

## Penggunaan Kontaktor Sebagai Sistem Pengaman Motor Induksi 3-Fasa Terhadap Kehilangan 1-Fasa Sistem Tenaga

Oleh :

**Zuriman Anthony, ST., MT\***

\*) Dosen Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Padang

---

### ABSTRAK

*Penelitian ini merupakan perencanaan sistem pengaman motor induksi 3-fasa terhadap kehilangan salah satu fasa yang aktif pada sistem tenaganya. Alat yang digunakan sebagai mendeteksi dan mengamankan motor induksi 3-fasa adalah tiga buah kontaktor dan satu buah rele tunda yang dirangkai pada sistem kendali motor. Alat ini bekerja dengan mendeteksi kehilangan salah satu fasa sistem tenaga dan mengamankan motor dengan cara memutuskan langsung motor dari sistem tenaganya.*

*Hasil perencanaan yang dibuat menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat bekerja dengan baik untuk mengamankan motor induksi 3-fasa terhadap gangguan kehilangan salah satu fasa sistem tenaganya dengan memindahkan langsung sistem pengoperasian motor pada sistem tenaga 1-fasa. Perencanaan yang dibuat ini dapat diterapkan untuk semua jenis dan ukuran motor induksi 3-fasa.*

**Kata kunci :** kehilangan salah satu fasa, rangkaian kontaktor, sistem kendali

### ABSTRACT

*This research is to design a lost phase protection system of three-phase induction motor. This research used three contactors and a time delay relay installed in motor control circuit. This system designed to protect the motor from a lost phase fault by breaking the motor from the power system.*

*The results of this designed showed that the system designed could operate well to protect the motor from a lost phase fault in power system. The system design can also be applied in many kind and many size of a three-phase induction motor.*

**Keywords:** a lost phase fault, contactor circuit, control system

---

### 1. Pendahuluan

Motor induksi 3-fasa banyak digunakan di berbagai industri karena banyak tersedia dengan daya yang besar, konstruksinya kuat dan mudah dioperasikan.. Motor induksi 3 fasa ini dioperasikan dengan menggunakan sistem tenaga listrik 3-fasa. Agar motor ini dapat bekerja dengan baik dan berumur panjang, maka motor harus dilindungi oleh sistem pengaman yang handal dan dioperasikan sesuai dengan ketentuan pabrik pembuatnya.

#### 1.1. Rumusan masalah

Motor induksi 3-fase dioperasikan pada sistem tenaga 3-fase dengan menggunakan rangkaian sistem kendali yang baik dan handal sehingga motor diharapkan dapat bekerja dengan baik. Karena faktor usia, sistem kendali dan peralatan lain untuk mengoperasikan motor dapat rusak sehingga dapat mengganggu kerja motor. Bila salah satu terminal kontaktor yang

menghubungkan motor induksi 3-fasa dengan fasa-fasa sistem tenaganya rusak, akan dapat mengakibatkan motor induksi 3-fasa kehilangan salah satu fasanya dan motor akan bekerja dengan sistem 2-fasa, sehingga motor beroperasi dalam keadaan yang tidak setimbang. Keadaan ini akan dapat merusak motor sehingga motor akan berumur pendek. Untuk itu perlu diciptakan suatu sistem pengaman yang baik yang dapat mendeteksi dan mengamankan motor induksi 3-fasa bila salah satu sistem tenaganya hilang dengan cara melepaskan motor dari sistem tenaga yang ada.

#### 1.2. Batasan masalah

Penelitian ini hanya merencanakan suatu sistem pengaman untuk mengamankan motor induksi 3-fasa dari gangguan yang diakibatkan karena hilangnya salah satu fasa aktif pada sistem tenaga. Sistem pengaman yang direncanakan menggunakan 3 (tiga) buah

kontaktor dan rele tunda tambahan yang dirangkai bersama dengan rangkaian sistem kendalinya. Tabel hasil perencanaan yang dianalisa diperoleh dari hasil kerja rangkaian sistem pengamanan yang dibuat.

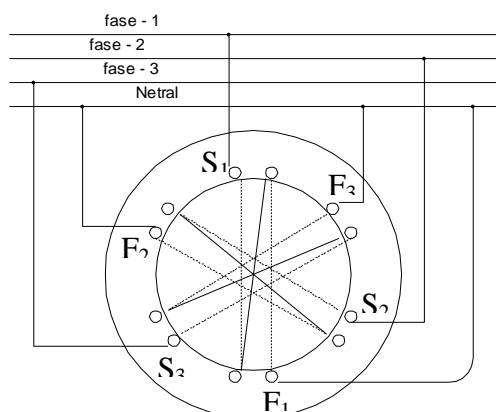
### 1.3. Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan suatu sistem pengamanan yang sederhana dengan menggunakan 3 (tiga) buah kontaktor dan sebuah rele tunda yang dapat mengamankan motor induksi 3-fasa dari gangguan akibat hilangnya salah satu fasa yang aktif pada sistem tenaga dengan cara melepaskan motor dari sistem tenaganya.

## 2. Landasan Teori

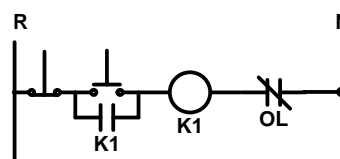
Pemanfaatan motor induksi 3-fasa sebagai tenaga penggerak lebih banyak digunakan di dunia industri dibandingkan jenis motor yang lain. Disamping motor ini kuat sistem pengoperasiannya juga telah mengalami berbagai pengembangan sehingga sangat mudah dalam penggunaannya.

Motor induksi 3-fasa mempunyai 3 kumparan yang identik yang terpisah satu sama lain sebesar 120 derajat listrik, sehingga motor ini dapat dioperasikan dalam keadaan yang sangat seimbang dan stabil. Untuk mengoperasikan motor induksi 3-fasa dengan kapasitas daya di atas 1 hp hingga daya sedang, biasanya digunakan sistem *start* langsung (sistem Y atau  $\Delta$ ) atau dengan sistem Y/ $\Delta$  dengan menggunakan kontaktor sebagai penghubung motor dengan sistem tenaganya. Bentuk gambaran sederhana hubungan kumparan motor induksi 3-fasa dengan 2 kutup stator dengan bentuk kumparan sistem hubungan Y (bintang), diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Motor induksi 3-fasa, 2 kutup yang terhubung Y (bintang)

Kontaktor merupakan alat yang bekerja dengan prinsip saklar magnet, dimana saklar-saklar pada kontaktor akan bekerja bila magnet kontaktor telah ditenagai oleh sumber tegangan yang cocok dengan kontaktor. Dengan menggunakan kontaktor ini, tingkat keamanan operator dalam mengoperasikan motor lebih terjamin, karena operator tidak perlu mengoperasikan motor dari jarak dekat, tetapi cukup dari ruang kendali yang mungkin berjarak cukup jauh dari motor yang dioperasikan. Bentuk gambaran sederhana sistem kendali untuk mengoperasikan motor induksi 3-fasa secara langsung (*direct on line starter*) dengan menggunakan kontaktor ini diperlihatkan pada gambar 1



Gambar 1. Sistem kendali motor induksi dengan menggunakan kontaktor

#### Keterangan gambar 1:

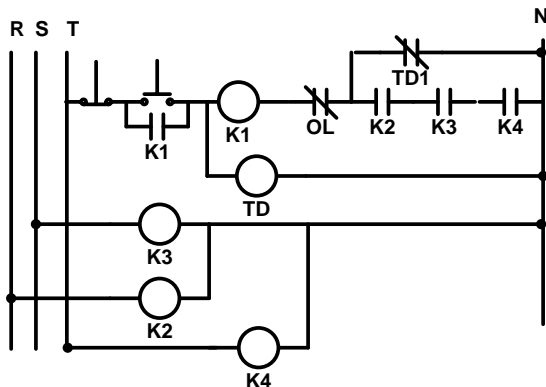
- K1 = kontaktor utama untuk menghubungkan motor induksi dengan sistem tenaga
- OL = anak kontak NC pengamanan beban lebih

Motor yang dioperasikan memerlukan sistem pengamanan yang handal agar motor dapat beroperasi dengan baik, aman, dan berumur panjang sesuai dengan ketentuan pabrik pembuatnya. Semakin baik dan kompleks sistem pengamannya biasanya membutuhkan biaya yang semakin mahal pula. Sistem pengamanan yang sederhana pada motor induksi biasanya cukup menggunakan alat pengamanan beban lebih dan arus hubung singkat. Untuk motor dengan keperluan khusus biasanya diberi tambahan pengamanan khusus pula dengan biaya yang lebih mahal, seperti pengamanan terhadap kenaikan suhu kumparan dan lain sebagainya, tergantung kebutuhannya.

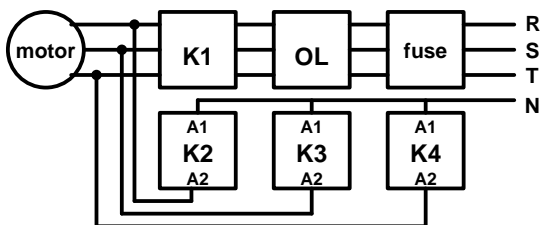
## 3. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan perencanaan pembuatan sistem pengamanan otomatis yang sederhana pada motor induksi 3-fasa terhadap bahaya gangguan kehilangan fasa pada sistem tenaga. Gangguan yang terjadi dapat disebabkan karena hilangnya salah satu fasa pada sistem tenaga atau karena kerusakan salah satu terminal kontaktor utama pada motor induksi yang dapat menyebabkan salah satu fasa sistem tenaga hilang pada terminal motor induksi 3-fasa.

Kondisi ini akan membuat motor bekerja dengan kondisi tidak seimbang yang dapat memperpendek umur motor. Alat yang digunakan untuk mendeteksi gangguan yang sekaligus mengamankan motor dari gangguan tersebut adalah 3 buah kontaktor dan sebuah rele tunda yang dirangkai pada sistem kendali motor. Bentuk rangkaian perencanaan sistem kendali motor yang dilengkapai dengan sistem pengaman ini diperlihatkan pada gambar 3, sedangkan bentuk tata letak sistem hubungan kontaktor, motor dan sistem pengamannya diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 3. Bentuk rangkaian sistem kendali motor yang digunakan



Gambar 4. Bentuk blok diagram hubungan antara kontaktor, motor induksi 3-fase dan sistem pengamannya

Keterangan gambar 3 dan 4.

- K1 = kontaktor 1 = kontaktor utama
- K2 = kontaktor 2, K3 = kontaktor 3
- K4 = kontaktor 4, TD = rele tunda waktu
- OL = pengaman beban lebih
- Fuse = pengaman hubung singkat motor

Kontaktor K1 pada gambar 3 dan 4 merupakan kontaktor utama untuk menghubungkan motor dengan sistem tenaganya, sedangkan kontaktor K2, K3 dan K4 merupakan kontaktor yang bertindak sebagai alat pendeteksi gangguan dan sekaligus sebagai pengaman motor terhadap

gangguan tersebut. TD merupakan alat bantu untuk pemintas arus pada kontaktor K1 sebelum K2, K3 dan K4 aktif.

**4. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Dari hasil perencanaan rangkaian yang diberikan pada gambar 3 dan 4, dapat dibuatkan data kondisi keaktifan peralatan sistem kendali pada motor induksi 3-fasa saat beroperasi dalam keadaan normal maupun saat terjadi gangguan seperti yang diperlihatkan pada tabel 1.

**Tabel 1. Kondisi kontaktor saat beroperasi**

Kontaktor yang aktif	Kondisi Normal	Fasa sistem tenaga yang terganggu (hilang)		
		R	S	T
K1	X	-	-	-
K2	X	-	X	X
K3	X	X	-	X
K4	X	X	X	-

Keterangan:

X = tanda aktif, - = tanda tidak aktif

Dengan memperhatikan gambar 3 dan 4 dan tabel 1 dapat dijelaskan sebagai berikut.

1) Saat awal tombol start ditekan, anak kontak TD1 belum di aktifkan (dimasukkan) sehingga berguna sebagai jalan pemintas arus untuk mengaktifkan kontaktor K1. Kontaktor K2, K3 dan K4 juga aktif, dan motor beroperasi normal pada sistem tenaga, karena anak kontak NO kontaktor K2, K3 dan K4 telah aktif pula.

Dengan memperhatikan gambar 3 dapat dilihat bahwa sumber tenaga kontaktor utama K1 terhubung secara seri dengan anak kontak NO kontaktor-kontaktor K2, K3 dan K4. Selanjutnya pada gambar 4 terlihat bahwa sumber tenaga kontaktor K2 diambil pada fasa R setelah keluaran kontaktor K1, sedangkan sumber tenaga kontaktor K3 diambil pada fasa S setelah keluaran kontaktor K1, dan sumber tenaga kontaktor K4 diambil pada fasa T setelah keluaran kontaktor K1. Dari hasil hubungan ini terlihat bahwa bila salah satu fasa sistem tenaga hilang atau salah satu terminal kontaktor utama rusak, maka salah satu kontaktor K2, K3 atau K4 tidak akan mendapat tenaga dari salah satu fasa yang hilang atau terminal kontaktor K1 yang rusak tadi. Kondisi ini akan mengakibatkan salah satu anak kontak NO dari kontaktor K2, K3 dan K4 yang terhubung seri dengan sumber tenaga kontaktor utama akan terbuka sehingga kontaktor utama K1 akan mati. Dengan matinya

kontakor utama K1 berarti motor juga berhenti beroperasi, sehingga motor aman dari gangguan. Bentuk gambaran keaktifan kontakor-kontaktor ini telah dijabarkan pada tabel 1.

### 5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penjabaran dari sistem pengaman yang telah direncanakan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Motor induksi 3-fasa dapat dilindungi dari kerusakan akibat hilangnya salah satu fasa sumber sistem tenaganya dengan menggunakan rangkaian pengaman kontakor dan rele tunda waktu yang dirangkai bersama sistem kendalinya..
2. Motor dapat diamankan dengan baik karena anak kontak NO dari kontakor yang digunakan sebagai sistem pengaman dihubungkan secara seri dengan sistem tenaga kontakor utama yang menggerakkan motor..
3. Untuk pengembangan lebih lanjut mungkin sistem ini dapat dikembangkan untuk mengamankan motor yang dioperasikan dengan sistem yang lain.

### Daftar Pustaka

- Anthony Zuriman, 2005, "Perancangan sistem kendali dual fungsi pengoperasian motor induksi 3-fasa", Jurnal Momentum, Vol. 3 No. 2, Agustus 2005, hal. 58-63.
- Badr M.A, Alolah A.I and Halim Abdul M.A, 1995, "A capacitor start three phase induction motor", IEEE transaction on energy conversion, Vol. 10, No. 4, Desember 1995, pp. 675-680.
- Chapman Stephen J, 1999, "Electric machinery fundamentals", WBC McGraw-Hill, New York, USA.
- Cowern ED, PE, 2000, "Keep up to speed with motor terms", EC & M, Januari 2003, pp. 52 & 56.
- Huang H, Fuchs EF and White J.C, 1988, "Optimal placement of the run capacitor in single phase induction motor designs", IEEE transactions on energy conversion, Vol. 3, No. 3, September 1988, pp. 647-652.
- Krause Paul C, 1986, "Analisis of electric machinery", McGraw-Hil Book Company, New York, USA.
- Lukitsch Walter J, Allen and Milwaukee, 1998, "Selecting motor protection for plant and process optimation", IEEE, No. 0-7803-4962-8198, pp. 1-6.
- Pillay P and Brzezinski, 1990, "Induction motor performance when fed from single to three phase converter", IEEE No. 90/CH 29.35-5/90/0000-004.