

Rancang Bangun Alat Praktikum Proteksi Tegangan Rendah terhadap Arus Lebih Berdasarkan Standar Iec 60898 - 1

Fadillah Januar^{1,*}, Sudrajat², Sunarto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559
E-mail : ^{1,*}fadillah.januar.tlis20@polban.ac.id; ²sudrajat@polban.ac.id; ³soen@polban.ac.id

ABSTRAK

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam ruang lingkup teknik elektro, selain ilmu pengetahuan secara teori, diperlukanya alat praktikum yang dapat mendukung serta menunjang kegiatan pembelajaran sehingga dapat mensimulasikan dan memberikan gambaran secara nyata. Penelitian ini bertujuan dalam pengembangan alat praktikum proteksi tegangan rendah terhadap arus lebih berdasarkan karakteristik *Miniature Circuit Breaker* (MCB). Metode yang dilakukan meliputi perancangan alat, pembuatan alat, dan pengujian alat dengan mensimulasikan jaringan instalasi listrik yang dilengkapi dengan peralatan proteksi yaitu MCB dari adanya arus beban yang melebihi arus rating dari MCB. Hasil akhir dari penelitian ini diketahui bahwa MCB B2 memiliki waktu pemutusan yang lebih lama dari MCB C2 dan D2 karena sensitivitas yang dimiliki MCB B2 kurang maksimal. Contoh dalam kondisi ketiga MCB diberi beban yang sama yaitu 4 Amp, MCB B2 memiliki waktu pemutusan 10,05 s, sedangkan MCB C2 7,93 s, dan MCB D2 7,61 s. Namun, waktu pemutusan dari masing-masing MCB masih dalam batas minimum dan maksimum yang sesuai dengan kurva karakteristik dari masing-masing data *sheet* MCB, dan alat praktikum yang dibuat dapat bekerja dengan baik serta mampu mewadahi penelitian tentang sistem proteksi sesuai dengan peruntukannya.

Kata Kunci

Proteksi Tegangan Rendah, Arus Lebih, Kurva Karakteristik, MCB

1. PENDAHULUAN

Dalam kegiatan pembelajaran praktikum diperlukan adanya alat pendukung yang mampu menunjang teori agar dapat disimulasikan. Mata Kuliah Proteksi Tegangan Rendah Program Studi D3-Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bandung memiliki alat praktikum yang masih terdapat kekurangan dan belum bisa digunakan secara maksimal. Maka dari itu, tujuan daripada penelitian kali ini untuk mengembangkan alat praktikum sehingga membeikan pemahaman lebih tentang proteksi tegangan rendah.

Dalam proses proteksi arus lebih yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah *Miniature Circuit Breaker* (MCB). Menurut PUIL 432.4 tentang karakteristik gawai proteksi, karakteristik operasi GPAL harus memenuhi yang ditentukan dalam IEC 60898, dimana berdasarkan kurva tripnya MCB dapat diklasifikasikan menjadi tipe B, C dan D untuk kelompok standar IEC 60898-1. MCB atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung instalasi listrik dari gangguan yang menimbulkan arus beban lebih.

Dengan kata lain, MCB merupakan proteksi atau memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai rating dan dapat merusak peralatan peralatan listrik akibat arus beban lebih. Setiap MCB mempunyai karakteristik yang didapatkan dari data besaran arus dan besaran waktu. Besaran waktu adalah waktu yang dibutuhkan MCB dari mulai mendeteksi arus gangguan atau keadaan tidak normal hingga pemutusan sistem jaringan. Untuk mendapatkan besaran yang dimaksud perlu adanya modul yang menghitung waktu kerja dari MCB, dimana di dalam modul terdapat timer yang menghitung besaran waktu kerja dari MCB.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Proteksi Tegangan Rendah

Sistem tenaga listrik pada sisi tegangan rendah merupakan sistem tenaga listrik yang vital dalam penyaluran tenaga listrik. Untuk keandalan sistem tenaga listrik, gawai proteksi pada sisi tegangan rendah sangat penting dipasang dengan *rating* yang sesuai dengan kondisi beban dan jenis gangguan [1]. Proteksi merupakan bagian yang menjamin bahwa instalasi dapat dikatakan aman

dari gangguan yang dapat menimbulkan arus beban lebih atau *short circuit*. Oleh karena itu, instalasi listrik juga perlu adanya suatu pengamanan dari korsleting atau dari arus beban lebih untuk mengamankan sistem instalasi listrik [2].

2.2 Arus Lebih

Arus lebih adalah salah satu gangguan dalam instalasi listrik. Arus lebih bisa terjadi karena *Over load* dan *Hubung singkat*. *Over load* terjadi ketika arus yang mengalir melebihi dari gawai proteksi. Pada penggunaan instalasi listrik, *over load* terjadi akibat beban listrik yang terlalu banyak dan dengan beban kerja tinggi digunakan dalam waktu yang bersamaan. *Hubung singkat* diakibatkan karena terhubungnya fasa dengan netral, atau antar fasa dengan fasa. Hubungan antara keduanya memiliki resistansi rendah, dan arus yang mengalir akan menjadi ratusan atau ribuan kali lebih tinggi dalam instalasi [3][4].

2.3 Miniature Circuit Breaker (MCB)



Gambar 1. Simbol MCB

Sumber: IEC 60617

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah gawai proteksi otomatis yang berperan sebagai pemutus dalam instalasi listrik jika terjadi arus beban lebih atau *hubung singkat*. MCB dapat berfungsi juga sebagai saklar yang membatasi arus listrik ke beban [5].

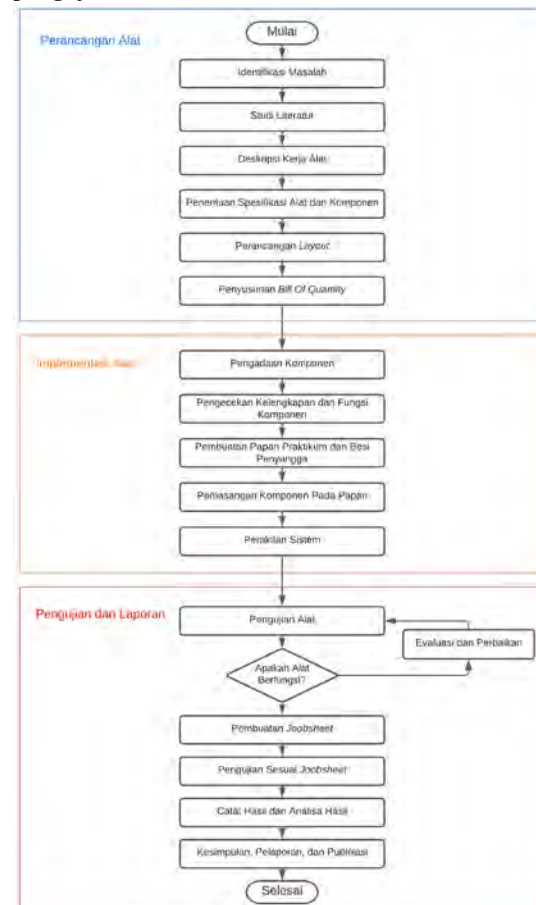
Pada kondisi normal, MCB berfungsi sebagai saklar manual yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang mengalir pada instalasi listrik [6]. Pada kondisi arus beban lebih, arus yang mengalir melalui bimetal menyebabkan suhu pada bimetal menjadi tinggi. Suhu panas tersebut mengakibatkan bimetal melengkung sehingga memutuskan kontak pada komponen MCB [7]. Logam bimetal dengan koefisien muai lebih tinggi akan lebih cepat memanjang daripada bimetal yang mempunyai koefisien muai panjang lebih rendah sehingga kepingan akan membengkok. Ketika terjadi *hubung singkat* atau kelebihan beban yang sangat tinggi, kumparan magnetik atau pemutusan hubungan arus listrik secara magnetik akan diberlakukan. Pada saat terjadi hubungan singkat ataupun kelebihan beban berat, Medan magnet pada *Solenoid* MCB akan menarik *latch* (palang) sehingga memutuskan kontak pada MCB [8].

Berdasarkan standar IEC 60898 – 1 kurva karakteristik MCB diklasifikasikan menjadi tipe B, C, dan D [9].

1. Tipe B : Dengan Faktor Pengali In 3-5. MCB tipe B dengan kurva karakteristiknya digunakan untuk beban resistif.
2. Tipe C : Dengan Faktor Pengali In 5-10. MCB tipe C dengan kurva karakteristiknya digunakan untuk beban resistif dan beban induktif dengan lonjakan arus yang tidak terlampau tinggi.
3. Tipe D : Dengan Faktor Pengali In 10-14. MCB tipe D dengan kurva karakteristiknya digunakan untuk beban induktif dengan lonjakan arus tinggi [10].

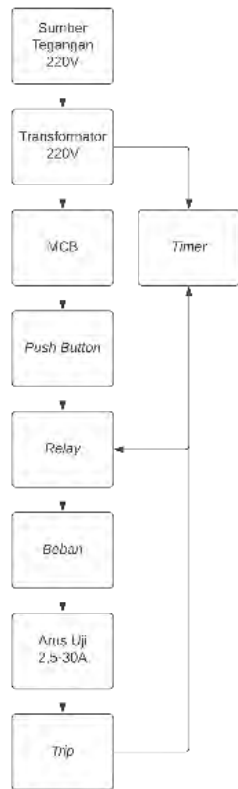
3. METODOLOGI PELAKSANAAN

Metode yang dilakukan dibagi menjadi 3 garis besar yaitu perancangan alat, pembuatan alat, dan pengujian alat.



Gambar 2. Diagram Alir

Gambar 2. merupakan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yang dirangkum dalam diagram alir. Metode yang digunakan dalam pembuatan alat yaitu rancang bangun dan pengambilan data secara eksperimental.



Gambar 3. Diagram Blok

Alat praktikum dihubungkan dengan sumber PLN 220 V dan masuk ke sisi primer trafo isolasi dan keluar ke sisi sekunder dengan tegangan yang sama yaitu 220 V. Tegangan dari trafo menuju MCB utama sebagai proteksi alat praktikum lalu masuk ke MCB yang akan diuji waktu pemutusannya dan memberi *supply* terhadap timer sebagai pencatat besaran waktu pemutusan MCB yang terhubung pada relay sebagai pengunci ketika *push button* NO ditekan. Pada saat arus yang telah ditentukan melebihi rating MCB maka MCB akan trip dan waktu pemutusan akan dicatat oleh timer. Alat praktikum yang dibuat harus mampu mensimulasikan pemutusan MCB dengan parameter yaitu tegangan 220 V, MCB yang *trip* ketika diberi arus beban lebih dan timer yang mencatat waktu pemutusan MCB yang diuji.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Pengujian Alat

Parameter yang harus terpenuhi oleh alat praktikum adalah sebagai berikut:

1. Trafo pada sisi sekunder sebagai sumber sebesar 220V.
2. MCB *trip* ketika arus beban melebihi *rating* arus nominal (In).
3. Timer sebagai pencatat besaran waktu pemutusan MCB.

4.2 Hasil Pengujian Alat Praktikum Sesuai *Jobsheet*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui alat praktikum sudah memenuhi parameter yang ditentukan dan dapat digunakan sebagai simulasi pemutusan MCB sesuai dengan *joobsheet* yang telah dibuat.

4.2.1 Data Hasil Pengujian MCB B2

Tabel 1. Hasil Pengujian MCB B2

No.	Faktor Pengali In	MCB B2	
		Trip / Tidak Trip	Waktu Kerja (S)
1.	1,25	Trip	275,5
2.	1,5	Trip	134,2
3.	2	Trip	46,41
4.	2,5	Trip	25,60
5.	3	Trip	16,72
6.	3,5	Trip	12,26
7.	4	Trip	10,05
8.	4,5	Trip	0,13
9.	5	Trip	0,9
10.	5,5	Trip	0,07
11.	6	Trip	0,07
12.	6,5	Trip	0,06
13.	7	Trip	0,06
14.	7,5	Trip	0,06

4.2.2 Data Hasil Pengujian MCB C2

Tabel 2. Hasil Pengujian MCB C2

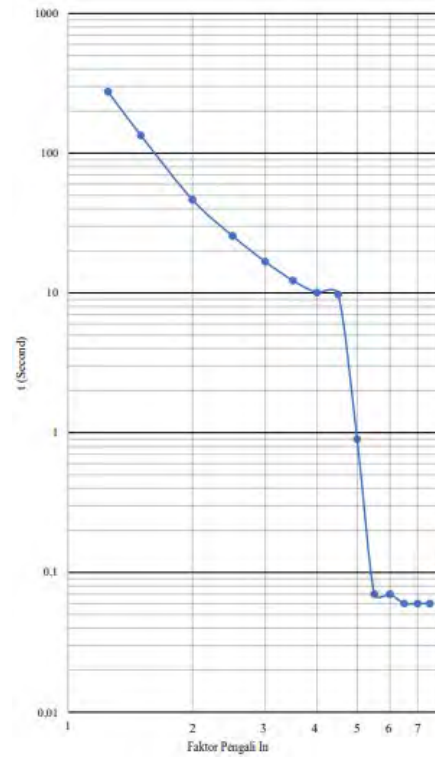
No.	Faktor Pengali In	MCB C2	
		Trip / Tidak Trip	Waktu Kerja (S)
1.	1,25	Trip	107,1
2.	1,5	Trip	79,80
3.	2	Trip	33,60
4.	2,5	Trip	19,09
5.	3	Trip	12,67
6.	3,5	Trip	9,73
7.	4	Trip	7,93
8.	4,5	Trip	6,26
9.	5	Trip	5,67
10.	5,5	Trip	4,69
11.	6	Trip	3,97
12.	6,5	Trip	3,74
13.	7	Trip	3,28
14.	7,5	Trip	2,99
15.	8	Trip	2,74
16.	8,5	Trip	0,17
17.	9	Trip	0,08
18.	9,5	Trip	0,06
19.	10	Trip	0,06
20.	10,5	Trip	0,06
21.	11	Trip	0,06
22.	11,5	Trip	0,06
23.	12	Trip	0,06
24.	12,5	Trip	0,06

4.2.3 Data Hasil Pengujian MCB C2

Tabel 3. Hasil Pengujian MCB D2

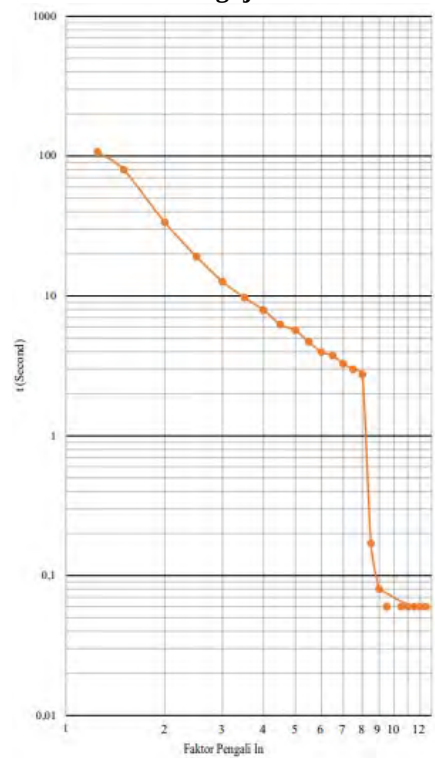
No.	Faktor Pengali In	MCB Tipe D	
		Trip / Tidak Trip	Waktu Kerja (S)
1.	1,25	Trip	168,2
2.	1,5	Trip	107,2
3.	2	Trip	35,43
4.	2,5	Trip	18,50
5.	3	Trip	12,07
6.	3,5	Trip	9,21
7.	4	Trip	7,61
8.	4,5	Trip	6,09
9.	5	Trip	5,57
10.	5,5	Trip	4,66
11.	6	Trip	4,03
12.	6,5	Trip	3,69
13.	7	Trip	3,30
14.	7,5	Trip	2,93
15.	8	Trip	2,77
16.	8,5	Trip	2,61
17.	9	Trip	2,41
18.	9,5	Trip	2,25
19.	10	Trip	2,23
20.	10,5	Trip	2,13
21.	11	Trip	2,03
22.	11,5	Trip	1,93
23.	12	Trip	1,87
24.	12,5	Trip	1,81
25.	13	Trip	1,69
28.	13,5	Trip	1,68
29.	14	Trip	1,60
30.	14,5	Trip	1,60
31.	15	Trip	1,49

4.2.4 Grafik Hasil Pengujian MCB B2



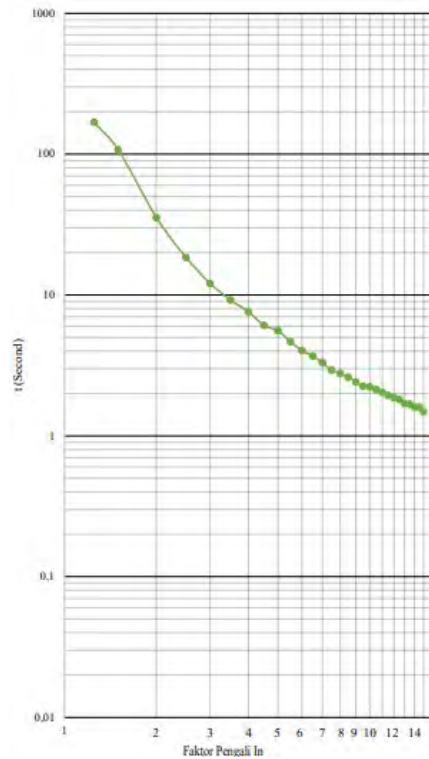
Gambar 4. Grafik Waktu Pemutusan MCB B2

4.2.5 Grafik Hasil Pengujian MCB C2



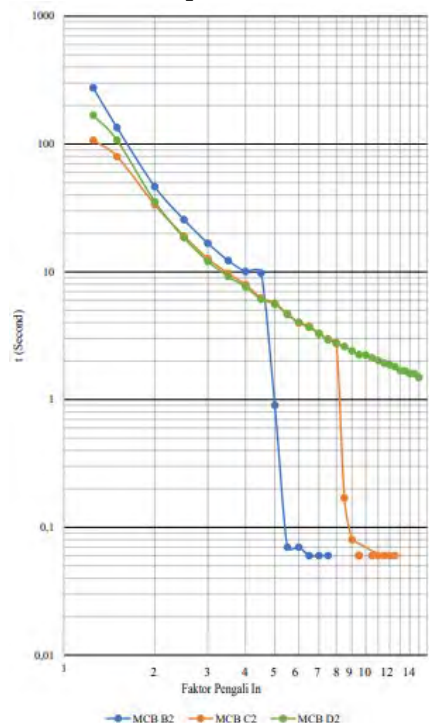
Gambar 5. Grafik Waktu Pemutusan MCB C2

4.2.6 Grafik Hasil Pengujian MCB D2



Gambar 6. Grafik Waktu Pemutusan MCB D2

4.2.7 Analisa Perbandingan Hasil Waktu Pemutusan MCB Tipe B2, C2, dan D2



Gambar 7. Grafik Waktu Pemutusan MCB D2

Berdasarkan hasil pengujian yang dimuat dalam Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3, diperoleh hasil

pengujian yaitu semakin besar arus beban yang melewati rangkaian maka waktu pemutusan MCB B2, C2, dan D2 akan semakin cepat. Namun MCB B2 yang digunakan pada pengujian memiliki sensitifitas yang kurang maksimal sehingga waktu pemutusan yang dihasilkan tidak sesuai dengan kurva karakteristik MCB tipe B, dan seharusnya waktu pemutusan tidak lebih lama dibandingkan dengan MCB tipe C, dan D. Lalu Terdapat beberapa kondisi dimana MCB C2 dan D2 ketika diberi arus beban yang sama contohnya pada arus beban 5Amp, MCB D2 trip lebih cepat, dan waktu pemutusan MCB C2 dan D2 relatif sama. Beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi tersebut seperti merk MCB yang digunakan itu berbeda sehingga berpengaruh pada waktu pemutusan MCB, lalu pengaruh dari sensitivitas timer yang digunakan serta arus beban yang bersifat fluktuatif atau berubah-ubah.

Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa MCB B2 tidak sesuai dengan kurva karakteristik karena sensitifitas yang dimiliki kurang maksimal sehingga tidak sesuai dengan kurva karakteristik MCB tersebut. Dan untuk waktu pemutusan MCB C2 dan D2 masih dalam daerah kurva trip minimum dan maksimumnya sehingga MCB masih dapat digunakan sesuai dengan fungsinya.

5. KESIMPULAN

1. Alat dan Modul Praktikum Pengujian Karakteristik MCB dapat digunakan sesuai dengan fungsinya.
2. Modul Praktikum Pengujian Karakteristik MCB dapat digunakan untuk pengujian waktu pemutusan MCB terhadap arus beban lebih untuk memperoleh karakteristik MCB.
3. Dari hasil perbandingan pengujian karakteristik MCB Tipe B2, C2, dan D2 dengan kurva karakteristik, hasil pengujian ketiganya dapat dikatakan sesuai dengan kurva trip dari data sheetnya karena hasil pengujian masih berada pada dalam batas standar minimum dan maksimum kurva trip.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Bandung, melalui keputusan Ketua Jurusan Teknik Elektro atas bantuan peminjaman fasilitas sarana dan prasarana peminjaman Laboratorium Instalasi Listrik berdasarkan No. surat B/196/PL1.EL/RT.02.00/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Saodah, A. Daud, A. Masyar and A. Deni, "Rancang Bangun Modul Sistem Proteksi Tegangan Rendah," *Jurnal Teknik Energi*, vol. 9, p. 9, 2019.
- [2] A. Daud, "RANCANG BANGUN MODUL PROTEKSI ARUS BEBAN LEBIH DAN HUBUNG SINGKAT," *Jurnal Teknik Energi*, vol. 9, p. 37, 2019.
- [3] M. Y. Ningsih and Adam, "Rancang Bangun Sistem Proteksi Beban Lebih pada Perangkat Elektronik Berbasis Arduino," in *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT)*, Bengkalis, 2018.
- [4] S. Hamid, J. Jamaaluddin, D. H. R. Saputra and A. Wisaksono, "Analysis of DC MCB Usage Characteristics for AC and DC Load Usage," in *Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 4th)*, Sidoarjo, 2022.
- [5] W. Z. Riyadi, "Pengujian Mcb Berdasarkan Standar IEC 947-2," *Tugas Akhir*, p. 1, 2018.
- [6] Sunarto, Y. Santosa and Supriyanto, "Analisis Perbandingan Sistem Proteksi Tegangan Sentuh Tidak Langsung Menggunakan ELCB dan MCB," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 7, p. 83, 2022.
- [7] D. suranto, "Perancangan Dan Pembuatan Propotipe Bracketmcb (Miniatur Circuit Breaker) Untuk Modultimer Otomatis Menggunakan 3d Printer," *Tugas Akhir*, pp. 9-11, 2022.
- [8] D. Setyawan, "ANALISA MEKANISME KERJA PUTUS HUBUNG PADA MINIATURE CIRCUIT BREAKER," *SKRIPSI*, pp. 2-4, 2019.
- [9] SNI-0225:2020, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2020*, Jakarta: BSN, 2020.
- [10] A. Assegaf, Sunarto And T. Tohir, "Koordinasi Selektif MCB Metoda Waktu-Arus Dengan Simulasi Etap," *Proc. Seminar Nasional Teknik Elektro*, Vol. 6, No. 2, Pp. 462-466, Maret 2020.