



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transformator

Transformator adalah alat yang berfungsi untuk mentransformasikan atau memindahkan, dalam hal ini tentu saja yang dipindahkan adalah arus dan tegangan, Contohnya yaitu untuk mengubah tegangan dari 220 V ke tegangan yang lebih kecil menjadi 12 V.

Untuk peralatan listrik rumahan seperti kulkas, mesin cuci, setrika tegangan kerjanya adalah 220 V sehingga sesuai dengan tegangan pada PLN.

Tetapi untuk peralatan kecil seperti charger handphone, tablet atau iPad memiliki tegangan kerja yang kecil misalnya 12 volt sampai dengan 24 volt sehingga perlu diturunkan dengan trafo. Contoh gambar dari transformator daya dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2. 1 Transformator daya

Fungsi transformator sangat penting apalagi untuk harus kuat misalnya pada proses distribusi listrik PLN yang bersumber dari pembangkit listrik disalurkan ke gardu listrik sampai akhirnya sampai ke rumah pengguna listrik atau pelanggan.



Prinsip kerja transformator

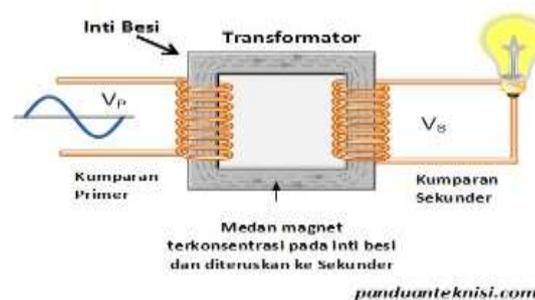
Sebuah transformator bekerja dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik sesuai hukum Faraday dan hukum Lorentz.

Hukum Faraday

Gaya listrik yang melalui garis lengkung tertutup berbanding lurus dengan perubahan arus induksi persatuan waktu pada garis lengkung tersebut, sehingga apabila ada suatu arus yang melalui sebuah kumparan maka akan timbul medan magnet pada kumparan tersebut.

Hukum Lorentz

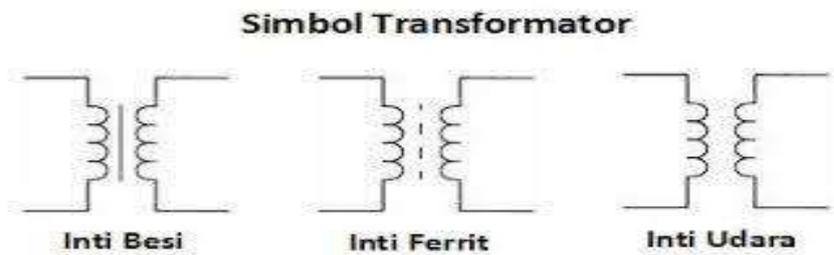
Arus bolak balik (AC) yang beredar mengelilingi inti besi mengakibatkan inti besi tersebut berubah menjadi magnet apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu lilitan maka lilitan tersebut akan memiliki perbedaan tegangan pada kedua ujung lilitannya. Sesuai hukum Lorentz maka pada saat kumparan primer diberi arus tegangan AC maka akan menimbulkan medan magnet pada inti trafo yang besarnya tergantung dari besar arus listrik yang diberikan. Medan magnet yang terbentuk ini menjadi semakin kuat dengan adanya inti besi dan menghantarkan medan magnet ke bagian kumparan sekunder sehingga pada pembagian sekunder akan timbul induksi gaya gerak listrik yang sebenarnya merupakan pelimpahan daya dari sisi primer trafo. Hukum Lawrence ini juga yang menjelaskan Bagaimana prinsip kerja trafo *step up* dan *step down*. Untuk pemahaman yang lebih mudah bisa memperhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 2. 2 Kumparan dan lilitan di Transformator Daya



Cara kerja transformator seperti ini tidak beda jauh dengan motor listrik, perbedaannya adalah pada motor listrik terjadi perubahan tenaga listrik menjadi medan magnet lalu diubah ke energi kinetik atau gerak. Inti besi trafo yang biasa disebut *core* adalah berupa lempengan logam yang disusun berbentuk E dan I berlapis-lapis yang membentuk seperti inti trafo, fungsinya yaitu supaya mempermudah jalannya medan magnet serta untuk menyalurkan suhu panas dari kabel tembaga ke bagian inti logam. Karena jenis-jenis transformator sangat banyak maka sebenarnya simbol transformator atau lambang digunakan circuit juga sangat bervariasi, namun di bawah ini ditampilkan yang paling sering digunakan khususnya berdasarkan jenis inti yang digunakan. Simbol transformator tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Simbol Transformator

2.1.1 Jenis-jenis Transformator

Jenis-jenis Transformator yang biasa digunakan pada distribusi adalah :

1. Transformator Step Up
2. Transformator Step Down
3. Autotransformator
4. Transformator daya

Transformator *step up* adalah jenis transformator yang jumlah lilitannya lebih banyak pada bagian *output* atau kumparan sekundernya. Jenis trafo ini



cenderung menghasilkan tegangan listrik yang lebih besar pada terminal *outputnya* dibanding tegangan yang masuk.

Tak heran jika trafo jenis ini kerap kali disebut sebagai trafo penaik tegangan. Meskipun tegangan di trafo ini naik, namun frekuensi dan daya listriknya konstan. Transformator *step up* menjadi salah satu jenis trafo yang banyak ditemui di berbagai rangkaian elektronika.

Transformator *step up* memiliki cara kerja dengan memanfaatkan induksi elektromagnetik sesuai dengan hukum Faraday dan hukum Lorentz. Cara kerja alat ini didasarkan pada proses induksi elektromagnetik yang terjadi pada kumparan primer. Terutama ketika bagian lilitannya diberi tegangan dengan arus listrik bolak-balik (AC). Semakin besar tegangan yang diberikan, maka induksi elektromagnetik yang dihasilkan kumparan pun demikian. Nantinya, induksi elektromagnetik bisa menyebabkan terjadinya proses flux magnet. Biasanya hal tersebut terjadi pada inti trafo yang selanjutnya menginduksikan kumparan sekunder sehingga terjadi GGL (Gaya Gerak Listrik). Biasanya, daya yang dialirkan pada kumparan primer akan diteruskan ke kumparan sekunder di dalam suatu rangkaian.

Agar bisa mengalirkan daya listrik yang besar sampai satuan Mega watt, dibutuhkan penghantar kabel tembaga yang besar pula. Semakin besar kabel penghantar, biaya yang harus dikeluarkan untuk mengalirkan arus listrik pun tidak sedikit. Oleh karena itu, arus listrik dibuat bolak-balik (AC) agar proses distribusi arus listrik lebih merata dan efisien. Jika kabel penghantar kecil, maka arus listrik yang dialirkan pun kecil. Dalam kondisi ini, tegangan listrik harus dinaikkan. Hal ini sesuai dengan rumus daya sebagai berikut :



$$P = V \times I$$

Dimana :

P: Daya (Watt)

V: Tegangan (Volt)

I: Arus listrik (Ampere)

Sementara itu, rumus yang digunakan untuk menghitung jumlah lilitan pada transformator adalah sebagai berikut:

$$N_p/N_s = V_p/V_s \text{ Atau } N_s = N_p \times (V_s/V_p)$$

Di mana :

N_p : Jumlah lilitan primer

N_s : Jumlah lilitan sekunder

V_p : Tegangan primer

V_s : Tegangan sekunder

Transformator *step down* mempunyai lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga memiliki fungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC. Transformator jenis ini terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah.

Transformer bekerja pada prinsip “hukum induksi elektromagnetik Faraday”. Faraday menyatakan “Ketika fluks magnetik yang menghubungkan suatu perubahan sirkuit, gaya gerak listrik yang diinduksi dalam rangkaian sedang proporsional dengan laju perubahan dalam hubungan fluks”.

Tindakan transmisi dalam transformator dilakukan dengan saling induksi antar belitan. Jumlah belitan dalam belitan primer dan sekunder masing-masing



menentukan Gaya Motif Elektro yang diinduksi antara dua belitan dan rasio ini disebut sebagai Rasio Putar.

Autotransformator juga termasuk dalam jenis-jenis transformator. Jenis trafo satu ini hanya memiliki satu buah lilitan yang terhubung dengan listrik yang disadap di tengah. Dengan demikian, sebagian yang merupakan lilitan primer, juga sekaligus menjadi lilitan sekunder.

Arus yang ada pada lilitan sekunder tidak sejalan dengan arus lain, yakni primer. Bahkan hingga untuk biaya energinya mampu dibuat menggunakan kawat tipis jika dibandingkan dengan transformator biasa.

Transformator daya adalah komponen dalam bidang elektronika (kelistrikan) yang berguna untuk memindahkan energi listrik di antara 2 buah rangkaian listrik maupun lebih melalui proses induksi elektromagnetik. Pada dasarnya, trafo dipakai sebagai pengganti taraf tegangan suatu AC menuju taraf lainnya. Penggantian taraf yang dimaksud yakni dengan menaikkan tegangan, misalnya dari 110 VAC menuju 220 VAC maupun menurunkan tegangan, sebagai contoh dari 220 VAC menuju 12 VAC. Perlu Anda pahami, perlengkapan yang satu ini hanya bisa dioperasikan pada tegangan dengan tipe arus bolak-balik, atau yang lebih disebut sebagai tegangan AC. Transformator dalam bahasa sehari-hari sering kita kenal dengan nama Trafo.

2.1.2 Bagian-bagian Transformator daya

Berikut ini adalah bagian-bagian dari transformator daya :

- Inti Besi
- Kumparan Trafo
- Minyak Trafo
- Bushing
- Tangki Konservator
- Komponen Pendukung

Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi, dan hal ini timbul karena adanya arus listrik yang melalui kumparan. Serta inti besi terbuat dari



lempengan besi tipis yang berisolasi, guna untuk mengurangi panas pada inti besi tersebut.

Kumparan trafo adalah sebuah lilitan kawat berisolasi yang membentuk kumparan. Kumparan tersebut terdiri atas kumparan primer dan sekunder yang sudah diisolasi dengan baik, dan kumparan tersebut nantinya menjadi alat transformasi tegangan dan arus.

Minyak trafo berfungsi sebagai bahan isolasi dan media pendingin dari transformator itu sendiri.

Bushing Hubungan antara kumparan trafo ke jaringan luar melalui sebuah bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki trafo.

Tangki Konservator Berfungsi untuk menampung minyak cadangan dan uap/udara yang di sebabkan oleh pemanasan trafo karena arus beban. Oleh sebab itulah dipasang *silica gel*, guna untuk menyerap kelembapan udara.

Ada beberapa komponen pendukung yang ada pada transformator seperti relay buchol, pressure relief valve untuk pengaman, juga ada komponen indikasi seperti thermometer untuk temperature gauge trafo, juga level sensor untuk ketinggian oli.

Adapun peralatan bantu dari transformator daya :

- Pendingin
- Tap charger / perubahan tap
- Indikator

Pada inti besi dan kumparan kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi besi dan rugi rugi tembaga titik Bila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, akan merusak isolasi transformator, maka untuk mengurangi adanya kenaikan suhu yang berlebihan tersebut pada transformator perlu juga dilengkapi dengan sistem pendingin yang berfungsi untuk menyalurkan panas keluar transformator.



Media yang digunakan pada sistem pendingin dapat berupa gas, udara, minyak dan air. Sistem pengalirannya atau sirkulasi dapat dengan cara :

1. Alamiah atau natural.
2. Tekanan atau paksa.

Tap charger adalah perubahan perbandingan transformator untuk mendapatkan tegangan operasi sekunder sesuai yang diinginkan dari tegangan jaringan atau primer yang berubah-ubah. Tap charger dapat dilakukan baik dalam keadaan berbeban (on-Load) atau dalam keadaan tak terbeban (Off-Load). Dan tergantung jenisnya.

Permukaan minyak transformator akan selalu bersinggungan dengan udara luar yang menurunkan nilai Tegangan tembus pada minyak transformator, maka untuk mencegah hal tersebut, pada ujung pipa penghubung udara luar dilengkapi tabung berisi kristal zat hygroscopis.

Untuk mengawasi selama transformator beroperasi, maka perlu adanya indikator yang dipasang pada transformator titik indikator tersebut adalah sebagai berikut.

- Indikator suhu minyak.
- Indikator permukaan minyak.
- Indikator sistem pendingin.
- Indikator kedudukan tap dan sebagainya.

Berikut ini adalah peralatan Proteksi pada transformator :

- Rele Bucholz
- Rele tekanan lebih
- Rele Diferensial



- Rele arus lebih
- Rele tangki tanah
- Rele hubung tanah
- Rele Thermis

Rele (relay) *Bucholz* adalah berfungsi mendeteksi dan mengamankan terhadap gangguan transformator yang menimbulkan gas. Timbulnya gas dapat diakibatkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah:

- Hubung singkat antar lilitan pada atau dalam phasa
- Hubung singkat antar phasa
- Hubung singkat antar phasa ke tanah
- Busur api listrik antar laminasi
- Busur api listrik karena kontak yang kurang baik.

Pengaman tekanan lebih, alat ini berupa membran yang terbuat dari kaca, plastik, tembaga atau katup berpegas, sebagai pengaman tangki transformator terhadap kenaikan tekan gas yang timbul di dalam tangki yang akan pecah pada tekanan tertentu dan kekuatannya lebih rendah dari kekuatan tangki transformator.

Rele ini berfungsi hampir sama seperti Rele *Bucholz*. Fungsinya adalah mengamankan terhadap gangguan di dalam transformator. Bedanya rele ini hanya bekerja oleh kenaikan tekanan gas yang tiba-tiba dan langsung mentriapkan pemutus tenaga (PMT).

Berfungsi mengamankan transformator terhadap gangguan di dalam transformator, antara lain adalah kejadian *flash over* antara kumparan dengan kumparan atau kumparan dengan tangki atau belitan dengan belitan di dalam kumparan ataupun beda kumparan.

Berfungsi mengamankan transformator arus yang melebihi dari arus yang diperkenankan lewat dari transformator tersbut dan arus lebih ini dapat terjadi oleh karena beban lebih atau gangguan hubung singkat.



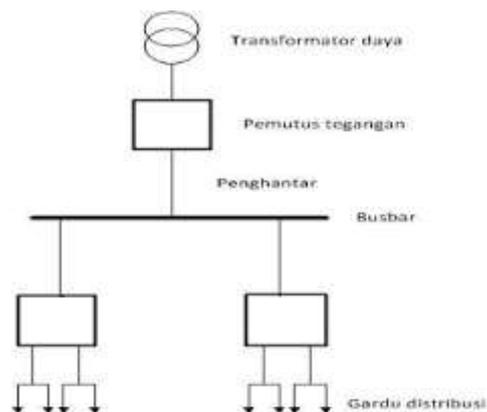
Alat ini berfungsi untuk mengamankan transformator bila ada hubung singkat antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan pada transformator.

Fungsi alat ini adalah untuk mengamankan transformator jika terjadi gangguan hubung singkat satu phasa ke tanah.

Alat ini berfungsi untuk mencegah/mengamankan transformator dari kerusakan isolasi pada kumparan, akibat adanya panas lebih yang ditimbulkan oleh arus lebih. Besaran yang diukur di dalam rele ini adalah kenaikan temperatur.

2.3 Jaringan sistem distribusi primer

Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu induk distribusi ke pusat-pusat beban. Sistem ini dapat menggunakan saluran udara kabel udara, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat kendala yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan disuplai tenaga listrik sampai ke pusat beban. Jaringan Radial, jaringan hantaran penghubung (Tie Line) , jaringan lingkaran (Loop) , jaringan spindel dan sistem gugus dan kluster

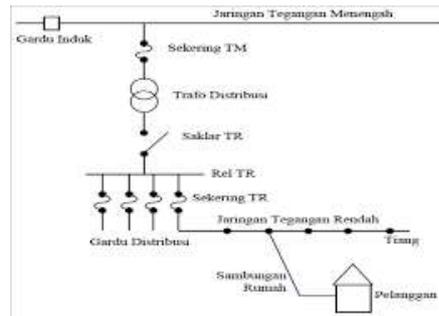


Gambar 2. 4 Diagram Distribusi Primer



2.4 Jaringan Sistem Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder seperti pada gambar di bawah ini merupakan salah satu bagian dalam sistem distribusi, yaitu mulai dari gardu trafo sampai dengan pemakaian akhir atau konsumen.



Gambar 2. 5 Diagram Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem Radial titik sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi.

Melihat letaknya, sistem distribusi ini merupakan bagian yang langsung berhubungan dengan konsumen, jadi sistem ini berfungsi menerima daya listrik dari sumber daya atau trafo distribusi, juga akan mengirimkan serta mendistribusikan daya tersebut ke konsumen. Mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen maka kualitas listrik selayaknya harus sangat diperhatikan. Sistem penyaluran daya listrik pada jaringan tegangan rendah dapat dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut:

1. Saluran udara tegangan rendah (SUTR) jenis penghantar yang dipakai adalah kabel telanjang atau tanpa isolasi seperti kabel AAAC, Kabel ACSR
2. Saluran kabel udara tegangan rendah (SKUTR) jenis penghantar yang dipakai adalah kabel berisolasi seperti kabel LVTC (Low Voltage Twisted Cable). Ukuran kabel ini adalah: 2x16mm², 4x25mm², 3x35mm², 3x50mm², 3x70mm².



Menurut SPLN nomor 3 tahun 1987, jaringan tegangan rendah adalah jaringan tegangan rendah yang mencakup seluruh bagian jaringan beserta perlengkapannya, dari sumber penyaluran tegangan rendah sampai dengan alat pembatas atau pengukur. Sedangkan STR (saluran tegangan rendah) ialah bagian JTR tidak termasuk sambungan pelayanan (Bagian yang menghubungkan STR dengan alat pembatas atau pengukur).

2.5 Gardu Distribusi

Pengertian umum gardu distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi perlengkapan hubung bagi tegangan menengah (PHB-TM), transformator distribusi (TD), dan perlengkapan hubung bagi tegangan rendah (PHB-TR), untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan tegangan menengah (TM 20 KV) maupun tegangan rendah (TR 220/380V). Konstruksi gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya terhadap maksud dan tujuan penggunaannya.

Secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas:

1. Jenis pemasangan

- Gardu padang luar : Gardu portal, Gardu cantol
- Gardu pasang dalam : Gardu beton, Gardu kios

2. Jenis konstruksinya

- Gardu Beton (Bangunan sipil : batu, beton)
- Gardu tiang : Gardu portal dan gardu cantol
- Gardu kios

3. Jenis penggunaannya

- Gardu pelanggan umum
- Gardu pelanggan khusus



Khusus pengertian gardu hubung adalah garis yang ditunjukkan untuk memudahkan manuver pembebanan dari satu penyulang ke penyulang lain yang dapat dilengkapi atau tidak dilengkapi RTU (Remote Terminal Unit). Untuk fasilitas ini lazimnya dilengkapi fasilitas DC supply dari trafo distribusi pemakaian sendiri atau trafo distribusi untuk umum yang diletakkan dalam satu kesatuan.

2.6 Arus Beban penuh Transformator

Daya transformator 3 fasa Bila ditinjau dari sisi Tegangan Tinggi (primer) maupun tegangan rendah (sekunder) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

Di mana :

S = daya transformator (KVA)

V = tegangan Sisi primer transformator (KV)

I_H = arus jala-jala (A)

Sehingga untuk menghitung arus beban penuh atau full load dapat menggunakan rumus :

$$I_{FL} = \frac{S/\sqrt{3} \cdot V}$$

Di mana :

I_{FL} : Arus beban penuh (A)

S : Daya Transformator

V : tegangan Sisi sekunder transformator (KV)

2.7 Losses atau rugi rugi akibat adanya arus sakral pada penghantar Netral transformator



Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo fasa (R, S, T) Mengalirlah harus di Netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar Netral trafo ini menyebabkan losses atau rugi rugi. Losses pada penghantar Netral trafo ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N$$

Di mana:

P_N = losses pada penghantar Netral trafo (**watt**)

I_N = arus yang mengalir pada Netral trafo (**A**)

R_N = tahanan penghantar Netral trafo atau beban (**ohm**)

Sedangkan losses yang diakibatkan karena arus netralnya mengalir ke tanah atau ground dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$P_G = I_G^2 \cdot R_G$$

Dimana :

P_G = losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah (**watt**)

I_G = arus netral yang mengalir ke tanah (**A**)

R_G = tahanan pembumian Netral trafo (**ohm**)

2.8 Box PHB-TR

Apa itu Phbtr? Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (**PHB-TR**) merupakan perangkat yang digunakan sebagai penghubung, pengaman, dan pembagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik ke pelanggan.

2.8.1 Fungsi PHB-TR

Fungsi atau kegunaan PHB TR adalah sebagai penghubung dan pembagi atau pendistribusian tenaga listrik dari output trafo sisi tegangan rendah TR ke Relpembagi dan diteruskan ke Jaringan Tegangan Rendah (JTR) melalui kabel jurusan (Opstyg Cable) yang diamankan oleh NH Fuse jurusan



masing-masing. Perlengkapan Hubung Bagi jaringan distribusi tegangan rendah, PUIL mensyaratkan sebagai berikut: Pada jaringan distribusi tegangan rendah, PHB-TR berfungsi sebagai titik pencabangan jaringan dan sambungan pelayanan. Instalasi PHB-TR pasangan luar dan pasangan dalam harus memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan lingkungan, persyaratan teknis listrik dan mekanis, serta harus dilindungi dari kemungkinan kerusakan mekanis. Pada setiap unit PHB-TR harus mempunyai peralatan minimal; Satu sakelar masuk pada sirkit masuk, Satu proteksi arus pada sirkit keluar atau kombinasi proteksi dan sakelar (MCB atau MCCB). Arus minimal sakelar masuk minimal sama besar dengan arus nominal penghantar masuk atau arus maksimal beban penuh. Besar arus yang mengalir pada rel harus diperhitungkan sesuai kemampuan rel, temperature ruang dan kerja tidak boleh melebihi 65°C. Pemasangan rel telanjang harus sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan jarak $5 \text{ cm} + 2/3 \text{ kV}$ dari system tegangan nominal

PHB-TR adalah suatu perlengkapan listrik yang berfungsi sebagai pengendali, penghubung dan melindungi, serta membagi tenaga dari sumber tenaga listrik ke suatu beban atau pemakai. Untuk instrument ukur indicator, terminasi, PHB-TR diisyaratkan sebagai berikut:

1. Harus dipasang paling sedikit instrument indikator dengan warna yang sesuai.
2. Panel PHB-TR utama pada gardu distribusi (GTT) harus dipasang instrument ukur minimal Volt meter dan Ampere meter.
3. Instrument indicator harus disambung pada sirkit masuk sebelum saklar masuk.
4. Sambungan sirkit pada PHB harus memakai sepatu kabel yang sesuai dengan jenis metalnya dan ukuran penghantar serta harus dijepit/dipress pada penghantar, KHA terminal sepatu kabel harus minimum sama dengan kemampuan sakelar dari sirkit yang bersangkutan rangkaian.



5. Pemegang kabel harus dapat memikul gaya berat, gaya tekan dan gayatarik, sehingga gaya tersebut tidak akan langsung dipikul oleh gawai listriklain.

Adapun komponen dalam PHB-TR adalah:

1. saklar utama
2. rel tembaga atau rel jurusan
3. NH-Fuse jurusan

NH Fuse pelat lebur dari perak dengan campuran beberapa logam lain, antarlain timbel, seng, dan tembaga. Untuk pelat lebur digunakan perak, karena logam ini hampir tidak mengoksid, dan daya hantarnya tinggi. Jadi pelatnya bisa sekecil mungkin, sehingga kalau pelatnya menjadi lebur, tidak akan timbul banyak uap. Dengan demikian kemungkinan terjadinya ledakan juga lebih kecil

2.8.2 Komponen-Komponen PHB-TR

Pada dasarnya jenis komponen yang dipasang disesuaikan dengan keperluan. Standar komponen menurut SPLN 118-3-1:1996 adalah sebagai berikut:

A. Untuk PHB TR Pasangan Dalam:

- 1) Satu unit masukan 400 A – 2000 A
- 2) Sistem busbar 400 A - 2000 A
- 3) Empat unit keluaran utama (dapat dimodifikasi menjadi delapan saluran keluaran)
- 4) Satu keluaran untuk penerangan gardu distribusi
- 5) Satu keluaran untuk penerangan umum
- 6) Satu keluaran untuk lampu indikator hubung singkat
- 7) Tiga amperemeter kebutuhan maksimum dan trafo arus 600- 800-1200-2000 A/5A



Catatan: Harus sesuai untuk pemasangan di atas lantai dan dinding beton/tembok

B. Untuk PHB TR Pasangan Luar:

- 1) Satu unit masukan 250 A atau 500 A
- 2) Sistem busbar 250 A atau 500 A
- 3) Empat unit keluaran utama
- 4) Satu keluaran untuk penerangan panel
- 5) Satu keluaran untuk penerangan umum
- 6) Tiga amperemeter kebutuhan maksimum dan trafo arus 250 / 5A

Catatan: Harus dengan kabinet yang kedap air dan rayap maupun bintangbintang kecil dapat masuk ke dalamnya



2.8.3 Menghitung Arus NH Fuse

Berikut adalah rumus menghitung arus NH Fuse

$$I_n = \frac{\text{Kapasitas trafo (Volt Ampere)}}{\sqrt{3} \times \text{Tegangan fasa-fasa (Volt)}} \quad (1)$$

$$\text{Arus tiap jurusan} = \frac{I_n \text{ (Ampere)}}{\sum \text{jurusan di PHB TR}} \quad (2)$$

Catatan : Faktor kali 0,9 adalah factor keamanan untuk beban trafo KHA NH Fuse untuk daya trafo dan jurusan dapat dilihat tabel di bawah ini: (Beban = 90%).

No	DAYA TRAFO (KVA)	NH FUSE (AMP), $V_{ph-ph} = 400$ volt							
		JUMLAH JURUSAN							
		1	2	3	4	5	6	7	
1	100	120	60						
2	200	250	120	85	65				
3	315	400	200	135	100				
4	400	510	250	170	125	100	85		
5	630	800	400	275	200	160	135	110	

Tabel 2. 1 KHA NH Fuse Tabel 2. 1 KHA NH Fuse

2.8.4 Perlengkapan / Komponen PHB TR



Gambar 2. 6 Bagian PHB-TR



PBH TR dapat dijumpai pada suatu gardu distribusi, baik itu gardu portal, gardu cantol, gardu beton, gardu mobil maupun gardu kios. Di dalam panel hubung bagi tegangan rendah terdapat beberapa perlengkapan atau komponen yang memiliki peran dan fungsi masing-masing. Berikut ini merupakan perlengkapan atau komponen dan bagian-bagian yang ada pada Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB TR) yang ada di Gardu Distribusi.

1. Kerangka



Gambar 2. 7 Kerangka PHB-TR

Kerangka merupakan box panel listrik yang berfungsi melindungi dan sebagai tempat peletakan semua komponen / perlengkapan di dalamnya. Panel ini terbuat dari benda logam anti karat yang dilengkapi dengan kunci pintu agar aman dari tindakan pencurian.

2. Saklar Utama



Gambar 2. 8 Saklar Utama



Saklar Utama berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik dari output transformator menuju rel tembaga (untuk pembagian jurusan) yang nantinya akan diteruskan ke jaringan tegangan rendah. Saklar utama ini berbentuk seperti tuas (pegangan) yang dapat dioperasikan dengan cara mengarahkannya ke kiri atau ke kanan.

3. NH / NT Fuse



Gambar 2. 9 NH Fuse

NH atau NT fuse merupakan alat proteksi (pengaman) yang ada di dalam PHB TR. NH Fuse akan bekerja dengan cara melebur apabila nilai arus melewati batas maksimum NH fuse yang terpasang, akibat adanya gangguan. Apabila NH fuse melebur maka aliran listrik yang terhubung ke JTR terputus.

4. Rel Tembaga



Gambar 2. 10 Rel Tembaga



Rel Tembaga pada PHB TR berfungsi untuk menghubungkan sirkit utama (saklar utama) ke beberapa jurusan. Ada 3 rel tembaga untuk fasa dan 1 rel untuk netral. Output dari saklar utama dihubungkan dengan rel tembaga ini.

5. Alat Ukur Arus (I) dan Tegangan (V)



Gambar 2. 11 Alat Ukur Arus dan Tegangan

PHB TR yang modern telah dilengkapi dengan alat ukur arus dan tegangan yang memudahkan teknisi listrik untuk mengetahui nilai besaran arus dan tegangannya. Alat ukur ini terpasang pada bagian dalam panel.

6. Sistem Pentanahan (Grounding)

PHB TR dilengkapi dengan terminal pentanahan yang dihubungkan dengan sistem pentanahan yang telah terpasang baik. Selain itu ada sistem pentanahan yang terhubung ke body panel sehingga arus listrik yang bocor ke Body diteruskan ke tanah / bumi.

7. Lampu Indikator



Gambar 2. 12 Lampu Indikator



Lampu indikator / kontrol pada PHB TR berfungsi sebagai penanda adanya tegangan pada fasa R, S dan T. Lampu ini dipasang di pintu panel agar dapat memudahkan teknisi PLN mengetahui apakah setiap Fasa masih ada tegangan atau tidak.

8. Komponen Pendukung

Suatu PHB TR modern dilengkapi dengan beberapa komponen pendukung seperti lampu penerangan di dalam panel yang memberikan penerangan teknisi untuk melihat kondisi di dalam panel saat malam hari.

Selain itu ada terminal kotak kontak yang dapat digunakan oleh teknisi sebagai sumber listrik. Terdapat juga MCB (miniatur circuit breaker) yang berfungsi sebagai alat proteksi dari komponen seperti lampu, alat ukur, dan kotak kontak tadi.

Jadi itulah penjelasan mengenai pengertian panel hubung bagi tegangan rendah (PHB TR), fungsi PHB TR, perlengkapan atau komponen yang ada pada PHB TR dan bagian-bagian PHB TR. Semoga materi ini dapat menambah ilmu dan wawasan kalian, sekian dan terima kasih.

2.9 NH-Fuse

Fuse adalah komponen pengaman yang berfungsi sebagai pengaman arus lebih dan hubung singkat. Sebenarnya **NH Fuse** memiliki **fungsi** yang sama dengan **fuse** lainnya, yang membedakan hanya pada kapasitasnya, **NH Fuse** dapat digunakan untuk tegangan menengah atau untuk pengaman arus yang besar

2.9.1 Cara Memilih NT Fuse / NH Fuse dan Holder Fuse.

NT Fuse / NH Fuse terdiri dari tabung keramik berbentuk kotak dengan batangan metal / blade terminal di kedua ujungnya. NT Fuse / NH Fuse memiliki beragam ukuran size dan rating ampere yang berbeda.

Berdasarkan dimensi fisiknya, NT Fuse / NH Fuse dibagi menjadi 6 size ukuran :



Ukuran Size	Estimasi Dimensi (PxLxT)
Size 00	80 x 28 x 57 mm
Size 0	125 x 37 x 56 mm
Size 1	129 x 46 x 62 mm
Size 2	151 x 56 x 70 mm
Size 3	147 x 65 x 85 mm
Size 4	204 x 82 x 108 mm

Tabel 2. 2 Pembagian NH Fuse / NT Fuse berdasarkan dimensi fisiknya

Pembagian NH Fuse / NT Fuse berdasarkan rating ampere:

Ukuran Size	Pilihan Rating Ampere
Size 00	16 Ampere s/d 160 Ampere
Size 0	35 Ampere s/d 160 Ampere
Size 1	50 Ampere s/d 250 Ampere
Size 2	250 Ampere s/d 400 Ampere
Size 3	425 Ampere s/d 630 Ampere
Size 4	800 Ampere s/d 1250 Ampere

Tabel 2. 3 Pembagian NH Fuse / NT Fuse berdasarkan rating ampere

Pada saat membeli NT fuse/NH Fuse, kita perlu menentukan ukuran size dan rating ampere yang diperlukan. Contoh: Apabila kita akan menggunakan NH Fuse / NT Fuse dengan rating 160 Ampere, maka kita dapat memilih size NH Fuse/NT Fuse size 00 - 160A, size 0 - 160A atau size 1 - 160A, sesuai dengan ruangan yang tersedia pada tempat pemasangannya.

Pilih NH Fuse yang terbuat dari material keramik yang baik dan blade terminal yang baik untuk pengamanan yang optimal. Material keramik yang baik (berwarna kecoklatan), memiliki daya tahan terhadap suhu panas yang lebih baik, sehingga lebih tahan lama. Demikian juga dengan blade terminal yang baik, akan membuat posisi dudukan lebih kuat dan aman pada saat pemasangan.



Holder fuse atau fuse base berfungsi sebagai kaki dudukan untuk NT Fuse / NH Fuse yang akan dipasang. Ukuran size NH Fuse / NT Fuse holder atau fuse base, ditentukan berdasarkan ukuran NT/NH Fuse yang digunakan. Contoh: Untuk memasang NT Fuse / NH Fuse size 00, perlu menggunakan fuse holder dudukan size 00 juga. Holder NT Fuse / NH Fuse juga dapat dipilih berdasarkan material fuse base holder tersebut. Pilihan Fuse base holder yang umum digunakan adalah fuse holder metal, fuse holder keramik atau dapat juga menggunakan fuse rail dan fuse rail disconnect.

2.10 Fuse Holder

Holder NH Fuse biasanya dipasang pada panel tenaga dengan tegangan menengah. Untuk memasang NH Fuse pada Holder diperlukan alat yang disebut Puller NH Fuse, yang berfungsi untuk mendorong NH Fuse agar dapat terpasang pada Holder.



Gambar 2. 13 Fuse Holder