

Perancangan Trainer Proteksi *Over Current* untuk Media Pembelajaran Mata Kuliah Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Citra Dewi*, Erita Astrid, Rahmat Hidayat

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang, 25171, Indonesia
citradewi@ft.unp.ac.id*

Abstrak – Proteksi *over current* pada sistem distribusi tenaga listrik merupakan hal yang sangat penting untuk mengatasi gangguan yang terjadi, peralatan proteksi yang digunakan adalah *over current relay (OCR)*. *Over current relay* yang digunakan yaitu *EOCRSS-05 Schneider*, *OCR* ini akan bekerja ketika arus yang melewati sistem melebihi arus dan waktu setting-nya. Fokus perancangan trainer *over current* adalah sebagai media pembelajaran khususnya untuk mata kuliah sistem distribusi tenaga listrik. Dalam pembuatan trainer ini digunakan kontaktor sebagai modul kontrol, sehingga ketika arus yang melewati sistem melebihi arus setting maka rangkaian akan terputus (*trip*), untuk indikator *trip* peneliti menggunakan pilot lamp. Pengujian trainer proteksi *over current* ini meliputi pengujian arus setting dan waktu delay nya. Pengujian arus setting bertujuan untuk mengetahui tingkat sensitifitas proteksi relay sehingga syarat salah satu alat proteksi dapat terpenuhi. Sedangkan waktu setting bertujuan untuk mengetahui tingkat kecepatan proteksi relay tersebut. Arus setting yang digunakan 1 A, 2 A dan 3 A, dari hasil pengujian di dapatkan hasil bahwa relay ini sensitif dan cepat dalam memproteksi gangguan, sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran khususnya untuk mata kuliah sistem distribusi tenaga listrik.

Kata kunci: *Trainer, Proteksi, Over Current, OCR.*

1. Pendahuluan

Kriteria pendidikan berkualitas di perguruan tinggi ditentukan oleh berbagai faktor seperti mahasiswa, dosen, kurikulum, proses pembelajaran, sarana dan prasarana. Inti dari seluruh kegiatan pembelajaran merupakan proses penyampaian informasi dari dosen kepada mahasiswa. Proses pembelajaran dapat dilihat dari perubahan pada diri mahasiswa berupa perubahan pengetahuan, keterampilan dan sikap ke arah yang lebih baik[1][2].

Agar proses pembelajaran tersebut dapat terlaksana dengan baik tentu tidak terlepas dari dua aspek yaitu metode mengajar dan media pembelajaran. Metode mengajar adalah cara yang digunakan seorang pengajar dalam menyampaikan bahan pelajarannya agar mudah dimengerti dan dipahami oleh mahasiswa. Sedangkan media pembelajaran berfungsi sebagai jembatan atau media transformasi pelajaran terhadap tujuan yang ingin dicapai[3]. Salah satu contoh media pembelajaran adalah trainer. Pada saat ini kebanyakan trainer yang digunakan sebagai media belajar masih kurang variatif. Dengan kurang variatifnya trainer maka ilmu yang diperoleh jadi kurang maksimal. Berdasarkan hasil observasi di jurusan teknik elektro Universitas Negeri Padang, hanya ada satu *trainer* proteksi untuk semua mahasiswa jurusan teknik elektro yaitu *trainer relay differential*. Sedangkan untuk mata kuliah sistem distribusi tenaga listrik ada beberapa topik yang juga membutuhkan media trainer dalam pembelajarannya, seperti proteksi *over current*.

Sistem distribusi merupakan salah satu dari sistem tenaga listrik yang sering mengalami gangguan, gangguan yang sering terjadi diantaranya *over current*. Gangguan tersebut mengakibatkan kerusakan peralatan-peralatan penyaluran sehingga sistem tidak berjalan

normal. *Over current* terjadi karena besarnya arus yang mengalir di sistem melebihi arus nominalnya, penyebab utamanya adalah pembebanan yang melebihi kapasitas sistem. Oleh sebab itu, sangat dibutuhkan proteksi *over current* untuk menjaga keamanan suatu sistem.

Peralatan yang digunakan untuk proteksi *over current* adalah *over current relay (OCR)*. Relay ini bekerja dengan membaca input berupa besaran arus kemudian membandingkan dengan nilai *setting*, apabila nilai arus yang terbaca oleh relay melebihi nilai *setting*, maka relay akan mengirim perintah trip kepada pemutus tenaga (PMT). Mengingat pentingnya proteksi *over current* pada jaringan distribusi maka tim peneliti mengusulkan pembuatan trainer *over current* menggunakan *EOCRSS-05 Schneider* untuk menunjang proses pembelajaran distribusi tenaga listrik di jurusan teknik elektro Universitas Negeri Padang.

Penelitian yang berkaitan dengan *over current* telah dilakukan oleh Nazris Nazarudin [7] yang menghasilkan modul simulasi *OCR* sehingga dapat digunakan untuk praktek proteksi. Penelitian senada juga dilakukan oleh Hadi Prayogo [8] sehingga menghasilkan prototipe proteksi *over current* menggunakan *current transformer* berbasis *mikrokontroler Atmega32*. *Over Current Relay* dapat dibedakan menjadi beberapa jenis karakteristik, diantaranya adalah *Invers Devinite Minimum Time* dimana *OCR* bekerja ketika arus gangguan semakin besar maka semakin cepat relay bekerja [9], *Definite time OCR* dimana *OCR* bekerja tidak tergantung pada nilai arus gangguan. Relay ini memberikan perintah kepada PMT pada saat terjadi gangguan bila besar gangguannya melebihi arus *setting* dan waktu *setting*. *Instantaneous Time OCR* dimana *OCR* ini bekerja tanpa tunda waktu. Relay ini akan memberikan perintah pada PMT untuk memutuskan jaringan yang mengalami gangguan bila besarnya arus gangguan melebihi arus pengaturannya.

Penelitian yang berkaitan dengan media pembelajaran berupa trainer telah banyak dilakukan seperti pembuatan trainer penyearah terkendali 3 fasa [10], perancangan trainer PID Analog untuk mengatur kecepatan putaran motor DC [11], perancangan trainer untuk praktek bahan dan piranti [2] serta pemanfaatan media trainer untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa [4].

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan trainer proteksi *over current* sebagai media pembelajaran untuk mahasiswa teknik elektro Universitas Negeri Padang, khususnya untuk mata kuliah distribusi tenaga listrik.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, metode eksperimen ini dilakukan dengan tiga cara yaitu perancangan dan desain trainer, pembuatan trainer dan pengujian trainer.

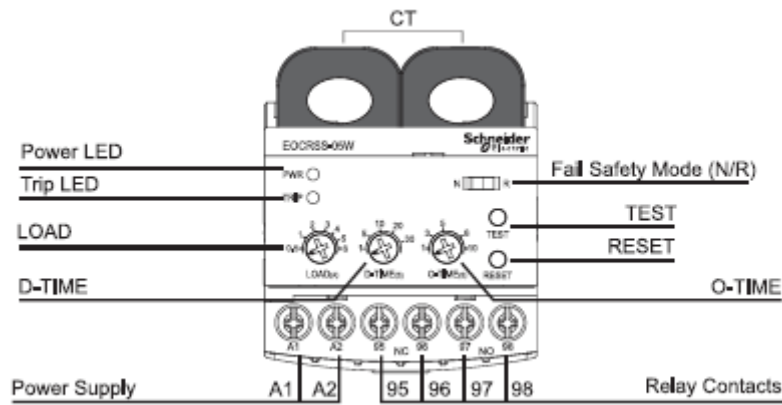
2.1. Perancangan dan Desain Trainer

Perancangan dan desain trainer dilakukan setelah studi literatur, sehingga desain trainer yang dibuat diyakini belum pernah dibuat sebelumnya. Proses pembuatan desain berdasarkan analisis kebutuhan, yang dilakukan dengan menganalisis materi pembelajaran dan karakteristik mahasiswa pada saat mengikuti proses pembelajaran. Selain itu, desain ini juga dibuat setelah observasi di laboratorium proteksi jurusan teknik elektro FT-UNP dan mendapat masukan dari dosen pengampu mata kuliah proteksi dan mata kuliah sistem proteksi tenaga listrik.

2.2. Pembuatan Trainer

Pembuatan trainer dilakukan setelah perancangan dan desain trainer final. Dalam proses pembuatan ini terbagi menjadi tiga tahap yaitu tahap pembuatan mekanik, tahap pembuatan modul kontrol dan tahap pembuatan elektrik. Tahap pembuatan mekanik meliputi pembuatan trainer yaitu berbentuk *box* persegi, pembuatan tempat komponen, pengeboran dan pembuatan papan komponen. Tahap pembuatan modul kontrol meliputi pembuatan rangkaian kontrol sehingga dapat terkoneksi dengan *OCR* dan pengujian rangkaian kontrol. Deskripsi *OCR* tipe *EOCRSS-05 Schneider* dapat dilihat pada Gambar 1. Tahap terakhir yaitu pembuatan elektrik,

tahap ini berhubungan dengan kelistrikan seperti pemasangan komponen, penyolderan, pemasangan komponen *power supply*.



Gambar 1. Deskripsi OCR tipe EOCRSS-05 Schneider (datasheet)

2.3. Pengujian Trainer

Pengujian trainer ini mencakup semua kegiatan pengujian terhadap trainer yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Sebelum digunakan dalam kegiatan pembelajaran semua komponen dan aspek penting lainnya pada trainer harus melalui pengujian. Hal ini bertujuan untuk memastikan trainer yang dibuat telah memenuhi unsur kelayakan, kebenaran dan memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Hal terpenting sebelum melakukan pengujian adalah mengetahui karakteristik OCR yang digunakan, karakteristik EOCRSS-05 Schneider dapat dilihat pada Tabel 1.

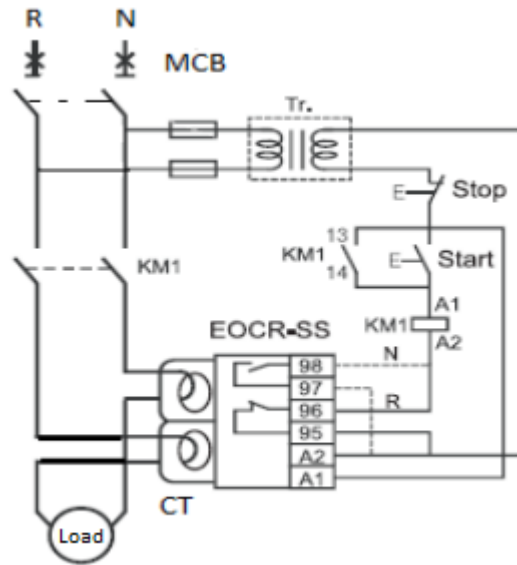
Tabel 1. Karakteristik EOCRSS-05 Schneider (datasheet)

Parameters		EOCRSS-05
Current Range	Load	0.5 - 6 A
Starting Time	D-Time	0.5 s - 30 s
Overcurrent Trip Delay Time	O-Time	0.5 s - 10 s
Trip Delay	Definite	
Power Supply (Vs)		24 - 240 VAC
Frekuensi		50 / 60 Hz
Rated Insulation Voltage (Vi)	IEC 60947-4-1	690 V

Pengujian proteksi *over current* ini dibatasi hanya pada pengujian arus *setting* dan waktu *delay* nya. Pengujian arus *setting* bertujuan untuk mengetahui tingkat sensitifitas proteksi relay sehingga syarat salah satu alat proteksi dapat terpenuhi. Sedangkan waktu *setting* bertujuan untuk mengetahui tingkat kecepatan proteksi relay tersebut.

2.4. Skematik Rangkaian Pengujian

Trainer ini terdiri dari tiga modul utama yaitu rangkaian kontrol, rangkaian daya dan rangkaian pada pengawatan. Rangkaian kontrol ini terkoneksi dengan *over current relay* sehingga apabila relay ini bekerja maka ada indikasi *trip* atau perintah pemutusan tenaga. Rangkaian daya yaitu rangkaian yang menghubungkan daya dan beban melalui rangkaian kontrol. Rangkaian pada pengawatan yaitu gabungan antara rangkaian kontrol dan rangkaian daya, rangkaian ini dibuat berdasarkan datasheet EOCRSS-05 Schneider. Skematik Rangkaian Pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Pengujian Trainer Proteksi *Over Current*

Prinsip kerja rangkaian pengujian trainer proteksi *over current* adalah ketika trainer dihubungkan dengan *power supply* dan *push button start* di tekan maka arus akan mengalir masuk ke kontaktor, *OCR*, *CT* (*Current Transformer*) dan beban. Indikasi *run* dirangkaian ini adalah dengan hidupnya lampu indikator (*pilot lamp*). Arus *setting* dan waktu *setting* diatur sebelum rangkaian terkoneksi dengan sistem kelistrikan. Ketika arus yang masuk melebihi arus *setting* maka relay akan bekerja sesuai dengan waktu *setting*. Relay akan mengirim perintah untuk trip sehingga arus yang masuk kerangkaian terputus (indikasi trip dapat dilihat dengan hidupnya *pilot lamp* warna merah) dan beban terlindungi dari *over current*.

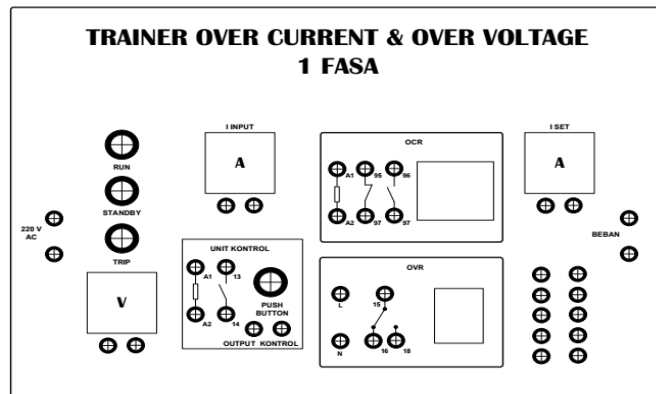
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian berupa rancang bangun sebuah trainer yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Sesuai dengan cara dan tahapan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya maka dapat dikemukakan hasil penelitian sebagai berikut.

3.1. Hasil Perancangan dan Desain Trainer

Desain trainer dibuat sesuai dengan kebutuhan sebagai media trainer dalam melaksanakan proses pembelajaran. Trainer proteksi *over current* ini belum ada sebelumnya di jurusan teknik elektro FT- UNP. Sehingga diharapkan trainer yang dihasilkan ini mampu mengimplementasikan materi dalam mata kuliah sistem distribusi khususnya pada materi proteksi jaringan distribusi. Dengan adanya trainer ini mahasiswa dapat mengaplikasikan langsung bagaimana cara memproteksi *over current* pada jaringan distribusi, mengetahui peralatan proteksi *over current* yang digunakan dan mengetahui bagaimana cara *setting OCR* sehingga dapat memproteksi jaringan distribusi.

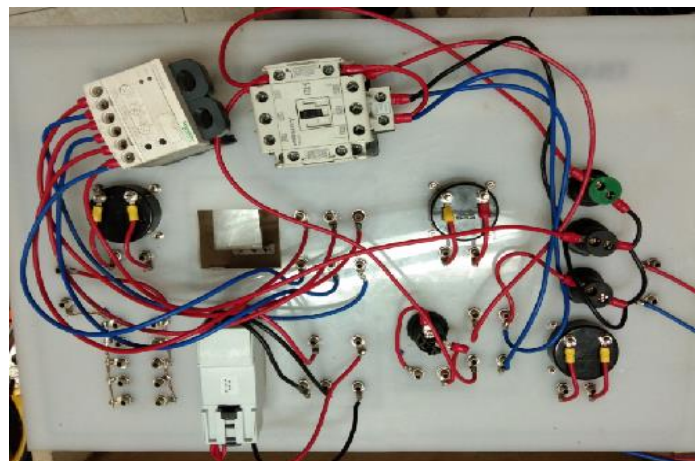
Berdasarkan analisis kebutuhan maka dihasilkan desain trainer seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Trainer Proteksi *Over Current*

3.2. Hasil Pembuatan Trainer

Pembuatan trainer dilakukan di bengkel mekanik dan laboratorium proteksi jurusan teknik elektro FT-UNP. Pembuatan pada tahap mekanik dilakukan di bengkel mekanik dan pembuatan pada tahap modul kontrol dan elektrik dilakukan di laboratorium proteksi. Tahap pelaksanaan dan hasil pembuatan trainer dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Tahap Pembuatan Modul Kontrol dan elektrik



Gambar 5. Hasil Pembuatan Trainer Proteksi *Over Current*

3.3. Hasil Pengujian Trainer

Pengujian trainer proteksi *over current* dengan menggunakan *EOCRSS-05 Schneider* tipe *definite time* ini dibatasi pada pengujian arus *setting* dan waktu *delay* nya saja, beban yang digunakan yaitu kapasitor.

3.3.1 Hasil pengujian dengan arus *setting* 1 A

Pengujian menggunakan beban kapasitor yang nilainya divariasikan yaitu 1 Farad sampai 5 farad. Variasi nilai C bertujuan mendapatkan nilai arus beban yang bervariasi, arus beban yang di dapatkan yaitu 0,5 A, 1,4 A, 2 A, 2,6 A dan 3,2 A. *Setting*-an waktu yang digunakan yaitu 4 s, didapat dari penjumlahan *D-time* dan *O-time*. *D-time* adalah *starting time* dan *O-time* adalah *Overcurrent Trip Delay Time*. Untuk lebih jelas, hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan arus *setting* 1 A

Beban C	Arus beban	Arus <i>setting</i>	Arus <i>setting</i> (perhitungan)	Waktu <i>setting</i>	Keterangan
				(<i>D-time</i> + <i>O-time</i>)	
1 F	0,5 A	1 A	0.525 A	4 s	Tidak Trip
2 F	1,4 A	1 A	1.47 A	4 s	Trip
3 F	2 A	1 A	2.1 A	4 s	Trip
4 F	2,6 A	1 A	2.73 A	4 s	Trip
5 F	3,2 A	1 A	3.36 A	4 s	Trip

Dari data pada Tabel 2, khususnya data ke-2 dengan arus beban 1,4 A dan arus *setting* 1 A terindikasi *Trip*. Apabila dibandingkan dengan teori untuk menentukan nilai arus *setting* didapat selisih 0.07 A, dimana arus beban < perhitungan arus *setting*. Selisih nilai arus *setting* pengukuran dan perhitungan dihitung berdasarkan *formula* berikut ini:

$$I_{setting} = 1.05 \times I_{beban}$$

Dari perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan ini, terlihat sensitifitas *OCR*. Sehingga arus *setting* 1A pada trainer ini memenuhi standar laboratorium yang dapat digunakan untuk media pembelajaran.

3.3.2 Hasil pengujian dengan arus *setting* 2 A

Pengujian menggunakan arus *setting* 2 A terdapat indikasi trip pada arus beban 2 A, 2,6 A dan 3,2 A. Hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan arus *setting* 2 A

Beban C	Arus beban	Arus <i>setting</i>	Arus <i>setting</i> (perhitungan)	Waktu <i>setting</i>	Keterangan
				(<i>D-time</i> + <i>O-time</i>)	
1 F	0,5 A	2 A	0.525 A	4 s	Tidak Trip
2 F	1,4 A	2 A	1.47 A	4 s	Tidak Trip
3 F	2 A	2 A	2.1 A	4 s	Trip
4 F	2,6 A	2 A	2.73 A	4 s	Trip
5 F	3,2 A	2 A	3.36 A	4 s	Trip

Dari data Tabel 3, khususnya data ke-3 dengan arus beban 2 A dan arus *setting* 2 A terindikasi *Trip*. Apabila dibandingkan dengan teori untuk menentukan nilai arus *setting* didapat selisih 0.1 A, dimana arus beban < perhitungan arus *setting*.

Dari perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan ini, juga terlihat sensitifitas *OCR*. Sehingga arus *setting* 2A pada trainer layak untuk digunakan dalam pengujian.

3.3.3 Hasil pengujian dengan arus *setting* 3 A

Hasil pengujian dengan arus *setting* 3 A dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian dengan arus *setting* 3 A

Beban C	Arus beban	Arus <i>setting</i>	Arus <i>setting</i> (perhitungan)	Waktu <i>setting</i>	Keterangan
				(<i>D-time</i> + <i>O-time</i>)	
1 F	0,5 A	3 A	0.525 A	4 s	Tidak Trip
2 F	1,4 A	3 A	1.47 A	4 s	Tidak Trip
3 F	2 A	3 A	2.1 A	4 s	Tidak Trip
4 F	2,6 A	3 A	2.73 A	4 s	Tidak Trip
5 F	3,2 A	3 A	3.36 A	4 s	Trip

Dari data Tabel 4, khususnya data ke-5 dengan arus beban 3,2 A dan arus *setting* 3 A terindikasi *Trip*. Apabila dibandingkan dengan teori untuk menentukan nilai arus *setting* didapat selisih 0.16 A, dimana arus beban < perhitungan arus *setting*.

Dari perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan ini, juga terlihat sensitifitas *OCR*. Sehingga arus *setting* 3A pada trainer layak untuk digunakan dalam pengujian.

Dari ketiga data hasil pengujian didapatkan hasil yang sama yaitu *over current relay* bekerja dengan sangat sensitif dan cepat. Hasil ini sesuai dengan tipe *OCR* yang digunakan yaitu tipe *definite time*. *Definite time OCR* adalah relay yang bekerja dengan waktu tunda yang telah ditentukan. Jenis ini memungkinkan *setting* menjadi bervariasi untuk mengatasi besar arus gangguan yang berbeda dengan menggunakan waktu operasi berbeda.

4. Kesimpulan

Dari pelaksanaan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dalam pelaksanaan pembelajaran dibutuhkan sebuah media yang mampu membantu mengoptimalkan hasil dan proses pembelajaran. Media trainer proteksi *over current* menggunakan *OCR* merupakan salah satu alternatif pilihan peralatan yang telah dibuat dan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan proses pembelajaran mata kuliah Distribusi Tenaga Listrik. Selain itu, berdasarkan hasil dan pembahasan pengujian trainer yang dibuat telah memenuhi standar kelayakan dan keamanan untuk dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Hal ini dibuktikan dari data-data hasil pengujian, dimana arus *setting* pada trainer dapat bekerja dengan baik, dan memenuhi salah satu syarat proteksi yaitu sensitif terhadap gangguan. Trainer ini akan selalu mengalami perbaikan dan perkembangan seiring dengan perkembangan kebutuhan dari materi pembelajaran yang akan diakomodasi oleh trainer ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Padang dan ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Negeri Padang yang telah memberi kesempatan dan pendanaan agar penelitian ini dapat dilaksanakan, kemudian ucapan terima kasih juga diucapkan kepada tim peneliti dan dosen jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Teknisi Laboratorium, Mahasiswa, dan semua pihak yang telah banyak membantu dan berkontribusi demi terlaksananya penelitian ini dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan.

Daftar Pustaka

- [1] Azhar Arsyad. *Media Pembelajaran*. Jakarta : Rajawali Pers. 2015
- [2] Fivia Eliza, Dwiprima EM, Hastuti. *The Validity of Trainer on Materials Science and Devices Subject at Department of Electrical Engineering*. 2017.
- [3] Arief Sadiman. dkk. *Media Pendidikan : Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya*. Jakarta : Rajawali Pers. 2012.

-
- [4] Suwarno. *Pemanfaatan Media Pembelajaran Trainer PLC untuk Meningkatkan Hasil Belajar Teknik Instalasi Tenaga Listrik*. Jurnal TEKNODIKA, (Nomor 1 Volume 13). 2015. Hlm. 72-84.
- [5] Heinich, dkk.. *Instructional Technology and Media for Learning*. New Jersey, Columbus, Ohio: Pearson Merrill Prentice Hall, Upper Saddle River. 2005.
- [6] Ade Wahyu Hidayat, dkk. *Analisa Setting Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah pada Penyulang Topan Gardu Induk Teluk Betung*. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Volume 7, No. 3. 2013.
- [7] Nazris Nazarudin. *Modul Simulasi OCR sebagai Pengaman Akibat Beban Lebih*. Poli Rekayasa, Volume 7, Nomor 2. 2012.
- [8] Hadi Prayogo, Heri Gusmedi, Yulliaro Raharjo. *Prototype Arus Lebih Menggunakan Current Transformer Berbasis Mikrokontroler Atmega 32*. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektronika. Volume 8, nomor 3. 2014.
- [9] Ade Wahyu Hidayat, dkk. *Analisa Setting Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah pada Penyulang Topan Gardu Induk Teluk Betung*. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektronika. Volume 7, nomor 3. 2013.
- [10] Usman, Fatmawati Azis, dkk. *Perancangan dan Pembuatan Trainer Penyearah Terkendali 3 Fasa*. Jurnal Teknologi Terpadu. 2017.
- [11] M Subachan Mauludin, Andi Kurniawan. *perancangan trainer PID Analog untuk mengatur kecepatan putaran motor DC*. Prosiding SNST. 2013.
- [12] Sourin Bhattacharya, Priyam Sadhukhan, Sarbojit Mukherjee. “A novel Approach to Overvoltage and Overcurrent Protection of Simple Single Phase Two Terminal System Utilizing Arduino Uno”. *International Journal of Electrical Engineering*, volume 10 no.1. 2017.
- [13] Naseem, Adil, and Naveed Alam. “Protection of Distribution Transformer Using Arduino Platform”. *Science International* 27, no. 1. 2015.