

ISSN : 1411 - 366 X

# TRANSISTOR

PUBLIKASI ILMIAH TEKNOLOGI INDUSTRI

**ANALISIS EFISIENSI LAYANAN *SUPPLIER* MENGGUNAKAN  
METODE *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)*  
PADA SWALAYAN MAKRO SEMARANG**

Novi Marlyana, Nuzulia Khoiriyah, Achmad Fakhri

**PENERAPAN FILTER ADAPTIF LMS, NLMS DAN KALMAN UNTUK  
PENGHAPUSAN DERAU KANAL LINTAS-JAMAK UNTUK CDMA**

Dhidik Prastiyanto

**ANALISIS PENGARUH KELELAHAN FISIK TERHADAP TINGKAT KEWASPADAAN  
(Studi Kasus Mahasiswa Teknik Industri Universitas Diponegoro)**

Heru Prastawa, Ratna Purwaningsih, Viena Amelia Indriana

**SWITCHING KONVERTER PADA PENGATURAN MOTOR ASINKRON**

Bambang Sri Kaloko, Muhamad Haddin

**OPTIMASI PEMBEBANAN UNIT-UNIT PEMBANGKIT THERMAL  
PADA SISTEM KELISTRIKAN BALI**

Rukmi Sari Hartati, Sukerayasa, Agus Mahardika

**PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN PROSES (CARA KERJA AMAN)  
DENGAN PENDEKATAN *JOB SAFETY ANALYSIS (JSA)***

(Studi Kasus di Unit ITP PT. Pertamina (Persero) UP – VI Balongan)

Akhmad Syakhroni

**PENCACAH 4017 SEBAGAI PEMILIH SALURAN TELEPON**

Muhammad Khosyi'in

**RANCANG BANGUN MODEL PENGERING KAYU JATI MENGGUNAKAN  
PENUKAR KALOR ALIRAN SILANG DENGAN BAHAN BAKAR TATAL KAYU**

Agus Slamet

**PENCUPLIKAN CITRA ALIRAN DARAH DALAM TUBUH  
UNTUK MEMBENTUK PULSA AKTIFITAS JANTUNG**

Eka Nuryanto Budisusila, R. Sudaryanto, Heru Nurwarsito

**ANALISIS RUGI DAYA LISTRIK TEKNIS SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI  
TEGANGAN MENENGAH**

**STUDI KASUS FEEDER UNGARAN I**

Budi Sukoco

**Akreditasi No. 39/DIKTI/Kep/2004**

<b>TRANSISTOR</b>	Vol. 7	No. 1	Halaman 1 – 115	Semarang Juli 2007	ISSN 1411-366X
-------------------	--------	-------	-----------------	-----------------------	----------------



Journal  
**TRANSISTOR**

- PENANGGUNG JAWAB : Muhamad Haddin  
PENASEHAT : Sukarno Budi Utomo  
KETUA DEWAN REDAKSI : Dedi Nugroho  
SEKRETARIS DEWAN REDAKSI : Andre Sugiyono  
ANGGOTA DEWAN REDAKSI :  
1. Adi Susanto  
2. Hermawan  
3. Tumiran  
4. Chairul Saleh  
5. Muhammad Taufik  
6. Heru Prastawa  
7. Agus Suprayitno  
8. Novi Marlyana  
9. Didik Prastyanto  
10. Eli Mas'idah
- ALAMAT REDAKSI : Gedung Fakultas Teknologi Industri  
Lantai 2 Ruang 2.08  
Universitas Islam Sultan Agung  
Jl. Raya Kaligawe km. 4  
Po. Box. 1054/SM  
Semarang 50112  
Telp : (024) 6583584 psw. 362  
Fax : (024) 6582455  
e-mail : transistor\_unissula@yahoo.com

**MITRA BESTARI (REVIEWER EDISI INI) :**

Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo (ITS), M.Eng., Ir. Supari, MT. (UNDIP),  
Drs. Bedjo Santoso, MT. (UNISSULA), Hud Munawar, ST., MT. (PRAKTISI),  
Ir. Bambang Purwanggono, M.Eng. (UNDIP),  
Ir. Ida Widiastuti, MT. (UNISSULA)

**Jurnal TRANSISTOR** diterbitkan oleh **Pusat Kajian Teknologi Industri Sultan Agung Semarang**. Dimaksudkan sebagai media pertukaran informasi dan karya ilmiah bagi para akademisi, praktisi dan pihak-pihak lain yang menaruh minat terhadap masalah teknologi.

Untuk menuangkan ide pemikirannya, jurnal ini terbit dua kali dalam setahun (Juli dan Desember).

Redaksi menerima naskah yang belum pernah diterbitkan atau dalam proses diterbitkan oleh media lain. Pedoman penulisan naskah untuk **Jurnal TRANSISTOR** tercantum pada bagian akhir jurnal.

Surat menyurat mengenai naskah yang diterbitkan, berlangganan dan lainnya dapat dialamatkan ke alamat redaksi.

*Jurnal*  
**TRANSISTOR**  
PUBLIKASI ILMIAH TEKNOLOGI INDUSTRI

**ANALISIS EFISIENSI LAYANAN SUPPLIER MENGGUNAKAN  
METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)  
PADA SWALAYAN MAKRO SEMARANG**  
Novi Marlyana, Nuzulia Khoiriyah, Achmad Fakhri

**PENERAPAN FILTER ADAPTIF LMS, NLMS DAN KALMAN UNTUK  
PENGHAPUSAN DERAU KANAL LINTAS-JAMAK UNTUK CDMA**  
Dhidik Prastiyanto

**ANALISIS PENGARUH KELELAHAN FISIK TERHADAP TINGKAT KEWASPADAAN  
(Studi Kasus Mahasiswa Teknik Industri Universitas Diponegoro)**  
Heru Prastawa, Ratna Purwaningsih, Viena Amelia Indriana

**SWITCHING KONVERTER PADA PENGATURAN MOTOR ASINKRON**  
Bambang Sri Kaloko, Muhamad Haddin

**OPTIMASI PEMBEBANAN UNIT-UNIT PEMBANGKIT THERMAL  
PADA SISTEM KELISTRIKAN BALI**  
Rukmi Sari Hartati, Sukerayasa, Agus Mahardika

**PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN PROSES (CARA KERJA AMAN)  
DENGAN PENDEKATAN JOB SAFETY ANALYSIS (JSA)  
(Studi Kasus di Unit ITP PT. Pertamina (Persero) UP – VI Balongan)**  
Akhmad Syakhroni

**PENCACAH 4017 SEBAGAI PEMILIH SALURAN TELEPON**  
Muhammad Khosyil'in

**RANCANG BANGUN MODEL PENERING KAYU JATI MENGGUNAKAN  
PENUKAR KALOR ALIRAN SILANG DENGAN BAHAN BAKAR TATAL KAYU**  
Agus Slamet

**PENCUPLIKAN CITRA ALIRAN DARAH DALAM TUBUH  
UNTUK MEMBENTUK PULSA AKTIFITAS JANTUNG**  
Eka Nuryanto Budisusila, R. Sudaryanto, Heru Nurwarsito

**ANALISIS RUGI DAYA LISTRIK TEKNIS SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI  
TEGANGAN MENENGAH  
STUDI KASUS FEEDER UNGARAN I**  
Budi Sukoco

Akreditasi No. 39/DIKTI/Kep/2004

TRANSISTOR	Vol. 7	No. 1	Halaman 1 – 115	Semarang Juli 2007	ISSN 1411-366X
------------	--------	-------	-----------------	-----------------------	----------------



## Dari Redaksi

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillahirobbil 'Alamiin, segala puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya Jurnal Transistor Vol. 7, No. 1, Juli 2007 Fakultas Teknologi Industri kembali ditengah-tengah kita.

Dalam edisi ini Jurnal TRANSISTOR memuat berbagai artikel menarik seperti Optimasi Sistem Industri, Switching Konverter pada Motor Asinkron, Pencuplikan Citra Aliran Darah maupun Analisis Rugi Daya Listrik.

Akhirnya pihak redaksi tak henti-hentinya mengajak kepada para pembaca untuk turut serta berperan aktif memajukan Jurnal TRANSISTOR dengan mengirimkan karya-karya ilmiah yang bermutu dan bermanfaat bagi kemajuan bidang teknologi industri. Semoga artikel-artikel yang dimuat pada edisi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang budiman.

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Semarang, Juli 2007  
Redaktur

## DAFTAR ISI

<b>ANALISIS EFISIENSI LAYANAN <i>SUPPLIER</i> MENGGUNAKAN METODE <i>DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)</i> PADA SWALAYAN MAKRO SEMARANG</b> Novi Marlyana, Nuzulia Khoiriyah, Achmad Fakhri	1 – 10
<b>PENERAPAN FILTER ADAPTIF LMS, NLMS DAN KALMAN UNTUK PENGHAPUSAN DERAU KANAL LINTAS-JAMAK UNTUK CDMA</b> Dhidik Prastiyanto	11 – 19
<b>ANALISIS PENGARUH KELELAHAN FISIK TERHADAP TINGKAT KEWASPADAAN (Studi Kasus Mahasiswa Teknik Industri Universitas Diponegoro)</b> Heru Prastawa, Ratna Purwaningsih, Viena Amelia Indriana	20 – 32
<b>SWITCHING KONVERTER PADA PENGATURAN MOTOR ASINKRON</b> Bambang Sri Kaloko, Muhamad Haddin	33 – 44
<b>OPTIMASI PEMBEBANAN UNIT-UNIT PEMBANGKIT THERMAL PADA SISTEM KELISTRIKAN BALI</b> Rukmi Sari Hartati, Sukerayasa, Agus Mahardika	45 – 54
<b>PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN PROSES (CARA KERJA AMAN) DENGAN PENDEKATAN <i>JOB SAFETY ANALYSIS (JSA)</i> (Studi Kasus di Unit ITP PT. Pertamina (Persero) UP – VI Balongan)</b> Akhmad Syakhroni	55 – 64
<b>PENCACAH 4017 SEBAGAI PEMILIH SALURAN TELEPON</b> Muhammad Khosyifin	65 – 74
<b>RANCANG BANGUN MODEL PENERING KAYU JATI MENGGUNAKAN PENUKAR KALOR ALIRAN SILANG DENGAN BAHAN BAKAR TATAL KAYU</b> Agus Slamet	75 – 87
<b>PENCUPLIKAN CITRA ALIRAN DARAH DALAM TUBUH UNTUK MEMBENTUK PULSA AKTIFITAS JANTUNG</b> Eka Nuryanto Budisusila, R. Sudaryanto, Heru Nurwarsito	88 – 104
<b>ANALISIS RUGI DAYA LISTRIK TEKNIS SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH STUDI KASUS FEEDER UNGARAN I</b> Budi Sul:oco	105 – 115



## SWITCHING KONVERTER PADA PENGATURAN MOTOR ASINKRON

Bambang Sri Kaloko<sup>1</sup>, Muhamad Haddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang

### ABSTRACT

*Switching converter is represent especial component in arrangement of asynchronous machine or AC motors being based on field of oriented. Principal of arrangement applying of asynchronous machine base on field oriented is arrangement of speed by controlling frequency of electric source. With progress of technology in the field of power electronics and technology of semiconductor hence usage of switching as inverter to arrange motor rotation of AC become to rapidly grow. In this paper is studied energy converter also to get DC source. System as a whole use AC source return, then by using converter to change DC source. Hereinafter the DC source require to be altered again into AC system by using inverter for the purpose of motor speed arrangement by arranging frequency.*

*Keywords : Switching converter, Asynchronous machine, Field oriented*

### PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan sistem transportasi yang murah dan bersih lingkungan sangat diperlukan. Berbagai konsep diperkenalkan mulai dari mobil listrik, biodiesel maupun mobil hibrid. Namun demikian kendala yang dihadapi masih banyak terutama tingginya biaya operasional sistem transportasi tersebut. Untuk itu perlu dikembangkan sistem transportasi publik yang nyaman, murah dan bersih lingkungan yaitu dengan mengembangkan sistem penggerak tenaga listrik. Sistem ini sudah dikembangkan di Jabotabek dengan konsep Kereta Rel Listrik dengan penggerak mesin Arus Searah/DC (*Direct Current*). Sistem ini cukup mahal, sehingga dirasa perlu untuk mengembangkan sistem yang lebih murah dengan penggerak mesin Arus Bolak-balik/AC (*Alternating Current*).

Sistem transportasi cukup mendapat perhatian untuk dilakukan efisiensi dan diversifikasi serta mencari sumber alternatif energi primernya untuk mengurangi ketergantungan akan bahan bakar minyak. Karena ini sangat erat hubungannya dengan tingkat kesejahteraan dan pertumbuhan industri yang ditandai dengan tingkat mobilitas penduduk terutama perkotaan yang sangat tinggi. Efisiensi transportasi umumnya dilakukan dengan membuat sistem terpadu dan regulasi, baik dalam sistem penyediaan maupun sistem tarif. Sementara sisi diversifikasi sistem transportasi dilakukan dengan mengembangkan sistem transportasi yang sudah ada ataupun dengan mencari model transportasi yang baru. Untuk pengembangan sistem transportasi yang sudah ada salah satunya adalah dengan mengembangkan model kereta rel listrik dengan penggerak mesin AC.

Berdasarkan pada kondisi di atas, maka dalam penelitian ini akan dibahas sistem drive kereta rel listrik yang digerakkan dengan mesin AC. Sistem tersebut akan dikendalikan dengan suatu program yang didasarkan pada sistem kecerdasan buatan yang dirancang bagi peningkatan efisiensi dan faktor kerja mesin. Peningkatan efisiensi dan faktor kerja mesin dilakukan dengan membuat sistem yang mampu bekerja secara terkendali berdasarkan *field oriented*. Sistem ini dikembangkan untuk pengaturan mesin AC yang dijadikan model penelitian ini. Disamping itu suatu hal yang terpenting dalam sistem drive ini adalah pengaturan frekuensi masukan yang dilakukan dengan membuat suatu kombinasi konverter dan inverter untuk suplai energi listrik ke sistem penggerak mesin AC.



Dengan mengacu pada uraian diatas, secara umum penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Mendapatkan model sistem drive mesin AC.
- b. Mendapatkan model konverter maupun inverter untuk kendali sistem drive mesin AC.
- c. Mendapatkan parameter yang digunakan untuk pengontrolan konverter, inverter dan mesin AC pada sistem drive mesin AC.
- d. Mengembangkan model sistem transportasi yang murah dan ramah lingkungan.

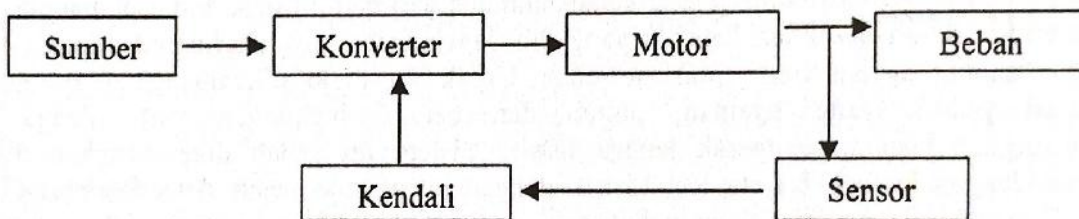
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka penelitian akan memfokuskan pada masalah-masalah berikut :

- a. Bagaimana model sistem drive mesin AC yang dapat dikendalikan?
- b. Bagaimana model konverter maupun inverter yang dapat mengatur sistem drive mesin AC?
- c. Parameter apa saja yang digunakan untuk pengontrolan konverter, inverter, maupun mesin AC pada sistem drive mesin AC?

### DC DRIVE

Sistem penggerak dengan motor DC sudah banyak digunakan, hal ini disebabkan motor DC mempunyai kecepatan kerja yang dapat diatur dengan mudah dalam rentang kecepatan yang lebar. Namun demikian biaya operasional motor ini sangat mahal sehingga perlu dilakukan diversifikasi untuk mencari penggerak lain yang lebih murah.

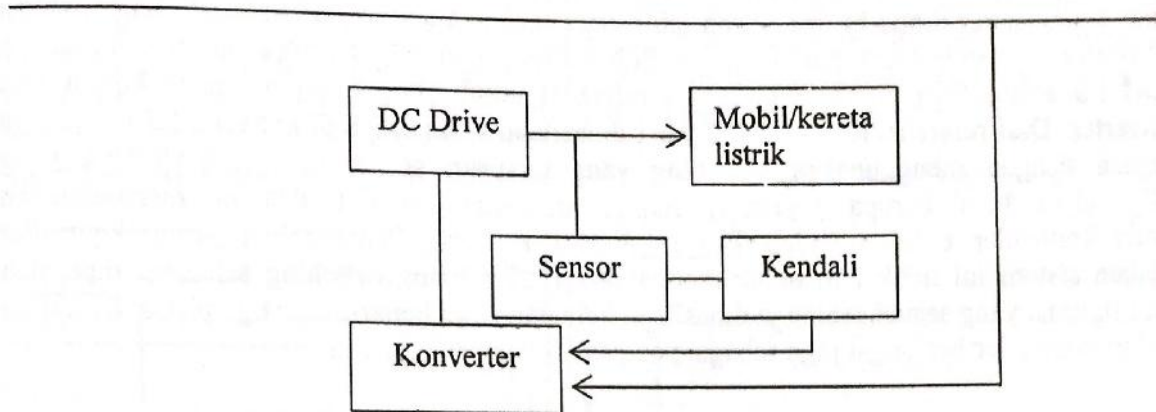
Secara keseluruhan sistem pengemudian listrik akan terdiri dari beberapa bagian, dengan diagram seperti berikut :



Gambar 1. Blok diagram Sistem Pengemudian Listrik

Jala-jala listrik sebagai sumber energi disearahkan dengan menggunakan konverter untuk mendapatkan pulsa searah/DC. Hasil penyearahan ini selanjutnya untuk menggerakkan motor DC. Keluaran dari motor DC ini adalah dalam bentuk kecepatan dan torsi untuk memikul beban. Untuk mendapatkan kecepatan dan torsi yang diinginkan maka perlu ditambahkan suatu sensor dan unit kendali untuk mengatur konverter sebagai sumber masukan motor.

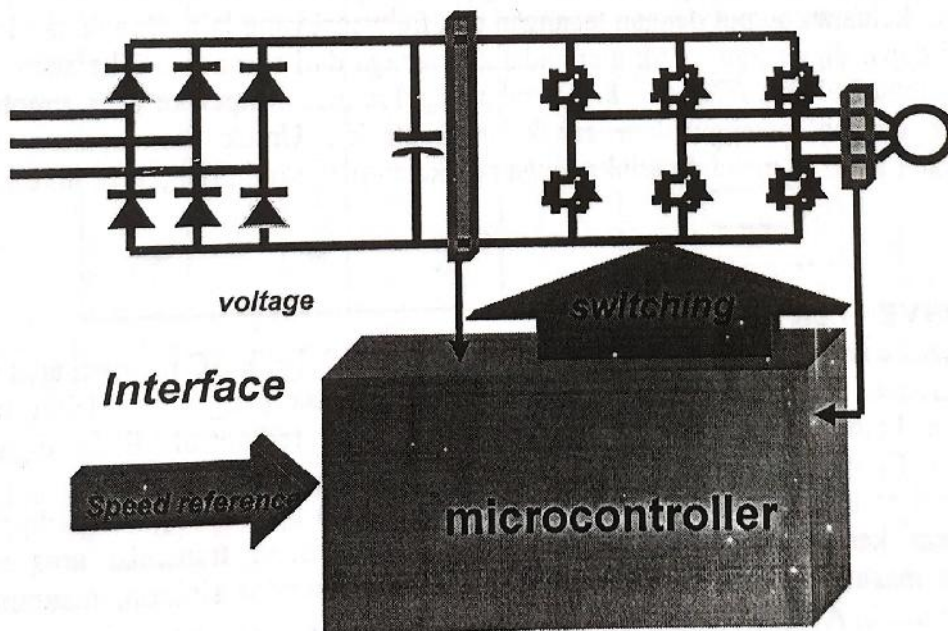
Jala-Jala Listrik



Gambar 2. Blok Diagram Sistem dengan Penggerak Mesin DC.

AC Drive

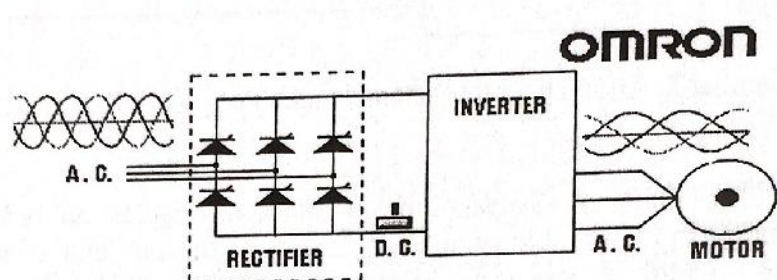
Motor induksi umumnya banyak dipakai untuk menggerakkan beban-beban tetap dengan kecepatan tetap pula. Motor induksi jarang digunakan bila daerah pengaturan kecepatannya sangat teliti. Namun demikian dengan kemajuan teknologi semikonduktor saat ini dapat mengatasi kendala yang ada pada pengaturan kecepatan motor jenis ini. Sistem penggerak dengan pengaturan frekuensi dapat memungkinkan penggunaan motor induksi ke dalam daerah pengaturan motor DC. Keluwesan ini bila digabungkan dengan kesederhanaannya, biaya yang murah, dan keandalan motor induksi menyebabkan penggunaan yang meningkat pada penerapan kendaraan listrik / kereta rel listrik dan proses produksi (A.E. Fitzgerald, 1997).



Gambar 3. Blok Diagram Sistem dengan Penggerak Mesin AC.



Blok diagram diatas adalah konsep sistem drive dengan penggerak mesin AC. Suatu jala-jala listrik dengan frekuensi tertentu sebagai sumber energi mula disearahkan dengan suatu penyearah dioda bridge. Akan lebih baik lagi jika penyearah tersebut menggunakan thyristor dengan tujuan untuk memperoleh besar tegangan output yang terkontrol. Tegangan DC ini selanjutnya digunakan sebagai referensi untuk pengaturan tegangan output dari inverter. Dari referensi tegangan DC yang dihasilkan selanjutnya di konversi ke sistem tiga fasa dengan menggunakan switching yang tersusun secara bridge. Switching yang digunakan bisa berupa thyristor, IGBT, transistor, mosfet dengan menambahkan microkontroller untuk mendapatkan sumber tiga fasa. Penambahan microkontroller dalam sistem ini tidak lain untuk mengatur kerja ke enam switching sehingga diperoleh konfigurasi yang sesuai sehingga dihasilkan keluaran yang benar-benar tiga fasa. Selain itu microkontroller berfungsi juga sebagai pengatur frekuensi keluaran.



Sumber : Omron Co, Ltd.

Gambar 4. Sistem Konverter/Inverter 3 Fasa Berbasis Field Oriented

Pengaturan kecepatan motor induksi dengan cara pengaturan frekuensi dan tegangan seperti pada blok gambar 4 memungkinkan penggunaan motor AC dalam industri maupun sektor transportasi. Dalam sistem drive demikian diperlukan adanya konverter ganda untuk mengkonversi suatu masukan/sumber AC dengan tegangan dan frekuensi tertentu untuk menghasilkan keluaran/output dengan tegangan dan frekuensi yang lain. Rangkaian inverter tiga fasa ini dapat digunakan untuk memindahkan tenaga dari sumber DC ke suatu beban AC yang mempunyai frekuensi dan fasa sembarang. Frekuensi input ke beban motor AC dapat diatur dengan menggunakan rangkaian kontroler. Untuk mendapatkan sistem penggerak yang lengkap maka diperlukan juga rangkaian penyearah, rangkaian inverter, dan kontroler.

#### AC/DC CONVERTER (RECTIFIER)

Rectifier/Penyearah berfungsi untuk merubah arus bolak balik AC menjadi arus searah DC. Penyearahan biasa baik satu fasa maupun multi fasa / tiga fasa lebih banyak menggunakan komponen Dioda. Sedangkan penyearahan terkontrol dioda digantikan dengan Silicon Controlled Rectifier (SCR).

Dari segi aplikasinya bidang kerja sistem penyearahan banyak dipakai pada pengisi baterai, sistem kereta rel listrik, peralatan elektrolisa, sistem transmisi arus searah, pengendalian mesin DC, as listrik, pengaturan eksitasi generator sinkron, maupun pada pengendalian mesin AC (Sukisno, 1986 : III-1).

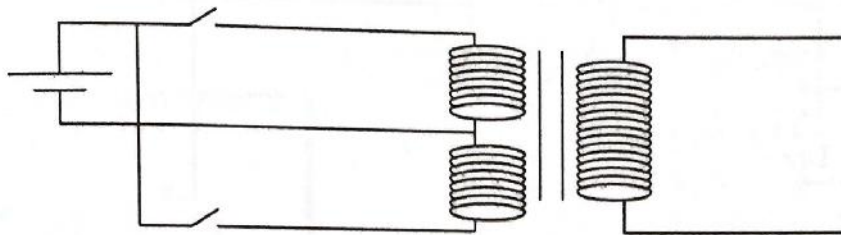
Hasil penyearahan pada seluruh rangkaian yang ada masih memberikan gelombang yang disebut *ripple* (riak). Untuk mengurangi atau menghilangkannya dapat dilakukan dengan memasang kapasitor yang dipasang secara paralel dengan beban. Kapasitor disini akan menyimpan sementara arus dan tegangan pada saat sisi naik dan akan membuangnya secara perlahan pada saat sisi turun (*charge-discharge*), sehingga gelombang keluaran akan lebih rata karena ripple yang ada semakin berkurang.



### DC/AC CONVERTER (INVERTER)

Inverter berfungsi untuk merubah tegangan berarus searah DC menjadi tegangan berarus bolak balik AC. Konsep konversinya adalah dengan memutus dan menghubungkan arus DC sesuai dengan frekuensi yang diinginkan menggunakan komponen switching dan kemudian bisa diumpankan ke transformator sebagai penginduksi tegangan listrik.

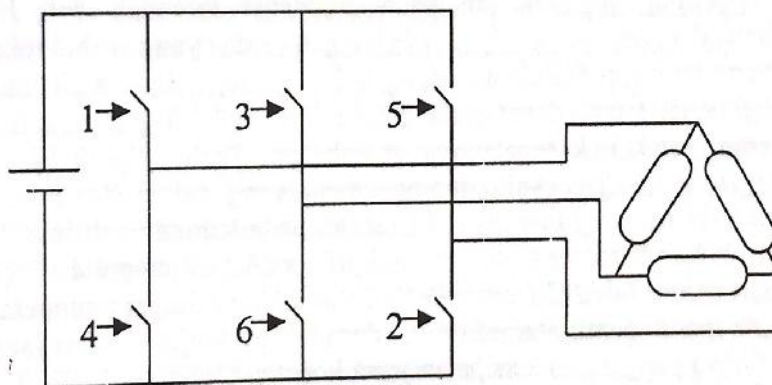
#### Inverter Satu Fasa



Gambar 5. Dasar Rangkaian Inverter Satu Fasa

Saklar di on-off kan secara bergantian untuk membentuk pulsa yang diumpankan secara bolak-balik ke transformator untuk diinduksikan ke posoisi sekunder. Frekuensi on-off saklar menentukan frekuensi tegangan keluaran AC yang dihasilkan. Dalam penerapannya, saklar digantikan oleh komponen elektronika daya seperti transistor dan SCR. Sedangkan pemicunya digunakan rangkaian osilator/flipflop/multivibrator.

#### Inverter Tiga Fasa



Gambar 6. Dasar Rangkaian Inverter Tiga Fasa  
(Zuhal, 1997 : 73-75)

Tidak jauh berbeda dengan inverter satu fasa, pensaklaran dilakukan secara berurutan sesuai bentuk gelombang AC yang ingin dihasilkan dengan selisih fasa 30 derajat.

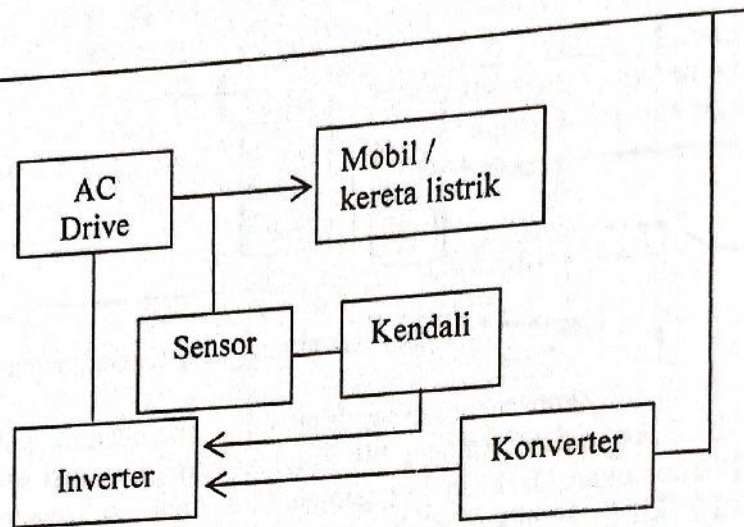
### DESAIN SISTEM DRIVE AC

Jala-jala listrik sebagai sumber energi disearahkan dengan menggunakan konverter untuk mendapatkan pulsa searah/DC. Pulsa ini perlu diatur untuk menentukan lebar pulsa maupun besarnya tegangan yang diinginkan. Selanjutnya pulsa searah tersebut perlu di ubah kedalam sistem yang berubah terhadap waktu guna mendapatkan sumber listrik dengan frekuensi yang dapat diatur. Ini sangat penting untuk mengendalikan drive mesin AC yang berbasis field oriented. Prinsipnya adalah dengan mengatur frekuensi sumber, tegangan



sumber dan momen maksimum dengan cara menambahkan sistem kendali untuk mengatur frekuensi dan tegangan. Mikrokontroler diperlukan untuk mengatur sistem konverter/inverter yang menjadi kunci dari sistem drive mesin AC sebagai penggerak industri/transportasi. Untuk pemakaian mesin AC sebagai penggerak transportasi diperlukan pengaturan kecepatan nominal.

### Jala-Jala Listrik

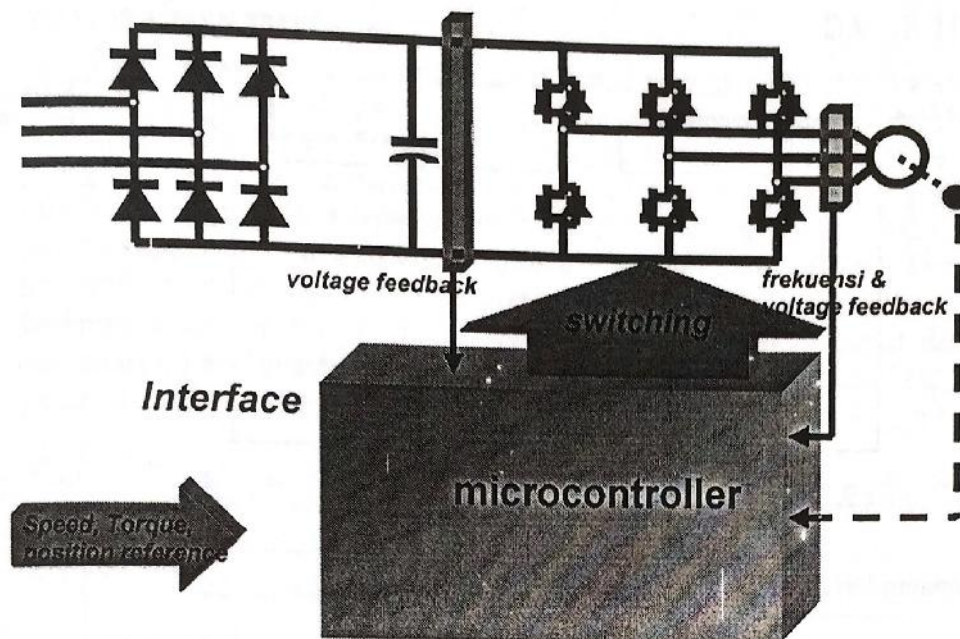


Gambar 7. Blok Diagram Sistem Dengan Penggerak Mesin AC

Suatu penggerak yang frekuensinya dapat diatur dapat dihidupkan melalui berbagai cara. Penggerak tersebut dapat dihidupkan pada frekuensi terendah dan kemudian kecepatannya dinaikkan dengan memperbesar frekuensi. Ada yang dihidupkan pada sembarang frekuensi yang tercakup di dalam rentang frekuensi seperti yang dilakukan pada saat menghidupkan frekuensi tetap, dapat pula dihidupkan melalui jala-jala listrik dan dipindahkan ke inverter setelah kecepatannya membesar. Perlu diperhatikan dalam penggunaan motor AC sebagai drive yaitu momen awal yang cukup besar yang tidak melampaui ukuran arus inverter yang biasanya didasarkan pada kemampuan inverter untuk saling menukarkan arus, bukan berdasar pada ukuran thyristor (A.E. Fitzgerald, 1997).

Penggunaan mesin penggerak AC / *asynchronous machine* sebagai penggerak utama semata-mata didasarkan pada pemilihan efisiensi dan faktor kerja mesin yang tinggi disamping itu juga perlunya pengaturan kecepatan yang konstan (John Ayers, 2005). Untuk mendapatkan karakteristik ini maka diperlukan pengaturan kecepatan mesin yang terkendali dengan menggunakan sistem *field oriented controllers* dengan menggunakan kecerdasan buatan. Hal ini dapat dicapai dengan rancangan konverter/inverter pada penelitian yang diharapkan memperoleh efisiensi dan faktor kerja mesin yang tinggi dengan tambahan adanya sistem kendali.



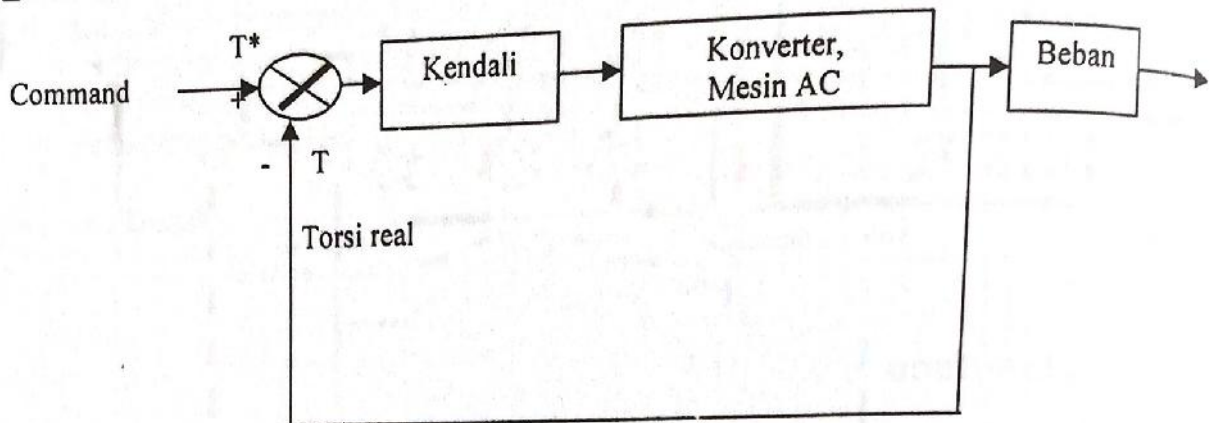


Gambar 8. Blok Diagram Sistem Kendali Penggerak Mesin AC

Blok diagram diatas adalah konsep kendali penggerak mesin AC. Suatu jala-jala listrik dengan frekuensi tertentu sebagai sumber energi mula disearahkan dengan suatu penyearah dioda bridge. Akan lebih baik lagi jika penyearah tersebut menggunakan thyristor dengan tujuan untuk memperoleh besar tegangan output yang terkontrol. Tegangan DC ini selanjutnya digunakan sebagai referensi untuk pengaturan tegangan output dari inverter. Dari referensi tegangan DC yang dihasilkan selanjutnya di konversi ke sistem tiga fasa dengan menggunakan switching yang tersusun secara bridge. Switching yang digunakan bisa berupa thyristor, IGBT, transistor, mosfet dengan menambahkan mikrokontroller untuk mendapatkan sumber tiga fasa. Penambahan mikrokontroller dalam sistem ini tidak lain untuk mengatur kerja ke enam switching sehingga diperoleh konfigurasi yang sesuai sehingga dihasilkan keluaran yang benar-benar tiga fasa. Selain itu mikrokontroller berfungsi juga sebagai pengatur frekuensi keluaran. Sumber tiga fasa yang dihasilkan oleh inverter ini untuk mencatu mesin AC. Kekhususan dari sistem ini adalah beban berupa mesin AC dikendalikan kecepatannya, torsiya maupun posisinya dengan menambahkan sensor yang dihubungkan dengan mikrokontroller. Adapun yang perlu dikendalikan oleh mikrokontroller ini adalah tegangan sumber, frekuensi sumber dan fluks mesin AC.

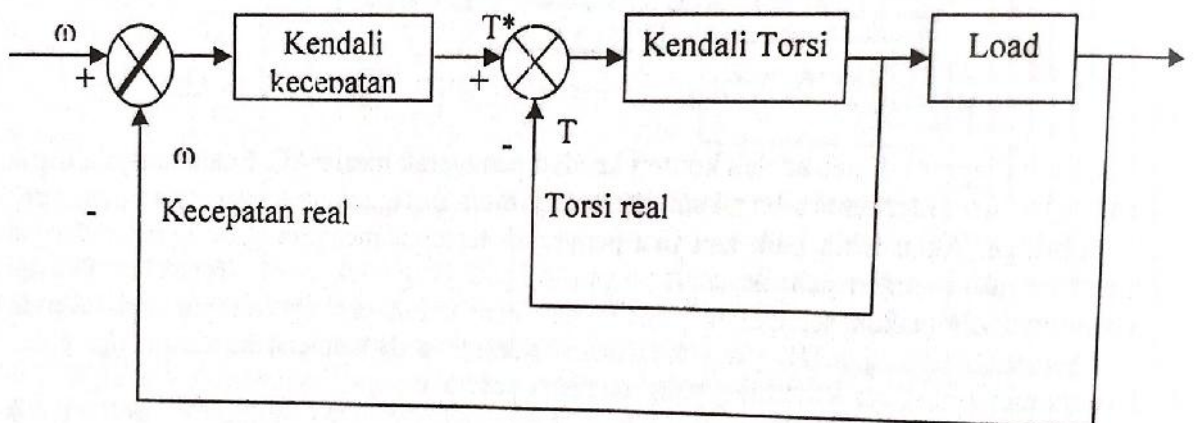


▣ Kendali Torsi Drive AC



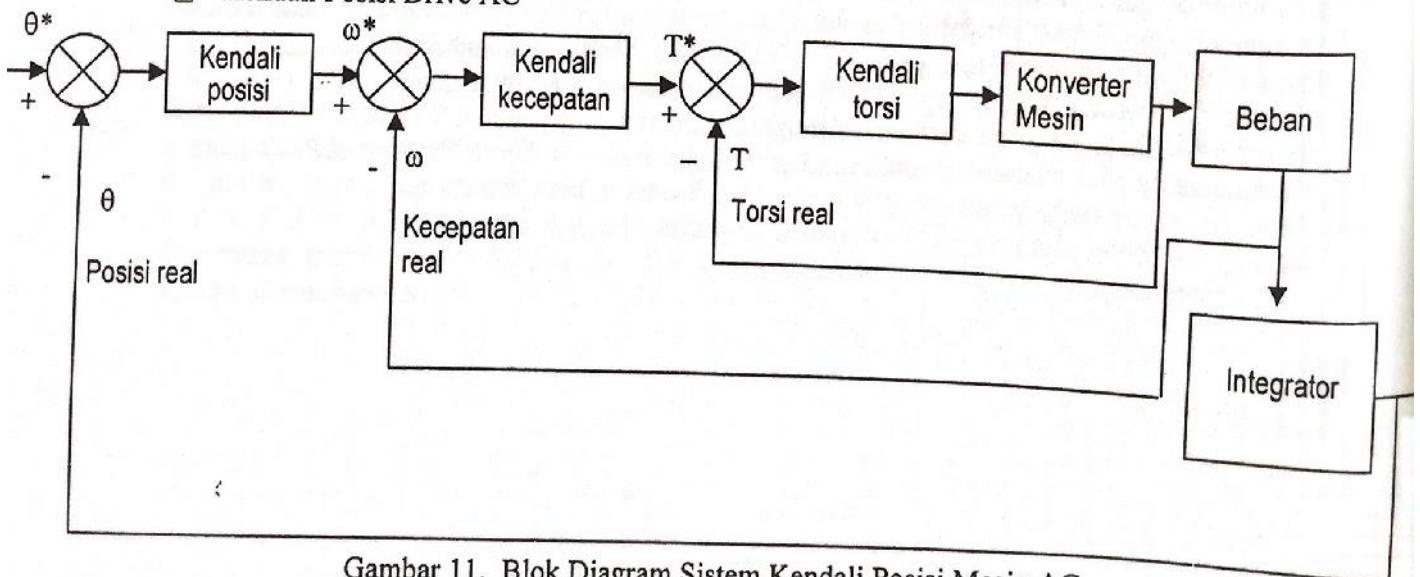
Gambar 9. Blok Diagram Sistem Kendali Torsi Mesin AC

▣ Kendali Kecepatan Drive AC



Gambar 10. Blok Diagram Sistem Kendali Kecepatan Mesin AC

▣ Kendali Posisi Drive AC

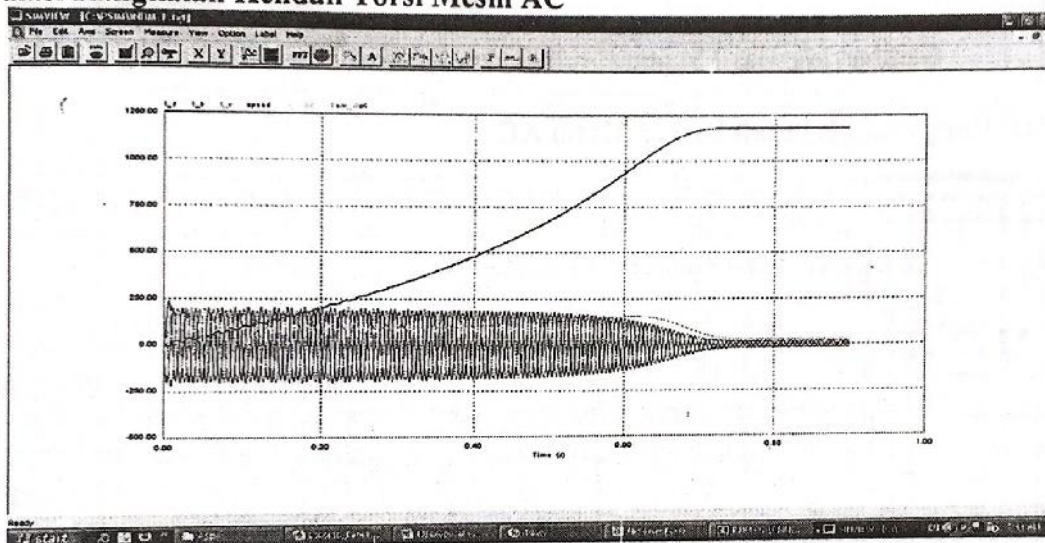


Gambar 11. Blok Diagram Sistem Kendali Posisi Mesin AC

## ANALISA DAN IMPLEMENTASI

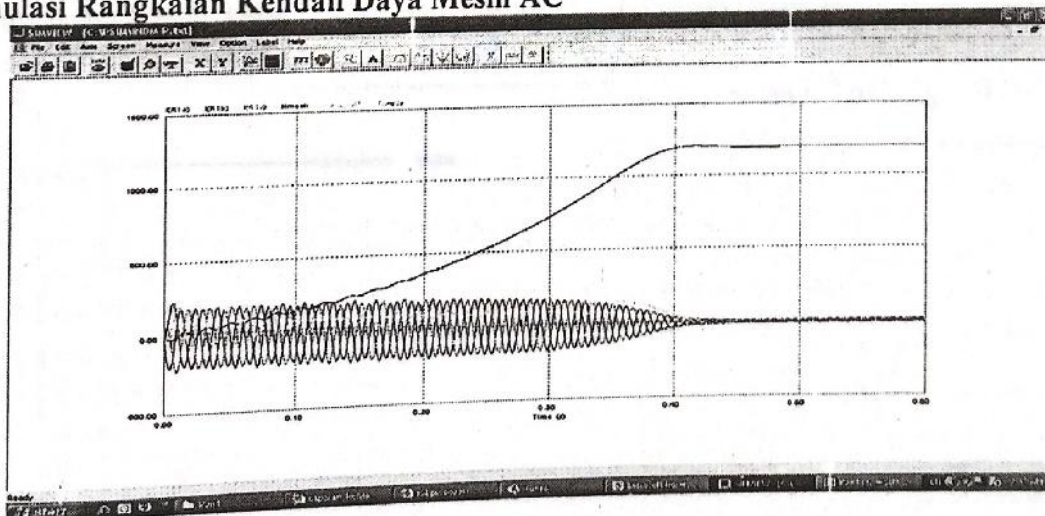
Dari rangkaian blok diagram dapat dianalisa bahwa pemakaian switching elektronik sebagai pengendali putaran mesin AC memungkinkan untuk digunakan sebagai unit pengendali dalam sistem pengemudian elektrik. Mesin AC sebagai drive terkendali sangat jarang digunakan dengan pertimbangan banyak faktor. Namun dengan pemakaian switching elektronik maka kendala tersebut dapat dikurangi, sehingga mesin AC dapat dikendalikan putarannya baik besarnya kecepatan, besarnya torsi maupun posisinya. Dengan pemanfaatan konverter ganda (*Rectifier* dan *Inverter*) maka dapat dihasilkan sumber yang dapat diatur besarnya frekuensi maupun tegangannya. Sumber dengan frekuensi dan tegangan yang bervariasi ini adalah sebagai dasar pengendalian mesin AC berbasis field oriented. Dengan pemanfaatan kontroler maka mesin AC dapat kita jalankan sesuai dengan keinginan.

### Simulasi Rangkaian Kendali Torsi Mesin AC



Gambar 12. Hasil Simulasi Rangkaian Kendali Torsi Mesin AC

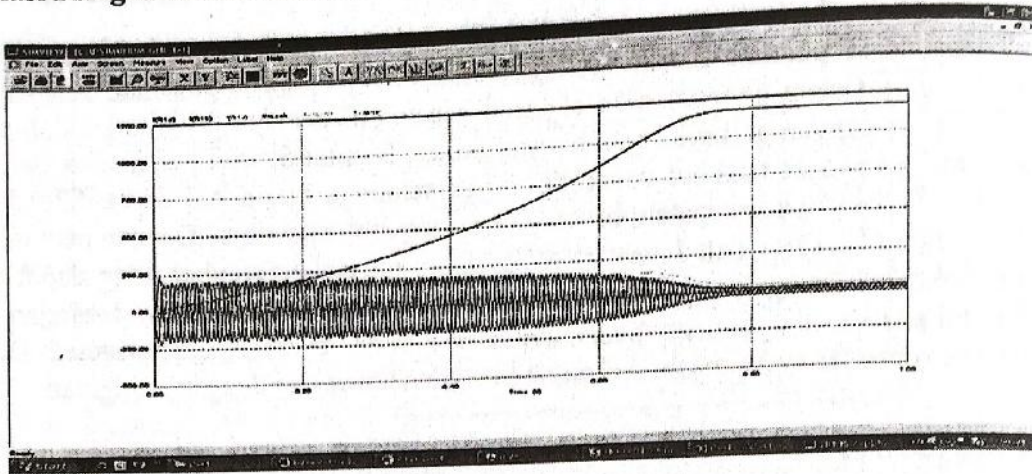
### Simulasi Rangkaian Kendali Daya Mesin AC



Gambar 13. Hasil Simulasi Rangkaian Kendali Daya Mesin AC

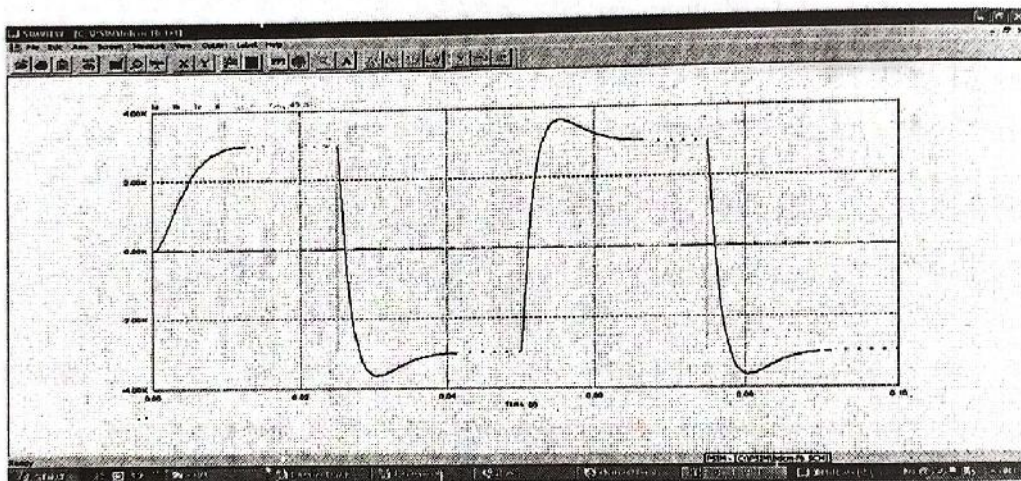


### Simulasi Rangkaian Kendali Posisi Mesin AC



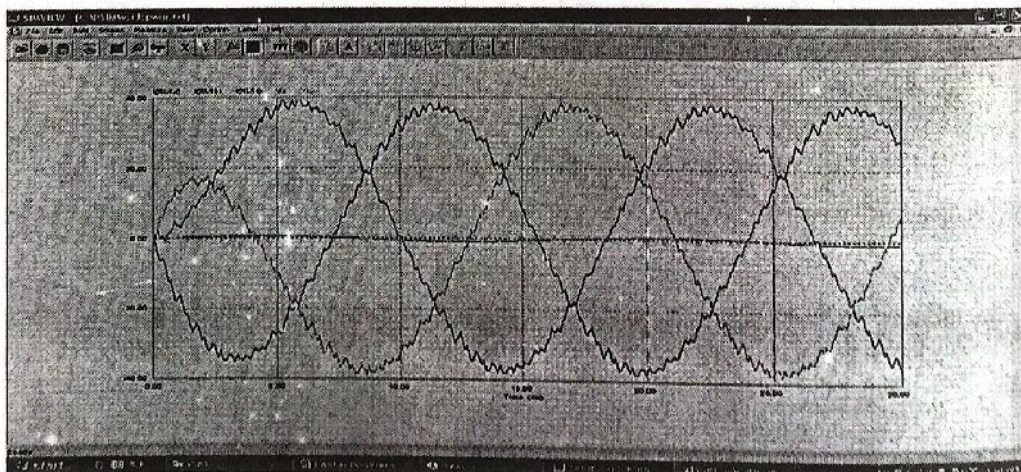
Gambar 14. Hasil Simulasi Rangkaian Kendali Posisi Mesin AC

### Simulasi Rangkaian Kendali Driver Mesin AC



Gambar 15. Hasil Simulasi Rangkaian Kendali Driver Mesin AC

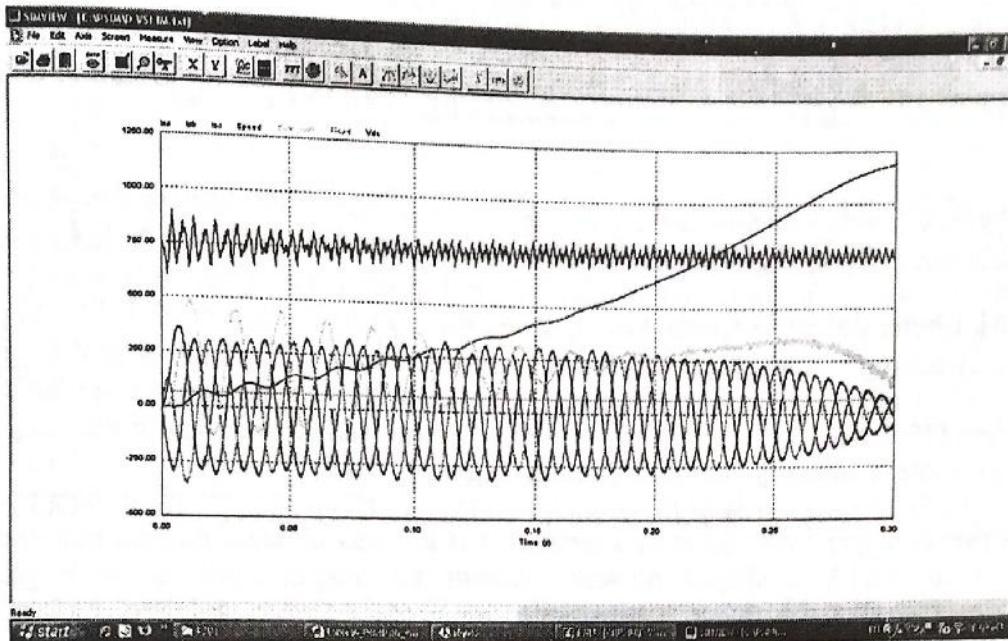
### Simulasi Rangkaian Inverter



Gambar 16. Hasil Simulasi Rangkaian Inverter



### Simulasi Rangkaian AC Drive



Gambar 17. Hasil Simulasi Rangkaian AC Drive

Dari hasil simulasi seluruh rangkaian memperlihatkan bahwa rangkaian bekerja sesuai fungsi yang direncanakan. Pembentuk pulsa telah berhasil mengubah masukan gelombang sinus menjadi gelombang sinus terkendali pada sisi keluaran, sehingga dihasilkan frekuensi dan tegangan yang dapat diatur sebagai dasar utama pengaturan mesin AC berbasis field oriented.

#### Implementasi

Pemakaian switching elektronik ini sangat baik diimplementasikan pada industri yang menggunakan motor listrik sebagai unit penggerakannya. Pemakaian mesin AC sebagai drive ini lebih ekonomis karena umumnya mesin AC lebih murah dibandingkan mesin DC. Dengan bantuan unit pengendali maka dimungkinkan sistem drive AC dapat digunakan dalam industri baik manufaktur maupun transportasi.

#### PENUTUP

Dari penelitian ini, perancangan dan analisis yang telah dilakukan memberikan beberapa simpulan antara lain :

- a. Rangkaian switching elektronik mampu untuk memberikan solusi atas permasalahan dalam sistem drive AC, sehingga mesin AC dapat dikendalikan baik kecepatannya, torsiya maupun posisinya.
- b. Penambahan unit kontroler memungkinkan kita dapat mengendalikan mesin sesuai dengan keinginan.



**DAFTAR PUSTAKA**

A.E. Fitzgerald. (1997). *Mesin-Mesin Listrik*, Erlangga.

D. Chattopadhyay and Friends. (1989). *Dasar Elektronika*, Terjemahan : Sutanto, UI Press, Jakarta.

Engineers of VNIIZT and "Zheldorkonsulting" Engineering Center. (2007). *Implementation of a Train Automatic Drive System in Russia with On Time RTOS-32, Moscow, Russia.*

George M. Chute, Robert D. Chute. (1971). *Electronics in Industry*, Fourth Edition, Mc.Graw Hill Kogakusha, Tokyo.

John Ayers. (2005). *Electromechanical Design*, University of Connecticut.

Malvino. (1999). *Prinsip-prinsip Elektronik*, Edisi kedua, Terjemahan : Hanapi Gunawan, Penerbit Erlangga, Jakarta.

M. Chilikin. (1976). *Electric Drive*, MIR Publiser, Moscow.

Muhammad H. Rashid. (1999). *Elektronika Daya*, Jilid I, Terjemahan : Ary Prihatmanto, PT. Prenhallindo, Jakarta.

Paul C. Krause, Oleg Wasynczuk. (1989). *Electromechanical Motion Device*, Mc.Graw Hill, New York.

Zainal Salam. (2003). *Power Electronics and Drives*, UTMJB.

(2000). *Designing Feedback Controllers for Motor Drives*.  
[www.ece.umn.edu/groups/electricdrive](http://www.ece.umn.edu/groups/electricdrive)

(2003). *Switching Line Control of DC-DC Buck Converter*, University of California,