

MODUL PRAKTIKUM
TEKNIK PESAWAT RADIOLOGI



PRODI DIII TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN GUNA BANGSA
YOGYAKARTA

2020

PENGESAHAN

Dibuat Oleh : **Tim Penyusun**

Diperiksa Oleh : **Ketua Program Studi
D3 Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi**



Alpha Olivia Hidayati, S.Si., M.P.H

Disahkan Oleh : **Ketua STIKES Guna Bangsa Yogyakarta**



dr. R. Soerjo Hadiojono, SpOG (K), DTRM & B(Ch)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas terselesainya penyusunan Modul Praktikum Teknik Pesawat Radiologi bagi mahasiswa Program Studi D3 Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi STIKES Guna Bangsa Yogyakarta.

Kami menyadari keterbatasan kemampuan maupun kesempatan dalam penyusunan buku panduan ini sehingga saran dan kritik yang membangun akan kami terima dengan senang hati. Semoga buku ini dapat memberikan petunjuk kepada mahasiswa agar dapat melaksanakan perkuliahan praktikum dengan baik dan benar.

Akhirnya kami ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga buku ini dapat terselesaikan.

Yogyakarta, Maret 2016
Tim Penyusun

VISI DAN MISI PROGRAM STUDI D3 TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI STIKES GUNA BANGSA YOGYAKARTA

Visi Program Studi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi:

Menjadi Program Studi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi yang unggul dengan pendekatan pelayanan komunitas di tingkat regional dan nasional sampai dengan tahun 2023.

Misi utama Program Studi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi STIKES Guna Bangsa Yogyakarta :

1. Menyelenggarakan pendidikan teknik radiodiagnostik dan radioterapi yang berintegritas, profesional dan unggul
2. Melaksanakan penelitian ilmiah khususnya di bidang Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi yang bermanfaat bagi masyarakat, pengembangan ilmu pengetahuan dan pembangunan
3. Melakukan pengabdian kepada masyarakat dengan mengaplikasikan ilmu pengetahuan, ketrampilan dan teknologi di bidang Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi dengan pendekatan berbasis komunitas.
4. Menjalinkan kerjasama dengan institusi pemerintah, swasta dan masyarakat baik nasional maupun internasional.

TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Mahasiswa menyiapkan diri 15 menit didepan laboratorium sebelum praktikum dimulai.
2. Mahasiswa yang terlambat 15 menit atau lebih tidak diijinkan mengikuti praktikum.
3. Setiap melakukan praktikum, di adakan pretast dengan materi yang akan di praktikimkan.
4. Mahasiswa tidak di perbolehkan bersenda gurau dan makan,minum selama kegiatan praktikim berlangsung.
5. Selama praktikum berlangsung,mahasiswa tidak di perbolehkan meninggalkan laboratorim tanpa seijin dosen
6. Mahasiswa diwajibkan harus membersihkan alat-alat yang dipergunakan setelah melaksanakan praktikum.
7. Bila mahasiswa merusak alat,diwajibkan mengganti alat tersebut.
8. Mahasiswa yang tidak mengikuti praktikum karena berhalangan hadir (sakit dan ijin) diwajibkan mengganti pada hari lain sesuai dengan jadwal yang telah dibuat.
9. Mahasiswa diwajibkan mengikuti praktikim 100% dari kegiatan praktikum.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
VISI MISI.....	iv
TATA TERTIB PRAKTIKUM.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
MODUL PRAKTIKUM I.....	1
MODUL PRAKTIKUM II.....	7

PETUNJUK PRAKTIKUM TEKNIK PESAWAT RADIOLOGI Modul Praktikum I

- | | |
|-----------------|----------------------------|
| 1. Materi Pokok | : Komponen Pesawat Sinar-X |
| 2. Sub materi | : Kolimator |
| 3. Semester | : 2 (dua) |
| 4. SKS | : 2 |
-

PENDAHULUAN

Kolimator merupakan salah satu instrumen dari pesawat sinar-X, yang berfungsi untuk pengaturan besarnya ukuran lapangan radiasi. Kolimator mempunyai beberapa komponen yaitu lampu kolimator, plat timbal pembentuk lapangan, meteran untuk mengukur jarak dari fokus ke detektor. Tombol untuk menghidupkan lampu kolimasi, pewaktu lampu dan filter aluminium.

Kolimator termasuk parameter utama, karena secara langsung mempengaruhi dosis radasi pasien dan menentukan kelayakan operasi pesawat sinar-X. Untuk itu berdasarkan perka Bapeten no 9 tahun 2011 pasal 5, kolimasi salah satu parameter yang harus di uji.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan :

- kolimator

Alat yang digunakan :

1. light meter atau Iluminasi meter
2. Kolimator test tool

Teori Singkat

Ada dua komponen kolimator yang harus di uji

1. Lampu : Iluminasi (kuat cahaya)
2. Bidang kolimasi : Selisih lapangan kolimasi dan lapangan berkas kolimasi

Tujuan Uji

Pengujian tingkat iluminasi bertujuan untuk memastikan bahwa lampu kolimator mempunyai kuat cahaya atau tingkat kecerahan yang cukup. Menurut standart yang berlaku kuat cahaya adalah ≥ 100 lux pada jarak fokus film 100 cm.

Pengujian kongruensi lapangan kolimasi dengan berkas radiasi dan ke tegak lurusan berkas radiasi. Tujuan adalah memastikan dalam batas yang dapat diterima bahwa bidang berkas sinar-X kongruen dengan bidang cahaya kolimasi.

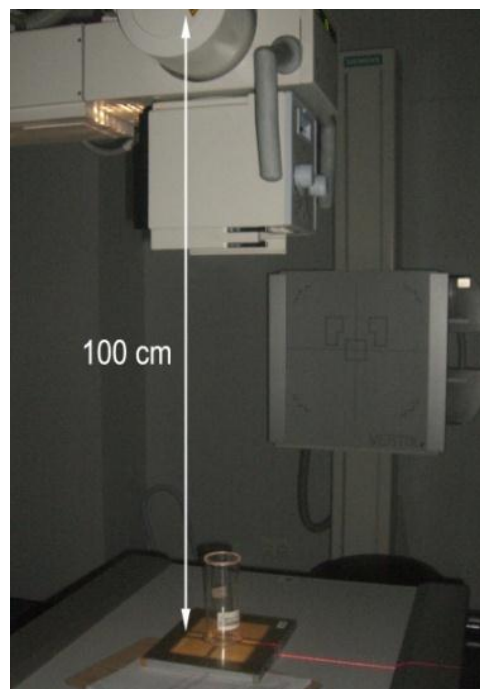


Gambar 1. Bentuk Kolimator

Metode Pengukuran

1. Uji Iluminasi

Untuk melakukan pengukuran iluminasi dilakukan dengan cara : kolimasi dibuka penuh dan nyalakan lampu kolimator pada jarak 100 cm dengan alat ukur. Ukur kuat cahaya tiap kuadran dari bidang kolimator untuk menentukan keseragaman intensitas cahaya. Catat iluminasi tiap kuadran dan hitung rata ratanya. Ukur kuat cahaya latar (*back ground*). Hitung tingkat iluminasi dengan mengurangkan kuat rata rata dengan latar. Selanjutnya hasilnya bandingkan dengan standart yang berlaku.



Gambar 2. Jarak ukur kolimator dengan alat ukur

2. Kongruensi Lapangan Kolimasi

Pengukuran lapangan kolimasi dan ketegak lurusan berkas radiasi dimaksudkan untuk memastikan dalam batas yang dapat diterima bahwa bidang berkas sinar-X kongruen dengan bidang cahaya kolimator.

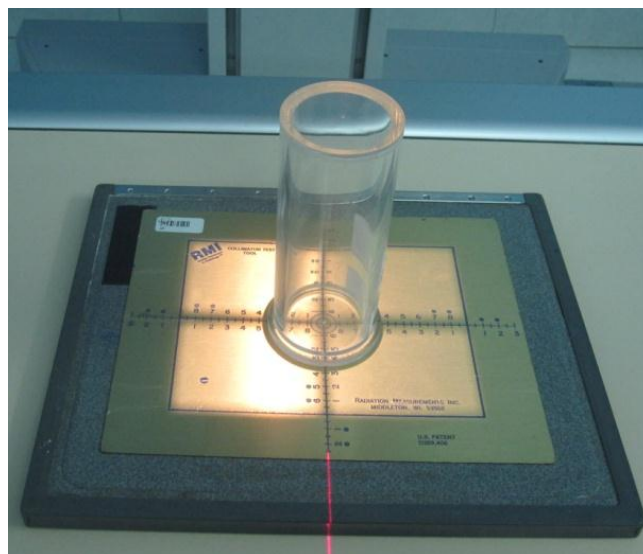
Berkas sinar-X bagian horizontal (Δx) dan vertikal (Δy) tidak boleh melebihi 2 % dari jarak focus ke bidang film dan total penyimpangan Δx dan Δy tidak boleh melebihi 3 % dari jarak fokus ke bidang film.

Metode Pengukuran

Alat ukur yang digunakan adalah colimator test tool, yang terdiri dari satu plat dengan garis berbentuk empat persegi panjang (rectangular) yang tidak tembus radiasi dan sebuah silinder dengan bola baja dibagian tengah, setiap dasarnya yang tidak tembus radiasi. Jika gambar yang ada di bola atas overlap dengan gambar yang ada di bola bawah, maka penyimpangan $\leq 0,50$, jika gambar dari bola atas ada pada lingkaran dalam, maka penyimpangannya = 1,50 dan untuk lingkaran terluar penyimpangan = 30.

Cara Pengukuran :

Meja pasien harus horizontal dan tegak lurus dengan tabung sinar-X, kolimator diatur sedemikian rupa sehingga bidang lampu kolimator sebangun dengan garis rectangular yang ada di plat. (lihat gambar 3). Kalau bidang lampu tidak sebangun dengan garis rectangular maka catat penyimpangannya. Kemudian dilakukan penyinaran dengan kondisi diatur pada nilai sekitar 50-60 kVp dan 3 – 8 mAs atau disesuaikan dengan kondisi pesawat sinar-X untuk penyinaran ekstrimitas. Interpretasi citra yang diperoleh dari film memberikan informasi nilai ketidaksesuaian dengan melihat garis rectangular sebagai identitas kolimasi dan berkas radiasi yang menembus film.



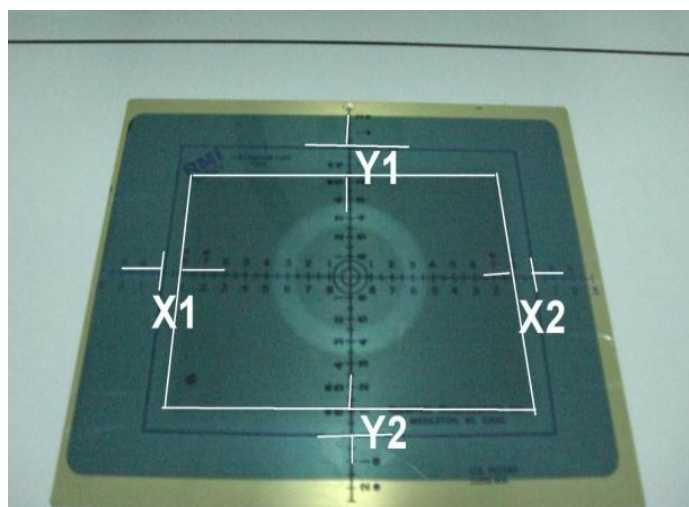
Gambar 3. Colimator Test Tool



Gambar 4. Pesawat sinar-X tetap, double tank dan meja diagnostik

Hasil uji kongruensi kolimasi

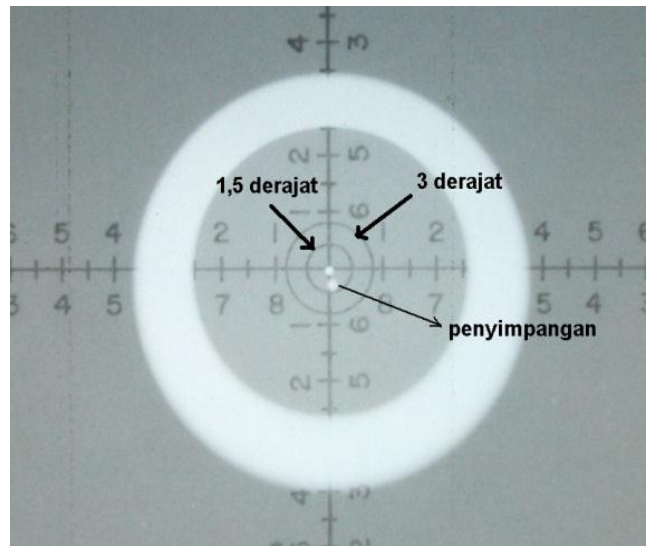
Sesuai dengan persyaratan, batas toleransi maksimum kongruensi kolimasi adalah $(X1+X2)$, $(Y1+Y2)$ tidak boleh lebih dari 2% jarak fokus – film dan $[(X1+X2) + (Y1+Y2)]$ tidak boleh lebih dari 3%. Apabila salah satu persyaratan nilainya melebihi batas toleransi tersebut maka berkas radiasi dinyatakan tidak kongruen dengan bidang lampu kolimator.



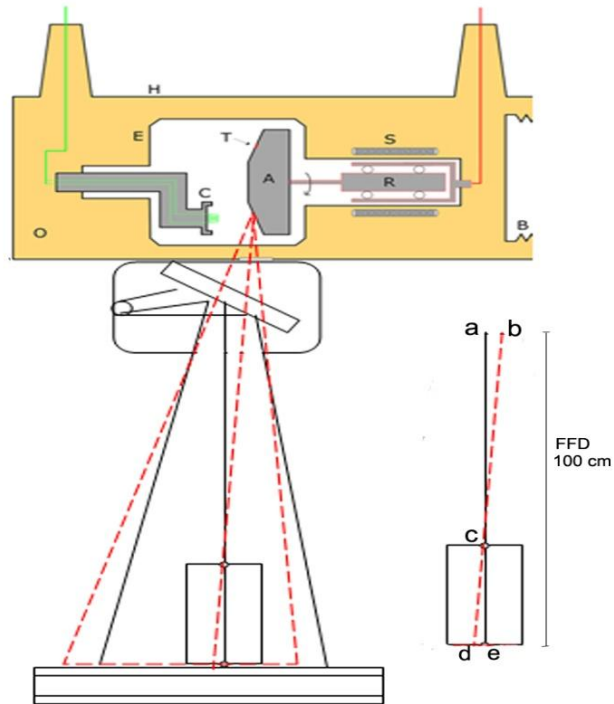
Gambar 5. Hasil uji kongruensi kolimasi

Penyimpangan ketegaklurusan berkas radiasi

Penyimpangan ketegaklurusan berkas seperti terlihat pada Gambar di atas dapat dihitung menggunakan persamaan , dengan r = panjang penyimpangan (cm), t = panjang silinder (cm), dan FFD = jarak fokus – film (cm). Kalau kita perhatikan mengenai prosedur pengujian kolimasi di atas, ada satu parameter yang tidak dipersyaratkan di Perka BAPETEN No. 9/2011, yaitu ketegaklurusan berkas radiasi.



Gambar 6. Penyimpangan ketidaklurusan berkas



Gambar 7. Penyimpangan ketegaklurusan berkas radiasi

Rumus : Penyimpangan berkas

$$\tan \theta = \frac{ab}{ae}$$

$$\frac{de}{ab} = \frac{ce}{ac} \rightarrow ab = \frac{de \times ac}{ce}$$

$$\tan \theta = \frac{de \times ac / ce}{ae} \rightarrow \tan \theta = \frac{de \times ac}{ae \times ce}$$

PETUNJUK PRAKTIKUM TEKNIK PESAWAT RADIOLOGI

Modul Praktikum II

- | | |
|-----------------|----------------------------------|
| 1. Materi Pokok | : Komponen Pesawat Sinar-X |
| 2. Sub materi | : High Tension Transformer (HTT) |
| 3. Semester | : 2 (dua) |
| 4. SKS | : 2 |
-

PENDAHULUAN

High Tension Transformer Merupakan sebuah transformator StepUp yang berfungsi untuk menaikkan tegangan dari sumber PLN ke tegangan yang lebih tinggi. Untuk tegangan pada pesawat sinar-X dibutuhkan puluhan hingga ratusan ribu volt atau dalam satuan kV (kilo Volt). Ini disebabkan tabung sinar-X membutuhkan tegangan tinggi untuk dapat dioperasikan.

Dasar Teori

KOMPONEN-KOMPONEN TRANSFORMER TEGANGAN TINGGI

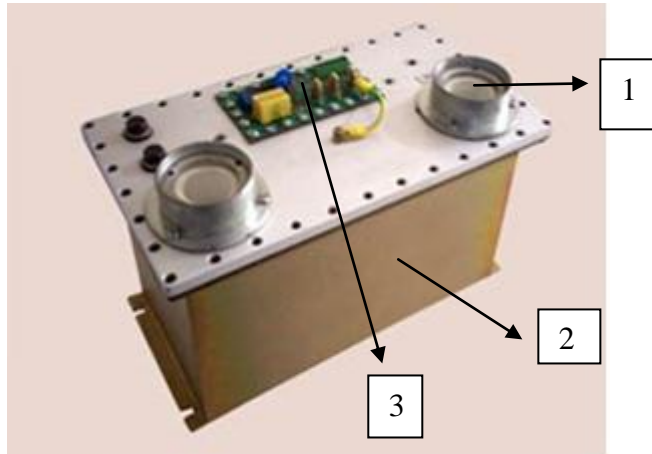
1. Inti Besi Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluks magnetik yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh Eddy Current.
2. Kumparan Transformator Kumparan transformator adalah beberapa lilitan kawat berisolasi yang membentuk suatu kumparan atau gulungan. Kumparan tersebut terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder yang diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap antar kumparan dengan isolasi padat seperti karton, pertinak dan lain lain. Kumparan tersebut sebagai alat transformasi tegangan dan arus.
3. Minyak Transformator Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator.
 - Sebagai bagian dari bahan isolasi, minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan
 - sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak diharapkan akan mampu melindungi transformator dari gangguan. Minyak transformator mempunyai unsur atau senyawa hidrokarbon yang terkandung adalah senyawa hidrokarbon parafinik, senyawa hidrokarbon naftenik dan senyawa hidrokarbon aromatik. Selain ketiga senyawa tersebut, minyak transformator masih mengandung senyawa yang disebut zat aditif meskipun kandungannya sangat kecil.
4. Bushing Hubungan antara kumparan transformator dengan jaringan luar melalui sebuah bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh

isolator. Bushing sekaligus berfungsi sebagai penyekat/isolator antara konduktor tersebut dengan tangki transformator. Pada bushing dilengkapi fasilitas untuk pengujian kondisi bushing yang sering disebut center tap.

5. Tangki Konservator Tangki Konservator berfungsi untuk menampung minyak cadangan dan uap/udara akibat pemanasan trafo karena arus beban. Diantara tangki dan trafo dipasangkan relai bucholz yang akan meyerap gas produksi akibat kerusakan minyak . Untuk menjaga agar minyak tidak terkontaminasi dengan air, ujung masuk saluran udara melalui saluran pelepasan/venting dilengkapi media penyerap uap air pada udara, sering disebut dengan silica gel dan dia tidak keluar mencemari udara disekitarnya.
6. Peralatan Bantu Pendinginan Transformator pada inti besi dan kumparan – kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi tembaga. Maka panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, ini akan merusak isolasi, maka untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut transformator perlu dilengkapi dengan alat atau sistem pendingin untuk menyalurkan panas keluar transformator, media yang dipakai pada sistem pendingin dapat berupa: Udara/ gas, Minyak dan Air. Pada cara alamiah, pengaliran media sebagai akibat adanya perbedaan suhu media dan untuk mempercepat pendinginan dari media-media (minyak-udara/gas) dengan cara melengkapi transformator dengan sirip-sirip (radiator). Bila diinginkan penyaluran panas yang lebih cepat lagi, cara manual dapat dilengkapi dengan peralatan untuk mempercepat sirkulasi media pendingin dengan pompa pompa sirkulasi minyak, udara dan air, cara ini disebut pendingin paksa (Forced).
7. Tap Changer Kualitas operasi tenaga listrik jika tegangan nominalnya sesuai ketentuan, tapi pada saat operasi dapat saja terjadi penurunan tegangan sehingga kualitasnya menurun, untuk itu perlu alat pengatur tegangan agar tegangan selau pada kondisi terbaik, konstan dan berkelanjutan. Untuk itu trafo dirancang sedemikian rupa sehingga perubahan tegangan pada sisi masuk/input tidak mengakibatkan perubahan tegangan pada sisi keluar/ output, dengan kata lain tegangan di sisi keluar/output- nya tetap. Alat ini disebut sebagai sadapan pengatur tegangan tanpa terjadi pemutusan beban, biasa disebut On Load Tap Changer (OLTC) . Pada umumnya OLTC tersambung pada sisi primer dan jumlahnya tergantung pada perancangan dan perubahan sistem tegangan pada jaringan.
8. Alat pernapasan (Dehydrating Breather) Sebagai tempat penampungan pemuaian minyak isolasi akibat panas yang timbul, maka minyak ditampung pada tangki yang sering disebut sebagai konservator. Pada konservator ini permukaan minyak diusahakan tidak boleh bersinggungan dengan udara, karena kelembaban udara yang mengandung uap air akan mengkontaminasi minyak walaupun proses pengkontaminasinya berlangsung cukup lama. Untuk mengatasi hal tersebut, udara yang masuk kedalam tangki konservator pada saat minyak menjadi dingin memerlukan suatu media penghisap kelembaban, yang digunakan biasanya adalah silica gel. Kebalikan jika trafo panas maka pada saat menyusut maka akan menghisap udara dari luar masuk kedalam tangki dan untuk menghindari

terkontaminasi oleh kelembaban udara maka diperlukan suatu media penghisap kelembaban yang digunakan biasanya adalah silica gel, yang secara khusus dirancang untuk maksud tersebut diatas.

Untuk pelaksanaan praktikum tidak bisa langsung melihat isi di dalam tanki HTT, karena sulit untuk dibuka.

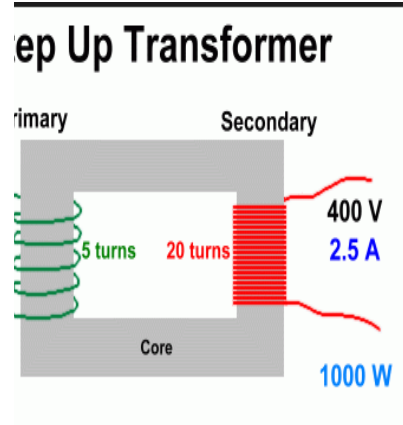
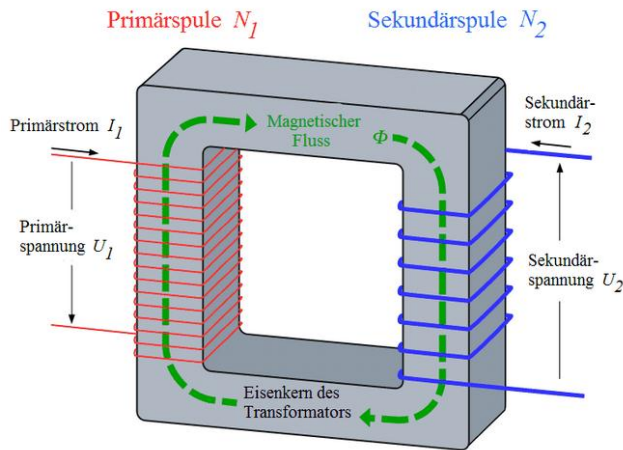


Gambar 1. HTT double tank

Keterangan gambar :

1. Tempat kabel Tegangan Tinggi
2. Tank (rumah trafo)
3. Terminal kabel

Di dalam tank berisi Minyak pendingin trafo, Trafo Tegangan Tinggi, Trafo Filamen dan Dioda (penyearah).
Bentuk Trafo Tegangan Tinggi



Gaambar 2. Transformator

Rumus Transformator :

Untuk transformator ideal berlaku persamaan sbb :

$$a = \frac{N_p}{N_s} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Dimana :

a : adalah nilai perbandingan lilitan Transformator (*Turn ratio*)

Apabila $a < 1$ maka transformator berfungsi sebagai step Up

$a > 1$, maka transformator berfungsi sebagai step down

Contoh :

Sebuah Trafo mempunyai tegangan primer 230 Volt, dan tegangan sekunder 4600 Volt. Jumlah kumparan primer 36 lilitan. Berapa jumlah kumparan Sekunder.

Jawab :

Tegangan primer : 230 Volt

Tegangan sekunder : 4600 Volt

Kumpara primer : 36.

$$\text{Dari rumus : } \frac{N_p}{N_s} = \frac{U_1}{U_2}$$

$$N_s = \frac{N_p \cdot U_2}{U_1}$$

$$N_s = \frac{36 \cdot 4600}{230}$$

$$N_s = 720 \text{ lilitan}$$

Proteksi Trafo Daya

Pemilihan sistem proteksi trafo daya ditentukan berdasarkan pada macam gangguan, peranan trafo, desain trafo dan jam operasi.

Gangguan Trafo Daya

1. Gangguan di dalam trafo
 - Terjadi busur api, disebabkan oleh cara penyambungan konduktor yang tidak baik
 - Kerusakan isolasi
2. Gangguan pada sistem Pendingin
3. Arus sirkulasi pada trafo yang bekerja paralel
4. Gangguan hubung singkat
5. Gangguan tanah
6. Overload (beban lebih)

Tugas :

1. Jika Trafo pesawat sinar-X tegangan primer 220 volt, tegangan sekunder 100 kV Kumparan sekunder 1200 lilitan. Hitung jumlah lilitan pada primer.
2. Seperti no 1 jika arus di primer 15 A, berapa arus di sekunder