinyal di dalam PLC adalah secara digital, sehingga setiap operasi analog harus dikonversikan terlebih dahulu di bagian masukan ADC (*Analog to Digital Converter*) dan dibagian keluaran dengan DAC (*Digital to Analog Converter*).

Bekerjanya sebuah PLC dengan cara menerima sinyal masukan dari peralatan-peralatan masukan yang berupa saklar. Modul masukan mengidentifikasi serta mengubah sinyal tersebut ke dalam bentuk tegangan dan mengirimkannya ke Central Processing Unit (CPU). Sinyal masukan tersebut diolah, kemudian dikirimkan ke modul keluaran berdasarkan program yang telah disimpan di dalam memori.



Gambar 1. Diagram Blok PLC

4.1. Operasi Terbuka dan Tertutup



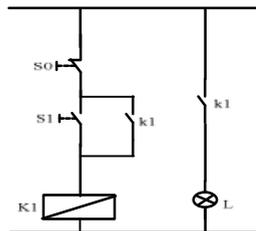
Gambar 3. Loop Terbuka dan Tertutup

Pada rangkaian terbuka, kumparan kontaktor tidak bekerja selama saklar masih dalam posisi off. Jika saklar di On-kan kumparan bekerja dan menarik kontak-kontak pada kontaktor itu sehingga lampu menyala. Kontak tetap pada posisi tersebut sampai saklar di matikan.

Sementara untuk rangkaian tertutup yang tertera pada gambar dapat ditarik kesimpulan bahwa setiap beban yang dihubungkan ke kontak NC dari kontaktor mencapai kondisi operasi apabila kontaktor tidak bekerja.

4.2. Pengaturan Kontaktor Untuk Kontak Kontinyu

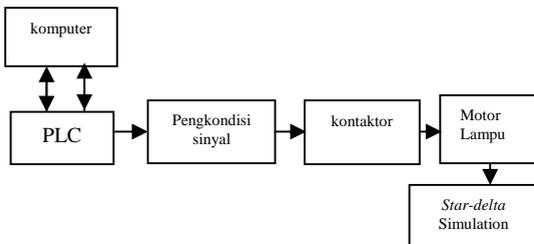
Pada rangkaian ini, kumparan kontaktor tidak bekerja selama S1 masih dalam posisi off. Jika S1 di On-kan kumparan bekerja dan menarik kontak-kontak pada kontaktor itu sehingga lampu menyala. Walaupun S1 dilepas kontaktor tetap bekerja, hal ini disebabkan karena adanya K1 yang menjadi pengunci sehingga arus tetap mengalir walaupun S1 dilepas. Jadi, untuk memamatkannya S0 sebagai tombol off.



Gambar 4. Pengaturan Kontaktor Untuk Kontak Kontinyu

5. Perancangan Sistem Kendali

Sistem kendali yang dirancang menggunakan alat pengendali terprogram, yaitu PLC Simatic S5-95U. Adapun diagram blok sistem kendali dapat dilihat pada gambar di bawah ini /:



Gambar 5. Diagram Blok Sistem

Fungsi-fungsi dari masing-masing blok diagram sistem pada gambar diatas adalah digunakan untuk membuat program yang kemudian di transfer ke PLC, selain itu PC juga digunakan untuk penelusuran kesalahan (trouble shooting). Setelah program di transfer ke PLC, maka PC tidak dipergunakan lagi. Program yang telah ditransfer ke PLC bisa di transfer kembali ke PC bila di inginkan perubahan instruksi pengendalian sistem. Rangkaian pengkondisi sinyal mengkondisikan sinyal keluaran PLC sehingga dapat diterima aktuatur melalui kontaktor yang proses kerjanya sesuai dengan perintah PLC. Aktuatur ini berupa motor yang nantinya di gunakan untuk mengaktifkan elemen kontrol akhir berupa *star-delta* simulation. Motor lampu menandakan kontaktor mana yang bekerja dan juga hubungan mana yang bekerja.

6. Program Kendali

Untuk merancang suatu sistem pengendalian proses dengan PLC, terlebih dahulu harus mengetahui diskripsi kerja dari sistem proses yang ingin dikendalikan. Pengendalian PLC menggunakan PLC dapat di lakukan secara bertahap ataupun secara bersamaan dengan menggunakan satu atau beberapa masukan (input) untuk menghasilkan keluaran (output) yang di inginkan.

Berikut ini adalah alamat daftar masukan (input) dan keluaran (output) yang digunakan pada perancangan suatu sistem pengendalian proses dengan PLC :

Perangkat masukan (input) PLC :

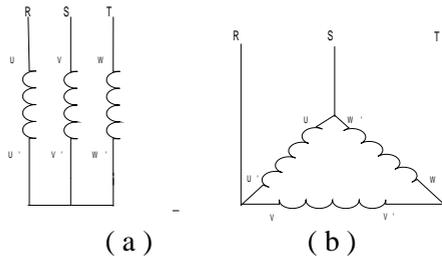
- I 32.0 sebagai Tombol Off
- I 32.1 sebagai Tombol On
- I 32.2 sebagai Tombol Overload
- I 32.3 sebagai Tombol Reset

Perangkat keluaran (output) PLC :

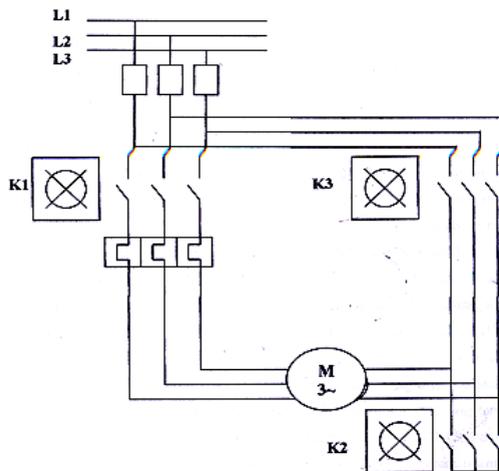
- Q 32.0 sebagai Lampu Status Kontaktor 1 (sumber arus)
- Q 32.1 sebagai Lampu Status Kontaktor 2 operasi *star* (Y)
- Q 32.2 sebagai Lampu Status Kontaktor 3 operasi *delta* ()

7. Prinsip Kerja

Starting star-delta adalah salah satu metode klasik dalam pengasutan motor induksi tiga fasa. Untuk *starting* motor-motor berkapasitas kecil dan besar, umumnya tidak dilakukan dengan mensuplai motor langsung menggunakan tegangan jala-jala (V_L) secara penuh, melainkan dengan menggunakan tegangan bertahap. Tegangan bertahap ini di dapatkan dengan mengubah konfigurasi belitan stator, yaitu untuk pertama *starting* belitan stator di hubungkan secara *star* () atau wye (Y), sehingga tegangan jala-jala sistem yang diterima oleh masing-masing belitan kumparan stator motor adalah $V_L / 3$. setelah motor berputar maka belitan stator di hubungkan secara *delta* () sehingga masing-masing belitan stator mendapat tegangan jala-jala secara penuh yaitu V_L . Konfigurasi belitan kumparan stator motor induksi tiga fasa hubungan Y dan dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



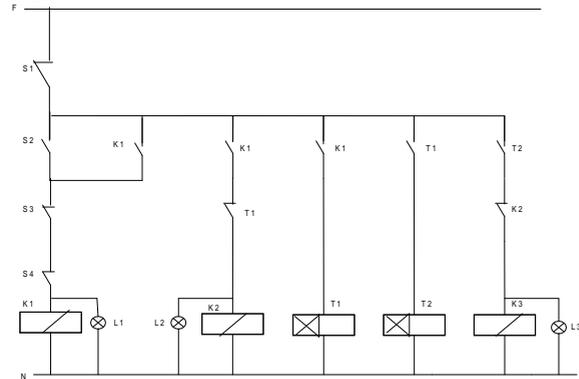
Gambar 6. Konfigurasi belitan stator motor induksi tiga fase
(a). Hubungan Y (b). Hubungan



Gambar 7. Simulasi *Star-delta* Starting

Dapat dilihat pada gambar di atas, belitan stator dari motor induksi terdiri dari tiga kelompok belitan yaitu U, V, W dan U', V', W', berarti ada 6 buah ujung-ujung belitan. Ujung-ujung belitan tersebut dihubungkan dengan kontaktor yaitu aktuator mekanik yang dapat bekerja pada tegangan dan arus yang besar. Kontaktor yang digunakan dalam rangkaian konvensional ini berjumlah tiga buah yaitu K1, K2, K3. Dengan penjelasan fungsi K1 sebagai main kontaktor, K2 sebagai *star* kontaktor, K3 sebagai delta kontaktor. Deskripsi kerja dari gambar 3.3 yaitu, hubungan *star* terjadi jika K1 aktif dan K2 aktif secara bersamaan. Hubungan delta terjadi jika K1 aktif dan K3 aktif secara bersamaan. Motor induksi tiga fase selalu bekerja dalam hubungan *star* (steady state), dan dalam keadaan transient (hanya beberapa detik) motor berada dalam hubungan delta. Karena itulah disebut sebagai hubungan *star-delta*, yaitu hubungan *star* terlebih dahulu, baru delta. Umumnya rangkaian operasi motor tiga fase juga diperlengkapi dengan komponen proteksi untuk mengatasi berbagai gangguan seperti gangguan arus lebih (over current). Oleh karena itu rangkaian operasi motor harus diberi pengamanan arus lebih OLP (overload protection). CB (circuit breaker) untuk memproteksi arus beban lebih pada motor, fuse untuk memproteksi terjadinya arus hubung singkat pada motor, dan bimetal switch yang berfungsi untuk memproteksi peningkatan temperatur akibat dari kesalahan operasi kerja motor. Untuk mengaktifkan motor cukup dengan menekan tombol ON dan untuk mematikan motor cukup dengan menekan tombol OFF. Tombol ON adalah normally open, tombol OFF dan OLP (overload protection) adalah

normally close. Pada gambar 3.4 adalah diagram skematik dan ladder diagram. Diagram skematik adalah merupakan diagram rangkaian kontrol motor induksi tiga fase untuk *start star-delta* sedangkan ladder diagram merupakan listing program motor induksi tiga fase untuk *start star-delta* yang ditulis ke dalam PLC. Pada gambar 5.5 adalah gambar desain lengkap operasi pengasutan Y/.



Gambar 8. Diagram Skematik

Keterangan:

S1 = I 32.0 S4 = I 32.3 K3 = Q 32.2
S2 = I 32.1 K1 = Q 32.0 T1 = TIMER 1
S3 = I 32.2 K2 = Q 32.1 T2 = TIMER 2

8. Analisis

Untuk dapat menggambarkan prinsip kerja dari motor induksi tiga fase untuk *star-delta* dengan pengendali PLC, pertama-tama kita harus mengetahui relay mana yang hidup duluan. sistem ini bertujuan untuk menghidupkan hubungan *star* duluan baru kemudian hubungan delta setelah 3,5 detik. Apabila saklar S2 pada PLC di on kan atau diberi logika 1, maka relay K1 akan hidup, kemudian lampu indikator akan menyala yang berarti menandakan bahwa relay K1 bekerja. Agar K1 ini bisa terus bekerja apabila saklar di on kan sementara, maka S2 perlu di beri pengunci menggunakan kontak K1(NO). Selanjutnya kita perhatikan *star* kontaktor (K2). Karena kontak K1 (NO) tertutup maka relay K2 akan hidup dan lampu indikator 2 akan menyala. T1 (NC) pada relay K2 akan bekerja selama settingan waktu yang di berikan, maka bekerjalah motor pada hubungan *star*. Setelah T1 bekerja setelah settingan waktu yang diberikan maka kontak T1 (NO) pada timer 2 akan menutup, maka hubungan *star* akan mati, kemudian T2 akan bekerja. T2 bekerja selama 1 detik untuk memastikan bahwa motor mati dalam hubungan *star*. Selanjutnya kita perhatikan delta kontaktor (K3). Setelah T2 bekerja selama 1 detik maka kontak T2 (NO) pada delta kontaktor (K3) akan menutup, relay K3 akan bekerja. Lampu indikator 3 akan menyala, maka bekerjalah motor pada hubungan delta. Untuk mematikannya, maka saklar S1 pada PLC di off kan atau di beri logika 1. untuk mencegah over load kita gunakan saklar S3 dalam keadaan normally close, sehingga jika S3 kita berlogika 1 maka sistem juga akan mati semua.

9. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Penggunaan PLC dalam pengendalian mesin induksi tiga fasa dengan program *starting star-delta* sangat praktis, dengan beberapa kelebihan yaitu: ukuran yang kecil, ketepatan (*precision*), kemudahan dalam pemograman ulang, serta kemudahan dalam mengidentifikasi kesalahan.
- Kesalahan yang terjadi pada sistem aplikasi dapat diidentifikasi pada program PLC.
- Dalam hubungan Y/ pada motor induksi tiga fasa, hubungan *star* (Y) bekerja yaitu tegangan jala-jala yang diterima oleh masing-masing belitan kumparan stator motor adalah $V_L/3$.

$$\frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{380 \text{ Volt}}{\sqrt{3}} = 219,393 \text{ Volt} \approx 220 \text{ Volt}$$

jadi putaran motor kecil. Setelah motor berputar maka belitan stator dihubungkan secara delta () sehingga masing-masing belitan stator mendapat tegangan jala-jala secara penuh yaitu V_L . Jadi $V_L = 380 \text{ Volt}$
Motor bekerja secara full (penuh).

- Pada system kontrol mesin listrik yang menggunakan PLC, hanya melibatkan kontrol dua keadaan, yaitu On / Off saja.

Referensi

- [1] Pengenalan PLC LG, *LG Industrial Systems co.,Ltd.*2006
- [2] Suhendar, *Programmable Logic Controller (PLC)*, Graha Ilmu, Yogyakarta. 2005.
- [3] William, Bolton, (*PLC Sebuah Pengantar 3rd*), diterjemahkan Oleh Irzam Harmain, Penerbit Erlangga, Jakarta. 2004.
- [4] Pakpahan,Sahat, **Kontrol Otomatik** (Teori dan Penerapan), Erlangga, Jakarta, 1988.

Biography

Ade Elbani, lahir di Sanggau pada tanggal 22 Mei 1963. Menyelesaikan program Strata I (S1) di Universitas Gadjah Mada (UGM), Fakultas MIPA, Jurusan Fisika, Prodi Elektronika dan Instrumentasi (ELINS) pada tahun 1992 dan program Strata II (S2) di Institut Teknologi Bandung (ITB), Magister Teknik, Program Instrumentasi dan Kendali (PINK), Fakultas Teknologi Industri, selesai pada tahun 2003. Sejak tahun 1995 sampai sekarang mengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak. Penelitian yang diminati saat ini adalah : Pemodelan Sistem dan Kendali.

