

Antisipasi Kerusakan Motor Listrik 3 Fasa pada Peralatan Laboratorium Pendidikan dan Unit Produksi Sabutret Menggunakan Pengaman Phase Failure Relay

Anticipation Of Damage Of 3 Phase Electric Motors in Sabutret Education and Production Unit Laboratory Equipment Using Phase Failure Relay Safety

Nurjan Didik Purwanto¹, Puji Wiyono¹, dan Yusfiar K¹

¹Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung
Jln. Soekarno Hatta No 10 Rajabasa, Bandar Lampung 35144 Telp.(0721)703995
*Email : purwantonurjan@gmail.com

ABSTRACT

The 3 phase electric motor is a type of electric motor which is simple, easy to maintain, cheap in price and has a constant rotation, but many requirements must be met when installing a 3 phase electric motor installation. One of the causes of frequent 3 phase electric motor damage is the loss of current and voltage across a phase, if the electrical voltage is lost 1 phase then a phase change occurs in other words the motor works very heavy and fast heat so that the insulation of the stator coil is damaged and short circuit occurs coil so that the electric motor is on fire. One effort to safeguard the 3 phase electric motor is the installation of Phase Failure Relay (PFR), which aims to minimize equipment damage at the Education Laboratory and Sabutret production unit, especially the security of 3 phase electric motors that are widely used in the laboratory. The purpose of designing the tool from this study is: protect one phase loss when the 3 phase electric motor is operating, with this system in the event of loss of current and voltage the phase of the system will turn off automatically, thereby reducing the risk of damage to the electric motor before repairs are carried out, facilitate the process of teaching and learning activities and production in the laboratory. Thus the 3 phase electric motor protection system is expected to contribute to the world of education, especially for students of Agricultural Mechanization study programs and other study programs at the Lampung State Polytechnic.

Keywords : *3 phase electric motor protection system, Phase Failure Relay, phase loss, and Phase Angle*

Diterima : 30-09-2018; **Disetujui :** 04-10-2018; **Disubmit :** 27-09-2018;

PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan tempat berlangsungnya penyelenggaraan Tri Dharma Perguruan Tinggi disuatu institusi pendidikan tinggi. Tak terkecuali laboratorium pendidikan dan unit usaha sabutret Politeknik Negeri Lampung. Di laboratorium tersebut merupakan media pembelajaran bagi mahasiswa (*Theaching Factory*), untuk meningkatkan kemampuannya dibidang penanganan pemanfaatan sabut kelapa dan karet menjadi komoditas yang bernilai tinggi.

Untuk menunjang program itu maka di laboratorium tersebut dilengkapi dengan peralatan seperti; mesin pemintal sabutret, motor pompa hidrolik press sabutret, motor penggerak kipas pada oven vulkanisasi,

dan mesin pemisah cocofit dan serat kelapa, semuanya menggunakan motor listrik 3 fasa, kalau dilihat sepintas motor listrik ini merupakan jenis motor listrik yang sederhana, mudah dalam perawatan, pemeliharaan, murah harganya serta mempunyai putaran yang konstan, maka sangatlah tepat jika di dalam laboratorium tersebut banyak menggunakan motor listrik 3 fasa, tetapi perlu diperhatikan bahwa dalam pemasangan instalasi listrik 3 fasa ada beberapa persyaratan antara lain, tegangan dan arus listrik 3 fasa idealnya harus sama. Salah satu penyebab sering rusaknya motor listrik 3 fasa adalah hilangnya arus dan tegangan listrik se-fasa, jika tegangan listrik hilang 1 fasa maka terjadi perubahan sudut fasa dengan kata lain motor bekerja sangat berat dan cepat panas sehingga isolasi kumparan stator rusak dan terjadi hubungan singkat antar kumparan sehingga motor listrik tersebut terbakar, dari masalah tersebut penulis mencoba mencari solusi untuk melakukan penelitian yang berjudul: „ Antisipasi Kerusakan Motor Listrik 3 Fasa Pada Peralatan Laboratorium Pendidikan dan Unit Produksi Sabutret Menggunakan Pengaman *Phase Failure Relay* „. Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada laboratorium tersebut sehingga dapat memperkecil tingkat kerusakan pada motor-motor listrik 3 fasa khususnya dan Politeknik Negeri Lampung umumnya.

Rumusan Masalah

Permasalahan yang sering terjadi ketika salah satu fasa dari instalasi listrik 3 fasa itu hilang adalah kurang bagusnya pada saat penyambungan di tiap titik cabang pada jaringan instalasi tersebut (*Connecting Joint*) serta penggunaan material yang kurang bagus, misalnya: MCB, klem sambung (*Tap Connetector*) serta peralatan proteksi lainnya, permasalahan ini sulit dihindari karena pada saat pelaksanaan tender dalam pengadaanya pihak ketiga (rekanan) menggunakan material yang kurang bagus, sehingga pada jangka waktu tertentu mengalami kerusakan yang berakibat pada kurang bagusnya kualitas daya pada instalasi listrik 3 fasa yang kita gunakan.

Adapun rumusan masalah yang akan dituangkan penulis dalam penelitian ini adalah:

- a. Menambah sistem keamanan dan proteksi pada panel utama dari instalasi listrik 3 fasa yang berada di laboratorium pendidikan dan unit produksi sabutret.
- b. Sistem keamanan dan proteksi dikombinasikan dengan panel kontrol yang ada pada laboratorium pendidikan dan unit produksi sabutret.
- c. Memperkenalkan salah satu metode sistem proteksi pada motor listrik 3 fasa serta sistem jaringannya.
- d. Memperkenalkan pada mahasiswa tentang pentingnya sistem proteksi dan keamanan pada motor listrik 3 fasa, sehingga memudahkan serta memberikan rasa nyaman pada saat dioperasikan.

Tujuan Pembuatan Alat

Tujuan pembuatan alat ini adalah :

- a. Membuat sistem keamanan dan proteksi pada motor listrik 3 fasa pada saat opsional dengan menggunakan Sistem Pengaman 3 fasa (*Phase Failure Relay*).
- b. Dengan dibuatnya sistem proteksi ini diharapkan dapat mengurangi resiko kerusakan pada motor-motor listrik 3 fasa yang merupak penggerak utama pada peralatan sabutret.
- c. Dengan adanya sistem ini jika terjadi hilangnya arus dan tegangan se-fasa sistem akan mati (*off*) dengan sendirinya, sehingga mengurangi risiko kerusakan pada motor listrik sebelum diadakan perbaikan.
- d. Memperlancar proses kegiatan belajar-mengajar dan produksi pada laboratorium tersebut.

Manfaat Pembuatan Alat

Manfaat yang diharapkan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

- Membantu mengurangi risiko kerusakan motor-motor listrik 3 fasa dan peralatan lainnya yang ada pada laboratorium tersebut, yang disebabkan oleh tidak adanya sistem proteksi.
- Membantu memperlancar proses belajar-mengajar bagi mahasiswa pada jurusan teknologi pertanian, budidaya tanaman perkebunan D3 dan D4 PMIP, serta program studi lain yang ada di Politeknik Negeri Lampung.
- Meningkatkan motivasi penelitian bagi PLP secara moril, profesional dan bisa dipertanggungjawabkan
- Perbendaharaan peralatan praktikum dan sistem proteksi pada peralatan semakin bertambah serta tercapainya kualitas pembelajaran dan produksi.

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dan perancangan alat dilakukan di Laboratorium Mekanisasi Pertanian dan Laboratorium Pendidikan dan Unit Produksi Sabutret Politeknik Negeri Lampung yang dimulai bulan Maret dan direncanakan selesai pada bulan September 2018.

Table 1. Pelaksanaan Penelitian

Jenis Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus				Sept			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi literatur	■																											
Perancangan Alat	■				■				■																			
Pembuatan Alat									■				■															
Pengujian Alat																	■				■							
Pelaporan																					■							

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan instrumen yang digunakan terdiri dari:

- Multitester
- Solder Listrik
- Bor Listrik
- Tool box set

Bahan yang digunakan antara lain:

- Kabel NYM 4 x 4mm. dan kabel NYA 2,5mm
- Phase Failure Relay
- Thermis 3 fase dan 1 fase
- Kontaktor magnet
- Skun Kabel
- Pilot Lamp
- Rel daya
- Skun kabel dan Isolasi
- Mata Bor berbagai ukuran
- Panel Box
- Soket dan terminal sambung

3.3. Prosedur Perancangan Pembuatan Alat

3.3.1. Studi Literatur

Sebelum dilakukan perancangan dan pembuatan alat, dilakukan studi literatur melalui sumber-sumber yang dapat diakses seperti Perpustakaan Pusat Politeknik Negeri Lampung, dan Internet. Studi ini dilakukan untuk mencari informasi terkait hal-hal sebagai berikut:

- a. Spesifikasi dan karakteristik peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian dan perancangan sistem proteksi pada motor listrik 3 fasa.
- b. Karakteristik dan prinsip kerja rangkaian pengaman motor listrik 3 fasa (*Phase Failure Relay*).
- c. Karakteristik dan prinsip kerja kontaktor magnet.
- d. Karakteristik dan prinsip kerja motor 3 fasa dan cara sistem proteksinya.

3.3.2. Spesifikasi Perancangan Alat

Sistem proteksi pengaman motor listrik 3 fasa (*Phase Failure Relay*) yang dibuat merupakan desain sendiri yang perancangannya disesuaikan dengan box panel listrik yang telah ada di laboratorium pendidikan dan unit produksi sabutret, sehingga rancangan, “Antisipasi Kerusakan Motor Listrik 3 Fasa Pada Peralatan Laboratorium Pendidikan dan Unit Produksi Sabutret Menggunakan Pengaman *Phase Failure Relay*”, bisa direalisasikan.

3.3.3. Pembuatan Alat

Tahapan berikutnya setelah perancangan adalah pembuatan alat berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Adapun beberapa proses yang dilakukan dalam tahapan ini adalah:

- a. Menggambar desain rangkaian elektrik menggunakan komputer.
- b. Memplot hasil gambar rangkaian sebagai acuan dalam merangkai perakit elektriknya.
- c. Memasang dan merangkai komponen elektrik pada panel baru dan mengkombinasikan dengan panel yang ada.
- d. Membentuk konstruksi alat sesuai dengan bentuk yang telah direncanakan.

3.3.4. Pengujian Alat

Tahapan yang terakhir dari pembuatan alat ini adalah pengujian alat dimana pengujian ini bertujuan untuk mengetahui alat yang dibuat berhasil atau tidak, dan apakah sesuai dengan desain spesifikasi perancangan peralatan proteksi yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi Perancangan dan Pengujian Alat

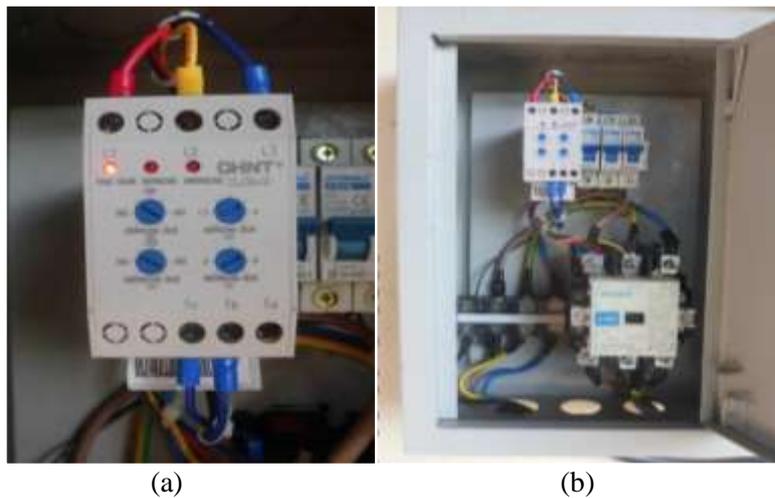
A. Realisasi Perancangan Alat

Realisasi perancangan alat yang dibuat disesuaikan dengan sistem instalasi tenaga dan penerangan listrik yang ada di laboratorium pendidikan dan unit produksi sabutret, hal ini dilakukan agar sistem proteksi yang dibuat bisa langsung diaplikasikan di laboratorium tersebut dan tidak terlalu banyak modifikasi teknis sehingga tidak banyak merubah sistem instalasi listrik yang ada.

Adapun realisasi perancangan alat penelitian ini dibagi menjadi 3 bagian pokok yaitu:

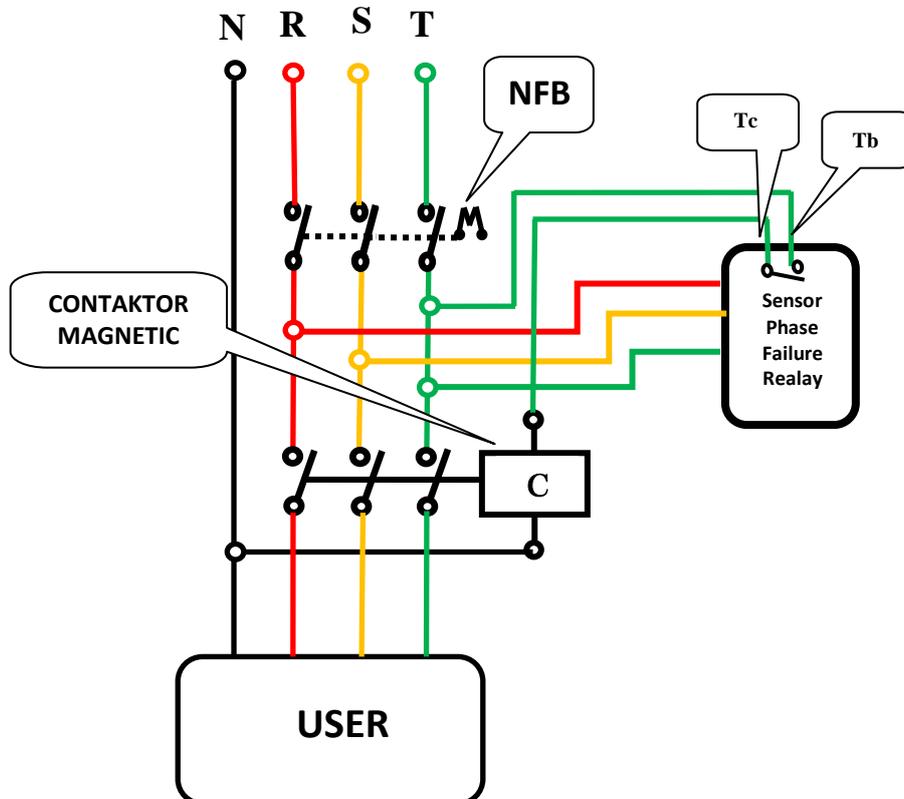
1. Realisasi Perancangan Panel dan sistem proteksi.

Pemilihan sistem proteksi yang dibuat adalah sistem proteksi dengan menggunakan sensor *Phase Failure Relay*, mengapa menggunakan sensor *Phase Failure Relay* ? karena penggunaan sistem proteksi ini sangat mudah, dan sesuai dengan kondisi serta sistem instalasi tenaga listrik yang ada di Laboratorium tersebut. Adapun yang dilakukan pada perancangan ini adalah mendesain rangkaian sistem proteksi dan menggabungkan dengan box panel sistem instalasi tenaga dan penerangan listrik yang ada. Gambar realisasi rancangan sistem proteksi pada penelitian ini dapat kita lihat di bawah ini.



Gambar 1. (a) realisasi pemasangan Phase Failure Relay, (b) pemasangan yang telah dikombinasikan dengan kontaktor magnet

Dari gambar di atas terlihat bahwa pemasangan sensor phase failure relay yang telah dikombinasikan dengan kontaktor magnet, adapun prinsip kerjanya adalah jika sensor PFR menerima sinyal gangguan dari salah satu fasa, misalnya, drop tegangan (under voltage), arus lebih (over current), hilang satu fasa, maka sensor akan memberikan perintah pada kontaktor untuk memutus aliran daya listrik yang mengalir pada jaringan instalasi listrik tersebut sehingga kerusakan motor listrik yang digunakan bisa dihindari. Dari sistem yang dibuat bisa dilihat pada diagram pengawatan dibawah ini.



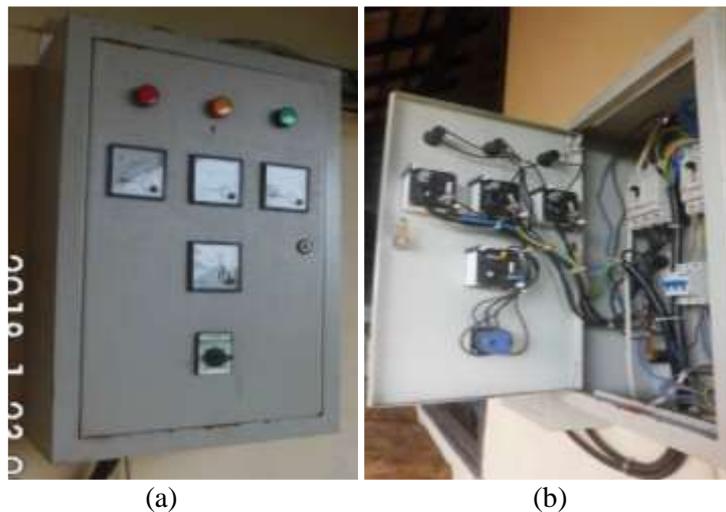
Gambar 2. diagram pengawatan realisasi perancangan sistem proteksi

Dari diagram pengawatan di atas terlihat bahwa sensor *phase failure relay* mendapat *input* dari rangkaian jaringan listrik 3 fasa (Fasa L1, L2, dan L3), kemudian pada sensor terdapat terminal *output* (Tb dan Tc) yang merupakan sinyal sensor pada phase failure relay, sehingga sumber input kontaktor magnet

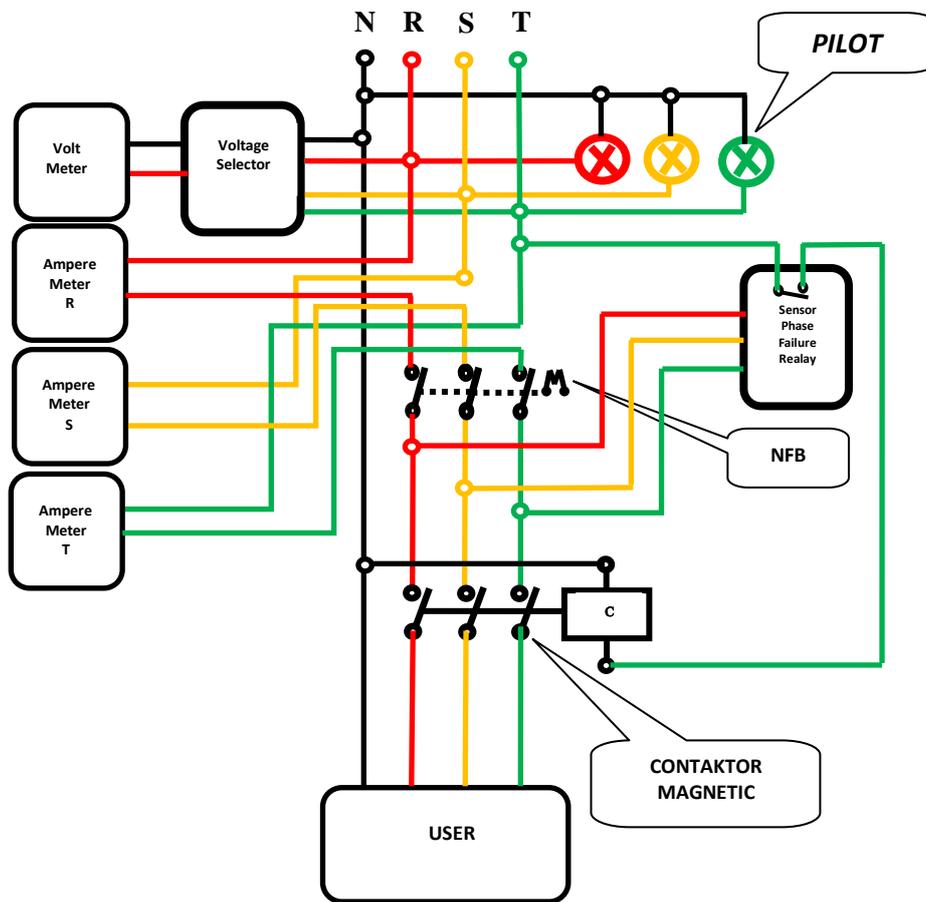
tersebut disuplai oleh salah satu jaringan listrik 3 fasa (fasa warna hijau) melalui sensor terminal Tb kemudian keluar melalui terminal Tc, yang terhubung pada kontaktor magnet sebagai input tegangan kontaktor magnet, sehingga ketika terjadi gangguan listrik atau terjadi beban lebih (*overload*) maka kontaktor akan memutuskan sumber daya aliran listrik dari PLN, sehingga kerusakan motor listrik atau jaringan listrik bisa diantisipasi dan setelah kerusakan bisa diatasi atau diperbaiki maka aliran daya listrik dari PLN dihidupkan kembali.

2. Realisasi Perancangan indikator panel proteksi.

Perancangan indikator panel proteksi ini sangat penting, dimana pada instrumen ini bisa mendeteksi atau menginformasikan bahwa sistem bekerja atau sistem tidak bekerja jika terjadi gangguan. Adapun gangguan itu bisa berupa hilangnya fasa pada salah satu jaringan listrik 3 fasa, drop tegangan 1 fasa (tegangan jatuh 1 fasa) dan Arus lebih (*over load*) pada salah satu fasa. Pada panel ini dilengkapi dengan 3 lampu indikator yaitu lampu merah sebagai lampu indikator fasa L1, lampu kuning sebagai indikator fasa L2 dan lampu hijau sebagai indikator fasa L3, maka ketika salah satu lampu indikator lampu tersebut padam maka sensor pada *Phase Failure Relay* akan bekerja dan kontaktor magnet memutuskan hubungan listrik PLN. Begitu juga ketika terjadi gangguan arus lebih (*over load*), sensor PFR akan mengintruksikan pada kontaktor magnet akan *off*. Adapun realisasi perancangan instrumen indikator sistem proteksi dan realisasi diagram pengawatan indikator sistem proteksi dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 3. (a) indikator panel sistem proteksi bagian depan, (b) bagian dalam indikator sistem proteksi.



Gambar 4. diagram pengawatan realisasi panel indikator sistem proteksi.

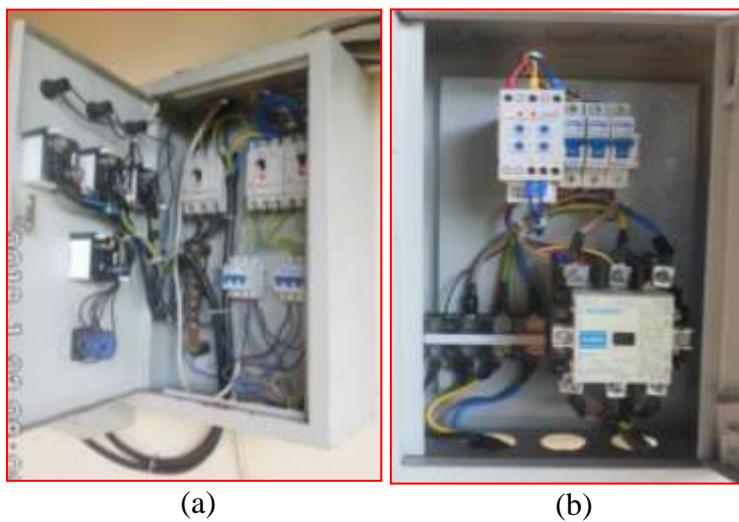
Dari gambar pengawatan terlihat bahwa hubungan antara indikator sistem proteksi akan terdeteksi jika pada rangkaian jaringan listrik 3 fasa terjadi gangguan maka akan terrespon langsung oleh sensor PFR, sehingga kerusakan motor listrik yang diakibatkan oleh gangguan rangkaian listrik 3 fasa dapat diatasi.

3. Realisasi Penggabungan panel sistem proteksi dengan box panel sistem instalasi tenaga dan penerangan listrik.

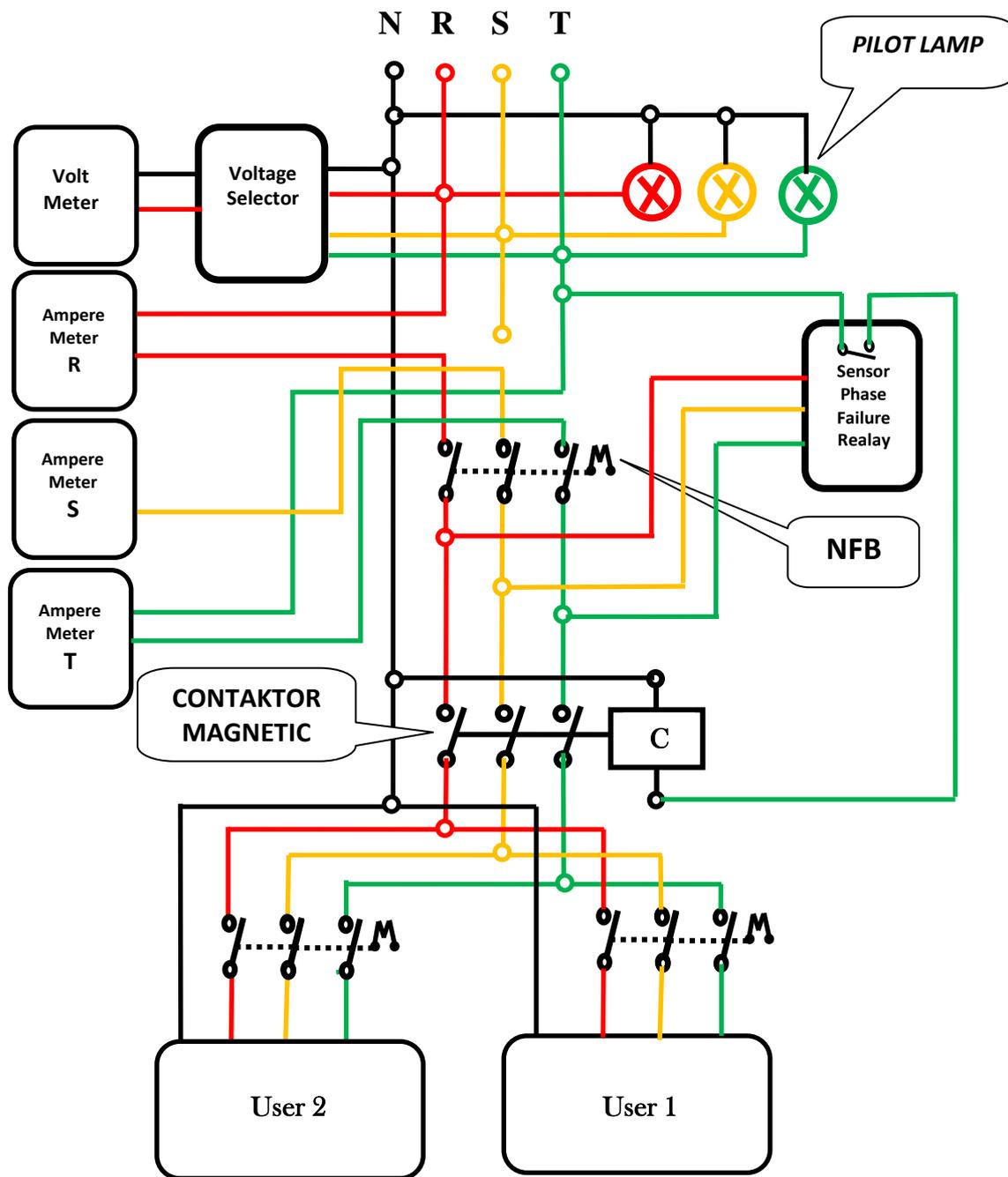
Setelah pembuatan panel sistem proteksi, maka langkah selanjutnya adalah menggabungkan kedua panel tersebut adapun gambar penggabungan rangkaian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Penggabungan panel sistem proteksi dan panel beban daya listrik PLN



Gambar 6. (a) Panel beban daya listrik PLN
(b) panel sistem proteksi hasil realisasi perancangan.



Gambar 7. Wiring diagram lengkap realisasi panel sistem proteksi hasil perancangan.

B. Pengujian Hasil Perancangan Alat

Tahap terakhir dari perancangan ini adalah pengujian alat, pengujian alat di bagi menjadi 2 bagian yaitu :

a. Pengujian hilang 1 fasa.

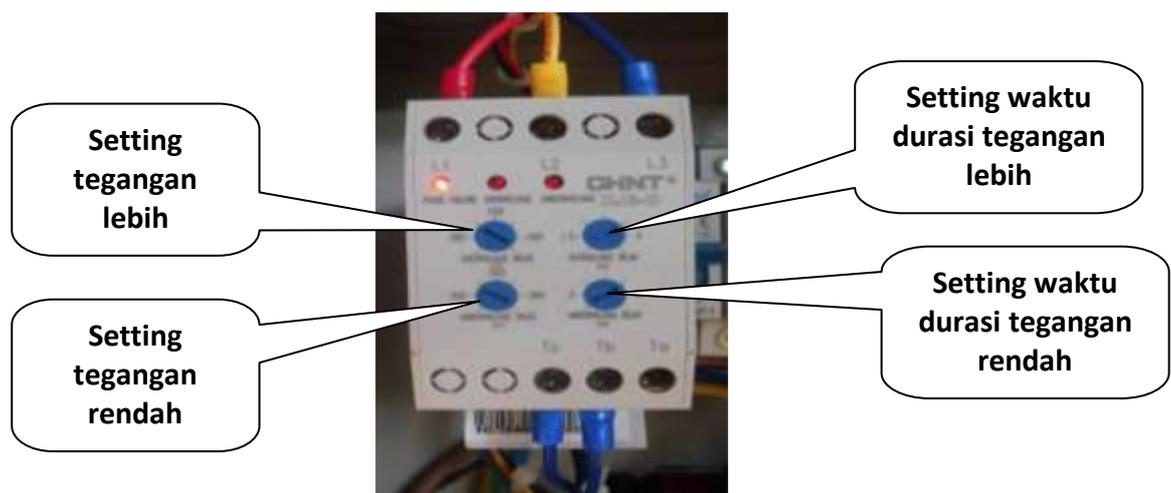
Pada pengujian ini sumber jaringan listrik 3 fasa yang masuk pada rangkaian dilepas salah satu fasanya sehingga salah satu fasanya hilang kemudian sumber listrik tersebut disambungkan seri dengan PFR dan sensor *output* dari PFR dihubungkan dengan sumber input kontaktor magnetik, sehingga pada sensor tersebut mendeteksi tidak adanya salah satu sumber listrik dari PLN dan pada alarm indikator pada PFR menyala dan kontaktor magnetik tidak bekerja, sehingga sumber listrik dari PLN mati, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Pengujian hilang 1 fasa.

b. Pengujian tegangan rendah (*under voltage*) dan tegangan lebih (*over voltage*)

Pada pengujian ini tegangan pada yang masuk dikondisikan sangat rendah salah satu fasa atau dua fasa sekaligus sehingga motor bekerja sangat berat dan pada kondisi ini juga otomatis akan timbul *over current* (arus lebih) pada salah satu fasa, sehingga motor bekerja sangat berat dan pada sensor PFR akan mendeteksi adanya gangguan arus lebih dan tegangan tak seimbang dan reaksi sensor tersebut akan memutus sumber tegangan listrik ke kontaktor dan kontaktor utama akan mati, adapun toleransi tegangan tak seimbang dan arus lebih tergantung dari setting toleransi tegangan rendah (*under voltage*) dan tegangan lebih pada panel PFR seperti yang tampak pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Seting tegangan dan durasi waktu

Pada gambar diatas tampak bahwa setting tegangan lebih pada penelitian ini adalah 380-400 Volt sedangkan durasi setting waktu tunda tegangan lebih adalah 1- 1,25 detik dari pengujian yang telah dilakukan bahwa jika sumber tegangan PLN melewati batas dari 400 Volt maka sensor akan memutus hubungan sumber daya listrik pada waktu setting yang telah di tentukan yaitu sebesar 1,25 detik.

Sedangkan pada pengujian tegangan rendah, tegangan yang dimasukkan untuk uji tegangan rendah adalah 350- 370 Volt dan waktu setting 1 detik dan dari pengujian tersebut didapatkan hasil yang baik

dimana ketika diberikan sumber tegangan 360 Volt dengan waktu setting 1 detik sensor bekerja dan memutuskan hubungan jaringan listrik dari PLN.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Rangkaian bekerja ketika terjadi kehilangan salah satu fasa, sehingga sensor PFR akan bekerja dan memutuskan sumber listrik dari PLN melalui kontak magnet utama.
2. Rangkaian bekerja ketika terjadi tegangan rendah (*under voltage*) dengan rating tegangan 350 – 370 Volt dan durasi waktu tundanya 1 detik .
3. Rangkaian bekerja ketika tegangan lebih (*over voltage*) dengan rating tegangan 380-400 Volt dan durasi waktu tunda 1,25 detik .
4. Karena sistem sensor bekerja yg dikombinasikan dengan kontaktor utama daya listrik PLN maka sumber daya listrik akan padam sesaat setelah ada perbaikan baru bisa diaktifkan lagi.

Saran

1. Karena sering terjadi pemadaman oleh PLN maka perlu pengecekan berkala pada sambungan percabangan kabel jaringan listrik pada tiang listrik karena pada saat hidup beban listrik akan langsung melonjak hal akan menyebabkan kerusakan pada peralatan proteksi itu sendiri sehingga keakuratan peralatan proteksi akan berkurang.
2. Perlu penambahan grounding yang bagus pada setiap panel listrik yang ada di Polinela.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous, 2000. Teori Dasar Listrik. P.T. PLN (Persero)

Prih Sumardjati, dkk. *TEKNIK Pemanfaatan TENAGA LISTRIK Untuk Sekolah Menengah Kejuruan. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan menengah. Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2008

Purwanto N.D.2011, Skripsi: Rancang Bangun Pengaturan Bahan Bakar Pada Genset Hybrid (Bensin dan Bioetanol) Untuk Aplikasi Automatic Transfer Switch (ATS) Pada Listrik Rumah Tangga. Universitas Lampung Bandar Lampung.

Anonymous, 2017 *Revisi Modul Praktikum Energi Dan Listrik Pertanian*, Tim ELP P.S. Mekanisasi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung 2017.