



Surabaya, 6 Juli 2023

SEMINAR NASIONAL HASIL RISET DAN PENGABDIAN

"Peran Riset, Inovasi dan Pengabdian Kepada Masyarakat Bagi Pembangunan Indonesia Berkelanjutan"



Analisa Perbandingan Performa Phase Failure Rele dengan Rangkaian Pengaman Rele Sederhana Di PT. Keramik Diamond Industries

Ramadhani Adji Purwantono, Hadi Tasmono, Reza Sarwo Widagdo*
Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia
*Email : rezaswidagdo@untag-sby.ac.id

Abstrak

Suatu kondisi dimana terjadinya intermittent connectivity atau adanya *unbalance voltage* termasuk salah satu kasus terburuk yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen listrik terutama pada motor induksi 3 fasa, dengan adanya sistem proteksi phase failure rele dan rangkaian pengaman rele sederhana yang di gunakan pada panel mesin di PT. Keramik Diamond Industries untuk memproteksi bila mana terjadi *unbalance voltage* maka diperlukan sistem proteksi yang andal agar tidak mengganggu jalannya proses produksi pada perusahaan. Pada pengujian sistem proteksi phase failure rele dan rangkaian pengaman rele sederhana dengan memutus salah satu fasa untuk melihat pengaruh ketidakseimbangan tegangan terhadap sistem proteksi, beban yang digunakan pada proses pengujian yaitu menggunakan motor 0,75 kW dengan dan motor 5,5 kW. Setelah di lakukan pengujian dan di analisa pada saat terjadi adanya gangguan *unbalance voltage* phase failure rele bisa memutus rangkaian yang telah bekerja selama 2.50 detik pada saat gangguan terjadi, sedangkan pada rangkaian pengaman rele sederhana jika mengalami gangguan *unbalance voltage* rangkaian tetap berjalan hal ini akibat dari rele yang tidak memutus rangkaian yang sedang berkerja yang disebabkan adanya imbas tegangan balik dari beban sebesar 152 Volt saat menggunakan motor 0,75 kW dan 162 Volt saat menggunakan motor 5,5 kW.

Kata Kunci: *Unbalance voltage*, Phase Failure Rele, Sistem Proteksi.

Copyright © (2022) Seminar Hasil Riset dan Pengabdian ke 4

PENDAHULUAN

Motor 3 fasa induksi merupakan alat yang digunakan pada setiap proses produksi di PT. Keramik Diamond Industries. Pada kondisi di lapangan motor induksi 3 fasa ini seringkali digunakan dengan waktu yang sangat lama, sehingga perlu adanya sistem proteksi yang dapat mempertahankan *life time* atau umur dari motor induksi 3 fasa untuk meminimalisir kerusakan (Purwanto et al., 2018). *Unbalance voltage* yang mengakibatkan gangguan single-phasing pada motor induksi 3 fasa dapat dianggap sebagai salah satu kondisi terburuk yang dapat terjadi. Kondisi ini terjadi ketika salah satu fasa pada motor terputus, sehingga hanya dua fasa yang tetap beroperasi. Hal ini dapat menyebabkan berbagai masalah serius pada motor, baik dari segi kinerja maupun keandalan. Kerusakan pada motor akibat *single-phasing* dapat meliputi

penurunan torsi (I kadek Dwi Artika Putra., 2021), peningkatan arus, dan peningkatan suhu pada motor. Ketidakseimbangan beban dan tegangan yang terjadi dapat mengakibatkan ketegangan berlebih pada fasa-fasa yang masih beroperasi, sedangkan fasa yang terputus tidak menerima tegangan yang cukup (Mashar, 2012). Hal ini dapat menyebabkan panas berlebih pada komponen motor seperti stator dan bearing, yang pada gilirannya dapat mengurangi umur operasional motor dan bahkan menyebabkan kerusakan permanen. Dalam kasus *unbalance voltage*, penting untuk segera mengatasi gangguan single-phasing pada motor induksi 3 fasa untuk mencegah kerusakan yang lebih serius (Setiawan, R., 2022). Penggunaan sistem proteksi yang tepat, seperti phase failure rele atau rangkaian rele pengaman, dapat membantu mendeteksi dan mengatasi gangguan tersebut dengan cepat. Dengan demikian, kerusakan pada motor akibat kondisi single-phasing dapat dihindari dan kinerja motor dapat tetap optimal (Makarim et al., 2016). Fluktuasi tegangan pada sistem kelistrikan dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti ketidakseimbangan beban pada sistem, gangguan pada sumber daya listrik, atau masalah pada jaringan distribusi (Aulia & Pane, 2014). *Unbalance voltage* dapat terjadi ketika besaran tegangan antar fasa tidak sama atau sudut fasa antar fasa tidak sebesar 120° , yang seharusnya terjadi pada sistem tiga fasa seimbang (Darmawansyah et al., 2020).

METODE

Penelitian ini ada beberapa langkah penting untuk menganalisis sistem proteksi yang dapat mengatasi masalah intermittent connectivity dan *unbalance voltage* untuk melindungi motor induksi 3 fasa. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah pada penelitian ini:

1. Peneliti melakukan studi literatur tentang sistem proteksi yang dipakai di PT. Keramik Diamond Industries untuk memproteksi *Unbalance voltage*.
2. Memilih jenis motor yang akan digunakan dalam pengujian ini.
3. Melakukan pengujian performa sistem proteksi phase failure rele dan rangkaian rele sederhana jika terjadi kehilangan salah satu fasa.
4. Mengambil data data pengukuran tegangan, arus dan kecepatan motor induksi 3 fasa.
5. Menganalisa hasil performa sistem proteksi phase failure rele dan rangkaian rele sederhana, agar dapat berguna untuk perusahaan dalam memilih sistem proteksi yang dapat memproteksi motor induksi 3 fasa.
6. Melakukan penarikan kesimpulan dari hasil percobaan yang telah dilakukan.

Rangkaian Pengaman Rele Sederhana

Rangkaian pengaman rele sederhana yang terangkai pada gambar 1 merupakan suatu sistem proteksi yang menggunakan menggunakan kontak coil rele dan kontak bantu rele dengan spesifikasi 220 Volt. Sebagai proteksi atau pengaman pada rangkaian kontrol menggunakan kontak bantu NO (*Normally Open*) dari rele satu sampai tiga yang dihubungkan secara seri.



Gambar 1. Rangkaian pengamanan relai sederhana

Apabila jika salah satu rele ada yang tidak menyala maka rangkaian kontrol di panel tidak akan bisa dijalankan. yang mengindikasikan bahwa adanya gangguan tegangan yang hilang yang mana ini bertujuan untuk memproteksi motor agar tidak terjadi gangguan seperti *unbalance voltage* dan kehilangan salah satu atau dua fasa yang nantinya akan berhubungan dengan antarpower utama R, S, T. Dengan koneksi Coil Rele 1 diberi tegangan fasa R, Coil Rele 2 diberi tegangan fasa S, dan Coil Rele 3 diberi tegangan fasa T dan fasa N (Alkindi, M. K., 2018).

Phase Failure Rele

Phase Failure Rele atau biasa disebut PFR pada gambar 2, merupakan suatu alat atau komponen proteksi yang berfungsi untuk memonitoring tegangan listrik yang hilang atau drop. Di dalam alat ini terdapat suatu rangkaian rele yang bekerja apabila ada salah satu fasa yang hilang atau drop lalu dapat membaca suplai tegangan yang tidak stabil dengan memutus rangkaian kontrol yang telah bekerja dan akan mengamankan beban motor induksi 3 fasa (Gaja, S. Y., 2018).



Gambar 2. Phase failure relay

PFR memiliki toleransi jika terjadi salah satu fasa terlepas maka alat ini tidak langsung bekerja namun akan mengontrol seberapa besar tegangan drop antar fasa satu dengan lainnya atau bisa disebut ada delay nya untuk memutus rangkaian yang sedang bekerja (Chen, Q., et al., 2022).

Persiapan Komponen Pengujian

Berikut adalah tabel daftar komponen pengujian sistem proteksi.

Tabel 1. Persiapan Komponen

NO	Bahan/Komponen	Spesifikasi
1	MCB	1 fasa & 3 fasa
2	Kontaktor	220 Volt
3	Thermal Overload Relai	-
4	Relay	220 Volt
5	Phase Failure Relai	380 Volt
6	Push Button Start & Stop	Kontak NO & NC
7	Selector Switch	Kontak NO & NC
8	Lampu Indicator	220 Volt
9	Motor 1	0,75kW 380V 1500Rpm (Y)
10	Motor 2	5,5kW 380V 1500Rpm (Δ)

Komponen pada tabel 1 adalah bahan yang di butuhkan untuk menguji sistem proteksi phase failure rele dan rangkaian pengaman rele sederhana. Alat yang digunakan pada saat proses pengujian sistem proteksi antara lain multimeter digital, ampere meter dan tachometer digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sistem Proteksi

Pengujian rangkaian rele sederhana pada gambar 3, dilakukan dua kali pengujian dengan menggunakan beban motor induksi 3 fasa dengan daya 0.75 kW dan motor 5.5 kW.



Gambar 3. Kondisi Rangkaian Rele Sederhana ketika Kehilangan Tegangan Satu Fasa

Setelah di lakukan pemutusan satu fasa ukur tegangan, arus, dan kecepatan motor.

Tabel 2. Hasil Pengukuran ketika Rangkaian Rele Sederhana Kehilangan Tegangan Satu Fasa

Tegangan Motor 0,75 kW			RPM	On/Off	Trip (S)
R-S	R-T	S-T			
304 Volt	342 Volt	384 Volt	939	On	-
Tegangan Motor 5,5 kW			RPM	On/Off	Trip (S)
R-S	R-T	S-T			
331 Volt	347 Volt	388 Volt	942	On	-

Pada tabel 2 hasil pengukuran tegangan motor pada kondisi tegangan hilang satu fasa. Pengujian pertama menggunakan motor 0.75 kW dengan koneksi hubung (Y)/Bintang jika fasa R diputus maka didapatkan adanya drop tegangan pada tegangan R-S 304 volt, tegangan R-T 342 volt yang diukur pada masukan terminal motor dan terjadi penurunan kecepatan motor 939 RPM. Pengujian kedua menggunakan motor 5.5 kW dengan koneksi hubung (Δ)/Delta jika fasa R diputus maka di dapatkan adanya drop tegangan pada tegangan R-S 331 volt, tegangan R-T 347 volt yang di ukur pada input terminal motor dan terjadi penurunan kecepatan motor 942 RPM, namun rangkaian masih tetap menyala/on.

Table 3. Arus motor ketika Rangkaian Rele Sederhana Kehilangan Tegangan Satu Fasa

Arus Motor 0,75 kW		
Fasa R	Fasa S	Fasa T
0 A	1,4 A	1.3 A
Arus Motor 5,5 kW		
Fasa R	Fasa S	Fasa T
0 A	9,4 A	9,5 A

Pada tabel 3 menunjukan hasil pengukuran arus motor saat kondisi kehilangan tegangan satu fasa. Pada kondisi kehilangan satu fasa (Gambar 4), dapat menyebabkan adanya tegangan balik pada suplai tegangan power rele yang mempengaruhi sistem proteksi rele sederhana, yang mana seharusnya mendapatkan suplai 220 Volt saat kondisi tegangan normal, namun jika terjadi kehilangan tegangan satu fasa maka terjadi *drop voltage* yang terdapat imbas tegangan balik dari motor sebesar 152 Volt saat menggunakan motor 0,75 kW, namun pada motor 5,5 kW dengan koneksi hubung delta tegangan balik yang terdapat pada coil rele 167 Volt.



Gambar 4. Pengukuran Tegangan pada Coil rele 1 saat Kehilangan Tegangan Satu Fasa

Imbas tegangan balik dari motor yang drop menyebabkan rele tidak bisa memutuskan dan tidak dapat memproteksi motor saat rangkaian bekerja pada kondisi tegangan hilang satu fasa. Pengujian Phase Failure Rele dilakukan dua kali pengujian dengan menggunakan beban motor 0.75 kW dan motor 5.5 kW.



Gambar 5. Phase Failure Rele saat Kehilangan Tegangan Satu Fasa

Setelah dilakukan pemutusan satu fasa, maka selanjutnya perlu untuk mengukur tegangan, arus, dan kecepatan motor. Pada tabel 4 merupakan hasil pengukuran tegangan motor pada kondisi tegangan hilang satu fasa. Pengujian pertama menggunakan motor 0.75 kW dengan koneksi hubung (Y)/Bintang jika fasa R di putus maka di dapatkan adanya drop tegangan pada tegangan R-S 304 Volt, tegangan R-T 342 Volt yang di ukur pada input terminal motor dan terjadi penurunan kecepatan motor 939 RPM . Pengujian kedua menggunakan motor 5.5 kW dengan koneksi hubung (Δ)/Delta jika fasa R di putus maka di dapatkan adanya drop tegangan pada tegangan R-S 331 Volt, tegangan R-T 347 Volt yang di ukur pada input terminal motor dan

terjadi penurunan kecepatan motor 942 RPM. Rangkaian dapat berhenti/Off trip pada saat phase failure relay membaca adanya ketidak seimbangan tegangan atau hilang tegangan salah satu fasa dengan delay waktu 2.50 detik. Dapat dilihat pada tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran arus motor saat kondisi kehilangan tegangan satu fasa.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Motor saat Phase Failure Rele Kehilangan Tegangan Satu Fasa

Tegangan Motor 0,75kW			RPM	On/Off	Trip (S)
R-S	R-T	S-T	939	Off	2.50 S
304 Volt	342 Volt	384 Volt			
Tegangan Motor 5,5kW			RPM	On/Off	Trip (S)
R-S	R-T	S-T	942	Off	2.50 S
331 Volt	347 Volt	388 Volt			

Table 5. Pengukuran Arus Motor saat Phase Failure Rele Kehilangan Tegangan Satu Fasa

Arus Motor 0,75 kW		
Fasa R	Fasa S	Fasa T
0 A	1,4 A	1.3 A
Arus Motor 5,5 kW		
Fasa R	Fasa S	Fasa T
0 A	9,4 A	9,5 A

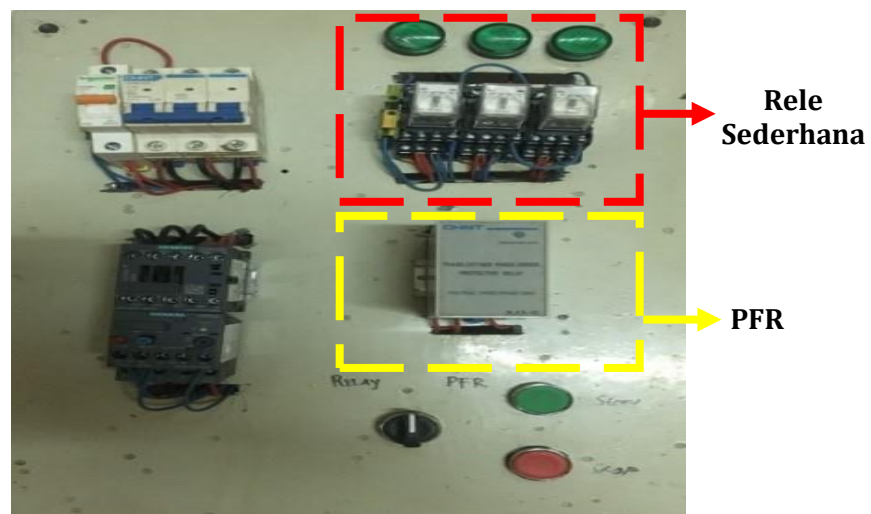


Gambar 6. Pengukuran Tegangan Phase Failure Rele saat Kehilangan Tegangan Satu Fasa

Pada kondisi kehilangan tegangan satu fasa phase failure rele dapat bekerja untuk memmutus rangkaian yang telah bekerja dengan waktu delay 2.50 detik karena adanya *unbalance voltage* dapat dilihat pada pengukuran menggunakan multi meter di terminal 1 dan 2 pada phase failure rele (Gambar. 6) terdapat drop tegangan sebesar 330 Volt dan 349 Volt.

Hasil Pengujian Sistem Proteksi

Dari hasil pengujian pada panel simulasi (Gambar 7), pada saat salah satu tegangan fasa hilang, maka phase failure rele akan bekerja dan lampu indikator LED warna merah akan menyala (Gambar 5) yang menandakan adanya gangguan dengan pemutusan rangkaian yang sedang bekerja selama 2.50 detik. Sedangkan rangkaian rele sederhana jika pada kondisi salah satu fasa hilang maka relae tidak bisa memutus rangkaian yang sedang bekerja, dalam keadaan kehilangan salah satu fasa yang diakibatkan dari tegangan balik sebesar 152 Volt yang di ukur pada coil A1 dan A2 rele jika menggunakan motor 0,75 kW dengan koneksi hubung bintang.



Gambar 7. Panel Simulasi Sistem Proteksi PFR dan Rele Sederhana

Apabila menggunakan motor 5,5 kW dengan koneksi delta pada coil rele A1 dan A2 juga terdapat imbas tegangan balik sebesar 167 Volt yang menyebabkan rele tidak dapat memutus rangkaian atau tidak dapat memproteksi motor pada saat kehilangan salah satu fasa.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini performa kinerja phase failure relay dan rangkaian rele sederhana dengan beban motor induksi 3 fasa dapat disimpulkan pengujian phase failure rele dapat menghentikan rangkaian yang sedang bekerja dalam keadaan saat terjadi kehilangan tegangan satu fasa dengan waktu delay 2.50 detik. Phase failure rele dapat menghentikan rangkaian yang sedang bekerja dalam keadaan saat terjadi kehilangan tegangan satu fasa dengan beban motor induksi 3 fasa 0,75 kW dengan hubung bintang (Y) dan motor 5,5 kW dengan koneksi hubung Delta (Δ). Dari hasil pengujian rangkaian rele sederhana tidak dapat menghentikan rangkaian yang sedang bekerja saat terjadi kehilangan tegangan satu fasa dikarenakan terdapat imbas tegangan balik dari motor 152 Volt saat menggunakan motor 0,75 kW, namun pada motor 5,5 kW dengan koneksi hubung delta tegangan balik yang terdapat pada coil rele 167 Volt, sehingga rele tidak dapat berhenti bekerja atau tidak dapat memproteksi motor saat kehilangan salah satu fasa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Dosen Pembimbing saya yang telah banyak membantu dan membimbing saya untuk melakukan kegiatan pembuatan alat dan penulisan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkindi, M. K. (2018). *Perancangan Alat Detektor Kegagalan Fasa Sebagai Proteksi Beban 3 Fasa* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara).
- Aulia, A. M., & Pane, Z. (2014). Pengaruh Variasi Ketidakseimbangan Tegangan Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Nilai Faktor Ketidakseimbangan Tegangan Yang Sama. *Dte Ft Usu*, 9, 13–18.
- Chen, Q., Li, B., Wang, X., & Cui, D. (2022, November). Analysis of an Accident of Incorrect Action of Relay Protection Device Due to Failure of Phase Selection. In *2022 Asia Power and Electrical Technology Conference (APET)* (pp. 279-284). IEEE.
- Darmawansyah, D., Rosa, M. K. A., & Anggraini, I. N. (2020). Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Terhadap Berbagai Gangguan Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal AMPLIFIER : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 10(1), 9–17. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i1.15168>
- Gaja, S. Y. (2018). *Rancang Bangun Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Thermal Overload Relay Dan Phase Failure Relay* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- I Kadek Dwi Artika Putra, M., Teknik, S., Teknik, F., & Udayana, U. (2021). Simulasi Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Terhadap Suplai Tegangan Tidak Seimbang Dengan Metoda Simulink. *8(3)*, 57–66.
- Makarim, A. A., Sukmadi, T., & Winardi, B. (2016). Analisis Ketidakseimbangan Tegangan Dan Kenaikan Suhu Pada Motor Induksi 3 Fasa Akibat Gangguan Single-Phasing. *Transmisi*, 18(4), 145–151.
- Mashar, A. (2012). Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi 5,5 kW. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 3, 129–132.
- Purwanto, N. D., Wiyono, P., & Yusfiar, K. (2018). 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 Equ. 428–438.
- Setiawan, R. (2022). Analisa Penyebab Terbakarnya Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Menggunakan Simulasi Matlab. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 7(2), 55-63.