Pengembangan Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah Terhadap Arus Lebih Menggunakan EOCR

Nursyifa Asilah Sasongko[1,*], Sunarto[2], Sudrajat[3]

[1,2,3]Jurusan Teknik Elekttro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559
E-mail : [1,]nursyifa.asilah.tlis20@polban.ac.id; [2]soen@polban.ac.id; [3]sudrajat@polban.ac.id*

ABSTRAK

Pada tahun 2016, Proteksi Tegangan Rendah merupakan mata kuliah baru di Prodi Teknik Listrik Polban. Mata kuliah tersebut membutuhkan alat praktikum untuk menunjang kegiatan pembelajaran agar mahasiswa dapat lebih mudah memahami teori yang di pelajari, khususnya proteksi terhadap arus lebih. Oleh karena itu, topik yang diambil dalam penelitian ini, yaitu "Pengembangan Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah Terhadap Arus Lebih Menggunakan EOCR" sehingga nantinya mahasiswa tidak hanya melakukan simulasi proteksi arus lebih pada software, tetapi dapat menyimulasikan dalam bentuk modul Proteksi arus lebih yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *Electronic Over Current Relay* (EOCR). Karakteristik EOCR ini, yaitu *definite time*. Tahapan pada penilitian ini dimulai dari perancangan alat, pembuatan alat, kemudian tahap pengujian dan pelaporan. Dengan hasil penelitian berupa alat praktikum berupa modul pembelajaran yang diharapkan dapat membantu mahasiswa memahami sistem proteksi khususnya proteksi terhadap arus lebih menggunakan EOCR. Alat praktikum ini akan disimpan di Laboratorium Instalasi Listrik.

Kata kunci
Proteksi Tegangan Rendah, EOCR, Arus Lebih

1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2016, Proteksi Tegangan Rendah merupakan mata kuliah baru pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bandung. Mata kuliah ini terdiri dari tiga SKS yang terbagi menjadi mata kuliah teori dan praktikum. Praktikum dibutuhkan untuk menerapkan teori yang sudah dipelajari, sehingga dibutuhkan alat praktikum yang memadai untuk dijadikan media pembelajaran dan dapat meningkatkan keterampilan mahasiswanya.

Proses pembelajaran dikatakan berjalan dengan baik dilihat dari perubahan pengetahuan, sikap, dan keterampilan mahasiswanya. Agar hal tersebut dapat tercapai, maka dalam proses menyampaikan materi pembelajaran penting untuk memilih metode mengajar dan media pembelajaran yang tepat untuk digunakan. Selain memudahkan dosen menyampaikan materi, penggunaan media pembelajaran memotivasi mahasiswa untuk lebih interaktif, sehingga ada umpan-balik antara dosen dan mahasiswa.

Penelitian ini akan digunakan sebagai media pembelajaran, sehingga nantinya mahasiswa tidak hanya melakukan simulasi proteksi arus lebih pada *software* ETAP, tetapi menyimulasikan dalam bentuk modul. Setelah melakukan praktikum menggunakan papan modul ini, mahasiswa mengerjakan *jobsheet* yang telah dibuat, dimana *jobsheet* tersebut dibuat untuk melihat sejauh mana mahasiswa dapat memahami alat praktikum dan materi mengenai proteksi yang digunakan. Untuk proteksi yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *Electronic Over Current Relay* (EOCR) yang berfungsi sebagai proteksi motor terhadap gangguan arus lebih. EOCR dapat digunakan ketika nilai *setting*-nya sudah disesuaikan.

Pemasangan EOCR meliputi penyetelan arus dan penyetelan waktu. Relai proteksi arus lebih memiliki salah satu karakteristik, yaitu *definite time*, *Definite time* adalah relai arus lebih pada waktu tertentu dimana waktu kerja relai tidak bergantung pada besarnya arus gangguan dan waktu kerjanya melebihi dari waktu *setting*-nya.

Proteksi menggunakan EOCR belum pernah digunakan untuk praktikum di Laboratorium Instalasi Listrik, sehingga hal tersebut yang mendorong penelitian ini dilakukan untuk menunjang kegiatan praktikum di Laboratorium Instalasi Listrik. Dibandingkan TOLR yang dapat mengatur arus *setting*-nya, kelebihan menggunakan EOCR, yaitu mahasiswa dapat praktikum dengan mengatur arus sekaligus waktu yang diinginkan. Selain dapat mengamati arus lebih, EOCR pun dapat melindungi dari gangguan hubung singkat. Dengan adanya pengembangan ini, diharapkan mahasiswa dengan mudah memahami proteksi arus lebih menggunakan EOCR dan menambah keterampilan agar terimplementasikan pada kondisi riil di lapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proteksi Tegangan Rendah

Saluran tegangan rendah merupakan penyaluran sistem tenaga listrik yang mahal. Dimana proteksi saluran tegangan rendah sangat penting dipasang untuk menjaga keandalan sistem tenaga listrik. Proteksi dapat menjaga peralatan listrik yang terpasang terhadap kondisi tidak normal berupa hubung singkat, tegangan lebih, dan beban lebih.

2.2 Persyaratan Kerja Sistem Proteksi

Terdapat persyaratan dalam sistem proteksi tenaga listrik, yaitu sebagai berikut [1]:

1) Kepekaan
   Sistem proteksi dapat dikatakan peka apabila dapat bekerja lebih dulu sebelum terjadi gangguan.
2) Kecepatan
   Sistem proteksi harus cepat bekerja agar kerusakan tidak terjadi dan tidak memperluas terjadinya gangguan.
3) Keandalan
   Sistem proteksi dapat dikatakan tidak andal apabila relai bekerja ketika sedang tidak dibutuhkan atau tidak ada agangguan. Dua aspek keandalan, yaitu *dependabiality* dan *security*.
4) Selektifitas
   Sistem proteksi dapat dikatakan selektif apabila dapat mendeteksi gangguan alat yang dilindungi dan secara cepat memerintah pemutus tenaga bekerja agar terhindar dari risiko sekecil mungkin.
5) Ekonomis
   Sistem proteksi dapat dikatakan ekonomis ketika sistem proteksi sistem tenaga listrik sesuai dengan hasil pertimbangan dan rancangan agar sistem proteksi tidak menimbulkan kegagalan.

2.3 Arus Lebih

Pada saat motor dalam keadaan beban penuh kemudian arus yang mengalir melebihi arus nominalnya, maka akan terjadi arus lebih. Keadaan beban lebih tidak sama seperti arus lebih. Pada saat terjadi beban lebih maka arus nominal bertambah 10% lalu bisa terputus beberapa puluh menit kemudian setelah

berlangsungnya beban lebih. Berbeda dengan arus lebih yang harus langsung terputus jika sudah melebihi arus nominalnya.

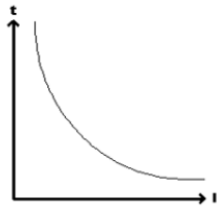
Proteksi harus dibagi menjadi beberapa daerah sehingga daerah yang tidak terjadi gangguan tetap bekerja semestinya. Terdapat tiga elemen dasar pada relai pengaman yang bekerja untuk memutus arus gangguan, yaitu elemen perasa *(sensing element)*, elemen pembanding *(comparison element)*, elemen kontrol *(control element)*.[2]

2.3 *Electronic Over Current Relay* (EOCR)

Electronic Over Current Relay (EOCR) adalah suatu pengaman motor yang akan bekerja ketika arus yang terdeteksi lebih dari nilai arus yang telah ditentukan. EOCR dapat melakukan setting arus maupun setting waktu. Pada EOCR terdapat tiga *setting* yang dapat diatur, yaitu *setting Load*, *D-Time*, dan *O-Time*. *Load* dapat diatur mulai dari 0,5 Ampere sampai 6 Ampere. Untuk *setting D-Time* dapat diatur mulai dari 1 sekon sampai 30 sekon. Terakhir, *setting O-Time* dapat diatur mulai dari 1 sekon sampai 10 sekon.

Terdapat tiga karakteristik pada *OCR*, yaitu sebagai berikut[3]:

1) Karakteristik *Inverse*
   Relai dengan karakteristik *inverse* dipengaruhi oleh waktu maupun arus. Dimana waktu kerja relai berbanding terbalik dengan arus yang terukur.

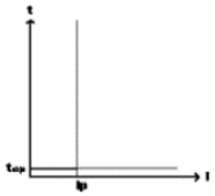


Gambar 1. Kurva *Invers*

2) Karakteristik *Definite*
   Relai dengan karakteristik *definite* bekerja sesuai *setting* waktu tundanya dan arus gangguan tidak memengaruhi waktu kerja relai.

Gambar 2. Kurva *Definite*

3) Karakteristik *Instantaneous*
   Relai dengan karakteristik *instantaneous* bekerja seketika dan sangat cepat tanpa adanya waktu tunda.[4]



Gambar 3. Kurva *Instantaneous*

2.4 *Mini Circuit Breaker* (MCB)

MCB atau *Miniatur Circuit Breaker* adalah alat proteksi dengan fungsi memutuskan arus gangguan dan sebagai pengaman agar peralatan tidak rusak. MCB bekerja pada saat terjadi arus lebih karena adanya hubung pendek. Kontak MCB akan diputus pada saat arus lebih membuat bimetal menjadi panas dan melengkung.

Pada saat arus yang mengalir pada MCB melampaui rating MCB tersebut, maka pengaman secara otomatis melakukan pemutusan. Pengaman pada MCB terbagi menjadi dua, yaitu termis dan elektromagnetis. Untuk pengaman termis bekerja pada saat terjadi gangguan arus lebih. Berbeda dengan pengaman elektromagnetis yang bekerja pada saat terjadi hubung singkat.

2.5 Kontaktor

Kontaktor adalah alat yang dapat mengalirkan sekaligus memutuskan arus listrik. Dimana kontaktor bekerja dengan cara sistem elektromagnet pada koil. Kontaktor sering ditemukan pada tegangan tiga fasa. Kontaktor memiliki dua kontak, yaitu kontak NO *(normally open)* dan kontak NC *(normally close)*.

2.6 Transformator

Transformator merupakan alat elektronik yang digunakan untuk memindahkan tenaga listrik antara dua buah hingga lebih rangkaian listrik. Pemindahan tersebut dilakukan karena kebutuhan tenaga listrik dari kedua rangkaian tersebut berbeda.

Transformator isolasi adalah transformator yang memiliki dua bagian yang saling terpisah yaitu bagian primer dan bagian sekunder. Oleh karena itu, jika dilakukan pengukuran bagian primer tidak akan terhubung dengan bagian sekunder.

2.7 Relai

Relai adalah sakelar yang menggunakan prinsip elektromagnetik. Fungsi relai yaitu sebagai pengendali arus dan menyalurkan listrik. Pada saat koil dialiri listrik hingga menimbulkan gaya elektromagnetik, kemudian menarik armature berpegas maka relai akan mulai bekerja. Pada saat armature tersebut tertarik maka kontak sakelar pada relai yang mulanya berada pada kondisi NO akan terbuka, sedangkan relai yang pada kondisi awal NC akan menutup.

2.8 *Dummy Load*

Dummy Load merupakan beban suatu beban resistif yang menghasilkan beban arus lebih. Pada beban resistif arus dan tegangannya akan sefasa karena beban resistif hanya menyerap daya aktif. Nilai faktor daya tidak berpengaruh terhadap beban resistif karena beban resistif memiliki nilai sama dengan satu (Cos φ = 1).

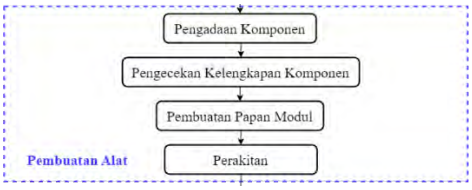
2.9 Motor Induksi

Motor induksi menghasilkan tenaga putar yang didapat dari perubahan energi listrik menjadi energi mekanik. Terdapat dua bagian penting pada motor induksi, yaitu bagian stator dan bagian rotor. Gangguan yang biasa terjadi pada motor induksi tiga fasa adalah gangguan arus lebih dan gangguan hubung singkat. Motor akan mengalami panas bahkan terjadi kerusakan apabila motor terus bekerja dengan beban yang melebihi kemampuannya.[5]

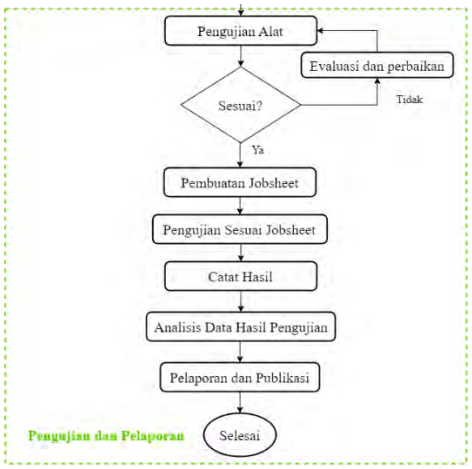
3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, pengembangan dilakukan dengan metode rancang bangun dengan tiga tahapan pelaksanaan sebagai berikut:

Gambar 4. Diagram Alir Tahap Satu

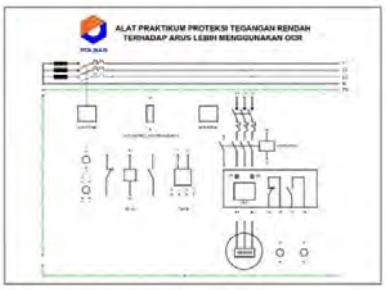


Gambar 5. Diagram Alir Tahap Kedua



Gambar 6. Diagram Alir Tahap Ketiga

Pada penelitian ini perancangan dibuat menggunakan *software* AutoCAD kemudian dilakukan pembelian alat komponen yang akan digunakan. Setelah itu, dibuatnya papan modul dan dipasangkannya komponen pada papan. Lalu, dilakukan perakitan dengan wiring kabel dibelakang papan modul. Kemudian, setelah semua selesai dilakukan pengujian alat berdasarkan *jobsheet* yang telah dibuat. Setelah itu, dibuatnya laporan dengan analisis hasil pengujian yang telah dilakukan.



Gambar 7. Desain Alat pada AutoCad

Gambar 8. Realisasi Alat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter yang harus terpenuhi dalam penelitian ini adalah tegangan keluaran trafo sebesar 380V, karakteristik *EOCR* yang digunakan adalah *definite time,* dan timer dapat bekerja dengan baik.

Hasil t-Ukur mendekati waktu setting EOCR, sehingga waktu kerja relai sesuai dengan setting relai. Besar kecilnya arus gangguan tidak memengaruhi t-Ukur yang muncul pada *timer* dan hasil t-Ukur tetap konstan meski terjadi arus gangguan yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa karakteristik EOCR adalah relai arus lebih waktu tertentu atau *definite time.*

Timer mendapat suplai langsung dari sumber dan kemudian dikunci oleh relai yang sudah terhubung pada Push Button. Pada saat Push Button ditekan, maka rangkaian bekerja dan *timer* menunjukan waktu pengujian EOCR yang mana artinya *timer* bekerja dengan baik.

Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa alat praktikum telah memenuhi semua paramater sehingga dapat digunakan sebagai fasilitas untuk melakukan praktikum.

Tabel 1. Hasil Pengujian Iset = 0,5 Ampere

No	I_L (A)	O-Time (s)	t-Ukur (s)	O-Time (s)	t-Ukur (s)	O-Time (s)	t-Ukur (s)
1	1	1	1,6	3	3,70	5	5,6
2	2	1	1,6	3	3,70	5	5,5
3	3	1	1,5	3	3,60	5	5,3
4	4	1	1,5	3	3,20	5	5,3
5	5	1	1,5	3	3,20	5	5,1

Tabel 1. menunjukkan hasil pengujian menggunakan beban resistif, yaitu *dummy load* dengan arus *setting* pada EOCR sebesar 0,5 Ampere. Dimana tiap arus yang disetting pada *dummy load* menunjukkan hasil pengujian dengan selisih waktu yang sedikit, pada *setting O-Time* 1s selisih waktu pengujian sebesar 0,1 detik, sedangkan *setting O-Time* 3s memiliki selisih 0,1 sampai 0,5 detik, sedangkan pada *setting O-Time* 5s selisih waktu pengujian sebesar 0,1 detik sampai 0,2 detik. Hal tersebut menunjukkan karakteristik *definite*, dimana waktu kerja relai tidak bergantung pada besarnya arus gangguan dan waktu kerjanya melebihi dari waktu setting-nya.

Tabel 2. Hasil Pengujian IL = 0,5 Ampere

No.	D-Time (s)	t-Ukur (s)
1	1	1,5
2	5	5,1
3	10	11,5
4	20	22,6
5	30	31,7

Tabel 2. menunjukkan hasil pengujian menggunakan beban motor induksi. Hasil waktu pengujian paling lama terjadi pada *setting D-Time* 20 sekon dengan hasil waktu yang melebihi *settingnya* selama 2 menit 6 detik. Dimana hasil pengujian tercepat pada *setting D-Time* 5 sekon dimana hasil waktu yang melebihi settingnya 1 detik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian "Pengembangan Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah Terhadap Arus Lebih Menggunakan EOCR" yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengembangan Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah Terhadap Arus Lebih Menggunakan EOCR ini menghasilkan modul praktikum yang berfungsi dengan baik. Oleh karena itu, alat praktikum ini layak digunakan untuk media pembelajaran Mata Kuliah Praktikum Proteksi Tegangan Rendah di Laboratorium Instalasi Listrik.
2. Pada saat pengujian, besar kecilnya gangguan yang terdeteksi tidak akan memengaruhi waktu kerja EOCR,

   sehingga waktu kerjanya memiliki nilai yang mendekati dengan waktu *setting*-nya. Hal tersebut menunjukkan bahwa EOCR-05SS ini memiliki karakteristik relai arus lebih waktu tertentu (*definite time)* dengan setting waktu 0,5 Ampere sampai 4 Ampere.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya Mahasiswa peneliti Tugas Akhir tahun akademik 2022/2023 mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung atas dukungannya karena telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mendapat bantuan dana Tugas Akhir.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Agusman A, "Analisa Setting Sistem Proteksi OCR (Over Current Relay) Pada Penyulang Sabandar Gardu Induk Cianjur," 2019. Accessed: Apr. 13, 2023. [Online]. Available: http://repository.upi.edu/id/eprint/35428

[2] M. Noer, "Analisa Setting Over Current Relay Pada Penyulang Banteng Gardu Induk Bukit Siguntang," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 8, no. 1, pp. 45–49, Jan. 2019, doi: 10.21063/jte.2019.3133809.

[3] S. Latifah Aulia and T. Tohir, "Simulasi Aplikasi PLC Sebagai Sistem Proteksi Arus Dan Temperatur Lebih Pada Motor Induksi Tiga Fasa," 2021.

[4] E. Budi Permana, Y. Prana Hikmat, J. Teknik Elektro, and P. Negeri Bandung, "Studi Proteksi Setting Arus Lebih pada PLTM Mikrogird Girimukti 20kV Menggunakan Software ETAP12.6.0," 2021.

[5] N. Evalina and A. H. Azis, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller," 2018.