

# RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI ARUS LEBIH MOTOR INDUKSI TIGA FASA BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA16

Natalis Hengky Richardo<sup>1)</sup>, Junaidi<sup>2)</sup>, Ayong Hiendro<sup>3)</sup>  
Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura  
Email: [hengkyricardo0699@gmail.com](mailto:hengkyricardo0699@gmail.com)

## ABSTRAK

Kerusakan pada motor induksi tiga fasa di PLTD Siantan sering terjadi disebabkan oleh arus lebih yang berasal dari kerusakan internal motor induksi. Pada penelitian ini akan mengatasi hal tersebut dengan merancang dan membangun sistem proteksi arus lebih motor induksi tiga fasa berbasis *mikrokontroler Atmega16*. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemasangan alat terhadap *lifetime* motor induksi tiga fasa. Digunakan 1 buah modul rangkaian minimum sistem dan timer eksternal, 1 buah modul *Op-Amp*, 3 buah modul sensor arus ACS712 dan 1 buah modul relay. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2017 sampai Maret 2017. Lokasi penelitian di PLTD Siantan. Dari hasil kalibrasi menggunakan arus 0 sampai 5A, pembacaan arus dari ketiga sensor pada alat ini masih mengalami *error* yang besar pada saat pembacaan nilai arus  $\leq 0.5A$  yaitu 1% sampai 34%. Alat yang dirancang tidak efektif untuk beban dengan arus  $\leq 30 A$ . Cara kerja alat ini sesuai dengan rancangan, dimana pada saat nilai arus lebih dari arus nominal dalam waktu  $\geq 2$  detik, maka motor akan *trip*. Sebaliknya jika nilai arus gangguan  $\leq 2$  detik, maka motor bekerja dengan normal. Sistem proteksi arus lebih berbasis *mikrokontroler ATmega16* ini digunakan sebagai proteksi pendukung sehingga masih membutuhkan proteksi standart yang digunakan.

**Kata kunci:** proteksi arus lebih motor induksi tiga fasa, PLTD Siantan, *ATmega16*.

## 1. PENDAHULUAN

Motor induksi tiga fasa merupakan motor AC yang banyak digunakan pada industri maupun pada pembangkitan tenaga listrik. Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Siantan menggunakan motor induksi tiga fasa sebagai pompa air. Pompa air ini digunakan untuk memompa air ke bak penampungan air radiator. Motor induksi ini sering mengalami gangguan yang diakibatkan *bearing* rusak dan tersumbatnya saluran pipa. Gangguan tersebut mengakibatkan kerusakan pada motor induksi tiga fasa yang disebabkan arus lebih. Sistem proteksi motor induksi tiga fasa di PLTD Siantan biasanya menggunakan *Thermal Overload Relay (TOR)*. *TOR* tersebut juga dilengkapi dengan *Timer Start - Trip*. Namun proteksi arus lebih dengan menggunakan *Timer Start - Trip* memiliki kelemahan, yaitu: masih dikendalikan kontaktor, tidak memiliki sistem monitoring, usia pemakaian pendek dan ketika alat *Timer Start - Trip* mengalami kerusakan pada saat motor beroperasi maka motor tidak *trip*. Hal tersebut menyebabkan proteksi ini tidak bisa bekerja dan mengakibatkan motor sering mengalami kerusakan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, didalam penelitian ini dirancang dan dibuat alat proteksi arus lebih motor induksi tiga fasa berbasis *Mikrokontroler ATmega16*. Tujuan alat ini agar arus dapat dimonitoring

dan diproteksi. Jika alat ini mengalami kerusakan, maka motor akan *trip*. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kerusakan akibat kurangnya sistem proteksi pada saat motor bekerja.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Motor induksi tiga fasa

Konstruksi motor induksi secara detail terdiri atas dua bagian, yaitu: bagian stator dan bagian rotor. Stator adalah bagian motor yang diam terdiri : badan motor, inti stator, belitan stator, bearing dan *terminal box*. Bagian rotor adalah bagian motor yang berputar, terdiri atas rotor sangkar, poros rotor.

Kecepatan motor induksi tiga fasa sangat dipengaruhi oleh jumlah kutub pada stator dan frekuensi sumber tegangan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{P} \quad (1)$$

Dimana :

$n_s$  = kecepatan sinkron (rpm)

$f$  = frekuensi (Hz)

$P$  = jumlah kutub

Selisih antara kecepatan rotor dan kecepatan sinkron disebut slip. Slip dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut [1]:

$$S = \frac{n_s - n}{n_s} \quad (2)$$

Dimana :

S = Slip

$n_s$  = Kecepatan Sinkron (rpm)

n = Kecepatan rotor (rpm)

### Mikrokontroler ATmega16

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu: AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*. 40 pin DIP (*Dual Inline Package*) ATmega16 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 ATmega16A

Fitur mikrokontroler ATmega16 sebagai berikut:

- Mikrokontroler ATmega16 yang memiliki 8 bit dan kemampuan tinggi dengan daya rendah.
- Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
- Kapasitas *Flash* memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 KByte.
- Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
- Unit interupsi internal dan eksternal. Fitur *Peripheral* yaitu tiga buah *Timer/Counter*, *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri, empat *channel* PWM, delapan *channel* 10-bit ADC, *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*, *Programmable Serial USART*, antarmuka SPI, *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*, dan *On-chip Analog Comparator*[2].

Kajian tentang sistem proteksi arus lebih motor induksi tiga fasa sebagai salah satu cara

meningkatkan pengamanan pada motor induksi telah dilakukan Andri Tukananto (2015), dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa sistem proteksi arus lebih menggunakan *timer start* dan *trip* ini masih dalam tahap semi otomatis, serta kinerja dari rangkaian ini hanya 80%[3]. Gangguan arus lebih ini juga diungkapkan oleh Ahmad Ridwan. Dalam penelitian ini, Ahmad Ridwan memfokuskan pada tiga gangguan, yaitu gangguan akibat *overload*, gangguan hubung singkat dan arus bocor[4].

### 3. METODE PENELITIAN

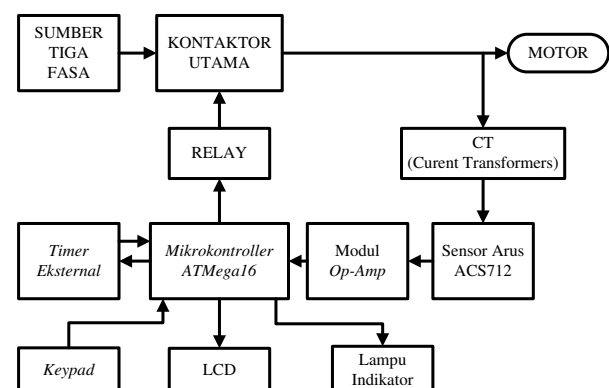
#### 3.1 Alat dan bahan penelitian

- 1 buah motor induksi rotor sangkar tiga fasa dengan rating daya 75KW
- Sensor arus ACS712
- Mikrokontroler ATmega16
- LCD 16 x 2 LMB162AFC
- IC NE555
- IC TL072
- Relay DC 12 Volt
- Transistor NPN dan PNP
- LED 3mm
- Switch Button
- Resistor
- Current Transformers (CT)

#### 3.2 Metode penelitian

Adapun tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

Membuat diagram blok:



Gambar 2. Blok diagram perancangan sistem proteksi arus lebih motor induksi tiga fasa berbasis mikrokontroler ATmega16.

Membuat Perangkat Keras

1. Modul Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega16 dan Timer Eksternal

2. Modul *Relay* dan Penyearah Sensor Arus ACS712
3. Perancangan Modul *Op-Amp*
4. Instalasi Modul Minimum Sistem, Modul *Relay* dan *Op-Amp*
5. Kalibrasi Sensor
6. Perancangan Perangkat Lunak

#### 4. HASIL

Berikut gambar alat proteksi motor induksi tiga fasa hasil dari perancangan yang telah dilakukan:



**Gambar 3.** Modul sistem proteksi arus lebih motor induksi tiga fasa berbasis mikrokontroler *ATmega16*.

Dilakukan kalibrasi agar alat proteksi memiliki akurasi yang baik. Dari hasil kalibrasi menggunakan sumber arus 0 sampai 5A yang bersumber dari AC regulator telah menghasilkan perbedaan pembacaan pada alat dengan hasil pengukuran berkisar antara 1% sampai 5% pada arus  $\geq 0.5$  A. Sedangkan pada arus  $\leq 0.5$  A, perbedaan hasil pembacaan yang terjadi berkisar antara 1% sampai 34%. Setelah dikonversikan ke perbandingan CT dengan rating 300/5A, hasil alat ini sangat baik untuk digunakan pada motor induksi yang terdapat di PLTD Siantan dimana rata-rata memiliki rating arus lebih dari 30A.

Saat dilakukan pengujian langsung ke motor induksi tiga fasa, didapatkan hasil bahwa alat yang dirancang bekerja sesuai dengan yang diharapkan, yaitu mampu mengaktifkan motor induksi dan membaca arus asut.

#### 5. ANALISA

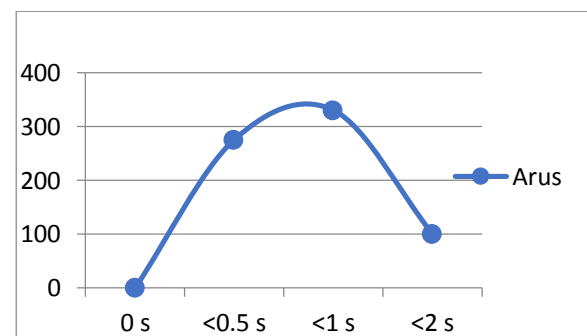
Pada saat motor diaktifkan, arus *star* pada motor induksi tiga fasa yang terbaca alat menunjukkan nilai arus lebih dari 250 A. Waktu

dan nilai arus pada saat motor diaktifkan sampai pada saat motor bekerja dengan normal ditunjukkan pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Waktu dan Nilai Arus Pada Saat Motor Diaktifkan Sampai Motor Bekerja dengan Normal

No	Waktu (detik)	Arus (Ampere)	Keterangan
1	<0.5	> 250	Ekstrim
2	<1	> 300	Sangat ekstrim
3	<2	100,7	Normal

Pola dan tren waktu dan nilai arus pada saat motor diaktifkan sampai pada saat motor bekerja dengan normal ditunjukkan pada grafik dibawah ini:



**Gambar 4.** Grafik waktu dan nilai arus pada saat motor diaktifkan sampai pada saat motor bekerja normal.

Gambar 4.23 menunjukkan grafik arus terhadap waktu yang terjadi pada saat motor diaktifkan. Jika lonjakan arus melebihi batas waktu 2 detik, maka kondisi tersebut dikategorikan sebagai kondisi gangguan. Pada saat terjadi gangguan, alat sistem proteksi arus lebih motor induksi tiga fasa akan memutuskan sumber daya pada motor induksi tiga fasa.

#### 6. KESIMPULAN

Pembacaan arus dari ketiga sensor pada alat ini masih mengalami error yang besar pada saat pembacaan nilai arus  $\leq 0.5$  Ampere yaitu 1 sampai 34%. Cara kerja alat ini sesuai dengan rancangan, dimana pada saat nilai arus lebih dari arus nominal dalam waktu  $\geq 2$  detik, maka motor akan *trip*. Sebaliknya jika nilai arus gangguan  $\leq 2$  detik, maka motor bekerja dengan normal. Sistem proteksi arus lebih berbasis mikrokontroler *ATmega16* ini

digunakan sebagai proteksi pendukung sehingga masih membutuhkan proteksi standart yang digunakan.

## REFERENSI

- [1] A.E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr., Stephen Dumans, Djoko Achyanto. 1997. Mesin-Mesin Listrik Edisi Keempat.
- [2] Atmel. 2010. *Introduction to the Atmel ATmega16 Microcontroller*, rev.3.4, University Departement of Mechanical

## BIOGRAFI



**NATALIS HENGKY RICHARDO**, Lahir Di Simpang Dua Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat Pada Tanggal 30 Desember 1992. Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia 2017.

And Aerospace Engineering, San Jose State.

- [3] Andri Tukananto. 2015. Rancang Bangun Sistem Proteksi Arus Lebih Motor 3 Fasa Dengan *Timer Start Dan Trip*. Jurnal Penelitian.
- [4] Ahmad Ridwan. Rancang Bangun Sistem Proteksi Motor Induksi Tiga Fasa Terhadap Gangguan Arus Berbasis Mikrokontroller.

Menyetujui,  
Pembimbing Utama,

Ir. Junaidi, Msc.

NIP. 19590828 198602 1 001

Pembimbing Pembantu,

Ayong Hiendro, ST, M.T.

NIP. 196911011997021001