

Rancang Alat *Rewinding* Motor Listrik dengan Kendali PLC

Tri Isra Janwardi#

Teknik Elektro, Universitas Efarina, Jl. Sutomo, Griya Hapoltakan Raya, Kav. 1-10, Pematang Raya, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara, 21162, Indonesia
E-mail: tri.isra.janwardi@gmail.com

Abstract— Electrical Motor is the familiar machines to operate all of the industrial system. The high frequency of using the electrical motor is made the motor work harder. The effect of that all is made the conductor is lose of insulator. The electrical motor that has not good winding is not good to use in industrial machine. The electrical motor that has fired winding is need to rewind. Rewinding machines nowadays is familiar using manual vehicles. That using human energy to operate the rewinding machines. That why need to design the automatically rewinding machines with PLC's control and DC electrical motor as the crank. The result of this research is the winding of this rewinding machines is more prices than manual rewinding machines. The component that needed in this machines those are: PLC as the program controller of rewinding machines, NO pushbutton switch as input component, 24 V_{DC} of DC electrical motor as crank of rewinding machines, aluminium metal and wood as winding spot. As the protection, using the 2A MCB with C-Class type for lighting and home electronics device. As the application, this machines can use to make 150 of winding at 17.5 minutes.

Keywords— Rewinding Machine, Design, PLC, Automatic Rewinding.

Abstrak— Motor listrik adalah mesin yang umum dioperasikan pada hampir semua sistem industri. Penggunaan motor listrik dengan frekuensi tinggi dapat membuat motor bekerja lebih keras. Hal ini berdampak pada konduktor pada lilitan motor kehilangan isolasinya. Motor listrik yang tidak mempunyai lilitan yang baik tidak layak digunakan pada mesin industri. Mesin yang berada dalam keadaan seperti ini harus dilakukan penggulangan ulang pada kumparan statornya. Pada saat ini yang berkembang dan umumnya digunakan adalah penggulang manual dengan pemutar manual. Untuk itu dibuat sebuah rancangan mesin penggulang otomatis dengan kendali PLC dan dengan penggerak motor listrik DC. Hasil penelitian ini didapatkan hasil perhitungan jumlah lilitan yang lebih akurat dan dengan mengurangi fungsi manusia pada penggerak mesin penggulang lilitan motor listrik ini. Komponen yang diperlukan yaitu: PLC sebagai kendali program jumlah lilitan yang diinginkan, Pushbutton NO sebagai input PLC, motor DC 24 V_{DC} sebagai output dan penggerak alat pelilit ulang, dan sebuah mal lilitan dengan bahan plat aluminium dan kayu lunak. Sebagai proteksi input PLC digunakan MCB 2A dengan kelas C untuk instalasi penerangan dan peralatan rumah tangga. Pada penerapannya mesin penggulang ini dapat digunakan untuk melilit 150 lilitan pada 17.5 menit.

Kata kunci— Mesin Penggulang Ulang, Desain, PLC, Penggulang Otomatis.

I. PENDAHULUAN

Motor listrik merupakan penggerak yang umum digunakan pada dunia industri pada saat ini. Motor listrik yang bekerja dalam jangka waktu yang lama dan dengan beban yang berat akan mengakibatkan panas dan penurunan kualitas lilitannya. Beberapa dampak penggunaan tersebut akan mengakibatkan kerusakan pada lilitan motor listrik. Apabila motor listrik sudah tidak memiliki lilitan yang sesuai dengan spesifikasi kerjanya, maka mutlak dilakukan penggulangan ulang pada lilitan tersebut.

Saat ini umumnya alat yang digunakan untuk menggulang ulang lilitan motor listrik terutama untuk motor listrik satu fasa dan tiga fasa adalah dengan menggunakan alat yang sederhana dengan menggunakan alat penggulang yang diputar dengan tangan. Hal ini tentu tidak efisien dan keakuratan hasil gulungan tersebut diragukan karena jumlah lilitan motor listrik yang berjumlah ratusan. Selain itu dengan penggerak dengan menggunakan tangan manusia maka hal ini tidak efisien karena jumlah lilitan dalam satu alur yang dibuat tidak satu lilitan saja, namun setidaknya ada delapan lilitan. Hal ini tergantung dengan jumlah alur motor listrik yang akan

dilakukan penggulangan ulang lilitannya. Selain itu beberapa usaha untuk meringankan kerja manusia dalam melilit ulang motor listrik tiga fasa dengan bantuan motor listrik DC, namun pada penerapannya belum menggunakan alat penghitung jumlah lilitan yang diputar motor listrik DC tersebut. [4]

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dikembangkan sebuah mesin yang dapat menggantikan kerja tangan manusia untuk memutar alat penggulangan tersebut. Dengan harapan mesin ini dapat bekerja lebih efisien dan keakuratan jumlah lilitan tiap alur motor listrik tersebut tetap sama. Untuk membangun sebuah mesin penggulangan ulang ini diperlukan sebuah PLC yang berfungsi sebagai kendali input dan output alat. Pada sisi input PLC diperlukan pushbutton NO untuk pemberi sinyal masukan kepada PLC terkait dengan berapa jumlah lilitan yang diinginkan. Pada sisi output diperlukan motor listrik yang bertegangan kerja 24 V_{DC} sebagai penggerak mal lilitan kumparan motor listrik. Pada bagian rancang bangun alat ini diperlukan sebuah kotak panel sebagai pelindung PLC dan peletakan peralatan input yang terpasang pada PLC beserta dengan beberapa *pilot lamp* 24 V_{DC} sebagai indikator kerja alat. Dengan dikembangkannya alat ini diharapkan pengerjaan plilitan ulang motor listrik satu dan tiga fasa dapat dilakukan dengan efisien dan dengan akurasi jumlah lilitan yang diinginkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Dasar

Mesin penggulangan ulang lilitan motor listrik adalah mesin yang digunakan untuk melilit ulang kumparan motor listrik satu maupun tiga fasa yang telah hilang isolasi lilitannya yang mengakibatkan lilitan motor tersebut terbakar dan hilang fungsinya sebagai konduktor yang menimbulkan gaya gerak listrik pada sisi stator. Pada saat ini mesin pelilit ulang kumparan motor yang digunakan masih bersifat konvensional yakni dengan menggunakan alat putar yang masih menggunakan tenaga manusia sebagai penggerak.

Sebagai pengendali motor listrik DC yang digunakan sebagai penggerak mesin penggulangan lilitan digunakan PLC dengan jumlah I/O yang sedikit dan dengan output 24 V_{DC}. PLC dengan jenis ini sudah banyak digunakan untuk kendali sederhana dengan I/O digital atau output high/low seperti rancang konveyor penghitung barang dngan system kendali PLC sebagai media pembelajaran praktik PLC yang menggunakan PLC Omron CPM1A dengan 20 CDR. Komponen yang diperlukan adalah konveyor, rangkaian pengendali, sensor photodiode, dan PLC.[5]

PLC sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian relay yang banyak dijumpai pada system control konvensional. PLC sebagai pusat kendali pada mesin pelilit ulang ini akan menerima sinyal inpu

masukannya 24 V_{DC} yang diambil dari output PLC tersebut dengan sambungan saklar pushbutton yang tersambung pada masing-masing inputnya. [1]

B. Prinsip Kerja PLC

PLC merupakan perangkat kendali yang di dalamnya terdapat beberapa modul; seperti: powersupply, input, CPU, dan output. Modul *input* bekerja menerima data-data berupa sinyal dari peralatan *input* luar (*External Input Device*). Peralatan *input* luar tersebut antara lain berupa saklar, tombol, sensor. Sinyal yang masih berupa sinyal analog akan diubah oleh modul *input* A/D (*Analog to Digital input module*) menjadi sinyal digital. Selanjutnya prosesor sentral (CPU) yang ada didalam PLC sinyal digital itu diolah sesuai dengan program yang telah dibuat dan disimpan di dalam memori. Seterusnya CPU akan mengambil keputusan dan memberikan perintah melalui modul *output* dalam bentuk sinyal digital. Kemudian oleh modul *output* D/A (*Digital to Analog Module*) dari sistem yang terkontrol seperti antara lain berupa *relay* dan motor dimana nantinya dapat mengoperasikan secara otomatis sistem proses kerja yang dikontrol tersebut. [2]

C. Komponen Alat Rewinding

1) PLC CP1L; Perangkat ini merupakan peralatan pengendali yang mengendalikan kerja motor listrik DC yang digunakan sebagai penggerak mal penggulangan lilitan motor listrik. Merk PLC yang digunakan adalah Omron dengan type PLC CP1L 20 CDR dengan rincian 12 terminal pada sisi input dan 8 terminal pada sisi output. Pertimbangan penggunaan PLC merk dan jenis ini adalah dengan ketersediaan software pemrograman yang sudah ada dan dengan tegangan catu daya 220 V_{AC} dan dengan powersupply 24 V_{DC} untuk instalasi peralatan input maupun outputnya.



Gambar 1. Perangkat PLC CP1L 20 CDR

2) *Pushbutton Switch NO*. Peralatan ini digunakan sebagai pemberi sinyal masukan untuk perintah lama waktu motor DC sebagai peralatan input berputar. Pemasangan saklar pushbutton ini disesuaikan dengan

jumlah peralatan input yang digunakan. Pada mesin rewinding ini digunakan tiga buah saklar pushbutton NO dengan masing-masing berfungsi sebagai perangkat ON utama sistem kendali rewinding machine; pengatur



jumlah putaran motor listrik; dan sebagai saklar/tombol darurat untuk menonaktifkan mesin rewinding ini. Berikut ini bentuk saklar mini pushbutton yang digunakan pada mesin *rewinding*.

Gambar 2. Mini pushbutton switch

3) Powersupply 24 V_{DC} 2 A; sumber tenaga 24 VDC digunakan untuk menyuplai tegangan ke motor DC yang digunakan sebagai penggerak mal kumparan. Hal ini dikarenakan output PLC hanya dapat menghidupkan relay 24 V_{DC} dengan arus yang rendah (tidak untuk motor listrik).

4) Relay 24 V_{DC}; sebagai output PLC yang akan menghubungkan motor listrik dengan sumber tegangan Dc 24 volt maka digunakan relay 24 V_{DC} yang terhubung dengan output PLC dengan arus 0.05 A.

5) Motor listrik arus searah 24 V_{DC}. Sebagai peralatan output yang digunakan untuk memutar mal kumparan motor listrik digunakan motor listrik 24 V_{DC} dengan spesifikasi kecepatan putar per menitnya sebesar 50 rpm. Pertimbangan penggunaan motor listrik dengan putaran rendah mempertimbangkan beban mal dan kumparan yang dipasang pada rotor motor.



Gambar 3. Motor 24 V_{DC}.

6) Mal kumparan. Mal ini terpasang seporos dengan sumbu rotor motor DC 24 V. Mal ini digunakan untuk memutar lilitan sesuai dengan jumlah sinyal input dan program PLC. Mal ini dibuat dari sebuah pelat alumunium dan kayu lunak. Mal ini dapat disesuaikan dengan panjang alur motor yang akan dilakukan pelilitan ulang.

TABEL I
DESKRIPSI BAHAN ALAT REWINDING

No.	Alat Rewinding		
	Komponen	Spesifikasi	
1.	PLC	Merk	Omron
		Type	CPIL 20 CDR
2.	Pushbutton	Type	Mini Pushbutton Switch
		Tegangan	24 V _{DC}
3.	Motor DC	Kecepatan	50 rpm
		Tegangan	24 V _{DC}
4.	Box Panel	Ukuran	15 inch
5.	Pilot lamp	Type	Mini Pilotlamp
		Tegangan	24 V _{DC}
6.	MCB	Type	1 Fasa
		Kelas	C-Class 2 A
7.	Plat Alumunium	Ukuran	20 cm
8.	Kayu Bulat	Dimensi	15 x 5 cm
9.	Relay	Merk	Omron
		Tegangan	24 V _{DC}

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan. Perancangan alat rewinding ini meliputi:

A. *Pemilihan perangkat kendali PLC*; pemilihan perangkat PLC yang digunakan disesuaikan dengan tujuan perancangan alat yaitu berdasar pada jumlah I/O dan jenis peralatan I/O yang digunakan. Berdasarkan hal tersebut dengan pertimbangan fungsi dan biaya maka digunakan PLC merk Omron dengan type CPIL.

B. *Pemilihan kapasitas motor DC*; pemilihan motor disesuaikan dengan berat mal yang digunakan. Mal yang terbuat dari bahan alumunium dan kayu lunak. Maka digunakan motor 24 VDC dengan kecepatan 50 rpm.

C. *Desain rancangan alat*; dengan adanya desain maka akan mempermudah untuk memposisikan dan penentuan bahan yang akan digunakan.

D. *Perhitungan alat dan bahan*; agar dan alat dapat terukur dengan baik sesuai dengan rancangan yang dibuat sebelumnya.

E. *Percobaan fungsi bahan*; bertujuan untuk memastikan semua alat dan bahan yang akan digunakan berfungsi dengan baik agar tidak mengganggu proses pengerjaan alat.

F. *Perakitan*; menginstalasikan rangkaian yang dirancang dengan aktualisasi pembuatan alat rewinding.

G. *Pembuatan program*; program PLC dibuat dengan CX Programmer versi 9.35. Dibuat dengan menggunakan tiga input pushbutton NO sebagai ON utama, set lama waktu putaran dan tombol OFF.

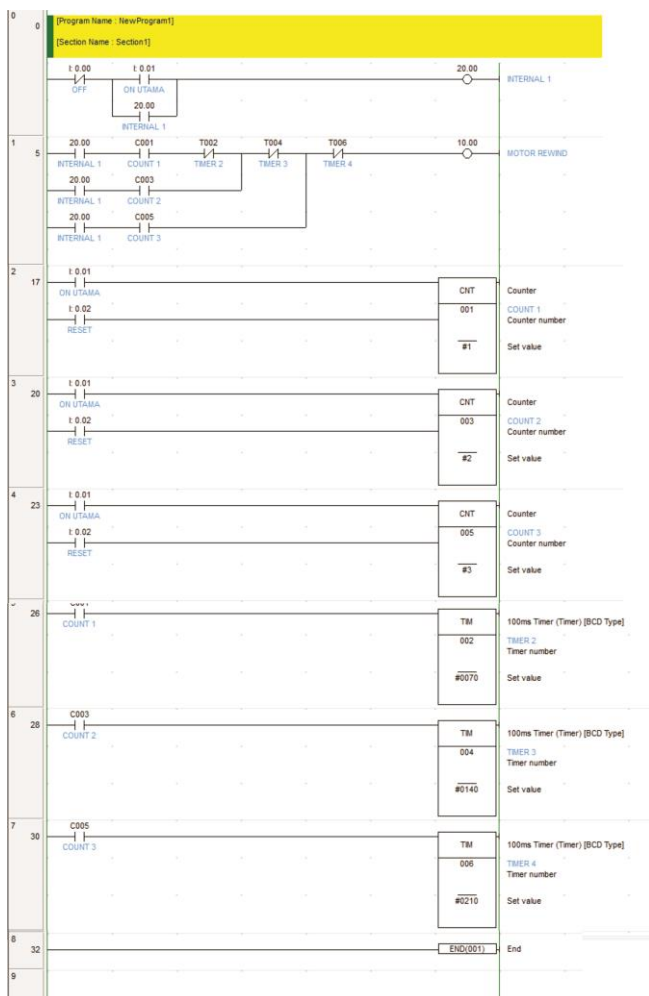
H. *Pengambilan data*; proses pengumpulan data untuk mengetahui efisiensi alat dan akurasi jumlah lilitan yang dikerjakan alat rewinding ini.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah semua tahapan selesai dilakukan sampai dengan tahapan pengumpulan data. Maka dilakukan beberapa kali pengujian untuk menguji keandalan alat rewinding dalam waktu yang lama. Hal ini dilakukan sebab pengambilan sampel dalam jumlah yang kecil. Pengujian dilakukan setelah penyesuaian antara rancangan dan kondisi alat dan bahan yang digunakan.

Semua komponen yang telah dirangkai dilakukan pengujian fungsi akhirnya. Seperti kemampuan putaran motor DC; fungsi indikator pilot lamp sebagai indikasi alat sedang bekerja, serta keandalan proteksi tegangan input PLC yang diharapkan mampu melindungi PLC dari korsleting. Selain itu juga dilakukan pengambilan data kecepatan putar gulung per detiknya.

Berikutnya pembuatan program dilakukan dengan menggunakan software CX-Programmer versi 9.35. [3] Hasil program yang telah dirancang dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4. Ladder diagram mesin rewinding motor listrik

A. *Program rung 0*; merupakan program untuk rangkaian interlocking untuk mengaktifkan indikator

mesin rewinding dan motor dengan mengaktifkan input pada terminal 00.01.

B. *Program rung 1*; merupakan program untuk mengaktifkan motor pada terminal 10.00 sesuai dengan jumlah penekanan pushbutton 3 yang berfungsi untuk input lama waktu motor menyala.

C. *Program rung 2*; merupakan program untuk mengaktifkan counter 01 dengan masukan input dari terminal 0.01 sebanyak satu kali penekanan.

D. *Program rung 3*; merupakan program untuk mengaktifkan counter 03 dengan masukan input dari terminal 0.01 sebanyak dua kali penekanan.

E. *Program rung 4*; merupakan program untuk mengaktifkan counter 05 dengan masukan input dari terminal 0.01 sebanyak tiga kali penekanan.

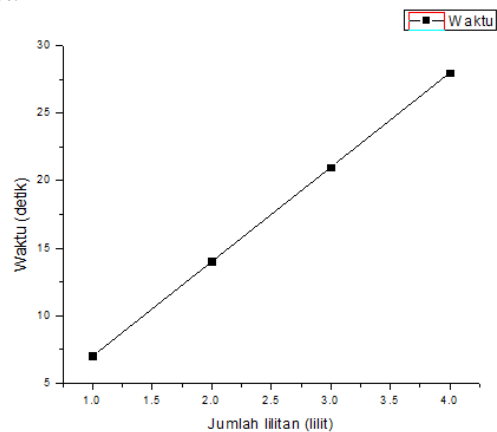
F. *Program rung 5*; merupakan program untuk mengaktifkan timer 02 dengan masukan input dari counter 01 dengan waktu nyala selama 7 detik.

G. *Program rung 6*; merupakan program untuk mengaktifkan timer 04 dengan masukan input dari counter 01 dengan waktu nyala selama 14 detik.

H. *Program rung 7*; merupakan program untuk mengaktifkan timer 06 dengan masukan input dari counter 01 dengan waktu nyala selama 21 detik.

I. *Program rung 8*; merupakan program untuk mengakhiri seluruh rangkaian ladder.

Setelah dilakukan pengujian alat didapatkan data sebagai berikut.



Gambar 5. Hasil pengujian alat

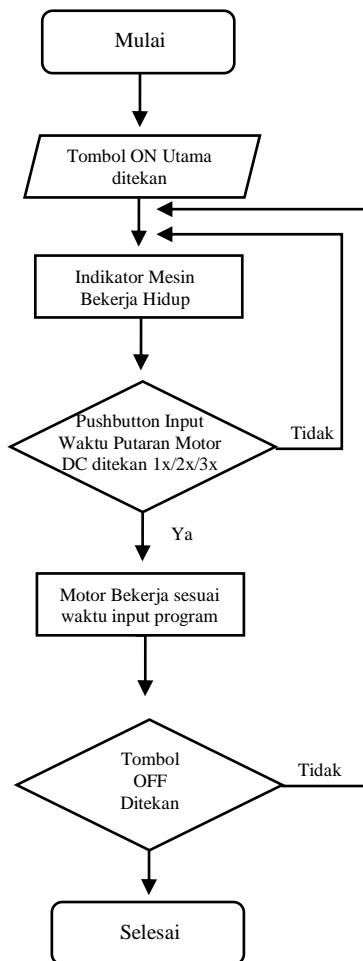
Prinsip kerja mesin rewinding ini secara umum dapat dilihat melalui diagram blok berikut ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Jambi yang telah mempersiapkan ide dan menyediakan tempat sebagai sarana pembuatan alat rewinding ini. Terima kasih untuk rekan yang membantu tulisan ini. Terima kasih untuk istri yang selalu mendukung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eko P. Agfianto, *PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi*. Edisi Pertama, Yogyakarta: Gava Media, 2007.
- [2] Iwan Setiawan, *Teknik Perancangan Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)*, Malang: Gava Media, 2006.
- [3] Omron CX-Programmer: *Software Programming Tools for Omron Programmable Logic Controller Version 9.35.*, Omron Corporation, 2012.
- [4] Siswanto, "Rancang Bangun Alat Penggulung Kawat Stator Berpenggerak Motor Listrik," S. T. skripsi, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Jawa Timur, Indonesia, Agustus 2018.
- [5] Sri P. Sari, "Rancang Bangun Konveyor Penghitung Barang dengan Sistem Kendali Berbasis PLC", *Jurnal Ilmiah Teknologi & Rekayasa*, Volume 15, pp. 168-175.



Gambar 6. Diagram Blok Mesin Rewinding Motor Listrik

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan alat rewinding motor listrik dengan kendali PLC. Dengan komponen PLC sebagai pengendali, saklar pushbutton NO sebagai peralatan input dan motor 24 V_{DC} sebagai penggerak mal kumparan. Didapatkan data jumlah putaran motor satu putaran dalam tujuh detik. Dengan demikian maka untuk melilit satu lilitan dibutuhkan waktu tujuh detik dengan menggunakan motor berkecepatan 50 rpm. Untuk menggantikan sesuai dengan jumlah lilitan yang diinginkan dapat diubah dengan cara mengubah nilai waktu nyala pada instruksi timer pada ladder diagram.

NOMENKLATUR

v	kecepatan motor	rpm
V	tegangan	volt

Keterangan

V_{DC} tegangan DC