

PROSIDING
(ISSN: 2088-9984)
SNETE 2015
Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2015
<http://snete.unsyiah.ac.id/2015/>

dengan tema:
*“Penguatan Pendidikan Tinggi Teknik Elektro untuk Kemandirian
Riset dan Teknologi Nasional”*

tanggal 23-24 November 2015
di Politeknik Aceh
Banda Aceh - Provinsi Aceh

Tim Editor:
Mohd. Syaryadhi, ST., M.Sc
Zulhelmi, ST., M.Sc
Sayed Muchallil, ST., M.Sc

Organized by:



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS SYIAH KUALA**



**MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS SYIAH KUALA**



PANITIA SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO SNETE 2015

Penanggung Jawab	Dr. Ir. Mirza Irwansyah, MBA., MLA. (Dekan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala)
Wakil Penanggung Jawab	Dr. Ir. Rizal Munadi, MM., MT. (Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala)
Koordinator	Dr. Teuku Yuliar Arif, ST., M.Kom (Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala) Dr. Nasaruddin, ST., M.Eng (Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Unsyiah) Ir. Zainal Hanafi (Direktur Politeknik Aceh)
Pengarah	Prof. Dr. Ir. Yuwaldi Away, M.Sc Dr. Khairul Munadi, ST., M.Eng Dr. Taufiq A Gani, S.Kom., M.Eng.Sc Dr. Ir. Syahrial, M.Eng Ir. Agus Adria, M.Sc
Ketua Panitia	Sayed Muchallil, S.T., M.Sc
Wakil Ketua Panitia	Fardian, ST.,M.Sc
Sekretaris	Afdhal, ST., M.Sc
Bendahara	Elizar, ST., M.Sc
Koordinator Kesekretariatan	Zulfikar, ST., M.Sc
Koordinator Publikasi dan Dokumentasi	Hubbul Walidainy, ST., MT
Koordinator Program dan Sponsorsip	Ahmadiar, ST., M.Sc
Koordinator Logistik dan Tempat	Alfatirta Mufti, ST., M.Sc
Koordinator Workshop dan Expo	Didiek Hari Nugroho, ST., MT

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhana wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah kepada hamba-Nya. Shalawat dan salam untuk Rasulullah Nabi Muhammad Shalallahu 'alaihi wassalam. Ucapan terima kasih kepada bapak Rektor Universitas Syiah Kuala dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala beserta jajarannya serta pimpinan Politeknik Aceh beserta segenap jajarannya yang telah memberikan dukungannya untuk kegiatan ini.

Sebagai negara berkembang, sudah seharusnya Indonesia mampu berkompetisi lebih baik dalam ketatnya persaingan global saat ini. Selain sumberdaya alam yang melimpah, besarnya pasar (market) yang dimiliki oleh Indonesia seharusnya menjadi modal dan kekuatan Indonesia dalam menghadapi persaingan ini. Namun pada kenyataannya, daya saing bangsa yang kita cintai ini masih tertinggal dibandingkan negara-negara tetangga kita lainnya. Salah satu indikator rendahnya daya saing Indonesia dalam bidang pendidikan tinggi dan kesiapan teknologi adalah rendahnya publikasi karya ilmiah. Hal ini tentunya masih dapat ditingkatkan selalu berbagai kegiatan ilmiah. Salah satunya adalah mengadakan sejumlah pertemuan ilmiah melalui kegiatan seminar nasional.

Oleh karena itu, Jurusan Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala bekerjasama dengan Politeknik Aceh kembali mengadakan kegiatan "Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro (SNETE) ke-5 Tahun 2015 dengan tema "Penguatan Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Untuk Kemandirian Riset dan Teknologi Nasional". Harapan kami semoga melalui kegiatan ini dapat terciptanya kemandirian riset dan teknologi nasional yang mampu melahirkan sumberdaya manusia Indonesia yang kompetitif dalam menghadapi persaingan global, khususnya dalam bidang keilmuan Teknik Elektro.

Sebagai tambahan, mulai SNETE 2015 ini, kami akan meng-*online*-kan prosiding dalam rangka memperluas akses terhadap diseminasi hasil penelitian secara luas. Kami mengharapkan agar prosiding SNETE 2015 ini dapat dijadikan sebagai salah satu sumber referensi dalam publikasi penelitian dan memberi informasi terkini tentang perkembangan ilmu Teknik Elektro sekarang ini.

Demikian pengantar ini kami sampaikan, terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya, dan mohon maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan prosiding ini.

Banda Aceh, 23 November 2015
Panitia Pelaksana SNETE 2015

Sayed Muchallil, S.T., M.Sc.
Ketua

DAFTAR REVIEWER

Dr. Fitri Arnia, ST, M.Eng.Sc	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Prof. Dr. Ir. Yuwaldi Away, M.Sc	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Dr. Ing. Melvi Ulvan, ST., MT	UNIVERSITAS LAMPUNG
Dr. Khairul Munadi, ST., M.Eng	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Dr. Syafii, ST., MT	UNIVERSITAS ANDALAS
Dr. Teuku Yuliar Arif, ST., M.Kom.	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Dr. Ir. Rizal Munadi, MT., MM.,	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Dr. Ir. Syahrial, M. Eng	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Dr. Nasaruddin., ST., M.Eng	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Dr. Ing. Ardian Ulvan, ST., M.Sc	UNIVERSITAS LAMPUNG
Dr. Taufiq A Gani, S.Kom., M.Eng.Sc	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Dr. Ira Devi Sara, ST., M.Eng.Sc	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Dr. Muhammad Daud, ST., MT	UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
Dr. Rusdha Muharar, ST., M.Sc	UNIVERSITAS SYIAH KUALA
Dr. Rakhmad Syafutra Lubis, S.T., MT	UNIVERSITAS SYIAH KUALA

KEYNOTE SPEAKERS

Prof. Ocky Karna Radjasa, PhD

Direktur Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kemristekdikti RI

Topik: “Kebijakan Riset dan Pengabdian Masyarakat”

SNETE 2015
Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2015

supported by:



BUANA PRIMA RAYA
ONE STOP SOLUTION FOR EDUCATION AND INDUSTRIAL EQUIPMENT



A Better Solution

PT. DAYAMEGA PRATAMA
www.dayamega.com



DAFTAR ISI

Group-I

Antena Mikrostrip Bentuk Slot Cincin Persegi dengan Pencatuan Electromagnetic Coupling <i>Indra Surjati, Yuli Kurnia Ningsih, dan Fahrul Sidiq</i>	1
Aplikasi Resource Scheduling Berbasis Awan; Studi Kasus Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Syiah Kuala <i>Mugi Asrianto, Sayed Muchallil, dan Rahmad Dawood</i>	5
Perancangan Antena Mikrostrip Polarisasi Circular Dual-Feed Frekuensi 1575,42 MHz untuk GPS <i>Teguh Firmansyah, Sabdo Purnomo, dan Tri Hendarto Fajar Nugroho</i>	11
Perancangan Penguat Daya Derau Rendah untuk Stasiun Bumi Satelit Nano pada Frekuensi 2400 – 2450 MHz Berbasis Mikrostrip <i>Mira Hanafiah Rahmi, Heroe Wijanto, Budi Syihabuddin, dan Agus Dwi Prasetyo</i>	18
Desain High Gain Gilbert Cell Mixer untuk Down Conversion WiMAX Frekuensi 2,3 GHz <i>Siswo Wardoyo, Herudin, dan Teguh Firmansyah</i>	25
Pemeliharaan On-Load Tap Changer (OLTC) Transformator Daya PT PLN (Persero) Unit Pelayanan Transmisi (UPT) Banda Aceh <i>Fathurrahman dan Maironal Ismanto</i>	32

Group-II

Metode Keamanan pada Citra JPEG-Ikhtisar <i>Maulisa Oktiana, Khairul Munadi, dan Fitri Arnia</i>	38
Desain dan Simulasi Filter Aktif Shunt Multilevel Inverter untuk Kompensasi Harmonisa Akibat Penggunaan Beban Non Linear <i>Suhendar, Teguh Firmansyah, dan Zuldiag Solih Afri</i>	45
Sistem Pelacak Otomatis Energi Surya Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 <i>Noer Soedjarwanto dan Osea Zebua</i>	52

Desain dan Simulasi Filter Aktif Shunt Multilevel Inverter untuk Kompensasi Harmonisa Akibat Penggunaan Beban Non Linear

Suhendar, Teguh Firmansyah, dan Zuldiag Solih Afri
 Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
 Jl. Jenderal Sudirman km. 3, Cilegon-Banten 42435
 email : suhendar@untirta.ac.id

Abstrak—Peralatan beban *non linear* saat ini sudah banyak digunakan dalam bidang industri maupun dalam rumah tangga. Penggunaan beban non linear ini dalam pengoperasiannya menimbulkan permasalahan dalam sistem kelistrikan yaitu menghasilkan harmonisa yang dapat mengganggu kualitas daya dalam sistem kelistrikan. Salah satu solusi untuk mereduksi tingkat distorsi harmonisa adalah dengan pemasangan filter aktif *shunt multilevel inverter*. Dalam penelitian ini telah dirancang pemodelan filter aktif shunt multilevel inverter tiga tingkat sebagai upaya untuk mengurangi *Total Harmonic Distortion* (THD) dalam sistem kelistrikan. *Software* MATLAB *Simulink* R2009a digunakan untuk membuat pemodelan dan melakukan simulasi. THDi sebelum pemasangan filter aktif shunt pada fasa $R=45.09\%$, fasa $S=73.77\%$, dan fasa $T=54.66\%$. Pemasangan filter aktif shunt multilevel inverter *H-bridge* tiga tingkat dengan menggunakan komponen *switching* IGBT mampu mengurangi THDi pada fasa R menjadi 1.78% , fasa $S=0.93\%$, dan fasa $T=0.88\%$. Sedangkan saat menggunakan komponen ideal switch THDi pada fasa $R=1.78\%$, fasa $S=0.92\%$, dan fasa $T=0.91\%$. Sistem dengan pemasangan filter aktif *shunt multilevel inverter diode clamped* tiga tingkat menggunakan komponen IGBT mampu mengurangi THDi fasa $R=0.98\%$, fasa $S=0.37\%$, dan fasa $T=0.63\%$ dan dengan menggunakan komponen ideal *switch* fasa $R=2\%$, fasa $S=0.82\%$, dan fasa $T=1.09\%$. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pemasangan filter aktif *shunt* mampu mengurangi THDi sistem sesuai dengan tingkat THD yang diijinkan menurut standar IEEE 519-1992.

Kata kunci: harmonisa, THD arus, filter aktif shunt, multilevel inverter

Abstract—Non-linear load devices are now widely used in industry and in the home tangga. Penggunaan non linear load is in operation causing problems in the electrical system that generates harmonics that can interfere with the quality of power in the system kelistrikan. One solution to reduce the level of harmonic distortion is the installation of shunt active filter multilevel inverter. In this research has been designed multilevel modeling shunt active filter inverter three level in an effort to reduce the Total Harmonic Distortion (THD) in the electrical system. R2009a MATLAB Simulink software is used to create and perform simulation modeling. THDi before installation of shunt active filter in phase $R=45.09\%$, phase $S=73.77\%$ and the phase $T=54.66\%$. Installation of shunt active filter *H-bridge* multilevel inverter using a three-level IGBT switching component is able to reduce the THDi on phase R becomes 1.78% , $S=0.93\%$ phase and phase $T=0.88\%$. Whereas when using ideal components THDi switch on phase $R=1.78\%$, phase $S=0.92\%$ and phase $T=0.91\%$. System with the installation of an active filter shunt multilevel inverter diode clamped three levels using components IGBT is able to reduce the THDi phase $R=0.98\%$, phase $S=0.37\%$ and phase $T=0.63\%$ and using an ideal component switches phases $R=2\%$, phase $S=0.82\%$ and the phase $T=1.09\%$. From the simulation results that have been carried out the installation of shunt active filter capable of reducing THDi system in accordance with the level of THD permitted according to IEEE standard 519-1992.

Keywords: harmonics, THD current, shunt active filter, multilevel inverter

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya aktivitas kehidupan manusia secara langsung mengakibatkan semakin tinggi permintaan akan penggunaan energi listrik. Dunia industri pada umumnya menggunakan peralatan berbasis elektronika daya. Biasanya peralatan-peralatan ini menarik arus dari sumber dengan bentuk non sinusoidal. Peralatan semacam ini biasanya diklasifikasikan sebagai beban non linier. Peralatan ini menyebabkan arus fundamental

tidak berbentuk sinusoidal lagi. Fenomena ini yang sering disebut dengan harmonisa. Harmonisa merupakan suatu gejala yang terjadi akibat dioperasikannya beban listrik non linier yang menghasilkan gelombang dengan frekuensi-frekuensi tinggi (merupakan kelipatan dari frekuensi fundamentalnya) [1].

Dalam upaya memperoleh efisiensi pengoperasian dan pemanfaatan sistem tenaga listrik, maka pengaruh harmonisa harus diperhitungkan. Oleh karena itu, sebagai tindakan yang dibutuhkan, usaha untuk menganalisis

pengaruh harmonisa sangat diperlukan demi menjaga kualitas daya dari suatu sistem kelistrikan. Salah satu usaha untuk mengatasi permasalahan harmonisa adalah dengan merencanakan suatu fiter harmonisa. Salah satu solusi dari masalah harmonisa adalah dengan pemasangan filter aktif yang dipasang secara paralel (*shunt active filter*). Ada banyak metode yang dikembangkan untuk mendesain suatu filter daya aktif. Salah satu metode yang digunakan untuk mendesain filter daya aktif paralel adalah menggunakan metode multilevel inverter [2].

Pada penelitian ini penulis merancang filter aktif paralel serta mensimulasikan menggunakan *software* MATLAB dalam upaya peredaman harmonisa yang dihasilkan oleh peralatan beban non-linear tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Harmonisa

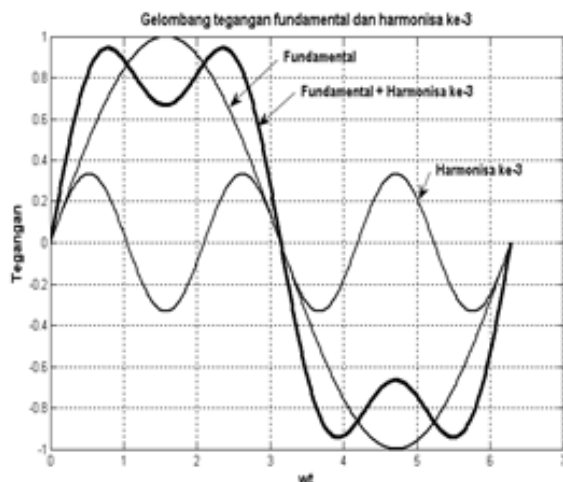
Harmonisa adalah suatu gelombang tegangan atau arus yang berfrekuensi tinggi dimana frekuensinya merupakan kelipatan terhadap frekuensi fundamental 50 Hz. Untuk sistem tenaga dengan f_0 sebagai frekuensi dasar, maka frekuensi dari harmonisa orde ke- n adalah nf_0 . Makin banyak gelombang harmonisa yang diikutsertakan pada gelombang fundamentalnya, maka gelombang akan semakin mendekati gelombang persegi atau gelombang akan berbentuk non-sinusoidal [3]. Contoh gelombang yang terdistorsi akibat adanya harmonisa ditunjukkan pada Gambar 1.

Parameter yang digunakan untuk menunjukkan ukuran dari distrorsi harmonisa adalah THD (*Total Harmonic Distortion*). Besarnya THDi dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

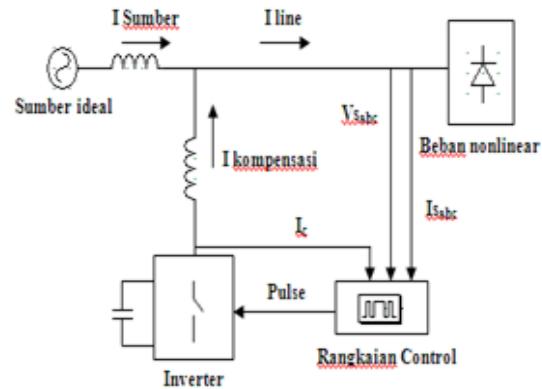
$$THDi = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^n I_h^2}}{I_1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

- THDi = Total Harmonic Distortion Arus
- I_h = Arus Komponen harmonisa arus ke- h
- I_1 = Arus frekuensi fundamental



Gambar 1. Bentuk gelombang tegangan fundamental terdistorsi



Gambar 2. Topologi filter aktif paralel

B. Filter Aktif Shunt

Filter harmonisa aktif sering disebut sebagai Filter Daya Aktif (*Active Power Filter*). Filter aktif dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu Filter Aktif (FA) *shunt*, seri, dan *hybrid*. Masing-masing memiliki keunggulan dan kekurangan. FA *shunt* adalah filter yang paling populer, memiliki topologi dan prosedur instalasi yang telah dipahami dengan baik. Prinsip dasar Filter Aktif Paralel adalah membangkitkan arus kompensasi untuk meredam harmonisa, sehingga arus sumber mendekati sinusoidal, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.

C. Multilevel Inverter

Awalnya *inverter* konvensional memiliki konfigurasi dua tingkat untuk menghasilkan tegangan AC dari tegangan DC. Pada *inverter* jenis ini untuk memperoleh tegangan keluaran yang halus dapat dilakukan dengan menaikkan frekuensi *switching*. Namun pada aplikasi daya yang lebih, besar frekuensi *switching* tidak bisa dinaikkan disebabkan karena besar *losses* yang timbul pada *switch* itu sendiri. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan metode *multilevel inverter*. Pada metode *multilevel inverter* rangkaian tegangan pada *switch* bisa lebih rendah dan mengatasi *losses* pada *switch* [2].

Peralatan *inverter* dikategorikan sebagai peralatan *multilevel inverter* jika peralatan *inverter* tersebut minimal memiliki tiga level gelombang tegangan keluaran pada peralatan tersebut. Topologi *multilevel inverter* tiga tingkat *diode clamped* ditunjukkan pada Gambar 3 dan *multilevel inverter* tiga tingkat tipe *H-Bridge* ditunjukkan pada Gambar 4.

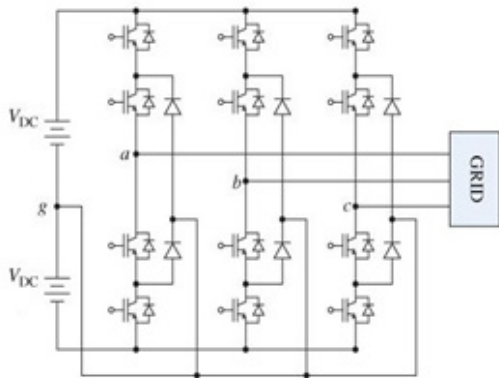
Beberapa kebutuhan komponen *multilevel inverter diode clamped* tingkat n adalah [4]:

$$\text{Sumber tegangan} = (n-1) \dots \dots \dots (2)$$

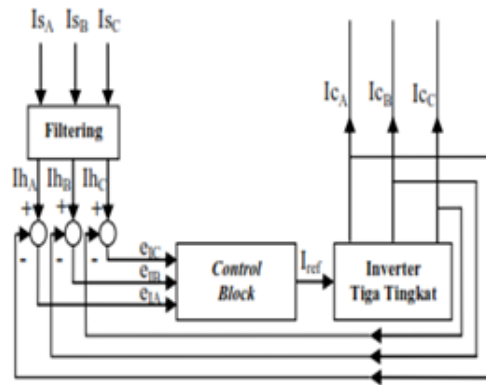
$$\text{Perangkat Switching} = 2(n-1) \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Dioda} = (n-1)(n-2) \dots \dots \dots (4)$$

Multilevel inverter H-bridge dengan n -tingkat, dimana N adalah jumlah level dari *output multilevel inverter* dan H adalah jumlah *inverter full bridge* [3].



Gambar 3. Rangkaian 3 fasa multilevel inverter diode clamped tiga tingkat



Gambar 5. Diagram blok filter aktif shunt tiga tingkat

$$N = 2H + 1 \dots\dots\dots (5)$$

$$S = 2(N - 1) \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

N = Jumlah Level *Multilevel Inverter H-Bridge*

H = Jumlah *Inverter Full Bridge*

S = Jumlah Saklar (*Switching*)

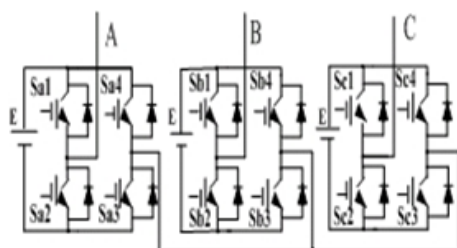
Sedangkan prinsip kerja dari filter aktif *shunt multilevel inverter* tiga tingkat ditunjukkan pada Gambar 5 [5].

III. DESAIN FILTER AKTIF SHUNT MULTILEVEL INVERTER SEBAGAI KOMPENSASI HARMONISA

A. Metodologi Penelitian

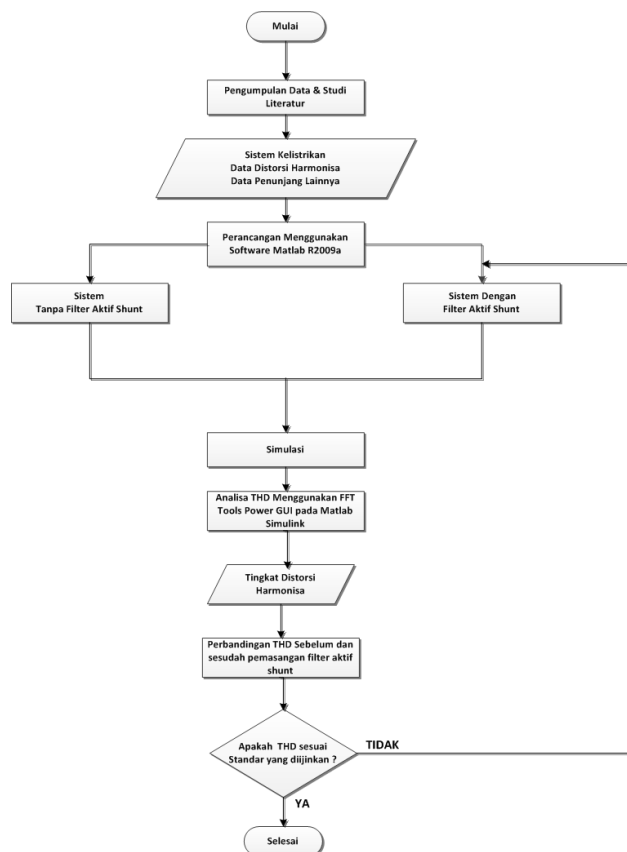
Proses penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yang dilakukan berdasarkan urutan dalam melakukan penelitian:

1. Mengumpulkan studi literatur penelitian referensi berupa jurnal-jurnal hasil penelitian dan buku-buku yang ada hubungannya dengan permasalahan yang sedang dibahas baik dalam pembuatan simulasi program maupun dalam dasar teori yang mendukung dalam menunjang penelitian.
2. Melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan berupa data sistem kelistrikan, data harmonisa dari beban *non-linear*.
3. Merancang dan mensimulasikan desain filter aktif *shunt multi level inverter* sebagai kompensasi harmonisa dari peralatan beban non linear menggunakan *software Matlab Simulink*.
4. Melakukan simulasi menggunakan program Matlab

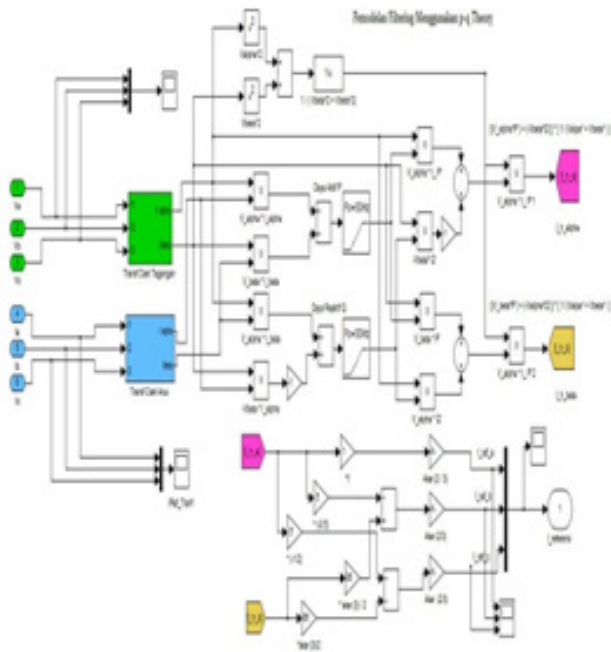


Gambar 4. Rangkaian 3 fasa Multilevel Inverter *H-Bridge* tiga tingkat

5. Sistem yang sudah dirancang selanjutnya disimulasikan pada program Matlab R2009a, yang digunakan dalam penelitian skripsi ini.
 6. Menganalisa tingkat distorsi harmonisa sistem tanpa filter aktif *shunt* dengan sistem menggunakan filter aktif *shunt* yang telah dirancang dalam upaya mengurangi tingkat distorsi yang dihasilkan oleh peralatan beban *non linear* berupa penyearah 3 fasa.
- Secara keseluruhan tahapan dalam pengerjaan tugas akhir ini mulai dari pengumpulan data, proses perancangan, simulasi, serta analisa hasil, dan kesimpulan dapat diperlihatkan dalam diagram alir pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir penelitian



Gambar 7. Rangkaian filtering Matlab Simulink

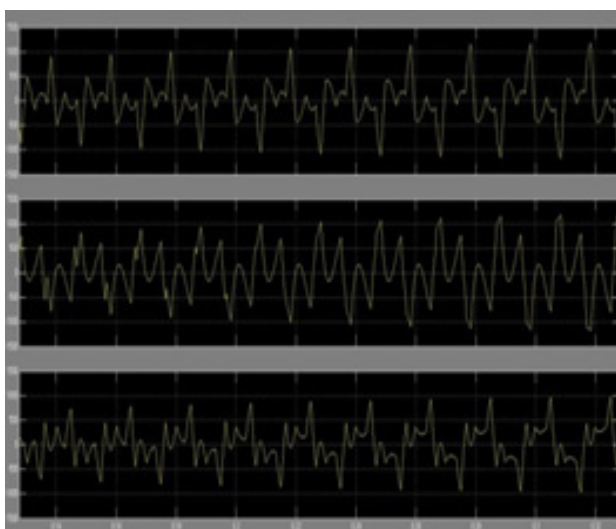
B. Filtering

Gambar 7 menunjukkan pemodelan rangkaian *filtering* pada Matlab Simulink sedangkan Gambar 8 merupakan bentuk gelombang harmonisa hasil keluaran rangkaian *filtering*.

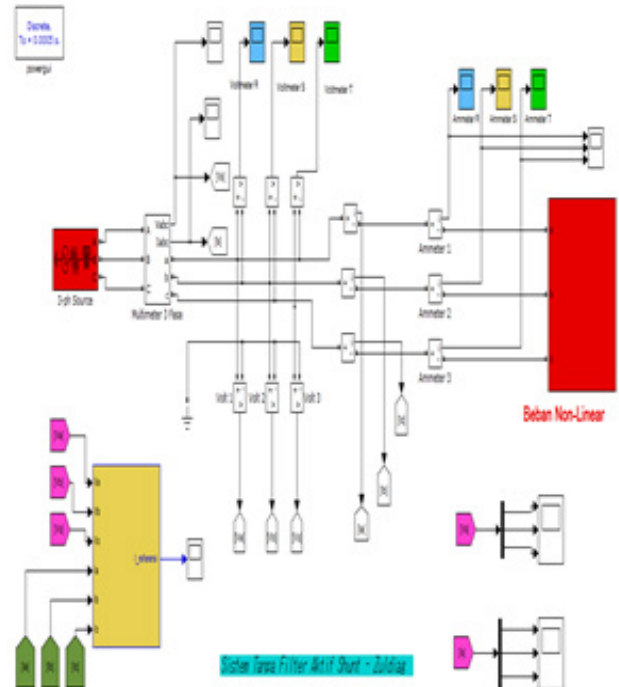
C. Sistem Tanpa Filter Aktif Shunt

Pemodelan sistem dirancang dengan sumber tegangan yang terhubung dengan blok beban *non-linear* yang berperan sebagai sumber harmonisa, seperti Gambar 9.

D. Sistem dengan Filter Aktif Shunt Multilevel Inverter Tiga Tingkat



Gambar 8. Gelombang arus harmonisa sistem fasa R, Fasa S, dan Fasa T



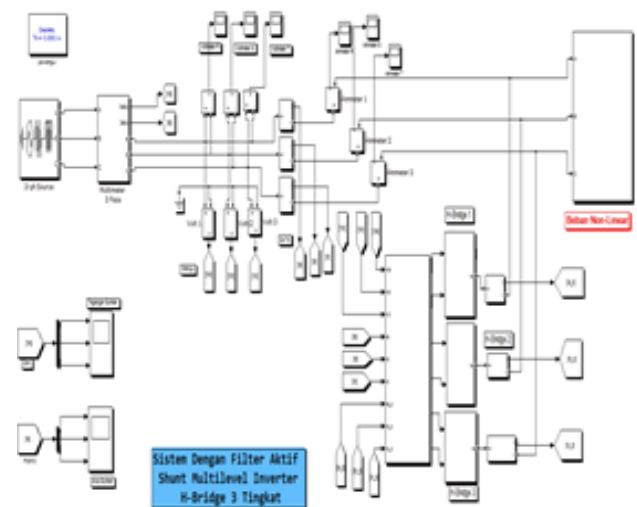
Gambar 9. Sistem tanpa filter aktif shunt multilevel inverter Matlab Simulink

Pemodelan multilevel inverter tipe *H-Bridge* tiga tingkat ditunjukkan pada Gambar 10 sedangkan pemodelan sistem terpasang filter aktif *shunt* tipe *H-bridge* ditunjukkan Gambar 11.

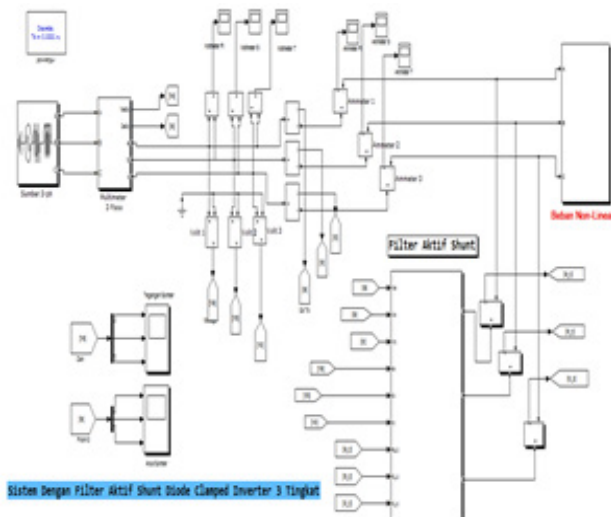
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. THDi Sistem tanpa Filter Aktif Shunt

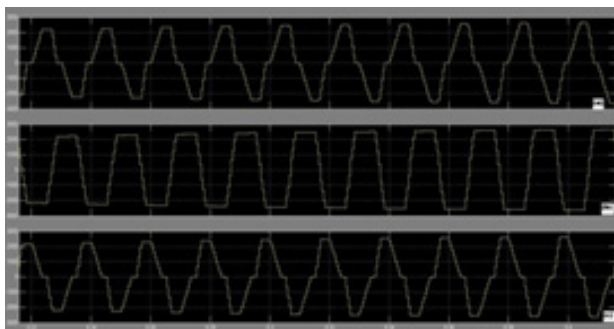
Sistem tanpa filter harmonisa menyebabkan gelombang arus masukan mengalami distorsi harmonisa akibat adanya interferensi dari gelombang harmonisa kepada gelombang



Gambar 10. Sistem terpasang filter aktif shunt multilevel inverter *H-Bridge* Matlab Simulink



Gambar 11. Sistem dengan filter aktif shunt multilevel inverter diode clamped



Gambar 12. Gelombang arus sumber terdistorsi

fundamental, sehingga gelombang arus sumber tidak berbentuk sinusoidal. Bentuk gelombang arus masukan terdistorsi diperlihatkan pada Gambar 12.

Tabel 1 adalah data besarnya THDi pada fasa R, fasa S, dan Fasa T dari arus sumber terdistorsi. Tabel tersebut menunjukkan bahwa sumber arus pada masing-masing fasa mengalami tingkat distorsi harmonisa arus THDi yang besar dan melebihi standar tingkat THD arus IEEE 519-1992 standar 5%.

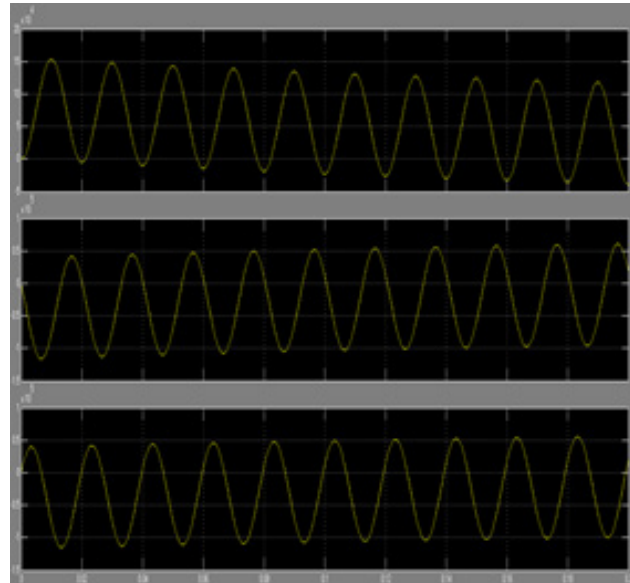
B. THDi Sistem Dengan Filter Aktif Shunt Multilevel Inverter H-Bridge Tiga Tingkat

Pemasangan filter aktif shunt ini bertujuan untuk mengurangi tingkat distorsi harmonisa dengan cara menginjeksikan arus kompensasi ke sistem tenaga listrik. Bentuk gelombang arus masukan setelah kompensasi harmonisa dengan filter aktif *shunt multilevel inverter* tiga tingkat tipe *H-Bridge* ditunjukkan pada Gambar 13.

Tampak bahwa gelombang sumber arus berbentuk

Tabel 1. THDi Arus Sumber Sebelum Pemasangan Filter Aktif Shunt

Parameter	Fasa		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T
THDi	45.09%	73.77%	54.66%



Gambar 13. Gelombang arus sumber setelah pemasangan aktif Shunt Inverter tipe H-Bridge

Tabel 2. Perbandingan THDi sebelum dan sesudah pemasangan filter aktif shunt inverter H-Bridge

Kondisi Sistem	THD Arus		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T
Tanpa Filter	45.09%	73.77%	54.66%
Filter Aktif Shunt Multilevel Inverter H-Bridge (IGBT)	1.78%	0.93%	0.88%
Filter Aktif Shunt Multilevel Inverter H-Bridge (Ideal Switch)	1.78%	0.92%	0.91%

sinusoidal. Tabel 2 dan Gambar 13 menunjukkan perbandingan THDi sebelum dan sesudah pemasangan filter aktif *shunt multilevel inverter H-Bridge* 3 tingkat.

C. THDi Sistem dengan Filter Aktif Shunt Multilevel Inverter Diode Clamped

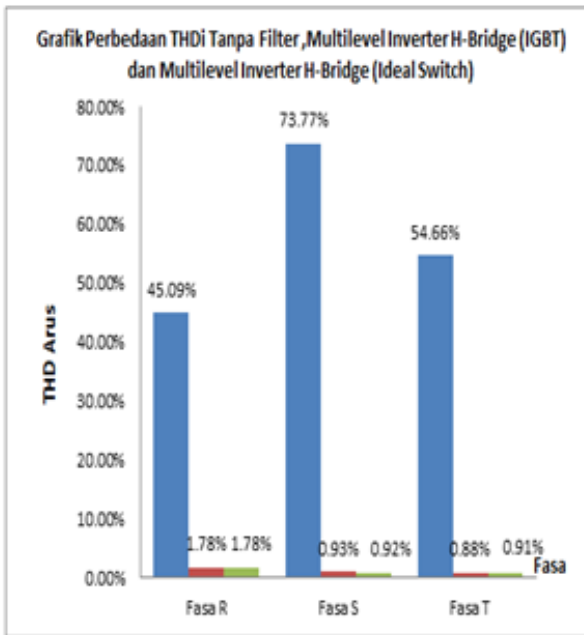
Bentuk gelombang arus masukan setelah pemasangan filter aktif *shunt multilevel inverter diode clamped* tiga tingkat ditunjukkan pada Gambar 15.

Perbandingan THDi sebelum dan sesudah pemasangan filter aktif *shunt multilevel inverter* ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 16.

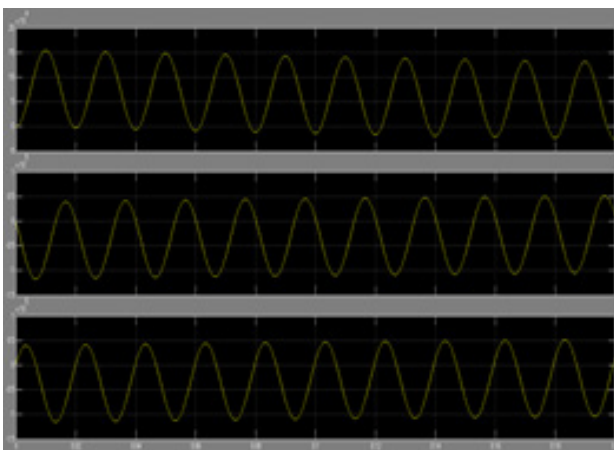
Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, pemasangan filter aktif *shunt multilevel inverter* dengan tipe *H-bridge* maupun *diode clamped* mampu mengurangi THDi sistem untuk setiap fasa sesuai dengan standar IEEE 519-1992.

V. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan



Gambar 14. Grafik Perbandingan THD Arus Masukan Sistem Tanpa Filter, Multilevel Inverter H-Bridge Tiga Tingkat (IGBT), Multilevel Inverter H-Bridge Tiga Tingkat (Ideal Switch)



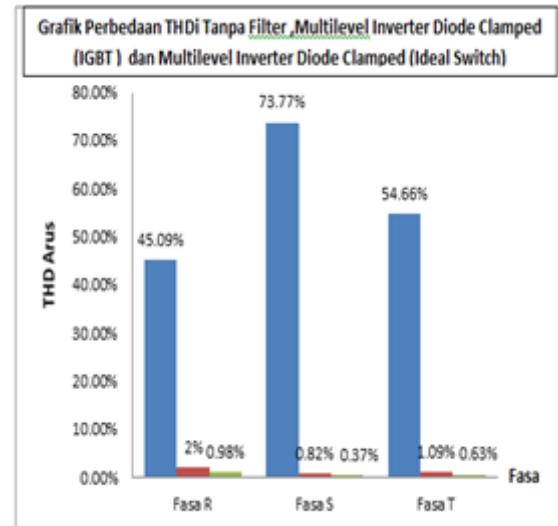
Gambar 15. Bentuk Gelombang Arus Masukan Setelah Pemasangan Filter Aktif Shunt Multilvel Inverter Diode Clamped Tiga Tingkat

sebagai berikut:

Telah dirancang dan disimulasikan filter aktif *shunt multilevel inverter h-bridge* tiga tingkat dan *multilevel inverter diode clamped* tiga tingkat yang digunakan sebagai kompensasi harmonisa.

Total Harmonic Distortion (THD) arus pada sistem sebelum pemasangan filter aktif shunt multilevel inverter pada fasa $R=45.09%$, fasa $S=73.77%$ dan fasa $T=54.66%$

Pemasangan filter aktif *shunt multilevel inverter h-bridge* tiga tingkat dengan menggunakan komponen *switching IGBT* mampu mengurangi THDi pada fasa $R=1.78%$, fasa $S=0.93%$ dan fasa $T=0.88%$. Sedangkan saat menggunakan komponen *ideal switch* THDi pada fasa $R=1.78%$, fasa $S=0.92%$ dan fasa $T=0.91%$. Sistem dengan pemasangan filter aktif *shunt multilevel inverter diode clamped* tiga tingkat menggunakan komponen IGBT



Gambar 16. Grafik Perbandingan THD Arus Masukan Sistem Tanpa Filter, Multilevel Inverter Diode Clamped Tiga Tingkat (IGBT), Multilevel Inverter Diode Clamped Tiga Tingkat (Ideal Switch)

Tabel 3. Perbandingan THDi sebelum dan sesudah pemasangan filter aktif shunt inverter Diode Clamped

Kondisi Sistem	THD Arus		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T
Tanpa Filter	45.09%	73.77%	54.66%
Inverter Diode Clamped(IGBT)	0.98%	0.37%	0.63%
Inverter Diode Clamped (Ideal Switch)	2%	0.82%	1.09%

mampu mengurangi THDi fasa $R=0.98%$, fasa $S=0.37%$ dan fasa $T=0.63%$ dan dengan menggunakan komponen *ideal switch* fasa $R=2%$, fasa $S=0.82%$ dan fasa $T=1.09%$.

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pemasangan filter aktif *shunt* mampu mengurangi THDi sistem sesuai dengan tingkat THD yang diijinkan menurut standar IEEE 519-1992.

REFERENSI

- [1] Utama, Dhani Wahyu. Simulasi Penggunaan Filter Aktif Paralel Untuk Meredam Harmonisa Studi Kasus Sistem Kelistrikan PT Kaltim Prima Coal. Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Diponegoro. 2014.
- [2] Yuanti, Ari. Desain Dan Simulasi Filter Daya Aktif Shunt Untuk Kompensasi Harmonisa Menggunakan Metode Cascaded Multilevel Inverter. Jurusan Teknik Elektro FTI Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2010.
- [3] Meliala, Selamat. Simulasi Filter Aktif Seri Sebagai Kompensasi Harmonisa Pada Sistem Saluran Tegangan Rendah. Universitas Sumatera Utara. 2011.
- [4] Dani, Irfandi Nu'Man. Desain Filter Aktif Dengan Skema Fuzzy Logic Controller Untuk Mereduksi Harmonisa. Universitas Sumatera Utara. 2014
- [5] Roziqin, K K. Desain Filter Aktif Shunt Tiga Tingkat Berbasis Fuzzy Logic Controller (FLC) Untuk Meredam Harmonisa. Jurusan Teknik Elektro FTI Institut Teknologi Sepuluh

- Nopember. 2010.
- [6] Warman, Eddy. Penentuan Faktor Pengali Sistem Pengukuran Analog Untuk Beban Non Linear. Universitas Sumatera Utara. 2013.
- [7] Akagi, H. Nabae, A. Control Strategy of Active Power Filters Using Multiple Voltage-Source PWM Converters. IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. IA-22, NO. 3. 1986
- [8] Kalaignan, Parithimar., Raja, Sree Renga. Harmonic Elimination By Shunt Active Filter Using PI Controller. IEEE Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC).2010.
- [9] Montes, A.O, Ramos.G. Instantaneous p-q Theory for harmonic compensation via shunt active power filter. IEEE 2013 Workshop on Power Electronics and Power Quality Applications (PEPQA). 2013.
- [10] Kothuru, Sudhakar, dkk. Investigation on Shunt Active Filter with P-Q Theory. International Conference on Circuits, Power and Computing Technologies [ICCPCT-2013].2013.