

## PENGASUTAN MOTOR TIGA FASA MEMAKAI DATA LOGGER

Oleh: Achmad Hardito

Staf Pengajar Prodi Teknik listrik, Politeknik Negeri Semarang.  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Tembalang Semarang  
E-mail : dito\_hardito@yahoo.com

### Abstrak

Saat ini perkembangan industri sangat pesat sekali. Motor induksi tiga fasa sering dipakai sebagai penggerak alat alat industri. Kelebihan motor ini punya konstruksi yang sipel, kuat, tangguh, harga yang relative murah, serta mudah perawatannya.

Permasalahan utama menggunakan motor ini adalah dalam hal starting motor, yaitu arus starting yang besar bisa mencapai empat sampai tujuh kali dari arus nominal. Akibatnya akan menyebabkan penurunan tegangan sementara yang mengganggu kestabilan suplai tegangan keperalatan listrik lainnya. Untuk mengatasi hal tersebut dapat diatasi menggunakan metode pengasutan, dimana metode tersebut berfungsi untuk mengurangi arus starting pada motor.

Untuk mengatasi arus starting motor induksi tiga fasa menggunakan pengasutan dan pengukuran data logger. Ada empat metode pengasutan direct on line, softstarter, bintang segitiga yang menggunakan motor jenis rotor sangkar, dan tahanan asut yang menggunakan motor jenis rotor lilit. Ditambahkan pula data logger yang berfungsi mencatat arus yang mengalir ke motor. Data yang diperoleh dapat dikonversikan ke personal computer (PC) dikonversikan melalui Microsoft Exel untuk dijadikan grafik. Sedangkan data logger tersebut, dapat digunakan untuk membandingkan arus starting yang dihasilkan pada setiap metode pengasutan.

Pengujian starting motor dilakukan dalam kondisi tanpa beban. Parameter yang diamati adalah arus starting dan arus running.

**Kata kunci** : motor induksi pengasutan, arus

### Abstract

Currently the development of the industry is very fast. Three-phase induction motors are often used to drive industrial equipment. The advantages of this motor have a simple construction, strong, tough, relatively cheap price, and easy to maintain.

The main problem using this motor is in terms of starting the motor, namely the large starting current can reach four to seven times the nominal current. As a result, it will cause a temporary voltage drop that disrupts the stability of the supply voltage for other electrical equipment. To overcome this, it can be overcome using the starting method, where this method serves to reduce the starting current of the motor.

To overcome the starting current of a three-phase induction motor using starting and measuring data loggers. There are four methods of starting direct on line, soft starter, triangular star which uses a cage rotor type motor, and resistance starting which uses a coiled rotor type motor. Also added is a data logger that functions to record the current flowing to the motor. The data obtained can be converted to a personal computer (PC) converted via Microsoft Excel to be used as a graph. While the data logger, can be used to compare the starting current generated in each method of starting.

The motor starting test is carried out in no-load conditions. Parameters observed are starting current and running current.

**Keywords** : starting induction motor, current

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri motor listrik tiga fasa sering digunakan sebagai penggerak, hal ini dikarenakan motor ini mempunyai konstruksi yang sederhana, kokoh, harga relatif murah, serta perawatannya yang mudah.

Persoalan awal yang sering timbul pada saat *starting* sebuah motor, yaitu problem pada arus awal yang besar. Ini menyebabkan penurunan tegangan yang besar pada pasokan tegangan PLN. Untuk motor sampai dengan 5 kW, arus starting tidak berpengaruh besar terhadap penurunan tegangan. Pada motor dengan

daya antara 30 kW sampai 100 kW mengakibatkan penurunan tegangan yang besar dan juga menurunkan kualitas listrik sehingga penerangan akan terganggu biasanya lampu akan berkedip.

Untuk motor dalam skala kecil masih bisa menggunakan pengasutan secara langsung atau biasa disebut DOL (*Direct On Line*). Namun untuk motor skala besar di industri biasa menggunakan tahanan asut, pengasutan bintang segitiga, maupun pengasutan *softstarter*.

Dalam pembelajaran diharapkan mahasiswa dapat memahami materi sistem pengasutan motor induksi tiga fasa. Media pembelajaran program keahlian praktikum berupa unit modul trainer pengasutan motor induksi tiga fasa merupakan salah satu potensi yang dapat digunakan mahasiswa dalam mengenal lebih dalam jenis-jenis pengasutan motor yang ada di industri.

Maka penelitian ini dapat menunjang pendidikan mengenai mesin listrik dan cara pengoperasiannya di industri.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

- Mengetahui perbandingan *rating* arus tiap jenis pengasutan motor induksi tiga fasa.
- Mengetahui cara kerja modul pengasutan motor induksi tiga fasa
- Mengetahui manfaat modul pengasutan motor induksi tiga fasa ini bagi mahasiswa.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Motor Induksi Tiga Fasa

#### 2.1.1 Pengertian Motor Induksi Tiga Fasa

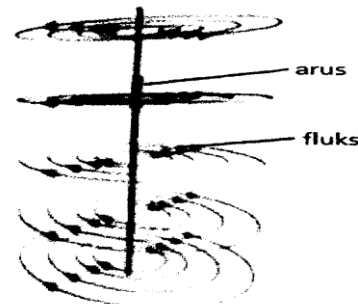
Motor induksi tiga fasa merupakan motor listrik arus bolak-bailk yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Dinamakan motor induksi karena pada kenyataannya arus rotor motor ini bukan diperoleh dari suatu sumber listrik, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar. Motor induksi tiga fasa berputar pada kecepatan

yang pada dasarnya adalah konstan, mulai dari tidak berbeban sampai mencapai keadaan beban penuh.

Kecepatan putaran motor ini dipengaruhi oleh frekuensi, dengan demikian pengaturan kecepatan tidak dapat dengan mudah dilakukan terhadap motor ini.

#### 2.1.2 Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa

Motor induksi tiga fasabekerja sebagai berikut. Misalkan kita memiliki sumber AC tiga fasa yang terhubung dengan stator pada motor. Karena stator 6 terhubung dengan sumber AC maka arus dapat masuk ke stator melalui kumparan stator. Sekarang kita hanya melihat satu kumparan stator saja. Sesuai hukum Faraday bahwa apabila terdapat arus yang mengalir pada suatu kabel maka arus itu dapat menghasilkan *fluks* magnet pada kabel tersebut, dimana arahnya mengikuti kaidah tangan kanan.



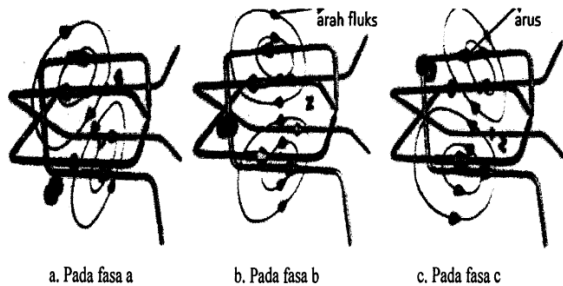
Gambar 2.2 Arus pada Kabel Menghasilkan *Fluks*

Setiap fasa dalam kumparan stator akan mengalami hal yang sama karena setiap fasa dialiri arus, namun besarnya *fluks* yang dihasilkan tidak sama di setiap waktu. Hal ini disebabkan besarnya arus yang berbeda-beda pada tiap fasa di tiap waktunya. Misalkan fasa-fasa ini diberi nama a, b, dan c. Ada kalanya arus pada fasa a maksimum sehingga menghasilkan *fluks* maksimum dan arus fasa b tidak mencapai maksimum, dan ada kalanya arus pada fasa b maksimal sehingga menghasilkan *fluks* maksimum dan arus pada fasa a tidak mencapai maksimum.

Hal ini mengakibatkan fluks yang dibangkitkan lebih cenderung pada fasa

mana yang mengalami kondisi arus paling tinggi. Secara tidak langsung dapat dikatakan bahwa medan magnet yang dibangkitkan juga ikut “berputar” seiring waktu.

Kecepatan putaran medan magnet ini disebut kecepatan sinkron.

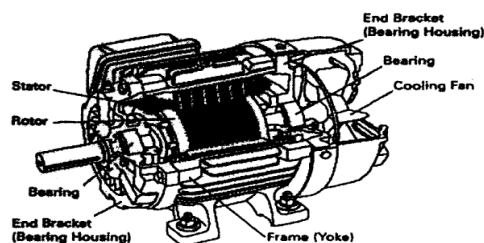


Gambar 2.3 Putaran Medan Magnet Akibat Arus Tiga Fasa

Sekarang ditinjau kasus rotor sudah dipasang dan kumparan stator sudah dialiri arus. Akibat adanya *fluks* pada kumparan stator maka arus akan terinduksi pada rotor. Anggap rotor dibuat sedemikian sehingga arus dapat mengalir pada rotor (seperti rotor tipe squirrel)

Akibat tidak adanya gaya pada rotor maka rotor jadi melambat akibat gaya-gaya kecil (seperti gaya gesek dengan sumbu rotor atau pengaruh udara). Akibatnya pada rotor akan terinduksi arus sehingga rotor mendapatkan gaya berdasarkan hukum Lorentz. Dan gaya itulah motor dapat menambah kecepatannya kembali, kecepatan ini dikenal sebagai slip.

### 2.1.3 Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa



Gambar 2.4 Komponen pada Motor Tiga Fasa

Sama seperti mesin-mesin listrik pada umumnya, motor tiga fasa memiliki

dua komponen penting, yaitu: stator dan rotor.

#### 2.1.3.1 Stator

Stator merupakan komponen yang tidak berputar pada mesin. Pada komponen ini dipasang stator winding berupa kumparan. Stator ini dihubungkan dengan suplai Tiga fasa untuk memutar rotor. Stator sendiri memiliki 3 bagian penting:

##### a. *Frame*

*Frame* merupakan bagian terluar dari stator. Berfungsi sebagai tempat untuk memasang inti stator (stator core) dan juga melindungi keseluruhan komponen dan gangguan benda benda dari luar (seperti batu yang dilemparkan ke motor atau semacamnya). Umumnya *frame* dibuat dari besi agar *frame* menjadi kuat. Dalam konstruksinya, air gap (celah udara) pada motor haruslah sangat kecil agar rotor dan stator konsentris dan mencegah induksi yang tidak merata. Air gap yang dimaksud disini ialah celah yang mungkin terbentuk pada permukaan *frame* bukan lingkaran besar seperti pada gambar, karena lingkaran tersebut akan diisi oleh inti stator dan rotor.

##### b. *Inti*

Inti stator merupakan tempat dimana stator winding dipasang. Inti stator bertugas untuk menghasilkan *fluks*. *Fluks* ini dihasilkan oleh kumparan pada stator winding dan dialiri oleh arus tiga fasa dari suplai tiga fasa. Untuk mencegah arus yang besar pada belitan stator umumnya inti stator dilapisi oleh lamina. Lamina sendiri terbuat oleh campuran besi silikon untuk mencegah rugi-rugi histerisis. Pada inti stator juga dipasang kutub-kutub magnet untuk menghasilkan *fluks*

##### c. *Belitan (Winding)*

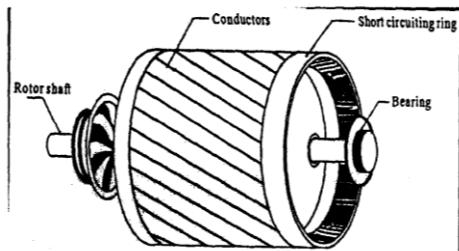
Belitan stator merupakan kumparan yang masing-masing kumparannya dihubungkan menjadi rangkaian bintang atau segitiga, tergantung dan bagaimana metode untuk memutar mesin yang digunakan dan jenis rotor yang digunakan. Untuk rotor jenis sarang

tupai umumnya menggunakan rangkaian delta sedangkan rotor jenis slip ring bisa menggunakan salah satu dari keduanya.

**2.1.3.2 Rotor**

Rotor merupakan bagian yang dapat berputar dari motor. Rotor dihubungkan dengan beban yang akan diputar dengan sebuah batang yang terpasang pada pusat rotor. Berdasarkan konstruksinya, rotor dibagi menjadi 2 macam:

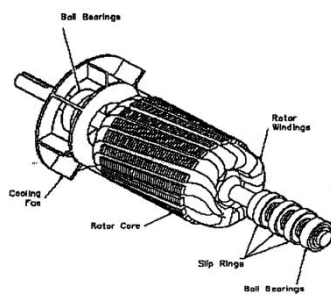
**a. Sarang Tupai atau Squirrel Cage**



Gambar 2.5 Rotor Tipe *Squirrel Cage*

Rotor tipe ini memiliki bentuk seperti roda gear. Dikedua ujung rotor dipasang cincin alumunium. Umumnya rotor jenis ini terbuat dari alumunium atau tembaga. Rotor jenis ini sangat sering digunakan karena mudah dibuat dan dapat digunakan berapapun kutub pada stator.

**b. Slip Ring**



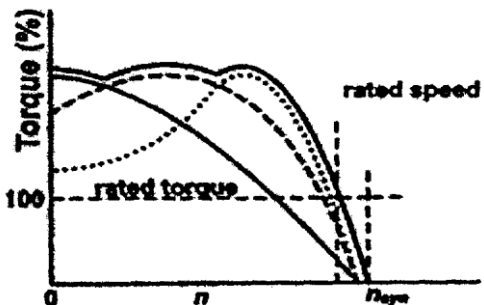
Gambar 2.6 Rangkaian Rotor Slip Ring

Rotor tipe ini memiliki rangkaian kumparan pada ujungnya dan memiliki sejumlah slip ring di belakangnya. Tiap kumparan terhubung dengan salah satu slip ring dimana masing-masing slip ring juga terhubung dengan rangkaian yang sama dengan rangkaian kumparannya.

**2.1.4 Karakteristik Arus Starting pada Motor Induksi**

Saat motor induksi dijalankan maka akan membutuhkan arus mula yang besar, hal ini dikarenakan frekuensi dan reaktansi yang tinggi dalam kondisi star yaitu dengan slip seratus persen. Jadi dalam rangkaian rotor yang sangat reaktif, arus rotor tertinggal terhadap gaya gerak listrik (GGL) rotor dengan sudut yang besar. Hal ini berarti bahwa aliran arus maksimum terjadi dalam konduktor rotor akan berputar mengikuti hukum Lorentz. Hal yang menarik disini ialah kecepatan putaran rotor tidak akan pernah mencapai kecepatan sinkron atau lebih. Hal ini disebabkan karena apabila kecepatan sinkron dan rotor sama, maka tidak ada arus yang terinduksi pada rotor sehingga tidak ada gaya yang terjadi pada rotor sesuai dengan hukum Lorentz.

Jika rotor melakukan percepatan, frekuensi rotor menjadi berkurang dikarenakan nilai slip yang berkurang bisa di jelaskan dengan melihat gambar 2.7 di bawah ini:



Gambar 2.7 Karakteristik Arus Start pada Motor Induksi

**2.2 Pengasutan Motor Induksi Tiga Fasa**

**2.2.1 Metode Direct On Line (DOL)**

Penggunaan metoda ini sering dilakukan untuk motor-motor AC yang mempunyai kapasitas daya yang kecil. Ketika motor dengan kapasitas yang sangat besar di start dengan *direct on line*, tegangan sistem akan terganggu (terjadi *voltage dip* pada jaringan suplai) karena adanya arus starting yang besar.

Pengertian start secara langsung ialah motor yang dijalankan langsung di *swich on* ke sumber tegangan jala-jala sesuai dengan besar tegangan nominal motor.

### 2.2.2 Metode Bintang Segitiga

Metode bintang segitiga ini memanfaatkan penurunan tegangan yang dicatu ke motor saat stator motor terhubung dalam rangkaian bintang. Pada waktu *start*, yakni saat stator berada pada rangkaian bintang, arus motor hanya mengambil sepertiga dari arus motor jika motor distart dengan metode DOL.

Berhubung torsi motor berbanding lurus dengan kuadratis dari tegangan, maka torsi motor pada rangkaian bintang juga hanya sepertiga dari torsi pada rangkaian segitiga.

### 2.2.3 Metode Softstarter

*Softstarter* sangat berbeda dengan *starter* lain. Tegangan *start* dengan menggunakan *softstarter* tidak tergantung pada arus yang ditarik oleh motor atau kecepatan motor. Tegangan yang masuk ke motor akan diatur dimulai dengan sangat rendah sehingga arus dan torsi saat start juga rendah. Pada saat ini tegangan yang masuk hanya cukup untuk menggerakkan beban dan akan menghilangkan kejutan pada beban. Tegangan *start* diprogram mengikuti kontur terhadap waktu atau *Time Voltage Ramp* (TVR). Melalui TVR, tegangan awal untuk motor diberikan sekitar 40% - 70% dari tegangan nominal dimana cukup untuk mengawali torsi motor untuk start, kemudian naik perlahan sampai mencapai kecepatan normal.

Komponen utama *softstarter* adalah *thyristor* dan rangkaian yang mengatur *triggerthyristor*. *Thyristor* yang terpasang bisa pada dua fasa atau tiga fasa.

### 2.2.4 Metode Tahanan Asut

Suatu cara lain untuk menurunkan arus awal motor induksi adalah dengan mempergunakan hambatan R dalam rangkain rotor. Tentu cara ini hanya dapat dipakai untuk motor induksi yang

mempunyai rotor lilitan. Untuk motor induksi dengan rotor sangkar hal ini tidak dapat dilakukan.

## 3. Metode Penelitian

### 3.1. Batasan Masalah

Mencari cara yang tepat dan efisien dalam mempraktekkan starting / penyalaan awal motor induksi tiga fasa, kemudian membuat suatu pedoman / petunjuk yang tepat untuk melaksanakannya berupa buku petunjuk praktikum pengasutan motor listrik tiga fasa.

### 3.2. Studi literatur melalui buku-buku dan jurnal

Studi literature ini dilakukan guna meningkatkan wawasan dan pengetahuan peneliti sehingga penerapan ilmu dan teori dapat dilaksanakan dengan update teknologi dan penelitian terkini terkait meliputi teknologi yang diteliti. Yaitu melalui studi kepustakaan terhadap buku-buku yang relevan dan melalui browsing di internet tentang informasi informasi yang mendukung terlaksananya penelitian ini.

### 3.3. Observasi Penelitian di Laboratorium Elektro Polines

Pengembangan penelitian berbasis dengan sumber daya Laboratorium Mesin-mesin Listrik dan Laboratorium Kendali JTE Politeknik Negeri Semarang. Sumber daya yang dimiliki institusi yang berupa peralatan dan data dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk mendukung penelitian ini.

### 3.4. Capaian Target Output

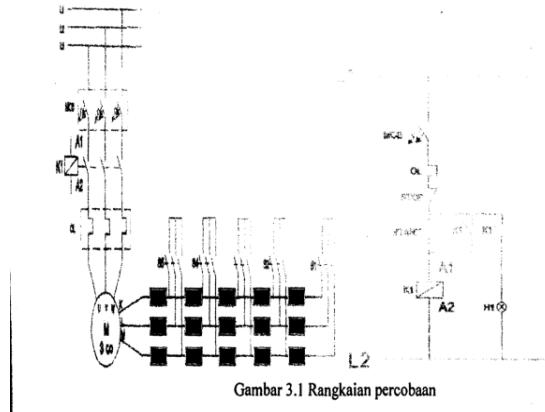
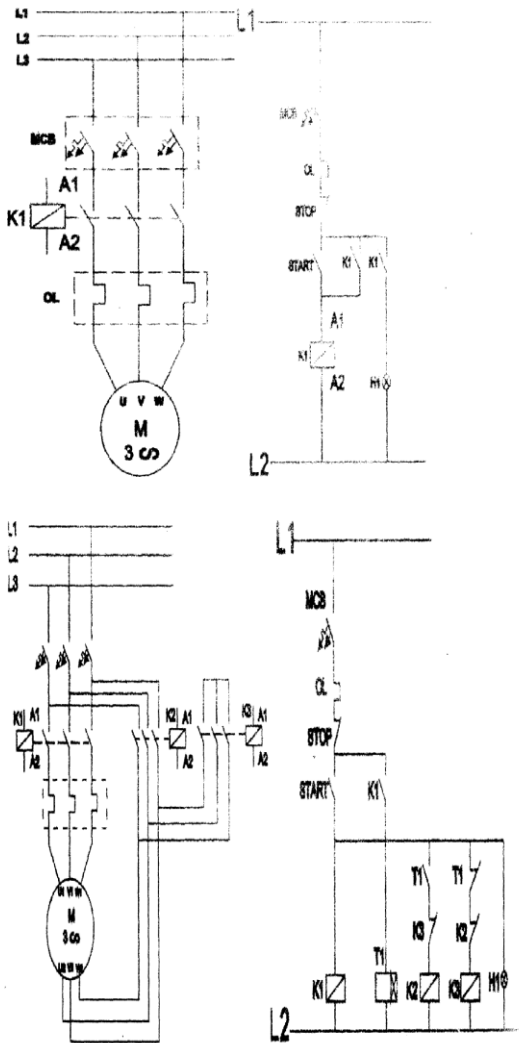
Penelitian ini untuk meningkatkan pembelajaran tentang studi jenis jenis pengasutan motor listrik tiga fasa dan membuat buku pedoman praktikum pengasutan motor listrik.

### 3.5. Peralatan yang dipergunakan

- a. Motor motor induksi slipring tiga fasa 2 buah
- b. Voltmeter 1 buah
- c. Ampere meter 1 buah
- d. RPM meter 1 buah

- e. Modul pengasutan motor tiga fasa 1 buah
- f. Sumber tegangan 3 fasa dari PLN 1 buah
- g. Kabel penghubung secukupnya 1 Unit
- h. Video recorder 1 Unit

3.5. Rangkaian Percobaan



3.6. Sarana

Tabel 3.1 Daftar peralatan yang tersedia di laboratorium POLINES

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Kegunaan	Keterangan
1.	Power Sistem Simulation	3 fasa	Trainer sistem tenaga listrik	baik
2.	Volt meter	600 volt AC	Mengukur Tegangan	baik
3.	Ampere meter	15 ampere AC	Mengukur arus	baik
4.	Komputer laptop	Intel dualcore	Data logger	baik
5.	Modul Pengasutan motor	1.5 k W	Pengasutan Motor	baik
6.	Torque meter	0 - 30 N/M	Simulasi beban	baik
7.	Resistor wirewound	300 ohm	Simulasi beban	baik
8.	Power Pack	10 kW 220 V	Sumber beban	baik
9.	Kabel Penghubung	KHA 25 A	Penghubung	baik

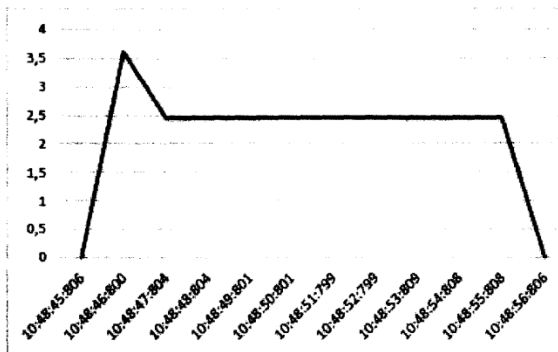
4. Pengujian Pengoperasian

4.1. Hasil Rangkaian Pengasutan DOL

Tabel 4.1 Hasil pengukuran rangkaian pengasutan DOL

Time	Data
10:48:41:811	0
10:48:42:809	0
10:48:43:812	0
10:48:44:807	0
10:48:45:806	0
10:48:46:800	3,55
10:48:47:804	2,40
10:48:48:804	2,40
10:48:49:801	2,40
10:48:50:801	2,42
10:48:51:799	2,42

Setelah data tersimpan dalam format CSV, selanjutnya buka di mc.exel dan convert data tersebut menjadi sebuah grafik dengan menekan menu *inset line chart*.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengukuran Arus DOL

Pada rangkaian pengasutan *direct on line* didapatkan data seperti di atas. Dimana hasil pengukuran arus *starting* pada pengasutan DOL sebesar 3,61 A dan arus *running* sebesar 2,45A. Pada percobaan ini, kami menguji arus start motor dalam keadaan tidak berbeban. berdasarkan data tersebut, nilai arus start motor dengan pengasutan DOL adalah 147,35% atau hampir 1,5 kali dan arus *running*.

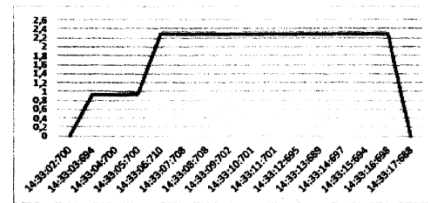
#### 4.2. Hasil Rangkaian Pengasutan Bintang Segitiga

Tabel 4.2 Hasil pengujian rangkaian pengasutan Bintang Segitiga

Time	Date
14:33:02:700	0
14:33:03:694	0,92
14:33:04:700	0,92
14:33:05:700	0,93
14:33:06:710	2,1
14:33:07:708	2,1
14:33:08:708	2,1
14:33:09:702	2,26
14:33:10:701	2,3
14:33:11:701	2,3
14:33:12:695	2,3
14:33:16:693	2,3
14:33:17:638	0

Setelah data tersimpan dalam format CSV, selanjutnya buka di mc.exel dan

convert data tersebut menjadi sebuah grafik dengan menekan menu *inset line chart*.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengukuran Arus Segitiga Bintang

Pada rangkaian pengasutan bintang segitiga didapatkan data hasil pengukuran seperti di atas. Dimana arus *starting* terjadi pada rangkaian bintang, yaitu sebesar 0,94 A. Lalu arus *running* terjadi pada rangkaian segitiga, yaitu sebesar 2,3 A. Besar arus *startingle* lebih kecil daripada arus *running* dikarenakan arus yang mengalir pada rangkaian bintang maksimal 0.333 dari arus yang mengalir pada rangkaian segitiga.

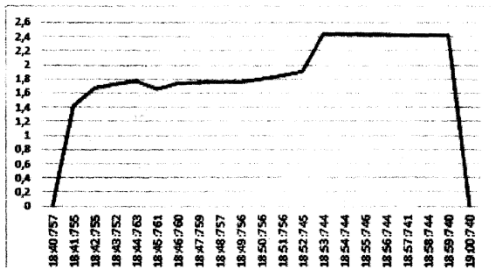
#### 4.3. Hasil Rangkaian Pengasutan Softstarter

Tabel 4.3 Hasil pengujian rangkaian peagasutan *Softstarter*

Time	Date
11:18:40:757	0
11:18:41:755	1,42
11:18:42:755	1,67
11:18:43:752	1,73
11:18:44:763	1,77
11:18:45:761	1,66
11:18:46:760	1,74
11:18:47:759	1,75
11:18:48:757	1,76
11:18:49:756	1,76
11:18:50:756	1,8
11:18:51:756	1,85
11:18:52:745	1,91
11:18:53:744	2,44
11:18:54:744	2,44
11:18:55:746	2,43
11:18:56:744	2,43
11:18:57:741	2,42
11:18:58:744	2,42
11:18:59:740	2,42
11:19:00:74	0

Setelah data tersimpan dalam format CSV, selanjutnya buka di mc.exel dan

convert data tersebut menjadi sebuah grafik dengan menekan menu *inset line chart*.

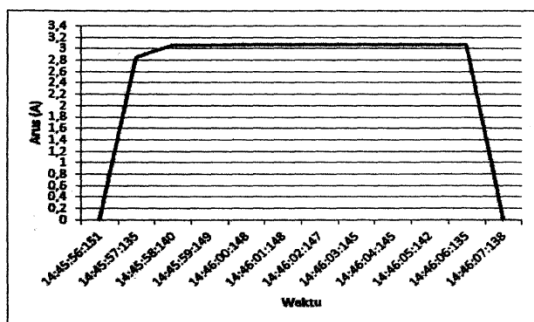


#### 4.4. Hasil Rangkaian Pengasutan Tahanan Asut

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rangkaian Pengasutan Tahanan dengan Resistor.

Waktu	Arus (A)
14:45:56:151	0
14:45:57:135	2,85
14:45:58:140	3,06
14:45:59:149	3,06
14:46:04:145	3,07
14:46:05:142	3,07
14:46:06:135	3,07
14:46:07:138	0

Setelah data tersimpan dalam format CSV, selanjutnya buka di mc.exel dan convert data tersebut menjadi sebuah grafik dengan menekan menu *inset line chart*.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengukuran Arus Tahanan Asut dengan Resistor

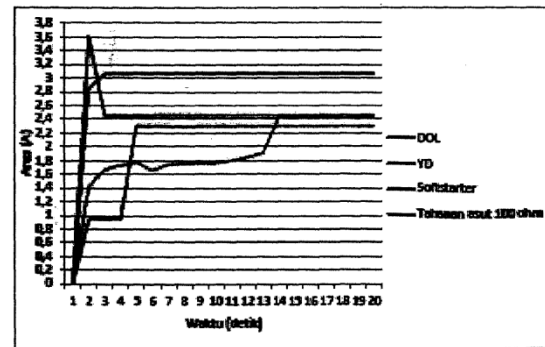
Pada rangkaian pengasutan tahanan asut didapatkan data seperti di atas. Tahanan asut sendiri menggunakan variabel resistor untuk menurunkan arus *starting*

motor. Variabel resistor yang digunakan yaitu dengan nilai minimal 0 ohm dan maksimal 100 ohm. Pada nilai resistor 100 ohm arus *start* yang diukur sebesar 2,85 A dan arus *running* sebesar 3,07 A. jadi penggunaan resistor yang dihubungkan dengan rotor motor rotor belitan dapat mengurangi arus *start* yang ditimbulkan. Semakin besar variabel resistor yang digunakan maka akan mengurangi arus yang ditimbulkan.

#### 4.5. Analisa hasil percobaan

Tabel 4.6 Data Hasil pengujian

Perbandingan arus start antara pengasutan DOL, bintang segitiga, *softstarter*, dan tahanan asut sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Arus Start DOL, Bintang Segitiga, Softstarter, Tahanan Asut

Berdasarkan grafik pada gambar 4.6 di atas, Pada pengujian arus start motor pada modul ini, kami menguji dalam keadaan tidak berbeban sehingga besar nilai arus start tidak terlalu signifikan. Dan kami

METODE	HASIL PENGUJIAN TANPA BEBAN	
	I <sub>starting</sub> (Ampere)	I <sub>starting</sub> (Ampere)
Direct on line	3.61	2.45
bintang segitiga	0.94	2.3
Softstarter	1.42-1.91	2.42
Tahanan Asut (100 ohm)	2.85	3.07

menggunakan dua jenis motor untuk pengujian yaitu motor rotor sangkar dan motor belitan (*slipring*), hal ini karena



motor belitan tidak memungkinkan untuk dilakukan pengujian dengan metode pengasutan bintang segitiga dan *softstarter*.

Pada grafik DOL nilai arus start lebih besar daripada arus run, hal ini terjadi karena motor pada saat diam memiliki momen *inersia* (motor dalam keadaan diam). Nilai arus start tertinggi terjadi pada pengasutan DOL yaitu 3,61 A atau hampir 1,5 kali dari arus *run*. Hal ini terjadi karena pada pengasutan DOL tegangan sumber langsung mengalir ke jala-jala motor. Jadi tegangan yang masuk adalah tegangan yang benar-benar 100% dari sumber. Sehingga torsi *start* maupun arus *start* yang dihasilkan lebih besar dibanding pengasutan lainnya.

Kenaikan arus *start* ini terjadi karena saat awal dimana medan magnet belum terbentuk di kumparan stator maka arus akan diserap lebih banyak untuk menghasilkan medan magnet ini sampai terbentuk induksi magnet di rotor yang mencukupi untuk membuat rotor berputar. Semakin besar kapasitas motor maka semakin besar juga kumparan statornya, Nilai arus start terkecil terdapat pada pengasutan bintang segitiga yaitu sebesar 0,94 A atau hampir 1/2,45 dan arus *run* sebesar 2,3 A. Hal ini dipengaruhi oleh rangkaian kontrol yang berfungsi untuk mengubah posisi hubungan motor dari bentuk bintang ke segitiga dimana metode pengasutan ini memanfaatkan penurunan tegangan yang dicatu ke motor saat terhubung dalam rangkaian bintang. Pada saat pertama kali dioperasikan, pengasutan bintang segitiga akan menghubungkan tegangan sumber ke rangkaian bintang. Sehingga lonjakan arus saat *starting* bisa dikurangi, karena tegangan yang mengalir ke stator melewati dua gulungan (rangkain bintang) atau satu gulungan mendapat tegangan sebesar  $220 / \sqrt{3} = 127$  v. Arus motor hanya mengambil sepertiga dari arus motor seandainya motor di *start* menggunakan metode DOL. Berhubung torsi motor berbanding lurus dengan kuadrat tegangan, maka dengan demikian torsi motor pada rangkaian bintang juga

hanya sepertiga dari torsi pada rangkaian segitiga. Setelah motor berputar normal kemudian berpindah ke rangkaian segitiga (perpindahan dilakukan oleh timer dimana motor akan bekerja normal dengan tegangan 220 v. Perbedaan tegangan pada kedua hubungan ini akan mengakibatkan terjadinya torsi kejutan pada motor. Hal ini terjadi ketika perpindahan dan hubungan bintang ke segitiga.

Pada pengasutan *softstarter* terdapat setelan waktu start yang mempengaruhi tegangan yang masuk sehingga tegangan sumber tidak sepenuhnya masuk. Disini kami menyetel setelan waktu menjadi 12 detik. Tujuannya agar mendapatkan grafik arus start yang kecil lalu sedikit demi sedikit besar sehingga nilai arus akan sama dengan arus *run*. Adapun besar arus start yang terjadi selama 12 detik yaitu 1,42 A pada detik pertama lalu naik perlahan sampai pada detik ke 12 arus *start* menjadi 1,91 A. Selanjutnya nilai arus menjadi 2,42 A (arus *run*).

Pada keadaan resistor bernilai maksimum (100 ohm), arus *start* pada motor sebesar 2,85 A, kemudian nilai resistor diperkecil hingga nol sehingga arus yang mengalir sama dengan arus *running* yaitu 3,07 A. Hal ini terjadi karena pada pengasutan tahanan asut nilai arus *start* bergantung pada besar nilai resistor yang digunakan, semakin besar nilai resistor maka arus *start* dan torsi *start* semakin rendah. Jadi waktu yang digunakan untuk *start* itu sesaat seperti halnya pengasutan DOL. Pada percobaan diatas dengan menggunakan nilai resistor maksimum 100 ohm didapatkan penurunan arus *start* sebesar 92,8 % dari arus kerjanya. Jadi apabila ingin mendapatkan nilai penurunan arus *start* yang lebih rendah maka harus memperbesar nilai resistor

Berdasarkan analisa di atas maka metode yang paling baik digunakan adalah *softstarter* karena pada grafik yang ditunjukkan oleh metode *softstarter* tidak menunjukkan adanya lonjakan arus yang signifikan antara arus *starting* dengan arus *running*. Arus *start* yang dihasilkan landai

dan bertahap dari rendah menuju arus kerjanya.

## 5. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan analisa data arus pengasutan dan berbagai metode pengasutan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pengujian motor induksi tiga fasa tanpa beban dengan pengasutan DOL memiliki nilai arus *start* yang paling tinggi yaitu sebesar 3,61 A dan arus *running*: 2,45 A.
- b. Pengujian motor induksi tiga fasa tanpa beban menggunakan metode bintang segitiga dapat menurunkan nilai arus *start* sepertiganya dan arus nominal yaituarus *start* sebesar 0,94 A dan arus *running* sebesar 2,3 A.
- c. Pengujian motor induksi tiga fasa tanpa-beban dengan menggunakan *softstarter* besarnya tegangan masuk dapat diatur secara perlahan darinilai yang kecil hingga ke nominalnya, sehingga arus *start* yang ditimbulkan akan bertahap dari nilai yang terkecil. Pada pengujian nilai arus *start*: 1,42-1,91 A dan arus *running*: 2,42 A.
- d. Pengujian motor induksi tiga fasa tanpa beban dengan menggunakan tahanan asut yang menserikan belitan rotor dengan suatu nilai hambatan tertentu dapat mengurangi besarnya arus *start*, semakin besar nilai tahanan resistornya makaakan semakin kecil arus *start* yang ditimbulkan.
- e. Pengasutan yang baik digunakan untuk motor dengan daya besar adalah *softstarter* karena tidak terjadi lonjakan arus *start* yang signifikan pada saat motordiberi tegangan.

## DAFTAR PUSTAKA

Arindya, Radita. 2013. *Penggunaan Dan Pengaturan Motor Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu. Pyrhonen, Juha, Tapani Jokinen, dan Valerina Hrabovcova. 2008. *Design of Rotating Electrical Machines*. Alih

Bahasa Hanna Niemela. UK: John Wiley & Sons, Ltd.

- Wijaya, Mochtar. 2001. *Dasar-dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Djambatan ---.2000. *Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL2000)*, Desember. Jakarta: Appangallo, Kesna Merdy. 2013. *Kontaktor Sebagai Pengendali Motor Listrik*. Sumanto, M.A. 1998. *Motor Listrik Arus Bolak — Balik Motor Induksi Motor Sinkron*. Yogyakarta: Penerbit Offset