



**RANCANG BANGUN ALAT TES INDIVIDUAL *CIRCUIT*  
*BREAKER* (CB) 3 PHASA DI PLTU UNIT PELAKSANA  
PEMBANGKITAN (UPK) BELAWAN**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Mengikuti Ujian Skripsi  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**NAMA : MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR  
NPM : 1614210385  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
MEDAN  
2021**

**RANCANG BANGUN ALAT TES INDIVIDUAL CIRCUIT  
BREAKER (CB) 3 PHASA DI PLTU UNIT PELAKSANA  
PEMBANGKITAN (UPK) BELAWAN**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Mengikuti Ujian Skripsi  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**NAMA : MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR**

**NPM : 1614210385**

**PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO**

**PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**Disetujui Oleh :**

Dosen Pembimbing I



**Adi Sastra P. Tarigan, S.T.,M.T**

Dosen Pembimbing II



**Amani Darma Tarigan, S.T.,M.T**

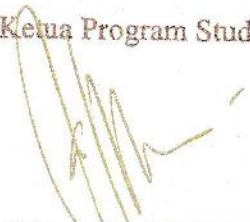
**Diketahui Oleh :**

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



**Hamdani, S.T.,M.T**

Ketua Program Studi



**Siti Anisah, S.T.,M.T**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Marco Basten Raja Sipahutar  
NPM : 1614210385  
Prodi : Teknik Elektro  
Konsentrasi : Arus Kuat  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Tes Individual *Circuit Breaker* (CB)  
Phasa Di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan (UPK) Belawan

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir/skripsi saya bukan hasil plagiat.
2. Saya tidak akan menuntut perbaikan nilai indeks kumulatif (IPK) setelah ujian Sidang Meja Hijau.
3. Skripsi saya dapat dipublikasikan oleh lembaga, dan saya tidak akan menuntut akibat publikasi tersebut.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya, terimakasih.

Medan, 30 Agustus 2021



**MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR**  
NPM : 1614210385

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Medan, 30 Agustus 2021

**MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR**  
**NPM : 1614210385**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertnda tangan di bawah ini :

Nama : MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR  
NPM : 1614210385  
Tempat/Tgl. Lahir : Garut / 30 Januari 1993  
Alamat : Jl. Lembaga Pemasarakatan No. 59B Gg. Sawo  
Kel. Klambir 5 Kebun, Kec. Hamparan Perak, Kota  
Medan  
No. HP : 085270087565  
Nama Orang Tua : EDISON PARLIN SIPAHUTAR / ADE KURNIASIH  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Tes Individual *Circuit Breaker*  
(CB) Phasa Di PLTU Unit Pelaksana Pembangunan  
(UPK) Belawan

Bersama dengan surat ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa data yang tertera di atas adalah sudah benar sesuai dengan ijazah pada pendidikan terakhir yang saya jalani. Maka dengan ini saya tidak akan melakukan penuntutan kepada UNPAB apabila ada kesalahan data pada ijazah saya.

Demikian surat pernyataan saya ini dibuat tanpa paksaan dari pihak manapun dan dibuat dalam keadaan sadar. Jika terjadi kesalahan, maka saya bersedia bertanggung jawab atas kelalaian saya.

Medan, 30 Agustus 2021



**MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR**  
**NPM : 1614210385**

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Marco Basten Raja Sipahutar

NPM : 1614210385

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, meyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non exclusive Royalty-free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“Rancang Bangun Alat Tes Individual *Circuit Breaker* (Cb) 3 Phasa Di Pltu Unit Pelaksana Pembangkitan (Upk) Belawan “** Beserta prangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Medan, 30 Agustus 2021

**MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR**  
NPM : 1614210385



# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

## FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

### PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR\*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR  
 Tempat/Tgl. Lahir : GARUT / 30 Januari 1993  
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1614210385  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
 Jumlah Kredit yang telah dicapai : 141 SKS, IPK 3,48  
 Nomor Hp : 085270087565  
 Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :

No.	Judul
1.	RANCANG BANGUN ALAT TES INDIVIDUAL CIRCUIT BREAKER (CB) 3 PHASA DI PLTU UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN (UPK) BELAWANO

Catatan : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

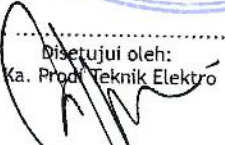
\*Coret Yang Tidak Perlu

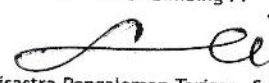
Rektor I,  
  
 ( Cahyo Pramono, S.E., M.M. )

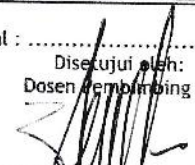
Medan, 07 Mei 2021

Pemohon,  
  
 ( Marco Basten Raja Sipahutar )

Tanggal : .....  
 Disahkan oleh :  
  
 ( Hamdani, ST., MT. )

Tanggal : .....  
 Disetujui oleh :  
 Ka. Prodi Teknik Elektro  
  
 ( Siti Anisah, ST., MT. )

Tanggal : .....  
 Disetujui oleh :  
 Dosen Pembimbing I :  
  
 ( Adisastra Pengalaman Tarigan, S.T., M.T. )

Tanggal : .....  
 Disetujui oleh :  
 Dosen Pembimbing II :  
  
 ( Amani Darma Tanjung, ST., MT. )

No. Dokumen: FM-UPBM-18-02      Revisi: 0      Tgl. Eff: 22 Oktober 2018

## SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka.LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir/ Skripsi/Tesis selama masa pandemi *Covid-19* sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13/R/2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online.

Demikian disampaikan.

NB: Segala penyalahgunaan/pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.



Vitasari Muliati Ritonga, BA., MSc

No. Dokumen : PM-UJMA-06-02	Revisi : 00	Tgl Eff : 23 Jan 2019
-----------------------------	-------------	-----------------------



### Plagiarism Detector v. 1857 - Originality Report 7/12/2021 11:46:04 AM

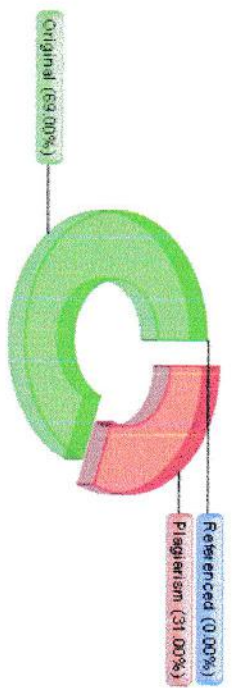
Analyzed document: MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR\_1614210385\_TEKNIK ELEKTRO.docx Licensed to: Universitas Pembangunan Panca Budi\_License02

- Comparison Phase: Rewrite
- Detected language
- Check type: Internet Check



Detailed document body analysis:

#### Relation chart:





YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR  
NPM : 1614210385  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata Satu  
Dosen Pembimbing : Adisastra Pengalaman Tarigan, S.T., M.T  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT TES INDIVIDUAL CIRCUIT BREAKER (CB) 3 PHASA DI PLTU UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN (UPK) BELAWANO

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
19 Januari 2021	acc sempro	Disetujui	
17 Maret 2021	lanjutkan ke bab berikutnya	Revisi	
31 Maret 2021	lanjutkan ke bab 4	Revisi	
22 April 2021	lengkapi dengan tabel hasil pengujian pada bab 4	Revisi	
23 April 2021	perbaiki kesimpulan sesuaikan dengan bab 1 dan bab 4	Revisi	
26 April 2021	acc seminar hasil	Disetujui	
07 Juli 2021	ACC sidang Meja Hinau	Disetujui	
30 Agustus 2021	acc jilid	Disetujui	

Medan, 08 September 2021  
Dosen Pembimbing,



Adisastra Pengalaman Tarigan, S.T., M.T



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Teip. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR  
NPM : 1614210385  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata Satu  
Dosen Pembimbing : Amani Darma Tarigan, ST., MT  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT TES INDIVIDUAL CIRCUIT BREAKER (CB) 3 PHASA DI PLTU UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN (UPK) BELAWANO

Tanggal	Pembahasan Materi	Status Keterangan
17 Januari 2021	Acc Seminar Proposal	Disetujui
21 Maret 2021	miringkan bahasa asing dalam penulisan skripsi, refrensi refrensi yang digunakan masih bnyak belum memenuhi standart penulisan, gunakan gambar hasil dokumentasi sensiri pada landasan teori	Revisi
27 Maret 2021	masih ada beberapa tata letak penomoran pada penulisan yang belum sesuai pada landasan teori. rapikan dan lanjutkan ke BAB berikutnya	Revisi
30 Maret 2021	acc bab 2	Revisi
30 Maret 2021	penulisan bab 3 di perbaiki, ratakan ruler penulisan dari sub judul, alenia baru, anak judul dan penomoran	Revisi
19 April 2021	Penggunaan nomor dalam penulisan skripsi ratakan ruller dengan sub judul atau alenia baru. Perbaiki gambar 3.3 , 3.4 , 3.5, 3.6 gunakan software dalam menggambar bukan gambar dari hasil copy paste. pelajari terlebih dahulu kolom kolom fungsi flowchart dan perbaiki berdasarkan fungsinya.	Revisi
21 April 2021	acc bab 3	Revisi
21 April 2021	lanjutkan ke bab berikutnya	Revisi
28 April 2021	skripsi di jadikan 1 file dan ACC Seminar Hasil	Revisi
28 April 2021	ACC SEMINAR HASIL	Disetujui
07 Juli 2021	acc sidang meja hijau	Disetujui
30 Agustus 2021	lengkapi lembar orizinalitasnya dan perbaiki penulisan pada kata pengantar	Revisi
30 Agustus 2021	acc jilid	Disetujui

Medan, 08 September 2021  
Dosen Pembimbing,



Amani Darma Tarigan, ST., MT



**YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA**  
**PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**  
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

**SURAT BEBAS PUSTAKA**  
**NOMOR: 18/PERP/BP/2021**

Kepala Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan  
dengan nama saudara/i:

Nama : MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR  
N.P.M. : 1614210385  
Tingkat/Semester : Akhir  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

sejak sebelumnya terhitung sejak tanggal 08 Juli 2021, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekaligus  
tidak lagi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 08 Juli 2021  
Diketahui oleh,  
Kepala Perpustakaan

UNPA  
INDONESIA  
UPT. P. Rahmad Budi Utomo, ST.,M.Kom

No. Dokumen : FM-PERPUS-06-01  
Revisi : 01  
Tgl. Efektif : 04 Juni 2015



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
**LABORATORIUM ELEKTRO**  
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambang Telp. 061-8455571  
Medan - 20122

**KARTU BEBAS PRAKTIKUM**  
**Nomor. 36/BL/LTPE/2021**

yang bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR  
N.P.M. : 1614210385  
Tingkat/Semester : Akhir  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

dan telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 08 September 2021  
Ka. Laboratorium

[ Approve By System ]  
D T O  
Hamdani, S.T., M.T.



No. Dokumen : FM-LEKTO-06-01

Revisi : 01

Tgl. Efektif : 04 Juni 2015

Hal : Permohonan Meja Hijau

Medan, 08 September 2021  
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan  
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI  
 UNPAB Medan  
 Di -  
 Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR  
 Tempat/Tgl. Lahir : Garut / 30 Januari 1993  
 Nama Orang Tua : EDISON PARLIN SIPAHUTAR  
 N. P. M : 1614210385  
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 No. HP : 085270087565  
 Alamat : Jl. Lembaga Pemasarakatan no. 59 B Gg. Sawo

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **RANCANG BANGUN ALAT TES INDIVIDUA CIRCUIT BREAKER (CB) 3 PHASA DI PLTU UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN (UPK) BELAWAN**, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentu dan warna penjilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangani dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya uang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	1,000,000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,750,000
<b>Total Biaya</b>	<b>: Rp.</b>	<b>2,750,000</b>

Ukuran Toga :



Hormat saya

Diketahui/Disetujui oleh :



Hamdani, ST., MT.  
 Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI



MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR  
 1614210385

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila ;
  - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
  - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

## UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

Jl.Jend.Gatot Subroto Km.4,5 (061) 8455571 Fax. (061) 8458077 PO.Box 1099

MEDAN ~ INDONESIA

e-mail : unpab@pancabudi.ac.id http ://www.pancabudi.ac.id

### BERITA ACARA SERAH TERIMA PERLENGKAPAN SKRIPSI

Nomor : 005/14/LAB.ELEKTRO/2021

Pada hari ini, Selasa tanggal 12 Oktober 2021, telah diserahkan perlengkapan skripsi yang terdiri atas :

1. Peralatan / rancangan
2. CD berisi file skripsi dengan format Ms. Word dari skripsi yang berjudul :  
RANCANG BANGUN ALAT TES INDIVIDUAL CIRCUIT BREAKER (CB)

#### 3 PHASA DI PLTU UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN (UPK) BELAWAN

Perlengkapan skripsi sebagaimana tertulis diatas, diserahkan kepada Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi, untuk keperluan pendidikan, dan diizinkan untuk dikembangkan seperlunya. Demikianlah berita acara ini dibuat, untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Medan, 12 Oktober 2021

Yang Menyerahkan  
Alumni Ybs,

( Marco Basten Raja Sipahutar )

Yang Menerima  
Laboran.

( Ahmad Taufik )

Mengetahui,  
Ka. Laboratorium,



Wahana Sani Pajuh

**RANCANG BANGUN ALAT TES INDIVIDUAL *CIRCUIT BREAKER*  
(CB) 3 PHASA DI PLTU UNIT PELAKSANA PEMBANGKITAN  
(UPK) BELAWAN**

**Marco Basten Raja Sipahutar\***  
**Adisastra Pengalaman Tarigan\*\***  
**Amani Darma Tarigan\*\***

**Universitas Pembangunan Panca Budi**

**ABSTRAK**

*Circuit Breaker* (CB) merupakan alat pengaman sekaligus penghubung dan pemutus tegangan *supply* ke beban. Sebelum mengoperasikan sebuah motor maka *circuit breaker* dari motor tersebut haruslah dipastikan dahulu kesiapannya agar tidak menghambat proses *start up* unit PLTU. Untuk memastikan kesiapan *circuit breaker* ini maka dibutuhkanlah sebuah alat uji *portable* agar dapat menguji *circuit breaker* dengan kondisi tanpa beban. Skripsi ini membahas sebuah alat *test individual circuit breaker* yang dibuat dari kotak *portable* berisikan rangkaian elektronika daya yang memiliki tegangan output 220 V AC dan 24 V DC yang telah dirancang sesuai dengan *wiring diagram circuit breaker* 3 phasa 380 V yang ada di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan (UPK) Belawan. Dengan adanya alat ini maka kondisi kesiapan *circuit breaker* dapat dipastikan.

***Kata kunci*** : *Circuit Breaker, Alat test, Kesiapan*

\* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : [marcobasten83@gmail.com](mailto:marcobasten83@gmail.com)

\*\* Dosen Program Studi Teknik Elektro



**DESIGN OF INDIVIDUAL TEST CIRCUIT BREAKER (CB)  
3 PHASE AT PLTU UNIT PELAKSANAPEMBANGKITAN  
(UPK) BELAWAN**

**Marco Basten Raja Sipahutar\***  
**Adisastra Pengalaman Tarigan\*\***  
**Amani Darma Tarigan\*\***

*Univesity Of Pembangunan Panca Budi*

**ABSTRACT**

*Circuit Breaker (CB) is a safety device as well as connecting and breaking the supply voltage to the load. Before operating a motor then the circuit breaker of motor must be ensured first its readiness not to hinder the start up process of the power plant. To ensure the readiness of this circuit breaker then required a portable test equipment in order to test circuit breaker in no load conditions. This thesis discusses an individual circuit breaker test kit made from a portable box containing a power electronics circuit that has an output voltage of 220 V AC and 24 V DC which has been designed in accordance with the wiring diagram of the 3 Phase 380 V circuit breaker in PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan (UPK) Belawan. With this tool then the condition of the circuit breaker can be ascertained its readiness.*

**Keyword :** *Circuit Breaker, test kit, readiness.*

\* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : [marcobasten83@gmail.com](mailto:marcobasten83@gmail.com)

\*\* Dosen Program Studi Teknik Elektro

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang mana telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata 1 di jurusan Teknik Elektro Universitas Pembangunan Pancabudi. Dengan selesainya skripsi ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan dan kontribusi yang telah diberikan dari pihak – pihak yang telah membantu dibawah ini:

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E.,M.M., selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.
2. Bapak Hamdani, S.T.,M.T. selaku Dekan fakultas Sains & Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Ibu Siti Anisah, S.T.,M.T. selaku kaprodi Teknik Elektro Universits Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Adisastra Pengalaman Tarigan, S.T.,M.T., selaku pembimbing I
5. Bapak Amani Darma Tarigan, S.T., M.T., selaku pembimbing II
6. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun material.
7. Teman – teman sekaligus rekan kerja saya di PLTU 4 UPK Belawan yang telah membantu dan memberi banyak masukan.
8. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan oleh penulis agar dapat melakukan perbaikan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, terkhusus untuk mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Pembangunan Pancabudi.

**Medan, 30 Agustus 2021**

**MARCO BASTEN RAJA SIPAHUTAR**  
**NPM : 1614210385**

# DAFTAR ISI

## LEMBAR PENGESAHAN

## ABSTRAK

## ABSTRACT

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi

## BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Metode Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4

## BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Circuit Breaker (CB).....	6
2.2 Dioda .....	9
2.2.1 Bias Maju Dioda .....	10
2.2.2 Bias Mundur Dioda .....	11
2.3 <i>Rectifier</i> (Penyearah Gelombang).....	12
2.3.1 Penyearah Setengah Gelombang (Half Wave Rectifier).....	15
2.3.2 Penyearah Gelombang Penuh (Full Wave Rectifier) .....	16
2.4 Transformator.....	21
2.5 Tombol Tekan .....	25
2.6 Kontaktor .....	26
2.7 <i>Relay</i> .....	28
2.7.1 Pengertian Relay .....	28
2.7.2 Prinsip Kerja Relay .....	29
2.7.3 Jenis Relay .....	30
2.8 Miniature Circuit Breaker (MCB).....	32
2.9 Lampu Indikator.....	32
2.10 Kapasitor .....	33
2.10.1 Prinsip Pembentukan Kapasitor .....	35
2.10.2 Besaran Kapasitansi .....	36
2.10.3 Jenis Kapasitor Sesuai Bahan dan Konstruksinya. ....	37
2.10.4 Kapasitor Tetap .....	38

2.10.5	Kapasitor Tidak Tetap (Variable) .....	41
2.11	IC <i>Power Adaptor</i> (Regulator).....	42
2.12	PLTU Unit Pelaksana Pembangunan (UPK) Belawan .....	43

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.	Metode Penelitian.....	46
3.2.	Diagram Blok Sistem .....	47
3.3.	Rancangan Individual Tester 380 V .....	49
3.3.1	Rancangan Catu Daya .....	49
3.3.2	Rancangan Pengawatan ke Terminal CB 3 Phasa 380 V.....	50
3.4.	Flow Chart Diagram.....	53
3.5.	Pembuatan Alat .....	54
3.5.1	Alat dan Material.....	54
3.5.2	Langkah Pembuatan Alat .....	57

### **BAB 4 PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1	Pengenalan Fungsi Alat .....	58
4.2	Pengujian Tegangan Output.....	60
4.2.1	Pengujian Tegangan Output DC .....	60
4.2.2	Pengujian Tegangan Output AC .....	61
4.3	Pengujian ke CB 3 Phasa 380 V .....	63

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	70
5.2	Saran.....	70

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>72</b>
-----------------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Konstanta Bahan Dielektrik .....	35
<b>Tabel 3.1</b> Alat Yang Dibutuhkan.....	54
<b>Tabel 3.2</b> Material Yang Dibutuhkan.....	56
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengujian Tegangan <i>Output</i> DC .....	61
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Pengujian Tegangan <i>Output</i> AC .....	62
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengujian .....	69

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Circuit Breaker</i> 3 Phasa 380 V .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Simbol Dioda .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Bias Maju Dioda .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Kurva Hubungan Arus Dan Tegangan Bias Maju Dioda .....	11
<b>Gambar 2.5</b> Bias Mundur Dioda .....	11
<b>Gambar 2.6</b> Kurva Hubungan Arus Dan Tegangan Bias Mundur Dioda.....	12
<b>Gambar 2.7</b> Diagram Blok Penyearah Gelombang .....	13
<b>Gambar 2.8</b> Penyearah Setengah Gelombang ( <i>Half Wave Rectifier</i> ) .....	15
<b>Gambar 2.9</b> Sinyal Output Penyearah Gelombang.....	16
<b>Gambar 2.10</b> Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh ( <i>Full Wave Rectifier</i> ).....	17
<b>Gambar 2.11</b> Grafik <i>Output</i> .....	18
<b>Gambar 2.12</b> Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh 2 Dioda .....	18
<b>Gambar 2.13</b> Sinyal <i>Output</i> Penyearah Gelombang Penuh.....	19
<b>Gambar 2.14</b> Pemasangan Filter Kapasitor .....	20
<b>Gambar 2.15</b> Komponen Pokok Transformator .....	22
<b>Gambar 2.16</b> Prinsip Kerja Transformator .....	23
<b>Gambar 2.17</b> Transformator Dalam Keadaan Berbeban .....	25
<b>Gambar 2.18</b> Tombol Tekan.....	26
<b>Gambar 2.19</b> Simbol Tombol Tekan .....	26
<b>Gambar 2.20</b> Kontaktor Dan Rangkaiannya .....	28
<b>Gambar 2.21</b> <i>Relay</i> .....	29
<b>Gambar 2.22</b> Skema <i>Relay</i> Elektromagnetik.....	30
<b>Gambar 2.23</b> Jenis Kontak <i>Relay</i> .....	31
<b>Gambar 2.24</b> Simbol MCB .....	32
<b>Gambar 2.25</b> Jenis Lampu Indikator. ....	33
<b>Gambar 2.26</b> Prinsip Dasar Kapasitor .....	34
<b>Gambar 2.27</b> Dielektrikum .....	36

<b>Gambar 2.28</b> Kapasitor Elco .....	39
<b>Gambar 2.29</b> Pass AC.....	42
<b>Gambar 2.30</b> Kapasitor Elektrolit (Polar).....	42
<b>Gambar 2.31</b> IC Regulator.....	42
<b>Gambar 2.32</b> PLTU UPK Belawan .....	44
<b>Gambar 2.33</b> <i>Switchgear</i> PLTU UPK Belawan .....	45
<b>Gambar 3.1</b> Pengukuran Dengan <i>Multitester</i> Yang Kurang Efektif .....	46
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Blok Sistem.....	47
<b>Gambar 3.3</b> Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh.....	49
<b>Gambar 3.4</b> Pengawatan Ke Terminal Kontrol CB 3 Fasa 380 V.....	50
<b>Gambar 3.5</b> Pengawatan Ke <i>Main</i> Terminal CB 3 Fasa 380 V.....	51
<b>Gambar 3.6</b> Rancangan Pengawatan Alat <i>Test Individual</i> CB 3 Fasa 380 V.....	52
<b>Gambar 3.7</b> <i>Flowchart</i> Pengujian.....	53
<b>Gambar 4.1</b> Alat <i>Test Individual</i> CB 3 Fasa 380 V.....	58
<b>Gambar 4.2</b> Terminal CB 3 Fasa 380 V .....	59
<b>Gambar 4.3</b> Pengujian Tegangan <i>Output Dc</i> .....	60
<b>Gambar 4.4</b> Pengujian Tegangan <i>Output AC</i> .....	62
<b>Gambar 4.5</b> CB 3 Fasa 380 V Dikeluarkan Dari <i>Switch Gear</i> .....	63
<b>Gambar 4.6</b> Proses <i>Connect</i> Alat <i>Test</i> Ke CB 3 Fasa 380 V.....	64
<b>Gambar 4.7</b> Pengujian <i>Output</i> CB 3 Fasa 380 V <i>Order Start</i> .....	65
<b>Gambar 4.8</b> Pengujian Indikasi <i>ON</i> Pada CB 3 Fasa 380 V.....	65
<b>Gambar 4.9</b> Pengujian <i>Output</i> CB 3 Fasa 380 V <i>Order OFF</i> .....	66
<b>Gambar 4.10</b> Pengujian Indikasi <i>OFF</i> Pada CB 3 Fasa 380 V .....	66
<b>Gambar 4.11</b> (a) Indikasi <i>Off Disturb</i> Pada CB; (b) Led Fasa S Tidak Menyala ...	68



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Circuit Breaker* menjadi salah satu komponen penting dalam mendukung sistem kelistrikan di pembangkit. *Circuit breaker* berfungsi sebagai pengaman sekaligus sebagai akses untuk *supply* tegangan ke motor listrik. Gangguan yang terjadi pada *breaker* akan berdampak pada kegagalan pada pengoperasian pada pompa maupun *fan*. Dalam upaya menjaga kehandalan *circuit breaker*, selama ini telah dilakukan pemeliharaan periodik yang berupa pengecekan secara *visual* dengan melakukan pembersihan dari debu yang menempel serta memberikan *contact grease* pada setiap *female contact* nya yang masuk dalam kategori pemeliharaan *preventive*. Namun pemeliharaan yang dilakukan tidak dapat memastikan kondisi kesiapan *circuit breaker* tersebut apakah dalam keadaan *standby* atau menunjukkan kerusakan. Pemeliharaan *circuit breaker* dengan jumlah yang cukup banyak di area *switch gear* yang hanya terbatas pada *visual check* dan pembersihan dirasa masih kurang *maksimal* dengan hasil pemeliharaan yang telah dilakukan karena tidak adanya *parameter* yang terukur yang menunjukkan bahwa *circuit breaker* tersebut dalam keadaan baik.

Dengan kondisi tersebut, dilakukan percobaan untuk membuat suatu alat pendukung pemeliharaan yang dapat memberikan informasi kondisi *circuit breaker* yang dipelihara. Oleh karena itu penulis membuat alat test individual CB 3 fasa 380 V untuk mempermudah proses pemeliharaan CB di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam perancangan alat test individual CB 3 phasa 380 V ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan alat *test individual* CB 3 phasa 380 V di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan ?
2. Bagaimana cara pengujian alat *test individual* CB 3 phasa 380 V di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan ?
3. Bagaimana perbandingan pengujian menggunakan alat test individual CB 3 phasa 380 V dengan peralatan uji lainnya di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan ?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan alat ini terdapat beberapa batasan masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Alat ini hanya dapat digunakan pada CB 3 phasa 380 V di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.
2. Tidak membahas *troubleshooting* secara *detail* tentang kerusakan yang terjadi pada CB
3. Tidak membahas pengujian arus hubung singkat dan beban lebih

## 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan skripsi ini yaitu :

1. Merancang alat *test individual* CB 3 phasa 380 V di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan menggunakan kotak *portable* sebagai kontrol *START / STOP*.

2. Menguji alat *test individual* CB 3 phasa 380 V mulai dari pengujian tegangan *output* sampai dengan pengujian langsung ke CB 3 phasa 380 V yang ada di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari pembuatan alat ini adalah :

1. Dapat membantu pemeliharaan CB 3 phasa 380 V di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan menjadi lebih mudah.
2. Dapat menentukan kesiapan CB 3 phasa 380 V dalam kondisi baik dan *standby* untuk digunakan.
3. Dapat memperlancar proses pengoperasian pompa dan juga *fan* di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.

### **1.6 Metode Penelitian**

1. Metode Observasi

Metode observasi adalah suatu cara pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung terhadap peralatan yang dijadikan objek permasalahan.

2. Metode Wawancara

Metode ini adalah melakukan wawancara secara langsung dan meminta informasi pada tenaga yang menangani masalah pemeliharaan CB 3 phasa 380 V di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.

3. Metode Studi Literatur

Metode Studi Literatur adalah mencari literatur yang terdapat pada buku perpustakaan dan juga buku / diktat kuliah

#### 4. Pengumpulan Data

Data yang dimaksud adalah berupa *wiring diagram* serta dokumentasi pemeliharaan CB 3 fasa 380 V di PLTU UPK Belawan.

#### 5. Analisa Data

Membuat alat *test* sesuai dengan data *wiring diagram* yang ada.

### 1.7 Sistematika Penulisan

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Meliputi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, metode penelitian serta sistematika penulisan.

#### **BAB 2 LANDASAN TEORI**

Meliputi membahas teori tentang *circuit breaker* 3 fasa 380 V, *rectifier*, tombol tekan, *relay* dan lain-lain.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Meliputi waktu dan tempat penelitian, blok diagram sistem, desain alat *test individual* CB 3 Fasa 380 V, dan langkah pembuatan alat.

#### **BAB 4 PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Menjelaskan hasil pengujian tegangan *output* sampai dengan pengujian langsung ke CB 3 fasa 380 V di PLTU UPK Belawan.

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang dianjurkan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Sebagai referensi-referensi penulisan untuk menghindari terjadinya kesamaan dalam penulisan (plagiat).

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Pengertian Circuit Breaker (CB)

Berdasarkan IECV (International *Electrotechnical Vocabulary*) 441-14-20 disebutkan bahwa *Circuit Breaker* (CB) atau Pemutus Tenaga (PMT) merupakan peralatan saklar / *switching* mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal serta mampu menutup, mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam spesifik kondisi abnormal / gangguan seperti kondisi *short circuit* / hubung singkat.

*Switchgear* adalah peralatan pemutus tenaga listrik atau lebih dikenal yaitu disebut *Circuit Breaker*, berfungsi untuk menghubungkan dan melepas beban di jaringan listrik serta mengamankan atau melindungi peralatan yang terhubung di rangkaian beban bila terjadi gangguan pada sistem yang dilayani. Dengan demikian maka suatu *switchgear* harus dilengkapi dengan peralatan rele proteksi dan sistem *interlock* yang bisa membuka secara otomatis saat terjadi gangguan sehingga kerusakan lebih lanjut dapat dihindari. (Endi Permata, dkk 2020)

Pada umumnya *switchgear* di unit pembangkit listrik / *Power Station* adalah tipe busbar tunggal / *single busbar type* atau *metal clad* dimana *circuit breaker* ditempatkan dalam bilik tertutup yang dinamakan *Cubicle*. *Circuit Breaker* yang berada di dalam *cubicle* harus dapat dikeluarkan ( *rack out* ) dan dimasukkan kembali ( *rack in* ) terutama untuk keperluan pemeliharaan.

Tegangan kerja dari *switchgear* tergantung dari kapasitas unit pembangkit dan tegangan kerja peralatan bantunya, pada umumnya tegangan kerja yang digunakan antara 3.3 kV sampai 11kV. Dari uraian tersebut diatas maka *switchgear* berfungsi sebagai berikut :

1. Saat kondisi normal
  - a. Menghubungkan rangkaian listrik
  - b. Membaca parameter listrik
  - c. Mengatur penyaluran listrik
  - d. Mendeteksi parameter listrik
2. Saat kondisi gangguan
  - a. Memutus rangkaian listrik
  - b. Membaca parameter listrik
  - c. Mengamankan komponen rangkaian listrik

*Circuit Breaker* (CB) merupakan suatu alat listrik yang berfungsi untuk melindungi sistem tenaga listrik apabila terjadi kesalahan atau gangguan pada sistem tersebut, terjadinya kesalahan pada sistem akan menimbulkan berbagai efek seperti efek termis, efek magnetis dan dinamis *stability*. Fungsi utamanya adalah sebagai alat pembuka atau penutup suatu rangkaian listrik dalam kondisi berbeban, serta mampu membuka atau menutup saat terjadi arus gangguan ( hubung singkat ) pada jaringan atau peralatan lain. Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu *Circuit Breaker* (CB) agar dapat melakukan hal-hal diatas, adalah sebagai berikut :

1. Mampu menyalurkan arus maksimum sistem secara terus menerus.

2. Mampu memutuskan dan menutup jaringan dalam keadaan berbeban maupun terhubung singkat tanpa menimbulkan kerusakan pada pemutus tenaga itu sendiri.
3. Dapat memutuskan arus hubung singkat dengan kecepatan tinggi agar arus hubung singkat tidak sampai merusak peralatan sistem, sehingga tidak membuat sistem kehilangan kestabilan, dan merusak pemutus tenaga itu sendiri.



**Gambar 2.1 *Circuit Breaker* 3 Phasa 380 V**

*Sumber : Penulis , 2021*

Setiap *Circuit Breaker* dirancang sesuai dengan tugas yang akan dipikulnya, ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam rancangan suatu CB, yaitu :

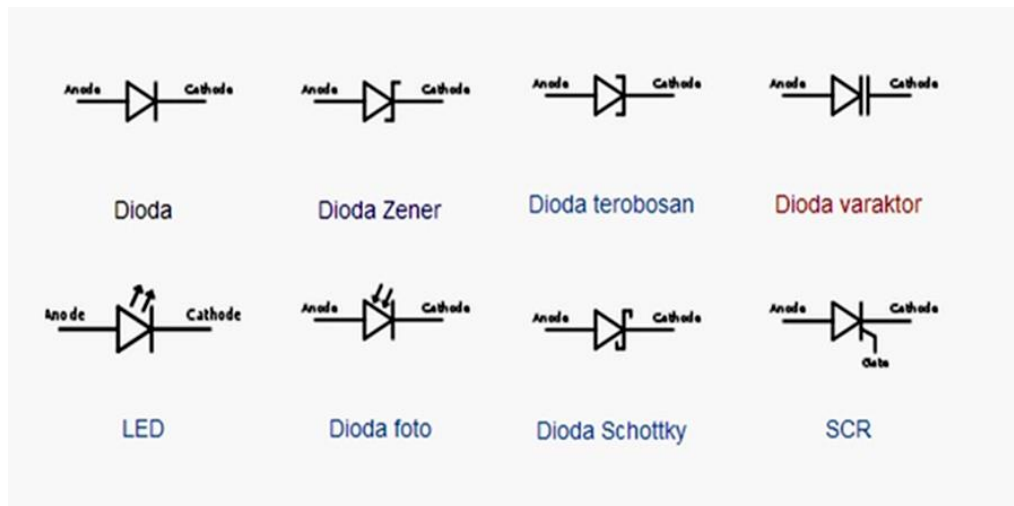
1. Tegangan efektif tertinggi dan frekuensi daya jaringan dimana pemutus daya itu akan dipasang. Nilainya tergantung pada jenis pentanahan titik netral sistem.



2. Arus maksimum *continue* yang akan dialirkan melalui pemutus daya. Nilai arus ini tergantung pada arus maksimum sumber daya atau arus nominal beban dimana pemutus daya tersebut terpasang.
3. Arus hubung singkat maksimum yang akan diputuskan pemutus daya tersebut.
4. Lamanya maksimum arus hubung singkat yang boleh berlangsung. hal ini berhubungan dengan waktu pembukaan kontak yang dibutuhkan.
5. Jarak bebas antara bagian yang bertegangan tinggi dengan objek lain disekitarnya.
6. Jarak rambat arus bocor pada isolatornya.
7. Kekuatan dielektrik media isolator sela kontak.
8. Iklim dan ketinggian lokasi penempatan pemutus daya.

## **2.2 Dioda**

Bahan dasar yang banyak digunakan untuk membuat piranti elektronik adalah bahan semikonduktor germanium (Ge) dan silikon (Si), yang mana kedua bahan ini mempunyai elektron valensi yang sama. Sambungan bahan semikonduktor P dan N mendasari suatu piranti elektronik aktif yang disebut sebagai dioda. Dioda mempunyai elektroda Anoda yang berkutub positif dan elektroda Katoda yang berkutub negatif. Simbol dioda diperlihatkan seperti pada gambar 2.2.

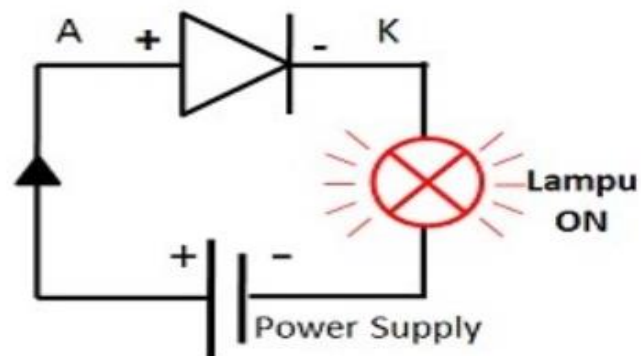


**Gambar 2.2 Simbol Dioda**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

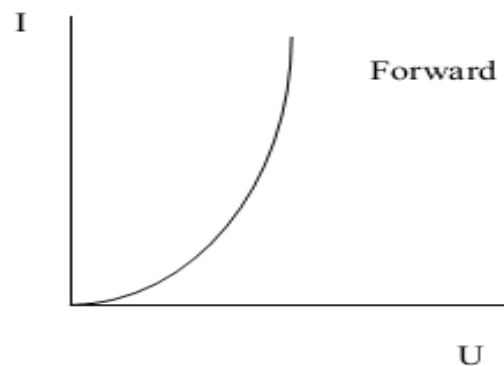
### 2.2.1 Bias Maju Dioda

Jika anoda dihubungkan pada polaritas positif baterai, sedangkan katoda pada polaritas negatif seperti gambar 2.3, maka keadaan dioda disebut arah maju (*forward-bias*) aliran arus dari anoda menuju katoda, dan aksinya sama dengan rangkaian tertutup.



**Gambar 2.3 Bias Maju Dioda**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

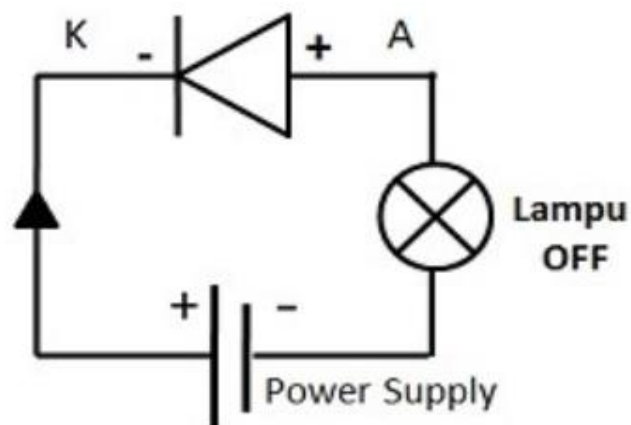


**Gambar 2.4 Kurva Hubungan Arus dan Tegangan Bias Maju Dioda**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

### 2.2.2 Bias Mundur Dioda

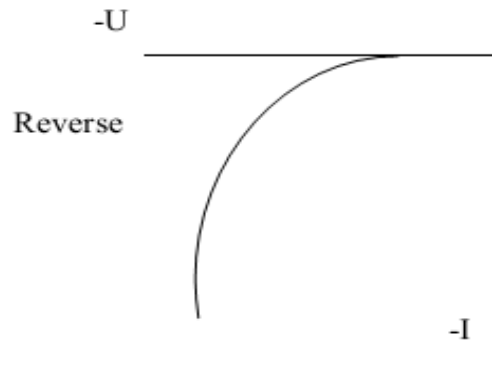
Jika katoda dihubungkan pada polaritas positif batere, sedangkan anoda pada polaritas negatif seperti gambar 2.5, maka keadaan dioda disebut arah mundur (*reverse-bias*) dan aksinya sama dengan rangkaian terbuka.



**Gambar 2.5 Bias Mundur Dioda**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

Sebagai sifat dioda, pada saat *reverse*, nilai tahanan dioda relatif sangat besar dan dioda ini tidak dapat menghantarkan arus. Gambar 2.6 memperlihatkan kurva pada saat *reverse*. Harga-harga nominal baik arus maupun tegangan tidak boleh dilampaui, karena akan mengakibatkan rusaknya dioda.



**Gambar 2.6 Kurva Hubungan Arus dan Tegangan Bias Mundur Dioda**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

Secara umum dioda *digunakan* sebagai penyearah (*rectifier*) arus / tegangan arus bolak balik (AC) satu fasa atau tiga fasa kedalam bentuk gelombang arus searah. Pada dasarnya penyearahan ini ada dua macam yaitu :

1. Penyearah setengah gelombang (*half wave rectifier*)
2. Penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*)

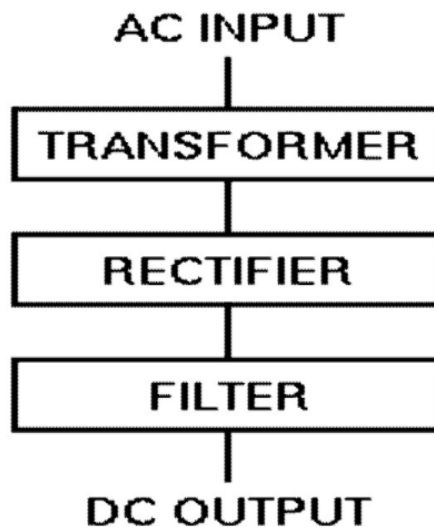
### **2.3 Rectifier (Penyearah Gelombang)**

Penyearah (*Rectifier*) adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (*Alternating Current*) menjadi sinyal sumber arus searah (*Direct Current*). Tujuan dari penggunaan *rectifier* yang teregulasi adalah untuk mendapatkan tegangan

keluaran yang konstan bila ada perubahan arus beban ataupun inputan (AC) yang jelek sekalipun, serta baterai sebagai penyimpanan tenaga listrik bila tegangan (AC) *cut over*.

Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah dioda yang dikonfigursikan secara *forward bias*. Dalam sebuah *power supply* tegangan rendah, sebelum tegangan AC tersebut di ubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC tersebut perlu di turunkan menggunakan transformator *step down*.

Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang pada suatu *power supply* yaitu, penurun tegangan (*transformer*), penyearah gelombang / *rectifier* (dioda) dan *filter* (kapasitor) yang digambarkan dalam blok diagram berikut.



**Gambar 2.7 Diagram Blok Penyearah Gelombang**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

Pada dasarnya kita harus mengetahui beberapa perbedaan dari pengertian jenis- jenis tegangan sebagai berikut :

1. Nilai Puncak ke Puncak ( $V_{p-p}$ )

$V_{p-p}$  adalah selisih aljabar antara nilai maksimumnya (puncak positif) dan minimumnya (puncak negatif)

$$V_{p-p} = V_{maks} - V_{min} \quad (2.1)$$

$$V_{p-p} = 2V_p \quad (2.2)$$

Dengan kata lain, nilai puncak ke puncak adalah dua kali nilai puncaknya.

2. Nilai RMS

Nilai RMS suatu gelombang sinus disebut juga nilai efektif, ditetapkan sebagai tegangan DC yang menghasilkan sejumlah panas yang sama dengan yang dihasilkan tegangan gelombang sinus.

$$V_{rms} = 0,707 V_p \quad (2.3)$$

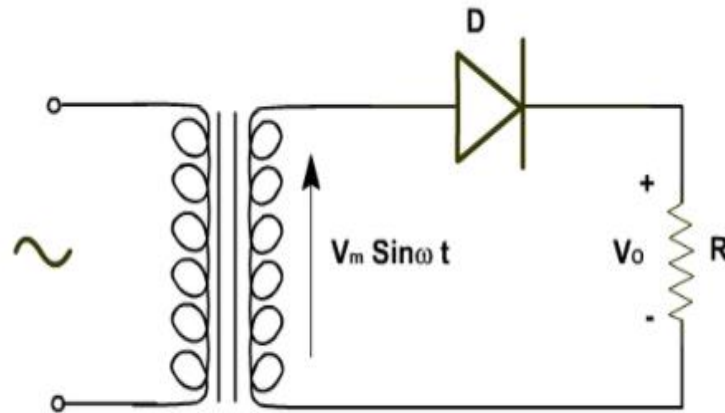
Pada bagan-bagan skematis, penulisan  $V_{rms}$  biasanya ditulis dengan  $V_{ac}$ .

3. Nilai Rata-Rata Gelombang Sinus

Nilai rata-rata gel. Sinus adalah nol, hal ini karena gel. Sinus berbentuk simetris sehingga jika dijumlahkan nilai setengah gelombang positif dengan setengah gelombang negatif hasilnya akan menjadi nol.

Pada dasarnya konsep penyearah gelombang dibagi dalam 2 jenis yaitu, Penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.

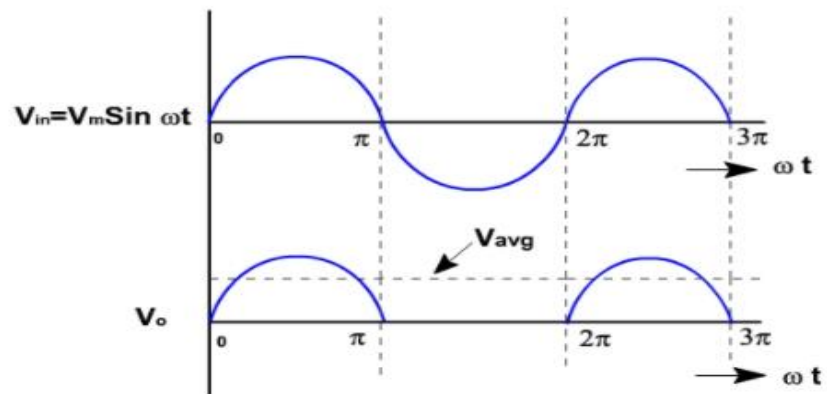
### 2.3.1 Penyearah Setengah Gelombang (*Half Wave Rectifier*)



**Gambar 2.8** Penyearah Setengah Gelombang (*Half Wave Rectifier*)

Sumber : Herman Dwi Surjono, *Elektronika: Teori dan Terapan*. 2007

Penyearah setengah gelombang (*half wave rectifier*) hanya menggunakan 1 buah dioda sebagai komponen utama dalam menyearahkan gelombang AC. Prinsip kerja dari penyearah setengah gelombang ini adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari transformator. Pada saat transformator memberikan *output* sisi positif dari gelombang AC maka dioda dalam keadaan *forward* bias sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat transformator memberikan sinyal sisi negatif gelombang AC maka dioda dalam posisi *reverse* bias, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan seperti terlihat pada gambar sinyal *output* penyearah setengah gelombang berikut.



**Gambar 2.9 Sinyal Output Penyearah Gelombang**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

Formulasi yang digunakan pada penyearah setengah gelombang sebagai berikut

$$V_{avg} = \frac{V_m}{\pi R} \quad (2.4)$$

Keterangan :

$V_{avg}$  : Nilai tegangan rata – rata (setengah gelombang)

$V_m$  : Tegangan Maksimum

$\Pi$  : phi (3.14 atau 22/7)

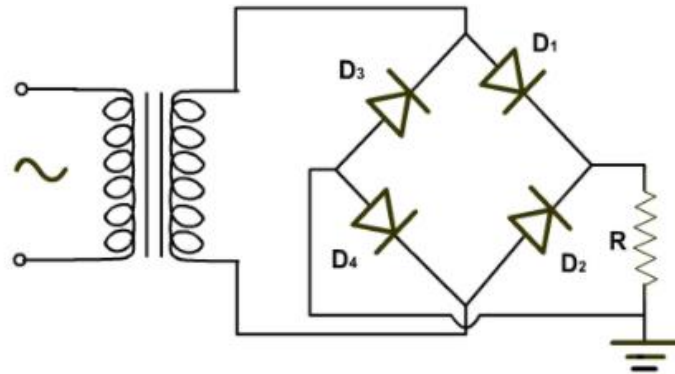
$R$  : Hambatan (ohm)

### 2.3.2 Penyearah Gelombang Penuh (*Full Wave Rectifier*)

Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 dioda dan 2 dioda. Untuk membuat penyearah gelombang penuh



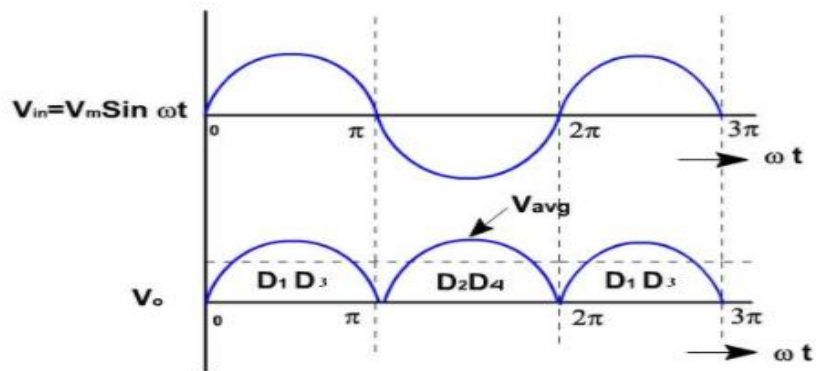
dengan 4 dioda menggunakan transformator non-CT seperti terlihat pada gambar berikut :



**Gambar 2.10 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh (*Full Wave Rectifier*)**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

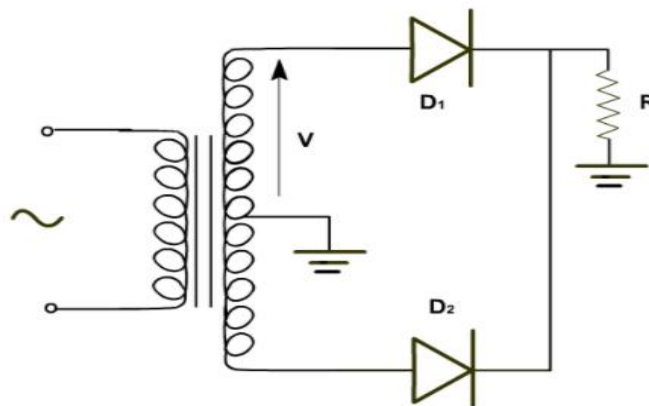
Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda diatas dimulai pada saat *output* transformator memberikan *level* tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward* bias dan D2, D3 pada posisi *reverse* bias sehingga *level* tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi *forward bias* dan D1, D2 pada posisi *reverse* bias sehingga *level* tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik *output* berikut:



**Gambar 2.11 Grafik Output**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

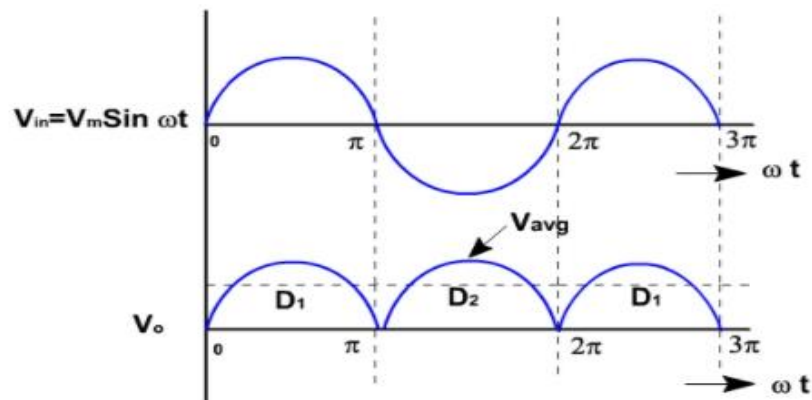
Penyearah gelombang dengan 2 dioda menggunakan transformator dengan *CT* (*Center Tap*). Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 2.12 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh 2 Dioda**

*Sumber : Herman Dwi Surjono, Elektronika: Teori dan Terapan. 2007*

Prinsip kerja rangkaian penyearah gelombang penuh dengan 2 dioda ini dapat bekerja karena menggunakan transformator dengan *CT*. Transformator dengan *CT* seperti pada gambar diatas dapat memberikan *output* tegangan AC pada kedua terminal *output* sekunder terhadap terminal *CT* dengan level tegangan yang berbeda *fasa*  $180^\circ$ . Pada saat terminal *output* transformator pada D1 memberikan sinyal puncak positif maka terminal *output* pada D2 memberikan sinyal puncak negatif, pada kondisi ini D1 pada posisi *forward* dan D2 pada posisi *reverse*. Sehingga sisi puncak positif dilewatkan melalui D1. Kemudian pada saat terminal *output* transformator pada D1 memberikan sinyal puncak negatif maka terminal *output* pada D2 memberikan sinyal puncak positif, pada kondisi ini D1 posisi *reverse* dan D2 pada posisi *forward*. Sehingga sinyal puncak positif dilewatkan melalui D2. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar *output* penyearah gelombang penuh berikut :



**Gambar 2.13 Sinyal Output Penyearah Gelombang Penuh**

Sumber : Herman Dwi Surjono, *Elektronika: Teori dan Terapan*. 2007

Formulasi pada penyearah gelombang penuh sebagai berikut :

$$V_{avg} = 2 \frac{V_m}{\pi} \quad (2.5)$$

Keterangan :

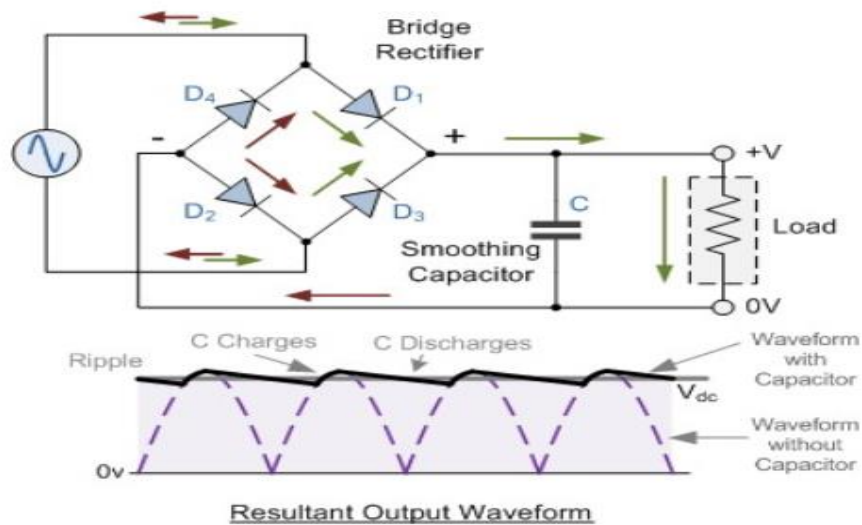
$V_{avg}$  : Nilai tegangan rata – rata (setengah gelombang)

$V_m$  : Tegangan Maksimum

$\pi$  : phi (3.14 atau 22/7)

$R$  : Hambatan (ohm)

Penyearah dilengkapi *filter* kapasitor agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang *filter* kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah seperti terlihat pada gambar berikut.



**Gambar 2.14 Pemasangan Filter Kapasitor**

Sumber : Herman Dwi Surjono, *Elektronika: Teori dan Terapan*. 2007

Fungsi kapasitor pada rangkaian diatas untuk menekan *ripple* yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang *filter* kapasitor maka *output* dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (*Direct Current*) yang dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$V_m = \frac{2V_{max}}{\pi} \quad (2.6)$$

Keterangan :

V<sub>dc</sub> : Tegangan DC

V<sub>max</sub> : Tegangan max

Kemudian untuk nilai *riple* tegangan yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V_{riple} = \frac{I_{load}}{fC} \quad (2.7)$$

Keterangan :

V<sub>Ripple</sub> : Tegangan *ripple*

I<sub>load</sub> : *Ampere load*

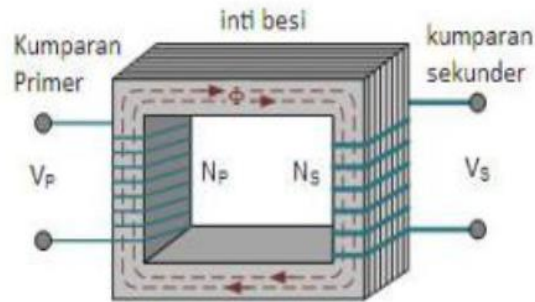
F : frekuensi

C : Nilai Kapasitor

## 2.4 Transformator

Transformator (trafo) merupakan suatu alat magneto elektrik yang sederhana, andal, dan efisien untuk mengubah tegangan arus bolak-balik dari suatu tingkat ke tingkat yang lain. Pada umumnya transformator terdiri dari atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan

kumparan skunder. Rasio perubahan tegangan akan tergantung dari rasio jumlah lilitan pada kedua kumparan itu. Biasanya kumparan terbuat dari kawat tembaga yang dibelit sepitar kaki inti trnsanformator. Pada gambar 2.15 dibawah ini diperlihatkan komponen pokok transformator.



**Gambar 2.15 Komponen Pokok Transformator**

*Sumber : UPDL Suralaya, Basic Transformer, 2009*

Prinsip kerja dari sebuah transformator dapat diperlihatkan seperti pada gambar 2.16 Ketika kumparan primer di hubungkan dengan sumber tegangan AC ( $V_p$ ) maka akan mengalir arus pada kumparan primer ( $I_p$ ). Perubahan arus ( $I_p$ ) pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah berupa fluks magnet ( $\phi$ ). Fluks magnet ( $\phi$ ) yang berubah tersebut diperkuat oleh adanya inti besi sehingga dihantarkan ke kumparan sekunder, fluks magnet ( $\phi$ ) tersebut akan memotong kumparan primer ( $N_p$ ) dan sekunder ( $N_s$ ) sehingga pada ujung – ujung kumparan primer dan sekunder akan timbul gaya gerak listrik (GGL) Primer ( $e_p$ ) dan Sekunder ( $e_s$ ). Polaritas dari GGL induksi tersebut berlawanan dengan sumbernya yang dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = - N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ atau } E = - N \frac{d\Phi}{dt} \quad (2.8)$$

$N$  = Jumlah Lilitan ( Turn)

$E$  = Gaya Gerak Listrik (Volt)

$\frac{d\Phi}{dt}$  = Kecepatan perubahan Fluks Magnet (Weber/detik)

Nilai GGL induksi yang dihasilkan juga dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$E_s = 4,44 f N_s \dot{\Phi}_m \quad (2.9)$$

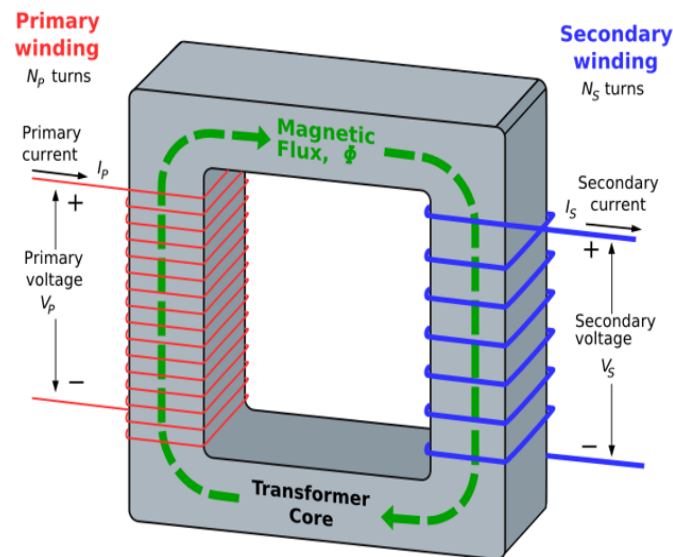
dimana:

$E_s$  = Tegangan induksi

$F$  = frekuensi

$N_s$  = jumlah lilitan

$\dot{\Phi}_m$  = flux maksimum



**Gambar 2.16 Prinsip Kerja Transformator**

Sumber : UPDL Suralaya, *Basic Transformer*, 2009

Hubungan antara tegangan primer, jumlah lilitan primer, tegangan sekunder, dan jumlah lilitan sekunder, dapat dinyatakan dalam persamaan 3 :

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \quad (2.10)$$

$V_p$  = tegangan primer (volt)

$V_s$  = tegangan sekunder (volt)

$N_p$  = jumlah lilitan primer

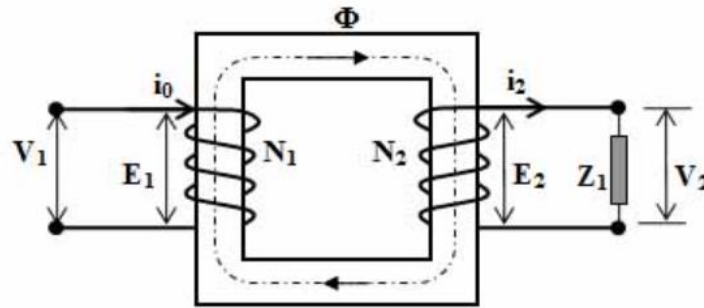
$N_s$  = jumlah lilitan sekunder

Berdasarkan perbandingan antara jumlah lilitan primer dan jumlah lilitan sekunder transformator ada dua jenis yaitu:

1. Transformator *step up* yaitu transformator yang mengubah tegangan bolak-balik rendah menjadi tinggi, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan sekunder lebih banyak daripada jumlah lilitan primer ( $N_s > N_p$ ).
2. Transformator *step down* yaitu transformator yang mengubah tegangan bolak-balik tinggi menjadi rendah, transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan primer lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder ( $N_p > N_s$ ).

Apabila kumparan sekunder dihubungkan dengan beban  $Z_L$  seperti pada gambar 3, maka  $I_2$  mengalir pada kumparan sekunder dimana  $I_2 = V_2/Z_L$  dengan faktor kerja beban.





**Gambar 2.17 Transformator dalam keadaan berbeban**

*Sumber : UPDL Suralaya, Basic Transformer, 2009*

Arus beban  $I_2$  ini akan menimbulkan medan magnet berupa fluks sekunder yang cenderung menentang fluks ( $\Phi$ ) bersama yang telah ada akibat arus pemagnetan  $I_m$ . Agar fluks bersama itu tidak berubah nilainya, pada kumparan primer harus mengalir arus  $I'_2$ , yang menentang fluks yang dibangkitkan oleh arus beban  $I_2$ , hingga keseluruhan arus yang mengalir pada kumparan primer menjadi persamaan:  $I_1 = I_0 + I'_2$

## 2.5 Tombol Tekan

Tombol tekan adalah bentuk saklar yang paling umum dari pengendali manual yang dijumpai di industri. Tombol tekan NO (*Normally Open*) menyambung rangkaian ketika tombol ditekan dan kembali pada posisi terputus ketika tombol dilepas. Tombol tekan NC (*Normally Closed*) akan memutus rangkaian apabila tombol ditekan dan kembali pada posisi terhubung ketika tombol dilepaskan.

Ada juga tombol tekan yang memiliki fungsi ganda, yakni sudah dilengkapi oleh dua jenis kontak, baik NO maupun NC. Jadi tombol tekan tersebut dapat difungsikan sebagai NO, NC atau keduanya. Ketika tombol ditekan, terdapat kontak

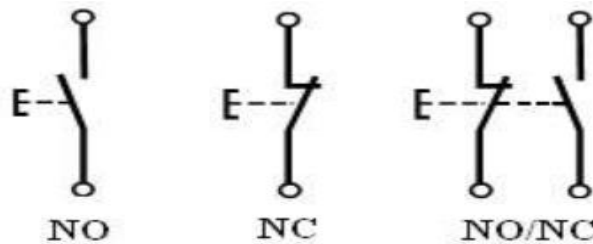
yang terputus (NC) dan ada juga kontak yang terhubung (NO). Beberapa bentuk tombol tekan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.18 Tombol Tekan**

*Sumber : Penulis, 2021*

Simbol dari tombol tekan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.19 Simbol Tombol Tekan**

*Sumber : (Firdaus Fauzan, dkk. 2018)*

## 2.6 Kontaktor

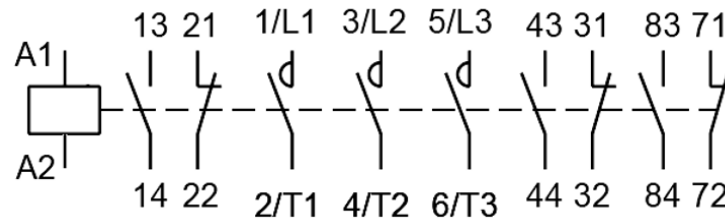
Kontaktor magnet disebut juga *magnetic circuit breaker*, seperti gambar 2.20 adalah suatu peralatan penghubung atau pemutus yang dapat dioperasikan dengan rangkaian kontrol, baik secara otomatis maupun semi otomatis. Biasanya kontaktor

magnet dilengkapi dengan *thermal relay* sebagai pengaman bila terjadi beban lebih. Bekerja pada tegangan maximum 600 Volt. Adapun komponen-komponennya meliputi:

1. Kontak-kontak utama ( *main contact* )
2. Kontak-kontak bantu ( *auxiliary contact* )
3. Kumparan magnet ( *Solenoid* )

Kontak utama berfungsi untuk menghubungkan rangkaian listrik utama yang dikontrol, sedangkan kontak bantu sebagai rangkaian kontrol. Kumparan magnet berfungsi untuk membuat kemagnitan, sehingga dapat menarik dan melepas kontak. Kontak-kontak pada kontaktor magnet ada *normaly open* ( NO ) dan *normaly close* (NC). Berdasarkan tegangan koilnya, Kontaktor dibedakan menjadi dua jenis, Yaitu Kontaktor tegangan DC dan AC. Perlu diingat, bila kita ingin memakai Kontaktor Magnet tegangan AC, kita harus mengetahui spesifikasi dari Kontaktor tersebut. Karena tegangan *input* untuk kontaktor magnet AC sangat bervariasi. Dimulai dari 110V, 220V, 380V, dan ada yang lebih tinggi lagi. Sedangkan untuk kontaktor DC sebenarnya juga memiliki input tegangan yang bervariasi mulai dari 5V, 9V, 12V, atau 24V dan lain sebagainya. Walaupun tegangan inputnya kecil, kita pun harus berhati-hati. Karena *input* yang tidak sesuai pada spesifikasi dapat merusak alat tersebut.





**Gambar 2.20 Kontaktor dan Rangkaiannya**

*Sumber : (Firdaus Fauzan, dkk. 2018)*

## 2.7 Relay

### 2.7.1 Pengertian Relay

*Relay* merupakan komponen elektronika yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. *Relay* yang digunakan sebelum tahun 70an, merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Setelah tahun 70-an digantikan posisi posisinya oleh PLC *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Jadi secara sederhana dapat disimpulkan bahwa *Relay* adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara umum, *relay* digunakan untuk memenuhi fungsi – fungsi berikut :

1. *Remote control* : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh
2. Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan
3. Contoh : *starting relay* pada mesin mobil
4. Pengatur logika kontrol suatu system



**Gambar 2.21 Relay**

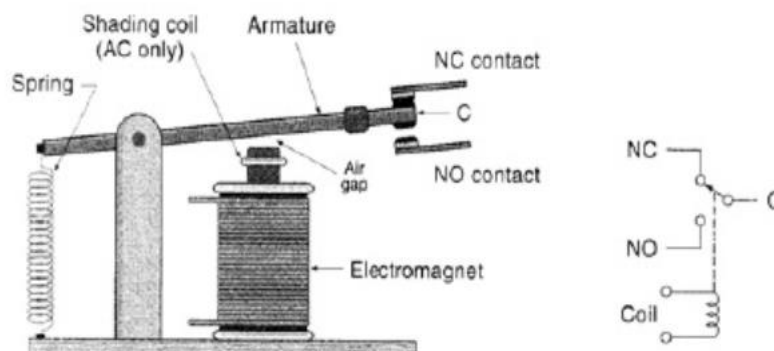
Sumber : Penulis, 2021

### 2.7.2 Prinsip Kerja Relay

Relay terdiri dari *coil* dan *contact*. Perhatikan gambar diatas, *coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik pada *coil*.

*Contact* terdapat 2 jenis :

1. *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*)
2. *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*)



### Gambar 2.22 Skema Relay Elektromagnetik

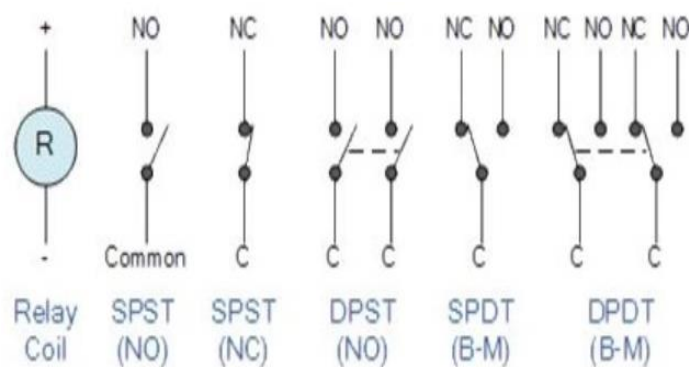
Sumber : UPDL Suralaya, Pemeliharaan Listrik PLTU, 2011

Secara prinsip kerja dari *relay* : ketika *Coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup.

#### 2.7.3 Jenis Relay

Seperti saklar, *relay* juga dibedakan berdasar *pole* dan *throw* yang dimilikinya.

1. *Pole* : banyaknya *contact* yang dimiliki oleh *relay*
2. *Throw* : banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki *contact*
3. DPST (*Double Pole Single Throw*)
4. SPST (*Single Pole Single Throw*)
5. SPDT (*Single Pole Double Throw*)
6. DPDT (*Double Pole Double Throw*)
7. 3PDT (*Three Pole Double Throw*)
8. 4PDT (*Four Pole Double Throw*)



### **Gambar 2.23 Jenis Kontak Relay**

*Sumber : UPDL Suralaya, Pemeliharaan Listrik PLTU, 2011*

Adapun jenis jenis *relay* lainnya adalah sebagai berikut :

1. *Timing relay* adalah jenis *relay* yang khusus. Cara kerjanya ialah sebagai berikut : jika *coil* dari *timing relay ON*, maka beberapa detik kemudian, baru *contact relay* akan *ON* atau *OFF* (sesuai jenis *NO/NC contact*).
2. *Latching relay* ialah jenis *relay* digunakan untuk *latching* atau mempertahankan kondisi aktif input sekalipun input sebenarnya sudah mati. Cara kerjanya ialah sebagai berikut : jika *latch coil* diaktifkan, ia tidak akan bisa dimatikan kecuali *unlatch coil* diaktifkan. Simbol dari *latching relay*.

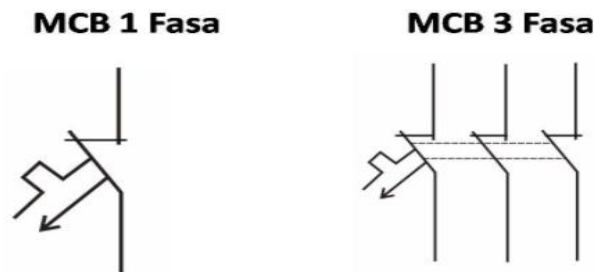
## **2.8 Miniature Circuit Breaker (MCB)**

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) atau pemutus tenaga berfungsi untuk memutuskan suatu rangkaian apabila ada arus yang mengalir dalam rangkaian atau beban listrik yang melebihi kemampuan. Misalnya adanya konsleting dan lainnya. Pemutus tenaga ini ada yang untuk satu phase dan ada yang untuk 3 phase. Untuk 3

phase terdiri dari tiga buah pemutus tenaga 1 phase yang disusun menjadi satu kesatuan. Pemutus tenaga mempunyai 2 posisi, saat menghubungkan maka antara terminal masukan dan terminal keluaran MCB akan kontak.

Dengan memasang MCB, gangguan karena hubung singkat maka beban lebih pada rangkaian akan dapat dicegah. Secara umum fungsi MCB antara lain :

1. Membatasi Penggunaan daya Listrik
2. Mematikan listrik secara otomatis apabila terjadi hubungan singkat
3. Mengamankan Instalasi Listrik baik penerangan maupun instalasi tenaga
4. Membagi daya pada instalasi rumah menjadi beberapa bagian, sehingga lebih mudah untuk mendeteksi kerusakan instalasi listrik



**Gambar 2.24 Simbol MCB**

*Sumber : UPDL Suralaya, Pemeliharaan Listrik PLTU, 2011*

## 2.9 Lampu Indikator

Lampu indikator atau disebut juga lampu pilot adalah suatu lampu sebagai tanda untuk mengetahui bahwa rangkaian tersebut sedang operasi, tidak operasi atau ada gangguan. Untuk membedakan kondisi tersebut, lampu diberi warna.

Klasifikasi warna lampu yang standar adalah :



1. Merah ( M ) : Lampu indikator warna MERAH, indikasi sistem peralatan dalam keadaan operasi.
2. Hijau ( H ) : Lampu indikator warna HIJAU, indikasi sistem peralatan dalam keadaan siap operasi.
3. Kuning ( K ) : Lampu indikator warna KUNING, indikasi sistem peralatan sedang ada gangguan (*alarm* atau *trip*).



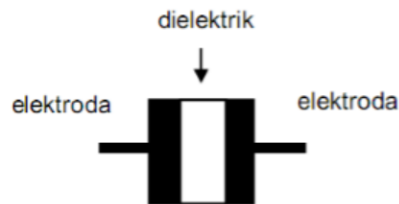
**Gambar 2.25 Jenis lampu indikator.**

*Sumber : Penulis, 2021*

## **2.10 Kapasitor**

Kapasitor ialah komponen elektronika yang mempunyai kemampuan menyimpan electron-elektron selama waktu yang tidak tertentu. Kapasitor berbeda dengan akumulator dalam menyimpan muatan listrik terutama tidak terjadi perubahan kimia pada bahan kapasitor, besarnya kapasitansi dari sebuah kapasitor dinyatakan dalam farad. Pengertian lain Kapasitor adalah komponen elektronika yang dapat menyimpan dan melepaskan muatan listrik. Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik

yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (*elektroda*) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini "tersimpan" selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor initerjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan. Kemampuan untuk menyimpan muatan listrik pada kapasitor disebut dengan kapasitansi atau kapasitas.



**Gambar 2.26 Prinsip dasar kapasitor**

*Sumber : Irma Yulia Basri dkk, Komponen Elektronika. 2018*

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron. Coulombs pada abad 18 menghitung bahwa 1 coulomb =  $6.25 \times 10^{18}$  elektron. Kemudian Michael Faraday membuat postulat bahwa sebuah kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat muatan elektron sebanyak 1 coulombs. Dengan rumus dapat ditulis :

$$Q = CV \quad (2.11)$$

Q = muatan elektron dalam C (coulombs)

C = nilai kapasitansi dalam F (farads)

V = besar tegangan dalam V (volt)

HC =  $\frac{1}{2} C V^2$  [joule]

Dalam praktek pembuatan kapasitor, kapasitansi dihitung dengan mengetahui luas area plat metal (**A**), jarak (**t**) antara kedua plat metal (tebal dielektrik) dan konstanta (**k**) bahan dielektrik. Dengan rumusan dapat ditulis sebagai berikut :

$$C = (8.85 \times 10^{-12}) (k A/t) \quad (2.12)$$

Berikut adalah tabel contoh konstanta (k) dari beberapa bahan dielektrik yang disederhanakan.

Udara vakum	k = 1
Aluminiumoksida	k = 8
Keramik	k = 100 - 1000
Gelas	k = 8
Polyethylene	k = 3

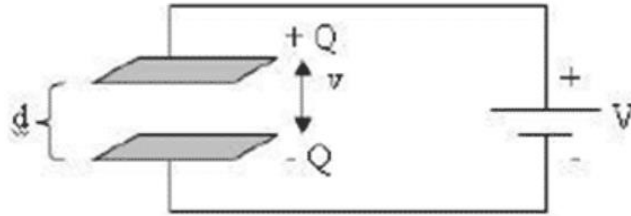
**Tabel 2.1 Konstanta Bahan Dielektrik**

*Sumber : Irma Yulia Basri dkk, Komponen Elektronika. 2018*

### 2.10.1 Prinsip Pembentukan Kapasitor

Jika dua buah plat atau lebih yang berhadapan dan dibatasi oleh isolasi, kemudian plat tersebut dialiri listrik maka akan terbentuk kondensator (isolasi yang menjadi batas kedua plat tersebut dinamakan dielektrikum). Bahan dielektrikum yang digunakan berbeda-beda sehingga penamaan kapasitor berdasarkan bahan dielektrikum. Luas plat yang berhadapan bahan dielektrikum dan jarak kedua plat

mempengaruhi nilai kapasitansinya. Pada suatu rangkaian yang tidak terjadi kapasitor liar. Sifat yang demikian itu disebutkan kapasitansi parasitic. Penyebabnya adalah adanya komponen-komponen yang berdekatan pada jalur penghantar listrik yang berdekatan dan gulungan-gulungan kawat yang berdekatan.



**Gambar 2.27 Dielektrikum**

*Sumber : Irma Yulia Basri dkk, Komponen Elektronika. 2018*

Gambar diatas menunjukkan bahwa ada dua buah plat yang dibatasi udara. Jarak kedua plat dinyatakan sebagai  $d$  dan tegangan listrik yang masuk.

### 2.10.2 Besaran Kapasitansi

Kapasitas dari sebuah kapasitor adalah perbandingan antara banyaknya muatan listrik dengan tegangan kapasitor.

$$C = Q / V \quad (2.13)$$

Keterangan :

$C$  = Kapasitas dalam satuan farad

$Q$  = Muatan listrik dalam satuan Coulomb

$V$  = Tegangan kapasitor dalam satuan Volt

Jika dihitung dengan rumus  $C = 0,0885 \frac{D}{d}$ . Maka kapasitasnya dalam satuan piko farad  $D =$  luas bidang plat yang saling berhadapan dan saling mempengaruhi dalam satuan  $\text{cm}^2$ .  $d =$  jarak antara plat dalam satuan  $\text{cm}$ . Bila tegangan antara plat 1 volt dan besarnya muatan listrik pada plat 1 coulomb, maka kemampuan menyimpan listriknya disebut 1 farad. Dalam kenyataannya kapasitor dibuat dengan satuan dibawah 1 farad. Kebanyakan kapasitor elektrolit dibuat mulai dari 1mikrofarad sampai beberapa milifarad. Kapasitor variabel mempunyai ukuran fisik yang besar tetapi nilai kapasitansinya sangat kecil hanya sampai ratusan pikofarad.

### **2.10.3 Jenis Kapasitor Sesuai Bahan dan Konstruksinya.**

Kapasitor seperti juga resistor nilai kapasitansinya ada yang dibuat tetap dan ada yang variabel. Kapasitor dielektrikum udara, kapasitansinya berubah dari nilai maksimum ke minimum. Kapasitor *variabel* sering kita jumpai pada rangkaian pesawat penerima radio dibagian penala dan osilator. Agar perubahan kapasitansi di dua bagian tersebut serempak maka digunakan kapasitor variabel ganda. Kapasitor variabel ganda adalah dua buah kapasitor *variabel* dengan satu pemutar. Berdasarkan dielektrikumnya kapasitor dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain:

1. kapasitor keramik
2. kapasitor film
3. kapasitor elektrolit
4. kapasitor tantalum
5. kapasitor kertas

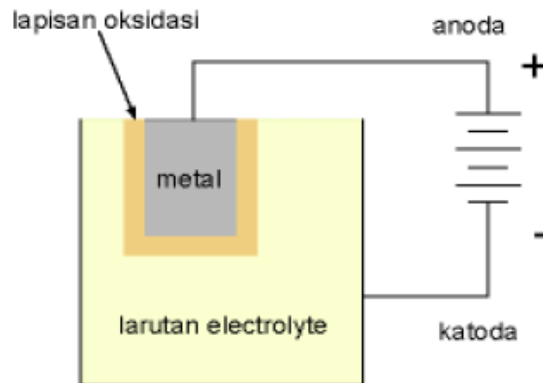
Kapasitor elektrolit dan kapasitor tantalum adalah kapasitor yang mempunyai kutub atau polar, sering disebut juga dengan nama kapasitor polar. Kapasitor film terdiri dari beberapa jenis yaitu polyester film, poly propylene film atau polysterene film.

#### **2.10.4 Kapasitor Tetap**

Kapasitor yang mempunyai kapasitansi yang tetap. Jenis-jenis kapasitor tetap antara lain :

1. Kapasitor polar

Kelompok kapasitor *electrolytic* terdiri dari kapasitor-kapasitor yang bahan dielektriknya adalah lapisan metal-oksida. Umumnya kapasitor yang termasuk kelompok ini adalah kapasitor polar dengan tanda + dan – di badannya. Mengapa kapasitor ini dapat memiliki polaritas, adalah karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga terbentuk kutup positif anoda dan kutup negatif katoda. Telah lama diketahui beberapa metal seperti tantalum, aluminium, magnesium, titanium, niobium, zirconium dan seng (zinc) permukaannya dapat dioksidasi sehingga membentuk lapisan metal-oksida (*oxide film*). Lapisan oksidasi ini terbentuk melalui proses elektrolisa, seperti pada proses penyepuhan emas. Elektroda metal yang dicelup kedalam larutan electrolit (*sodium borate*) lalu diberi tegangan positif (anoda) dan larutan electrolit diberi tegangan negatif (katoda). Oksigen pada larutan electrolit terlepas dan mengoksidai permukaan plat metal. Contohnya, jika digunakan Aluminium, maka akan terbentuk lapisan Aluminium-oksida ( $Al_2O_3$ ) pada permukaannya.



**Gambar 2.28 Kapasitor Elco**

*Sumber : Irma Yulia Basri dkk, Komponen Elektronika. 2018*

Dengan demikian berturut-turut plat metal (anoda), lapisan-metal-oksida dan electrolit (katoda) membentuk kapasitor. Dalam hal ini lapisan-metal-oksida sebagai dielektrik. Dari rumus diketahui besar kapasitansi berbanding terbalik dengan tebal dielektrik. Lapisan metal-oksida ini sangat tipis, sehingga dengan demikian dapat dibuat kapasitor yang kapasitansinya cukup besar. Karena alasan ekonomis dan praktis, umumnya bahan metal yang banyak digunakan adalah aluminium dan tantalum. Bahan yang paling banyak dan murah adalah Aluminium. Untuk mendapatkan permukaan yang luas, bahan plat Aluminium ini biasanya digulung radial. Sehingga dengan cara itu dapat diperoleh kapasitor yang kapasitansinya besar. Sebagai contoh 100uF, 470uF, 4700uF dan lain-lain, yang sering juga disebut kapasitor *elco*. Bahan electrolyte pada kapasitor Tantalum ada yang cair tetapi ada juga yang padat. Disebut electrolyte padat, tetapi sebenarnya bukan larutan

electrolit yang menjadi elektroda negatif-nya, melainkan bahan lain yaitu manganese-dioksida. Dengan demikian kapasitor jenis ini bisa memiliki kapasitansi yang besar namun menjadi lebih ramping dan mungil. Selain itu karena seluruhnya padat, maka waktu kerjanya (*lifetime*) menjadi lebih tahan lama. Kapasitor tipe ini juga memiliki arus bocor yang sangat kecil Jadi dapat dipahami mengapa kapasitor Tantalum menjadi relatif mahal.

## 2. Kapasitor non polar

Kapasitor non polar adalah kelompok kapasitor yang dibuat dengan bahan dielektrik dari keramik, film dan mika. Keramik dan mika adalah bahan yang populer serta murah untuk membuat kapasitor yang kapasitansinya kecil. Tersedia dari besaran pF sampai beberapa uF, yang biasanya untuk aplikasi rangkaian yang berkenaan dengan frekuensi tinggi. Termasuk kelompok bahan dielektrik film adalah bahan-bahan material seperti *polyester* (*polyethylene terephthalate* atau dikenal dengan sebutan *mylar*), *polystyrene*, *polypropylene*, *polycarbonate*, *metalized paper* dan lainnya. Kapasitor yang memiliki nilai kapasitansi lebih dari 1  $\mu\text{F}$  Yaitu:

### 2.10.5 Kapasitor Tidak Tetap (*Variable*)

Kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat berubah-ubah, nilai kapasitansi pada kapasitor dapat dilihat dari kode yang terdapat pada fisik kapasitor. Sebagai contoh, jika tertera 105, itu berarti  $10 \times 10^5 = 1.000.000 \text{ pF} = 1000 \text{ nF} = 1 \mu\text{F}$ . Nilai yang dibaca pF (pico farad). Kapasitor lain ada yang tertulis 0.1 atau 0.01, jika demikian, maka satuan yang dipakai  $\mu\text{F}$ . Jadi 0.1 berarti 0.1  $\mu\text{F}$ . Nilai kapasitansi satu Farad



menunjukkan bahwa kapasitor memiliki kemampuan untuk menyimpan satu coulomb pada tegangan satu volt. Kapasitor pada *power supply* menggunakan kapasitan sebesar 4700  $\mu\text{F}$ . Sedang circuit pada radio sering menggunakan besar kapasitan di bawah 10pF. Waktu yang dibutuhkan kapasitor untuk mencapai pengisian optimal tergantung pada besarnya nilai kapasitansi dan resistansi. Formulasnya :

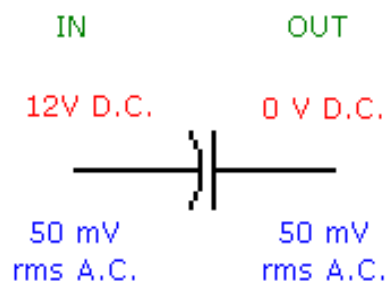
$$T = R \times C \quad (2.14)$$

T = *time* (waktu dalam detik)

R = resistansi (dalam ohm)

C = Kapasitansi (dalam Farad)

Formula ini merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 63 % nilai tegangan pada sumber. Yang perlu diperhatikan adalah kapasitor akan melewatkan arus AC bukan DC. Dalam rangkaian elektronika ini merupakan hal yang penting



**Gambar 2.29 Pass AC**

*Sumber : Irma Yulia Basri dkk, Komponen Elektronika. 2018*

Berikut adalah contoh bentuk kapasitor :

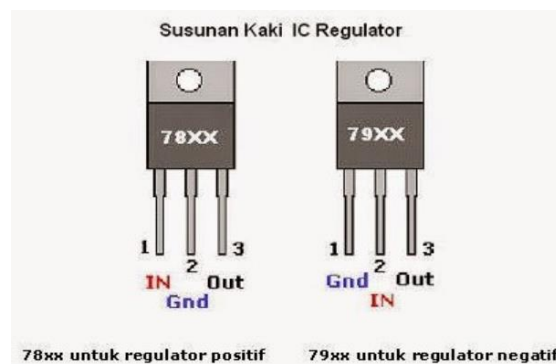


**Gambar 2.30 Kapasitor Elektrolit (Polar)**

*Sumber : Penulis, 2021*

### 2.11 IC Power Adaptor (Regulator)

Pada umumnya catu daya selalu dilengkapi dengan regulator tegangan. Tujuan pemasangan regulator tegangan pada catu daya adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya.



**Gambar 2.31 IC Regulator**

*Sumber : Richard Bloche, Dasar Elektronika, 2004*

Fungsi lain dari regulator tegangan adalah untuk perlindungan dari terjadinya hubung singkat pada beban. Salah satu metode agar dapat menghasilkan tegangan output DC stabil adalah dengan menggunakan IC 78XX untuk tegangan positif dan IC 79XX untuk tegangan negatif dalam sistem regulator tegangan. Di bawah ini adalah besarnya tegangan output yang dapat dihasilkan IC regulator 78XX dan 79XX dimana XX adalah angka yang menunjukkan besar tegangan output stabil.

1. IC 7805 untuk menstabilkan tegangan DC +5 Volt
2. IC 7809 untuk menstabilkan tegangan DC +9 Volt
3. IC 7812 untuk menstabilkan tegangan DC +12 Volt
4. IC 7824 untuk menstabilkan tegangan DC +24 Volt
5. IC 7905 untuk menstabilkan tegangan DC -5 Volt
6. IC 7909 untuk menstabilkan tegangan DC -9 Volt
7. IC 7912 untuk menstabilkan tegangan DC -12 Volt
8. IC 7924 untuk menstabilkan tegangan DC -24 Volt

IC regulator tersebut akan bekerja sebagai regulator tegangan *DC* yang stabil jika tegangan input di atas sama dengan atau lebih dari *MIV (Minimum Input Voltage)*, sedangkan arus maksimum beban output yang diperbolehkan harus kurang dari atau sama dengan *MC (Maximum Current)* sesuai karakteristik masing-masing.

## **2.12 PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan (UPK) Belawan**

PLTU di PT. PLN (Persero) Pembangkitan Sumatera Bagian Utara, Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan terdiri dari 4 unit yaitu unit 1 dan 2 yang merupakan

PLTU yang menggunakan BBM berupa solar (*high speed diesel*) dan MFO (*marine fuel oil*) yang biasa disebut juga sebagai residu, sedangkan PLTU unit 3 dan 4 menggunakan HSD, MFO, dan gas.

Solar pada PLTU 1 dan 2 ini bekerja sebagai bahan bakar penyala awal dan pembakaran awal sementara PLTU 3 dan 4 menggunakan gas sebagai penyala awal. Sedangkan fungsi minyak MFO (residu) pada sebagai bahan bakar utama saat unit PLTU sedang beroperasi.



**Gambar 2.32 PLTU UPK Belawan**

**Sumber : Penulis, 2021**

Dalam pengoperasiannya PLTU unit 1, 2, 3 & 4 menggunakan beberapa pompa dan *fan* yang digerakan oleh motor listrik yang mendapatkan *supply* 380 AC dari *switchgear* 380 V dimana setiap motor di amankan oleh *circuit breaker*.



**Gambar 2.33 Switchgear PLTU UPK Belawan**

*Sumber : Penulis, 2021*

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian pada laporan ini merupakan jenis penelitian dengan metode observasi, yaitu suatu metode yang dilakukan dengan cara pengamatan langsung pada peralatan yang dijadikan objek permasalahan, dalam hal ini CB 3 fasa 380 V di PLTU UPK Belawan. Selama ini telah dilakukan pemeliharaan periodik yang berupa pengecekan secara *visual* dengan melakukan pengukuran kontak-kontaknya menggunakan *multitester* untuk memastikan kondisi kesiapan *circuit breaker* tersebut apakah dalam keadaan baik dan *standby* untuk digunakan atau tidak. Pemeliharaan *Circuit breaker* dengan cara tersebut dirasa kurang *efektif* karena tidak dapat menguji kontak *coil* CB dan simulasi uji secara langsung. Pada kasus inilah yang menjadi perbandingan mengapa alat *individual tester* ini diperlukan untuk pengujian yang lebih baik.

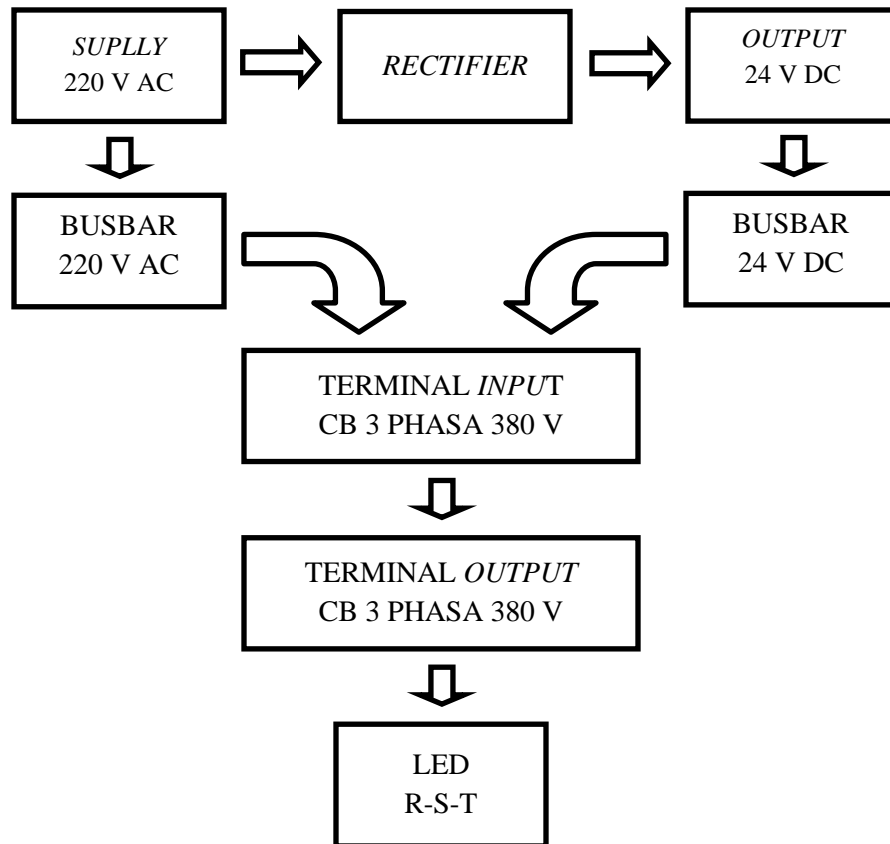


**Gambar 3.1 Pengukuran Dengan *Multitester* Yang Kurang Efektif**

*Sumber : Penulis , 2021*

### 3.2. Diagram Blok Sistem

Diagram blok menjelaskan alur / konfigurasi sistem mulai dari input *suply* sampai dengan *output* yang menjadi indikasi kondisi kesiapan *Circuit Breaker*.



**Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem**

*Sumber : Dokumen Penulis , 2021*

Adapun fungsi dari masing-masing blok adalah sebagai berikut :

1. *Power Suplly 220 V AC*

Merupakan sumber daya AC yang akan disalurkan menuju ke main terminal CB 3 phasa 380 V ( R , S , T ) melalui busbar

2. *Rectifier*

Merupakan rangkaian penyearah gelombang penuh dengan menggunakan CT (*Centre Tap*) yang mengubah tegangan 220 V AC ke 24 V DC

3. *Output 24 V DC*

Merupakan sumber utama tegangan 24 V DC yang akan disalurkan ke terminal kontrol *Circuit Breaker* 380 V melalui busbar

4. *Busbar*

Terdiri dari busbar 220 V AC dan busbar 24 V DC yang berfungsi membantu menyalurkan tegangan ke masing terminal CB 3 fasa 380 V

5. *Terminal Input*

Terdiri dari *main* terminal dan terminal kontrol yang ada pada CB 3 fasa 380 V AC .

*Main* terminal merupakan terminal yang akan diberi tegangan (fasa) dari busbar 220 V AC, Sedangkan terminal kontrol akan diberi tegangan + dan – DC serta tegangan fasa-netral 220 V AC.

6. *Terminal Output*

Merupakan main terminal CB 3 fasa 380 V ( R , S , T ) yang menyalurkan tegangan (fasa) yang akan menuju ke lampu LED.

7. LED R-S-T

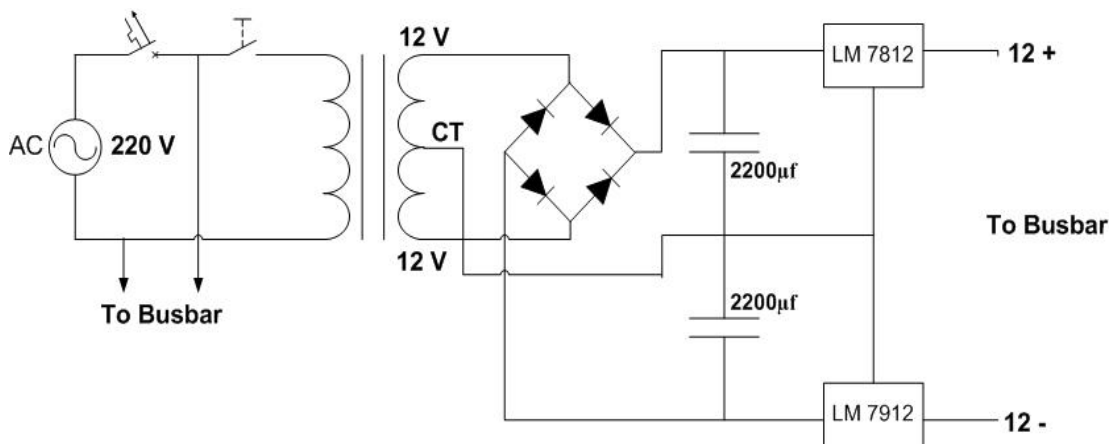
Berfungsi sebagai status indikasi CB 3 fasa 380 V yang mana LED akan menerima input tegangan dari main terminal output CB 3 fasa 380 V. Bila ketiga LED menyala maka CB berada pada kondisi yang baik.



### 3.3. Rancangan Individual Tester 380 V

#### 3.3.1 Rancangan Catu Daya

Rangkaian catu daya dibuat dengan menggunakan transformator *centre tap* (CT) dimana tegangan 220 V AC terlebih dahulu melewati MCB 2A sebagai pengaman rangkaian, kemudian digunakan juga saklar untuk menyambung dan memutus rangkaian. Tegangan 220 V AC akan diturunkan menjadi 12 V AC (diukur dari terminal CT-12) menggunakan Trafo CT. Kemudian *ouput* dari Trafo CT akan disearahkan menggunakan rangkaian penyearah gelombang penuh 4 dioda , tegangan yang disearahkan akan menghasilkan *ouput* 24 V DC (12 + dan 12 -).



**Gambar 3.3 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh**

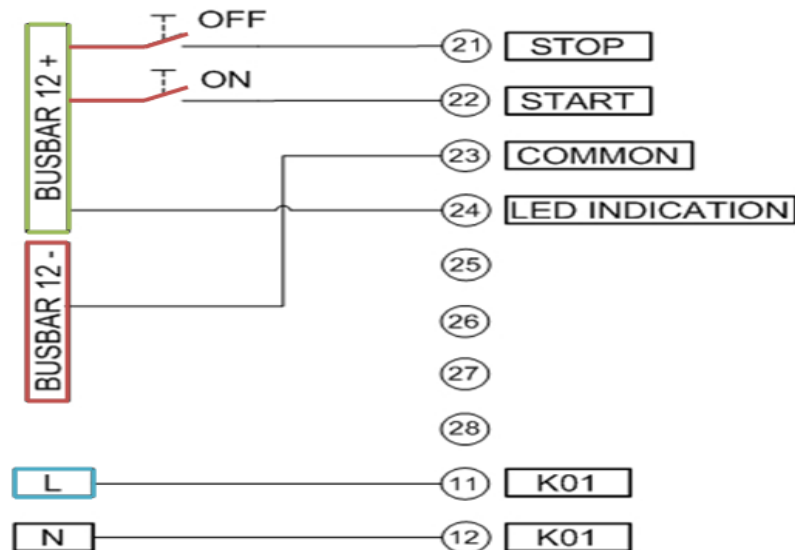
*Sumber : Penulis , 2021*

Penyearah Dilengkapi Filter Kapasitor 2200µF Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC Namun tegangan yang terukur setelah kapasitor masih berupa tegangan puncak (Vp) oleh karena itu untuk

menstabilkan tegangan output menjadi 24 V DC Murni maka digunakan IC LM 7812 dan IC 7912.

### 3.3.2 Rancangan Pengawatan ke Terminal CB 3 Phasa 380 V

*Output* DC dari rangkaian catu daya akan dihubungkan ke busbar kemudian *output* DC ini akan di hubungkan ke terminal kontrol yang ada pada CB 3 phasa 380 V. Hal ini dimaksudkan agar pengetesan CB disimulasikan sama seperti pengoperasian sesungguhnya dari *control room*, namun pengetesan dilakukan diluar *switch gear* (dilakukan tanpa beban). Berikut ini merupakan rancangan pengawatan dari *individual tester* ke terminal CB 3 phasa 380 V :

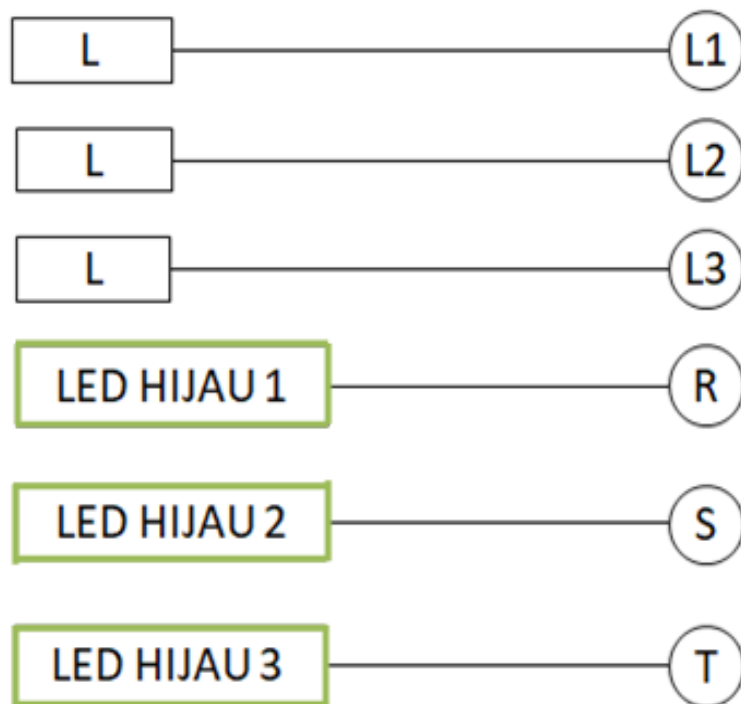


**Gambar 3.4 Pengawatan ke Terminal Kontrol CB 3 Phasa 380 V**

*Sumber : Penulis , 2021*

Pada gambar di atas dapat dilihat rancangan pengawatan dari kabel alat *test individual* ke terminal kontrol CB 3 phasa 380 V dimana tombol tekan *OFF* mendapatkan *supply* DC 12+ yang siap dihubungkan ke terminal 21 pada CB yang

berfungsi sebagai *order STOP* untuk *relay* 24 DC yang ada pada CB 3 fasa 380 V, Sedangkan untuk tombol *ON* dihubungkan ke terminal 22 yang berfungsi sebagai *order START*. Untuk terminal 23 diberi tegangan 12- DC yang *standby* ke *relay* 24 V DC. Sedangkan untuk terminal 11 dan 12 diberi tegangan 220 V AC (L-N) yang menuju ke kontaktor K01. Dalam rangkaian ini terminal 25-28 tidak digunakan. Untuk penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada lampiran tentang wiring diagram CB 3 fasa 380 V di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.

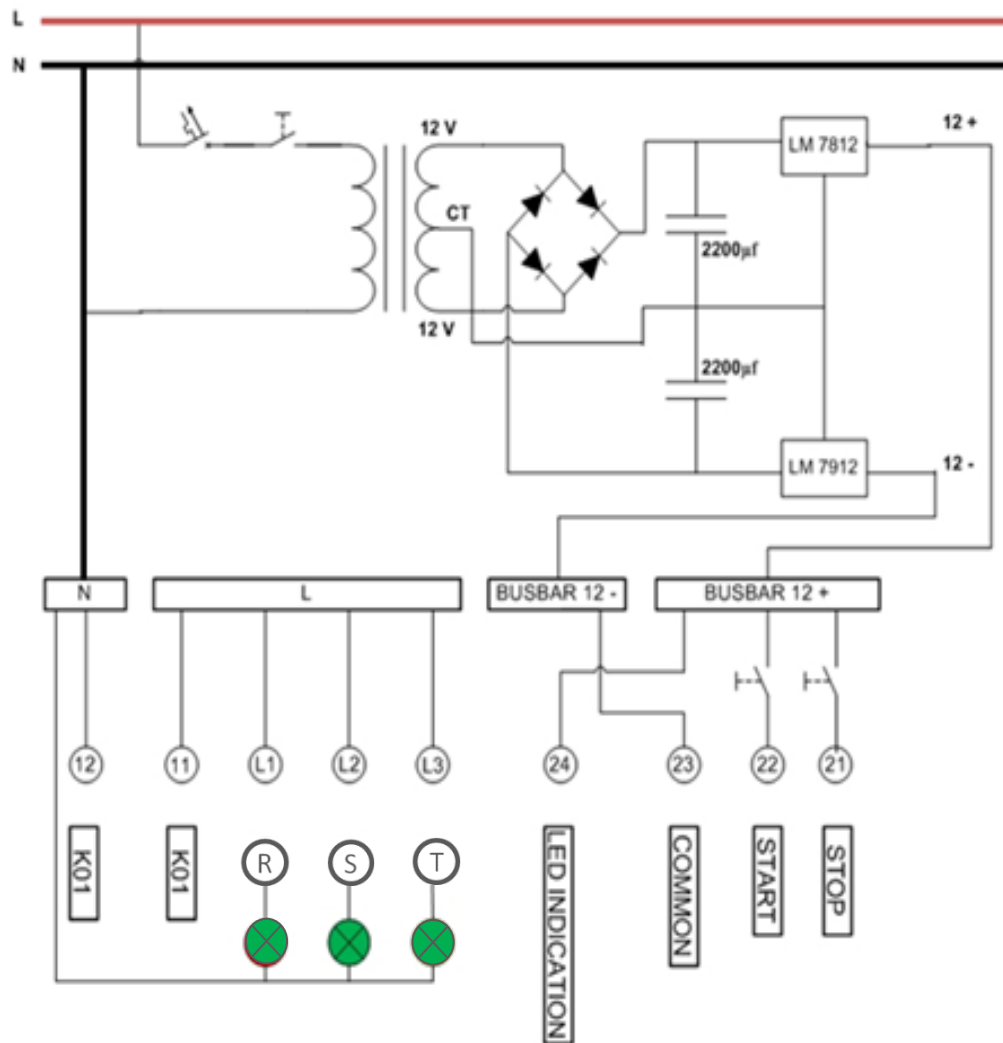


**Gambar 3.5 Pengawatan ke *Main Terminal* CB 3 Fasa 380 V**

*Sumber : Penulis , 2021*

Pada gambar diatas dapat dilihat pengawatan dari kabel alat test ke *main terminal* CB 3 fasa 380 V dimana terminal *input* CB yaitu L1,L2 dan L3 diberi Fasa

(L) dari busbar 220 VAC yang ada pada alat *test*. Sedangkan Terminal *Ouput* CB yaitu R,S,T dihubungkan ke 3 LED yang ada pada ala test sebagai indikasi apakah CB berfungsi dengan baik atau tidak. Untuk rancangan pengawatan secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.6.

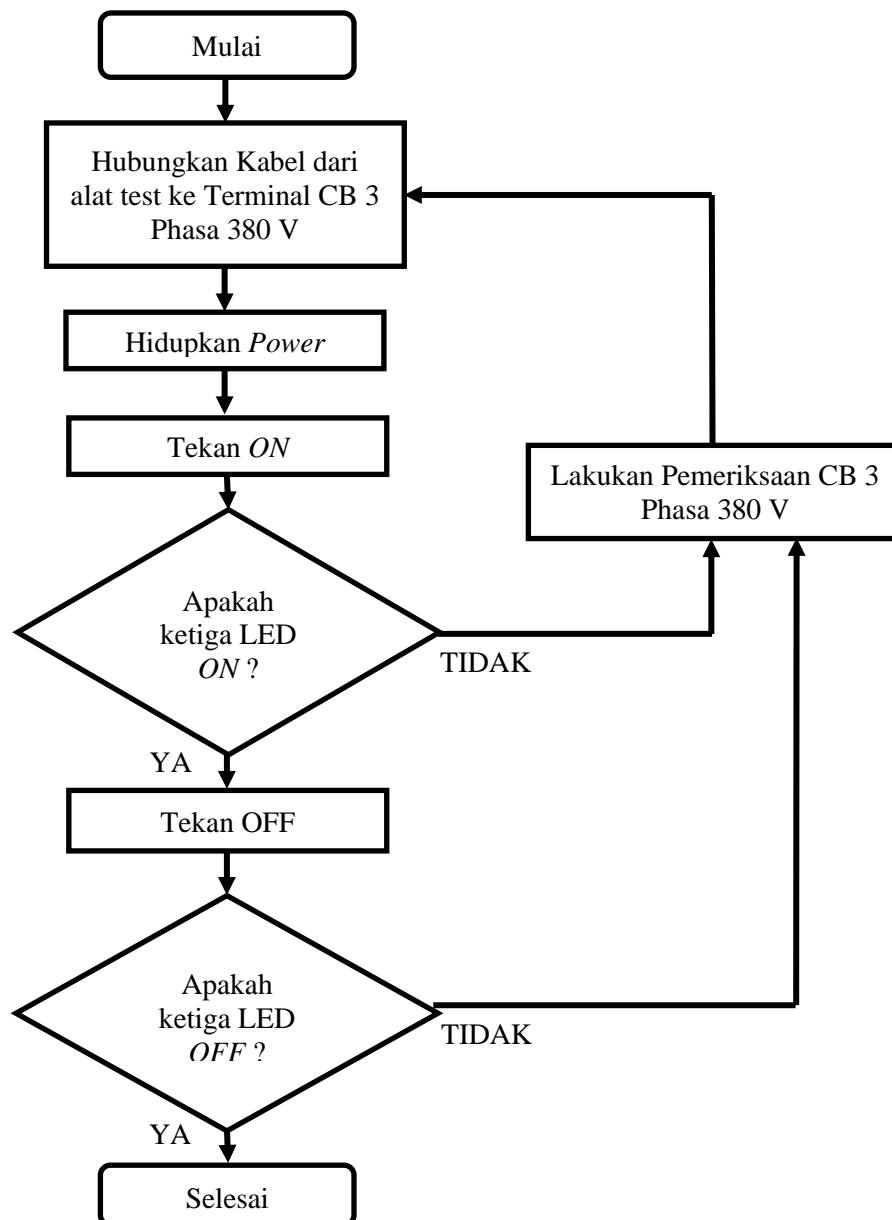


**Gambar 3.6 Rancangan Pengawatan Alat *Test Individual* CB 3 Phasa 380 V**

*Sumber : Penulis , 2021*

Gambar 3.6 Menjelaskan pengawatan keseluruhan dari alat *test individual Circuit Breaker* 3 phasa 380 V dimana rancangan ini terdiri dari rangkaian elektronika daya yang dihubungkan ke terminal CB 3 phasa 380 V.

#### 3.4. Flow Chart Diagram



**Gambar 3.7 Flowchart Pengujian**

*Sumber : Penulis, 2021*

Pada *flowchart* diatas dapat dibaca alur pengujian alat *test individual* CB 3 phasa 380 V dimana pengujian dimulai dengan menghubungkan kabel pada alat test individual CB 3 phasa 380 V ke terminal CB 3 phasa 380 V yang akan diuji, kemudian hidupkan *power supply* alat test individual CB 3 phasa 380 V. Tekan tombol *ON* untuk melakukan pengujian *order START*. Jika ketiga lampu LED menyala maka CB berada pada kondisi yang baik dan dapat dilakukan pengujian selanjutnya, namun jika tidak, maka harus dilakukan pemeriksaan pada CB 3 phasa 380 V. Kemudian tekan *OFF* untuk melakukan pengujian *order STOP*, Jika ketiga lampu LED berada pada kondisi mati maka CB berada pada kondisi yang baik dan pengujian selesai, namun jika tidak maka harus dilakukan pemeriksaan pada CB 3 phasa 380 V.

### **3.5. Pembuatan Alat**

Dalam membuat alat *test individual Circuit Breaker* (CB 3 phasa 380 V) di PLTU Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan dibutuhkan persiapan alat dan material beserta langkah pekerjaan.

#### **3.5.1 Alat dan Material**

Adapun alat dan material yang dibutuhkan telah tercantum didalam tabel berikut :

**Tabel 3.1 Alat yang Dibutuhkan**

NO	NAMA ALAT	JUMLAH
1	Bor Tangan	1
2	Mata Bor 2 mm	1
3	Mata Bor 10 mm	1
4	Hole Saw 22 mm	1
5	Multitester	1
6	Obeng Minus	1
7	Solder	1
8	Tang Kupas	1
9	Kikir	1
10	Pensil	1
11	Penggaris	1

*Sumber : Penulis, 2021*

**Tabel 3.2 Material yang Dibutuhkan**

NO	NAMA MATERIAL	JUMLAH	HARGA (RP)
1	Dioda 1 A	4 Ea	2.000
2	Trafo CT 1 A	1 Ea	22.000
3	MCB 2 A	1 Ea	53.000
4	Kapasitor 2200 $\mu$ F	2 Ea	3.000
5	IC LM 7824	1 Ea	1.000
6	LED 220 V Hijau	3 Ea	30.000
7	Tombol Tekan	2 Ea	3.000
8	Saklar	1 Ea	1.500
9	Kotak Hitam	1 Ea	10.000
10	Kabel 0,5 mm	3 M	12.000
11	Steker	1 Ea	2.000
12	PCB	1 Ea	5.000
13	Timah	1 Set	15.000
14	Spacer	4 Ea	2.000
15	Baut + mur 5 mm	Secukupnya	5.000
16	Terminal kabel	1 Ea	3.000
17	Skun Female 3 mm	Secukupnya	3.000
TOTAL			171.500

*Sumber : Penulis, 2021*



### 3.5.2 Langkah Pembuatan Alat

Berikut merupakan langkah-langkah dalam pembuatan alat ini :

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan
2. Buatlah sketsa / desain pada kotak hitam bagian atas untuk membantu tata letak LED notifikasi, MCB, saklar, dan tombol tekan
3. Buatlah lubang pada masing-masing sketsa, gunakan bor tangan dan *hole saw* untuk mempermudah pekerjaan.
4. Buatlah lubang untuk memasang PCB, Trafo, dan terminal kabel pada bagian bawah kotak hitam
5. Rangkailah rangkaian catu daya pada PCB,
6. Pasang rangkaian catu daya sesuai dengan posisi lubang yang telah dibuat
7. Pasang terminal kabel
8. Pasang lampu LED, MCB, tombol tekan, dan saklar
9. Rangkailah alat sesuai dengan rancangan pengawatan

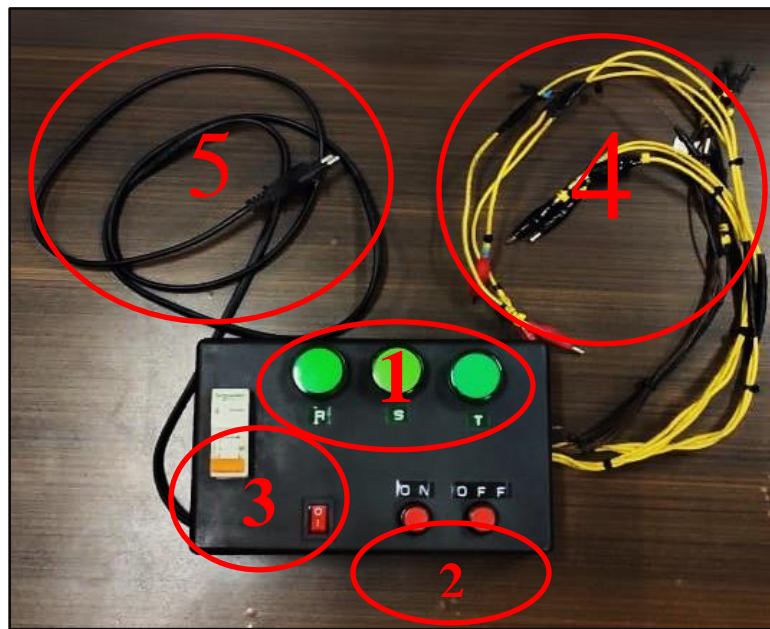
## BAB 4

### PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengenalan Fungsi Alat

Sebelum melakukan mengujian maka harus dilakukan pengenalan terhadap fungsi komponen – komponen yang ada pada alat *test individual* CB 3 phasa 380 V ini.

Adapun untuk keterann lebih lanjut dapat dilihat pada gambar dibawah :



**Gambar 4.1** Alat *Test Individual* CB 3 Phasa 380 V

*Sumber : Penulis, 2021*

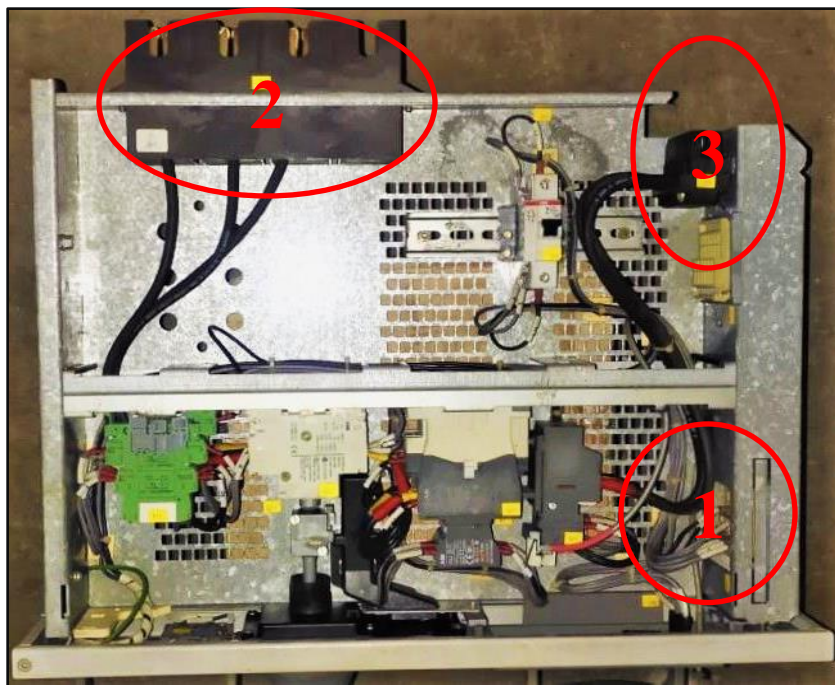
Keterangan :

- 1 = Lampu LED untuk indikator output R, S, T dari CB 3 phasa 380 V
- 2 = Tombol *ON* dan *OFF* untuk memberikan order *START* dan *STOP* pada CB 3 phasa 380 V
- 3 = MCB dan Saklar untuk mengamankan serta memutus dan menghubungkan *power supply* ke rangkaian.

4 = Kabel *Output* yang telah diberi penomoran dan akan di hubungkan ke terminal CB 3 phasa 380 V

5 = Kabel *power supply* yang akan dihubungkan ke *supply* 220 VAC

Setelah mengetahui fungsi dari komponen – komponen alat test individual CB 3 phasa 380 V kita harus mengetahui juga terminal CB 3 phasa 380 V yang akan diuji



**Gambar 4.2 Terminal CB 3 Phasa 380 V**

*Sumber : Penulis, 2021*

Keterangan

1 = Terminal Kontrol

2 = Main *Input* Terminal (L1, L2, L3)

3 = Main *Output* Terminal (R, S, T)

## 4.2 Pengujian Tegangan Output

Untuk menghindari kesalahan dalam pengujian CB 3 fase 380 V menggunakan alat test individual ini maka sebelum melakukan pengujian kita harus memastikan tegangan *power supply* sesuai dengan spesifikasi alat yaitu tegangan output sebesar 24 V DC dan 220 V AC.

### 4.2.1 Pengujian Tegangan Output DC

Pengukuran dilakukan dengan menghubungkan *probe multimeter* ke kabel alat *test individual* yang telah diberi penomoran, dimana *probe* merah dihubungkan ke terminal (+) dan *probe* hitam dihubungkan ke terminal (-) hal ini bertujuan untuk memastikan order *START* dan order *STOP* dari alat *test individual* CB 3 fase 380 V siap untuk dilakukan pengujian ke CB 3 fase 380 V secara langsung. Adapun penomoran kabel yang akan diukur adalah sebagai berikut :

1. Nomor 21 (+) ke 23 (-) sambil menekan tombol *OFF*
2. Nomor 22 (+) ke 23 (-) sambil menekan tombol *ON*
3. Nomor 24 (+) ke 23 (-)



**Gambar 4.3 Pengujian Tegangan Output DC**

*Sumber : Penulis, 2021*

Untuk lebih lengkap hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tegangan *Output* DC**

NO	Terminal yang diukur	Tegangan DC (V)
1	21 – 23	24,03
2	22 – 23	24,04
3	24 – 23	24,13

*Sumber : Penulis 2021*

Berdasarkan tabel 4.1 dapat dilihat bahwa tegangan *output* yang *standby* sesuai dengan spesifikasi alat yaitu 24 V DC. Hal ini menandakan bahwa alat *test individual* CB 3 phasa 380 V siap diuji langsung ke terminal kontrol CB 3 phasa 380 V.

#### 4.2.2 Pengujian Tegangan *Output* AC

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan *multitester* ke kabel alat *test individual* dengan penomoran sebagai berikut :

1. Nomor 11 ke 12.
2. Kabel L<sub>1</sub> ke 12,
3. Kabel L<sub>2</sub> ke 12,
4. Kabel L<sub>3</sub> ke 12.



### Gambar 4.4 Pengujian Tegangan *Output* AC

*Sumber : Penulis, 2021*

Untuk hasil pengukuran lebih lengkap dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tegangan *Output* AC**

NO	Terminal yang diukur	Tegangan AC (V)
1	L1 – 12	218,6
2	L2 – 12	220,6
3	L3 – 12	219,17
4	11 – 12	220,94

*Sumber*

*: Penulis, 2021*

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat bahwa tegangan *output* yang *standby* sesuai dengan *spesifikasi* alat yaitu berada pada kisaran 220 V AC. Hal ini menandakan bahwa alat *test individual* CB 3 fasa 380 V siap diuji langsung ke terminal kontrol CB 3 fasa 380 V dan ke *main* terminal input CB 3 fasa 380 V.

### 4.3 Pengujian ke CB 3 Phasa 380 V

Sebelum melakukan pengujian alat test individual langsung ke CB 3 phasa 380 V ada beberapa persiapan dan langkah-langkah yang harus dilakukan sebagai berikut :

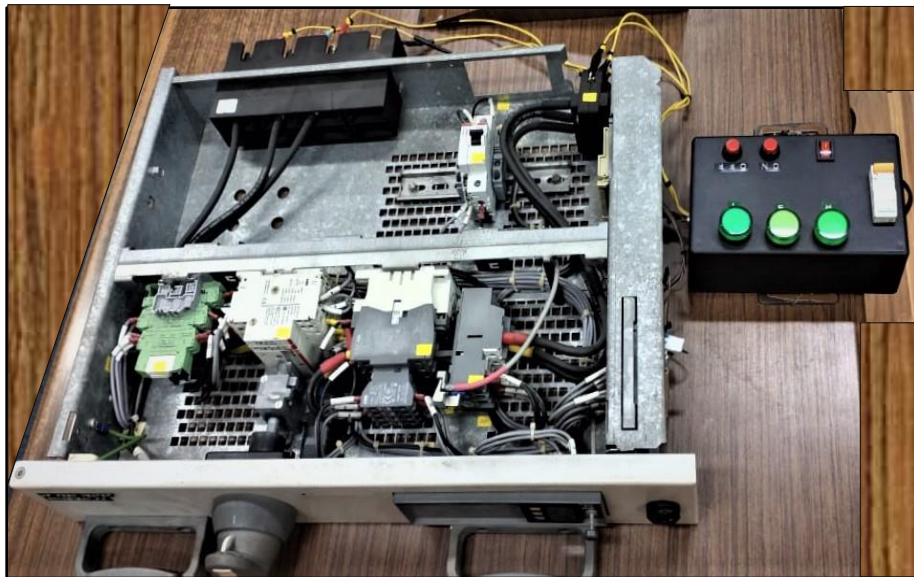
1. Pastikan menggunakan alat pelindung diri
2. Koordinasikan kepada operator PLTU 4 bahwa ada pengujian pada CB 3 phasa 380 V.
3. Keluarkan CB 3 phasa 380 V dari *Switch Gear* seperti pada gambar berikut :



**Gambar 4.5** CB 3 Phasa 380 V dikeluarkan dari *Switch Gear*

4. Hubungkan kabel input alat *test individual* ke *supply* 220 V AC

5. Pastikan MCB dan saklar yang ada di alat *test individual* CB 3 phasa 380 V berada pada *ON*
6. Lakukan pengukuran tegangan input seperti pada pembahasan 4.1
7. *OFF* kan MCB dan saklar pada alat *test individual* CB 3 phasa 380 V
8. Hubungkan kabel alat test individual CB 3 phasa 380 V ke terminal kontrol dan main terminal CB 3 phasa 380 V sesuai dengan penomoran seperti pada gambar berikut :



**Gambar 4.6 Proses *Connect* Alat *Test* ke CB 3 Phasa 380 V**

*Sumber : Penulis, 2021*

9. *ON* kan kembali MCB dan saklar
10. Untuk melakukan pengujian *order START* maka tekan tombol *ON*
11. Lihat ketiga lampu LED hijau 1, 2 dan 3. Berikut ini merupakan dokumentasi hasil pengujian





**Gambar 4.7 Pengujian Output CB 3 Phasa 380 V Order START**

*Sumber : Penulis, 2021*



**Gambar 4.8 Pengujian Indikasi ON pada CB 3 Phasa 380 V**

*Sumber : Penulis, 2021*

Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa ketiga lampu LED menyala. Hal ini menandakan ketiga fasa R, S, T siap terhubung ke beban. Sedangkan

gambar 4.8 menunjukkan indikasi *ON* pada CB 3 Phasa 380 V yang sudah di beri *order START*.

12. Untuk melakukan pengujian *order STOP* maka tekan tombol *OFF*

13. Kembali perhatikan ketiga LED Hijau 1, 2 dan 3. Berikut dokumentasi hasil pengujian :



**Gambar 4.9 Pengujian Output CB 3 Phasa 380 V Order OFF**

*Sumber : Penulis, 2021*



**Gambar 4.10 Pengujian Indikasi OFF pada CB 3 Phasa 380 V**

*Sumber : Penulis, 2021*

Pada Gambar 4.9 terlihat bahwa ketiga lampu LED padam. Hal ini menandakan output CB tidak terhubung ke input / berada pada posisi *OFF*. Sedangkan gambar 4.10 menunjukkan indikasi *OFF* pada CB 3 fasa 380 V yang sudah di beri *order STOP*.

14. *OFF* kan MCB dan saklar pada alat *test individual* CB 3 fasa 380 V
15. Lepaskan kabel alat *test individual* CB 3 fasa 380 V dari terminal CB
16. Koordinasikan ke operator bahwa pengujian telah selesai.

Berdasarkan pengujian – pengujian diatas terlihat bahwa alat *test individual* CB 3 fasa 380 V berfungsi dengan baik, mulai dari pengukuran tegangan output, *order START* dan *STOP*, indikasi pada CB, serta indikasi pada ketiga LED yang ada pada alat ini. Dengan demikian alat *test individual* CB 3 fasa 380 V siap untuk digunakan untuk mempermudah pemeliharaan CB 3 fasa 380 V di PLTU 4 Unit Pelaksana Pembangunan Belawan.

Selain pengujian *order START* dan *STOP* pada CB dengan kondisi yang baik, penulis juga melakukan percobaan dengan melakukan simulasi dengan cara melepas salah satu fasa pada *circuit breaker*. Dalam simulasi ini alur fasa L2 diputus setelah itu dilakukan pengujian mulai dari langkah seperti pada langkah 4 sampai dengan selesai. Dari percobaan ini maka hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 4.11 berikut.



(a)

(b)

**Gambar 4.11 (a) Indikasi *Off Disturb* Pada CB; (b) Led Phasa S Tidak Menyala**

*Sumber : Penulis, 2021*

Dari gambar di atas terlihat bahwa lampu indikator *OFF* dan *disturb* pada CB menyala yang menandakan adanya gangguan pada CB, serta lampu led hijau 2 atau jalur phasa S yang tidak menyala menunjukkan bahwa phasa S tidak mengeluarkan *output* tegangan, dalam kondisi ini harus dilakukan pemeliharaan lebih lanjut pada *circuit breaker* khususnya pada jalur phasa S. Setelah dilakukan pemeliharaan maka lakukan kembali pengujian seperti pada langkah 4 sampai dengan selesai.

Untuk keterangan hasil pengujian lebih lengkap dapat dilihat pada tabel berikut

:

**Tabel 4.3 Hasil Pengujian**

<i>Order Alat</i>	<b>Indikator Lampu LED Alat</b>			<b>Indikator LED CB</b>	<b>Status CB</b>
	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>		
<i>Start</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	Nyala <i>ON</i> /Merah	Normal Operasi
<i>Stop</i>	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	Nyala <i>OFF</i> /Hijau	Normal <i>Stand by</i>
Percobaan Gangguan	<i>ON</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	Nyala <i>OFF</i> /Hijau <i>Disturb</i> /Orange	Gangguan

*Sumber : Penulis, 2021*

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat bahwa dari setiap pengujian yang dilakukan pada *circuit breaker* akan didapat kan indikasi dengan hasil yang berbeda yang akan menentukan status dan kondisi dari *circuit breaker* yang diuji.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan dan pengujian pada CB 3 fasa 380 V dengan alat *individual test* CB yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancangan pada alat *individual test* CB 3 fasa 380 V telah sesuai dengan kebutuhan pada proses pengujian CB 3 fasa 380 V yang ada di PLTU 4 Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.
2. Pengujian menggunakan alat *individual test* CB 3 fasa 380 V dapat menguji dan memastikan kesiapan dari CB 3 fasa 380 V dalam keadaan *stand by* di PLTU 4 Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.
3. Pengujian menggunakan alat *individual test* CB 3 fasa 380 V dengan simulasi pengoperasian CB 3 fasa 380 V secara langsung dapat memberikan hasil yang lebih efektif dibandingkan dengan pengujian hanya dengan menggunakan Multitester.

#### 5.2 Saran

Dalam pembahasan pada skripsi penulis ini tentunya masih banyak kekurangan dalam segi tulisan dan juga dalam pelaksanaan observasi di lapangan. Dari kekurangan ini penulis harapkan untuk dapat diperbaiki ataupun dapat dikembangkan lagi untuk pembahasan selanjutnya.

Untuk kesempurnaan dari pembahasan pada skripsi ini penulis memiliki

beberapa saran sebagai berikut :

1. Diharapkan kedepannya dapat dikembangkan alat test untuk semua tipe *Circuit Breaker* 380 V.
2. Dapat memberikan hasil pengujian yang lebih akurat dengan menambahkan parameter uji lainnya.
3. Pekerjaan pengujian dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efisien.
4. Dalam melakukan pengujian harus didampingi rekan yang juga memiliki kompetensi terkait pemeliharaan *Circuit Breaker* 380 V.
5. Demikian yang dapat penulis uraikan terkait kesimpulan dan saran dari penulis pada skripsi ini, sekiranya dapat menjadi refrensi untuk pembahasan lanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Basri, Irma Yulia dan Dedy Irfan. (2018). *KOMPONEN ELEKTRONIKA*. Padang: SUKABINA Press.
- Bloche, Richard. (2004). *DASAR ELEKTRONIKA*. Yogyakarta: ANDI.
- Firdaus, Fauzan, dkk. (2018). *RANCANG BANGUN SISTEM EMERGENCY ENERGI LISTRIK UNTUK KONSUMEN RUMAH TANGGA GOLONGAN RI*. *JuTEkS*, Vol. 5, No. 1, April 2018, 1-9.
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu (Vol. 2, No. 1, pp. 190-195).
- Permata, Endi dan Dimas Aditama. (2020). *Sistem Kendali On/Off Circuit Breaker 150 kV AD20 Tipe 8DN2 di PT. Krakatau Daya Listrik . Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*, 1-9.
- PT.PLN (PERSERO) Unit Pendidikan dan Pelatihan. (2009). *Basic Transformer*. Suralaya.
- PT.PLN (PERSERO) Unit Pendidikan dan Pelatihan. (2011). *Pemeliharaan Listrik PLTU*. Suralaya.
- PT.PLN (PERSERO) Unit Pendidikan dan Pelatihan. (2018). *Pemeliharaan Listrik PLTU*. Suralaya.
- Putri, M., Wibowo, P., Aryza, S., & Utama Siahaan, A. P. Rusiadi.(2018). An implementation of a filter design passive lc in reduce a current harmonisa. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(7), 867-873.
- Rahmaniar, R. (2019). *Model flash-nr Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Padang)*.
- Surjono, Herman Dwi. (2007). *ELEKTRONIKA : TEORI DAN PENERAPAN*. Jember: Cerdas Ulet Kreatif.



