

BAB II

SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK

2.1 Tinjauan Pustaka

Untuk membantu pembuatan Proyek Akhir ini, dibutuhkan adanya beberapa referensi yang dapat menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian.

1. Lukaman Subekti dan Suyoto (Oktober 2013): **Pengaruh faktor daya terhadap hasil transformasi pada trafo arus**. Trafo arus atau Current transformer (CT) adalah jenis trafo instrumen yang digunakan untuk mengubah arus listrik skala besar ke skala yang lebih kecil. Trafo ini banyak digunakan untuk keperluan pengukuran dan perlindungan. Komponen utama CT adalah kumparan induktif. Unjuk kerja CT akan dipengaruhi oleh aliran arus atau beban yang terhubung padanya. Jika arus yang mengalir tidak sefase dengan tegangan, maka dikatakan faktor dayanya tidak sama dengan 1.0. Faktor daya dapat mengikut atau mendahului dan kerugian yang diserap oleh trafo tidaklah tetap. Penelitian ini dilakukan dengan mengubah faktor daya beban yang terhubung dengan CT.
2. M. Rizal Nur dalam Proyek akhirnya tahun 2015 yang berjudul **Pengaruh susut energi dengan metode P2TL di PT PLN (Persero) Area Teluk Naga**
3. Haris Hakim (2012): **Studi susut energi pada saluran distribusi dengan variasi beban pelanggan bisnis**. Sebagaimana besar susut terjadi pada jaringan distribusi. Susut terjadi dikarenakan pembebanan itu sendiri, dimana nilai susut terbesar terjadi pada waktu beban puncak dan arus yang mengalir pada jaringan bernilai besar.
4. Hary Setiawan Wicaksono (2016): **Studi susut energi pada jaringan tegangan rendah wilayah banyuwang dengan objek pelanggan residensial**. Salah satu kriteria yang perlu dipenuhi untuk memperluas sistem jaringan distribusi adalah efisiensi yang besar. Efisiensi yang baik akan dicapai bila susut energi dapat ditekan sekecil mungkin. Susut pada sistem jaringan distribusi menjadi salah satu pertimbangan, baik dalam perencanaan maupun pengoperasian, karena mempengaruhi biaya investasi. Biasanya perhitungan

susut energi pada sistem jaringan distribusi dilakukan dengan menggunakan selisih energi terjual dengan yang diterima pada setiap penyulang.

5. Eka Anggrini Purbayani dalam Proyek akhirnya tahun 2018 yang berjudul **Pengaruh Penggantian Kelas Ketelitian Current Transformers (CT) Terhadap Kesalahan Rasio Arus Pelanggan Berdaya 197 kVA**. Menjelaskan tentang membandingkan besar nya kerugian energi akibat pengaruh kelas ketelitian CT 0,5 dengan 0,5S terhadap kesalahan rasio pada PT. Astra Int Auto 2000. Terjadi perbandingan pengukuran antara kedua kelas yang berbeda setelah dilakukan perhitungan selisih kesalahan rasio, yaitu bahwa kelas 0,5 memiliki selisih pengukuran energi lebih besar dari pada kelas 0,5S.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian KWh Meter

KWh meter adalah alat pengukur energi listrik yang mengukur secara langsung hasil kali tegangan, arus faktor kerja, kali waktu yang tertentu yang bekerja padanya selama jangka waktu tertentu tersebut. Pengukur Watt atau Kwatt, yang pada umumnya disebut Watt-meter/Kwatt meter disusun sedemikian rupa, sehingga kumparan tegangan dapat berputar dengan bebasnya, dengan jalan demikian tenaga listrik dapat diukur, baik dalam satuan Wh (watt hour) ataupun dalam KWh (kilowatt hour). Batas-batas kesalahan KWh meter yang ditentukan oleh kamar tera PLN (atas kebijaksanaan PLN wilayah/ distribusi setempat).

Klasifikasi kWh meter dibagi dalam 3 kelas :

1. KWh meter kelas 0,5 dipakai sebagai meter standard.
2. KWh meter kelas 1 dipakai untuk pengukuran sekunder (memakai transformator ukur).
3. KWh meter kelas 2 dipakai untuk pengukuran primer (tanpa transformator ukur).

2.2.2 KWh Meter Mekanik

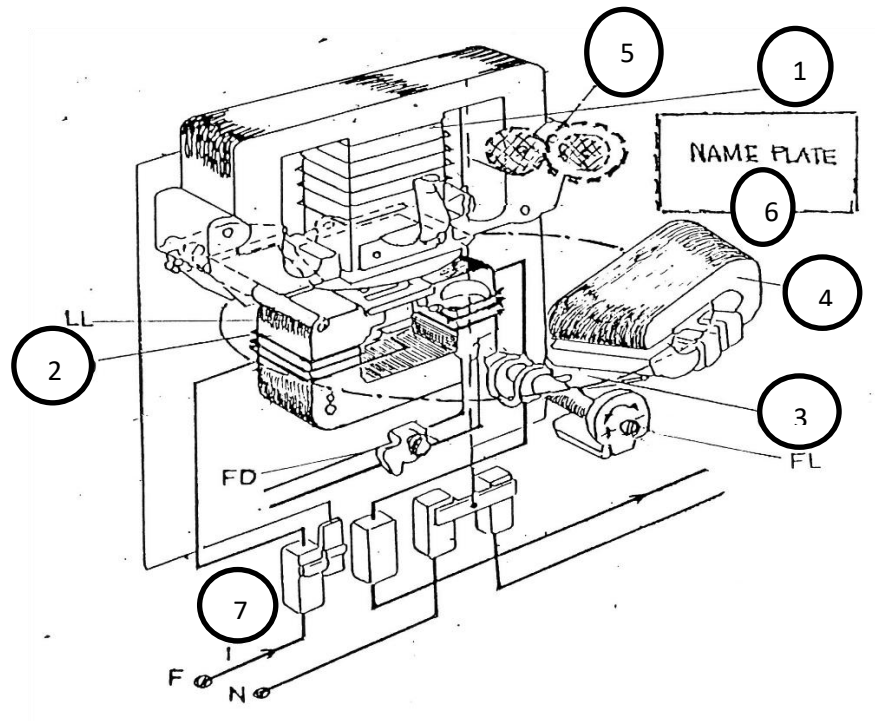
Pada KWh meter tipe ini, terdapat koil yang menghasilkan fluks magnet yang searah dengan arus dan tegangan. Dengan dipasangnya koil ini, maka pada piringan aluminium ini akan terdapat arus eddy yang pada selanjutnya dapat menghasilkan gaya putar pada piringan aluminium yang identik dengan daya yang sedang digunakan. Putaran aluminium ini selanjutnya menggerakkan counter yang menunjukkan besarnya daya yang digunakan. Piringan yang digunakan adalah aluminium karena aluminium merupakan jenis metal yang tahan terhadap karat dibandingkan logam seperti besi. Untuk KWh meter jenis 3 fasa, semua kawat 3 fasa tersebut dihubungkan KWh meter. Apabila salah satu kawat terputus atau lepas, maka pembacaan KWh meter menjadi tidak akurat lagi.



Gambar 2.1 KWh meter mekanik.

Seperti yang terlihat pada gambar 2.1 KWh meter mekanik ini bekerja secara induksi magnetis oleh medan magnet yang dibangkitkan oleh arus melalui kumparan arus terhadap *disc* (piringan putar) KWh meter, dimana induksi magnetis ini berpotongan dengan induksi magnetis yang dibangkitkan oleh arus melewati kumparan tegangan terhadap *disc* yang sama. Koppel putar dapat dibangkitkan terhadap *disc* karena induksi magnetis kedua medan magnet tersebut di atas bergeser fasa sebesar 90° satu terhadap lainnya (azas Ferrari). Hal ini dimungkinkan 15 dengan konstruksi kumparan tegangan dibuat dalam

jumlah besar gulungan sehingga dapat dianggap induktansi murni. Piringan KWh meter ditempatkan dengan dua buah bantalan (atas dan bawah) yang digunakan agar piringan KWh meter dapat berputar dengan mendapat gesekan sekecil mungkin.



Gambar 2.2 Bagian-bagian meter mekanik.

Adapun bagian-bagian dari KWh meter mekanik seperti pada gambar 2.2 adalah sebagai berikut :

1. Rem Magnit Rem magnet adalah terbuat dari magnet permanen, mempunyai satu pasang kutub (Utara dan selatan) yang gunanya untuk :
 - a. Mengatasi akibat adanya gaya berat dari piringan kWh meter.
 - b. Menghilangkan / meredam ayunan perputaran piringan serta alat kalibrasi semua batas arus
2. Roda gigi dan Alat Pencatat (register)

Sebagai transmisi perputaran piringan, sehingga alat pencatat merasakan adanya perputaran, untuk mencatat jumlah energi yang diukur oleh kWh meter tersebut dan mempunyai satuan, puluhan, ratusan, ribuan dan puluh ribuan

3. Data kWh Meter

Pada papan nama dari meter energi tercantum data sebagai berikut:

- a. Nama alat / merek pabrik
- b. Tipe atau jenis meter
- c. Cara pengawatan : satu fasa, 2 kawat tiga fasa, 3 kawat tiga fasa, 4 kawat
- d. Tegangan
- e. Arus
- f. Frekuensi
- g. Konstanta meter
- h. Kelas
- i. Satuan energi listrik

2.2.3 KWh Meter Elektronik

Meter elektronik atau yang biasa disebut juga meter elektronik adalah suatu alat ukur besaran-besaran listrik yang memiliki kemampuan untuk mengukur energi aktif (KWh), energi reaktif (KVARh), energi semu (KVA) dan besaran-besaran arus (Ampere), tegangan (Volt), Faktor daya (Cos Phi), Frekuensi (Hz) dan lain-lain serta mampu merekam kejadian / ketidaknormalan pengukuran dalam periode tertentu meter elektronik ini memiliki cpu dari komponen-komponen elektrolit seperti *Current Tranformator* (CT), *Voltage Tranformer* (PT), *Mekanik to Elektronik Converter* (ADC), jam dan kalender, *Special Microprosesor Unit* (SPU), *Liquid Cristal Display* (LCD), *switcing power supply* dan sebagai nya. CPU ini merupakan generasi terbaru yang dirancang dengan tujuan untuk menjawab tantangan kemajuan teknologi. Selain itu meter elektronik di lengkapi dengan sarana serial *interface*, dengan demikian hasil pengukuran dapat dibaca dari jarak jauh dan semua data tersebut dapat disimpan dan di proses secara otomatis sehingga untuk administrasi penagihan pelanggan dapat di proses secara otomatis dan pihak management dapat mengakses data hasil penjualan energi tersebut setiap saat. KWh meter elektronik ini digunakan untuk mengatasi kelemahan dari KWh meter mekanik.



Gambar 2.3 KWh meter elektronik.

Tabel 2.1 Perbedaan cara kerja KWh mekanik dan KWh eletronik

KWh meter mekanik	KWh meter elektronik
1. I dan V menghasilkan medan listrik 2. Induksi magnet 3. Piringan berputar 4. Register mekanik 5. Alat ukur satu satuan energi	1. I dan V merupakan sinyal analog 2. Perubahan sinyal analog ke digital 3. Sinyal analog diproses oleh Chips 4. Register LCD 5. Alat ukur aneka energi 6. Perekaman

Tabel 2.2 Perbedaan Komponen Antara KWh mekanik dan KWh elektronik

KWh meter mekanik	KWh meter elektronik
1. Kumparan arus 2. Kumparan tegangan 3. Rem magnet 4. Piringan 5. Poros/piringan 6. Roda gigi terhubung ke register	1. <i>Transfomer modul</i> 2. <i>Power supply modul</i> 3. <i>Analog to digital modul</i> 4. <i>Register processor modul</i> 5. <i>Display modul</i> 6. <i>Mass memory modul</i> 7. <i>Input-output modul</i> 8. <i>Communication Modul</i>

Dalam pengukuran energi listrik biasa terdapat gangguan. Dari pemeriksaan dan tampilan meter elektronik tersebut apabila hasilnya (-) minus maka terdapat kesalahan antara lain:

1. Adanya pelanggaran yang mempengaruhi KWh meter.
2. Rusaknya PT/CT.
3. Kualitas CT/PT tidak baik.
4. Kesalahan dalam pengawatan instalasi.

Penggunaan meter KWh yang akan di pasang untuk pengukuran energi listrik harus sesuai dengan:

1. Tegangan kerja
2. Daya tersambung
3. Sistem pengawatan pada meter KWh tersebut.

2.3 Pengertian Susut (*Losses*)

Susut (*losses*) adalah sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran energi listrik mulai dari gardu induk sampai dengan konsumen. Apabila susut tidak ada pada gardu induk maka susut (*losses*) dimulai dari gardu distribusi sampai dengan pelanggan.

Pengertian susut (*losses*) menurut Sofyan Syafri Harahap dalam bukunya yang berjudul “Teori Akuntansi”, mendefinisikan bahwa: “*Losses* adalah turunya nilai ekuitas dari transaksi yang sifatnya insidental dan bukan kegiatan utama entitas dan dari seluruh transaksi kejadian lainnya yang mempengaruhi entitas selama periode kecuali yang berasal dari biaya pemberian kepada pemilik (*owner*)”.

Susut (*Losses*) menurut Surat Keputusan Menteri Keuangan Nomor: 431/KMK/06/2002, mendefinisikan bahwa: “Susut (*Losses*) adalah sejumlah energi yang hilang dalam proses pengaliran energi listrik mulai dari gardu induk sampai dengan konsumen. Apabila tidak terdapat di gardu induk, susut (*Losses*) dimulai dari gardu distribusi sampai dengan konsumen”.

Dari penjelasan di atas susut (*Losses*) adalah suatu bentuk kehilangan energi listrik yang berasal dari selisih sejumlah energi listrik yang tersedia dengan sejumlah energi listrik yang terjual.

Susut (Losses) ini diakibatkan oleh dua faktor yaitu:

1. Susut Teknis

Penyebab susut teknis adalah hilangnya energi listrik yang dibangkitkan pada saat disalurkan karena berubah menjadi energi panas biasanya terjadi pada kabel penghantar pada suatu system distribusi. Arus beban dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu besarnya beban itu sendiri dan faktor daya beban.

2. Susut Non Teknis

Pengertian susut non teknis adalah energi yang hilang di konsumsi pelanggan maupun non pelanggan dan tidak tercatatnya pada APP (Alat Pengukur dan Pembatas). Hal ini biasanya karena pencurian, kesalahan baca meter, kesalahan alat pengukuran yang merupakan bagian eksternal sistem.

2.4 Konfigurasi Susut Jaringan Distribusi

Berdasarkan konfigurasi susut di jaringan distribusi, maka kita dapat melihat bahwa susut yang ada terbagi atas 3 macam, yaitu: susut JTR, susut SR, susut pelanggan. Adapun susut yang paling sering terjadi akibat konsumen yang tidak bertanggung jawab terletak pada KWh meter pelanggan, dengan cara melakukan kecurangan di KWh meternya sehingga pengukurannya menjadi tidak terukur atau lebih lambat.

2.5 Pengertian Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt.

Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan :

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere}$$

$$P = \text{Watt}$$

2.5.1 Daya Aktif

Daya nyata disebut juga dengan daya aktif (P) atau pada gambar di atas disebut dengan real power dan memiliki satuan Watt. Daya nyata sederhana adalah daya yang diperlukan oleh beban resistif murni. Daya nyata dimanfaatkan untuk mengubah suatu energi listrik menjadi bentuk energi lain. Contoh penggunaannya adalah pada perangkat elektronik misalnya pada setrika listrik untuk mengubah energi listrik menjadi energi panas.

$$\text{Daya aktif} : P = V.I.\cos \varphi .t \quad (\text{kW}) \dots\dots\dots(2.1)$$

2.5.2 Daya Reaktif

Daya reaktif (Q) cukup sulit untuk didefinisikan, secara sederhana daya reaktif adalah daya imajiner (khayal) yang menunjukkan adanya pergeseran arus dan tegangan listrik akibat adanya beban reaktif. Beban reaktif tersebut bisa berupa beban induktif atau beban kapasitif, contohnya kipas angin, mesin cuci, pompa dll. Daya reaktif diukur dengan satuan VAr (Volt Ampere-reaktif).

$$\text{Daya reaktif} : Q = V.I.\sin \varphi .t \quad (\text{kVar})\dots\dots\dots(2.2)$$

2.5.3 Daya Semu

Daya nyata (*Apparent Power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya nyata adalah VA.

$$\text{Daya semu} : S = V. I \quad (\text{kVa})\dots\dots\dots(2.3)$$

2.6 Sifat Beban Listrik

Dalam suatu rangkaian listrik selalu dijumpai suatu sumber dan beban. Bila sumber listrik DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol. Reaktansi induktif (XL) akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut akan short circuit. Reaktansi kapasitif (XC) akan menjadi tak berhingga yang berarti bahwa kapasitif tersebut akan open circuit. Jadi sumber DC akan mengakibatkan beban induktif dan beban kapasitif

tidak akan berpengaruh pada rangkaian. Bila sumber listrik AC maka beban dibedakan menjadi 3 sebagai berikut :

2.6.1 Beban Resistif

Beban induktif adalah beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti biasanya inti besi, contoh : motor – motor listrik, induktor dan transformator. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “lagging”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAR). Tegangan mendahului arus sebesar ϕ° . Tegangan dan arus se-fasa. Secara matematis dinyatakan :

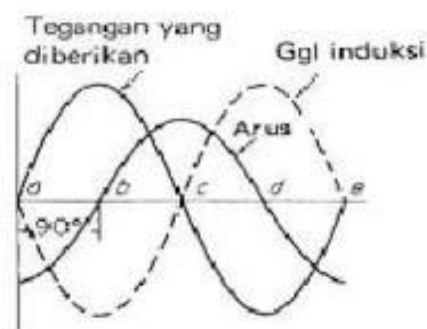
$$R = V / I$$



Gambar 2.4 Arus dan tegangan pada beban resistif.

2.6.2 Beban Induktif

Beban induktif adalah beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti biasanya inti besi, contoh : motor – motor listrik, induktor dan transformator. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “lagging”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAR). Tegangan mendahului arus sebesar ϕ° . Secara matematis dinyatakan :

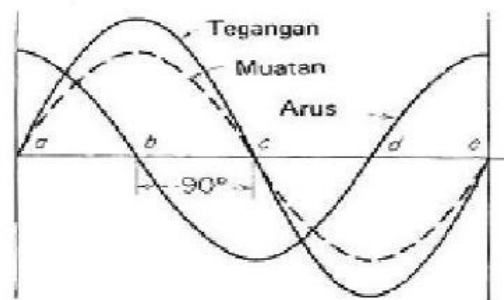


Gambar 2.5 Arus, tegangan dan GGL induksi pada beban induktif.

2.6.3 Beban Kapasitif

Beban kapasitif adalah beban yang mengandung suatu rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “leading”. Beban ini menyerap daya aktif (kW) dan mengeluarkan daya reaktif (kVAR). Arus mendahului tegangan sebesar ϕ° . Secara matematis dinyatakan :

$$X_C = 1 / 2\pi fC$$



Gambar 2.6 Arus, tegangan dan GGL induksi pada beban kapasitif.

2.7 Alat Pengukur dan Pembatas serta Perlengkapannya

2.7.1 Alat Pengukur

Yang dimaksud dengan alat pengukur pelanggan tegangan menengah ialah semua besaran listrik yang terpasang pada kotak lemari APP (Alat Pembatas dan Pengukur) pelanggan tegangan menengah yang berfungsi sebagai pengukur daya dan energy terpakai oleh pelanggan dan pengukurannya dilaksanakan pada sisi tegangan menengah.

Penyambungan pada sambungan listrik tegangan menengah dilakukan dari jaringan tegangan menengah. Alat ukur yang digunakan antara lain:

- Meter KWh tarif tunggal digunakan untuk mengukur energi listrik (KWh) yang digunakan pelanggan.
- Meter KWh tarif ganda digunakan untuk mengukur energi listrik (KWh) selama waktu beban puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP).
- Meter KVa maksimum digunakan untuk mengukur beban tertinggi bulanan pada pelanggan tertentu.
- Meter kVARh tarif tunggal digunakan untuk mengukur energi reaktif yang digunakan pada pelanggan.

- e Meter Arus digunakan untuk mengukur arus yang digunakan pelanggan pada saat itu.
- f Meter Tegangan digunakan untuk mengetahui tegangan masuk saat itu juga digunakan oleh pelanggan.

2.7.2 Perlengkapan Alat Pengukur dan Pembatas

Perlengkapan atau pendeteksian arus listrik merupakan salah satu dari parameter utama yang diperlukan dalam kelistrikan. Misalkan untuk pengukur energi listrik yang digunakan pelanggan antara lain:

a. Current Transformer

Pengukuran atau pendeteksian arus listrik merupakan salah satu dari parameter utama yang diperlukan dalam kelistrikan. Misalkan untuk pengukuran arus yang besar, pengukuran daya dan sebagai parameter proteksi.

2.8 Pengertian Current Transformer

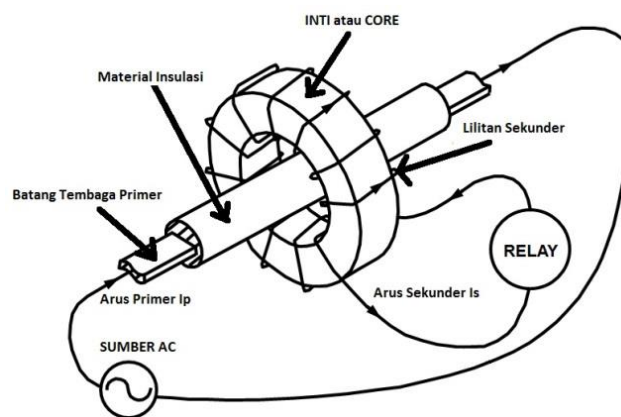
Transformator arus atau *Current Transformer* (CT) merupakan peralatan yang mengubah besaran arus dari besar ke kecil ataupun sebaliknya sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan agar dapat dimanfaatkan untuk input alat metering atau sebagai perantara pengukuran arus, di mana keterbatasan kemampuan baca alat ukur.

Transformator arus memiliki fungsi, yaitu:

1. Mengkonversi besaran arus pada sistem tenaga listrik dari besaran primer menjadi besaran sekunder untuk keperluan pengukuran sistem metering dan proteksi.
2. Mengisolasi rangkain sekunder terhadap rangkaian primer, sebagai pengaman terhadap manusia atau operator yang melakukan pengukuran.
3. Standarisasi besaran sekunder, untuk arus nominal 1 Amp dan 5 Amp

2.9 Prinsip Kerja *Current Transformer*

Arus yang mengalir pada sistem distribusi tegangan menengah ataupun tegangan rendah berkisar ratusan hingga ribuan ampere. Oleh karena itu, belitan primer dari trafo arus terbuat dari batangan tembaga dengan dimensi yang relative besar agar mampu menahan arus yang mengalir secara terus-menerus disisi primer ataupun arus sesaat ketika terjadi kegagalan sistem. Karena belitan primer terbuat dari batang tembaga yang dimensinya cukup besar, maka impedansi disisi primer bisa dianggap tidak ada karena terlalu kecil dibandingkan impedansi sistem.



Gambar 2.7 Transformator arus dengan batang tembaga tunggal disisi primer.

Prinsip kerja dari transformator arus adalah sebagai berikut:

- Pada saat arus primer I_p mengalir pada lilitan primer, maka akan muncul medan magnet disekeliling lilitan primer tersebut.
- Medan magnet tersebut akan terkumpul lebih banyak pada inti atau core. Medan magnet yang berputar di dalam inti atau core menghasilkan perubahan flux primer dan memotong lilitan sekunder sehingga menginduksikan tegangan pada lilitan sekunder sesuai hukum Faraday.
- Karena lilitan sekunder membentuk loop tertutup, maka akan mengalir arus sekunder I_s yang akan membangkitkan medan magnet untuk melawan fluks magnet yang dihasilkan oleh belitan primer sesuai hukum lenz.

2.10 Spesifikasi pada *Current Transformer*

Spesifikasi pada *Current Transformer* antara lain:

1. Rasio CT,

Rasio CT merupakan spesifikasi dasar yang harus ada pada CT, dimana representasi nilai arus yang ada di lapangan di hitung dari besarnya rasio CT. Misal CT dengan rasio 2000/5 A, nilai yang terukur di skunder CT adalah 2.5 A, maka nilai aktual arus yang mengalir di penghantar adalah 1000 A. Kesalahan rasio ataupun besarnya presentasi error (%err) dapat berdampak pada besarnya kesalahan pembacaan di alat ukur, kesalahan penghitungan tarif, dan kesalahan operasi sistem proteksi.

2. *Burden* atau nilai maksimum daya (dalam satuan VA) yang mampu dipikul oleh CT. Nilai daya ini harus lebih besar dari nilai yang terukur dari terminal skunder CT sampai dengan koil relai proteksi yang dikerjakan. Apabila lebih kecil, maka relay proteksi tidak akan bekerja untuk mengetrikan CB/ PMT apabila terjadi gangguan.

3. *Class*, kelas CT menentukan untuk sistem proteksi jenis apakah core CT tersebut. Misal untuk proteksi arus lebih digunakan kelas 5P20, untuk kelas tarif metering digunakan kelas 0.2 atau 0.5, untuk sistem proteksi busbar digunakan Class X atau PX.

4. *Kneepoint*, adalah titik saturasi/jenuh saat CT melakukan excitasi tegangan. Umumnya proteksi busbar menggunakan tegangan sebagai penggerak koilnya. Tegangan dapat dihasilkan oleh CT ketika skunder CT diberikan impedansi seperti yang tertera pada Hukum Ohm. Kneepoint hanya terdapat pada CT dengan Class X atau PX. Besarnya tegangan kneepoint bisa mencapai 2000 Volt, dan tentu saja besarnya kneepoint tergantung dari nilai atau desain yang diinginkan.

5. *Secondary Winding Resistance* (R_{ct}), atau impedansi dalam CT. Impedansi dalam CT pada umumnya sangat kecil, namun pada Class X nilai ini ditentukan dan tidak boleh melebihi nilai yang tertera disana. Misal: <2.5 Ohm, maka impedansi CT pada Class X tidak boleh lebih dari 2.5 Ohm atau CT tersebut dikembalikan ke pabrik untuk dilakukan penggantian.

2.11 Fungsi *Current Transformer*

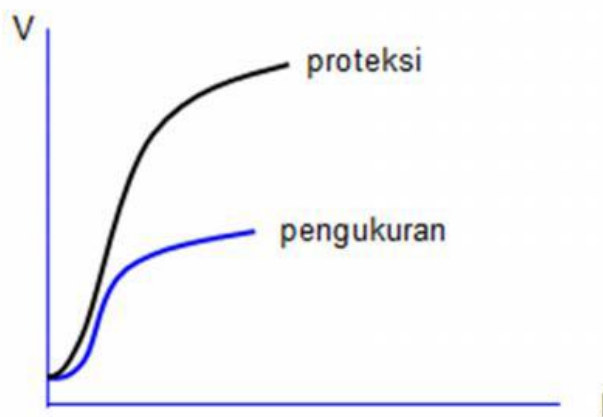
Secara fungsi transformator arus dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Transformator arus pengukuran

- Transformator arus pengukuran untuk metering memiliki ketelitian tinggi pada daerah kerja (daerah pengenalnya) 5% - 120% arus nominalnya tergantung dari kelasnya dan tingkat kejenuhan yang relatif rendah dibandingkan trafo arus untuk proteksi.
- Penggunaan trafo arus pengukuran untuk Amperemeter, Watt-meter, VARh-meter, dan cos meter.

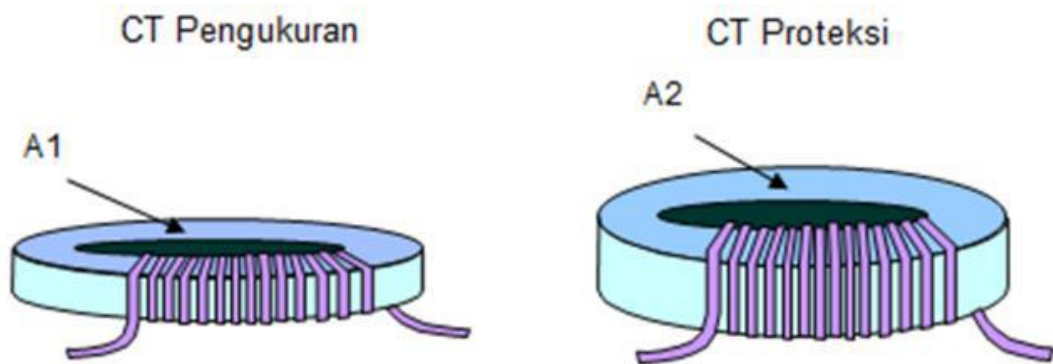
2. Transformator arus proteksi

- Transformator arus untuk proteksi, memiliki ketelitian tinggi pada saat terjadi gangguan dimana arus yang mengalir beberapa kali dari arus pengenalnya dan tingkat kejenuhan cukup tinggi.
- Penggunaan transformator arus proteksi untuk relai arus lebih (OCR dan GFR), relai beban lebih, relai diferensial, relai daya dan relai jarak. Perbedaan mendasar transformator arus pengukuran dan proteksi adalah pada titik saturasinya seperti pada kurva saturasi dibawah (Gambar 2.8).



Gambar 2.8 Kurva Kejenuhan CT untuk Pengukuran dan Proteksi

Trafo arus untuk pengukuran dirancang supaya lebih cepat jenuh di bandingkan trafo arus proteksi sehingga konstruksinya mempunyai luas penampang inti yang lebih kecil (Gambar 2.9).



Gambar 2.9 Luas Penampang Inti Trafo Arus

2.12 Jenis Transformator Arus Berdasarkan Pemasangan

Berdasarkan lokasi pemasangannya, transformator arus dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

a. Transformator arus pemasangan luar ruangan (*outdoor*)

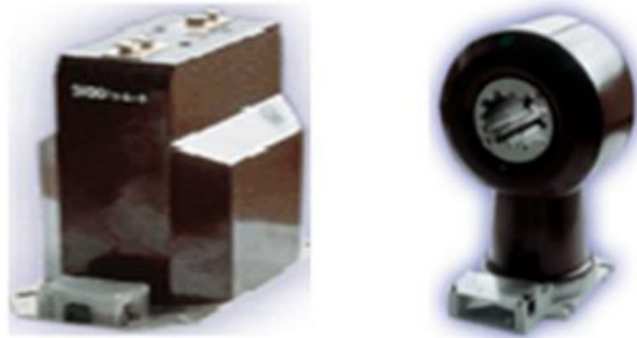
Transformator arus pemasangan luar ruangan memiliki konstruksi fisik yang kokoh, isolasi yang baik, biasanya menggunakan isolasi minyak untuk rangkaian elektrik internal dan bahan keramik/porcelain untuk isolator eksternal.



Gambar 2.10 Transformator Arus Pemasangan Luar Ruangan

b. Transformator arus pemasangan dalam ruangan (*indoor*)

Transformator arus pemasangan dalam ruangan biasanya memiliki ukuran yang lebih kecil dari pada trafo arus pemasangan luar ruangan, menggunakan isolator dari bahan resin.



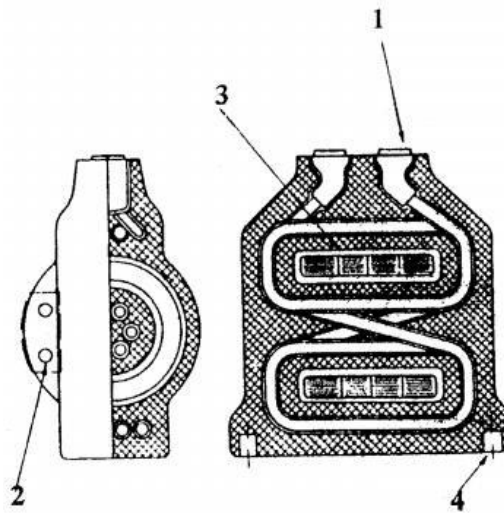
Gambar 2.11 Transformator Arus Pemasangan Dalam Ruangan

2.13 Komponen *Current Transformer*

- Tipe cincin (*ring/window type*) dan Tipe cor-coran *cast resin* (*mounded cast resin type*)



Gambar 2.12 CT Tipe Cincin



Gambar 2.13 Komponen CT Tipe Cincin

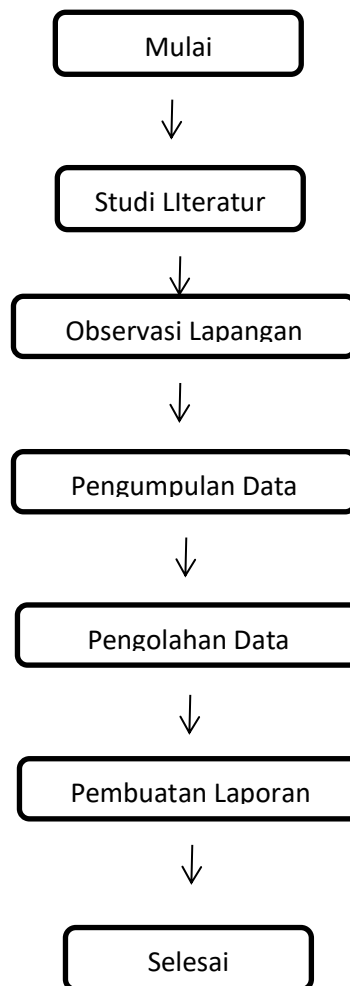
Keterangan gambar:

1. Terminal utama (*primary terminal*)
2. Terminal sekunder (*secondary terminal*)
3. Kumparan sekunder (*secondary winding*)

CT tipe cincin dan cor-coran cast resin biasanya digunakan pada kubikel penyulang (tegangan 20 kV dan pemasangan *indoor*). Jenis isolasi pada CT cincin adalah *Cast Resin*.

2.14 Kerangka Pemikiran

Untuk mempermudah pemahaman yang dilakukan di dalam penelitian, maka digunakan *flow chart* seperti ditunjukkan oleh gambar 2.14 sebagai berikut:



Gambar 2.14 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan kerangka kerja penelitian yang telah digambarkan di atas, maka dapat diuraikan pembahasan masing-masing tahap dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian landasan-landasan teori yang diperoleh dari berbagai buku, jurnal dan lainnya untuk melengkapi perbendaharaan konsep dan teori, sehingga memiliki landasan dan keilmuan yang baik dan sesuai.

2. Observasi Lapangan

Pada tahap ini dilakukan pengamatan secara langsung di lapangan tempat peneliti melakukan penelitian, dalam hal ini tempat penelitian akan dilakukan di PT PLN Cikokol.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data dengan metode wawancara dan observasi untuk melakukan pengamatan dan analisa terhadap objek penelitian sehingga mendapatkan data dan informasi yang dibutuhkan peneliti.

4. Pengolahan Data

Pada tahap ini peneliti telah memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian yang mana kemudian data-data ini akan diolah.

5. Pembuatan Laporan

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan laporan yang disusun berdasarkan hasil penelitian.