

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Transformator**

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gendengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai gendengan impedansi (*input impedance*) antara sumber dan beban, untuk menghambat arus searah (*DC=Direct Current*) dan melewatkan arus bolak-balik, dan untuk menaikkan dan menurunkan tegangan AC.

Pengelompokkan transformator berdasarkan penggunaannya di dalam bidang Tenaga Listrik, adalah sebagai berikut:

1. Transformator daya
2. Transformator distribusi
3. Transformator pengukuran terdiri dari transformator arus dan transformator tegangan.<sup>1</sup>

#### **2.2 Bentuk dan Konstruksi Bagian – Bagian Transformator Daya**

Pada prinsipnya konstruksi transformator dibedakan menjadi dua jenis yaitu sebagai berikut :

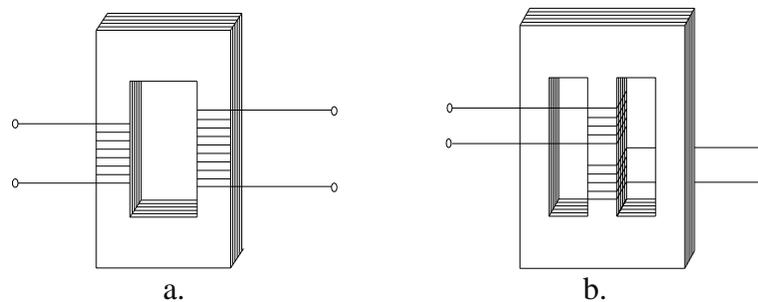
1. Konstruksi jenis inti (*core*), lilitan primer membelit salah satu kaki transformator dan lilitan sekunder membelit kaki transformator yang lain.
2. Konstruksi jenis cangkang (*shell*), lilitan primer dan lilitan sekunder membelit kaki yang sama (kaki tengah) pada transformator

Pada gambar 2.1 diperlihatkan konstruksi dari kedua inti, dimana kedua kumparan dililitkan saling tergabung secara magnetis, namun kumparan tersebut

---

<sup>1</sup> Rijono, Yon, Dasar Teknik Tenaga Listrik, Penerbit ANDI Yogyakarta, 1997, Hal 1

tidak tergabung secara elektrik.<sup>2</sup>



Gambar 2.1 Konstruksi Tranformator,  
a. Tipe Inti (*Core Type*), b. Tipe Cangkang (*Shell Type*)  
Sumber : Yon Rijono , *Dasar Teknik Tenaga Listrik*, 1997

### 2.3 Prinsip Kerja Transformator Daya

Apabila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan (sumber) maka akan mengalir arus bolak-balik pada kumparan tersebut. Oleh karena kumparan mempunyai inti, arus menimbulkan fluks magnet yang juga berubah-ubah pada intinya. Akibat adanya fluks magnet yang berubah-ubah, pada kumparan primer akan timbul GGL induksi.

Fluks magnet yang menginduksikan GGL induksi juga dialami oleh kumparan sekunder karena merupakan fluks bersama (mutual fluks). Dengan demikian fluks tersebut menginduksikan GGL induksi pada kumparan sekunder.

### 2.4 Rangkaian Ekuivalen Transformator<sup>3</sup>

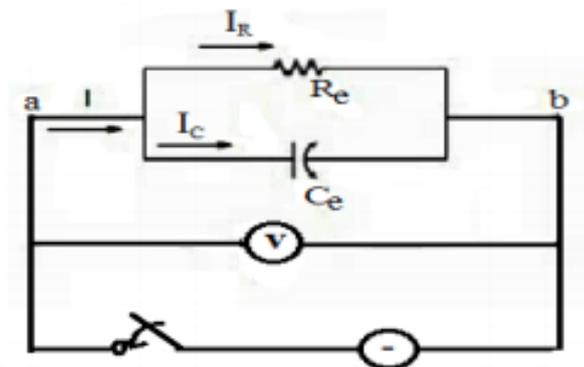
Transformator merupakan suatu peralatan listrik yang digunakan untuk mengubah energi listrik bolak-balik dari satu level tegangan ke level tegangan yang lain. Dapat menaikkan, menurunkan atau hanya untuk mengisolasi sistem satu dengan yang lainnya. Transformator terdiri atas sisi primer dan sisi sekunder. Keduanya terhubung dengan inti besi. Dalam kondisi ideal, tanpa rugi-rugi,

<sup>2</sup>Alvebi Hopaliki. Perhitungan Efisiensi Transformator 12KV/400V 1500KVA di MCC#6b Building 2001K UTL PS.2 Pertamina(persero) RU III Plaju, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, 2009, Hal 5

<sup>3</sup> <https://konversi.wordpress.com/2008/12/02/mendapatkan-rangkaian-ekivalen-trafo/>

perbandingan lilitan antara keduanya merupakan perbandingan tegangan antara kedua sisinya.

Namun pada kenyataannya, daya masukan tidak pernah sama dengan daya keluaran. Terdapat rugi-rugi yang terjadi di inti besi dan lilitan. Rugi-rugi tersebut terjadi akibat histerisis, arus eddy, resistansi belitan dan fluks bocor. Dari pengetahuan tersebut, transformator dapat dimodelkan dengan rangkaian elektrik seperti di bawah ini:



Gambar 2.2 Rangkaian Ekuivalen Transformator

Sumber : <https://konversi.wordpress.com/2008/12/02/mendapatkan-rangkaian-ekivalen-trafo/>

Dimana :

$I_R$  = arus resistif (Ampere);

$V$  = tegangan (Volt);

$I_C$  = arus kapasitif (Ampere);

$R_e$  = resistansi (ohm);

$C_e$  = kapasitansi (Farad).

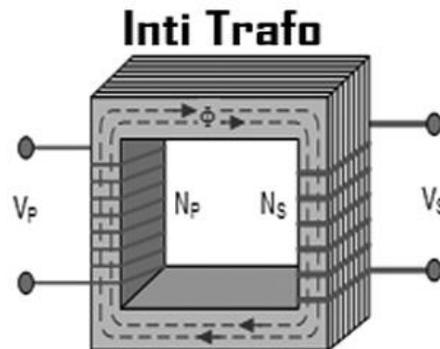
## 2.5 Komponen Utama Transformator Daya<sup>4</sup>

Komponen utama transformator tenaga terdiri dari bagian-bagian diantaranya seperti inti besi, kumparan transformator, minyak transformator, bushing, tangki konservator, peralatan bantu pendinginan transformator, tap changer dan alat pernapasan (*dehydrating breather*).

<sup>4</sup> Alvebi Hopaliki. Perhitungan Efisiensi Transformator 12KV/400V 1500KVA di MCC#6b Building 2001K UTL PS.2 Pertamina(persero) RU III Plaju, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, 2009, Hal 5

### 2.5.1 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.

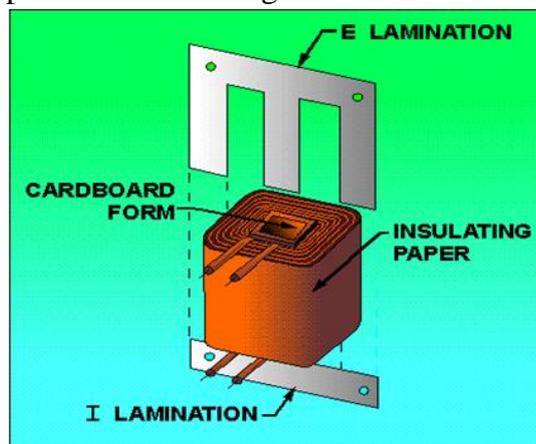


Gambar 2.3 Inti Trafo

*Sumber : Alvebi Hopaliki. Perhitungan Efisiensi Transformator 12KV/400V 1500kVA di MCC#6b Building 2001K UTL PS.2 Pertamina(Persero) RU III Plaju,2009*

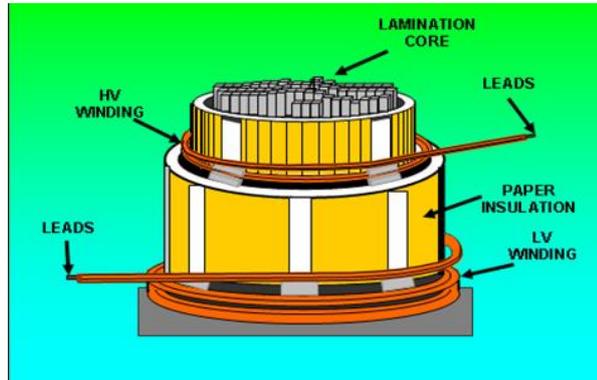
### 2.5.2 Kumparan Transformator

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.



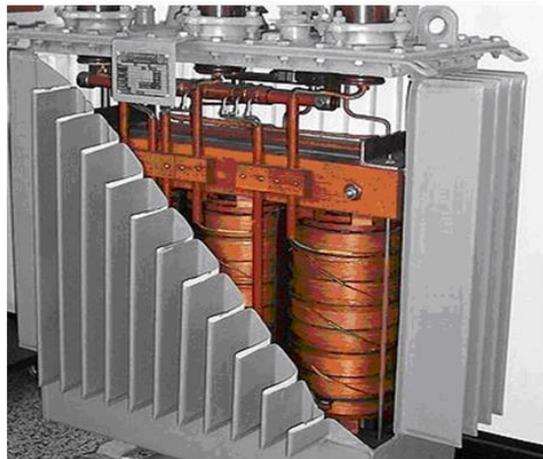
Gambar 2.4 Konstruksi Belitan Transformator

*Sumber : Alvebi Hopaliki. Perhitungan Efisiensi Transformator 12KV/400V 1500kVA di MCC#6b Building 2001K UTL PS.2 Pertamina(Persero) RU III Plaju,2009*



Gambar 2.5 Gambaran Fisik Belitan Transformator Tenaga

Sumber : Alvebi Hopaliki. *Perhitungan Efisiensi Transformator 12KV/400V 1500kVA di MCC#6b Building 2001K UTL PS.2 Pertamina(Persero) RU III Plaju,2009*



Gambar 2.6 Komponen-Komponen Internal Transformator

Sumber : Alvebi Hopaliki. *Perhitungan Efisiensi Transformator 12KV/400V 1500kVA di MCC#6b Building 2001K UTL PS.2 Pertamina(Persero) RU III Plaju,2009*

### 2.5.3 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.

#### 2.5.4 Bushing

Bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator merupakan alat penghubung antara kumpulan transformator dengan jaringan luar. Bushing sekaligus berfungsi sebagai penyekat/isolator antara konduktor tersebut dengan tangki transformator.



Gambar 2.7 Bushing Transformator

*Sumber : Alvebi Hopaliki. Perhitungan Efisiensi Transformator 12KV/400V 1500kVA di MCC#6b Building 2001K UTL PS.2 Pertamina(Persero) RU III Plaju,2009*

#### 2.5.5 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.



Gambar 2.8 Tangki Konvensator

*Sumber : Alvebi Hopaliki. Perhitungan Efisiensi Transformator 12KV/400V 1500kVA di MCC#6b Building 2001K UTL PS.2 Pertamina(Persero) RU III Plaju, 2009*

### **2.5.6 Peralatan Bantu Pendinginan Transformator**

Peralatan bantu pendinginan transformator berfungsi untuk menjaga agar transformator bekerja pada suhu rendah. 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.

Secara alamiah media pendingin (minyak isolasi) mengalir karena perbedaan suhu tangki minyak dan sirip-sirip transformator (Radiator). Untuk mempercepat pendinginan transformator dilengkapi dengan kipas yang dipasang di radiator transformator dan pompa minyak agar sirkulasi minyak lebih cepat dan pendinginan lebih optimal.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> M. Solikhudin. 2010. Studi Gangguan. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 2010 Hal 4-6



Gambar 2.9 Pendingin Transformator

Sumber : PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukit Asam

Tabel 2.1 Klasifikasi Pendinginan Transformator

Cara Pendinginan	Jenis	Singkatan
Pendinginan Alam	Air Natural Colling (Pendinginan dengan udara biasa)	AN
	Oil-immersed Natural Colling (Pendinginan dengan direndam kedalam minyak)	ON
	Oil natural Air natural (pendinginan dengan udara dan minyak)	ONAN
	Oil-immersed forced-oil circulation (pendinginan dengan direndam kedalam minyak yang dialirkan)	OFN
Pendinginan Buatan (Udara)	Oil-immersed Forced-Oil Corculation with Air-Blast Colling (Pendinginan dengan direndam kedalam minyak yang dialirkan dengan semburan udara)	OFB
	Oil-immersed Air-blast Colling/Oil Naturan Air Force (Pendinginan dengan direndam kedalam minyak dan dihembuskan udara)	OB/ONAF
	Air-blast Colling (Pendinginan dengan udara yang dihembuskan)	AB

Pendinginan buatan (Air)	Oil-immersed Water Colling (Pendingin dengan direndam minyak dan juga dibantu dengan air) Oil-immersed Forced-oil Circulation with Water Colling (Pendingin dengan direndam kedalam minyak yang dialirkan dan juga dibantu dengan pendinginan air)	OFW
--------------------------	---	-----

### 2.5.7 Tap Changer

Tap changer berfungsi untuk menjaga tegangan keluaran yang diinginkan dengan input tegangan yang berubah-ubah. 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 selalu pada kondisi terbaik, konstan dan berkelanjutan.

Ditinjau dari cara pengoperasiannya, tap changer terdiri dari dua tipe yaitu *on-load* yang bekerja secara otomatis jika merasakan tegangan kurang/lebih dan *off-load* yang dapat dipindah tap hanya jika trafo tidak berbeban/bertegangan.

### 2.5.8 Alat Pernapasan (*Dehydrating Breather*)

Alat pernapasan (*Dehydrating Breather*) sebagai tempat penampungan pemuaiian 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 gell, yang secara khusus dirancang untuk maksud tersebut diatas.<sup>6</sup>

## 2.6 Daya Aktif, Daya Semu, dan Daya Reaktif

### 2.6.1 Daya Aktif (P)

Daya aktif atau daya nyata dirumuskan dengan  $V I \cos \theta$  dimana  $V$  (tegangan) dan  $I$  (arus), dengan simbol  $P$  dalam satuan watt (W), kilo watt (kW), mega watt (MW). Jadi,

$$P = \sqrt{3} \cdot VI \cos \theta \dots\dots\dots (2.1)$$

### 2.6.2 Daya Semu (S)

Perkalian tegangan  $V$  dengan arus  $I$  dalam kedua besaran ini dalam bentuk bilangan kompleks adalah  $VI^*$  yang dinamakan daya semu dengan simbol  $S$  dalam satuan volt ampere (VA), kilo volt ampere (KVA), mega volt ampere (MVA). Arus  $I^*$  adalah arus konjugate dari  $I$ . Jadi,

$$S = \sqrt{3} \cdot VI \dots\dots\dots (2.2)$$

### 2.6.3 Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif atau daya khayal dirumuskan dengan  $S \sin \theta$  atau  $V I \sin \theta$  dengan simbol  $Q$ , dalam satuan volt ampere reaktif (VAR), kilo volt ampere reaktif (KVAR), mega volt ampere reaktif (MVAR). Jadi,

$$Q = \sqrt{3} \cdot S \sin \theta = \sqrt{3} \cdot VI \sin \theta \dots\dots\dots (2.3)^7$$

## 2.7 Rugi-rugi Transformator

Rugi – rugi transformator terbagi menjadi dua antara lain sebagai berikut:

### 2.7.1 Rugi Variabel

Rugi yang disebabkan arus beban mengalir pada kawat tembaga. Karena arus beban berubah-ubah, rugi tembaga juga tidak tetap tergantung pada beban.

<sup>6</sup> M. Solikhudin. 2010. Studi Gangguan. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 2010 Hal 7

<sup>7</sup> Cekmas Cekdin dan Taufik Barlian, Rangkaian Listrik, Penerbit Andi Yogyakarta, 2013, Hal 74

### 2.7.2 Rugi Tetap

Rugi tetap terdiri atas :

- a. Rugi histerisis, yaitu rugi yang disebabkan fluks bolak-balik pada inti besi.
- b. Rugi ‘Arus Eddy’, yaitu rugi yang disebabkan arus pusar pada besi inti.<sup>8</sup>

### 2.8 Efisiensi Transformator

Efisiensi transformator adalah perbandingan antara keluaran daya yang berguna dan masuk daya total. Karena masukan ke transformator sama dengan keluaran daya yang berguna ditambah kerugiannya, maka persamaan efisiensi dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut :

$$\text{Persentase efisiensi} = \frac{\text{daya keluaran}}{\text{daya masukan}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

Dari persamaan di atas, jelaslah bahwa efisiensi transformator dapat ditentukan untuk estiap beban dengan pengukuran langsung daya masukannya dan daya keluarannya.<sup>9</sup>

### 2.9 ETAP (*Electrical Transient and Analysis Program*)<sup>10</sup>

ETAP (*Electrical Transient and Analysis Program*) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real-time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time. Fitur yang terdapat di dalamnya pun bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

---

<sup>8</sup> Zuhail, Dasar Tenaga Listrik, Penerbit ITB, 1991, Hal 34

<sup>9</sup> Lister, Eugene C. , Mesin dan Rangkaian Listrik, Penerbit Erlangga, 1993, Hal 176-177

<sup>10</sup> ETAP 19.0.1



Gambar 2.10 Icon Bar Elemen-Elemen pada ETAP 19.0.1

Sumber : ETAP 19.0.1

ETAP dapat digunakan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis dan jalur sistem pentanahan untuk berbagai bentuk analisis, antara lain: aliran daya, hubung singkat, starting motor, *transient stability*, koordinasi relay proteksi dan sistem harmonisasi. Proyek sistem tenaga listrik memiliki masing-masing elemen rangkaian yang dapat diedit langsung dari diagram satu garis dan atau jalur sistem pentanahan. Untuk kemudahan hasil perhitungan analisis dapat ditampilkan pada diagram satu garis.

Dalam menganalisis jaringan terutama untuk mengetahui tegangan dan arus yang mengalir digunakan analisis *load flow*. Pada fitur analisis ini, dapat diketahui besar tegangan, arus daya dan rugi-rugi dari suatu jaringan yang disimulasikan dengan memasukkan data asli jaringan yang disimulasikan dalam bentuk *single line diagram* pada lembar kerja ETAP 19.0.1.

ETAP mengintegrasikan data data rangkaian tenaga listrik seperti kapasitas pembangkit, panjang jaringan, resistansi jaringan per km, kapasitas busbar, ranting trafo, impedansi urutan nol, positif, dan negatif suatu peralatan listrik seperti trafo, generator dan penghantar<sup>11</sup>. ETAP memungkinkan anda untuk bekerja secara langsung dengan diagram satu garis grafis dan sistem kabel bawah tanah raceway. Program ini telah dirancang berdasarkan tiga konsep kunci:

### 1. *Virtual Reality* Operasi

Program Operasi menyerupai sistem operasi listrik nyata sedekat mungkin. Sebagai contoh, ketika membuka atau menutup sebuah pemutus sirkuit, tempat elemen dari layanan, atau mengubah status operasi dari motor, unsur *de-energized* dan sub-sistem yang ditunjukkan pada diagram satu garis berwarna abu-abu. ETAP menggabungkan konsep-konsep baru untuk mementkan prangkat pelindung koordinasi langsung dari diagram satu garis.

### 2. Integrasi Total Data

ETAP menggabungkan listrik, atribut logis, mekanik, dan fisik dari elemen sistem dalam database yang sama. Misalnya, kabel tidak hanya berisi data yang mewakili sifat listrik dan dimensi fisik, tapi juga informasi yang menunjukkan raceways melalui yang disalurkan.

Dengan demikian, data untuk kabel tunggal dapat digunakan untuk analisis aliran daya atau sirkuit pendek (yang membutuhkan listrik dan parameter koneksi) serta kabel *ampacity derating* perhitungan (yang memerlukan rute fisik data). Integrasi ini menyediakan konsistensi data di seluruh sistem dan menghilangkan *multiple entry* data untuk unsur yang sama.

### 3. Kesederhanaan di Data Entri

ETAP melacak data rinci untuk setiap alat listrik. Editor data dapat mempercepat proses entri data dengan meminta data minimum untuk studi tertentu. Untuk mencapai hal ini, kita telah terstruktur editor properti dengan cara yang paling logis untuk memasukkan data untuk berbagai jenis analisis atau desain. ETAP diagram satu garis mendukung sejumlah fitur untuk membantu

---

<sup>11</sup>Dalma, Muhamad Fhariz Erdhian. 2015. *Efisiensi Transformator 30 MVA 70/20 kV Di Gardu Induk Seduduk Putih Palembang Menggunakan Etap*. Hal.20

dalam membangun jaringan dari berbagai kompleksitas. Misalnya, setiap elemen secara individu dapat memiliki berbagai orientasi, ukuran, dan simbol-simbol display (IEC atau ANSI). Diagram satu garis juga memungkinkan untuk menempatkan beberapa alat pelindung antara sirkuit cabang dan bus.

ETAP menyediakan berbagai pilihan untuk menampilkan atau melihat sistem listrik. Pandangan ini disebut presentasi lokasi, ukuran, orientasi, dan simbol setiap unsur dapat berbeda di masing-masing presentasi. Selain itu, alat pelindung dan relay dapat ditampilkan (terlihat) atau disembunyikan terlihat untuk presentasi tertentu. Misalnya, satu presentasi dapat menggunakan tampilan relay di mana semua perangkat pelindung ditampilkan. presentasi lain mungkin menunjukkan diagram satu garis dengan beberapa pemutus sirkuit ditampilkan dan sisanya tersembunyi (tata letak paling cocok untuk hasil aliran beban).

### 2.9.1 Kemampuan Program<sup>12</sup>

ETAP menyediakan kemampuan program berikut:

#### 1. Elemen

Bus	: tidak terbatas
Terminal beban (Load)	: tidak terbatas
Cabang	: tidak terbatas
Alat / Kabel Feeder	: tidak terbatas
Transformator dengan Pengaturan Tekan	: tidak terbatas
Motor, Beban, MOV, Kapasitor, Filter, All	: tidak terbatas
Penggabungan Komposit Jaringan	: tidak terbatas
Penggabungan Komposit Motor	: tidak terbatas

#### 2. Presentasi / Konfigurasi / Revisi Data

Diagram satu garis	: tidak terbatas
Sistem Pentanahan Raceway	: tidak terbatas
Diagram System Kontrol	: tidak terbatas
Diagram Jaringan Tanah	: tidak terbatas

---

<sup>12</sup> Dalma, Muhamad Fhariz Erdhian. 2015. *Efisiensi Transformator 30 MVA 70/20 kV Di Gardu Induk Seduduk Putih Palembang Menggunakan Etap*. Hal.20

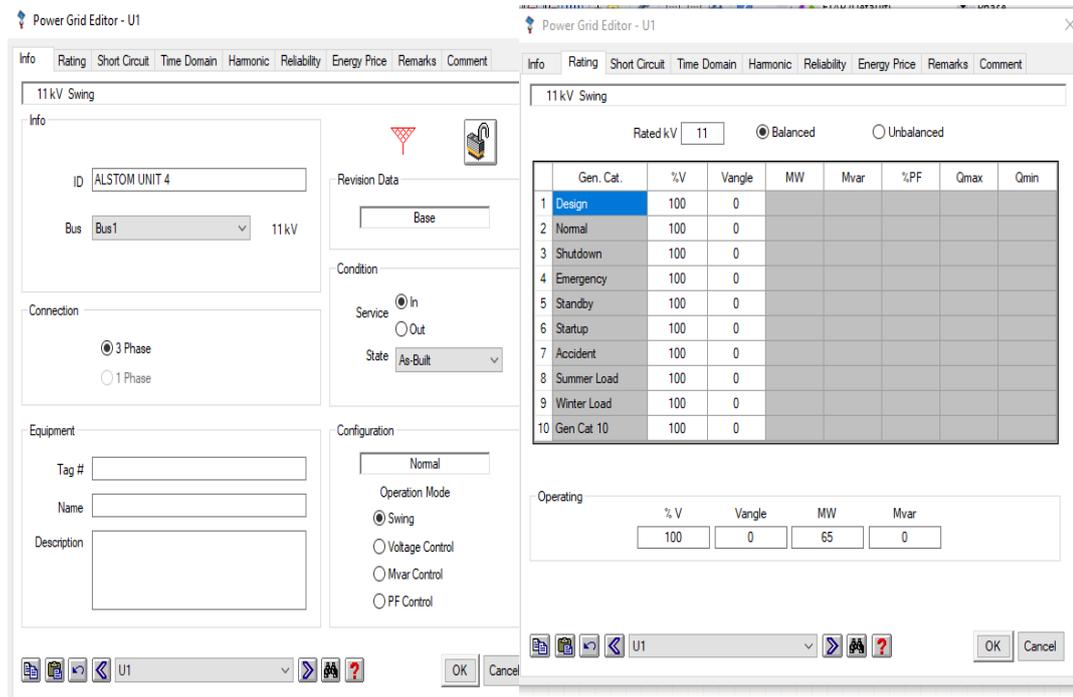
Alur Karakteristik Waktu Arus	: tidak terbatas
Penyajian Geografis (antar-muka GIS)	: tidak terbatas
Konfigurasi Status	: tidak terbatas
Revisi Data (Data Base & Revisi)	: tidak terbatas
3. Kategori Beban	
Setiap Motor, MOV, Beban, dan lain-lain.	: 10
4. Kategori Generasi	
Tiap Generator dan Power Grid	: 10
5. Short-Circuit Program (AC & DC)	
Bus terganggu	: tidak terbatas
6. Motor Starting Program	
Menjalankan Motor Secara Serentak	: tidak terbatas
Kategori Starting	: tidak terbatas
Waktu menjalankan Program	: tidak terbatas
7. Program Stabilitas Transien	
Model dinamis Mesin	: tidak terbatas
Kegiatan Waktu	: tidak terbatas
8. Sistem DC	
Kategori Tugas Cycle	: 5
9. Libraries	
Headers dan Merekam	: tidak terbatas
*nomor maksimum dari pemakaian bus sampai perhitungan adalah bergantung pada Lisensi. Contohnya : 100, 500, 2.000, atau 20.000 bus.	

### 2.9.2 Tata Cara Penggunaan ETAP

Komponen yang biasa digunakan dalam menganalisis suatu jaringan pada ETAP adalah generator, *high volage circuit breaker*, transformer, *current transformator* (CT), bus, relay, beban static dan/atau beban *lump*.

Berikut cara penggunaan ETAP untuk menganalisis jaringan dengan sistem *load flow* :

1. Jalankan aplikasi etap
2. Buat lembar kerja baru dengan memilih menu *file* kemudian memilih *new project*
3. Masukkan nama proyek untuk *file* kemudian pilih standar sistem *metric*
4. Klik ok
5. Membuat *single line diagram* pada lembar kerja ETAP yang pertama-tama dimulai dari sumber, transformer, CB, bus, *current transformer* (CT), relay kemudian ke beban. Pembuatan *single line diagram* pada ETAP 19.0.1 berdasarkan *single line diagram* asli jaringan yang ingin dianalisis
6. Memasukkan data dan parameter setiap elemen
  - a. Pengisian data untuk *power grid*
    - 1) *Double* klik simbol *power grid* pada lembar kerja ETAP 19.0.1
    - 2) Pada jendela info masukkan nama atau ID grid, sesuai dengan data dan pilih mode konfigurasi *swing*
    - 3) Pilih jendela '*rating*', masukkan nominal tegangan
    - 4) Kemudian pilih jendela '*short-circuit*', masukan data hubung singkat grid sesuai dengan hasil pengukuran asli
    - 5) Klik OK.



Gambar 2.11 Pengaturan *Power Grid* ETAP 19.0.1

Sumber : ETAP 19.0.1

b. Pengisian data untuk transformator

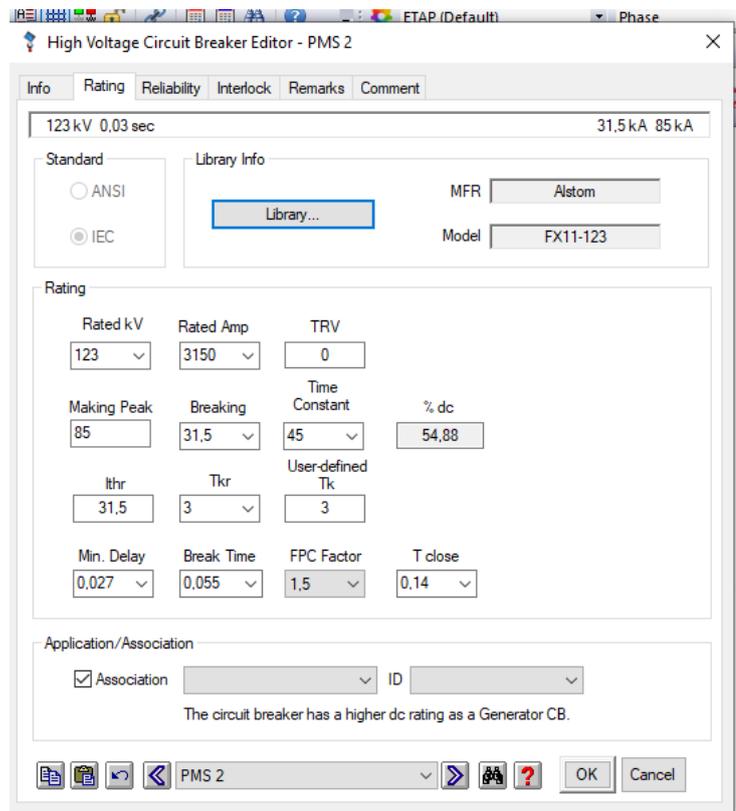
- 1) *Double* klik simbol transformator pada lembar kerja ETAP 19.0.1
- 2) Pada jendela info masukkan nama atau ID transformator
- 3) Pilih jendela '*rating*', masukkan *rating* daya dan tegangan primer serta tegangan sekundernya sesuai dengan data pada *single line diagram*
- 4) Pilih jendela '*Impedansi*', Klik *Typical Z & X/R*.
- 5) Klik Ok

Gambar 2.12 Pengaturan *Transformer* ETAP 19.0.1

Sumber : ETAP 19.0.1

c. Pengisian data untuk *High Voltage Circuit Breaker*

- 1) *Double* klik symbol *High Voltage Circuit Breaker* pada lembar kerja ETAP 19.0.1
- 2) Pada jendela info masukkan nama atau ID *High Voltage Circuit Breaker*, from dan to *High Voltage Circuit Breaker*.
- 3) Klik Ok
- 4) Lakukan hal yang sama untuk semua *High Voltage Circuit Breaker* lainnya sesuai dengan data pada single line diagram.

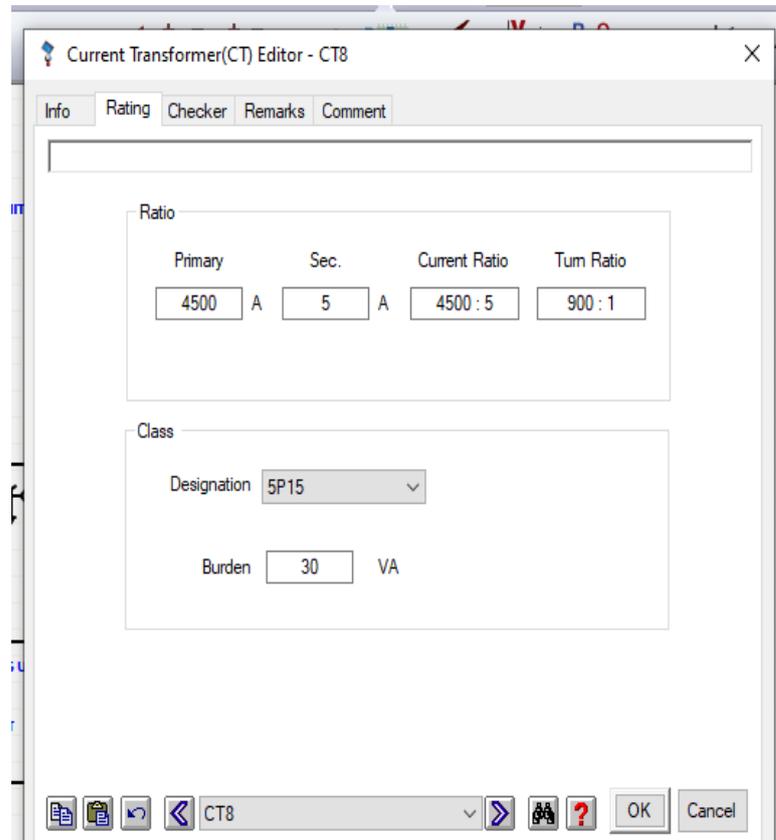


Gambar 2.13 Pengaturan *High Voltage Circuit Breaker* ETAP 19.0.1

Sumber : ETAP 19.0.1

d. Pengisian untuk *Current Transformer* (CT)

- 1) *Double* klik simbol *Current Transformer* (CT) pada lembar kerja ETAP 19.0.1
- 2) Pada jendela info masukkan nama atau ID *Current Transformer* (CT).
- 3) Pilih jendela '*rating*', rasio *Current Transformer* (CT) primer serta sekundernya sesuai dengan data pada *single line diagram*.
- 4) Klik Ok
- 5) Lakukan hal yang sama untuk semua *Current Transformer* (CT) lainnya sesuai dengan data pada *single line diagram*.

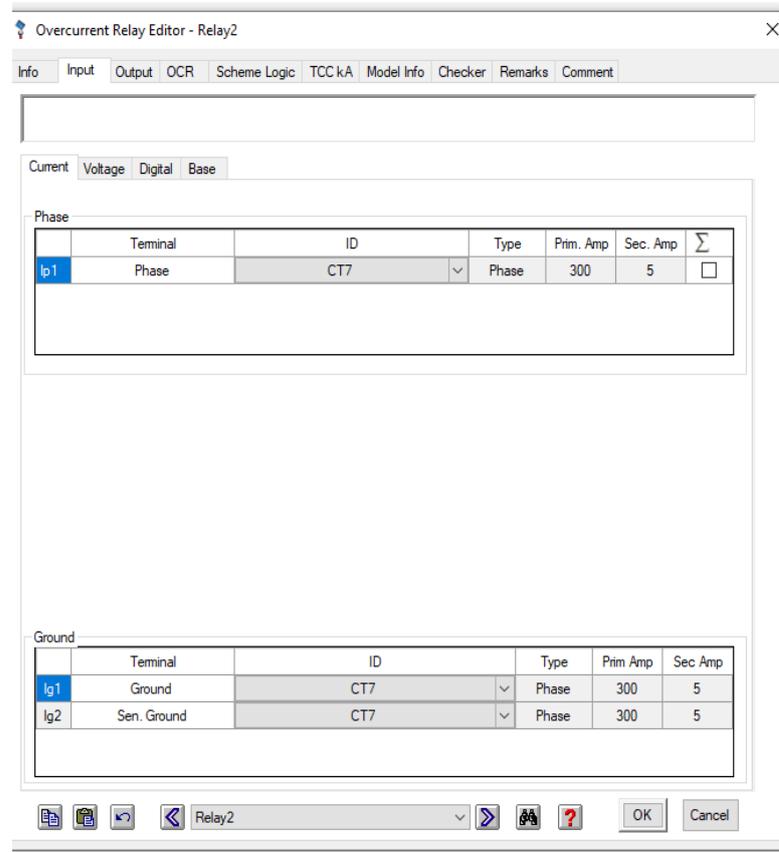


Gambar 2.14 Pengaturan *Current Transformator (CT)* 19.0.1

*Sumber : ETAP 19.0.1*

e. Pengisian untuk Relay OCR

- 1) *Double* klik simbol Relay OCR pada lembar kerja ETAP 19.0.1
- 2) Pada jendela info masukkan nama atau ID Relay Differensial.
- 3) Pilih jendela input, masukkan ID *Current Transformator (CT)* sesuai dengan data pada *single line diagram*.
- 4) Pilih jendela output, masukkan *Interlock* sesuai dengan data pada *single line diagram*.
- 5) Pilih jendela DIF, masukkan *Operation Time* sesuai dengan data pada buku setting proteksi.
- 6) Klik Ok.



Gambar 2.15 Pengaturan Relay OCR ETAP 19.0.1

Sumber : ETAP 19.0.1

f. Pengisian untuk *Static Load*

- 1) *Double* klik simbol *Static Load* pada lembar kerja ETAP 19.0.1
- 2) Pada jendela info masukkan nama atau ID *Static Load*.
- 3) Pada jendela *loading*, masukkan *rating* sesuai dengan data pada *single line diagram*.
- 4) Klik Ok.

Lumped Load Editor - Lump1

Info Nameplate Short-Circuit Dyn Model Time Domain Reliability Remarks Comment

60 MVA 167 kV ( 80% Motor 20% Static )

Model Type  
Conventional Rated kV 167 Calculator...

Ratings

MVA	MW	Mvar	% PF	Amp
60	51	31,607	85	207,4

Load Type  
Constant kVA 80 %  
Constant Z 20 %

	Loading		Motor Load		Static Load	
	Category	%	MW	Mvar	MW	Mvar
1	Design	100	40,8	25,286	10,2	6,321
2	Normal	100	40,8	25,286	10,2	6,321
3	Brake	0	0	0	0	0
4	Winter Load	0	0	0	0	0
5	Summer Load	0	0	0	0	0
6	FL Reject	0	0	0	0	0

Operating 0 0 0 0 MW + jMvar

OK Cancel

Gambar 2.16 Pengaturan *Static Load* ETAP 19.0.1

Sumber : ETAP 19.0.1