

Sistem Proteksi Tegangan 220 Volt Menggunakan Relay KLARSERN KS7311 220V

Naomi Lembang^{1,a}

¹ Dosen Jurusan Teknik Listrik Politeknik Negeri Fakfak, Papua Barat, Indonesia

^a naomi_lembang@ymail.com

Abstract- The voltage drops quickly with a moment caused by a short circuit or starting the motor can cause a voltage drop or what is commonly known as voltage sag. In addition to a decrease in voltage quality, there is also an overvoltage disturbance these often caused by a circuit breakdown, fasa to fasa, and leaks in insulators. If not have good protection, equipment will be damage. Based on IEEE 1159-1995 standard, recommended to monitoring the quality of electrical power either under voltage or over voltage is a decrease and increase in rms at a shift of 10-90% for amplitude values for 0.5 cycles to less than one minute. Therefore, to improve the performance of the protection system, it is necessary to analyze the existing settings and relay connection, especially over current protection relays and voltage protection relays. The method used in this study is experimental by designing a 220-volt voltage protection system using a voltage protection relay and then analyze using fishbone and SWOT. The results of this study are to obtained circuit can work to decide the current disturbance when the relay has read it according to the percentage on the relay setting based on nominal voltage disturbance. The type of relay used in this circuit has a characteristic time delay with a definite time type that is useful to protect against various disturbance that can cause damage.

Keywords - Voltage Sag, Under Voltage, Over Voltage, Protection

Abstrak- Penurunan tegangan secara cepat dan dengan waktu sesaat yang disebabkan oleh hubung singkat dan starting motor dapat menyebabkan terjadinya penurunan tegangan atau yang biasa di sebut dengan *voltage sag*. Selain penurunan kualitas tegangan sering pula terjadi gangguan tegangan berlebih yang sering di akibatkan oleh gangguan surja hubung, fasa to fasa serta kebocoran pada isolator. Jika tidak diproteksi dengan baik dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan. Berdasarkan standar 1159-1995 IEEE, merekomendasikan untuk memonitoring kualitas daya listrik baik tegangan rendah dan tegangan lebih yakni penurunan dan kenaikan rms pada pergeseran 10- 90% untuk nilai amplitude selama 0,5 cycle hingga kurang dari satu menit. Oleh sebab itu untuk meningkatkan performa sistem proteksi perlu dilakukan analisis terhadap setelan dan hubungan relay yang ada khususnya relay proteksi arus lebih dan relay proteksi tegangan. Metode yang digunakan

pada penelitian ini adalah eksperimental dengan membuat rancang bangun sistem proteksi tegangan 220 volt menggunakan relay proteksi tegangan kemudian melakukan analisis menggunakan fishbone dan SWOT. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa rangkaian ini dapat bekerja memutuskan arus gangguan ketika relay telah membaca arus gangguan tersebut sesuai dengan persentase pada masukan relay berdasarkan nominal tegangan gangguan. Jenis relay yang digunakan pada rangkaian ini mempunyai karakteristik time delay dengan jenis definite time yang berguna untuk memproteksi berbagai gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan.

Kata Kunci – Voltage Sag, Tegangan Rendah, Tegangan Lebih, Proteksi

I. PENDAHULUAN

Tegangan listrik merupakan beda potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik yang dinyatakan dalam satuan *volt*. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Berdasarkan perbedaan potensial listriknya maka suatu tegangan listrik dapat dikategorikan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan obyek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah. Selain itu, pertumbuhan industri kelistrikan dan penyebaran luasnya distribusi (DGs) sehingga tuntutan lingkungan dan energi bersih telah menyebabkan naiknya tingkat arus gangguan [1]. Hal ini dapat menyebabkan tidak hanya kerusakan peralatan listrik di sistem tenaga tetapi juga pembesaran area pemadaman [2][3][4].

Gangguan tegangan adalah gangguan sistem yang sering terjadi pada sistem jaringan listrik. Salah satunya adalah gangguan tegangan lebih yang biasa diakibatkan oleh petir, putusnya kabel netral trafo tabung pada gardu distribusi, kesalahan wiring kabel sekunder trafo, kesalahan pengaturan pada tap konektor, *short circuit* pada kabel fasa dengan netral. Ketika terjadi gangguan tegangan lebih maka tegangan yang mengalir pada jaringan Perusahaan Listrik Negara (PLN) sampai dengan titik pemakaian pelanggan menjadi naik. Kenaikkan tegangan tersebut menyebabkan naiknya suhu pada konduktor yang mengakibatkan kerusakan isolasi pada konduktor. Hal tersebut mengakibatkan gagal isolasi sehingga memicu terjadinya kabel terbakar, gangguan sistem secara meluas serta kerusakan pada peralatan yang terpasang di pelanggan [5].

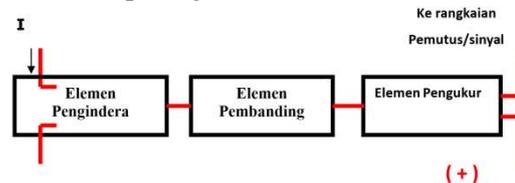
Selain gangguan tegangan lebih (*over voltage*), gangguan tegangan rendah (*under voltage*) juga merupakan gangguan tegangan yang mempengaruhi kualitas tegangan sehingga menyebabkan beban atau peralatan listrik yang menggunakan suplai listrik PLN secara kontinyu menjadi terganggu. Tegangan rendah atau biasa yang disebut jatuh tegangan merupakan tegangan yang hilang pada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Hingga saat ini belum ada peralatan proteksi yang terpasang di rumah-rumah pelanggan yang bisa mencegah kerusakan peralatan saat terjadi gangguan tegangan lebih maupun kurang.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini merancang sistem proteksi terhadap gangguan tegangan (tegangan lebih dan tegangan rendah) pada sistem tegangan 220 volt (beban rumah tangga fasa satu). Peralatan proteksi berbasis mikrokontroler yang dapat mendeteksi dan mengamankan peralatan dari gangguan tegangan telah banyak dikembangkan. Mikrokontroler mendeteksi tegangan baik itu tegangan yang melebihi maupun yang dibawah batas tegangan normal dan juga melebihi batas waktu yang ditentukan, maka sistem ini akan memerintahkan rangkaian pemutus yakni *relay* proteksi untuk memutus daya yang mengalir pada rangkaian beban.

Relay proteksi dapat memproteksi beberapa jenis gangguan yang umum terjadi pada suatu jaringan listrik baik transmisi, distribusi, dan instalasi rumah tangga [6]. Untuk itu dibutuhkan pemahaman mengenai *relay* proteksi tersebut terutama untuk memproteksi gangguan tegangan yang terjadi utamanya pada tegangan satu fasa 220 Volt.

Relay Proteksi

Relay proteksi merupakan alat yang bekerja secara otomatis untuk mengatur/memasukan suatu rangkaian listrik (rangkaiannya *trip* atau alarm) akibat adanya perubahan tegangan, arus, frekuensi, dan sebagainya [7]. Secara garis besar bagian dari *relay* proteksi terdiri dari tiga bagian utama yang diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Bagian utama *relay* proteksi

1. Elemen pengindera berfungsi untuk merasakan besaran-besaran listrik, seperti arus, tegangan, frekuensi, dan sebagainya tergantung *relay* yang dipergunakan.
2. Elemen pembanding berfungsi untuk membandingkan besaran listrik pada keadaan normal dengan besaran arus kerja *relay*.
3. Elemen pengukur/penentu berfungsi untuk membuat perubahan secara cepat pada besaran ukurnya dan akan segera memberikan isyarat untuk membuka atau memberikan sinyal

Over/Under Voltage Relay

Over Voltage Relay (OVR) dan *Under Voltage Relay* (UVR) adalah *relay* yang mengamankan peralatan instalasi dari pengaruh perubahan tegangan lebih atau tegangan rendah ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. *Relay* Klarstern KS7311 220V

II. METODE PENELITIAN

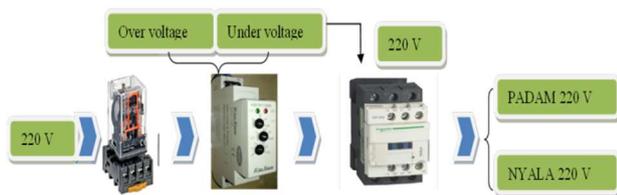
Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Fakfak Provinsi Papua Barat menggunakan metode eksperimental dengan membuat rancang bangun sistem proteksi tegangan 220 volt menggunakan *relay* proteksi tegangan. Adapun tahapan kegiatan penelitian ini sesuai dengan diagram alir penelitian pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Prinsip Kerja Relay Proteksi Tegangan



Gambar 4. Prinsip kerja *relay* proteksi tegangan.

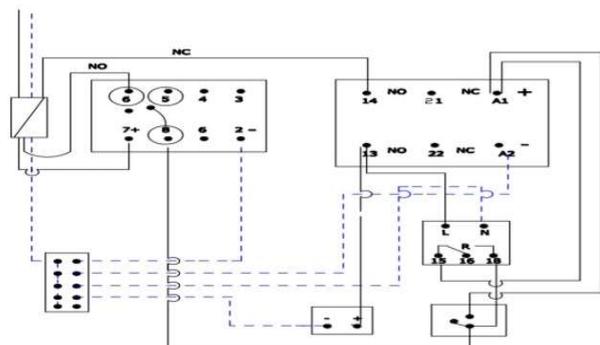
Secara garis besar prinsip kerja dari *relay* proteksi tegangan diperlihatkan pada gambar 4. Tegangan 220 volt menghidupkan *relay* omron MK2P-I. Suplay tegangan berada pada anak kontak *relay* omron MK2P-I yang diteruskan melalui anak kontak *normally open* (NO). *Relay* klarstren KS7311 220v menyuplai koil kontaktor sehingga anak kontaknya berubah dari NO menjadi *normally close* (NC). Selanjutnya tegangan 1 fasa yang melalui

kontaktor berbeban pada kondisi tegangan kerja normal.

Anak kontak *relay* klarstren KS7311 220v pada awalnya NO karena dipasangkan *push button* maka ketika *push button* di tekan maka anak kontaknya berubah menjadi NC. Dalam keadaan tegangan normal maka *relay* klarstren KS7311 220v tidak bekerja dan anak kontaknya tetap pada posisi normalnya. Ketika keadaan tidak normal, yakni ketika tegangan berlebih (*over voltage*) atau tegangan rendah (*under voltage*) maka *relay* klarstren KS7311 220v akan membaca gangguan tersebut dan anak kontaknya menjadi NO. Hal ini membuat tegangan dari anak kontak *relay* omron MK2P-I terputus di anak kontak *relay* klarstren KS7311 220v dan tidak ada tegangan pada koil kontaktor yang mengakibatkan anak kontaktor menjadi NO dan *trip* kemudian memadamkan arus listrik ke instalasi rumah. Pemasangan wiring dilakukan setelah *circuit breaker* (CB) kontaktor sehingga apabila telah *trip* dan terjadi gangguan tegangan yang cukup membahayakan peralatan tetap aman. Untuk menghidupkan kembali sistem proteksi setelah *trip* dan keadaan normal kembali, dibutuhkan suplai tegangan awal yang di catu dari tegangan input anak kontak kontaktor menggunakan saklar tombol *push bottom*.

B. Rancang Bangun Sistem Proteksi Tegangan 220 Volt Menggunakan Relay Proteksi.

Pembuatan rancang bangun sistem proteksi tegangan 220 volt menggunakan *relay* proteksi tegangan dilakukan dengan merakit rangkaian dan membuat panel box. Perakitan rangkaian dilakukan dengan menyusun setiap bahan rangkaian sesuai dengan diagram *relay* proteksi pada gambar 5.

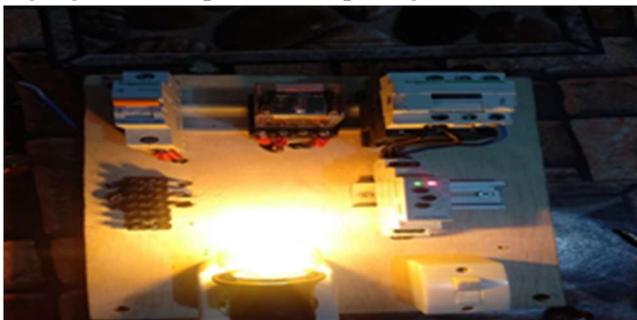


Gambar 5. Diagram *Relay* Proteksi.

Dari rancang bangun sistem proteksi diatas, perlu diketahui beberapa hal berikut:

1. Fungsi pemasangan *relay* omron MK2P-I untuk mengaktifkan koil kontaktor apabila tegangan normal dengan mengubah anak kontak kontaktor NO menjadi NC.
2. Fungsi pemasangan *relay* klarstren KS7311 220V sebagai *relay* pembaca tegangan lebih atau rendah sehingga apabila terjadi gangguan tidak stabil maka anak kontaknya akan memutuskan suplai tegangan ke koil kontaktor.
3. Fungsi pemasangan kontaktor S-K65 sebagai saklar pemutus jaringan instalasi listrik 1 fasa kabel yang dari masukan kwh meter menuju sistem instalasi dalam rumah.
4. Fungsi pemasangan *push botton* sebagai catu tegangan awal untuk menghidupkan kembali peralatan *relay* proteksi setelah sebelumnya *trip*.
5. Fungsi pemasangan *Mini Circuit Breaker* (MCB) untuk melindungi komponen dari arus lebih sehingga terhindar dari kerusakan peralatan.

Rangkaian sistem proteksi tegangan 220 volt yang telah dipasang dan di berikan masukan tegangan PLN diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian sistem proteksi tegangan.

C. Analisa Masalah

1. Metode *Fishbone*/Ishikawa

Berdasarkan analisa masalah yang ditemukan di lapangan, digunakan metode diagram *fishbone* untuk mencari penyebab masalah dan tindakan selanjutnya yang akan dilakukan [8]. Adapun diagram *fishbone* analisa masalah rancang bangun sistem proteksi tegangan 220 volt diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram *Fishbone*.

2. Analisa SWOT

Berdasarkan analisa kebutuhan, sebelum menentukan tindakan yang akan dilakukan maka perlu diketahui potensi yang ada untuk mengatasi permasalahan tegangan lebih dan tegangan rendah dengan menggunakan metode SWOT [9] sebagai berikut :

2.1 *Strength* (Kekuatan)

- a. Melindungi peralatan listrik pelanggan dari kerusakan akibat dari tegangan lebih dan tegangan rendah.
- b. Dapat mengetahui apabila terjadi tegangan lebih dan tegangan rendah.
- c. Kualitas penyaluran tegangan listrik ke beban menjadi optimal, sehingga membuat pengguna listrik 1 fasa menjadi efektif dan efisien.
- d. Sejauh ini belum terdapat sistem yang dapat memproteksi tegangan lebih dan tegangan rendah pada sistem kelistrikan 1 fasa.

2.2 *Weakness* (Kelemahan)

- a. Ketika listrik padam akibat tegangan lebih dan tegangan rendah, indikator gangguan yang terjadi tidak terbaca karena tidak ada *supply* tegangan ke *relay*.
- b. Apabila terjadi tegangan lebih ataupun tegangan rendah pada saluran instalasi yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sisitem instalasi dan peralatan elektronik.
- c. *Relay* perlu dinyalakan kembali secara manual apabila tegangan kembali normal.

2.3 *Oppoturnity* (Kesempatan)

- a. Dapat mengurangi dampak dari tegangan lebih dan tegangan rendah.

- b. Menekan *Recovery Time* akibat dari tegangan lebih dan tegangan rendah.
- c. Mengurangi kerugian biaya akibat dari kerusakan peralatan listrik.

2.4 *Threat* (Ancaman)

- a. Apabila nilai arus yang mengalir melebihi arus maksimal kontaktor, dapat merusak kontaktor.
- b. Apabila gangguan tegangan tidak diatasi dalam jangka waktu yang lama, mengakibatkan peralatan elektronik tidak berfungsi dengan baik bahkan mengalami kerusakan.

D. Analisa Sistem Kerja Rangkaian.

Dari hasil kerja rangkaian yang telah dijelaskan, dapat diambil beberapa hasil analisa yang telah dirangkum sehingga menjadi bahan pertimbangan untuk semakin memahami hasil kerja dari rangkaian sistem proteksi tegangan 220 volt menggunakan *relay* proteksi :

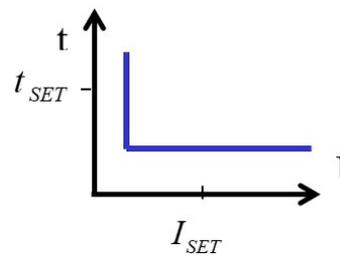
1. Rangkaian sistem proteksi ini hanya dapat bekerja ketika adanya suatu gangguan pada nilai tegangan yang disesuaikan dengan nilai yang masukan pada *relay* klarstern KS7311 220V. Berikut merupakan data nilai masukan pada *relay* dan nilai sesungguhnya pada nilai tegangan.

Tabel 1. Data masukan dan nominal persen pada *relay* klarstern KS7311 220V

No	-V (<i>under voltage</i>)	Nilai tegangan sesungguhnya	+V (<i>over voltage</i>)	Nilai tegangan sesungguhnya
1.	5 %	209 volt	5%	231 volt
2.	10%	198 volt	10%	242 volt
3.	15%	187 volt	15%	253 volt
4.	20%	176 volt	20%	264 volt

Dari tabel diatas, rangkaian bekerja memutuskan arus ketika *relay* membaca arus gangguan tersebut sesuai dengan nominal persentase tegangan gangguan. Saat masukan *under voltage* 5% artinya *relay* baru dapat memutus arus pada nominal *under voltage* 5% dari 220 volt yakni 209 volt. Pada *over voltage* ketika berada pada nominal 10%, maka *relay* memutus arus gangguan pada tegangan *over voltage* 10% dari 220 volt yakni 242 volt. Hal ini perlu diketahui sebelum menggunakan *relay* omron klarstern KS7311 220V, agar dapat memudahkan kita dalam menggunakan *relay* ini dengan efektif.

2. *Time delay* merupakan salah satu karakteristik dari *relay*. *Time delay* menyatakan jeda waktu dari *relay* saat membaca arus gangguan, memproses arus gangguan sampai melakukan tindakan sesuai kerja dan fungsi dari *relay*. Sebelum menggunakan rangkaian proteksi ini, sebaiknya melakukan pengamatan terhadap jaringan atau tempat yang akan kita aplikasikan rangkaian sistem proteksi ini agar dapat menyesuaikan dengan settingan pada *time delay*. *Relay* pada rangkaian ini mempunyai karakteristik *time delay* jenis *definite time* dimana waktu jeda terjadi dalam waktu tertentu karena dapat disesuaikan dengan kebutuhan dari penggunaannya.



Gambar 8. Kurva garis *definite time delay*.

Dari kurva diatas, *definite time delay* bekerja secara sinkron antara pengaturan pada *relay* yaitu pengaturan waktu dan pengaturan arus masukan, pengaturan waktu dan pengaturan arus saat membaca arus gangguan dan respon terhadap arus gangguan dalam hal ini *over voltage* maupun *under voltage*. Aplikasi *relay* proteksi tegangan klarstern KS7311 220V yang digunakan berbanding lurus antara pengaturan masukan dari *relay* dan waktu kerjanya, sehingga sangat berfungsi untuk keamanan dari peralatan listrik rumah tangga.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah merancang sistem proteksi tegangan dan mengaplikasikan peralatan tersebut dapat disimpulkan bahwa:

1. Rangkaian sistem proteksi ini bekerja sesuai hasil yang diinginkan karena fungsi dari tiap-tiap komponen dalam rangkaian bekerja dengan baik, sehingga menghasilkan satu sistem kerja yang

dapat memproteksi peralatan beban rumah tangga pada tegangan 220 volt.

2. Point utama dalam sistem ini adalah proteksi, sehingga apabila tidak ada suatu gangguan tegangan dengan kata lain apabila tegangan normal, maka sistem ini tidak akan memutus arus listrik masuk dari suplai PLN ke beban yang diproteksinya. Akan tetapi apabila terdapat indikasi gangguan berupa gangguan tegangan, maka sistem ini bekerja sesuai fungsinya sebagai sistem proteksi untuk memutus arus gangguan dari suplai ke beban.
3. Rancang bangun di buat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap suatu sistem proteksi yang dapat melindungi peralatan instalasi dan elektronik rumah tangga pada tegangan 220 volt.

Saran dan rekomendasi dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengacu pada fungsi dan kerja rangkaian sistem ini, serta mengacu pada efektifitas serta efisiensi dalam memproteksi peralatan elektronik rumah tangga, maka disarankan untuk dapat memanfaatkan rangkaian sistem proteksi ini pada jaringan instalasi rumah tangga khususnya pengguna listrik 1 fasa.
2. Rangkaian ini bekerja pada sistem tegangan 220 volt atau 1 fasa, sehingga rangkaian sistem ini belum dapat memenuhi kebutuhan untuk sistem proteksi pada tegangan 380 volt.

in power system with dispersed generators," *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol. 17, no. 2, pp. 2331–2334, 2007, doi: 10.1109/TASC.2007.899884.

- [4] S. M. Cho, H. S. Shin, and J. C. Kim, "Impact of distribution system quality on DG interconnection protection," *IEEE PES Gen. Meet. PES 2010*, pp. 1–4, 2010, doi: 10.1109/PES.2010.5589431.
- [5] V. Gurevich, *Electric Relays Principles and Applications*, Taylor & Francis Group, LLC no. 0-8493-4188-4, April 2016. 2018.
- [6] A. S. T. Hussain *et al.*, "Power Plant Station Protection System against Voltage Fluctuation," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 793, pp. 65–69, 2015, doi: 10.4028/www.scientific.net/amm.793.65.
- [7] V. Gurevich, "Cyber and Electromagnetic Threats in Modern Relay Protection," Taylor & Francis Group, LLC, 2015, 978-1-4822-6432-6.
- [8] W. O'Donohue and A. Maragakis, "Quality improvement in behavioral health," *Qual. Improv. Behav. Heal.*, pp. 1–327, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-26209-3.
- [9] E. Cpeg and C. Ii, "American University of Kuwait Prediction of Electrical Arc and Fire Prevention in Electrical Systems," 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. E. Razavi *et al.*, "Impact of distributed generation on protection and voltage regulation of distribution systems: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 105, no. January, pp. 157–167, 2019, doi: 10.1016/j.rser.2019.01.050.
- [2] K. Y. Shen and J. C. Gu, "Protection coordination analysis of closed-loop distribution system," *PowerCon 2002 - 2002 Int. Conf. Power Syst. Technol. Proc.*, vol. 2, pp. 702–706, 2002, doi: 10.1109/ICPST.2002.1047488.
- [3] T. Sato *et al.*, "Study on the effect of fault current limiter