

Rancang Bangun Smart Protection pada Motor Induksi 3-fasa

Eva Mariana¹, Ir. Gigih Prabowo, MT.², Ir. Era P, M.Eng.³
Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Industri, PENS-ITS, Surabaya, Indonesia,
e-mail: mariana_eva@rocketmail.com¹
Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri, PENS-ITS, Surabaya, Indonesia.^{2,3}

Abstrak

Keamanan dan keselamatan dalam kerja sangat dibutuhkan dalam dunia kerja sekarang ini. Pengamanan suatu alat di industri jadi penting artinya agar jangan sampai mengganggu proses industri khususnya motor induksi tiga fasa. Ada beberapa alat pengaman motor induksi yang digunakan agar motor bekerja sesuai dengan keinginan. Diantara alat pengaman adalah pengaman arus lebih, tegangan lebih, tegangan kurang, putaran lebih dan temperatur lebih. Pada proyek akhir ini akan dibuat alat pengaman motor induksi untuk pengaman arus lebih, tegangan lebih, tegangan kurang, putaran lebih dan temperatur lebih.

Pembuatan alat pengaman motor induksi tiga fasa ini akan dilengkapi dengan alat pembaca jenis dan nilai gangguan melalui LCD matrik melalui prosesor ATmega16 dengan bahasa pemrograman C. Dari pembuatan alat pengaman motor induksi tiga fasa ini diharapkan motor dapat bebas dari gangguan arus lebih, tegangan lebih, tegangan kurang, putaran lebih dan temperatur lebih.

Kata kunci: pengaman motor induksi tiga fasa, LCD, pemrograman bahasa C

Abstract

Security and safety at work is vital in today's working world. Security a tool in the industry so it is important to avoid disrupt the industrial processes, especially three-phase induction motors. There are several safety devices induction motors are used to motors to work in accordance with the wishes. Between the existing safety device is a safety overcurrent, overvoltage, voltage is less, over spin and the temperature over. At the end of this project will be a safety device for a safety induction motors overcurrent, overvoltage, voltage is less, over spin and the temperature over.

Manufacture of safety devices three-phase induction motors will be equipped with a reader pass LCD matrix of the disturbance through the processor ATmega16 using the programming language C. From the manufacture of safety devices three-phase induction motors is expected to be free from interference motors overcurrent, overvoltage, voltage is less, over spin and the temperature over.

Key words: Safety induction motor three-phase, LCD, programming language C

1. Pendahuluan

Sering kita jumpai di banyak industri, pada umumnya menggunakan motor induksi 3 fasa pada proses produksi. Motor induksi 3 fasa secara umum digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak yang digunakan untuk menggerakkan suatu beban pada proses produksi. Motor induksi 3 fasa sering digunakan karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki konstruksi sangat kuat, perawatan motor yang relatif mudah dan memiliki efisiensi relatif tinggi pada keadaan normal.

Oleh karena itu terdapat bermacam-macam alat pengaman listrik. Alat tersebut bekerja sesuai dengan karakteristik dan kegunaannya. Pada prinsipnya alat-alat tersebut bekerja dengan cara menyensing adanya gangguan atau

tidak, jika ada sesuatu gangguan yang melebihi dari set point maka alat proteksi itu akan bekerja dengan cara memutus aliran listrik. Fungsi dari alat pengaman tersebut adalah mencegah atau mengamankan kerusakan pada jaringan beserta peralatannya, menjaga keselamatan umum akibat adanya gangguan listrik, dan meningkatkan kelangsungan layanan tenaga listrik kepada konsumen. Hal-hal tersebut di atas merupakan fungsi alat pengaman secara umum.

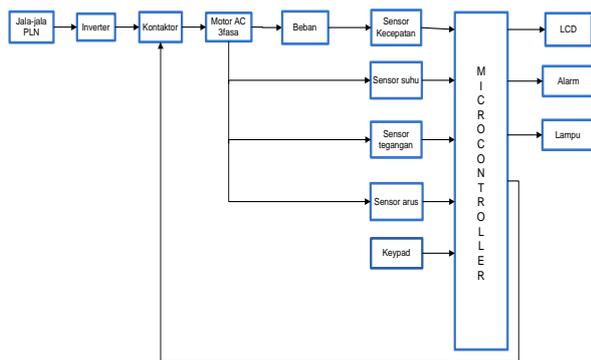
Alat-alat proteksi harus peka (sensitive), teliti (selektifitas), handal (reability), dan cepat (speed) dalam bereaksi bila terjadi gangguan. Pada umumnya peralatan proteksi hanya bekerja pada satu parameter saja, sebagai contoh pengaman arus lebih (over-current relay). Pengaman arus lebih hanya bisa mengamankan peralatan listrik dari gangguan arus lebih. Ada

beberapa alat pengangaman yang mampu mengamankan lebih dari satu gangguan sebagai contoh multilin prodak keluaran dari GE dan juga sebagai referensi proyek tugas akhir kami.

Pada proyek akhir ini akan dibuat suatu pengaman motor induksi yang mampu bekerja untuk mengamankan beberapa gangguan, jenis gangguan tersebut adalah tegangan lebih, tegangan kurang, arus lebih, suhu lebih, dan kecepatan lebih. parameter ini akan diolah melalui mikrokontroller jenis ATmega16 untuk melakukan setting point parameter-parameter toleransi gangguan serta untuk kerja dari rele, agar rele dapat bekerja sesuai dengan parameter-parameter yang diinginkan.

2. Konfigurasi Sistem

Secara umum proyek akhir ini membahas tentang cara pemrograman alat sehingga dapat digunakan untuk mengatur keluaran yang tersambung dengan mikrokontroller. Blok diagram dari sistem pengaman motor induksi 3 fasa terhadap gangguan-gangguan terlihat pada seperti gambar 3.1.



Gambar 1. Blok diagram sistem pengaman motor induksi 3 fasa

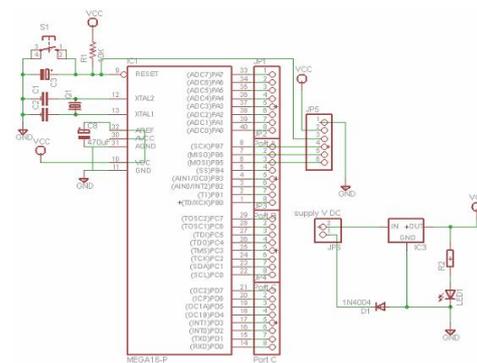
Sistem ini dirancang untuk mengamankan motor induksi 3 fasa dari gangguan tegangan lebih, tegangan kurang, arus lebih, kecepatan lebih, suhu lebih dengan menggunakan mikrokontroller. Sensor yang digunakan pada sistem ini menggunakan sensor tegangan, sensor arus, sensor suhu, dan sensor kecepatan untuk mendeteksi nilai parameter-parameter terjadinya gangguan pada motor induksi 3 fasa. Keempat sensor akan bekerja secara terus-menerus, dan parameter nilai akan diolah/diproses dengan menggunakan mikrokontroller sehingga apabila nilai parameter-parameter sesuai dengan nilai setting (setting untuk memutus kontaktor) maka mikrokontroller akan memberikan sinyal, dengan bantuan softswitch untuk mengetripkan/memutus kontaktor sehingga supply 3 fasa akan putus dan motor induksi 3 fasa berhenti sehingga terhindar dari kerusakan.

2.1 Sistem Mikrokontroler

Dalam perencanaan dan pembuatan mikrokontroller dan display menggunakan ATmega 16 sebagai mikrokontroller dan LCD 20x4 sebagai interface display. Interface antara mikrokontroller dan display membutuhkan software atau program. Program ini yang akan menjalankan proses system maupun proses display yang telah ditentukan sebelumnya. Software atau program mempunyai peranan yang sangat penting maka harus semaksimal mungkin dalam membuat program.

2.2 Mikrokontroller

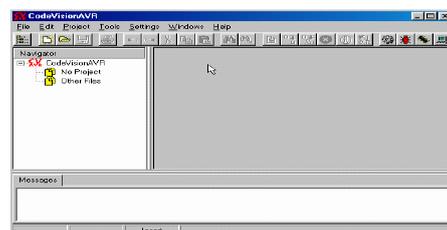
Mikrokontroller menggunakan ATmega 16, seperti digunakan untuk menjalankan sistem membutuhkan rangkaian minimum system (min-sys). Sistem ini merupakan pusat pemrosesan data dari beberapa sistem pendukung lainnya. Dimana sistem ini mengendalikan semua masukan, keluaran, dan sebagai pusat perhitungan program utama. Pada Gambar 2 merupakan minimum system dengan ATmega 16, mempunyai 4 port, tiap port memiliki 8 pin yang bisa digunakan sebagai input data, output data maupun fungsi khusus tiap pin pada port tertentu.



Gambar 2. Skematik minimum sistem ATmega 16

2.3 CodeVisionAVR

CodeVisionAVR merupakan software C-cross compiler, dimana program dapat ditulis menggunakan bahasa-C. Dengan menggunakan pemrograman bahasa-C diharapkan waktu disain (*deleloping time*) akan menjadi lebih singkat. Setelah program dalam bahasa-C ditulis dan dilakukan kompilasi tidak terdapat kesalahan (error) maka proses download dapat dilakukan. Mikrokontroller AVR mendukung sistem download secara ISP (*In-System Programming*). Cara memulai project baru pada CodeVisionAVR adalah :



2.3.1 Jalankan software CodeVisionAVR.
Gambar 3.7. CodeVision AVR

2.3.2 Buatlah project baru. Pilih **File** → **New**.
 Pilih project lalu tekan tombol OK.



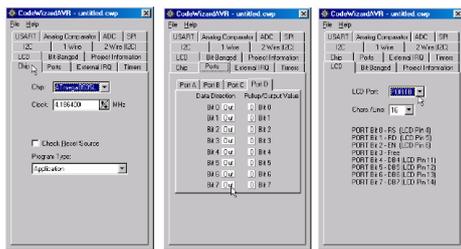
Gambar 3.8. Create project baru

2.3.3 Kemudian muncul dialog apakah akan menggunakan CodeWizard AVR untuk mempermudah merancang kerangka program Pilih YES.



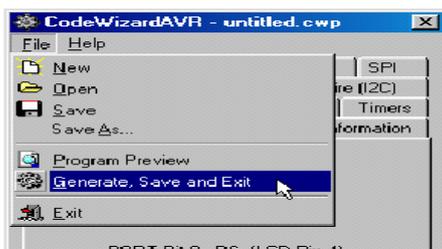
Gambar 3.9. Pilihan untuk menggunakan CodeWizardAVR

2.3.4 Board yang digunakan menggunakan chip ATmega16 dengan clock 12MHz, kemudian pilih tab Ports, secara default port merupakan pin input, lakukan seting untuk portB sebagai output, gunakan portA sebagai Output LCD karena terhubung dengan port A.



Gambar 3.10. Mensetting jenis chip port I/O

2.3.5 Kemudian pilih **File** → **Generate, Save and Exit**.



Gambar 3.11 . Menghasilkan Kode Program

2.4 Perencanaan Input dan Output

Penggunaan port masukan dan keluaran Mikrokontroler ATmega16 yang memiliki 4 buah port 8 bit yaitu Port A digunakan sebagai ADC internal sebanyak 2 chanel, Port B untuk input dari keypad, Port C digunakan untuk antarmuka dengan LCD, dan Port D sebagai output dari mikrokontroler. Untuk lebih jelas dari perencanaan input output dari mikrokontroler ATmega16 ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 1 Perencanaan input output

PORT	Keterangan
PORTA.0	Sensor tegangan fasa R
PORTA.2	Sensor tegangan fasa S
PORTA.4	Sensor tegangan fasa T
PORTA.6	Sensor Arus
PORTA.7	Sensor Suhu
PORTB.1	Timer Conter Rotary Encoder
PORTB.4	Driver kontaktor
PORTB.5	Buzzer
PORTC	LCD 20x4
PORTD	Keypad 4x4

3. Pengujian Dan Analisa

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem dan untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Pengujian terlebih dahulu dilakukan secara terpisah pada masing-masing unit rangkaian dan kemudian dilakukan ke dalam sistem yang telah terintegrasi.

Pengujian yang dilakukan dalam setiap tahap ini antara lain :

- Pengujian rangkaian minimum sistem mikrokontroler ATmega 16
- Pengujian LCD
- Pengujian keypad
- Pengujian ADC
- Pengujian rangkaian sensor.

3.1 Pengujian minimum sistem ATmega 16

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sistem minimum bekerja dengan baik, maka diadakan pengetesan pada jalur-jalur port yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega 16.

Prosedur pengetesan :

1. Mempersiapkan voltmeter untuk mengukur level tegangan output tiap port dari mikrokontroler.
2. Membuka program yang akan dites, kemudian meng- compilenya.
3. Mendownload program ke dalam mikrokontroler ATmega 16 dengan menggunakan ISP downloader.

Listing program menyalakan semua port (set tiap port sebagai output).
 PORTA=PORTB=PORTC=PORTD=0xFF.

Hasil yang diperoleh adalah semua port akan mengeluarkan tegangan sebesar ± 5 volt, sehingga bisa dipastikan sistem minimum dapat bekerja dengan baik.

3.2 Pengujian LCD

Pengetesan ini bertujuan untuk mengetahui apakah LCD tersebut dapat menampilkan pesan-pesan sesuai dengan proses yang diharapkan. Listing program pengetesan LCD :

```

lcd_gotoxy (0,0);
lcd_putsf ("Pengujian LCD");
lcd_gotoxy (0,1);
lcd_putsf ("Loading test");
lcd_gotoxy (0,2);
lcd_putsf ("Mikrokontroler");
delay_ms(1000);
  
```

Setelah program pengetesan LCD didownload ke modul, maka pada layar LCD akan menghasilkan tampilan sebagai berikut :
 Pada baris 1 tampil " Pengujian LCD", baris 2 tampil "Loading test" dan pada baris 3 tampil " Mikrokontroler ".

3.3 Pengujian keypad 4x4

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah keypad dapat bekerja dengan baik. Pengujian ini tidak jauh beda dengan proses penentuan baris dan kolom dari sebuah tombol pada keypad. Keterangan lebih lengkap dapat dilihat pada bab sebelumnya. Analisa pengetesan keypad tombol yang ditekan sesuai dengan yang diinginkan sehingga dapat dipastikan keypad dapat bekerja dengan baik. Untuk mempermudah tombol yang ditekan oleh keypad, status tersebut bisa ditampilkan ke LCD.

Tabel 4.1 Pengujian keypad 3x4

Input Keypad	Tampilan LCD
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
A	A
B	B
C	C
D	D
*	*
#	#

Keterangan :

- A = Atas
- B = Bawah
- C = Back
- D = Enter

3.4 Pengujian ADC

Langkah pertama yang dilakukan adalah pengujian terhadap ADC mikrokontroler AVR Atmega 16 dengan menggunakan *output* 8 bit.

Sebagai masukan ADC, menggunakan PortA pin 0 karena pada port ini mengijinkan untuk masukan analog. Dan tegangan referensi yang digunakan adalah tegangan AVCC yang merupakan *supply* tegangan pin untuk PortA dan A/D converter.

Untuk ADC menggunakan *clock internal* sebesar 172.800 kHz atau sebesar 125 MHz dengan menggunakan *scan input* secara otomatis. Pada ADC ini menggunakan pin 0 tidak scan dilakukan pada channel 0.

Pada ADC menggunakan tegangan referensi (V_{ref}) sebesar 5 Vdc. Sedangkan untuk dapat mengetahui besar tegangan yang diterima oleh mikrokontroler dapat menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\dots\dots\dots(1)$$

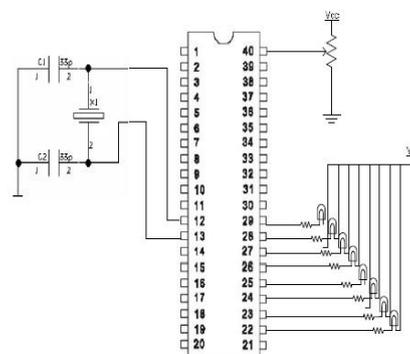
Dimana :

- V_{ADC} = Tegangan terukur yang masuk mikrokontroler
- V_{IN} = Tegangan analog yang masuk ke ADC
- V_{REF} = Tegangan referensi ADC sebesar 5 volt
- 2^8 = ADC yang digunakan 8 bit.

Untuk membandingkan hasil pembacaan teori dengan pembacaan praktek menggunakan persamaan 4.3.

$$\%Error V_{ADC} = \left| \frac{V_{pengujian} - V_{teori}}{V_{teori}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(4.2)$$

Untuk rangkaian pengujian ADC internal seperti pada Gambar 4.1 dibawah ini dengan *input* untuk ADC 0-5V yang besar dari input yang masuk ke ADC diatur oleh potensio.



Gambar 4.1 Rangkaian Pengujian ADC Internal

Tabel 4.2 Pengujian ADC

No	INPUT ADC	Vout (Biner)	Vout (Dec)	Vout (Teori)	% Error
1	0.5	00011001	25	25.6	2.3
2	1	00110011	51	51.2	0.4
3	1.5	01001100	76	76.8	1.04
4	2	01100110	102	102.4	0.4
5	2.5	01111111	127	128	0.7
6	3	10011001	153	153.6	0.4
7	3.5	10110011	179	179.2	0.11
8	4	11001011	203	204.9	0.87
9	4.5	11100101	229	230.4	0.6
10	5	11111111	255	256	0.4

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dari data yang didapat dari perencanaan dan pembuatan sistem pengaman motor induksi 3 fasa terhadap gangguan tegangan lebih, tegangan kurang, arus lebih, putaran lebih, dan suhu lebih didapat :

1. Sensor pengaman tegangan akan bekerja apabila tegangan kondisi tidak stabil (*over- under*), yaitu $\pm 10\%$ dari nilai nominalnya (*Standart NEMA untuk under voltage adalah 10% dan over voltage adalah 10%*).
2. Sensor Arus akan mendeteksi setiap perubahan arus pada beban dengan mengkonversikan Arus tersebut ke dalam bentuk tegangan.
3. Pengujian sensor kecepatan bekerja pada setiap putaran motor dan mengkonversikan perbandingan antara nilai pada tachometer dengan pembacaan LCD, dengan prosentase pembacaan 2,5 %.
4. Pada saat arus lebih, delay untuk trip tergantung dari besar gangguan arus itu sendiri. jika semakin besar arus yang masuk maka sistem akan trip lebih cepat.
5. Pada pembacaan LCD terdapat selisih dengan pembacaan alat ukur dikarenakan dari pembacaan dari adc

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al'Dja'at Siyah Maghrib, "Rancang Bangun Rele Arus Digital Berdasarkan Karakteristik Beban (Hardware dan Visual Basic)", PENS-ITS, 2008.
- [2] Indhana Sudiharto, ST, MT & Ir. Hendik Eko H.S, MT, "Sistem Pengaman Tenaga Listrik", buku kuliah Elektro Industri PENS-ITS, 2006.
- [3] Zuhail. "DASAR SISTEM PENGAMAN TENAGA LISTRIK", ITB Bandung, 1997.
- [4] Cahyo Dwi Hartanto & David Herdianto Laporan Akhir, Perencanaan Modul Pengujian relay

pengaman menggunakan relay testing unit tipe PTE-100-C, 2007.

[5] Peranan Sistem Proteksi Pada Sistem Penyaluran, PT PLN (PERSERO) UDIKLATSEMARANG, 2002.

[6] Heri Andrianto, "Pemrograman Mikrokontroler AVR AT MEGA 16", Informatika, Bandung, 2008.

