

## PERANCANGAN SOFT STARTING PADA MOTOR INDUKSI TIGA PHASE MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER ATMEGA328 *Design of Soft Starting for Three Phase Induction Motor Using ATmega328 Microcontroller*

Rizki Ardiansyah<sup>1</sup>, I Made Ari Nrartha<sup>2</sup>, I Made Budi Sukmadana<sup>3</sup>

### ABSTRAK

*Motor induksi adalah mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor induksi tiga phase tipe sangkar bajing banyak digunakan karena konstruksi yang sederhana dan perawatan yang mudah. Kendala operasi motor induksi ini adalah arus pengasutannya mencapai lima sampai tujuh kali arus nominal, sehingga diperlukan suatu metode pengasutan untuk mengatasi hal tersebut.*

*Metode soft starting pada penelitian ini memberikan tegangan input ke motor secara bertahap. Pemberian tegangan input diatur menggunakan triac yang ditrigger dengan mikrokontroler Atmega328. Rangkaian Soft starting digunakan pada saat pengasutan, dan motor terhubung secara langsung ke sumber tenaga ketika running.*

*Penelitian ini menghasilkan modul soft starting untuk kapasitas motor 1 kW. Arus pengasutan dalam kondisi tanpa beban didapatkan 2.19 A, dan kondisi berbeban 5.80 A. Arus pengasutan tersebut masih lebih kecil dibandingkan dengan arus pengasutan secara langsung yaitu 6.59 A dalam kondisi tanpa beban, dan 8.61 A pada kondisi berbeban.*

**Kata Kunci :** *Motor Induksi Tiga Phase, Soft Starting, Triac, Mikrokontroler ATmega328*

### ABSTRACT

*Induction motors is an electrical machines that convert electrical energy into mechanical energy. Three phase squirrel cage induction motor a widely used because it has a simple construction, and easy maintenance. Operating it's problem is a starting currents that are five to seven times the nominal current. Therefore, we need a method to overcome this it.*

*Soft starting method in this research is provides an input voltage to the motor gradually. Giving the input voltage is set using a triac triggered by the microcontroller ATmega328. Soft starting circuit is used at starting time, and the motor connected directly to the power source while it's running.*

*The result of this research is soft starting module for 1kW motor capacity. Starting current in the no-load condition is 2.19 A, and 5.80 A on the load condition. Starting current is still smaller than the direct starting current is 6.59 A in the no-load condition, and 8.61 A on the load condition.*

**Keywords :** *Three Phase Induction Motor, Soft Starting, Triac, Mikrokontroler ATmega328*

### PENDAHULUAN

Penggunaan motor-motor listrik sudah umum dalam kehidupan, baik untuk rumah tangga, industri, transportasi, dll. Motor AC yang banyak digunakan terutama dalam bidang industri adalah motor induksi tiga phase tipe sangkar bajing, karena mempunyai konstruksi yang sederhana, kokoh, harganya relatif murah, serta perawatannya yang mudah.

Motor induksi selain memiliki kelebihan juga memiliki kekurangan diantaranya adalah ketika pengasutan secara langsung, arus

awal motor besarnya antara lima sampai tujuh kali dari arus nominal. Metode untuk mengurangi tingginya arus pengasutan secara langsung diantaranya adalah dengan menggunakan metode *star-delta*, *auto transformer*, dan *soft starting*. Metode *soft starting* dilakukan dengan mengatur tegangan dan arus dari sumber tenaga agar mengalir masuk ke dalam motor secara bertahap. Tegangan dan arus yang masuk ke dalam motor induksi diatur dengan memberikan sinyal tunda dan waktu sulut pada komponen utama penyusun *soft starting* yaitu *Triode Alternating Current (TRIAC)*.

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

Sinyal tunda dan waktu sulut yang diberikan ke TRIAC diatur menggunakan mikrokontroler ATmega328.

**Motor Induksi.** Motor induksi adalah suatu mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi gerak menggunakan gandingan magnetik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor.



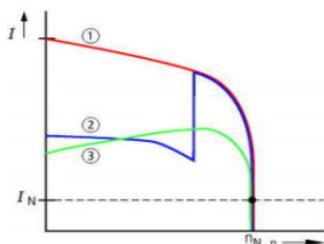
Gambar 1. Konstruksi Motor Induksi Tiga Phase

**Metode Pengasutan (Starting) Motor Induksi.** Metode pengasutan motor induksi harus dirancang dengan tepat, hal ini dikarenakan motor induksi memiliki arus *starting* mencapai tujuh kali arus nominal. Motor memerlukan arus untuk membangkitkan medan magnet di kumparan stator yang selanjutnya medan magnet ini akan terinduksikan ke rotor sehingga rotor dapat berputar.

Berbagai metode untuk pengasutan (*starting*) pada motor induksi, antara lain:

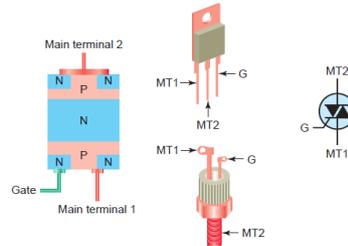
1. Metode *Direct On Line (DOL) Starting*
2. Metode *Star-Delta (Y - Δ) Starting*
3. Metode *Auto-Transformer Starting*
4. Metode *Pengasutan Soft Starting*

**Metode Soft Starting.** *Soft starting* merupakan metode pengasutan yang bekerja dengan cara mengurangi tegangan pengasutan motor induksi, kemudian menaikkan tegangan secara bertahap sampai tegangan penuh. Metode *soft starting* ini menjadi solusi tingginya nilai arus saat pengasutan motor induksi dan merupakan metode dengan nilai arus pengasutan yang rendah.



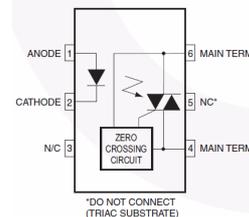
Gambar 2. Perbandingan Ist 1. Metode DOL, 2. Wye Delta dan 3. Soft Starting

**Triode Alternating Current (TRIAC).** TRIAC merupakan singkatan dari *Triode Alternating Current Switch*, yang berarti saklar elektronik untuk arus bolak-balik. TRIAC merupakan suatu komponen yang mempunyai susunan lima lapisan bahan jenis P dan N dalam arah lain antara terminal T1 dan T2 dan dapat menghantarkan dalam arah yang lain sebagaimana ditunjukkan secara jelas pada simbolnya.



Gambar 3. Triode Alternating Current (TRIAC)

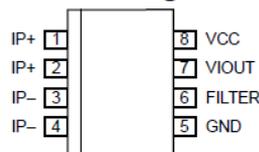
**TRIAC Optoisolators.** *Triode Alternating Current (TRIAC) Optoisolators* merupakan jenis TRIAC yang mempunyai prinsip kerja seperti saklar elektronik yang diaktifkan oleh cahaya (LED). TRIAC ini tertanam bersama sebuah LED dalam sebuah rangkaian terintegrasi (*Integrated Circuit*).



Gambar 4. Konfigurasi IC MOC 3041

**Sensor Arus ACS712.** Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena di dalamnya terdapat rangkaian *low-offset linear hall* dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat di dalamnya dan menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional.

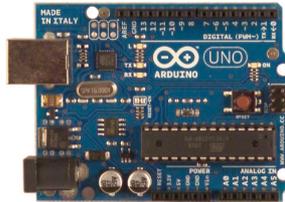
**Pin-out Diagram**



Gambar 5. Sensor Arus ACS712

**Minimum Sistem Arduino.** Arduino adalah minimum sistem yang menggunakan

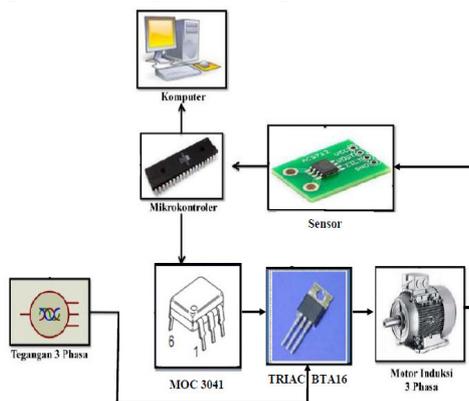
mikrokontroler ATmega328 sebagai komponen utama. Arduino merupakan pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang.



Gambar 6. Board Arduino

### METODE PENELITIAN

**Perancangan Sistem.** Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem *soft starter* yang dapat memperkecil arus motor induksi tiga phase ketika menggunakan metode pengasutan secara langsung, dengan melakukan pengukuran nilai-nilai kerja motor berupa tegangan, arus dan kecepatan dari motor induksi tiga phase, serta akan ditampilkan pada komputer dan kemudian dijadikan sebagai pembandingan dari metode pengasutan motor induksi yang lain. Berdasarkan hal tersebut, maka dalam perancangan perangkat keras pada tugas akhir ini akan dibangun sebuah sistem dengan blok diagram sebagai berikut:

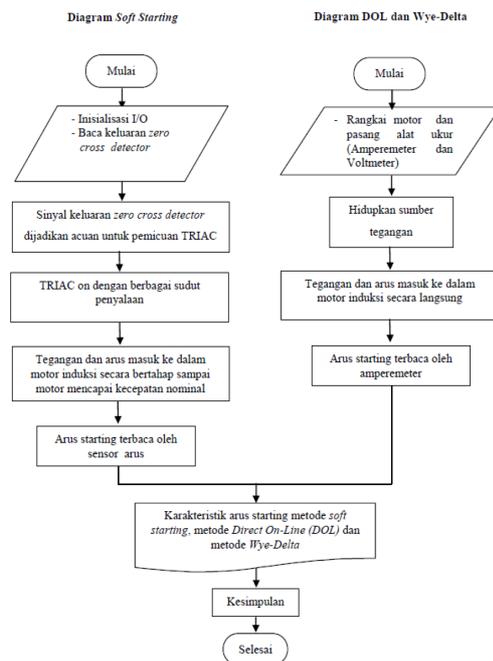


Gambar 7. Blok Diagram Rancangan Sistem

**Perancangan Perangkat Keras.** Perangkat keras penelitian ini menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang tersedia dalam minimum sistem Arduino. Perancangan rangkaian driver menggunakan *Optoisolator* MOC 3041 untuk pentriggeran power TRIAC dan perancangan sensor sebagai deteksi variabel motor.

**Perancangan Perangkat Lunak.** Perancangan perangkat lunak ini terbagi dalam pemrograman untuk mikrokontroler ATmega-328 dan pemrograman untuk *interface* hasil pembacaan arus *soft starting*.

Proses kerja metode *soft starting* motor induksi tiga phase ini pada dasarnya adalah membaca karakteristik arus pada saat *start* kemudian dibandingkan dengan karakteristik arus *starting* metode yang lain yaitu metode *Direct On-Line (DOL)*.



Gambar 8. Diagram Alir Perancangan Sistem

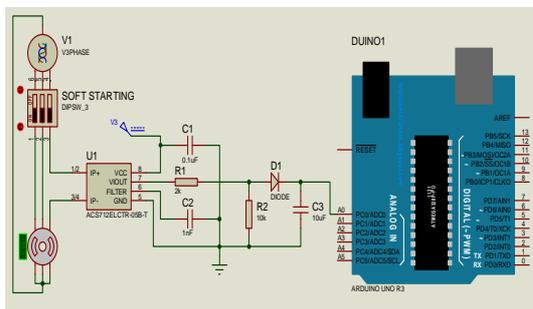
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian untuk mengetahui kinerja dan kemampuan dari sistem yang telah dibuat meliputi pengujian hardware (perangkat keras) dan pengujian software (perangkat lunak). Untuk memudahkan penulis dalam melakukan proses pengujian sistem, maka dilakukan pengujian secara terpisah dan secara keseluruhan. Adapun proses pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian Rangkaian Sensor Arus
2. Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan
3. Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan
4. Pengujian Sinyal Kontrol TRIAC
5. Pengujian Rangkaian Pensaklaran Sebagai Driver Kontaktor
6. Pembuatan Antar Muka (*Interface*) pada PC (*Personal Computer*)

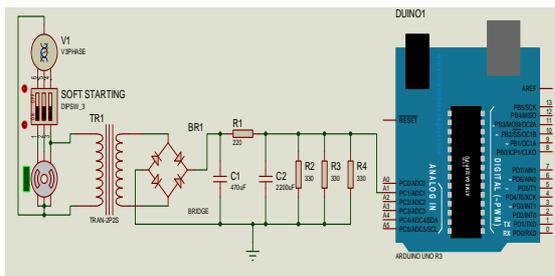
7. Pengukuran dan Pengujian Keseluruhan Sistem
  - a. Metode *Direct On-Line (DOL)* dan *Soft Starting* Tanpa Beban
  - b. Metode *Direct On-Line (DOL)* dan *Soft Starting* Dikopel Generator DC

**Pengujian Rangkaian Sensor Arus.** Pengujian rangkaian sensor arus ini bertujuan untuk mengetahui kelinearan dari sensor arus yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan mengubah-ubah nilai resistor variabel yang digunakan sebagai beban sehingga arus yang melewati sensor akan berubah-ubah juga.



Gambar 9. Rangkaian Sensor Arus

**Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan.** Tegangan input dari motor induksi agar dapat terukur dan terbaca oleh mikrokontroller sehingga mampu dijadikan sebagai variabel yang masuk ke dalam motor induksi 3 phase, maka perlu dirancang sebuah rangkaian yang mampu mengukur dan membaca tegangan tersebut.



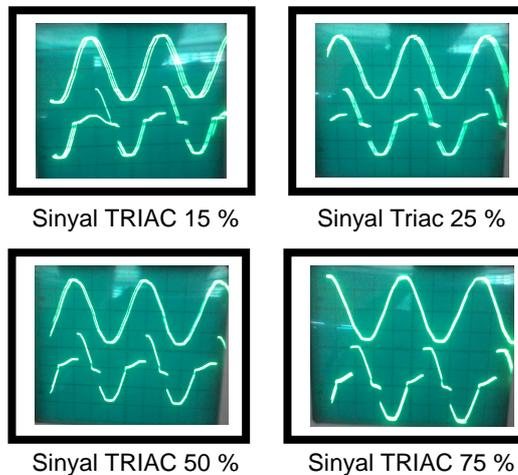
Gambar 10. Rangkaian Sensor Tegangan

**Pengujian Rangkaian Sensor Kecepatan.** Sensor kecepatan yang digunakan pada penelitian ini adalah tacho generator. Tacho generator dikopel langsung pada motor DC *Shunt*. Pada penelitian ini digunakan Motor DC *Shunt* sebagai objek pengujian karena lebih mudah dalam pengaturan kecepatan. Saat motor DC *Shunt* berputar, tachogenerator ikut berputar dan menghasilkan tegangan keluaran DC.



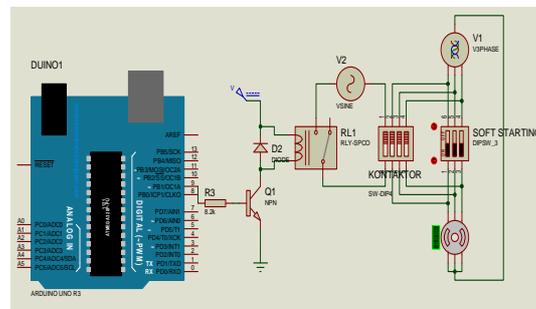
Gambar 11. Tachogenerator Sebagai Sensor Kecepatan

**Pengujian Sinyal Kontrol TRIAC.** Pada pengujian sinyal kontrol TRIAC digunakan sebuah osiloskop untuk melihat hasil perpotongan sinyal yang terjadi pada TRIAC untuk berbagai pengaturan sinyal kontrol yang diberikan dari Mikrokontroller.



Gambar 12. Sinyal Kontrol Dengan Berbagai Sudut Picu

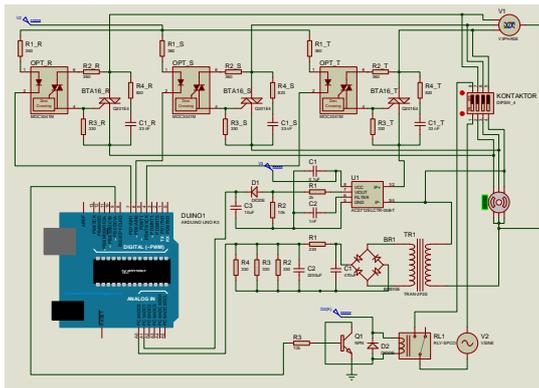
**Pengujian Rangkaian Pensaklaran Sebagai Driver Kontaktor.** Rangkaian pensaklaran ini berfungsi agar rangkain *soft starting* yang dibuat bekerja ketika motor induksi distart saja, ketika running maka kontaktor yang akan bekerja sehingga motor akan terhubung secara langsung ke sumber tegangan tiga phase. Berikut adalah driver kontaktor yang telah dibuat.



Gambar 13. Rangkaian pensaklaran untuk driver kontaktor

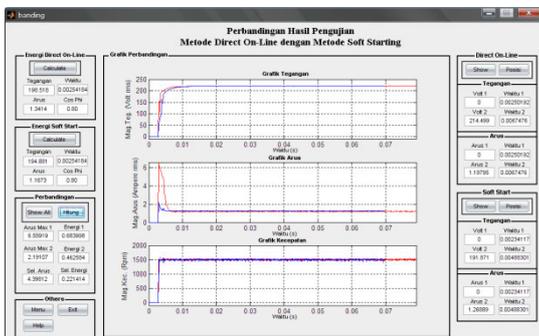
**Pembuatan Antar Muka (Interface) pada PC (Personal Computer).** Hasil pengukuran dan pengujian yang dilakukan membutuhkan media sebagai tempat ditampilkannya hasil pengukuran dan pengujian tersebut, untuk itu diperlukan suatu program untuk menampilkan secara visual nilai dari ADC (Arduino) pada port serial. *Software* yang digunakan untuk menampilkan secara visual tegangan, arus dan kecepatan dari Motor Induksi Tiga Phase ini adalah MATLAB.

**Pengukuran dan Pengujian Keseluruhan Sistem.** Pengujian keseluruhan sistem dimaksudkan untuk melihat kinerja dari setiap perangkat yang telah dirancang mulai dari perangkat keras berupa sensor-sensor untuk pengukuran, dan perangkat lunak berupa antarmuka yang dirancang pada PC, apakah telah mampu bekerja sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 14. Rangkaian Keseluruhan Sistem

**Perbandingan Metode Direct On-Line (DOL) dengan Metode Soft Starting Tanpa Beban**

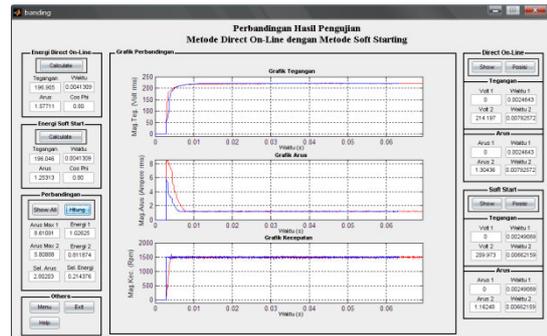


Gambar 15. Perbandingan Metode Direct On-Line (DOL) dengan Metode Soft Starting tanpa beban

Grafik pada Gambar 15 memperlihatkan bahwa arus starting maksimal dengan Metode Direct On-Line (DOL) mencapai

6.58919 Ampere dan Energi tiap satuan waktu 0.683998 Watt. Sedangkan arus starting maksimal dengan Metode Soft Starting mencapai 2.191074 Ampere dengan Energi tiap satuan waktu 0.462584 Watt. Sehingga dapat dilihat selisih arus maksimal adalah 4.39812 Ampere dan selisih energi tiap satuan waktu adalah 0.221414 Watt.

**Perbandingan Metode Direct On-Line (DOL) dengan Metode Soft Starting**



Gambar 16. Perbandingan Metode Direct On-Line (DOL) dengan Metode Soft Starting dikopel Generator DC

Grafik pada Gambar 16 memperlihatkan bahwa arus starting maksimal dengan Metode Direct On-Line (DOL) mencapai 8.610901 Ampere dan Energi tiap satuan waktu 1.02625 Watt. Sedangkan arus starting maksimal dengan Metode Soft Starting mencapai 5.80888 Ampere dengan Energi tiap satuan waktu 0.811874 Watt. Sehingga dapat dilihat selisih arus maksimal adalah 2.80203 Ampere dan selisih energi tiap satuan waktu adalah 0.214376 Watt.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada Penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Antarmuka (*Interface*) yang dirancang pada komputer telah mampu digunakan untuk mengirim nilai setting penyalaan triac, menampilkan grafik tegangan, arus dan kecepatan hasil pengukuran secara *real time*.
2. Modul *soft starting* yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik untuk pengasutan motor induksi 3 phase tipe

sangkar bajing kapasitas 1 kW yang ada di Laboratorium Sistem Tenaga.

3. Sesuai dengan *datasheet* komponen (triac) yang digunakan, modul *soft starting* dapat bekerja sampai arus maksimal 16 A dan tegangan maksimal 600 V AC.

## SARAN

Modul *soft starting* ini perlu dilakukan pengembangan. Hal-hal yang perlu dilakukan antara lain:

1. Penambahan sistem proteksi pada modul yang berupa sekering, *Over Current Relay*, *Phase Failure Relay* dan *Thermal Overload Relay*.

## DAFTAR RUJUKAN

- Almon, 2008, "Metode Starting Motor Induksi" <http://almon-r.blogspot.com/2008/12/metode-starting-motor-induksi.html> diakses pada tanggal 18 Januari 2014
- Ansori, A.I., 2013, "Jenis Motor Listrik", <http://insyaansori.blogspot.com/2013/04/jenis-motor-listrik.html> diakses pada tanggal 22 Januari 2014
- Citarsa, I.B.F., 2013, "Buku Ajar Mata Kuliah Mesin Listrik II", Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Djuandi, F., 2011, "Pengenalan Arduino", dari [www.tokobuku.com](http://www.tokobuku.com)
- Marliska, E.D., Tiyono dan Harnoko, 2009, "Aplikasi Mikrokontroler ATmega32 Sebagai Pengendali Automatic Soft Starter Motor Induksi 3 Fase", Yogyakarta.
- Petruzella, F.D., 1996, "Industrial Electronics", Terjemahan oleh Sumanto. 2001. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Petruzella, F.D., 2010, "Electric Motor and Control System" dari <http://www.freebookzones.com/electric-motors-and-control-systems-by-petruzella/>
- Prabowo, A., Suhendi, D. dan Hariansyah, M., 2013, "Perancangan Dynamic Braking Pada Motor Induksi Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler ATmega16", Bogor.
- Priahutama, A.B., Sukmadi, T. dan Setiawan, I., 2010, "Perancangan Modul Soft Starting Motor Induksi 3 Fasa Dengan ATmega 8535", Semarang.
- Primatama, A., Soeprapto dan Wijono, 2013, "Perancangan Soft Starter Motor Induksi Satu Fasa Dengan Metode Closed Loop Menggunakan Mikrokontroler Arduino", Malang
- Purnomo, D.W., Stephanus, H. dan Sarjiya, 2011, "Memperkecil Arus Starting Motor Induksi Dengan Kombinasi Wye-Delta Dan Kapasitor", Yogyakarta.
- Universitas Sumatera Utara, "Mesin Induksi Tiga Fasa", <http://repository.usu.ac.id> diakses pada tanggal 18 Januari 2014