

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Filter merupakan suatu rangkaian yang berfungsi untuk melewatkan sinyal frekuensi yang diinginkan dan menahan sinyal frekuensi yang tidak dikehendaki serta untuk memperkecil pengaruh interferensi atau sinyal pengganggu lainnya pada suatu sinyal frekuensi yang dikehendaki. Filter dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu filter analog dan digital. Filter analog dirancang untuk memproses sinyal analog, sedang filter digital memproses sinyal analog dengan menggunakan teknik digital. Untuk menghasilkan efek pemfilteran yang diinginkan, filter analog dibuat dengan menggunakan rangkaian elektronika yang terdiri dari komponen-komponen seperti resistor, kapasitor dan op-amp, sedangkan filter digital dapat dibuat dalam bentuk operasi *software* pada data yang disimpan dalam memori komputer atau dapat diimplementasikan dengan *Digital Signal Processor* (DSP)[10].

Dalam pemrosesan sinyal digital, filter digunakan untuk memisahkan bagian-bagian yang tidak diinginkan dari suatu gelombang sinyal, seperti *noise*, arus harmonisa dengan cara meredam atau melewatkan frekuensi tertentu, sehingga diperoleh gelombang sinyal yang diinginkan. Salah satu penerapan filter dilakukan pada keluaran sumber sistem tenaga listrik yang akan dialirkan kesuatu beban.

Pada sistem tenaga listrik saat ini banyak dipengaruhi oleh pemakaian beban-beban *non-linier* baik satu fasa maupun tiga fasa. Beban *non-linear* ini muncul dalam implementasi peralatan-peralatan berbasis elektronika daya seperti konverter statis pengendali mesin listrik, pengisi batere, *Uniterruptible Power Supply* (UPS), komputer, *fluorescent lamp*, penyearah dan peralatan daya lainnya.

Beban *non-linier* yang terhubung pada jala-jala listrik yang selalu menarik arus dengan tingkat kandungan harmonisa tinggi yang mengakibatkan terjadinya distorsi pada arus dan tegangan serta memiliki faktor daya rendah. Harmonisa adalah gelombang distorsi secara periodik yang terjadi pada gelombang tegangan, arus, atau daya. Gelombang tersebut terdiri dari gelombang-gelombang sinus yang frekuensinya merupakan kelipatan frekuensi fundamental, sehingga bentuknya tidak sinusoidal.

Hal ini dapat mengganggu sistem kelistrikan pada frekuensi fundamentalnya yaitu 50/60 Hz, bentuk gelombang arus maupun tegangan yang ideal adalah sinusoidal murni akan menjadi cacat akibat harmonisa yang terjadi. Kondisi ini tidak boleh dibiarkan karena akan menyebabkan kualitas daya dari sistem tenaga listrik menurun dan akhirnya menjadi masalah yang sangat serius[9].

Untuk menanggulangi permasalahan harmonisa pada sistem tersebut, salah satu upaya pengurangan yakni dengan menggunakan kompensator. Kompensator dapat mengurangi distorsi tegangan dan arus pada sumber. Kompensator memberikan impedansi tinggi pada frekuensi fundamental dan impedansi rendah pada frekuensi harmonik, sehingga memaksa semua arus harmonik mengalir melalui kompensator.

Kompensasi bertujuan untuk menghilangkan komponen distorsi arus dan/atau tegangan. Untuk melakukannya, sinyal daya terlebih dahulu diubah menjadi sinyal

informasi yang akan diproses melalui peralatan pemrosesan sinyal. Dimana tegangan dan arus akan terlebih dahulu disensor dan kemudian didiskritkan melalui peralatan ADC (*Analog Digital Converter*). Sinyal informasi yang telah mempresentasikan sinyal daya terdistorsi (arus dan tegangan) pada tahap pemrosesan sinyal dipisahkan antara sinyal dasar dan sinyal pendistorsi. Sinyal pendistorsi selanjutnya menjadi dasar untuk melakukan kompensasi melalui peralatan kompensator elektronika daya.

Dalam pemrosesan pemisahan komponen dasar dan komponen terdistorsi melibatkan berbagai sistem digital seperti filter, yang dikombinasikan dengan sistem digital lainnya. Suatu metode pemisahan komponen distorsi dan komponen dasar tersebut telah dilakukan oleh paper[2]. Dimana pada paper ini, sebuah metode ekstraksi telah dilakukan untuk mendapatkan komponen arus harmonik, komponen arus aktif dan komponen arus reaktif yang dipisahkan melalui blok-blok, sinkronisasi sinus cosinus, dan PLL (*Phase Locked Loop*). Jenis filter digital yang digunakan pada metode ekstraksi tersebut adalah filter *low pass Butterworth*, yang mana fungsi dari *low pass* tersebut digunakan untuk mendeteksi nilai puncak dari komponen arus aktif dan komponen arus reaktif dari keluaran arus *photovoltaic*. Sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam arus dapat dipisahkan secara fisik.

Filter *low pass* merupakan klasifikasi jenis filter digital berdasarkan respon frekuensi yang berfungsi melewatkan frekuensi dibawah frekuensi *cut-off* dan menahan frekuensi tinggi yang tidak diinginkannya. Selain respon frekuensi, jenis filter digital juga memiliki beberapa klasifikasi lainnya. Salah satunya adalah berdasarkan *impulse response*. Dimana menurut impulsenya filter digital dibagi

menjadi 2 yaitu filter digital FIR (*Finite Impulse Response*) dan filter digital IIR (*Infinite Impulse Response*). Dalam implementasi filter digital FIR yang telah dilakukan oleh paper[3]. Paper tersebut menjelaskan bahwa *bank-bank* filter digital dapat digunakan dalam berbagai aplikasi radar baik *stationer* maupun tidak *stationer*, dan *clutter stationer* atau tidak *stationer*. Karena berapapun frekuensi sinyal yang masuk akan ditampilkan pada *output bank-bank* filter digital, dan *threshold* dari masing-masing filter dapat diatur secara bebas, sesuai dengan *clutter* yang terkandung didalamnya.

Bank-bank filter digital merupakan suatu bentuk implementasi dari transformasi Fourier waktu diskrit. Transformasi Fourier waktu diskrit hanya dapat dilakukan untuk sinyal yang panjangnya terbatas. Pembatasan sinyal dilakukan dengan mengalikan sinyal *input* dengan fungsi *window*. Dari hasil pengujian beberapa fungsi *window*, terlihat bahwa *Window Dolph-Chebyshev* memberikan resolusi sinyal yang paling baik untuk kasus terjelek, dibandingkan dengan *window-window* lainnya.

Dari penelitian yang telah lakukan terdahulu dan pengaruh pada sumber keluaran yang dihasilkan pada sistem tenaga listrik dapat menyebabkan kualitas daya dari sistem tersebut menurun. Jadi, dari paparan yang telah dijelaskan, pada penelitian tugas akhir ini penulis mengusulkan suatu mode pengaturan kontrol arus dengan melakukan teknik kompensasi harmonisa pada suatu sistem tenaga listrik. Dimana cara mendapatkan arus harmonisa yang akan dikompensasi yaitu dari pemanfaatan hasil metode ekstraksi komponen arus terdistorsi.

Pada metode ekstraksi komponen arus terdistorsi ini, salah yang paling dibutuhkan adalah filter. Fungsi dari filter pada metode ekstraksi tersebut digunakan

untuk melewatkan frekuensi yang diinginkan dan menahan frekuensi-frekuensi yang tidak diinginkan. Sehingga komponen arus yang diekstraksikan dapat dipisah secara fisik. Jenis filter yang akan digunakan pada penelitian ini adalah jenis filter digital *low pass finite impulse response* (FIR).

Filter digital FIR merupakan jenis filter yang memiliki tanggapan impulse yang terbatas dan juga disebut dengan filter *non-rekursif*. Masalahnya *response impulse* suatu filter panjangnya tak hingga (*infinite*), berlawanan dengan filter digital yang akan diterapkan. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan pemotongan *response impulse*, namun ternyata mengakibatkan *ripple* berlebihan pada *passband* dan *stopband* dengan *attenuation* yang buruk. Guna memperbaiki respon filter diterapkan metode *windowing*.

Dari kelebihan yang telah dicapai pada paper[3], penulis mencoba mengimplementasikan jenis filter digital *low pass* FIR menggunakan fungsi *Window Dolph-Chebyshev* kedalam suatu metode ekstraksi yang akan diterapkan pada sistem tenaga listrik. Tugas akhir ini berjudul **“Analisis Metode Ekstraksi Komponen Arus Terdistorsi Menggunakan Filter Digital Low pass FIR (*Finite Impulse Response*) Dengan Fungsi *Window Dolph-Chebyshev* Pada Sistem Kompensasi Daya Listrik”**.

Dari penerapan filter tersebut, pada penelitian ini akan membahas bagaimana performa dan efektivitas pemakaian jenis filter digital *low pass* FIR menggunakan fungsi *window Dolph-Chebyshev* sehingga dapat memisahkan komponen arus yang teridentifikasi didalam sumber arus terdistorsi agar mendapatkan hasil yang

diinginkan. Dan penelitian tugas akhir ini dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak *Simulink*/MATLAB.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan model simulasi sistem ekstraksi dan sistem kompensasi dilakukan pada *Simulink*/MATLAB?
2. Bagaimana performa dan efektifitas jenis filter digital *low pass* FIR menggunakan fungsi *window Dolph-Chebyshev* yang diimplementasikan pada sistem ekstraksi komponen arus terdistorsi?
3. Bagaimana memanfaatkan hasil ekstraksi distorsi arus dapat digunakan pada teknik kompensasi arus terdistorsi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mendapatkan rancangan model simulasi sistem ekstraksi dan sistem kompensasi arus terdistorsi.
2. Mengetahui performa dan efektifitas jenis filter digital *low pass* FIR menggunakan fungsi *window Dolph-Chebyshev*, performa dan efektifitas tersebut diperoleh dari simulasi pada model sistem yang telah dibangun.

3. Mengetahui performansi pemanfaatan hasil ekstraksi distorsi arus menggunakan filter digital *low pass* FIR dengan fungsi *window Dolph-Chebyshev*, jika digunakan pada sistem kompensasi arus terdistorsi.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar pembahasan tidak meluas (keluar dari topik). Adapun batasan masalah yang akan diangkat adalah:

1. Observasi performansi sistem metode ekstraksi dan kompensasi arus terdistorsi pada rancangan model simulasi yang dibangun dalam modul *Simulink/MATLAB*.
2. Jenis filter yang digunakan pada sistem ekstraksi komponen arus terdistorsi adalah jenis filter digital *low pass* FIR menggunakan fungsi *window Dolp-Chebyshev*.

1.5 Tahapan Penelitian

Pada pelaksanaan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa tahapan penelitian, yang tulis seperti berikut:

1. Studi Literatur
Mempelajari literatur yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Identifikasi Permasalahan
Melakukan indentifikasi yang dibentuk dari rumusan masalah, tujuan masalah, dan batasan masalah yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini
3. Simulasi
Ada beberapa tahapan untuk melakukan simulasi yaitu:

- Tahapan simulasi dalam pembuatan sumber tegangan jala-jala dan arus terdistorsi serta sinkronisasi sinus dan cosinus satuan yang akan diuji dalam penelitian ini.
- Tahapan simulasi sistem ekstraksi komponen arus terdistorsi dan sistem kompensasi komponen arus yang dibangun menggunakan blok *Simulink*/MATLAB.
- Tahapan mendesign filter digital *low pass* FIR menggunakan fungsi *Window Dolph-Chebyshev* pada *toolbox* FDATool yang disediakan MATLAB.
- Tahapan simulasi dengan teknik kompensasi arus harmonik dari pemanfaatan metode ekstraksi komponen arus terdistorsi untuk hasil yang diinginkan.
- Tahapan pengujian rangkaian pada blok *Simulink* yang telah dibangun.

4. Analisa Data

Menganalisa data yang didapatkan dari hasil simulasi agar dapat mengetahui performansi dan keefektifan kinerja dari jenis filter digital yang digunakan pada sistem ekstraksi dan performansi dari sistem kompensasi pada komponen arus terdistorsi.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari keseluruhan proses penfilteran, analisa, dan perbandingan yang dilakukan maka dapat diketahui manfaat dari perhitungan, sehingga dapat mengetahui kualitas dan efektifitas pemakaian dari jenis filter yang diuji bekerja sesuai keinginan atau tidak.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis menggunakan sistematika penulisan yang disajikan dalam 5 bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian singkat mengenai latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian dan sistematik penulisan dari penelitian.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas mengenai konsep dan teori-teori pendukung yang berhubungan dengan tugas akhir ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan penyelesaian masalah sebagaimana yang dijelaskan pada bab 1.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini berisikan hasil dari pengujian simulasi yang dirancang pada bab 3 sehingga hasil yang diharapkan dapat dianalisa.

BAB V PENUTUP

Bab penutup ini terdiri dari kesimpulan dan saran.

