



Hak Cipta dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Penelitian kuantitatif ini digunakan karena peneliti ingin mengetahui dan menghitung besarnya nilai harmonisa, faktor-k, *derating* serta *losses* yang terjadi pada transformator distribusi di UIN Suska Riau. Penelitian kuantitatif juga dilakukan dalam perancangan parameter-parameter *single passive tuned filter*. Sedangkan penelitian kualitatif digunakan untuk menganalisa perbandingan antara sebelum dan setelah pemasangan *single passive tuned filter* serta pengaruhnya pada nilai harmonisa faktor-k, *derating* dan *losses* transformator distribusi UIN Suska Riau.

#### 3.2. Data yang dibutuhkan

Untuk melakukan penelitian ini maka dibutuhkan beberapa data diantaranya :

##### 1. Spesifikasi transformator distribusi

Merupakan gambaran atau deskripsi dari trafo distribusi yang akan dihitung besar harmonisa, *losses*, faktor-k dan *derating* transformator serta perancangan *single passive tuned filter*.

##### 2. Nilai IHD dan THD (*Total Harmonic Distortion*)

Nilai IHD dan THD arus merupakan parameter untuk mengetahui bagaimana harmonisa yang terjadi pada transformator distribusi di UIN Suska Riau apakah sudah sesuai atau melebihi standar yang ditetapkan.

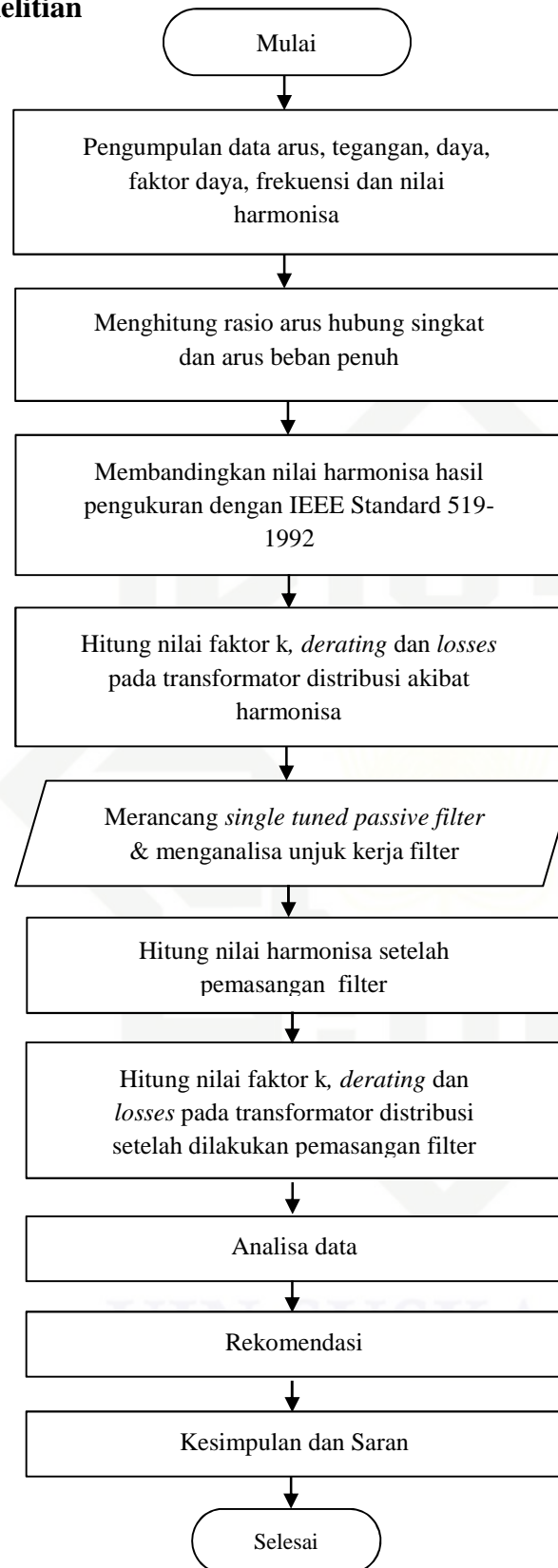
##### 3. Nilai Arus, Tegangan, Daya, Faktor daya dan Frekuensi

Parameter-parameter tersebut digunakan dalam perancangan *Single Tuned Passive Filter*.

### 3.3. Tahapan Penelitian

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

### 3.4. Studi Literatur

Studi literatur yang mendukung dalam penelitian ini adalah teori yang berkaitan dengan harmonisa, faktor-k, *derating* serta *losses* transformator serta perancangan *single passive tuned filter*.

### 3.5. Objek Penelitian

Objek penelitian pada penelitian ini adalah transformator distribusi 3 fasa (20 kV/380 V) dengan kapasitas 1000 kVA di Uin Suska Riau. Transformator tersebut dijadikan sebagai objek penelitian untuk mengetahui besarnya harmonisa, nilai faktor-k transformator, *derating* dan *losses* yang terjadi. Selain itu juga dilakukan perancangan *single tuned passive filter* dan mengetahui pengaruhnya terhadap harmonisa, nilai faktor-k, *derating* serta *losses* pada transformator.



#### Spesifikasi Transformator

Merk Trafo	: Starlite
Daya / kVA	: 1000 kVA
Pendinginan	: ONAN
Jumlah Fasa	: 3
Tegangan Primer	: 20 kV
Tegangan Sekunder	: 220 V/400 V
Frekuensi	: 50 Hz
Impedansi	: 5 %
Kel. Vektor	: Dyn 5

Gambar 3.1. Transformator distribusi 3 fasa

UIN Suska Riau

### 3.6. Pengolahan data

#### 3.6.1. Pengukuran Arus, Tegangan, Daya, Faktor daya dan Harmonisa

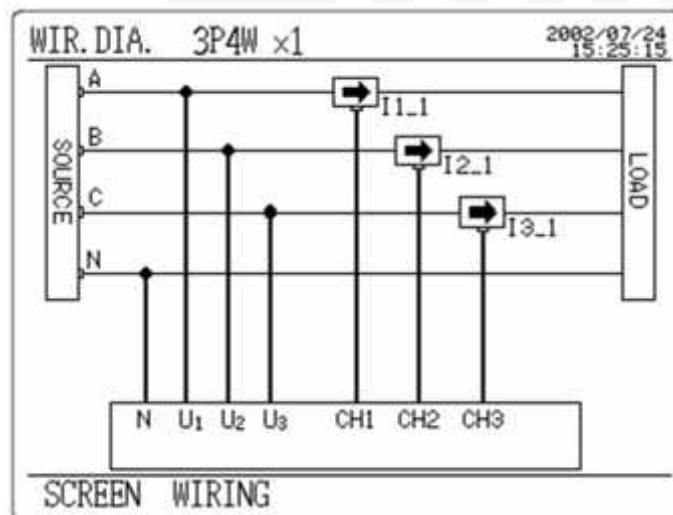
Pengukuran arus, tegangan serta *Total Harmonic Distortion* (THD) dilakukan pada transformator distribusi 1000 kVA UIN Suska Riau, dilakukan selama satu minggu pada tanggal 21 Desember sampai 27 Desember 2016 dalam waktu 24 jam. Pengukuran dilakukan pada rentang waktu tersebut untuk mengetahui harmonisa yang terjadi pada saat jam kerja dan saat libur. Apakah terjadi perbedaan dari nilai harmonisa yang terjadi pada saat jam kerja dan pada saat libur yang dipengaruhi oleh penggunaan beban non linier.

Pengukuran transformator dilakukan dengan menggunakan data taker. Alat ini digunakan untuk mengukur tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu, frekuensi serta nilai THD arus dan tegangan. Parameter-parameter data tersebut diperlukan untuk menganalisa faktor-k, *derating* dan *losses* pada transformator distribusi yang diakibatkan oleh harmonisa.



Gambar 3.2. Data Taker  
(Sumber : Foto Langsung)

Data taker atau *power quality analyzer* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besaran nilai arus, tegangan, daya aktif, reaktif, semu, faktor daya, frekuensi serta nilai THD. Untuk diagram pengukuran menggunakan data taker adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3. Diagram Pengukuran[13]

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penulisan laporan penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah. 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Diagram pengukuran yang dilakukan adalah 3P4W atau 3 Fasa 4 Kawat dimana ini digunakan untuk mengetahui parameter-parameter pengukuran di tiap-tiap fasa pada transformator distribusi.

### 3.6.2. Menentukan batasan distorsi harmonisa

Dalam menenukan batasan dari distorsi arus harmonisa dilakukan perhitungan rasio  $I_{sc}/I_L$  dan dapat dihitung dengan persamaan 2.8 dan 2.9. Dimana setelah nilai tersebut didapatkan maka akan disesuaikan dengan standar *IEEE Standard 519-1992*.

### 3.6.3. Perhitungan Faktor-k Transformator Distribusi

Nilai dari faktor-k ini sangat dipengaruhi oleh frekuensi yang mengakibatkan bertambahnya rugi estimasi pada transformator. Faktor-k ini didefinisikan sebagai penjumlahan dari kuadrat arus harmonisa dalam p.u dikali dengan kuadrat dari urutan harmonisa. Dalam menentukan nilai faktor-k pada tranformator digunakan persamaan 2.11.

### 3.6.4. Perhitungan *derating factor*

*Derating factor* merupakan penurunan dari kapasitas transformator yang dilihat dari nilai faktor-k yang didapat pada transformator, Untuk mendapatkan nilai *derating factor* digunakan persamaan 2.12.

### 3.6.5. Perhitungan *Losses* pada Transformator Akibat Harmonisa

*Losses* pada transformator dapat dihitung dengan menjumlahkan *losses* tembaga dan *losses* besi pada transformator akibat pengaruh harmonisa orde ke- $h$  (mengambil nilai harmonisa tertinggi). Untuk memudahkan *losses* dihitung dalam satuan per-unit (pu). Persamaan *Losses* akibat harmonisa ( $P_{LL}$ ) dapat dihitung dengan persamaan 2.13.

## 3.7 Perancangan *Single Tuned Passive Filter*

Langkah-langkah untuk merancang *single tuned passive filter* :

1. Meningkatkan faktor daya dengan cara mengkompensasi daya reaktif. Nilai tersebut dapat dicari menggunakan persamaan 2.17.
2. Menentukan nilai impedansi  $C$  dan nilai kapasitansi untuk komponen filter dari nilai daya reaktif yang telah dikompensasi, Nilai kapasitor tersebut dapat ditentukan dengan persamaan 2.18 dan 2.19 dengan  $f$  adalah frekuensi fundamental sistem (50 Hz).



### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Menentukan nilai impedansi  $L$  dan nilai induktansi untuk komponen filter. Nilainya dapat ditentukan dengan persamaan 2.20 dan 2.21 dengan  $h$  adalah orde harmonisa yang difilter dan  $f$  adalah frekuensi fundamental (50 Hz).
4. Menentukan nilai resistansi (R) komponen dengan persamaan 2.22.

### 3.8. Analisa Unjuk Kerja Filter

Analisa unjuk kerja filter perlu dilakukan untuk mengetahui apakah spesifikasi dari filter yang telah didapatkan sesuai dengan standar. Standar yang digunakan disesuaikan pada tabel 2.7.

1. Analisa kerja fundamental filter

Dimana parameter-paramameteranya diantaranya.

- a. Impedansi fundamental, nilainya didapatkan dengan persamaan 2.23.
- b. Arus *fundamental*, nilainya didapatkan dengan persamaan 2.24.
- c. Tegangan kapasitor, nilainya didapatkan dengan persamaan 2.25.
- d. Daya *rating* kapasitor, nilainya didapatkan dengan persamaan 2.26.

2. Analisa kerja filter pada harmonisa

Arus harmonisa pada sistem berasal dari jenis, yaitu dari sumber (transformator) dan dari beban. Pada penelitian ini diasumsikan nilai harmonisa yang berasal dari transformator sangat kecil dan tidak dihitung.

- a. Arus harmonisa total filter

Seperti yang telah dijelaskan di atas, nilai harmonisa yang dihitung adalah yang bersumber dari beban saja, maka besar arus harmonisa yang dihasilkan beban dapat dihitung dengan persamaan 2.27.

- b. Tegangan harmonisa kapasitor dihitung dengan persamaan 2.28.

3. Perhitungan total kerja filter

- a. Arus rms total, dihitung dengan persamaan 2.29.
- b. Tegangan puncak, dihitung dengan persamaan 2.30.
- c. Tegangan rms, dihitung dengan persamaan 2.31.
- d. Daya reaktif kapasitor total ( $Q_{c\text{total}}$ ), dihitung dengan persamaan 2.32.



Nilai yang didapat dari persamaan 2.29 hingga persamaan 2.32 akan dibandingkan dengan ANSI/IEEE 18-1992. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah spesifikasi filter layak untuk digunakan.

### 3.9. Menghitung Pengurangan Nilai Arus Harmonisa Setelah Pemasangan Filter

Setelah didapatkan besar nilai dari induktor, kapasitor, dan resistor yang digunakan untuk *single tuned passive filter*, selanjutnya adalah menghitung nilai pengurangan arus harmonik pada orde yang dilakukan reduksi. Langkah-langkah untuk menghitung nilai pengurangan arus tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai resistansi dan reaktansi hubung singkat sistem dengan persamaan 2.33, 2.34 dan 2.35.
2. Menghitung nilai reaktansi  $L$  dan  $C$  pada orde harmonisa yang difilter dengan persamaan 2.36 dan 2.37.
3. Menghitung nilai resistansi dan reaktansi hubung singkat orde ke- $h$  pada sistem. Untuk nilai resistansi  $R_{hS(1)} = R_{hS(h)}$ , sedangkan untuk nilai reaktansi hubung singkat pada harmonisa orde ke- $h$  sistem dapat dihitung dengan persamaan 2.38.
4. Menghitung nilai impedansi  $Z$  hubung singkat sistem pada harmonisa orde ke -  $h$  dengan persamaan 2.39.
5. Menghitung jumlah nilai arus harmonisa pada orde ke- $h$  yang difilter dengan persamaan 2.40.
6. Sehingga didapatkan besar nilai arus pada orde ke -  $h$  harmonisa setelah difilter dengan persamaan 2.41.

### 3.10. Menghitung Kembali Nilai IHD, THD dan Faktor-k, *Derating* serta *Losses* Transformator Distribusi

Nilai harmonisa yang sudah difilter pada orde ke -  $h$  kemudian disubstitusikan lagi ke persamaan 2.4 untuk menghitung persentase IHD, THD dan persamaan 2.11-2.13 untuk mengetahui faktor-k, *derating* dan *losses* pada transformator setelah dipasang *single tuned passive filter*.



### 3.11. Analisis dan Hasil

Analisa yang dilakukan diantaranya analisa rating dari *single tuned passive filter*, analisa pengaruh sebelum dan setelah pemasangan *single tuned passive filter* terhadap harmonisa, faktor-k, *derating* serta *losses* yang terjadi pada transformator distribusi.

Analisa rating dari *single tuned passive filter* ini dibandingkan dengan batasan-batasan dari tiap-tiap komponennya apakah sudah sesuai dengan standar batasan yang ditetapkan dan mampu dalam mereduksi nilai harmonisa.

Analisa pengaruh sebelum dan setelah pemasangan *single tuned passive filter* terhadap harmonisa dilakukan dengan membandingkan nilai harmonisa yang terjadi pada transformator dengan *IEEE Standard 519-1992*.

Analisis dari faktor-k dan *derating* sebelum dan setelah pemasangan *single tuned passive filter* dibandingkan dengan nilai faktor-k pada transformator dimana pada transformator UIN suska memiliki nilai faktor-k sama dengan 1 untuk beban non linier dan 0 untuk beban non linier dan nilai *derating* nantinya akan berpengaruh pada nilai faktor yang terjadi yang diakibatkan oleh harmonisa.

Analisis *losses* yang terjadi pada transformator dilakukan dengan membandingkan nilai yang didapatkan sebelum dan setelah dilakukan pemasangan *single tuned passive filter* terhadap harmonisa pada transformator. Akan dihitung penghematan yang diakibatkan oleh *losses* yang terjadi setelah dilakukan pemasangan *single tuned passive filter* yang diakibatkan harmonisa.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.