

III. METODE PENELITIAN

3.1 WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2012 hingga Januari 2013. Untuk pengerjaan laporan serta simulasi perangkat lunak dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Lampung. Sedangkan pengumpulan data serta pengukuran dilakukan di PLTU Tarahan.

3.2 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Adapun peralatan yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah komputer (PC) dengan spesifikasi *hardware: procesor* Intel (R) Atom (TM) CPU N570 @ 1,66 GHz, RAM 2GB DDR3, Hard disk 320GB, dan didukung oleh perangkat lunak ETAP *power station* versi 6.0.0C.

Adapun perangkat pendukung untuk penelitian ini adalah sebuah alat ukur *power meter* dari YOKOGAWA dengan tipe CW240 *clamp-on*.

3.3 PERANCANGAN TAPIS HARMONIK

Dalam melakukan suatu perancangan tapis, perlu dilakukan studi untuk menentukan kompensasi daya reaktif yang diperlukan oleh sistem. Tapis harus

didesain untuk menyediakan daya reaktif dalam jumlah yang tepat. Jika tidak diperlukan daya reaktif, tapis harus didesain minimum, artinya tapis harus cukup menekan harmonik pada biaya yang paling rendah dan mensuplai beberapa daya reaktif, tapi tidak semua yang diperlukan. Sesuai dengan formulasi yang dinyatakan oleh *Francisco De la Rosa (2006)*, besarnya daya reaktif yang disuplai oleh kapasitor ditentukan oleh^[14]:

$$VARs = P (\tan\phi_1 - \phi_2) \quad (3.1)$$

dengan :

P = daya aktif sistem (Watt)

ϕ_1 = faktor daya sebelum ada kompensasi daya reaktif

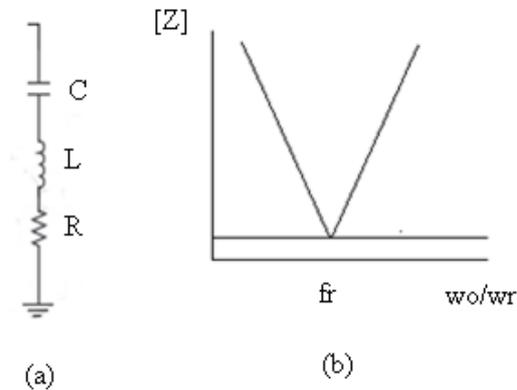
ϕ_2 = faktor daya setelah ada kompensasi daya reaktif

Prosedur umum dalam menganalisis harmonik adalah sebagai berikut :

- a. Mengidentifikasi kondisi harmonik
- b. Mendesain skema tapis untuk menekan harmonik
- c. Menganalisis unjuk kerja tapis

3.3.1 *Single tuned filter*

Single tuned filter adalah salah satu jenis dari beberapa jenis tapis yang bisa digunakan untuk mereduksi harmonisa. *Adrianto (2007)* juga telah menjelaskan masalah itu, dan memberikan contoh rangkaian *Single tuned filter* dan kurva impedansi terhadap frekuensi yang dapat dilihat pada Gambar 3.1^[6]:



Gambar 3.1 (a). Rangkaian *Single Tuned Filter*
 (b). Kurva Impedansi Terhadap Frekuensi^[6]

Impedansi *single tuned filter* diberikan oleh persamaan:

$$Z_f = R + j \left[\omega_L - \frac{1}{\omega_C} \right] \quad (3.2)$$

Sedangkan magnitude impedansi *single tuned filter* adalah:

$$|Z_f| = \sqrt{R^2 + j \left[\omega_L - \frac{1}{\omega_C} \right]} \quad (3.3)$$

Resonansi terjadi pada saat nilai reaktansi sama dengan kapasitansi. Tapis disetel pada frekuensi f_r , yang menghasilkan resonansi seri. Frekuensi ini diberikan oleh persamaan:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3.4)$$

Pada frekuensi f_r , *single tuned filter* memiliki impedansi minimum, sebesar nilai resistansi R dari induktor. Oleh karena itu, tapis ini menyerap semua arus harmonik yang dekat dengan frekuensi f_r yang diinjeksikan, dengan distorsi tegangan harmonik yang rendah pada frekuensi ini.

Parameter yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan nilai R, L dan C adalah faktor kualitas (*Quality factor-Q*). Faktor kualitas dari sebuah tapis (Q) adalah ukuran ketajaman penyetelan tapis tersebut dalam mengeliminasi harmonik^[2]. Tapis dengan Q tinggi disetel pada frekuensi rendah (misalnya harmonik kelima), dan nilainya biasanya terletak antara 30 dan 60. Dalam *single tuned filter*, faktor kualitas Q didefinisikan sebagai perbandingan antara induktansi atau kapasitansi pada frekuensi resonansi terhadap resistansi.

$$Q = \frac{X_0}{R} \quad (3.5)$$

Dimana:

$$X_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3.6)$$

X_0 = impedansi tapis

R = tahanan reaktor

Tapis yang efektif harus memiliki induktor dengan faktor kualitas yang besar, oleh karena itu $R < X_0$ pada frekuensi resonansi. Perkiraan nilai Q untuk reaktor inti udara (*air core reactors*) adalah 75 dan lebih besar 75 untuk reaktor inti besi (*iron-core reactors*)^[2].

3.3.2 Rating Komponen Tapis

Rating komponen tapis merupakan suatu standar batasan dari suatu komponen tapis tersebut bisa beroperasi atau bekerja sesuai dengan pengaturannya. Berikut ini beberapa komponen dan ratingnya:

3.3.2.1 Rating Kapasitor

Rating dari kapasitor yang digunakan untuk suatu tapis berguna untuk memastikan kelangsungan kerja dari kapasitor itu sendiri. Batas beban yang bisa diperbolehkan berdasarkan standar ANSI/IEEE 18-1980 adalah sebagai berikut^[2]:

Tabel 3.1 *Rating* pada Kapasitor

Parameter	Nilai Rating
kVAR	135 %
Tegangan efektif	110 %
Jumlah tegangan puncak	120 %
Arus efektif	180 %

Meskipun berdasarkan standar, batas arus yang diperbolehkan adalah 180 %, tapi mungkin lebih rendah karena masing-masing unit kapasitor diproteksi pada 125- 165 % dari rating arusnya.

Besarnya kompensasi daya reaktif yang diberikan oleh kapasitor pada frekuensi dasar (QVAR) atau disebut juga ukuran tapis (S), dinyatakan oleh persamaan^[6]:

$$S = \frac{V_0^2}{X_C - X_L} \quad (3.7)$$

3.3.2.2 Rating Induktor

Induktor yang digunakan untuk aplikasi tapis biasanya dari tipe inti udara yang memberikan karakteristik linier berkenaan dengan frekuensi dan arus. Toleransi reaktansi + 5 % dapat diterima untuk aplikasi sistem tenaga di industri.

Parameter-parameter yang dipakai bila menentukan spesifikasi induktor adalah :

- a. Arus pada frekuensi dasar
- b. Spektrum arus harmonik
- c. Arus hubung singkat
- d. Rasio X/R
- e. Tegangan sistem.

3.4 SKENARIO SIMULASI

Tahapan selanjutnya dalam penelitian ini adalah tahapan simulasi dengan perangkat lunak. Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah simulasi dengan menggunakan bantuan perangkat lunak ETAP *power station* versi 6.0.0C. Adapun skenario simulasi pada penelitian ini terdiri dari pembuatan *single line* diagram pada perangkat lunak sesuai dengan *single line* yang ada pada PLTU Tarahan sampai sesuai dengan sistem yang ada. Setelah semua data-data yang dibutuhkan dimasukkan dalam simulasi, langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi yang dibuat dan menganalisa harmonik sistem.

Proses terakhir pada simulasi adalah melakukan plot hasil simulasi, mulai dari *harmonic report*, *load flow report*, bentuk gelombang arus dan spektrum arus hasil simulasi. Bila telah sesuai dengan data yang ada, tahapan selanjutnya adalah memasang tapis pada sistem sesuai dengan parameter-parameter yang diperoleh dari perancangan dan yang terakhir mengulangi plot data yang sama saat setelah pemasangan tapis.

3.5 ANALISA

Tahapan yang terakhir dari tugas akhir ini adalah menganalisis secara teknis tapis pasif *single tuned filter* untuk mereduksi harmonisa arus di gedung administrasi PLTU Tarahan. Sesuai dengan tujuan penelitian, maka parameter yang akan dianalisis dan diteliti adalah:

1. Pemodelan sistem berdasarkan *single line diagram* yang ada, serta menjalankan simulasinya untuk mengetahui perbandingan data pengukuran.
2. Nilai IHD_i serta THD_i pada tiap bus sebelum dan sesudah pemasangan tapis pasif *single tuned filter* pada beban total dan pada masing-masing beban .
3. Bentuk gelombang arus untuk masing-masing beban sebelum dan sesudah pemasangan tapis pasif berdasarkan data simulasi.

3.6 DIAGRAM ALIR

Gambar 3.2 memperlihatkan diagam alir pengerjaan penelitian ini, dari awal sampai akhir:

