

# Monitoring Sistem Pengaman Motor Induksi Tiga Fasa

Ainur Rofiq Nansur, Sutedjo, Bagoes Rachmadi Hartono  
Program Studi Elektro Industri PENS  
Kampus PENS Jalan Raya ITS Sukolilo Surabaya  
rofiq@pens.ac.id, sutedjo@pens.ac.id, goeshartono@gmail.com

*Abstrak*— Motor Induksi tiga fasa adalah salah satu motor listrik yang sering digunakan. Banyak kegunaan aplikasi pada Pengaman motor listrik untuk industri. Seiring perkembangan jaman, sistem pengaman tersebut diterapkan pada kendaraan listrik. Tidak hanya melihat di sisi pengaman pada motor, tetapi juga pada penggunaan daya baterai sebagai sumber utama. Gangguan yang serius terjadi pada motor induksi adalah *Overload Current* (Arus Beban Lebih). Standar yang digunakan pada Overload sesuai dengan Proteksi Invers Relay.

Pada penelitian ini dibuat Sistem Pengaman dan Monitoring yang digunakan untuk mengamankan motor induksi tiga fasa dari gangguan yang bersifat sesaat serta melihat ketersediaan daya pada baterai terhadap pemakai. Dalam monitoring kali ini akan dipakai PC Tablet untuk memonitoring kondisi pada motor tersebut.

**Kata Kunci:** Motor Induksi Tiga Fasa, Overload Current, Proteksi Invers Relay

## I. PENDAHULUAN

Pada awalnya pengaman motor listrik banyak digunakan di industri. Namun, seiring perkembangan jaman, sistem pengaman tersebut diterapkan pada kendaraan listrik. Tentu sangatlah berbeda, pengaman yang ada di industri dengan pengaman yang diterapkan pada kendaraan listrik. Tidak hanya melihat di sisi pengaman pada motor, tetapi juga pada manajemen penggunaan daya baterai sebagai sumber utama.

Dalam pengembangannya, manajemen penggunaan daya dalam jumlah yang besar untuk menyuplai peralatan pada kendaraan listrik, seperti motor induksi. Peralatan tersebut sejatinya bekerja dengan penuh pengawasan secara ketat guna menghindari gangguan-gangguan yang menyebabkan kerusakan bersifat elektris. Dikarenakan gangguan tersebut akan menyebabkan kerusakan pada motor serta ketidaknyamanan dalam berkendara.

Diantara gangguan yang serius terjadi pada motor induksi adalah *Overload Current*. Jenis gangguan ini disebabkan karena kondisi yang tidak ideal pada motor induksi yang akan menyebabkan terjadinya kerusakan. Untuk menanggulangi masalah tersebut dibutuhkan suatu alat yang berfungsi sebagai pengaman guna menjaga kondisi motor agar tetap bekerja dengan baik

Dengan alasan diatas maka pada proyek akhir ini akan dibuat suatu Sistem Pengaman dan Monitoring yang digunakan untuk mengamankan motor induksi tiga fasa

dari gangguan yang bersifat sesaat. Dalam monitoring kali ini akan dipakai PC Tablet untuk memonitoring kondisi pada motor tersebut. Sehingga diharapkan dari hasil pembuatan monitoring ini dapat menampilkan kinerja mobil listrik dan menambah tingkat keamanan berkendara dengan mobil listrik.

## II. TUJUAN

### A. Ruang Lingkup Permasalahan

Pertama, membuat suatu rangkaian elektronik yang dapat berfungsi sebagai pengaman overload pada motor induksi tiga fasa. Kedua, membuat suatu tampilan dan monitoring informasi berupa indikasi jika terjadi kerusakan motor induksi tiga fasa.

### B. Batasan Masalah

Gangguan yang dideteksi yakni Overload Current. Dengan Memonitoring kondisi Daya Battery dan gangguan pada motor induksi tiga fasa yang kemudian di -interface menggunakan PC Tablet.

## III. DASAR TEORI

### A. Overload Current

Gangguan *Overload* terjadi karena beban yang ditanggung oleh motor terlalu besar, sehingga terjadi lonjakan arus yang melebihi arus nominal pada motor sehingga terjadi kerusakan. Ada dua karakteristik waktu pada gangguan *Overload* yaitu *definite time* dan *invers time*. *Definite time* bekerja sesuai dengan waktu yang kita *setting*, sedangkan karakteristik *invers* yang digunakan adalah jenis *very invers* dimana waktu terjadinya *trip* berbanding terbalik dengan besarnya arus yang lewat. Persamaan *very invers* dinyatakan sebagai berikut:

$$t = (13,5)/(I/I_{set} - 1) \times T_p \quad (1)$$

Keterangan:

$I$  = Arus yang masuk (A)

$I_{set}$  = Arus seting (A)

$T_p$  = Time multiplier

$t$  = Waktu trip (s)

### B. Battery

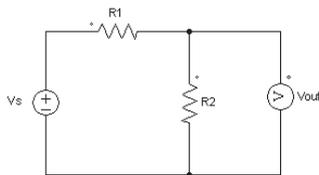
Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau accu) hanya dimengerti sebagai

"baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll. Di dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt. sehingga aki 12 volt, memiliki 6 cell sedangkan aki 24 volt memiliki 12 cell.

Dalam sebuah aki berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (bolak-balik) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektro-kimia reversible yaitu di dalam saat dipakai berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (discharging). Sedangkan saat diisi atau dimuati, terjadi proses tenaga listrik menjadi tenaga kimia (charging). Besar ggl yang dihasilkan satu sel akia dalam 2 Volt. Sebuah aki mobil terdiri dari enam buah aki yang disusun secara seri, sehingga ggl totalnya adalah 12 Volt. Accu mencatu arus untuk menyalakan mesin (motor dan mobil dengan menghidupkan dynamo stater) dan komponen listrik lain dalam mobil. Pada saat mobil berjalan aki dimuati (diisi) kembali sebuah dinamo (disebut dynamo jalan) yang dijalankan dari putaran mesin mobil atau motor. Pada aki kendaraan bermotor rarus yang terdapat di dalamnya dinamakan dengan kapasitaski yang disebut Ampere-Hour/AH (Ampere-jam). Contohnya untuk aki dengan kapasitas arus 45 AH, maka aki tersebut dapat mencatu arus 45 Ampere selama 1 jam atau 1 Ampere selama 45 jam.

C. Sensor Tegangan

Sensor ini berupa Resistor pembagi Tegangan yang digunakan untuk membagi besar tegangan yang masuk sehingga sesuai dengan besar tegangan yang diperlukan.



Gambar 1. Rangkaian Resistor Pembagi Tegangan

Besar tegangan keluar pada rangkaian pembagi tegangan ini dapat dilihat:

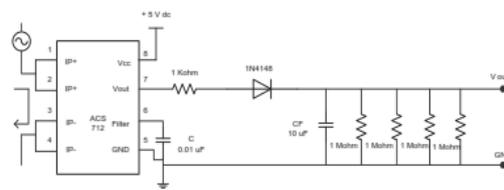
$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_s \tag{2}$$

Keterangan:

- V<sub>out</sub> : Tegangan output sensor (V)
- V<sub>s</sub> : Tegangan input sensor (V)

D. Sensor Arus

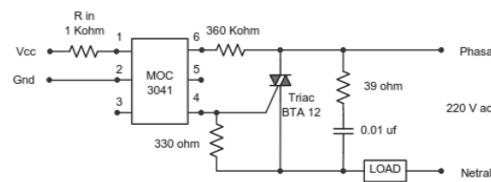
Sensor arus digunakan sebagai penentu parameter arus yang melewati masing-masing fasa pada sebuah sumber. Pemasangan sensor ini secara seri selayaknya *amperemeter* alat ukur. Jenis sensor arus yang digunakan adalah ACS712 dengan range 20 Ampere.



Gambar 1. Rangkaian Sensor Arus

E. Rangkaian Relay

Rangkaian Relay yang berfungsi untuk memutus atau menyambung kontaktor pada system. Fungsi spesifik rangkaian relay untuk meredam arus yang muncul ketika memutus kontaktor yang menerima respon dari mikrokontroler.



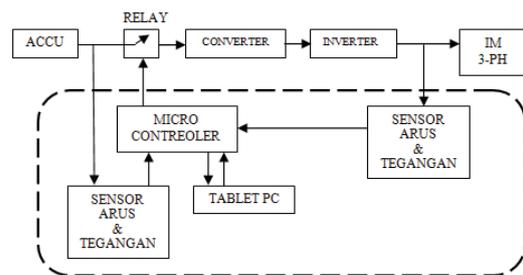
Gambar 2. Rangkaian Relay

F. Mikrokontroler dan Komunikasi Serial

Suatu perangkat Chip yang berguna untuk menjalankan proses atau suatu perintah dari sebuah masukan. Mikrokontroler yang digunakan adalah jenis ATmega128. Dalam hal ini memiliki banyak port dan ADC yang mencukupi. Dengan dilengkapi komunikasi lewat Bluetooth maka dapat memberikan suatu informasi kedalam bentuk Tablet PC.

IV. BLOK DIAGRAM

Konfigurasi dari Monitoring Battery dan Sistem Pengaman Motor Induksi Tiga Fasa sebagai berikut:



Gambar 3. Blok Diagram

A. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan cara mengukur keluaran sensor tegangan yang telah mendapat masukan dari tegangan input. Untuk pengujianya terdapat dua bagian yakni di sisi sumber DC dan di sisi AC. Pada sisi DC diukur langsung ke sumber Battery. Berikut hasil pembacaan:

TABEL I. PENGUJIAN SENSOR TEGANGAN DC

Vin (Volt)	Vout (Volt)	Vout (LCD) (Volt)
1	0,3475	1,09
2	0,682	2,06
3	1,065	3,03
4	1,4	3,95
5	1,721	5,01
6	2,069	5,98
7	2,411	7,04
8	2,753	8,08
9	3,143	8,99
10	3,439	10,02
11	3,78	11,00
12	4,12	12,01
13	4,47	12,60
14	4,81	14,58

Kemudian pada sisi AC pengujianya dengan mengubah *step-down* potensial transformer yang kemudian di searahkan sebelum masuk ke resistor pembagi tegangan. Berikut hasil pengujianya

TABEL II. PENGUJIAN SENSOR TEGANGAN AC

Input 3 Fasa (AC)	Vout Potential Transformer (AC)	Vout Voltage Divider (DC)
240	6,42	2,72
220	5,80	2,4
200	5,29	2,154
180	4,80	1,92
160	4,25	1,679
140	3,696	1,416
120	3,206	1,165
100	2,666	0,933
80	2,176	0,681
60	1,608	0,44
40	1,085	0,21
20	0,553	0,1

### B. Pengujian Sensor Arus

Pengujian sensor arus dilakukan dengan cara merangkainya secara seri dengan sumber dan beban *resistance load* tiga fasa. Pada pengujian sensor arus, sensor arus mengularkan tegangan output 1,901 Volt DC pada arus nol *Ampere* dan 3,028 Volt pada arus maksimal sebesar 10 *Ampere*. Hasil pengujian sensor arus akan dilihat kelinearannya sehingga bisa dijadikan sebagai masukan ADC.

TABEL III. PENGUJIAN SENSOR ARUS

V-phaseR	Iout	Iout (mikro)	ADC
1,901	0	0,18	464
1,964	1	0,85	483
2,085	2	1,84	510
2,206	3	2,88	539
2,332	4	4,04	527
2,457	5	5,04	600
2,577	6	6,16	631
2,703	7	7,2	661
2,827	8	8,26	690
2,938	9	9,1	716
3,028	10	10,04	735

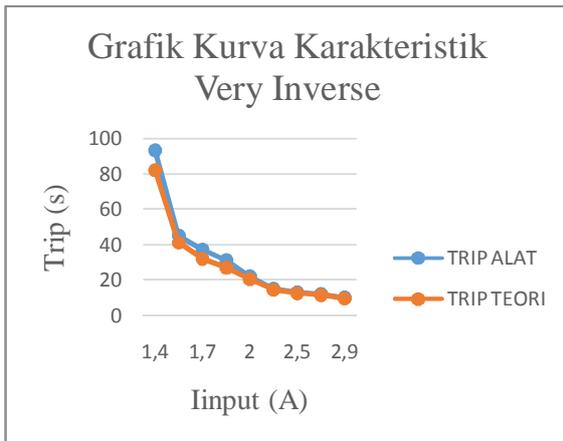
### C. Pengujian Overload

Pengujian *Overload* dilakukan dengan cara memberikan arus yang berbeda-beda dari arus seting yang sudah ditentukan, sehingga didapatkan waktu *trip* yang berbeda-beda dari arus yang sudah diseting. Semakin besar arus yang dialirkan maka semakin cepat kontaktor akan *trip*. Waktu *trip* yang terbaca pada LCD akan dibandingkan dengan perhitungan waktu dengan teori.

TABEL IV. PENGUJIAN OVERLOAD CURRENT

Iset (A)	Iinput (A)	Waktu untuk Trip (s)		% error
		T <sub>trip(alat)</sub>	T <sub>trip(teori)</sub>	
1,2	1,4	93	82	13,4
1,2	1,6	45	41	9,75
1,2	1,7	37	32	15,6
1,2	1,8	31	27	14,8
1,2	2	22	20,3	8,35
1,2	2,3	15	14,4	4,2
1,2	2,5	13	12,5	4
1,2	2,7	12	11,5	4,35
1,2	2,9	10	9,5	5,3

Pada Tabel 4 dapat dilihat hasil dari pengujian gangguan *Overload* dimana didapatkan hasil sebagai berikut. Pada kolom pertama ketika diberi gangguan sebesar 1,4 Volt, waktu yang dibutuhkan untuk *trip* cukup lama sebesar 93 detik, padahal pada perhitungan secara teori hanya dibutuhkan waktu selama 82 detik untuk *trip*, sehingga prosentase *error* masih cukup besar yaitu 13%. Semakin besar gangguan maka semakin cepat pula waktu yang dibutuhkan untuk *trip*. Pada kolom terakhir yaitu pada gangguan 2,9 *Ampere* waktu yang dibutuhkan untuk teori cukup singkat yaitu selama 10 detik, pada perhitungan teori waktu yang dibutuhkan sebesar 9,5 detik, sehingga prosentase *error* cukup rendah sebesar 5,3%.



Gambar 4. Perbandingan grafik Overload dengan waktu very inverse

D. Pengujian Integrasi Sistem

Pengujian Interface ini dengan memasang modul Bluetooth series HC-06 pada Port Serial pada Mikrokontroler ATmega-128. Dimana tampilan masuk seperti pada gambar-gambar di bawah ini.



Gambar 5. Bluetooth Request Permission



Gambar 6. Setting Bluetooth



Gambar 7. Layout eMonitoring



Gambar 8. Waktu trip 93 detik

KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dari data yang didapat dari perencanaan dan pembuatan proyek akhir *Monitoring Battery dan Sistem Pengaman Motor Induksi Tiga Fasa* didapat kesimpulan bahwa semakin besar arus yang melewati motor induksi tiga fasa atau dengan kata lain melebihi dari nilai referensi maka waktu trip yang digunakan oleh sebuah kontaktor akan semakin cepat. Seperti halnya pada tabel 4.8, arus setting atau arus referensi yang digunakan sebesar 1, 2 Ampere. Ketika diberi arus masukan sebesar 1, 4 Ampere maka waktu trip secara teori 82 sekon, namun dalam kenyataannya pada sebuah kontaktor membutuhkan waktu sekitar 93 detik untuk trip. Sehingga prosentase error yang ditimbulkan sekitar 13 %. Namun ketika diberi arus masukan yang jauh lebih besar 2, 9 Ampere dengan asumsi arus setting yang sama, maka waktu trip secara teori 9, 5 sekon dan trip alat sebesar 10 sekon. Jadi prosentase error yang ditimbulkan semakin kecil 5 %.

REFRENSI

[1] Enrique Quispe, Gabriel Gonzales, Jair Aguado, "Influence of Unbalance and Waveform Voltage on the Performance Characteristics of Three-phase Induction motors", Departamento de Energetica y Electronica, Universidad Autonoma de Occidente, Cali - Colombia. J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.

[2] Lucky Pradigta "Sistem Pengaman Motor Induksi Tiga Fasa Terhadap Gangguan Unbalance Voltage Dan Overload"