

## STUDI KOORDINASI PENGAMAN MOTOR ARUS BOLAK-BALIK

Sari Novalianda<sup>1</sup>, Sri Indah Rezkika<sup>2</sup>, Susilawati<sup>3</sup>, Wahyu Adrian<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Al-Azhar  
Jl. Pintu Air IV No.214, Kwala Bekala, Medan, Sumatera Utara- 20142  
[sari\\_novalianda@yahoo.com](mailto:sari_novalianda@yahoo.com)

### ABSTRAK

Sejalan dengan perkembangan teknologi dalam bidang sistem tenaga listrik dan penggunaan mesin mesin listrik sebagai penggerak industri. Motor arus bolak balik (AC) berperan penting dalam dunia industri sebagian besar penggerak yang terdapat didalam pabrik menggunakan motor – motor listrik tersebut, baik dengan supply tiga fasa maupun satu fasa. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai studi koordinasi pengaman motor arus bolak balik maka diperoleh setting rele untuk beban lebih sebesar 0.08 dari arus nominal dan setting waktu 20 detik, setting rele untuk arus lebih sebesar 0.58 dari arus nominal dan setting waktu 0.1 detik, setting rele untuk tegangan lebih sebesar 0.7 dari tegangan nominal, setting arus untuk rele gangguan tanah 5A sampai 20A dengan setting waktu 1 time dial, setting rele panas lebih untuk CB pada suhu 171.95 °C dan setting sinyal alarm 162.9 °C. Untuk menjaga kehandalan dari sistem pengaman maka perlu digunakan rating dan setting arus serta waktu yang tepat pada rele pengaman. Hal ini perlu diperhatikan karena jika menggunakan setting yang keliru akan mengakibatkan arus gangguan yang besar timbul melewati motor dimana akan mengakibatkan kerusakan motor.

**Kata kunci:** Arus AC, Motor Listrik, Rele

### ABSTRACT

*In line with technological developments in the field of electric power systems and the use of electric machines as industrial drivers. Alternating current (AC) motors play an important role in the industrial world, most of the drivers contained in the factory use these electric motors, either with three-phase or single-phase supplies. Based on the results of research that has been conducted regarding the study of alternating current motor safety coordination, it is obtained that the relay setting for overload is 0.08 from the nominal current and the setting time is 20 seconds, the relay setting for overcurrent is 0.58 from the nominal current and 0.1 second setting time, the relay setting For overvoltage of 0.7 from nominal voltage, current setting for ground fault relay is 5A to 20A with 1 time dial setting, overheating relay setting for CB at 171.95 °C and setting alarm signal 162.9 °C. To maintain the reliability of the safety system, it is necessary to use the current rating and setting and the correct time for the safety relay. This needs to be considered because if you use the wrong setting it will result in large disturbance currents passing through the motor which will result in motor damage.*

**Keywords:** AC Current, Electric Motor, Relay

## PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan teknologi dalam bidang sistem tenaga listrik dan penggunaan mesin mesin listrik sebagai penggerak industri. Motor-motor arus bolak balik (AC) sangat berperan, disebabkan sebagian besar penggerak yang terdapat didalam pabrik menggunakan motor – motor listrik tersebut, baik dengan *supply* tiga fasa maupun satu fasa.

Dengan beragamnya beban yang harus dilayani oleh motor-motor, maka diperlukan pemilihan jenis motor yang mempunyai karakteristik mendekati dengan karakteristik beban. Yang paling umum yaitu karakteristik torsi fungsi dari kecepatan [1].

Dalam satu proses produksi pada pabrik, kelancaran mesin produksi dan alat pengangkut barang dari mesin yang satu ke mesin yang lain sangat tergantung dari keberadaan motor-motor AC yang digunakan.

Ditinjau pentingnya mesin-mesin AC sebagai salah satu penggerak utama pada industri, maka motor-motor tersebut perlu dipelihara keberadaannya. Salah satunya dengan memberikan peralatan pengaman agar terhindar dari segala macam gangguan yang mungkin terjadi dan akhirnya dapat mengganggu kelancaran proses produksi bahkan dapat merusak motor itu sendiri [2].

Jadi dengan menggunakan *rele* pengaman yang sesuai pada jenis gangguan yang diharapkan kekhawatiran terjadinya kerusakan-kerusakan pada motor akibat dari gangguan dapat dihindarkan sehingga sistem akan lebih handal dan proses produksi dapat berjalan lancar.

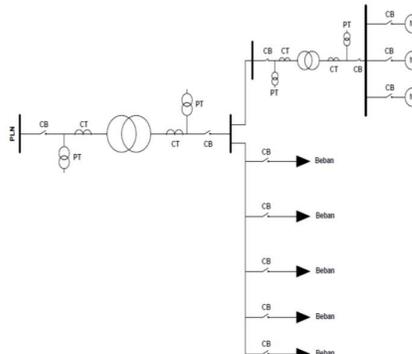
## METODE PENELITIAN

Data spesifikasi motor listrik yang digunakan adalah:

**Tabel 1.** Spesifikasi Motor listrik

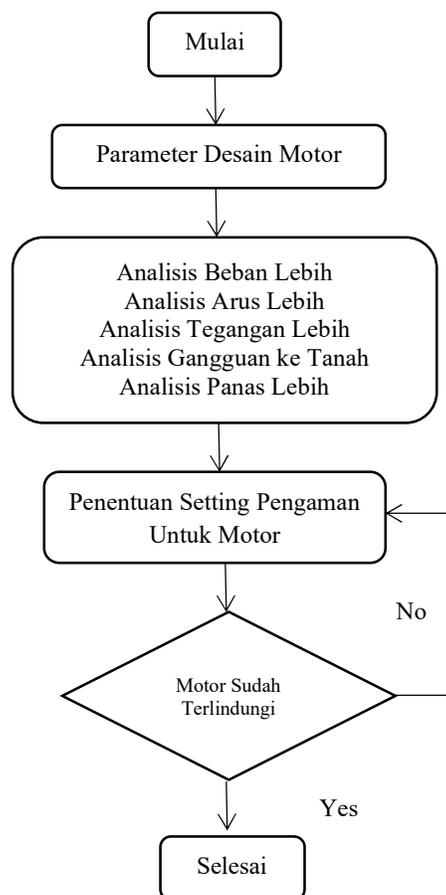
Parameter	Spesifikasi
Daya	19,5 KW
Cos $\phi$	0,9
Tegangan	380 - 420
Frekuensi	50 Hz
Phasa	3
Arus line	51 A
RPM	1450 rpm

Rating CT	1000/ 5A
Rating PT	3000/ 600 V



**Gambar 1.** Diagram Satu Garis Motor AC

Diagram alir penelitian



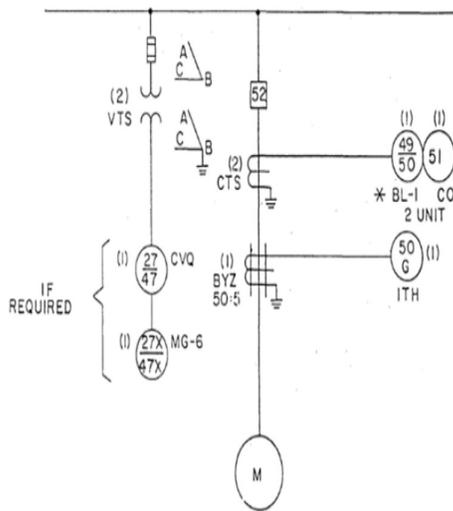
**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian di dapat parameter-parameter diantaranya:

### Perhitungan Rating dan Setting Pengaman

Suatu sistem pengaman biasanya tidak terdiri dari sebuah rele saja tetapi juga menggunakan beberapa buah rele [3]. Untuk mendapatkan keandalan sistem pengaman yang tinggi digunakan berbagai jenis rele seperti terlihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Skema Sistem Pengaman Motor

Rele-rele yang digunakan pada sistem pengaman Gambar 3 dapat disesuaikan dengan keadaan kerja motor, yang didasarkan pada beberapa pertimbangan kepentingan penggunaan motor serta dari segi ekonomis. Keterangan dari gambar diatas adalah sebagai berikut :

- 27/47 : rele tegangan lebih, urutan fasa.
- 27x/47x: contact tambahan.
- 49/50 : rele beban lebih dan pengaman gangguan fasa.
- 51 : rele rotor terkunci.
- 50G : rele gangguan ketanah.
- 52 : *circuit breaker* (pemutus)

### Perhitungan Pengaman Beban Lebih

Rating dari CT : 100/5 A  
PT : 3000/600 V

$$K_{sch} = \frac{I_{nom}}{n_{CT}} = \frac{51}{5} = 10.2$$

$$n_{CT} = \frac{1000}{5} = 200$$

$K_{sf} = 1.8 - 2$  untuk rele induksi

Dipilih  $K_{sf} = 1.9$

$$I_p = \frac{K_{sf} K_{sch}}{K_d} \times \frac{I_{nom}}{n_{CT}}$$

$K_d > 1,0$

Di pilih  $K_d = 1,2$

$$I_p = \left( \frac{1.9 \times 10.2}{1.2} \right) \times \left( \frac{51}{200} \right) = 4.12 \text{ A}$$

Sehingga setting diambil  $\frac{I_p}{I_{nom}} = \frac{4.12}{51} =$

$0.08 I_{nom}$ .

Setting rele untuk arus beban lebih adalah  $0.08 I_{nom}$ .

$I_{nom}$ .

Untuk *setting* waktu diambil waktu lebih besar dari waktu *starting* maksimum. Jadi waktu *setting* = 20 detik.

### Pengaman Arus Lebih Instantaneous

$$I_{OC} = K_{sf} K_{sc} \frac{I_{start}}{n_{CT}}$$

$$I_{start} = 6 \times I_{nom} = 6 \times 51 = 306 \text{ A}$$

$$I_{OC} = 1.9 \times 10.2 \frac{306}{200} = 29,65 \text{ A}$$

Sehingga setting diambil  $\frac{I_{OC}}{I_{nom}} = \frac{29,65}{51} =$

$0.58 I_{nom}$ .

*Setting* rele untuk arus lebih *Instantaneous* adalah  $0.58$  Untuk *setting* waktu arus lebih *instantaneous* digunakan waktu *setting* tercepat dari rele. Jadi *Setting* waktu rele untuk arus lebih *instantaneous* adalah  $0.1$  detik.

### Pengaman Tegangan Lebih

Untuk pengaman tegangan lebih *setting* ditentukan sesuai dengan kebutuhan dari motor, dimana besar dari tegangan yang diperbolehkan adalah  $60\% - 70\%$  tegangan nominal [4]. Selain itu *setting* tegangan dapat juga ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$U_{op} > \frac{U_{min}}{K_{sf} K_d}$$

Dimana  $K_d > 1$

$$K_{sf} = 1,1 - 1,2$$

$$U_{min} = 3000 - (3000 \times 5\%) = 2850 \text{ V}$$

$$U_{op} > \frac{2850}{1,2 \times 1,2}$$

$$U_{op} > 1979,2 \text{ V}$$

$$\text{setting} = \frac{U_{op}}{U_{nom}} = \frac{1979,2}{2850}$$

$$\text{setting} = 0,7 \text{ tegangan nominal}$$

### Pengaman Gangguan Ke Tanah

Pengaman gangguan ke tanah menggunakan sebuah *Zero Sequence Current Transformer* yang mana prinsip kerjanya berdasar pada adanya arus gangguan bocor ke tanah [5]. Jika netral motor di tanahkan langsung maka pengaman memerlukan *setting* waktu yang cukup singkat tetapi bila motor ditanahkan dengan menggunakan *Peterson Coil* mungkin pengaman dapat dihubungkan dengan sebuah *alarm* saja karena arus yang lewat biasanya tidak terlalu besar. Pada umumnya *setting* arus secara teoritis adalah 5A sampai 20 A dengan *setting* waktu 1 *time dial*.

### Pengaman Kerja Tidak Simetri

Bila terjadi keadaan dimana motor bekerja pada keadaan tidak simetri, akan mengalir arus yang besar pada salah fasa yang lain. Sebenarnya rele beban lebih atau rele arus lebih dapat bekerja mengamankan motor. Tetapi dapat juga digunakan sebuah rele arus urutan negatif.

### Pengaman Panas Lebih

Pengaman panas lebih berguna untuk mengamarkan motor karena rusaknya isolasi yang disebabkan oleh panas berlebihan pada kumparan motor. Panas ini dapat disebabkan oleh arus yang mengalir terlalu besar atau sebab mekanis lainnya. Untuk pengaman diatas sebaiknya menggunakan rele elektronik dengan sensor *resistance temperature dependent* (RTD) [6]. *Setting* temperatur yang digunakan harus lebih kecil dari temperatur maksimum yang sesuai dengan klas isolasi kumparan motor. Untuk pemutusan CB sebaiknya diambil persentasi sebesar 5% dan untuk sinyal alarm

10%. Motor diatas menggunakan isolasi klas C, maka temperatur maksimumnya adalah 155° C.

- *Setting* pemutusan CB : 181 - 181 x 5% = 171.95° C
- *Setting* sinyal *alarm* : 181 - 181 x 10% = 162.9° C

Harga temperature dari *setting* diatas dapat berubah sesuai dengan keadaan kerja dan kontinuitas pelayanan motor.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh *setting* rele untuk beban lebih sebesar 0.08 dari arus nominal dan *setting* waktu 20 detik, *setting* rele untuk arus lebih sebesar 0.58 dari arus nominal dan *setting* waktu 0.1 detik, *setting* rele untuk tegangan lebih sebesar 0.7 dari tegangan nominal, *setting* arus untuk rele gangguan tanah 5A sampai 20A dengan *setting* waktu 1 *time dial*, *setting* rele panas lebih untuk CB pada suhu 171.95 °C dan *setting* sinyal *alarm* 162.9 °C. Untuk menjaga kehandalan dari sistem pengaman maka perlu digunakan *rating* dan *setting* arus serta waktu yang tepat pada rele pengaman. Hal ini perlu diperhatikan karena jika menggunakan *setting* yang keliru akan mengakibatkan arus gangguan yang besar timbul melewati motor dimana akan mengakibatkan kerusakan motor.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lukas Joko Dwiatmanto. 2010. Pengamanan Arus Lebih Pada Tegangan Rendah. ORBITH Vol.6 No.1 pp: 67-76.
- [2] I Putu Chandra Adinata, AA Gede Maharta Pamayun, Antonius Ibi Weking.2020. Studi Koordinasi Sistem Pengaman Pada Transformator Daya Pt. Pln (Persero) P3b Sub Region Bali Di Gardu Induk Padang Sambian. Jurnal SPEKTRUM Vol 7, No 1.
- [3] I. Baskara, I. W. Sukerayasa, dan W. G. Ariastina.2015. Studi Koordinasi Peralatan Proteksi OCR dan GFR pada Penyulang Tibubeneng. Maj. Ilm. Teknol. Elektro, vol. 14, no. 2, hlm. 50, Des 2015.
- [4] E. Putra. 2015. Analisis Koordinasi Setting Relay Pengaman Akibat Uprating Transformator Di Gardu Induk Gianyar," E-J. SPEKTRUM, vol. 2 No. 2.

- [5] Power System Relaying Committee of the IEEE Power Engineering Society, “IEEE Guide for AC Motor Protection”, IEEE-SA Standards Board C37.96-200, IEEE,2000
- [6] Power System Relaying Committee of the IEEE Power Engineering Society, “IEEE Guide for Protective Relay Applications to Power Transformers”, IEEE-SA Standards Board C37.91-2000, IEEE, 2000.