

**PERANCANGAN TRAINER KIT STARTING MOTOR INDUKSI
DENGAN SISTEM INVERTER**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Jurusan Teknik Elektro

□

Nama

Oleh :

: Ridwan Al Rasid

No. Mahasiswa

: 03 524 055

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2012

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PERANCANGAN TRAINER KIT STARTING MOTOR
INDUKSI DENGAN SISTEM INVERTER



Yogyakarta, 7 Mei 2012

Pembimbing I

Tito Yuwono, ST, M.Sc

Pembimbing II

Wahyudi Budi Pramono, ST, M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PERANCANGAN TRAINER KIT STARTING MOTOR
INDUKSI DENGAN SISTEM INVERTER



TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : **Ridwan Al Rasid**

No. Mahasiswa : **03 524 055**

Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 25 Mei 2012

Tim Penguji,

Tito Yuwono, ST., M.Sc.

Ketua

Wahyudi Budi Pramono, ST., M.Eng.

Anggota I

Dr. Eng. Hendra Setiawan, ST., MT.

Anggota II

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro
Universitas Islam Indonesia

Tito Yuwono, ST., M.Sc.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : **Ridwan Al Rasid**

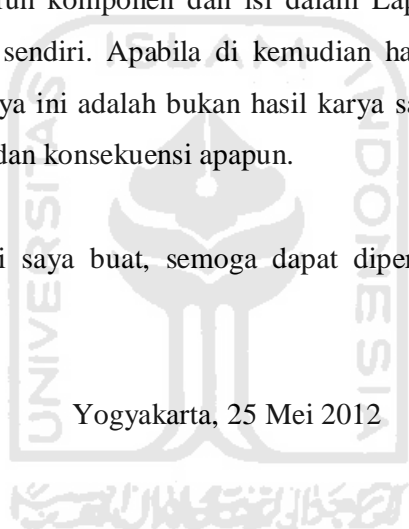
No. Mahasiswa : **03 524 055**

Jurusan : **Teknik Elektro**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 25 Mei 2012



Ridwan Al Rasid

HALAMAN PERSEMBAHAN



Kupersembahkan Tugas Akhir Ini kepada :
Ayahanda **Panut Hartanto** dan Ibunda **Sri Rukmini**
Serta Kakak, adikku Tersayang,
Eka Priyanto
Slamet Santoso
Agus Wahyu Hidayat
Setiyo Hartanto saputro
Fadillah hibatul ahyar
Adi Kipli Wakatobi

HALAMAN MOTTO

"Allah tidak akan membebani hambanya kecuali sepadan dengan kemampuannya"

(QS Al B aqarah: 286)

"Memilih tidak memutuskan adalah sama penting nya dengan Memutuskan..."



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikumwr.wb.

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga laporan Tugas Akhir dapat saya selesaikan. Tak lupa shalawat serta salam saya haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, yang telah memberi uswatun khasanah bagi umat manusia.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana di jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.

Tugas Akhir yang saya laksanakan adalah membuat Trainer Kit Starting Motor Induksi Dengan Sistem Inverter.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita ke tempat yang terang seperti sekarang ini.
3. Bapak Gumbolo Hadi Susanto, Ir., M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Tito Yuwono .ST., M.Sc, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Bapak Wahyudi Budi Pramono ST, M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama pelaksanaan Tugas Akhir dan penulisan laporan.
6. Seluruh staf pengajar FTI UII, khususnya dosen-dosen jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bekal ilmu.
7. Ayahanda tercinta, Panut Hartanto dan Bunda terhebat di dunia, Sri Rukmini atas segala doa, cinta, dan kasih sayangnya selama ini.
8. Kakak-kakaku tersayang Eka Priyanto, Slamet Santoso, Agus Wahyu H, Setiyo Hartanto S dan Fadillah H Ahyar terimakasih untuk segalanya. Maaf kalau belum bisa membalas semua kebaikan kalian, semoga nantinya bisa membuat kalian bangga.
9. Rasyid Karami, Rizka S, Leo Herlambang, Sumirat Damar, Maia , Lovely Siesta dan Semua anggota Juppon Gatana terima kasih atas doa dan semangatnya you are the best "RAKJAT BELOEM MERDJEKA"
10. Saudara-saudara seperjuangan Happy, Eonk, Hendra, Yanuar dan saudara-saudara yang lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih atas semua bantuan, kerja sama, kebersamaannya, dan semoga sukses untuk kita semua.
11. Teman-teman Elektro 03, Shicabukai, dan Ndolo 03, Metal KODok terima kasih atas kebersamaannya dan semua canda tawa.
12. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dari awal hingga akhir.

Saya menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman. Oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk membantu saya di masa yang akan datang.

Akhir kata saya berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikumWrWb.



Yogyakarta, 25 Mei 2012

Penulis

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini dibuat sebuah modul praktikum kendali mesin listrik, yang bertujuan untuk mempermudah pembelajaran serta melengkapi modul praktikum mesin listrik yang telah ada. Maka dibuatlah sebuah modul praktikum “starting motor induksi dengan sistem inverter” dalam modul menggunakan inverter **SCHNEIDER ATV12U15M2**. Yang mana menggunakan sumber listrik 1 phasa sebagai masukan dan mengeluarkan listrik 3 phasa sebagai inputan pada mesin induksinya. Dengan frekuensi kerja listrik dari 0 Hz sampai 50 Hz sebagai pengatur kecepatan putaran motor induksi. Dalam modul ini starting motor induksi dengan sistem inverter tidak hanya menstart motor secara biasa tapi juga terdapat beberapa mode starting yang tidak dapat/susah dilakukan dengan sistem starting motor konvensional. Antara lain *VSD, Forward Reverse, Multi Speeds* dan *Frequency Starting Mode*.

Kata kunci : Inverter, *Motor Induksi, Starting Motor, VSD*



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAKSI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
LAMPIRAN	
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penulisan	2
1.5. Metodologi	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1. Motor Induksi.....	4
2.2. Konstruksi Motor induksi Tiga Phasa.....	5
2.2.1. Stator.....	5
2.2.2. Rotor	5
2.3. Prinsip Kerja Motor Induksi	6
2.4. Kecepatan Rotor dan Slip	8
2.5. Hubungan Motor Untuk Torsi,Kecepatan Dan Kondisi <i>Horse Power</i>	9
2.6. Pengasutan Motor Induksi	11
2.7. Metode – Metode Pengasutan	12

2.7.1. Direct On Line.....	12
2.7.2. Metode Starting delta.....	13
2.7.3. Metode Auto Transformator.....	14
2.7.4. Metode Soft Starter.....	15
2.7.5. Inverter.....	16
2.7.5.1. <i>Variable Voltage Inverter (VVI)</i>	16
2.7.5.2. <i>Curent Source Inverter (CSI)</i>	18
2.7.5.3. <i>Pulse Width Modulation</i>	19

BAB III METODOLOGI 23

3.1. Peralatan Instrument.....	23
3.1.1. Kontaktor	23
3.1.2. Relay	23
3.1.3. Timer.....	23
3.1.3.1. <i>On Delay</i>	24
3.1.3.2. <i>Off Delay</i>	24
3.1.4. Lampu Tanda	24
3.1.5. Proteksi	24
3.1.5.1. MCB	24
3.1.5.2. RCCB/ELCB	25
3.1.5.3. Push Bottom	25
3.1.6. Kabel/ <i>Wire</i>	26
3.2. Modul VSD Atau Inverter	26
3.3. Sistem Instalasi	27
3.4. Setting Mode Menu.....	29
3.4.1. <i>Monitoring Mode</i>	29
3.4.2. <i>Reference Menu</i>	30
3.4.3. <i>Configuration Mode</i>	31
3.4.4. <i>Frequency Setting Mode</i>	32
3.5. Implementasi	32
3.5.1. Aplikasi <i>Forward Dan Reverse</i>	34

3.5.2. <i>Multi Speeds</i> (Putaran Lebih Dari Satu Speed)	35
--	----

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA37

4.1. Kondisi Saat Starting Langsung	38
---	----

4.2. Kondisi Starting <i>Forward</i> Dan <i>Reverse</i>	41
---	----

4.3. Kondisi Starting <i>Multi Speed</i>	42
--	----

4.4. Analisa Kualitas Daya Input	45
--	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 47

5.1. Kesimpulan	47
-----------------------	----

5.2. Saran	48
------------------	----

DAFTAR PUSTAKA	50
----------------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-bagian dari motor induksi.....	6
Gambar 2.2 Penempatan lilitan Stator	6
Gambar 2.3 Grafik Medan Pada Konduktor Stator	7
Gambar 2.4 Penampang Stator Dan Rotor	7
Gambar 2.5 Medan Magnet Pada Mesin Induksi	8
Gambar 2.6 Starting Hubung Bintang	9
Gambar 2.7 Starting Hubung Delta	9
Gambar 2.8 Diagram Starting Bintang-Delta	10
Gambar 2.9 Diagram Hubung Bintang dan Delta Untuk Tegangan Tinggi Dan rendah	11
Gambar 2.10 Pengkawatan Direct On Line	12
Gambar 2.11 Besar Arus Saat Starting Direct On Line	12
Gambar 2.12 Pengkawatan Starting Star Delta	13
Gambar 2.13 Besar Arus Starting Star Delta	13
Gambar 2.14 Pengkawatan Starting Auto Transformtor	14
Gambar 2.15 Besar Arus starting Auto Transformator	14
Gambar 2.16 Besar Arus Ketika Start dan Stop	15
Gambar 2.17 Diagram Starting Soft Starter	16
Gambar 2.18 Diagram Jalur Tegangan Pada Inverter	17
Gambar 2.19 Bentuk Gelombang Tegangan Dan Arusnya	18

Gambar 2.20 Diagram Jalur Arus Pada Inverter	18
Gambar 2.21 Bentuk Gelombang Dan Arusnya.....	19
Gambar 2.22 Bentuk PWM.....	20
Gambar 2.23 Gate Bipolar Transistor	21
Gambar 2.24 Gelombang PWM	21
Gambar 2.25 Pengaturan Gelombang PWM	22
Gambar 3.1 Lampu Tanda	24
Gambar 3.2 MCB Tunggal	25
Gambar 3.3 RCCB Satu Phasa	25
Gambar 3.4 Push Bottom.....	26
Gambar 3.5 Tampilan ATV12U15M	27
Gambar 3.6 Instalasi Inverter	28
Gambar 3.7 Wiring Sistem Inverter ATV12U15M2.....	28
Gambar 3.8 Monitoring Mode diagram.....	30
Gambar 3.9 Diagram Reference Menu	31
Gambar 3.10 Menu Konfigurasi.....	32
Gambar 3.11 Mode Konfigurasi Parameter	33
Gambar 3.12 Pengkabelan Sistem Forward dan Reverse Setting 2C dan 3C	34
Gambar 3.13 Konfigurasi Logic Untuk Masing-Masing Kecepatan.....	35
Gambar 4.1 Fluke 1735 Power Analyser.....	37

Gambar 4.2 Name Plate Motor Beban	38
Gambar 4.3 Grafik Korelasi Tegangan dan Frekuensi Saat Starting Dengan Inverter	38
Gambar 4.4 Grafik Tegangan dan Frekuensi Saat Starting Dengan Direct On Line.....	39
Gambar 4.5 Besar Nilai Arus Saat Starting Langsung dengan Inverter.....	40
Gambar 4.6 Besar Nilai Arus Saat Starting Direct On Line	40
Gambar 4.7 Perbandingan Nilai Tegangan dengan frekuensi Saat Start Forward dan Reverse	41
Gambar 4.8 Besar Nilai Arus Saat Start Forward Reverse.....	42
Gambar 4.9 Diagram Tegangan dan Frekuensi Mukti Speed	43
Gambar 4.10 Besar Nilai Arus Untuk Starting Multi Speed	44
Gambar 4.11 Analisa Perbandingan Daya Nyata dan Daya Semu.....	45
Gambar 4.12 Analisa Kualitas Daya Input	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di industri banyak dipakai motor listrik jenis induksi karena mempunyai banyak kelebihan dibanding dengan motor listrik jenis lain. Kekurangannya arus start besar sekitar 3 sampai 8 kali dari arus nominal dan putarannya relatif konstan atau sulit diatur. Padahal dalam pemakaian motor listrik kadang-kadang diinginkan putaran yang dapat diubah-ubah sesuai dengan besaran beban, dengan pengaturan perpindahan putaran yang halus (*smooth*) dan *range* lebar, misalnya pada, *blower, lift, atau exhaust fan* penyegar udara pada laboratorium gedung kimia dan lain-lain. Hal tersebut diperlukan dengan tujuan antara lain untuk mengurangi besarnya arus *start*, meredam getaran dan hentakan mekanis saat *starting*. Karena itu maka banyak dilakukan usaha bagaimana cara mengatur putaran motor induksi tersebut. Salah satunya adalah dengan cara mengubah frekuensi catu daya yang masuk ke motor untuk mengatur kecepatan motor. Jadi tujuan dari rancang bangun di sini adalah untuk menghasilkan peralatan yang dapat dipakai untuk mengatur kecepatan putar motor induksi dengan *range* putaran yang lebar dan dengan perubahan putaran yang *smooth*. Ketika kontrol motor tidak lagi sekedar *ON/OFF* saja maka sudah saatnya menggunakan *variable speed drive*. Sebuah alat yang mampu untuk menawarkan fungsi pengontrolan motor yang lebih lanjut. Itulah yang saya dapatkan ketika kuliah tanpa pernah melihat kerja langsung dari sebuah VSD dan contoh barangnya. *Variable speed drive* atau juga disebut dengan *variable frequency drive* atau singkatnya disebut dengan *inverter* adalah solusi aplikasi yang membutuhkan kemampuan pengaturan motor lebih lanjut, misal: pengaturan putaran motor sesuai bebannya atau sesuai nilai yang kita inginkan. Penggunaan VSD bisa untuk aplikasi motor AC maupun DC. Istilah *inverter* sering digunakan untuk aplikasi AC. Secara sederhana untuk drive AC, *variable speed drive* atau *inverter* akan mengubah AC ke DC yang kemudian diatur dengan suatu teknik penyaklaran '*switching*' mengubah DC menjadi tegangan dan frekuensi keluaran AC yang bervariasi.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut:” Bagaimana membuat sebuah sistem starting motor induksi yang efisien”.

1.3. Batasan masalah

Perlu diberikan beberapa batasan permasalahan dengan tujuan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini adalah :

- Sistem ini dirancang dan dijalankan pada *simulasi* pengoperasian motor induksi.
- Sistem yang memonitoring kelainan / masalah (*fault*), pada sistem simulasi *inverter* dihasilkan dari rangkaian *inverter*.
- Simulasi dan pengukuran rangkaian starting motor menggunakan inverter.

1.4. Tujuan Penulisan

Proyek akhir ini memiliki tujuan yang terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus, yaitu:

1.. Tujuan Umum

Untuk mengetahui kinerja sistem *soft starting* dengan metode *inverter*

2. Tujuan Khusus

Merancang dan membuat *trainer kit starting* motor induksi tiga fasa / induksi dengan sistem *soft starting* menggunakan inverter

1.5. Metodologi

Dalam penulisan Tugas akhir ini, penulis mencari dan mengumpulkan data yang diperlukan dengan metode :

1.5.1. Studi Literatur.

Dalam hal ini penulis mengumpulkan bahan tulisan dari berbagai sumber pustaka yang relevan dan mendukung tugas akhir ini.

1.5.2. Studi Alat.

Dalam hal ini penulis merancang, dan membuat trainer kit starting

motor induksi tiga fasa dengan sistem *soft starting*, yang dilaksanakan di Lab Dasar Mesin Listrik Teknik Elektro UII Yogyakarta.

1.5.3. Percobaan dan Analisis

Dalam hal ini penulis mengumpulkan data-data dari berbagai sistem starting motor, kemudian membandingkan kelebihan dan kekurangan dari semua sistem starting motor tersebut.

1.6. Sistematikan penulisan

Untuk memudahkan pemahaman terhadap tugas akhir ini maka penulis menyusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan gambaran menyeluruh tentang apa yang diuraikan dalam tugas akhir ini, yaitu pembahasan tentang latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Berisi tentang dasar-dasar teori dari motor induksi tiga fasa dan sistem startingnya

BAB III : METODOLOGI

Berisi tentang perancangan alat dan dasar teori dari sistem starting motor induksi dengan inverter.

BAB IV : PERHITUNGAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi semua data yang diperoleh untuk dihitung dan dibandingkan dari berbagai macam starting motor induksi.

BAB V : KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang hasil dari serangkaian percobaan sistem starting motor induksi.

BAB II DASAR TEORI

2.1. Motor Induksi

Motor induksi adalah motor listrik arus bolak-balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan putar pada stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan pada stator terdapat selisih putaran yang disebut slip.

Motor induksi, merupakan motor yang memiliki konstruksi yang baik, harganya lebih murah dan mudah dalam pengaturan kecepatannya, stabil ketika berbeban dan mempunyai efisiensi tinggi. Mesin induksi adalah mesin AC yang paling banyak digunakan dalam industri dengan skala besar maupun kecil dan dalam rumah tangga. Alasannya adalah bahwa karakteristiknya hampir sesuai dengan kebutuhan dunia industri, pada umumnya dalam kaitannya dengan harga, kesempurnaan, pemeliharaan, dan kestabilan kecepatan. Mesin induksi (*asingkron*) ini pada umumnya hanya memiliki satu *supply* tenaga yang mengeksitasi belitan stator. Belitan rotornya tidak terhubung langsung dengan sumber tenaga listrik, melainkan belitan ini *diesitasi* oleh induksi dan perubahan medan magnetik yang disebabkan oleh arus pada belitan stator.

Hampir semua motor AC yang digunakan adalah motor induksi, terutama motor induksi tiga fasa yang paling banyak dipakai di penindustrian. Motor induksi tiga fasa sangat banyak dipakai sebagai penggerak di perindustriin karena banyak memiliki keuntungan, tetapi ada juga kelemahannya. [SUM87]

- Keuntungan motor induksi tiga fasa :

1. motor induksi tiga fasa sangat sederhana dan kuat.
2. biayanya murah dan dapat diandalkan.
3. motor induksi tiga fasa memiliki efisiensi yang tinggi pada kondisi kerja, perawatannya mudah.

- Kerugiannya:

1. kecepatannya tidak bisa bervariasi tanpa merubah efisiensi.
2. kecepatannya tergantung beban.
3. pada torsi start memiliki kekurangan.

2.2. Konstruksi Motor Induksi Tiga Phasa

Motor induksi, yang dalam Tugas Akhir ini hanya dibahas mengenai motor induksi sangkar tupai. pada dasarnya terdiri atas dua bagian, yaitu stator, adalah bagian dan motor yang tidak bergerak (tidak berputar), dan rotor adalah bagian dan motor yang bergerak. Rotor letaknya terpisahkan dari stator dengan adanya celah udara (gap) yang besarnya dan 0.4 mm sampai 4 mm, tergantung pada daya motor tersebut.

2.2.1. Stator

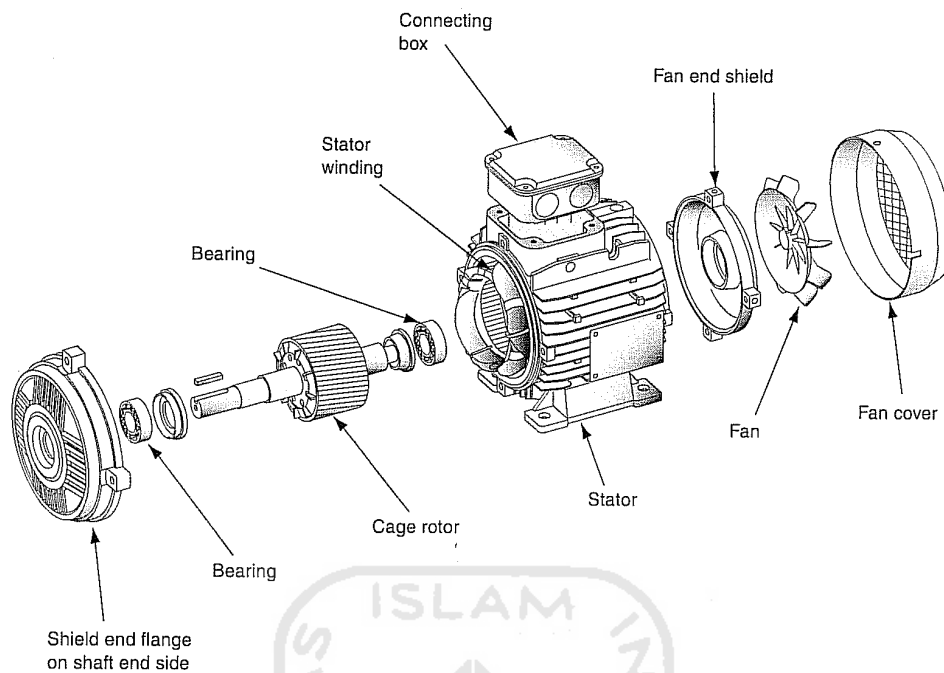
Stator adalah bagian dan motor yang tidak bergerak (tidak berputar) dan terdiri dan beberapa bagian. Penampang dan stator motor induksi sangkar tupai.

Inti stator berlapis-lapis plat baja beralur yang dipasang dalam rangka stator yang terbuat dan besi tuang atau plat baja yang dipabrikasi. Lilitan-lilitan diletakkan dalam alur stator yang terpisah 120° . Lilitan phasa ini bisa tersambung delta (A) ataupun star (Y).

2.2.2. Rotor

Ini adalah bagian dari motor yang bergerak. Seperti rangkaian magnetis stator, rotor terbuat dari satu tumpukan tipis laminasi membatasi dari satu sama lain, membentuk satu silinder terpasang pada batang motor.

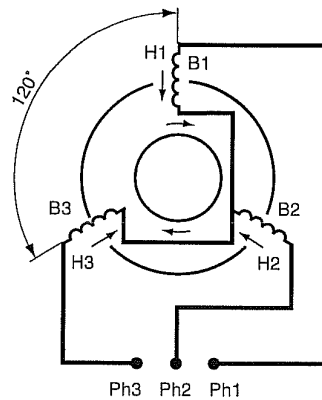
Pada setiap ujung rotor, konduktor rotor dihubung singkatkan dengan cincin-ujung. Konduktor rotor dan cincin-ujung seperti sangkar tupai yang berputar sehingga disebut demikian. Batang rotor dan cincin-ujung pada motor sangkar tupai yang kecil adalah tembaga cor atau aluminium dalam satu lempeng pada inti stator. Sedang pada motor yang lebih besar, batang rotor tidak dicor tetapi dibenamkan di dalam alur rotor dan dilas ke cincin-ujung. Berikut ini gambar 2.1 bagan dari mesin induksi 3 phasa sangkar tupai.[SUM87]



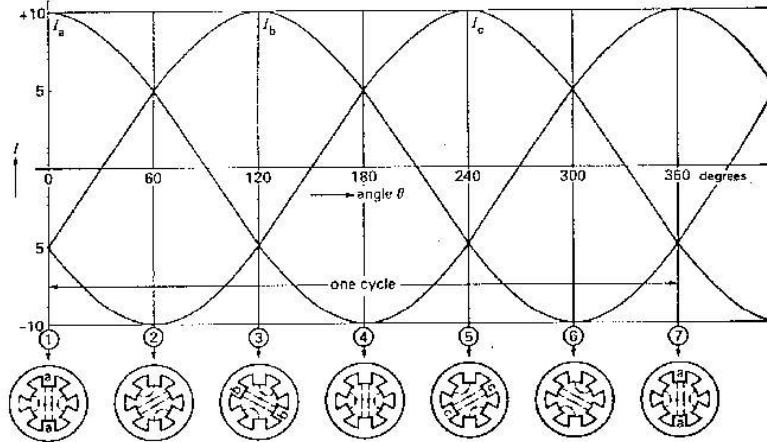
Gambar 2.1 bagian- bagian dari motor induksi. [SUM87]

2.3. Prinsip Kerja Motor Induksi

Bekerjanya motor induksi tergantung pada medan magnetik putar yang ditimbulkan dalam celah udara motor oleh arus stator. Seperti disebutkan diatas. lilitan stator tiga fasa dililitkan dengan lilitan phasanya berjarak 120° . Penempatan lilitan stator pada motor induksi ditunjukkan pada Gambar 2.2. Jika lilitan diberi arus dari *supply* tiga fasa, arus fasa berubah dalam waktu phasanya disertai dengan arah arus dalam konduktor stator dan hasil medannya pada masing-masing saat yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.2 Penempatan lilitan stator[SUM87]



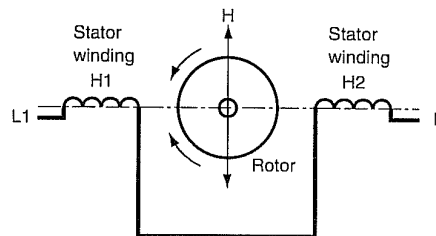
Gambar 2.3 Grafik medan pada konduktor stator [SUM87]

Pada lilitan stator diberi arus dari *supply* tiga fasa, dibangkitkan medan magnetik putar yang berputar dengan kecepatan sinkron. Kecepatan sinkron ini tergantung pada jumlah kutub stator (P) dan frekuensi dan sumber tenaga (f) dan ditentukan dengan rumus:

$$S = 120f/P \quad (2.1)$$

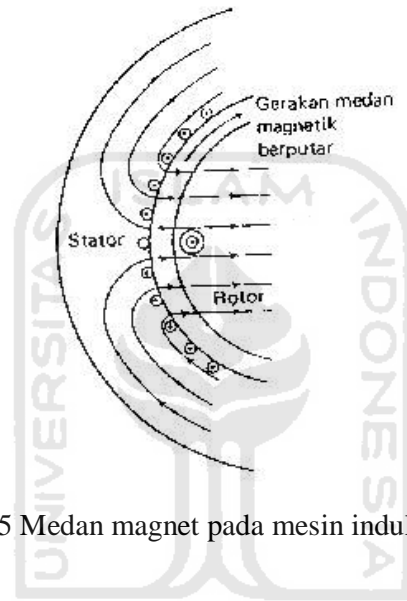
Dimana : S = kecepatan sinkron, dalam RPM
 f = frekuensi dan *supply*. dalam Hz
 P = jumlah kutub

Ketika medan melewati konduktor rotor, Gambar 2.3, dalam konduktor ini. diinduksikan ggl yang sama seperti ggl yang diinduksikan dalam lilitan sekunder transformator oleh fluksi arus primer. Rangkaian rotor adalah, ggl induksi menyebabkan arus mengalir dalam konduktor rotor. Jadi konduktor rotor yang mengalirkan arus dalam medan stator mempunyai gaya yang bekerja padanya.



Gambar 2.4 Penampang stator dan rotor [SUM87]

Pada Gambar 2.4 ditunjukkan penampang stator dan rotor motor induksi, dengan medan magnet diumpamakan berputar searah jarum jam dan dengan statornya diam seperti saat start. Pada keadaan seperti itu, dengan konduktor di alir arus berada dalam medan magnet seperti yang ditunjukkan. gaya pada konduktor mengarah ke atas karena medan magnet di bawah konduktor lebih kuat daripada di atasnya. Pada setengah sirkus berikutnya, arah medan stator akan dibalik. arus rotor juga akan dibalik sehingga gaya pada rotor tetap ke atas.[SUM87]



Gambar 2.5 Medan magnet pada mesin induksi [SUM87]

2.4. KECEPATAN ROTOR DAN SLIP

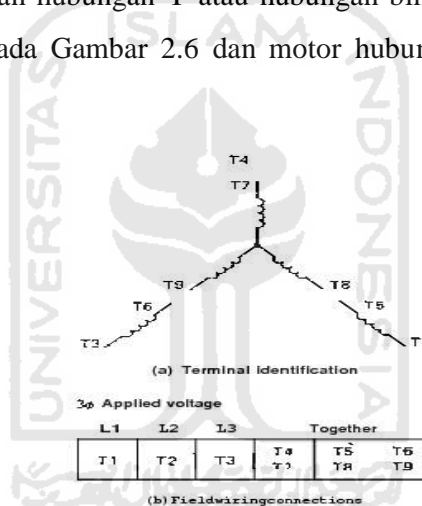
Motor induksi tidak dapat berputar pada kecepatan sinkron. Agar rotor dapat mencapai kecepatan sinkron maka rotor akan tetap diam terhadap fluks yang berputar. Maka tidak akan ada ggl yang diinduksikan, tidak ada arus rotor yang mengalir dan tidak akan dihasilkan kopel. Kecepatan rotor sekalipun tanpa beban harus lebih kecil sedikit dan kecepatan sinkron agar arus dapat diinduksikan dalam rotor sehingga menghasilkan kopel. Selisih antara kecepatan rotor dan kecepatan sinkron disebut slip (S). Slip dapat dinyatakan dalam putaran umumnya sebagai persen dan kecepatan sinkron. [SUM87]

$$\%S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 \quad (2.2)$$

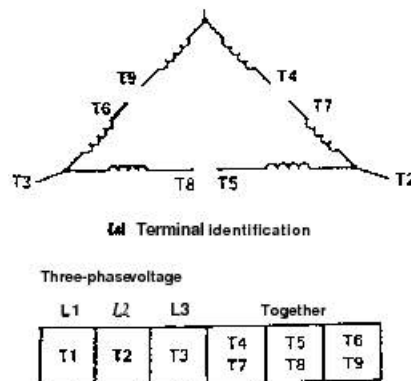
2.5. HUBUNGAN MOTOR UNTUK TORSI, KECEPATAN, DAN KONDISI HORSE POWER

Motor induksi sangkar tupai dapat dihubungkan dalam beberapa cara yang berbeda-beda untuk menghasilkan torsi, kecepatan, dan rating horse power. Motor induksi bisa dihubungkan untuk torsi yang bervariasi. Kondisi beban atau aplikasi akan mengarahkan metode apa yang akan digunakan untuk menghubungkan motor.

Ada dua macam cara untuk menghubungkan motor, yaitu hubungan Y atau hubungan bintang (star-connected or Y-connected) dan hubungan A atau hubungan delta (delta-connected or A-connected). Dalam Tugas Akhir ini digunakan motor dengan hubungan Y atau hubungan bintang. Motor hubungan bintang ditunjukkan pada Gambar 2.6 dan motor hubungan delta ditunjukkan pada Gambar 2.7

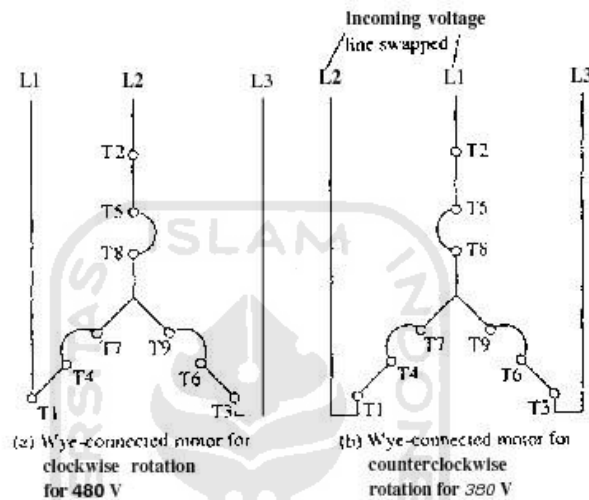


Gambar 2.6 Staring hubung bintang



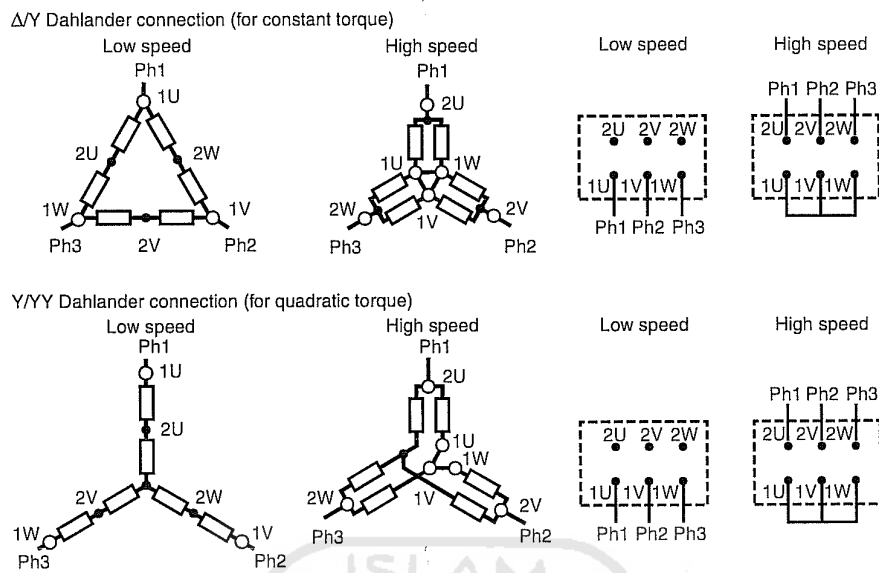
Gambar 2.7 Starting hubung delta

Putaran dan motor hubungan bintang maupun motor hubungan delta dapat diubah dengan cara mengubah dua dari tiga fasa dan tegangan input. Gambar 2.8 menunjukkan diagram dan motor hubungan bintang maupun motor hubungan delta untuk putaran maju (*forward*) dan kebalikannya (*reverse*) dengan cara mengubah dua dari tiga fasa dan tegangan input. terlihat terminal tegangan *supply* T1 dan T2 mengalami perubahan tegangan input sehingga menyebabkan perubahan arah putaran.



Gambar 2.8 Diagram starting bintang – delta

Motor hubungan bintang maupun motor hubungan delta dapat mempunyai banyak grup kumparan sehingga mereka dapat dihubungkan untuk dioperasikan pada dua tegangan terpisah. ditunjukkan pada Gambar 2.9 Kumparan tambahan dihubungkan seri saat motor bekerja pada tegangan yang lebih tinggi dan dihubungkan paralel saat berkeja pada tegangan yang lebih rendah. Tegangan yang lebih tinggi biasanya 380 atau 480 V dan tegangan yang lebih rendah biasanya 208 atau 220 V. atau biasanya tertera pada plat nama pada motor.



Gambar 2.9 Diagram hubung Bintang dan Delta untuk tegangan tinggi dan rendah.

Karena kumparan yang digunakan saat pemakaian tegangan yang lebih tinggi maupun yang lebih rendah adalah sama maka motor akan mempunyai harga torsi dan harga *horsepower* yang sama.

2.6. PENGASUTAN MOTOR INDUKSI

Masalah pengasutan motor induksi yang umum menjadi perhatian adalah pada motor-motor induksi tiga fasa yang memiliki kapasitas yang besar. Pada waktu starting motor induksi kapasitas besar, besar arus yang digunakan sangat tinggi sekali, walaupun dengan waktu yang cukup singkat namun kejadian tersebut akan menimbulkan drop/ penurunan tegangan pada jaringan listrik penurunan tersebut sangat mengganggu stabilitas jaringan listrik secara keseluruhan, atau dapat pula menyebabkan pemutus daya aktif (trip).

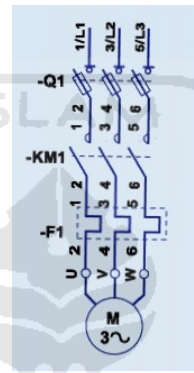
Untuk itulah telah digunakan cara-cara untuk melakukan pengasutan motor induksi secara aman, adapun macam pengasutan yang umum adalah:

- 1) Dengan Direct On Line
- 2) Dengan Star Delta
- 3) Dengan Auto Transformator
- 4) Dengan Soft Starter

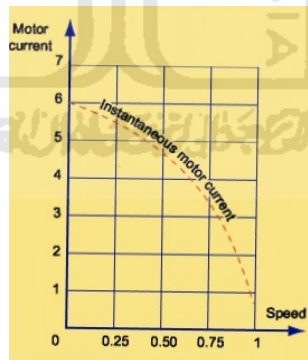
2.7. Metode- Metode Pengasutan

2.7.1. Direct On Line

Pengasutan langsung ini biasanya dilakukan untuk motor induksi dengan kapasitas kecil ataupun dengan pertimbangan besar arus starting dan kejutan mekanisnya tidak akan mengganggu terhadap jaringan listrik dari mesin itu sendiri. Starting motor ini, adalah menghubungkan motor secara langsung kepada jaringan utama. Start motor dan akselerasi ditentukan oleh karakteristik sendiri. Secara tipikal, puncak permulaan saat starting adalah antara 5 dan 8 kali arus beban penuh. Gambar 2.10 menunjukkan diagram starting direct on line. Gambar 2.11 menunjukan besar arus pada saat starting. [SCH11]



Gambar 2.10 Pengkawatan direct on line [SHC11]



Gambar 2.11 Besar arus saat starting direct online [SCH11]

Ketika keterbatasan metode starting DOL mulai tidak bisa diterima, diperlukan untuk menggunakan alternatif metode teknik starting yang mengurangi puncak permulaan saat start motor. Pendekatannya ialah pada saat starting agar tegangan tidak melonjak tinggi, dan sejumlah metoda dikembangkan untuk melakukan hal ini.

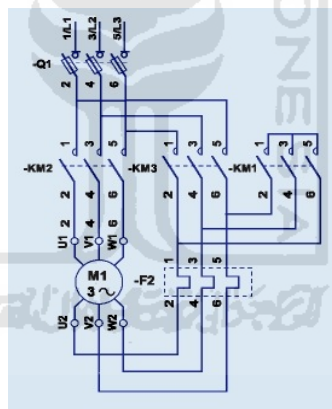
Stater DOL tidak tepat digunakan ketika:

- puncak permulaan saat starting yang dihasilkan dapat membuat drop tegangan serius terhadap sistem *supply*
- peralatan sedang dengan beban tenaga putaran puncak sangat tinggi
- ketika dibutuhkan keselamatan atau kenyamanan untuk menggunakan peralatan. sebagai contoh : eskalator dan lift.

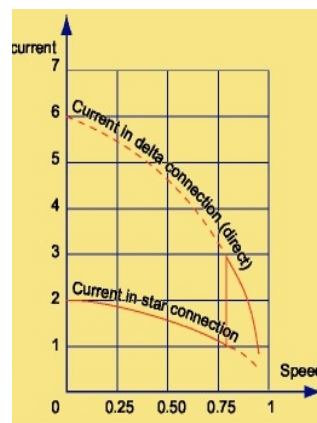
2.7.2. Metode Starting Star-Delta

Metode pengasutan ini adalah yang paling umum diterapkan untuk motor-motor induksi tiga fasa yang berkapasitas besar. Pada metode pengasutan ini bertujuan untuk menghindari adanya kejutan arus starting yang besar. Untuk lebih jelasnya

Dalam praktek nya starting bintang segitiga ini umumnya dirangkai pada mesin induksi menjadi rangkaian listrik yang otomatis. Berikut ini gambar 2.12 diagram rangkaian motor induksi dengan pengasutan dengan metode bintang segitiga. Dan gambar 2.13 adalah menunjukan besar arus pada saat starting



Gambar 2.12 Pengkawatan starting star delta [SHC11]

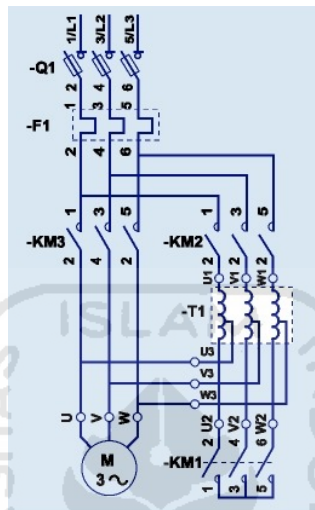


Gambar 2.13 Besar arus starting star delta [SCH11]

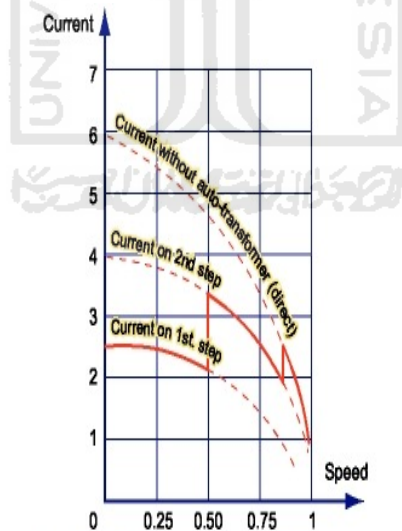
Metode starting ini dapat hanya digunakan ketika motor terdapat keluaran tiga gulungan dari stator. Selain dari pada itu, lilitan harus dinilai untuk tahan tegangan *supply* ketika delta-menghubungkan penuh. Dengan permulaan bintang segitiga, puncak permulaan saat starting adalah antara 1.5 dan 2.6 kali.

2.7.3. Metode Auto Transformator

Adapun diagram starting nya sebagai berikut:



Gambar 2.14 Pengkawatan stating auto transformator[SHC11]



Gambar 2.15 Besar arus starting auto transformator[SCH11]

Starting dengan cara ini adalah dengan menghubungkan motor pada tap tegangan sekunder autotransformer terendah. Setelah beberapa saat motor dipercepat tap autotransformer diputuskan dari rangkaian dan motor terhubung langsung pada tegangan penuh.

Pada autotransformer starter, arus yang mengalir adalah

$$I = \left[\frac{V_m}{V_1} \right]^2 \times I_{DOL} \quad (2.3)$$

Dimana :

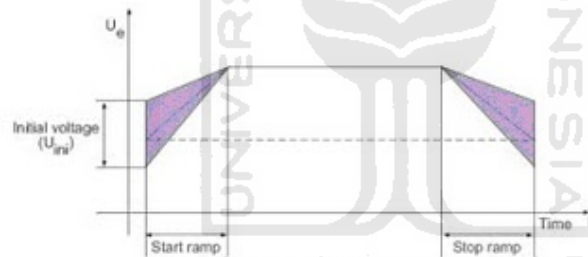
V_m = Tegangan sekunder dari Auto-Transformer

V_1 = Tegangan supply

I_{DOL} = Arus start langsung

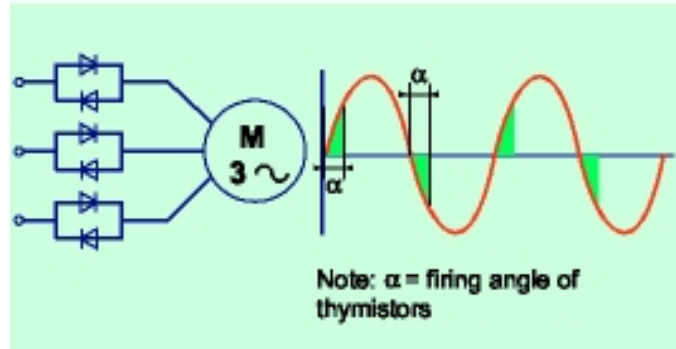
2.7.4. Metode Soft Starter

Soft starter dipergunakan untuk mengatur/ memperhalus start dari elektrik motor. Prinsip kerjanya adalah dengan mengatur tegangan yang masuk ke motor. Pertama-tama motor hanya diberikan tegangan yang rendah sehingga arus dan torsi pun juga rendah. Pada level ini motor hanya sekedar bergerak perlahan dan tidak menimbulkan kejutan. Selanjutnya tegangan akan dinaikkan secara bertahap sampai ke nominal tegangannya dan motor akan berputar dengan dengan kondisi RPM yang nominal



Gambar 2.16 Besar arus ketika star dan stop

Komponen utama softstarter adalah thyristor dan rangkaian yang mengatur trigger thyristor. Seperti diketahui, output thyristor dapat di atur via pin gate nya. Rangkaian tersebut akan mengontrol level tegangan yang akan dikeluarkan oleh thyristor. Thyristor yang terpasang bisa pada 2 phase atau 3 phase. Selain untuk starting motor, Softstarter juga dilengkapi fitur soft stop. Jadi saat stop, tegangan juga dikurangi secara perlahan atau tidak dilepaskan begitu saja seperti pada starter yang menggunakan contactor. [SCH11]



Gambar 2.17 diagram starting soft starter

2.7.5. Inverter

Inverter adalah sebuah perangkat elektronik yang mengubah tegangan AC tiga/satu fasa dari jala-jala (berfrekuensi 50 Hz atau 60 Hz) menjadi tegangan DC, kemudian mengubahnya kembali menjadi tegangan AC tiga fasa dengan frekuensi yang bisa diatur-aturl sesuai keinginan pengguna/user.

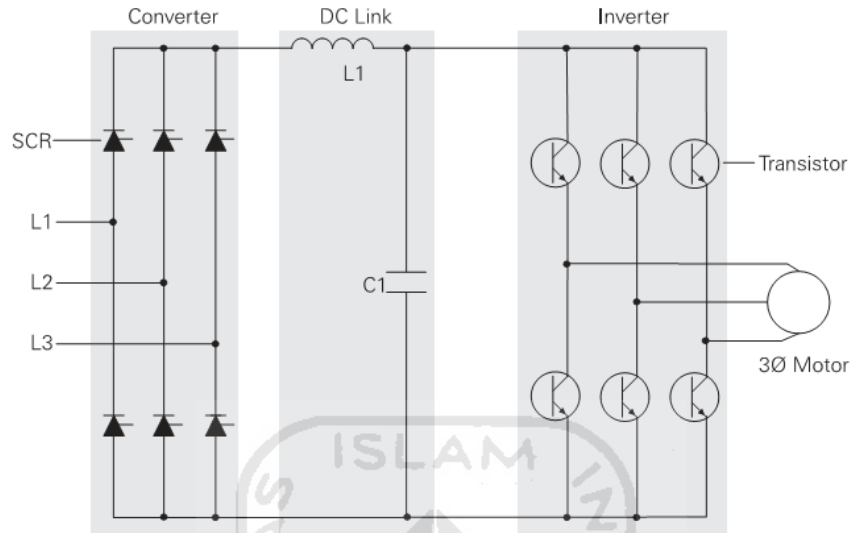
Ada tiga jenis inverter:

1. *variable voltage inverter* (VVI)
2. *current source inverter* (CSI)
3. *pulse width inverter* (PWM)

2.7.5.1. Variable Voltage Inverter (VVI)

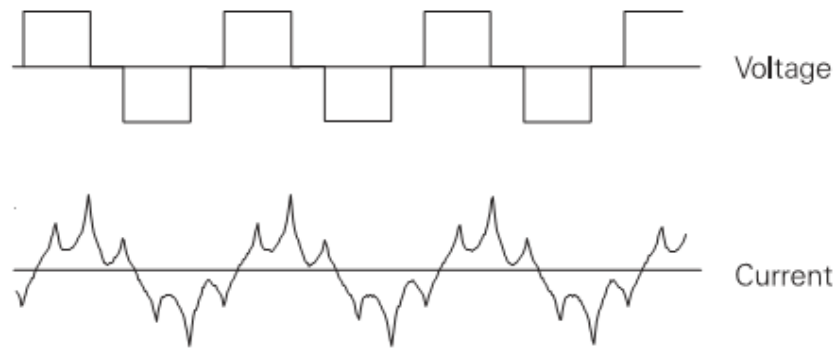
Jenis inverter ini menggunakan konverter jembatan SCR untuk mengubah tegangan input AC ke DC. SCR adalah komponen elektronika daya yang memiliki kemampuan untuk mengatur nilai tegangan DC mulai dari 0 hingga mendekati 600 VDC. Induktor L1 sebagai *choke* dengan kapasitor C1 membentuk bagian dengan istilah DC-link yang membantu memperhalus kualitas tegangan DC hasil konversi. Bagian inverter sendiri terdiri dari kumpulan divais penyaklaran seperti: thyristor, transistor bipolar, MOSFET, atau IGBT. Gambar berikut menunjukkan inverter yang menggunakan transistor bipolar. Pengatur logika, biasanya dalam bentuk kartu elektronik, yang memiliki komponen utama sebuah mikroprosesor akan mengatur kapan waktu transistor-

transistor inverter hidup atau mati untuk menghasilkan tegangan dan frekuensi yang bervariasi untuk dilanjutkan ke motor sesuai bebannya.[SAB11]



Gambar 2.18. Diagram jalur tegangan pada inverter [SAB11]

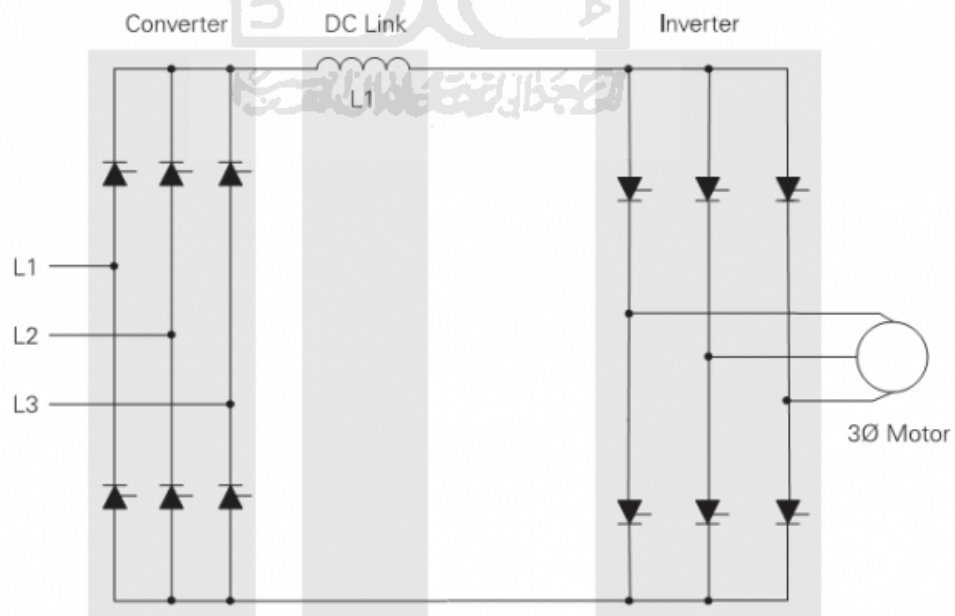
Tipe inverter ini menggunakan enam langkah untuk menyelesaikan satu putaran 360° (6 langkah masing-masing 60°). Oleh karena hanya enam langkah, inverter jenis ini memiliki kekurangan yaitu torsi yang pulsatif (peningkatan/penurunan nilai yang mendadak) setiap penyaklaran terjadi. Dan ini dapat ditemui pada operasi kecepatan rendah seiring variasi putaran motor. Istilah teknis dari putaran yang bervariasi ini adalah *cogging*. Selain itu, bentuk gelombang sinyal keluaran yang tidak sinusoidal sempurna mengakibatkan pemanasan berlebih di motor yang mengakibatkan motor mesti dijalankan di bawah nilai *rating*-nya.[SAB11]



Gambar 2.19. Bentuk gelombang tegangan dan arusnya [SAB11]

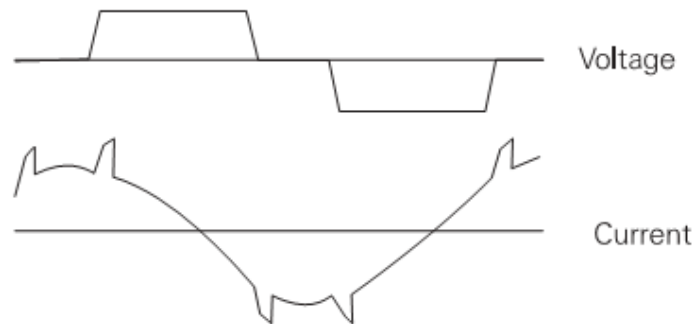
2.7.5.2. Current Source Inverter (CSI)

Jenis inverter satu ini menggunakan SCR untuk menghasilkan tegangan DC-link yang bervariasi untuk *supply* ke bagian inverter yang juga terdiri dari SCR untuk menyaklarkan keluaran ke motor. Beda dengan VVI yang mengontrol tegangan, CSI justru mengontrol arus yang akan *disupply* ke motor. Karena inilah pemilihan motor haruslah hati-hati agar cocok dengan drive. Berikut gambaran sederhana inverter sumber arus.[SAB11]



Gambar 2.20. Diagram jalur arus pada inverter [SAB11]

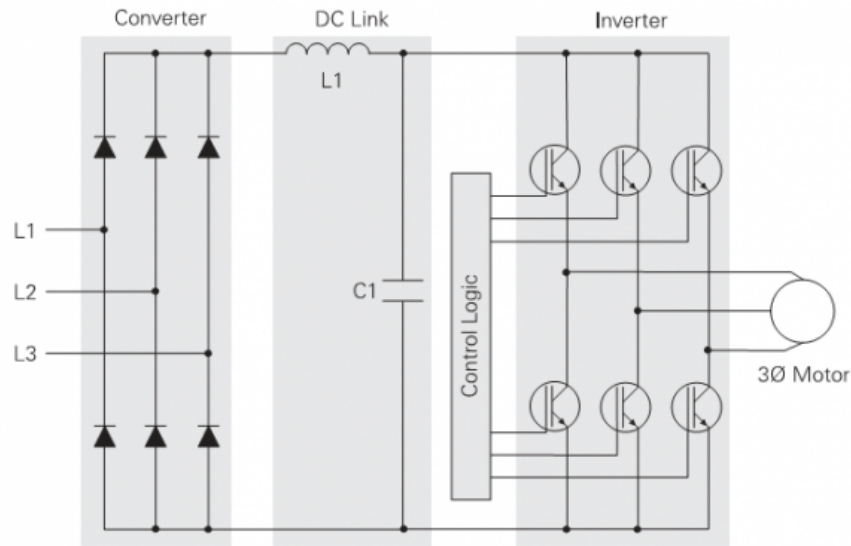
Percikan arus akibat proses penyaklaran dapat dilihat pada keluaran jika kita mengukurnya menggunakan *oscilloscope*. Pada kecepatan rendah sifat arus yang pulsatif dapat mengakibatkan motor tersendat 'cog'.



Gambar 2.21 Bentuk gelombang dan arusnya. [SAB11]

2.7.5.3. Pulse Width Modulation

Teknik penyaklaran satu ini memberikan output yang lebih sinusoidal dibandingkan dua jenis inverter sebelumnya. Drive yang menggunakan PWM terbukti lebih efisien dan memberikan tingkat performa yang lebih tinggi. Sama seperti VVI, sebuah PWM juga terdiri atas rangkaian konverter, DC link, *control logic*, dan sebuah inverter. Biasanya konverter yang digunakan adalah tipe tidak terkontrol (dioda biasa) namun juga ada yang menggunakan setengah terkontrol atau kontrol penuh. Gambar sebuah PWM berikut ini.



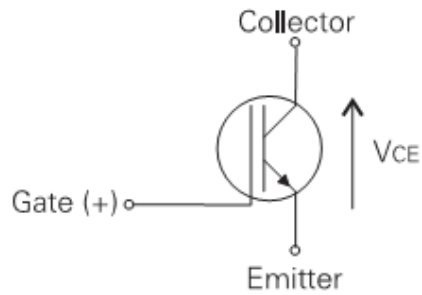
Gambar 2.22. Bentuk PWM [SAB11]

Konverter

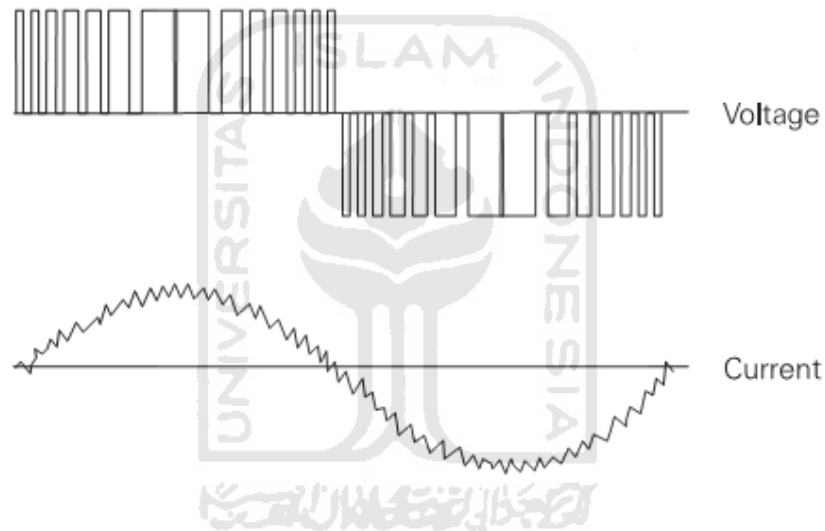
Konverter akan mengubah tegangan AC 3 fasa menjadi tegangan DC dan dihaluskan oleh rangkaian induktor L1 dan kapasitor C1. Nilai tegangan DC yang dihasilkan adalah 1.35 kali tegangan inputnya, misal: 480VAC dihasilkan 650 VDC.[SAB11]

Inverter

Untuk bagian inverter, rangkaian PWM di atas menggunakan divais elektronika daya “Insulated Gate Bipolar Transistor” (IGBT). IGBT memiliki kemampuan penyaklaran yang sangat tinggi hingga ribuan kali per detik dimana dapat aktif kurang dari 400 nano detik dan mati dalam waktu 500 nano detik. IGBT dibangun oleh sebuah *gate*, kolektor, dan emiter. Saat *gate* diberikan tegangan positif (biasanya +15VDC), arus akan mengalir melalui kolektor dan emiter. IGBT akan mati saat tegangan positif dihilangkan dari *gate*. Selama kondisi mati, tegangan *gate* IGBT akan ditahan pada nilai tegangan negatif yang kecil sekitar -15V VDC untuk mencegah agar tidak hidup dengan sendirinya.

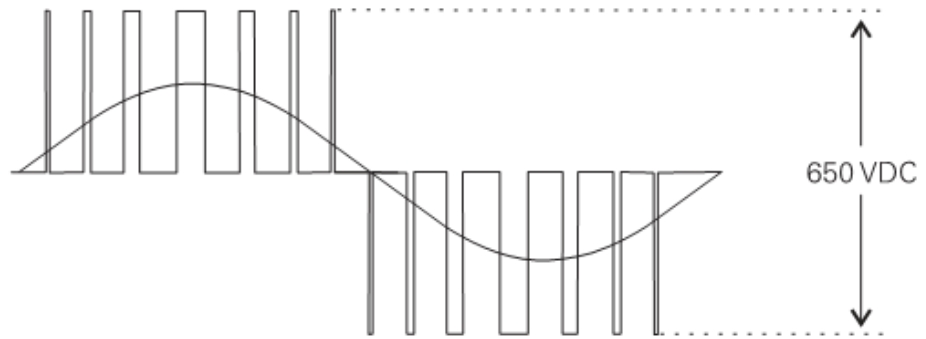


Gambar 2.23 Gate Bipolar Transistor. [SAB11]

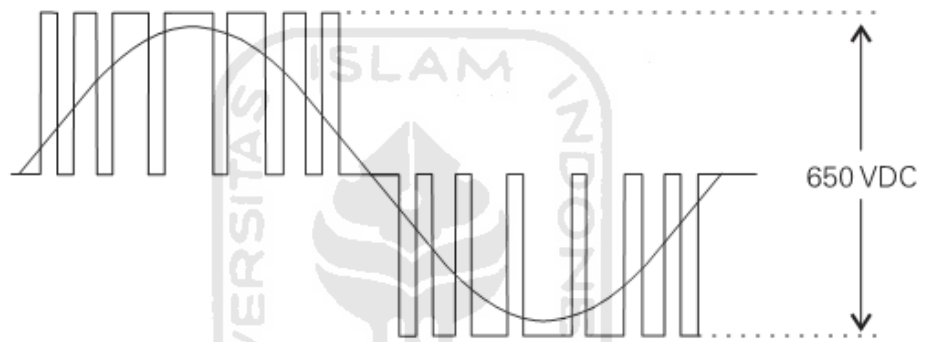


Gambar 2.24 Gelombang PWM. [SAB11]

Amplitudo tegangan dapat kita mainkan dengan mengatur durasi hidupnya. Untuk frekuensi rendah yang membutuhkan tegangan rendah, durasi ini akan diperpendek hingga pembentukan arus dan tegangan motor akan lambat. Dengan memperpanjang durasi penyaklaran, pembentukan arus dan tegangan akan cukup lama hingga mencapai nilai yang maksimal dibandingkan waktu yang lebih pendek.[SAB11]



Shorter "On" Duration, Lower Voltage



Gambar 2.25 Pengaturan gelombang tegangan PWM. [SAB11]

BAB III

METODOLOGI

3.1. Peralatan Instrument

3.1.1. Kontaktor

Kontaktor adalah salah satu jenis peralatan listrik yang digunakan untuk menghubungkan atau memutus rangkaian listrik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnet. Kontaktor mempunyai belitan dan jika dialiri arus listrik akan menimbulkan gaya magnetik, sehingga gaya magnetik ini akan mengoperasikan kontak-kontak dan kontaktor yang terdiri dari kontak utama yaitu kontak yang digunakan untuk menghubungkan rangkaian daya dan kontak bantu yang digunakan pada rangkaian kontrol.

Prinsip kerja kontaktor adalah berdasarkan gaya elektromagnetik. Kontak-kontak yang dikopel pada angker (inti gerak) pada posisi awalnya kontak NO dan kontak NC, maka jika diberi tegangan kontak-kontak NO akan menutup dan NC akan membuka. Jika tegangan dilepas, akan kembali ke posisi semula. Kumputan dan kontaktor umumnya disupply dengan tegangan 220 V.

3.1.2. Relay

Relay adalah suatu alat yang digunakan dalam suatu rangkaian kontrol untuk melengkapi sistem pengendalian yang otomatis. Relay berfungsi untuk memonitor besaran-besaran ukuran sesuai dengan batas-batas yang dikehendaki. Relay bekerja pada tegangan dan arus yang kecil jadi berbeda dengan kontaktor.

3.1.3. Timer

Timer adalah suatu relay waktu dimana pengoperasiannya dapat diatur berapa lama on maupun offnya dengan setting waktu. Timer mempunyai kumputan dengan nomor terminal a dan b atau 2 dan 10, dimana kedua terminal ini dihubungkan ke sumber tegangan. Menurut pengoperasiannya timer dibagi dua jenis yaitu:

3.1.3.1. *On delay*

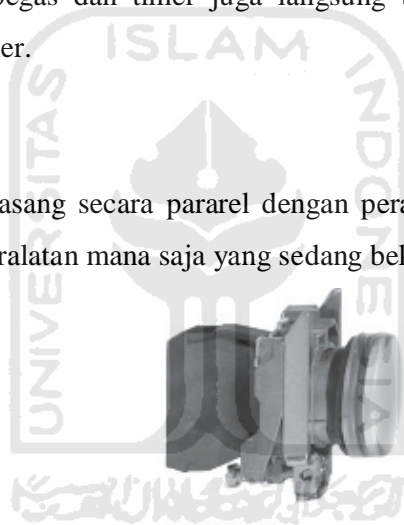
Timer jenis *on delay* ini bekerja atas dasar penundaan waktu. Apabila koil timer sudah diberi tegangan, namun lengan-lengan kontakannya masih belum bekerja. dikarenakan setting waktu kerja yang sudah diatur. Setelah beberapa saat barulah pegas dan timer *on delay* ini bekerja untuk menarik lengan-lengan kontak timer untuk mensuplai arus ke rangkaian lain.

3.1.3.2. *Off delay*

Untuk kerja dan timer *off delay* merupakan kebalikan dan kerja *on delay*, dimana waktu kerjanya dibatasi sampai waktu yang telah diatur. Pada saat koil timer diberi tegangan, pegas dan timer juga langsung bekerja untuk menarik lengan-lengan kontak timer.

3.1.4. Lampu Tanda

Lampu tanda dipasang secara paralel dengan peralatan control sehingga kita dapat mengetahui peralatan mana saja yang sedang bekerja dan tidak bekerja.



Gambar : 3.1 Lampu tanda.

3.1.5. Proteksi

Adalah alat yang dipasang sebagai pengaman baik terhadap alat maupun pengguna alat tersebut, sistem kerja alat proteksi adalah memutus arus listrik jika terjadi arus berlebih, arus bocor dan konsleting.

3.1.5.1. MCB

Mini Circuit Breaker merupakan pengaman terhadap alat kerja yang dipasang pada semua input phase. MCB akan trip jika terjadi arus berlebih.



Gambar : 3.2 MCB tunggal

3.1.5.2. RCCB/ELCB

Residual Current Circuit Breaker merupakan pengaman terhadap manusia yang dipasang pada input phase setelah MCB. RCCB merupakan pengaman tegangan sentuh sebesar 30 mA untuk manusia dan 300 mA untuk bahaya api dan kontak tidak langsung.



Gambar : 3.3 RCCB satu phase

3.1.5.3. Push Botton.

Push botton adalah tombol tekan yang berfungsi sebagai saklar atau push botton dan dapat juga digunakan sebagai saklar *emergency stop*.



Gambar : 3.4 Push Botton.

3.1.6. Kabel

Kabel digunakan untuk menyambungkan antara instrument–instrument elektrik yang digunakan. Kabel yang digunakan adalah NYHY 1 X 2,5 MM.

3.2. Modul VSD atau INVERTER

Pada modul latihan inverter ini kami menggunakan inverter SCHNEIDER type ATV12U15M2. Inverter ini dapat menggunakan sumber tegangan 1 fasa sebesar 200-230V dengan frekuensi 0 Hz sampai 60 Hz, yang kemudian diubah menjadi tegangan 3 fasa 220V dan menghasilkan frekuensi dan tegangan yang variable dimana frekuensi keluarannya mulai 0.1 sampai dengan 400Hz. Sedangkan kapasitas dayanya ialah sebesar 0.75 kW atau 1HP.

Inveter ini memiliki display 4 digit, dimana display tersebut dapat menampilkan nilai dan parameter yang diinginkan, selain itu modul VSD ini juga dapat mengidentifikasi menampilkan kesalahan atau proteksi baik pada modul itu sendiri ataupun pada beban

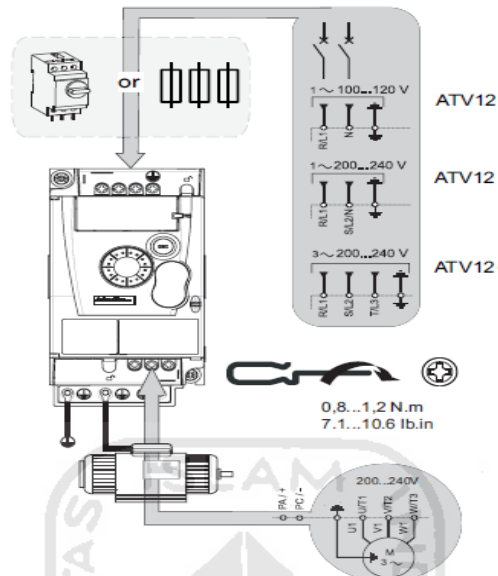
Dimensi inverter ini 105 x 156 x 130 mm dengan berat 1,4 kg dan mampu bekerja pada suhu antara -10 °C sampai 60 °C. Interface inverter berupa keypad potensio 2 arah dengan tombol enter ditengah-tengah untuk memasukkan parameter inverter dan tombol RUN dan STOP serta sebuah layer yang menampilkan 7 segment dengan 4 digit untuk memonitor kerja system.



Gambar 3.5 Tampilan ATV12U15M [SCH11]

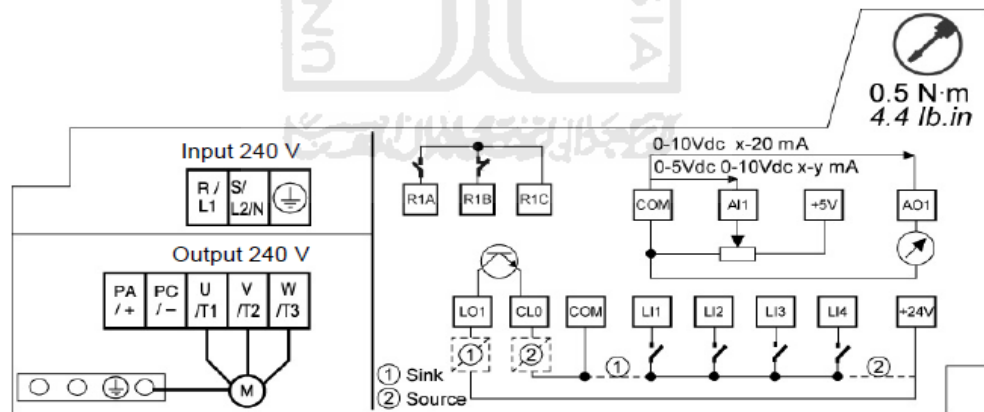
3.3. Sistem Instalasi

Pada Instalasi sistem VSD atau Inverter ini tidak jauh berbeda dengan sistem relay atau sistem drive lainnya, di mana harus memiliki sistem pengamanan baik berupa fuse atau breaker, menggunakan tombol push button untuk operatonya dan potensio untuk setting variable nya.



Gambar 3.6 Instalasi Inverter [SCH11]

Modul inverter ATV12U15M2 ini memiliki wiring instalasi khusus pada modulnya, dimana terdapat beberapa fungsi yang sudah di kombinasikan kedalam modul tersebut



Gambar 3.7 Wiring sistem inveter ATV12U15M2 [SCH11]

Keterangan dari terminal wiring modul altivar ATV12U15M2

1. R1A = Output kontak NO
2. R1B = Output kontak NC
3. R1C = Common input output

4. COM = Common analog Logic I/O
5. AI1 = Tegangan atau arus analog input (0-10V 4-20Ma)
6. 5V = 5V DC Power supply reff Potensiometer
7. AO1 = tegangan atau arus analog output
8. LO+ = Logic output
9. LO- = Common Logic output (emiter)
10. L1 – L4 = Logic Input High (24VDC) Low (0 Negatif)
11. +24V = Supply 24V DC

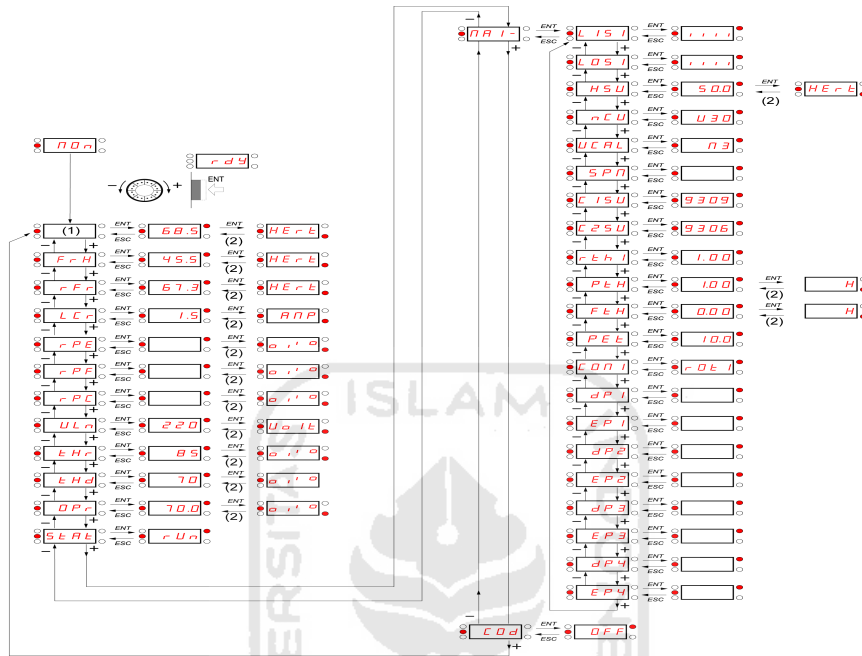
3.4. Setting Mode menu

3.4.1. Monitoring Mode

Dalam *monitoring mode* berisikan parameter-parameter dasar untuk menampilkan nilai pada sistem inverter. Diantaranya adalah

1. LFr : *External reference value* yaitu nilai frekuensi masukan yang di set menggunakan external keypad (Hz).
2. AIUI : Analog input Virtual untuk Menampilkan referensi kecepatan berasal dari *Forced local reference* dan bukan dari setingan pabrik (%).
3. FrH : *Speed reference* yaitu referensi kecepatan actual motor (Hz).
4. UL n : *Main voltage* yaitu besarnya arus masukan ke motor baik dalam keadaan berputar atau diam (V).
5. T H r : *Motor thermal state* adalah besarnya nilai batasan motor jika terjadi overload (%) pada motor.
6. TH d : *Drive Thermal state* adalah besarnya nilai batasan motor jika terjadi overhear (%) pada inveter.
7. OP r : Output Power besarnya daya motor ketika dalam kondisi berputar (%).
8. S t A t : status alat.

Pada Monitoring mode kita dapat melakukan monitoring seperti frekuensi keluaran inverter, ataupun gangguan yang sedang terjadi pada sistem drive atau beban.



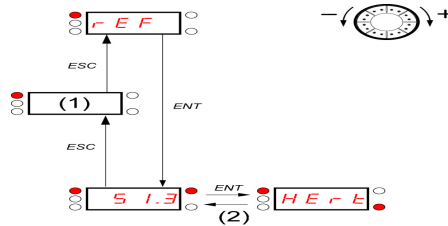
Gambar 3.8 monitoring mode diagram [SHC11]

Inverter juga dapat menampilkan gangguan apabila terjadi kesalahan atau *trouble* ketika inverter sedang dioperasikan. Berikut ini merupakan table penunjukan adanya kondisi gangguan pada pengoperasian inverter [SCH11]

3.4.2. Reference menu

Ref atau reference yaitu menu untuk mensetting nilai masukan dan cara pengendalian motor yang terbagi dari, L F r : *External refence value*, besarnya kecepatan motor dalam satuan Hz yang dapat di ubah - ubah menggunakan Jog dial dan kendali potensio(-400 sampai 400Hz). A I U I : *Analog input virtual*, parameter ini digunakan untuk mengubah nilai frekuensi motor dalam bentuk masukan analog (0 sampai 100% HSP). F r H : *Speed reference*, parameter ini digunakan untuk memasukan nilai frekuensi kendali baik yang secara manual hingga yang menggunakan PLC atau SCADA. (0 sampai 100% HSP). r P 1 :

Internal PID reference, parameter ini digunakan pada kendali dengan Jog dial/saklar(0 sampai 100%). [SCH11]



Gambar 3.9 diagram reference menu [SHC11]

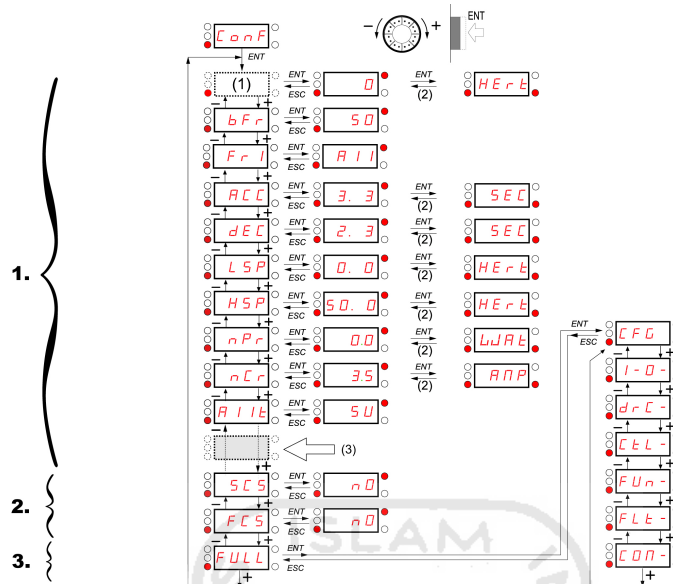
3.4.3. Configuration Mode

Mode Konfigurasi terdiri dari 3 bagian :

1. MyMenu terdiri dari 11 parameter setingan pabrik (9 diantaranya dalam bentuk default) dan 25 parameter yang biasa di ubah ubah menggunakan SoMove software.
2. Store/Recall adalah parameter yang berfungsi sebagai penyimpan dan memanggil setingan yang ada.
3. FULL : Menu ini menyediakan akses kepada semua parameter lain.

Termasuk 6 sub-menus

1. CFG = *Macro-configuration.*
2. I_O = *Input Output menu.*
3. drC = *Motor control menu.*
4. CtL = *Control menu.*
5. FU_n = *Function menu.*
6. FL_t = *Fault detection management menu.*



Gambar 3.10 Menu konfigurasi[SCH11]

3.4.4. Frequency Setting Mode

Di dalam inverter frekuensi keluaran dapat diatur melalui dua cara yaitu melalui metode analog dan metode digital. Pada metode digital frekuensi keluaran inverter di atur melalui tombol *keypad* inverter. Sedangkan pada metode analog frekuensi keluaran inverter diatur melalui terminal input analog yaitu +24, LI1, dan LIx. kita dapat memasang potensiometer pada terminal A1, A01, dan +5V untuk mengatur frekuensi inverter.

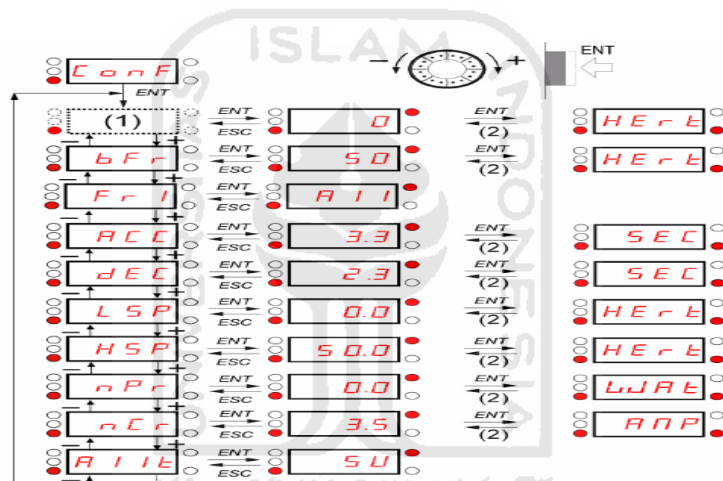
3.5. Implementasi

Sebelum menggunakan inverter kita di haruskan untuk melakukan setting beberapa parameter, tujuannya agar inverter dapat bekerja sesuai dengan karakteristik beban antara lain :

1. bFr = Standart frekuensi pada motor
2. Fr1 = Refferensi sumber pengoperasian
3. ACC = Waktu yang dibutuhkan untuk accelerasi hingga idle speed

4. dEC = Waktu yang dibutuhkan untuk off beban
5. LSP = Menentukan kecepatan beban terendah
6. HSP = Menentukan kecepatan maksimum beban
7. nPr = Daya atau power pada beban
8. nCr = Arus pada beban

nilai-nilai dapat diperoleh dengan melihat (name plate) label pada alat atau panduan manual alat, sehingga inverter dapat mengidentifikasi beban dengan benar, ini juga sangat berfungsi ketika beban mengalami gangguan dan sistem proteksi dapat berkerja dengan maksimal dan akurat.



Gambar 3.11 Mode konfigurasi parameter.[SCH11]

Setelah melakukan setting konfigurasi parameter kemudian melakukan setting I/O dan proteksi baik pada alat atau beban, parameter diantaranya adalah:

1. tCC = Tipe control starting
2. nPL = Pilihan logic input positif / negatif
3. tOL = Waktu overload time delay
4. FtO = waktu delay sebelum autostart untuk overload fault
5. LOC = Overload proteksi % setting nCr
6. ULt = Underload time delay
7. LUL = Underload
8. Ctd = Arus Motor In

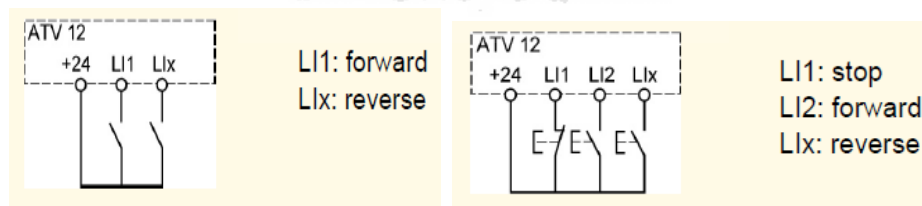
9. Ttd = Motor Termal

3.5.1. Aplikasi Foward dan Reverse

Pada sistem drive menggunakan inverter ini kita dapat melakukan putaran CW dan CCW putar kanan dan putar kiri, tanpa melakukan perubahan pada salah satu phase input pada motor, atau menggunakan double magnetik kontaktor.

Dengan menggunakan inverter perubahan putaran dapat dilakukan dengan mudah, hanya dengan menggunakan selector switch, switch tersebut digunakan untuk memindahkan supply 24V DC dari inverter tersebut kedalam dua input logic pada inverter LI1 – Lix, sebelum itu perlu dilakukan setting logic input yang akan di gunakan / di dedikasikan sebagai foward dan reverse, adapun cara dan gambar pemasangan kabel logic input.

1. Masuk mode ConF = Configuration
2. Pilih menu FULL = Complete Menu
3. Pilih menu I-O = Input output menu
4. Pilih menu TCC = Type of Control
5. Kemudian pilih type 2C atau 3C sesuai dengan pengkabelan yang digunakan



Gambar 3.12 pengkabelan sistem forward dan reverse setting 2C dan 3C.[SCH11]

Untuk mengaktifkan mode reverse/mundur dilakukan dengan melakukan setting pada mode konfigurasi alat. Adapun langkah-langkahnya adalah:

1. Masuk mode ConF = Configuration

2. Pilih menu FULL = Complete Menu
3. Pilih menu Fun- = Function menu
4. Pilih menu rrS = Reverse menu
5. Plih salah satu logic selain LI1 yang akan di gunakan sebagai mode reverse dan set Logic tsb.

Kemudian kembali ke mode awal RdY dan putar selector ke logic LI1 atau Ke Lix (LI2,LI3 atau LI4) di setting sebagai reverse / mundur.

3.5.2. Multi Speeds (Putaran lebih dari satu speed)

Sistem inverter memiliki kelebihan di bandingkan dengan sistem drive yang lain dimana, sistem inverter dapat melakukan bermacam perubahan kecepatan hingga 8 jenis tingkat kecepatan sesuai dengan setting yang diinginkan. Cara ini dilakukan dengan memberikan konfigurasi Logic input pada alat. Pada alat ini terdapat 4 logic input LI1 hingga LI4. Konfigurasi logic dapat di jadikan acuan kendali perubahan speed. Dimana kendali logic nya berupa saklar.

8 speeds LI (PS8)	4 speeds LI (PS4)	2 speeds LI (PS2)	Speed reference
0	0	0	Reference
0	0	1	SP2
0	1	0	SP3
0	1	1	SP4
1	0	0	SP5
1	0	1	SP6
1	1	0	SP7
1	1	1	SP8

Gamba : 3.13 Konfigurasi logic untuk masing-masing kecepatan[SCH11]

Untuk menjalankan mode multi speed (2,4,8 speed) hal yang harus di lakukan adalah:

1. Masuk mode ConF = Configuration

2. Pilih menu FULL = Complete Menu
3. Pilih menu Fun- = Function menu
4. Pilih menu PSS = Preset speed menu
5. Kemudian Plih salah satu mode yang akan di jalankan :
 - PS2 = 2 Preset speeds masukan logic LI1
 - PS4 = 4 Preset speeds masukan logic LI2
 - PS8 = 8 Preset speeds masukan logic LI3
6. Pilih menu SP2 = Preset speed 2, di isi dengan frekuensi yang di inginkan untuk speed 2(ex: 15 Hz) kemudian esc.
7. Pilih menu SP3 = Preset speed 3, di isi dengan frekuensi yang di inginkan untuk speed 3(ex: 20 Hz) kemudian esc.
8. Lakukan hal tersebut hingga SP4 jika menggunakan 4 tingkatan speed berbeda, dan SP8 jika menggunakan 8 tingkatan speed.
9. Kemudian tekan tombol esc hingga ke posisi rdy.
10. Tekan tombol mode hingga local kontrol.
11. Pilih tombol run untuk menjalankan motor, kemudian menggunakan jog dial untuk mengatur speed 1.
12. Masukan input logic untuk merubah kecepatan motor.

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA

Dalam tugas akhir ini akan di analisa berbagai pengaruh dan hubungan antara beberapa parameter seperti tegangan, arus, frekuensi, cos phi, KW, VAR, KVAR. Analisa ini dilakukan dengan menggunakan tools power quality analyzer Fluke 1735, tools ini dapat melakukan data logger selama percobaan dilakukan



Gambar 4.1 Fluke 1735 Power analyzer

Data Spesifikasi beban yang di gunakan adalah

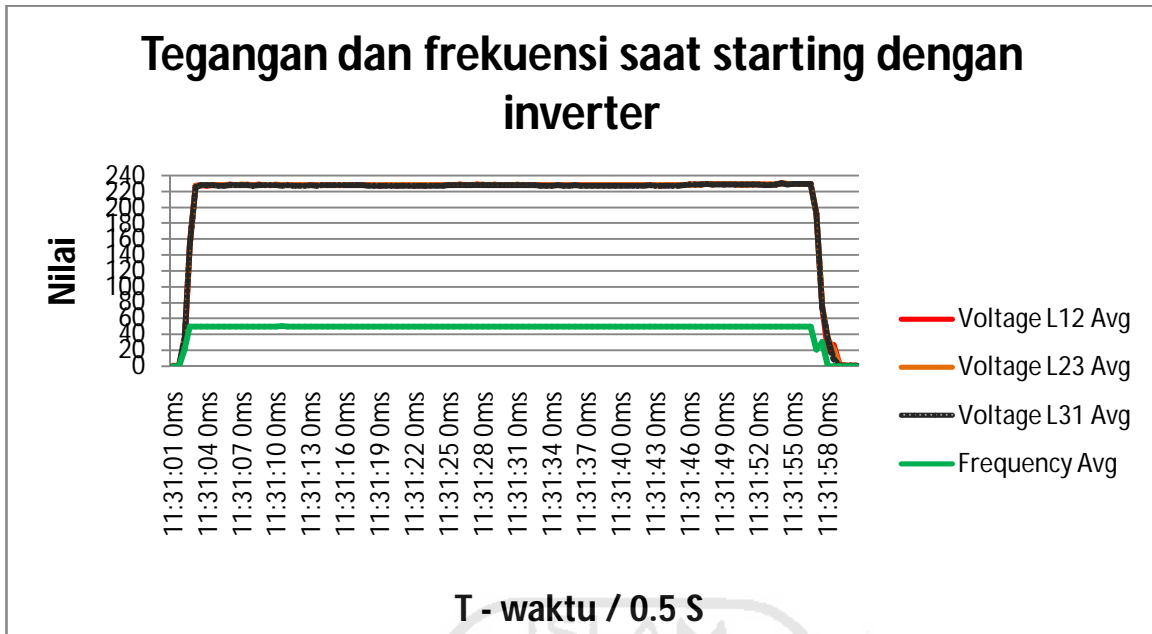
1. Motor Induksi 3 Ph
2. Frekuensi 50 Hz
3. Tegangan Input motor 220V / 380V
4. Daya motor 0.3 KW
5. Arus Motor 1.9 A
6. RPM motor 1340 Rpm



Gambar 4.2 Name plate Motor beban

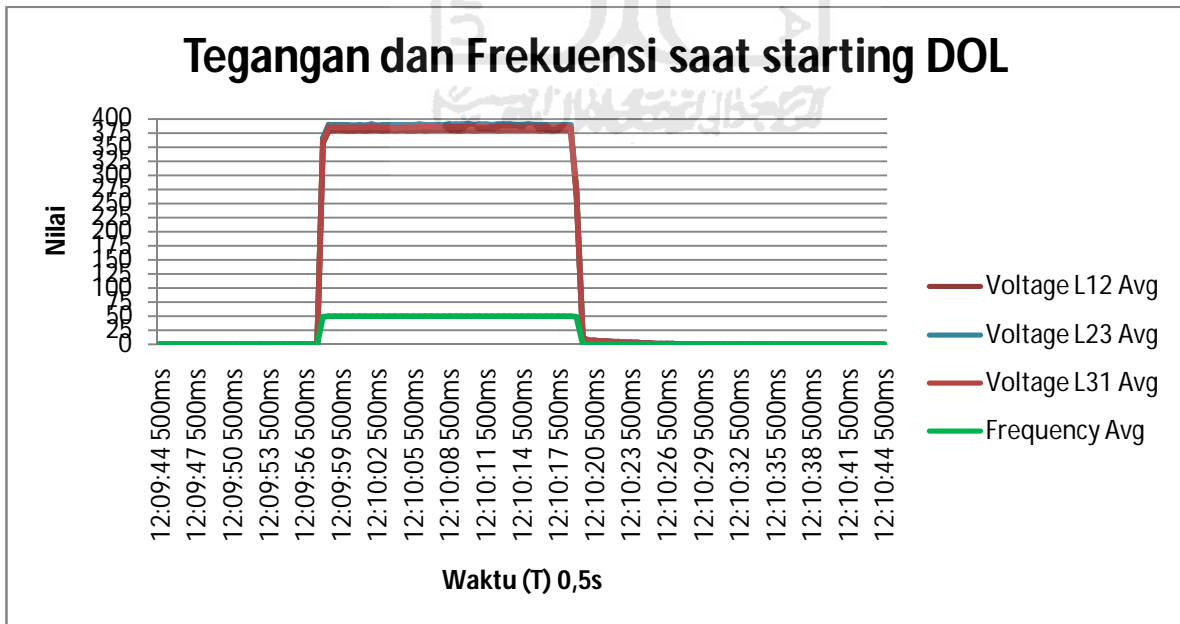
4.1. Kondisi saat starting langsung

Percobaan ini dilakukan dengan menghubungkan modul inverter dengan motor dan dilakukan percobaan dilakukan tanpa menggunakan beban, dalam percobaan ini waktu akselerasi dibuat 1 detik, dan deakselerasi 1 detik, sehingga starting motor menyerupai direct on line. dengan alat analyzer terlihat pengaruh hubungan tegangan dan frekuensi saat kondisi starting,



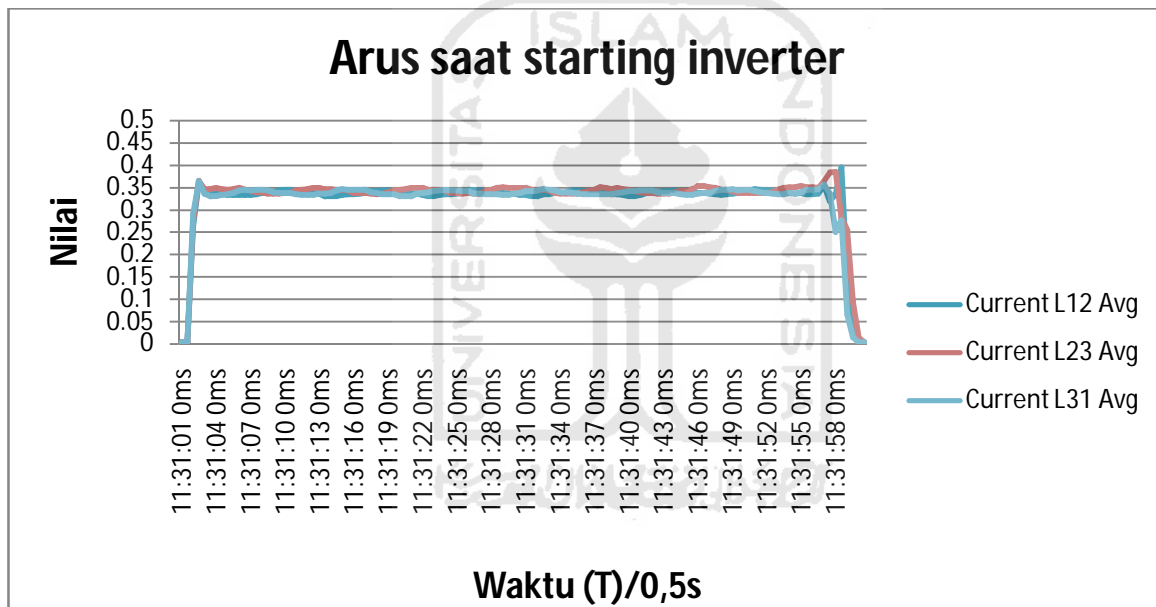
Gambar 4.3 Grafik korelasi tegangan dan frekuensi saat starting dengan inverter

Dalam grafik tersebut terlihat tidak terjadi lonjakan tegangan atau frekuensi saat kondisi starting ataupun saat off, antara phase input juga tidak terdapat kondisi unbalance antara tegangan L1,L2,L3, kemudian akan dilakukan percobaan dengan menggunakan sistem starting direct on line.



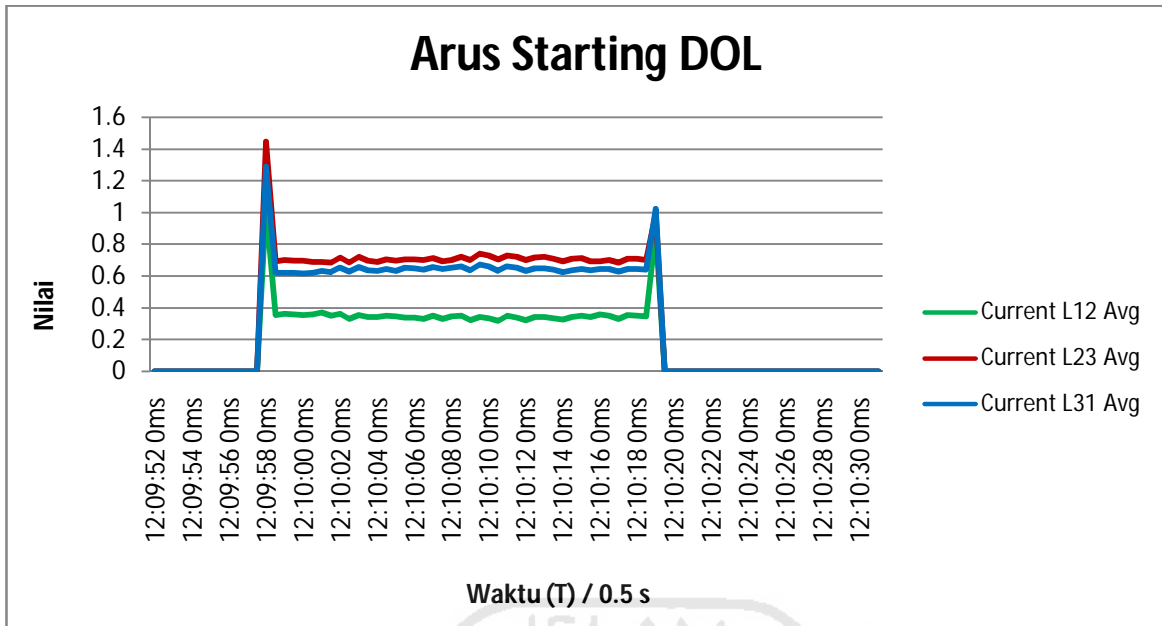
Gambar 4.4 Grafik tegangan dan frekuensi saat starting dengan direct online

Pada sistem statring direct on line terlihat bahwa mesin induksi berjalan menggunakan tegangan 380V bukan 220V dikarenakan menggunakan tegangan input supply 3 ph 380V sedangkan dengan inverter menggunakan tegangan input 220 V yang digunakan pada saat starting. percobaan ini beda besar tegangan antar phase input pada starting DOL terjadi unbalance 5% tengangan antara phase sedangkan dengan inverter hanya 2%. Ini dikarenakan pada sistem DOL tegangan input 3 phasa di peroleh langsung dari sumber baik generator atau transformator sedangkan pada sistem inverter tegangan 3 phasa di peroleh dari modulasi gelombang tegangan yang di proses langsung didalam inverter itu sendiri dari 1 phasa menjadi 3 phasa, dengan menggunakan teknik PWM (*Pulse Wide Modulation*).



Gambar 4.5 Besar nilai arus saat starting langsung dengan inverter

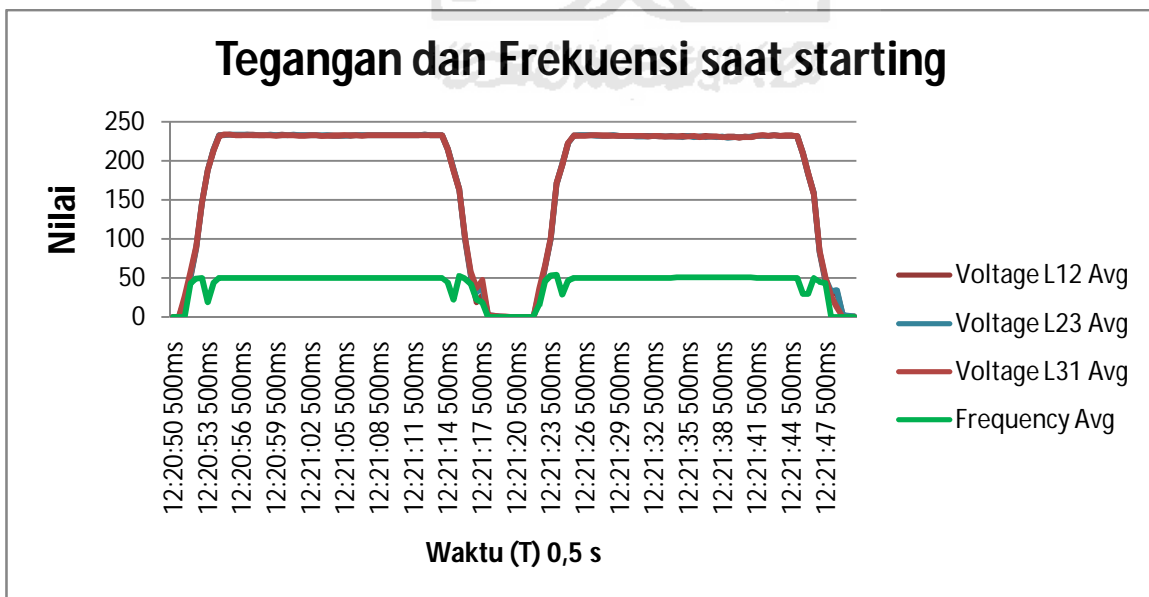
Untuk starting dengan sistem inverter terlihat arus maksimum sebesar 0,364 A dan untuk arus (idle) rata-rata sebesar 0,333A, waktu starting selama 1 detik maka dapat di hitung lonjakan arus start sebesar 9,3% dari arus rata-rata. Dan untuk besar arus per phase relatif sama, dikarenakan tegangan supply input ke motor sama.



Gambar 4.6 Besar nilai arus saat starting direct on line.

Dari grafik di atas dapat di lihat besarnya arus starting menggunakan sistem direct on line 1,447 A dan besar arus rata-rata idle semua phase sebesar 0,5 A waktu starting selama 1 detik besar lonjakan arus sebesar 189,4 % dan di setiap phase nya terjadi fluktuasi arus rata-rata sebesar 0,5 A,

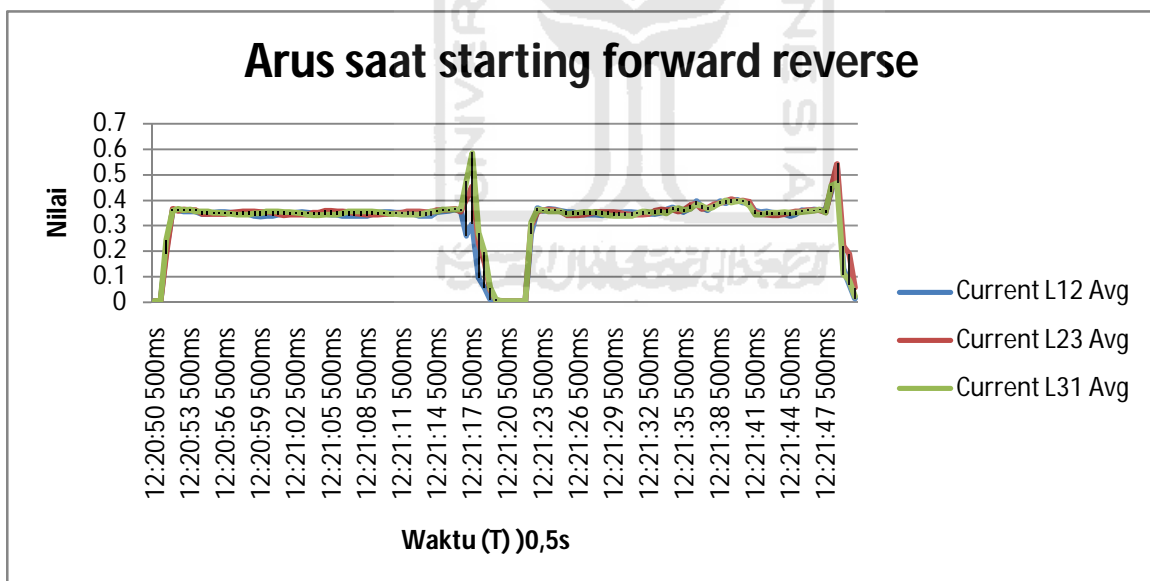
4.2. kondisi starting forward dan reverse



Gambar 4.7 perbandingan nilai tegangan dengan frekuensi saat start forward dan reverse

Starting forward reverse merupakan salah satu metode starting yang bisa di lakukan pada inverter, dimana pada kurva tegangan 1 adalah starting forward (arah putaran motor ke kanan) dan kurva tegangan 2 adalah starting reverse (arah putar motor ke kiri) pada sistem starting ini besar akslerasi dan deakslerasi motor pada inverter di set 3 detik. Sehingga menghasilkan tegangan starting motor yang lebih halus karena tidak terjadi lonjakan tegangan dikarenakan inverter menahan tegangan dan arus dengan cara menurunkan frekuensi sebelum motor mencapai putaran penuh. Besar nilai tegangan sesaat saat start adalah 233,329V sedangkan nilai tegangan pada kondisi full speed 233,415V. Sedangkan untuk nilai besar frekuensi 50 Hz yang turun selama 1 detik menjadi 19,12 Hz sebelum kembali lagi ke frekuensi 50,18 Hz. Hal yang sama terjadi saat motor starting secara reverse besar tegangan sesaat saat starting adalah 232,463 V dengan frekuensi 54,1 Hz yang turun sesaat ke 28,61 Hz kemudian ke kondisi 50,2 Hz pada posisi idle.

Untuk nilai arus pada saat starting sebagai berikut.



Gambar 4.8 Besar nilai arus saat start forward reverse

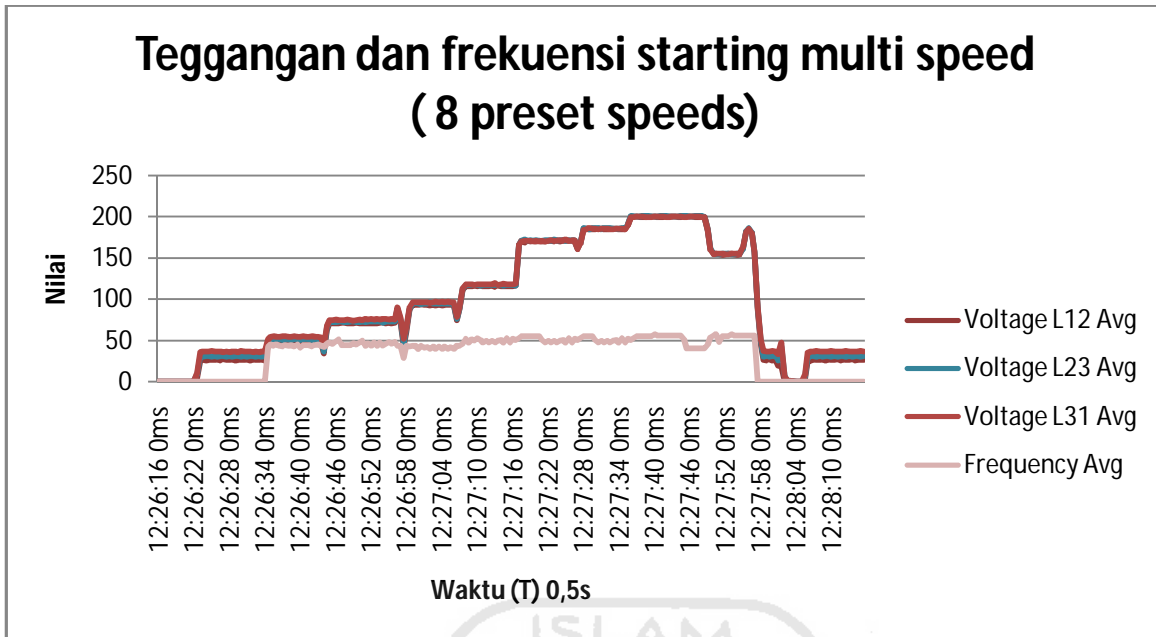
Lonjakan Arus sesaat saat starting merupakan masalah yang timbul pada semua metode starting motor induksi konvensional. Pada sistem starting dengan inverter hal tersebut tidak terjadi secara signifikan. Namun lonjakan arus terjadi saat perpindahan

starting dari forward ke reverse atau pun sebaliknya dari reverse ke forward ini di karenakan motor yang berputar dengan kecepatan penuh ke kanan harus langsung berputar balik ke kiri. Puncak lonjakan arus 0,475 A dan besar arus pada saat kecepatan idle sebesar 0,364 A.

4.3. Kondisi Starting Muliti Speed

Mode Starting multi speed ini menggunakan 8 tingkat kecepatan yang berbeda. SP1 adalah kecepatan referensi yang di atur dengan menggunakan jog dial pada inverter. SP2 kecepatan dengan frekuensi 10 Hz, SP3 kecepatan dengan frekuensi 15 Hz, SP4 kecepatan dengan nilai Frekuensi 20 Hz, SP5 kecepatan dengan frekuensi 25 Hz, SP6 kecepatan dengan 30 Hz, SP7 kecepatan dengan frekuensi sebesar 35 Hz, dan SP8 kecepatan dengan frekuensi 40 Hz. Dimana pada sistem starting ini naik nya nilai tegangan tegangan tidak berbanding lurus dengan nilai frekuensi karena pada sistem inverter ini menu *frequency threshold reached* dimana inverter akan mengapai frekuensi maksimum sebelum nilai tegangan maksimum di capai. Perbedaan perubahan tegangan ini terjadi karena adanya mudulasi gelombang output pada inverter inverter menggunakan frekuensi switching 2Khz hingga 4Khz, dan mendapat masukan pada setting masing-masing speed, sehingga inverter dapat memberikan output supply tegangan sesuai dengan yang kita inginkan, berikut perbandingan frekuensi dengan tegangan output:

1. SP1 5 Hz = 30 V
2. SP2 10 Hz = 50 V
3. SP3 15 Hz = 72,2 V
4. SP4 20 Hz = 94,18 V
5. SP5 25 Hz = 117 V
6. SP6 30 Hz, = 171 V
7. SP7 35Hz = 186 V
8. SP8 40 Hz = 200 V

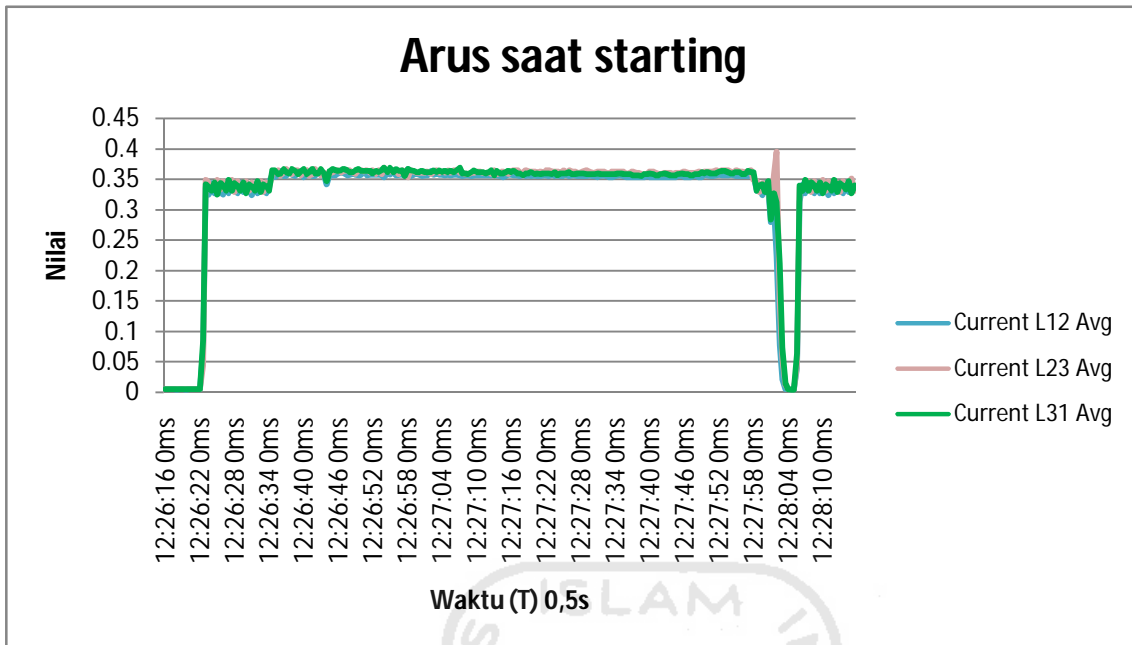


Gambar 4.9 diagram tegangan dan frekuensi multi speeds

Pada grafik dibawah terlihat bahwa arus selama melakukan percobaan multi speed, arus tidak mengalami perubahan, cenderung bernilai sama. Jika dilakukan perhitungan daya terhadap beban maka untuk masing – masing speed mengalami perbedaan daya, percobaan dilakukan dengan kondisi motor tidak berbeban, adapun perbedaannya sebagai berikut:

No	Speed Hz	Tegangan V (Volt)	Arus I (Ampere)	Daya P (Watt)
1	5	30	0.34	10,00
2	10	50	0.34	17,00
3	15	72	0.34	24,48
4	20	94	0.34	31,96
5	25	117	0.34	39,78
6	30	171	0.34	58,14
7	35	186	0.34	63,24
8	40	200	0.34	68,00

Tabel 4.1 Perhitungan daya pada masing-masing kecepatan

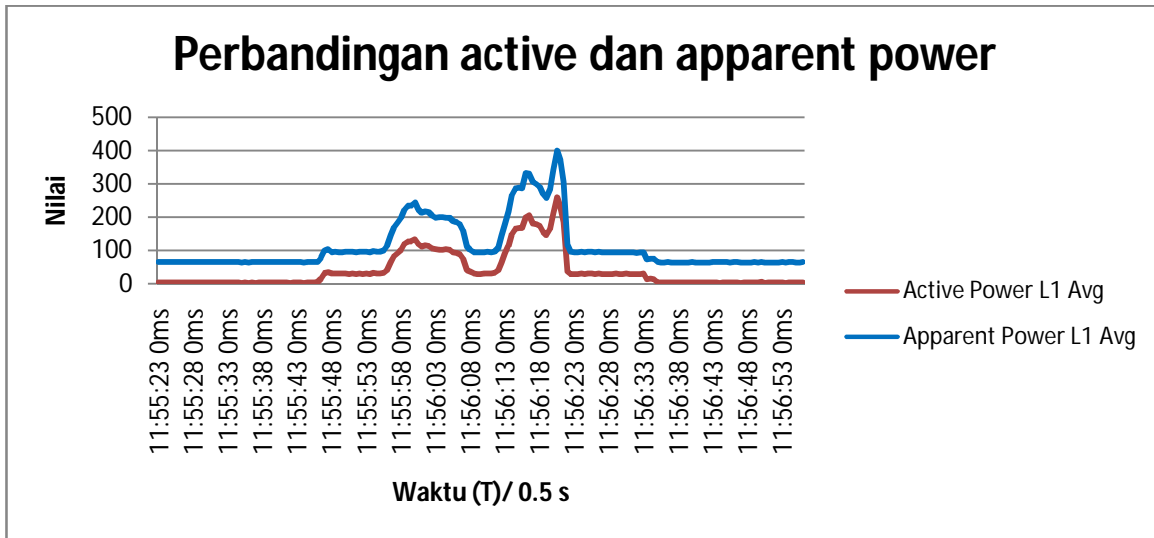


Gambar 4.10 besar nilai arus untuk statring multi speeds

4.4. Analisa kualitas daya input

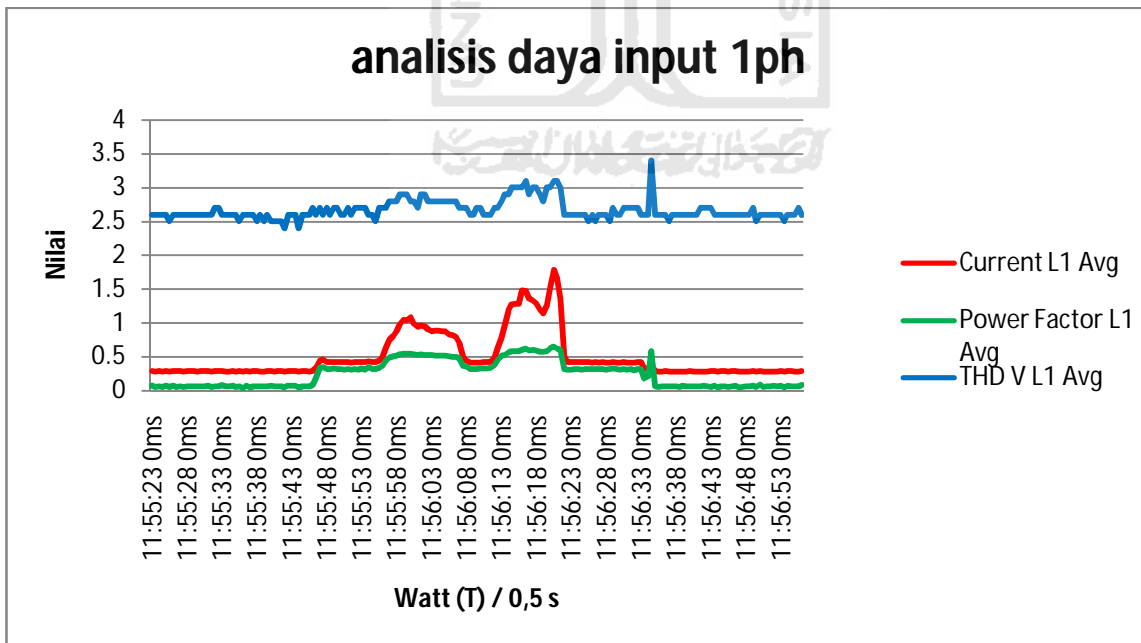
Dalam tugas akhir ini juga kan dianalisa mengenai pengaruh dan efisiensi penggunaan inverter untuk sistem starting. Dalam grafik percobaan di bawah terlihat bahwa power factor akan terlihat kecil atau dalam energi tidak efisien, dimana power factor merupakan perhitungan antara

$$\text{Power factor} = \frac{\text{Daya Aktif (True Power) W}}{\text{Daya semu (Apparent power) VA}} \quad (4.1)$$



Gambar 4.11 Analisa perbandingan daya nyata dan daya semu

Pada grafik terlihat ketika beban motor bekerja pada beban kosong (idle) power factor bernilai sangat kecil rata-rata 0,1, seiring dengan pembebanan pada motor maka power factor akan bertambah besar hingga 0.6. beban yang diberikan sekitar 50 % dari In nominal motor



Gambar 4.12 Analisa kualitas daya input

Dalam grafik diatas terlihat bahwa THD (Total Harmonisa Distortion) muncul dan bertambah seiring dengan pembebanan pada motor, namun pada komponen inverter ini sendiri telah dilengkapi dengan piranti filer kapasitansi, yang berfungsi untuk menurunkan nilai THD tersebut. THD ini muncul di karenakan adanya proses modulasi atau switching gelombang, dalam modul inverter ini menggunakan frekuensi switching 2Kh hingga 4Kh, semakin tinggi frekuensi switching akan memperbaiki kualitas tegangan output, namun jika tidak dilengkapi dengan sistem filter yang baik maka akan semakin merusak kualitas tegangan sumber. Ini merupakan kelemahan dari sistem dengan inverter

Dalam sektor industri yang menggunakan komponen inverter yang banyak dan besar di haruskan memberikan atau memasang kapasitor bank dilengkapi dengan tapis harmonia dan dotun reaktor induktor,



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan analisa STARTING MOTOR INDUKSI DENGAN SISTEM INVERTER. Sistem starting ini berkerja sesuai dengan maksud dan tujuan perancangannya yaitu sebuah sistem starting motor induksi yang memiliki arus starting paling efisien di bandingkan dengan sistem starting yang lainnya. Dan dapat menjalankan motor sesuai dengan kebutuhan. Kelebihan sistem starting motor induksi dengan sistem inverter ialah :

1. Sangat bagus dalam mengurangi lonjakan/perubahan arus saat starting atau di bebani.
2. Besar tahanan supply input yang di hasilkan lebih stabil dan konstan.
3. Frekuensi yang dapat di atur sedemikian rupa hingga di dapatkan starting dan stoping motor induksi sesuai dengan kebutuhan.
4. Tidak ada supplay power yang terdistorsi.
5. Dapat melakukan beberapa mode starting seperti forward reverse, multi speed.
6. Mudah pengoperasiannya, mudah mencari kegagalan apabila terjadi kesalahan pada alat atau sistem.
7. Dapat di operasikan pada jaringan listrik 3 phasa atau 1 phasa.

Kekurangan dari sistem ini adalah:

1. Dapat mengakibatkan munculnya harmonisa pada tegangan input.
2. Dari segi harga lebih mahal dari pada dengan sistem yang lain.
3. Dibutuhkan pengetahuan lebih untuk pengoperasiannya.
4. Mahalnya alat ukur untuk sistem ini.

5.2. Saran

Karena keterbatasan kemampuan, terdapat kekurangan dalam alat yang buat ini, ada beberapa hal :

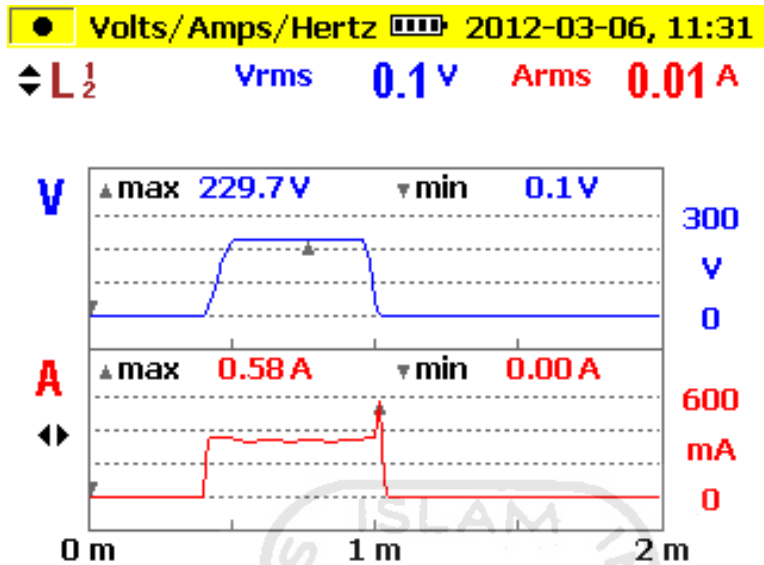
1. Tidak ada pengujian untuk overload pembebanan pada motor.
2. Tidak ada penujian untuk variable logic input 4-20 mA / 0 – 10V
3. Kedepannya sitem inverter ini dapat di kendalikan dengan modbus ethernet dan PLC.



DAFTAR PUSTAKA

1. [SCH96] Groupe Schneider .1996. *Control And Protection Component*. Schneider Electric South East Asia, Singapore.
2. [SCH11] Groupe Schneider . 2011. *atv12_quick_start_en_s1a56146_01.pdf*. Diakses dari “www.2.schneider-electric.com/sites/corporate/support/support.page” Tanggal 1 September 2011
3. [SCH11] Groupe Schneider . 2011. *atv12_user_manual_en_bbv28581_02.pdf*. Diakses dari “www.2.schneider-electric.com/sites/corporate/support/support.page” Tanggal 1 September 2011
4. [SCH11] Groupe Schneider . 2011. *Guide to motors and starters.pdf*. Diakses dari “www.2.schneider-electric.com/sites/corporate/support/support.page” Tanggal 1 September 2011
5. [SCH11] Groupe Schneider . 2011. *Electric Motors.pdf*. Diakses dari “www.2.schneider-electric.com/sites/corporate/support/support.page” Tanggal 1 September 2011
6. [SAB11] Taufiq Sabirin 2011. *Soft Starter*. Diakses dari “<http://taufiqsabirin.wordpress.com/2011/06/19/softstarter.html> tanggal 14 Maret 2012”
7. [SAB11] Taufiq Sabirin 2011. *Variable speed drive* . Diakses dari “<http://taufiqsabirin.wordpress.com/2011/06/19/vsd.html>” tanggal 14 Maret 2012
8. [SUM87] Summers, W.I. and Draft, T. 1987 *American Electricians' Handbook*. New York : McGraw-Hill Book Company

LAMPIRAN



Gambar lampiran 1 : Capture logger data percobaan starting direct on line dengan inverter

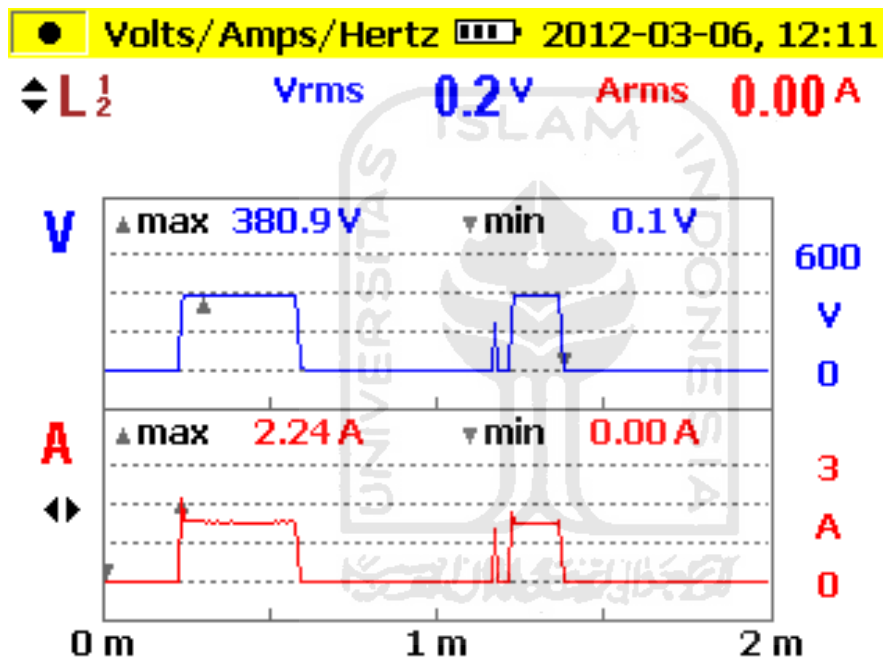
Tabel lampiran 1 : Data percobaan starting direct on line dengan inverter.

Time	Voltage L12 Avg	Voltage L23 Avg	Voltage L31 Avg	Curren t L12 Avg	Current L23 Avg	Current L31 Avg	Frequency Avg
11:31:01 0ms	0,152	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
11:31:01 500ms	0,173	0,043	0,13	0,004	0,005	0,005	0
11:31:02 0ms	29,683	32,844	37,954	0,264	0,275	0,291	21,33
11:31:02 500ms	153,243	153,027	153,546	0,362	0,365	0,364	50,18
11:31:03 0ms	227,397	227,57	226,098	0,345	0,347	0,336	49,44
11:31:03 500ms	228,198	227,96	228,068	0,34	0,347	0,331	50,18
11:31:04 0ms	227,765	228,176	227,96	0,338	0,349	0,331	50,18
11:31:04 500ms	227,895	228,393	227,808	0,336	0,347	0,333	50,18
11:31:05 0ms	228,154	228,328	227,505	0,333	0,345	0,335	50,18
11:31:05 500ms	228,198	228,024	227,613	0,333	0,347	0,338	50,18
11:31:06 0ms	228,739	228,414	228,501	0,333	0,349	0,344	50,18
11:31:06 500ms	228,024	228,241	228,154	0,333	0,345	0,345	50,18
11:31:07 0ms	227,916	228,609	228,068	0,333	0,344	0,344	50,18
11:31:07 500ms	228,328	228,717	227,851	0,335	0,34	0,345	50,17
11:31:08 0ms	228,566	228,458	227,7	0,338	0,34	0,345	50,18
11:31:08 500ms	228,631	228,198	228,176	0,338	0,336	0,344	50,18
11:31:09 0ms	228,241	228,024	228,306	0,34	0,336	0,34	50,18
11:31:09 500ms	227,981	228,501	228,306	0,344	0,336	0,338	50,18
11:31:10 0ms	227,916	228,631	227,96	0,345	0,338	0,338	50,18
11:31:10 500ms	228,024	228,371	227,462	0,345	0,338	0,338	50,21
11:31:11 0ms	228,284	228,436	227,83	0,342	0,344	0,335	50,17

11:31:11 500ms	228,241	228,284	227,786	0,34	0,345	0,333	50,17
11:31:12 0ms	228,154	228,176	227,7	0,338	0,347	0,333	50,17
11:31:12 500ms	228,068	228,068	227,721	0,338	0,349	0,333	50,16
11:31:13 0ms	228,241	228,284	227,981	0,336	0,349	0,336	50,17
11:31:13 500ms	228,003	228,068	227,786	0,331	0,347	0,336	50,17
11:31:14 0ms	228,089	228,219	227,873	0,331	0,347	0,338	50,17
11:31:14 500ms	228,176	228,284	227,938	0,331	0,345	0,344	50,17
11:31:15 0ms	228,111	228,198	227,83	0,333	0,345	0,347	50,17
11:31:15 500ms	228,198	228,198	227,873	0,335	0,344	0,345	50,17
11:31:16 0ms	228,198	228,154	227,851	0,335	0,338	0,345	50,17
11:31:16 500ms	228,284	228,241	228,024	0,336	0,338	0,345	50,17
11:31:17 0ms	228,024	228,024	227,851	0,338	0,338	0,345	50,17
11:31:17 500ms	228,046	228,154	227,938	0,342	0,336	0,34	50,16
11:31:18 0ms	227,851	227,981	227,721	0,342	0,335	0,338	50,17
11:31:18 500ms	227,895	228,133	227,765	0,344	0,336	0,335	50,17
11:31:19 0ms	227,765	228,024	227,591	0,344	0,34	0,335	50,17
11:31:19 500ms	227,808	228,024	227,548	0,342	0,344	0,335	50,17
11:31:20 0ms	227,83	227,981	227,57	0,34	0,345	0,331	50,17
11:31:20 500ms	227,786	227,938	227,548	0,338	0,347	0,331	50,18
11:31:21 0ms	227,851	227,916	227,613	0,336	0,349	0,331	50,17
11:31:21 500ms	227,808	227,895	227,591	0,336	0,349	0,336	50,17
11:31:22 0ms	227,765	227,916	227,591	0,333	0,349	0,338	50,17
11:31:22 500ms	227,83	228,046	227,635	0,331	0,345	0,34	50,17
11:31:23 0ms	227,635	227,83	227,397	0,331	0,345	0,342	50,17
11:31:23 500ms	227,851	227,981	227,548	0,333	0,345	0,344	50,17
11:31:24 0ms	227,981	228,089	227,635	0,335	0,344	0,345	50,16
11:31:24 500ms	227,808	227,851	227,44	0,335	0,338	0,344	50,17
11:31:25 0ms	228,154	228,154	227,851	0,336	0,338	0,344	50,17
11:31:25 500ms	228,068	228,154	227,851	0,338	0,336	0,342	50,17
11:31:26 0ms	228,717	228,934	228,587	0,345	0,338	0,342	50,17
11:31:26 500ms	228,241	228,458	228,046	0,344	0,336	0,336	50,17
11:31:27 0ms	228,263	228,479	228,046	0,344	0,336	0,336	50,17
11:31:27 500ms	228,804	228,934	228,479	0,344	0,344	0,335	50,17
11:31:28 0ms	228,522	228,631	228,133	0,342	0,345	0,335	50,17
11:31:28 500ms	228,501	228,587	228,154	0,342	0,349	0,335	50,17
11:31:29 0ms	228,587	228,631	228,306	0,338	0,351	0,333	50,17
11:31:29 500ms	228,284	228,328	228,046	0,336	0,349	0,333	50,17
11:31:30 0ms	228,111	228,198	227,895	0,336	0,349	0,336	50,17
11:31:30 500ms	228,154	228,284	227,981	0,333	0,349	0,338	50,17
11:31:31 0ms	228,522	228,717	228,306	0,333	0,349	0,342	50,17
11:31:31 500ms	228,176	228,371	227,96	0,331	0,345	0,342	50,17
11:31:32 0ms	228,349	228,501	228,046	0,331	0,345	0,344	50,17
11:31:32 500ms	228,263	228,371	227,895	0,335	0,345	0,347	50,17
11:31:33 0ms	227,96	228,003	227,591	0,335	0,344	0,345	50,17

11:31:33 500ms	228,024	228,046	227,721	0,338	0,338	0,344	50,16
11:31:34 0ms	227,938	228,003	227,7	0,338	0,336	0,34	50,17
11:31:34 500ms	227,981	228,111	227,808	0,34	0,336	0,34	50,17
11:31:35 0ms	227,981	228,154	227,786	0,344	0,336	0,338	50,17
11:31:35 500ms	227,938	228,154	227,721	0,344	0,336	0,336	50,16
11:31:36 0ms	228,176	228,349	227,873	0,342	0,34	0,335	50,17
11:31:36 500ms	227,895	228,046	227,548	0,34	0,342	0,335	50,17
11:31:37 0ms	228,003	228,068	227,613	0,342	0,345	0,335	50,17
11:31:37 500ms	227,981	228,024	227,656	0,34	0,351	0,335	50,16
11:31:38 0ms	227,916	227,96	227,656	0,338	0,349	0,335	50,17
11:31:38 500ms	227,916	227,981	227,7	0,335	0,347	0,335	50,16
11:31:39 0ms	227,851	227,96	227,656	0,335	0,349	0,338	50,17
11:31:39 500ms	227,851	228,024	227,635	0,333	0,347	0,34	50,17
11:31:40 0ms	227,873	228,068	227,635	0,331	0,345	0,342	50,17
11:31:40 500ms	227,83	227,981	227,527	0,331	0,342	0,342	50,16
11:31:41 0ms	227,938	228,024	227,613	0,333	0,34	0,344	50,17
11:31:41 500ms	227,895	227,96	227,591	0,338	0,338	0,344	50,17
11:31:42 0ms	227,895	227,96	227,656	0,338	0,338	0,344	50,17
11:31:42 500ms	227,938	228,089	227,808	0,34	0,336	0,34	50,17
11:31:43 0ms	227,83	228,003	227,635	0,342	0,336	0,338	50,17
11:31:43 500ms	227,743	227,981	227,591	0,342	0,336	0,338	50,17
11:31:44 0ms	228,003	228,219	227,765	0,344	0,34	0,338	50,17
11:31:44 500ms	227,895	228,111	227,613	0,34	0,342	0,335	50,17
11:31:45 0ms	227,96	228,133	227,678	0,34	0,342	0,333	50,17
11:31:45 500ms	228,306	228,414	227,981	0,34	0,347	0,333	50,17
11:31:46 0ms	229,259	229,367	229,085	0,338	0,353	0,336	50,17
11:31:46 500ms	228,977	229,064	228,761	0,338	0,353	0,338	50,17
11:31:47 0ms	228,999	229,107	228,761	0,336	0,351	0,338	50,17
11:31:47 500ms	229,692	229,886	229,497	0,335	0,349	0,342	50,17
11:31:48 0ms	229,172	229,367	228,891	0,333	0,345	0,345	50,17
11:31:48 500ms	229,453	229,605	229,107	0,335	0,345	0,345	50,17
11:31:49 0ms	229,367	229,475	229,064	0,336	0,342	0,347	50,17
11:31:49 500ms	229,453	229,497	229,129	0,338	0,338	0,344	50,17
11:31:50 0ms	229,259	229,324	228,977	0,34	0,338	0,345	50,17
11:31:50 500ms	229,237	229,324	228,999	0,344	0,338	0,345	50,17
11:31:51 0ms	229,194	229,367	228,977	0,347	0,338	0,342	50,17
11:31:51 500ms	229,237	229,432	228,999	0,345	0,338	0,34	50,17
11:31:52 0ms	228,912	229,15	228,674	0,344	0,338	0,338	50,17
11:31:52 500ms	228,696	228,891	228,371	0,344	0,34	0,336	50,17
11:31:53 0ms	228,696	228,847	228,328	0,345	0,345	0,335	50,17
11:31:53 500ms	229,259	229,324	228,847	0,342	0,349	0,335	50,17
11:31:54 0ms	230,709	230,817	230,493	0,338	0,351	0,338	50,17
11:31:54 500ms	229,453	229,518	229,194	0,336	0,351	0,336	50,17
11:31:55 0ms	230,016	230,125	229,778	0,338	0,353	0,34	50,17

11:31:55 500ms	230,016	230,19	229,778	0,335	0,351	0,345	50,17
11:31:56 0ms	229,713	229,886	229,453	0,335	0,351	0,345	50,17
11:31:56 500ms	229,757	229,995	229,843	0,336	0,349	0,347	50,16
11:31:57 0ms	192,734	191,716	192,258	0,355	0,365	0,356	21,07
11:31:57 500ms	75,821	76,47	74,132	0,42	0,484	0,336	30,19
11:31:58 0ms	18,576	34,879	33,58	0,635	0,985	0,251	0
11:31:58 500ms	26,327	21,477	8,639	0,595	0,882	0,276	0
11:31:59 0ms	1,84	1,71	0,606	0,145	0,255	0,067	0
11:31:59 500ms	0,909	0,953	0,303	0,044	0,095	0,016	0
11:32:00 0ms	0,39	0,585	0,303	0,005	0,015	0,004	0
11:32:00 500ms	0,152	0,303	0,238	0,004	0,004	0,004	0



Gambar lampiran 2 : Capture logger data percobaan starting direct on line

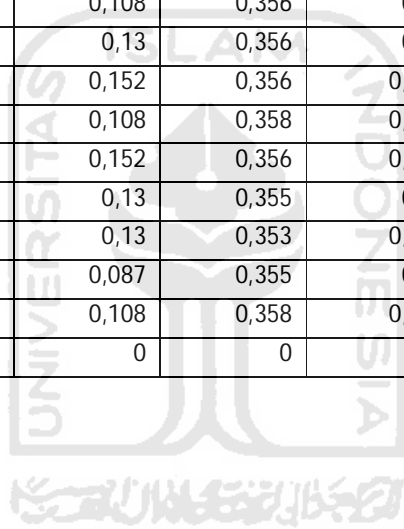
Tabel lampiran 2 : Data percobaan starting direct on line

Time	Voltage L12 Avg	Voltage L23 Avg	Voltage L31 Avg	Current L12 Avg	Current L23 Avg	Current L31 Avg	Frequency Avg
12:09:44 500ms	0,173	0,043	0,087	0,005	0,005	0,005	0
12:09:45 0ms	0,173	0,043	0,108	0,005	0,005	0,005	0
12:09:45 500ms	0,173	0,043	0,108	0,005	0,005	0,005	0
12:09:46 0ms	0,152	0,043	0,087	0,005	0,005	0,005	0
12:09:46 500ms	0,13	0,043	0,087	0,004	0,005	0,005	0
12:09:47 0ms	0,152	0,065	0,108	0,005	0,005	0,005	0
12:09:47 500ms	0,152	0,043	0,087	0,005	0,005	0,005	0
12:09:48 0ms	0,152	0,043	0,087	0,004	0,005	0,005	0

12:09:48 500ms	0,13	0,043	0,087	0,005	0,005	0,005	0
12:09:49 0ms	0,13	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:09:49 500ms	0,13	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:09:50 0ms	0,152	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:09:50 500ms	0,13	0,043	0,087	0,005	0,005	0,005	0
12:09:51 0ms	0,13	0,043	0,108	0,069	0,044	0,085	0
12:09:51 500ms	0,13	0,043	0,087	0,336	0,349	0,342	0
12:09:52 0ms	0,13	0,043	0,087	0,325	0,344	0,336	0
12:09:52 500ms	0,13	0,043	0,13	0,344	0,336	0,331	0
12:09:53 0ms	0,13	0,043	0,13	0,327	0,336	0,345	0
12:09:53 500ms	0,152	0,043	0,087	0,335	0,349	0,325	0
12:09:54 0ms	0,152	0,043	0,108	0,338	0,333	0,344	0
12:09:54 500ms	0,152	0,043	0,087	0,325	0,347	0,34	0
12:09:55 0ms	0,173	0,043	0,087	0,344	0,336	0,331	0
12:09:55 500ms	0,173	0,043	0,108	0,327	0,336	0,349	0
12:09:56 0ms	0,152	0,043	0,108	0,338	0,349	0,331	0
12:09:56 500ms	0,152	0,043	0,13	0,342	0,329	0,344	0
12:09:57 0ms	0,173	0,043	0,108	0,327	0,347	0,34	0
12:09:57 500ms	0,13	0,043	0,13	0,345	0,338	0,331	0
12:09:58 0ms	357,863	365,593	359,769	0,329	0,336	0,345	0
12:09:58 500ms	379,925	389,278	384,688	0,335	0,347	0,327	0
12:09:59 0ms	380,12	389,343	384,58	0,338	0,331	0,342	0
12:09:59 500ms	379,969	389,192	384,537	0,324	0,345	0,338	0
12:10:00 0ms	379,925	389,3	384,753	0,342	0,338	0,331	0
12:10:00 500ms	379,817	388,716	384,494	0,327	0,335	0,347	0
12:10:01 0ms	380,358	389,019	384,992	0,333	0,347	0,329	0
12:10:01 500ms	379,406	388,629	384,732	0,34	0,329	0,342	0
12:10:02 0ms	380,878	390,426	386,485	0,327	0,345	0,338	0
12:10:02 500ms	380,055	388,391	385,208	0,345	0,335	0,331	0
12:10:03 0ms	379,579	389,798	385,36	0,355	0,358	0,365	42,18
12:10:03 500ms	380,748	389,668	385,121	0,353	0,36	0,365	45,26
12:10:04 0ms	379,774	389,582	384,342	0,356	0,364	0,358	43,19
12:10:04 500ms	380,034	389,711	385,208	0,364	0,356	0,36	45,26
12:10:05 0ms	379,795	389,993	385,121	0,355	0,36	0,367	43,82
12:10:05 500ms	379,406	389,863	385,533	0,355	0,367	0,362	42,82
12:10:06 0ms	379,99	390,664	386,507	0,364	0,362	0,36	44
12:10:06 500ms	379,514	389,56	386,247	0,358	0,358	0,367	43,6
12:10:07 0ms	380,25	389,885	385,858	0,355	0,365	0,364	44,32
12:10:07 500ms	380,575	389,149	385,684	0,362	0,364	0,358	42,8
12:10:08 0ms	380,12	389,582	385,23	0,36	0,356	0,364	44,72
12:10:08 500ms	380,488	390,686	385,944	0,353	0,362	0,367	41,17
12:10:09 0ms	379,536	390,902	384,818	0,356	0,365	0,358	44,22
12:10:09 500ms	379,904	390,707	386,096	0,364	0,356	0,362	43,92
12:10:10 0ms	380,228	391,876	386,55	0,355	0,358	0,367	44,38

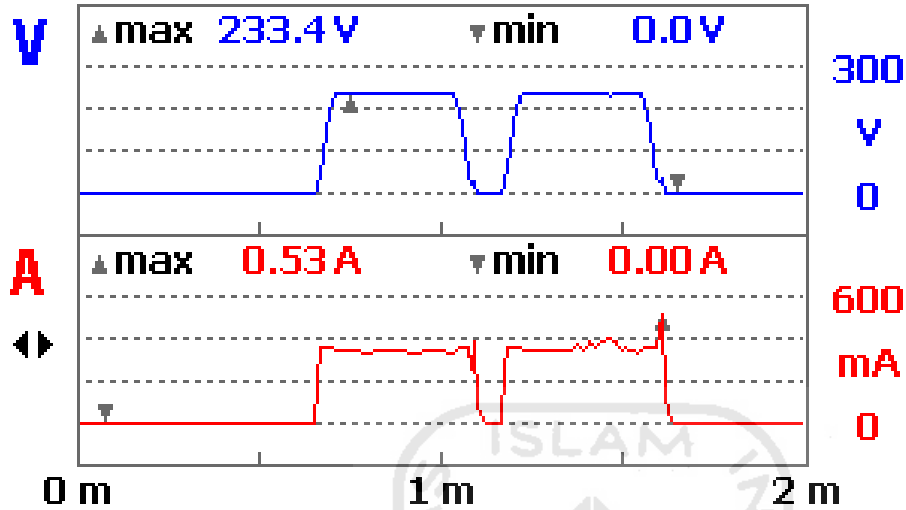
12:10:10 500ms	379,016	390,123	386,334	0,355	0,367	0,36	43,06
12:10:11 0ms	379,99	390,448	385,706	0,364	0,362	0,36	44,09
12:10:11 500ms	380,293	390,274	386,182	0,356	0,356	0,367	45,14
12:10:12 0ms	380,25	389,625	385,403	0,358	0,36	0,36	43,64
12:10:12 500ms	379,86	390,383	385,684	0,342	0,358	0,347	42,11
12:10:13 0ms	380,077	390,686	385,879	0,36	0,358	0,364	45,59
12:10:13 500ms	380,25	390,231	385,706	0,356	0,36	0,367	47,34
12:10:14 0ms	380,532	389,733	385,23	0,356	0,364	0,365	46,1
12:10:14 500ms	379,99	389,993	385,403	0,36	0,365	0,364	48,63
12:10:15 0ms	379,99	390,361	385,728	0,362	0,36	0,365	51,47
12:10:15 500ms	380,185	389,495	385,381	0,36	0,362	0,367	44,26
12:10:16 0ms	379,622	389,17	385,338	0,356	0,364	0,365	44,26
12:10:16 500ms	380,488	389,863	385,749	0,358	0,365	0,362	44,26
12:10:17 0ms	380,337	389,343	384,645	0,36	0,36	0,362	44,56
12:10:17 500ms	380,012	389,798	385,641	0,358	0,358	0,365	46,48
12:10:18 0ms	380,099	389,95	385,663	0,356	0,364	0,367	45,24
12:10:18 500ms	380,185	389,798	385,381	0,358	0,365	0,364	47,64
12:10:19 0ms	267,883	275,18	270,914	0,362	0,362	0,364	49,76
12:10:19 500ms	12,644	12,514	12,471	0,356	0,364	0,364	43,86
12:10:20 0ms	7,34	7,318	7,318	0,358	0,36	0,364	46,92
12:10:20 500ms	6,712	6,668	6,668	0,358	0,364	0,36	43,86
12:10:21 0ms	6,127	6,084	6,127	0,358	0,358	0,364	47,37
12:10:21 500ms	5,499	5,543	5,521	0,358	0,364	0,362	43,85
12:10:22 0ms	4,98	4,98	4,98	0,358	0,358	0,365	47,79
12:10:22 500ms	4,46	4,417	4,438	0,353	0,369	0,369	43,85
12:10:23 0ms	3,897	3,94	3,962	0,36	0,364	0,362	45,6
12:10:23 500ms	3,442	3,421	3,421	0,358	0,362	0,369	47,87
12:10:24 0ms	2,988	2,988	2,944	0,362	0,364	0,362	45,97
12:10:24 500ms	2,511	2,511	2,555	0,356	0,362	0,367	48,18
12:10:25 0ms	2,143	2,1	2,1	0,358	0,358	0,364	43,55
12:10:25 500ms	1,732	1,71	1,732	0,358	0,364	0,365	43,33
12:10:26 0ms	1,386	1,364	1,364	0,355	0,362	0,355	28,79
12:10:26 500ms	1,018	1,039	1,039	0,367	0,353	0,367	43,24
12:10:27 0ms	0,758	0,758	0,736	0,355	0,364	0,365	43,07
12:10:27 500ms	0,476	0,498	0,476	0,358	0,362	0,364	43,33
12:10:28 0ms	0,26	0,281	0,281	0,36	0,36	0,362	43,26
12:10:28 500ms	0,173	0,108	0,152	0,358	0,36	0,362	39,62
12:10:29 0ms	0,13	0,173	0,065	0,355	0,36	0,364	43,16
12:10:29 500ms	0,173	0,043	0,108	0,356	0,36	0,362	41,46
12:10:30 0ms	0,13	0,043	0,13	0,356	0,362	0,362	41,83
12:10:30 500ms	0,13	0,043	0,108	0,364	0,358	0,362	39,71
12:10:31 0ms	0,13	0,043	0,13	0,358	0,362	0,365	42,85
12:10:31 500ms	0,13	0,043	0,13	0,36	0,364	0,362	39,7
12:10:32 0ms	0,152	0,043	0,108	0,358	0,36	0,365	42,69

12:10:32 500ms	0,13	0,043	0,108	0,358	0,362	0,362	39,69
12:10:33 0ms	0,13	0,043	0,087	0,356	0,36	0,364	42,52
12:10:33 500ms	0,173	0,043	0,108	0,358	0,364	0,362	39,7
12:10:34 0ms	0,173	0,043	0,13	0,356	0,36	0,364	42,34
12:10:34 500ms	0,152	0,043	0,13	0,358	0,365	0,362	39,69
12:10:35 0ms	0,152	0,043	0,13	0,358	0,364	0,365	43,29
12:10:35 500ms	0,152	0,043	0,13	0,356	0,36	0,369	43,25
12:10:36 0ms	0,152	0,065	0,087	0,355	0,36	0,36	45,64
12:10:36 500ms	0,173	0,043	0,087	0,356	0,358	0,36	51,84
12:10:37 0ms	0,152	0,043	0,087	0,356	0,358	0,358	47,63
12:10:37 500ms	0,152	0,043	0,108	0,355	0,36	0,362	51,21
12:10:38 0ms	0,173	0,043	0,13	0,356	0,36	0,365	49,61
12:10:38 500ms	0,13	0,043	0,108	0,356	0,362	0,362	52,65
12:10:39 0ms	0,152	0,043	0,108	0,356	0,362	0,362	50,54
12:10:39 500ms	0,152	0,043	0,087	0,356	0,36	0,362	47,63
12:10:40 0ms	0,152	0,043	0,108	0,356	0,36	0,36	50,09
12:10:40 500ms	0,13	0,087	0,13	0,356	0,36	0,362	47,64
12:10:41 0ms	0,152	0,043	0,152	0,356	0,358	0,365	49,97
12:10:41 500ms	0,195	0,152	0,108	0,358	0,365	0,356	47,62
12:10:42 0ms	0,173	0,065	0,152	0,356	0,358	0,364	49,81
12:10:42 500ms	0,13	0,043	0,13	0,355	0,36	0,36	50,64
12:10:43 0ms	0,152	0,043	0,13	0,353	0,362	0,36	47,62
12:10:43 500ms	0,13	0,043	0,087	0,355	0,36	0,362	52,49
12:10:44 0ms	0,13	0,043	0,108	0,358	0,358	0,364	47,61
12:10:44 500ms	0	0	0	0	0	0	0



● Volts/ Amps/Hertz 2012-03-06, 12:22

◆ L₂ Vrms 0.2 V Arms 0.00 A



Gambar lampiran 3 : Capture logger data percobaan forward reverse mode

Tabel lampiran 3 : Data percobaan starting forward reverse mode

Time	Voltage L12 Avg	Voltage L23 Avg	Voltage L31 Avg	Current L12 Avg	Current L23 Avg	Current L31 Avg	Frequency Avg
12:20:50 500ms	0,173	0,065	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:20:51 0ms	0,152	0,065	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:20:51 500ms	14,852	21,153	26,37	0,204	0,191	0,244	0
12:20:52 0ms	49,753	52,2	56,984	0,36	0,367	0,358	42,53
12:20:52 500ms	87,598	88,984	89,893	0,36	0,358	0,365	49,1
12:20:53 0ms	145,839	146,423	146,878	0,356	0,364	0,36	50,01
12:20:53 500ms	188,122	187,408	187,581	0,355	0,362	0,362	19,12
12:20:54 0ms	213,389	213,757	213,28	0,356	0,362	0,356	43,64
12:20:54 500ms	232,441	232,485	231,532	0,344	0,347	0,356	49,64
12:20:55 0ms	233,329	233,069	233,286	0,344	0,345	0,355	50,18
12:20:55 500ms	233,112	233,545	233,48	0,351	0,345	0,351	50,18
12:20:56 0ms	232,701	233,307	232,766	0,353	0,345	0,351	50,19
12:20:56 500ms	232,939	233,177	232,355	0,353	0,345	0,349	50,18
12:20:57 0ms	233,415	233,221	232,766	0,349	0,351	0,345	50,19
12:20:57 500ms	233,047	232,701	232,766	0,349	0,353	0,344	50,18
12:20:58 0ms	232,853	233,112	232,939	0,351	0,356	0,342	50,18
12:20:58 500ms	232,398	233,026	232,528	0,344	0,356	0,344	50,17
12:20:59 0ms	233,004	233,286	232,485	0,338	0,355	0,349	50,17

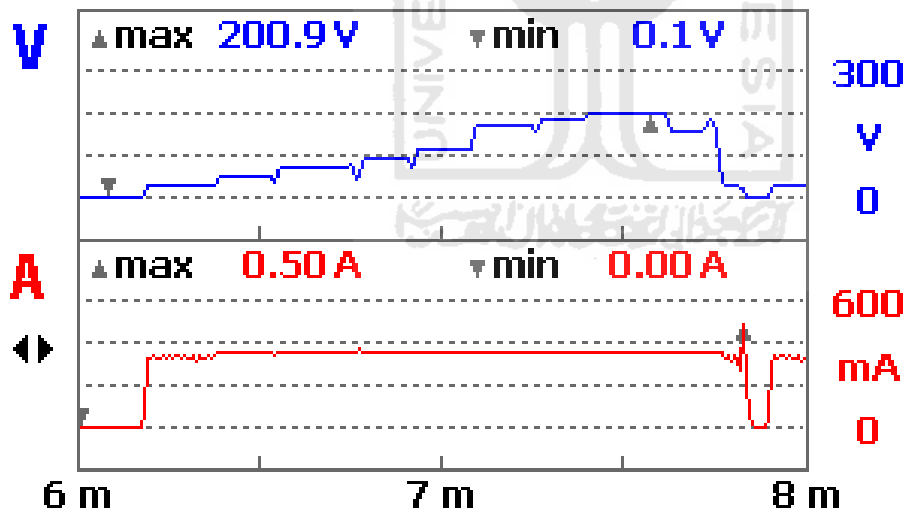
12:20:59 500ms	232,744	232,528	232,073	0,336	0,353	0,349	50,18
12:21:00 0ms	233,047	232,636	232,853	0,338	0,353	0,355	50,17
12:21:00 500ms	232,246	232,463	232,485	0,338	0,351	0,356	50,17
12:21:01 0ms	232,485	233,221	232,636	0,342	0,347	0,356	50,18
12:21:01 500ms	232,593	232,831	231,965	0,344	0,342	0,353	50,17
12:21:02 0ms	232,788	232,506	231,922	0,345	0,344	0,353	50,17
12:21:02 500ms	232,831	232,42	232,658	0,351	0,344	0,351	50,17
12:21:03 0ms	232,203	232,441	232,549	0,353	0,344	0,349	50,17
12:21:03 500ms	231,9	232,658	232,16	0,351	0,344	0,344	50,17
12:21:04 0ms	232,571	232,982	232,008	0,347	0,351	0,34	50,17
12:21:04 500ms	232,398	232,246	231,467	0,347	0,351	0,34	50,17
12:21:05 0ms	232,658	232,138	232,203	0,344	0,358	0,342	50,17
12:21:05 500ms	232,268	232,203	232,398	0,342	0,358	0,344	50,17
12:21:06 0ms	232,008	232,679	232,376	0,342	0,356	0,344	50,17
12:21:06 500ms	232,658	233,091	232,311	0,338	0,355	0,349	50,17
12:21:07 0ms	232,744	232,701	231,987	0,338	0,353	0,355	50,17
12:21:07 500ms	232,788	232,398	232,376	0,338	0,349	0,356	50,17
12:21:08 0ms	232,658	232,549	232,701	0,338	0,347	0,355	50,17
12:21:08 500ms	232,29	232,744	232,441	0,338	0,344	0,355	50,22
12:21:09 0ms	232,658	232,701	232,42	0,345	0,344	0,356	50,17
12:21:09 500ms	232,593	232,679	232,441	0,351	0,344	0,353	50,17
12:21:10 0ms	232,42	232,549	232,29	0,353	0,345	0,351	50,17
12:21:10 500ms	232,658	232,853	232,528	0,353	0,345	0,345	50,17
12:21:11 0ms	232,506	232,723	232,29	0,351	0,349	0,345	50,16
12:21:11 500ms	232,528	232,701	232,268	0,351	0,351	0,344	50,16
12:21:12 0ms	232,766	232,831	232,376	0,347	0,356	0,344	50,17
12:21:12 500ms	233,177	233,199	232,853	0,344	0,356	0,344	50,17
12:21:13 0ms	232,961	232,982	232,723	0,338	0,356	0,344	50,17
12:21:13 500ms	232,614	232,701	232,463	0,338	0,353	0,347	50,17
12:21:14 0ms	232,831	232,809	232,506	0,338	0,353	0,356	50,17
12:21:14 500ms	215,056	214,904	214,558	0,353	0,362	0,356	44,44
12:21:15 0ms	188,534	189,421	187,754	0,356	0,36	0,362	22,08
12:21:15 500ms	163,202	163,332	163,224	0,358	0,364	0,364	52,64
12:21:16 0ms	99,247	101,13	102,624	0,362	0,365	0,364	49,24
12:21:16 500ms	52,416	55,036	57,677	0,358	0,356	0,362	42,96
12:21:17 0ms	18,901	32	36,893	0,26	0,407	0,475	21,79
12:21:17 500ms	27,236	39,491	47,328	0,305	0,453	0,584	19,12
12:21:18 0ms	0,65	2,685	2,382	0,095	0,233	0,269	0
12:21:18 500ms	0,476	1,667	1,602	0,056	0,16	0,196	0
12:21:19 0ms	0,303	0,801	0,909	0,011	0,047	0,056	0
12:21:19 500ms	0,281	0,368	0,541	0,004	0,007	0,009	0
12:21:20 0ms	0,238	0,13	0,303	0,004	0,004	0,004	0
12:21:20 500ms	0,217	0	0,281	0,004	0,005	0,004	0
12:21:21 0ms	0,173	0	0,238	0,004	0,004	0,004	0

12:21:21 500ms	0,173	0	0,173	0,004	0,004	0,004	0
12:21:22 0ms	0,173	0,043	0,173	0,005	0,005	0,005	0
12:21:22 500ms	25,028	31,523	37,239	0,269	0,3	0,311	15,11
12:21:23 0ms	62,895	64,497	65,926	0,367	0,356	0,364	45,51
12:21:23 500ms	100,113	100,416	102,256	0,358	0,362	0,36	53,47
12:21:24 0ms	170,304	170,672	170,953	0,364	0,364	0,356	54,1
12:21:24 500ms	194,747	195,484	194,986	0,362	0,36	0,355	28,61
12:21:25 0ms	222,807	221,984	222,504	0,358	0,355	0,355	46,42
12:21:25 500ms	232,463	232,16	231,813	0,353	0,342	0,345	50,2
12:21:26 0ms	232,333	232,355	231,77	0,353	0,34	0,347	50,19
12:21:26 500ms	232,246	232,441	232,116	0,347	0,34	0,351	50,2
12:21:27 0ms	232,268	232,506	232,506	0,342	0,344	0,353	50,2
12:21:27 500ms	232,246	232,073	232,311	0,342	0,349	0,353	50,2
12:21:28 0ms	232,42	231,857	232,16	0,342	0,353	0,353	50,19
12:21:28 500ms	232,311	231,792	231,835	0,34	0,353	0,345	50,2
12:21:29 0ms	232,853	232,549	232,225	0,347	0,353	0,34	50,2
12:21:29 500ms	232,095	232,008	231,575	0,349	0,353	0,338	50,2
12:21:30 0ms	231,965	232,052	231,835	0,351	0,351	0,338	50,2
12:21:30 500ms	231,987	232,138	232,095	0,353	0,345	0,338	50,2
12:21:31 0ms	231,554	231,38	231,575	0,353	0,344	0,338	50,21
12:21:31 500ms	232,008	231,38	231,727	0,351	0,344	0,349	50,25
12:21:32 0ms	231,922	231,445	231,25	0,349	0,344	0,355	50,26
12:21:32 500ms	232,073	232,052	231,51	0,345	0,345	0,353	50,24
12:21:33 0ms	231,294	231,943	231,64	0,345	0,358	0,351	50,33
12:21:33 500ms	231,359	230,774	231,402	0,349	0,364	0,353	50,39
12:21:34 0ms	231,813	231,359	230,688	0,362	0,36	0,349	50,4
12:21:34 500ms	230,709	231,229	231,142	0,371	0,364	0,362	50,49
12:21:35 0ms	231,748	230,623	230,991	0,36	0,356	0,367	50,47
12:21:35 500ms	231,597	232,052	231,294	0,353	0,364	0,36	50,42
12:21:36 0ms	231,099	230,514	231,532	0,365	0,38	0,365	50,51
12:21:36 500ms	230,579	230,861	230,146	0,395	0,387	0,382	50,66
12:21:37 0ms	231,532	230,276	231,229	0,369	0,367	0,378	50,57
12:21:37 500ms	230,926	231,489	230,666	0,36	0,371	0,365	50,51
12:21:38 0ms	231,142	229,93	231,077	0,378	0,384	0,373	50,58
12:21:38 500ms	230,276	230,861	230,19	0,395	0,389	0,387	50,75
12:21:39 0ms	231,034	229,778	230,536	0,387	0,395	0,398	50,7
12:21:39 500ms	230,579	230,623	229,843	0,398	0,404	0,391	50,71
12:21:40 0ms	229,692	230,19	230,363	0,4	0,395	0,395	50,72
12:21:40 500ms	231,142	230,19	230,558	0,391	0,398	0,396	50,7
12:21:41 0ms	230,493	230,731	229,865	0,387	0,393	0,378	50,66
12:21:41 500ms	232,052	231,662	231,705	0,358	0,353	0,344	50,32
12:21:42 0ms	232,333	232,095	232,463	0,353	0,345	0,344	50,19
12:21:42 500ms	231,9	232,095	232,138	0,355	0,344	0,347	50,2
12:21:43 0ms	232,268	232,744	232,311	0,351	0,342	0,351	50,19

12:21:43 500ms	232,138	232,095	231,618	0,345	0,342	0,351	50,19
12:21:44 0ms	232,549	231,857	231,705	0,344	0,345	0,353	50,2
12:21:44 500ms	232,225	231,575	231,748	0,338	0,351	0,351	50,2
12:21:45 0ms	230,796	231,683	231,683	0,344	0,356	0,351	49,92
12:21:45 500ms	209,6	209,275	208,95	0,36	0,355	0,353	29,66
12:21:46 0ms	183,164	183,403	184,29	0,358	0,362	0,355	29,91
12:21:46 500ms	157,79	157,747	157,465	0,362	0,362	0,358	50,07
12:21:47 0ms	83,203	83,571	85,607	0,36	0,362	0,364	45,12
12:21:47 500ms	45,834	48,952	51,702	0,36	0,353	0,351	43,56
12:21:48 0ms	28,449	32,476	27,41	0,435	0,647	0,555	0
12:21:48 500ms	32,238	34,533	13,185	0,533	0,642	0,667	0
12:21:49 0ms	2,382	2,858	0	0,129	0,22	0,109	0
12:21:49 500ms	1,277	1,667	0,022	0,071	0,189	0,084	0
12:21:50 0ms	0,585	0,931	0,065	0,013	0,056	0,022	0

● Volts/Amps/Hertz 2012-03-06, 12:28

◆ L_{1/2} Vrms **25.9 V** Arms **0.34 A**



Gambar lampiran 4: Capture logger data percobaan starting multi speed mode

Tabel lampiran 3 : Data percobaan starting multi speed mode

Time	Voltage L12 Avg	Voltage L23 Avg	Voltage L31 Avg	Current L12 Avg	Current L23 Avg	Current L31 Avg	Frequency Avg
12:26:16 0ms	0,173	0,087	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:16 500ms	0,13	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:17 0ms	0,173	0,087	0,13	0,005	0,005	0,005	0

12:26:17 500ms	0,13	0,087	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:18 0ms	0,13	0,087	0,13	0,004	0,005	0,005	0
12:26:18 500ms	0,152	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:19 0ms	0,152	0,065	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:19 500ms	0,152	0,065	0,13	0,004	0,005	0,005	0
12:26:20 0ms	0,173	0,087	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:20 500ms	0,173	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:21 0ms	0,152	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:21 500ms	0,173	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:22 0ms	0,173	0,043	0,13	0,005	0,005	0,005	0
12:26:22 500ms	3,811	7,405	10,306	0,069	0,044	0,085	0
12:26:23 0ms	25,396	30,246	35,853	0,336	0,349	0,342	0
12:26:23 500ms	26,933	30,311	36,763	0,325	0,344	0,336	0
12:26:24 0ms	25,743	31,134	36,828	0,344	0,336	0,331	0
12:26:24 500ms	26,912	30,852	36,286	0,327	0,336	0,345	0
12:26:25 0ms	26,241	30,354	37,174	0,335	0,349	0,325	0
12:26:25 500ms	26,284	31,307	36,33	0,338	0,333	0,344	0
12:26:26 0ms	27,085	30,203	36,719	0,325	0,347	0,34	0
12:26:26 500ms	25,894	31,025	36,806	0,344	0,336	0,331	0
12:26:27 0ms	27,085	30,917	36,178	0,327	0,336	0,349	0
12:26:27 500ms	26,284	30,397	37,023	0,338	0,349	0,331	0
12:26:28 0ms	26,219	31,393	36,265	0,342	0,329	0,344	0
12:26:28 500ms	26,977	30,311	36,676	0,327	0,347	0,34	0
12:26:29 0ms	25,743	31,09	36,806	0,345	0,338	0,331	0
12:26:29 500ms	26,912	30,831	36,243	0,329	0,336	0,345	0
12:26:30 0ms	26,262	30,311	37,131	0,335	0,347	0,327	0
12:26:30 500ms	26,284	31,264	36,286	0,338	0,331	0,342	0
12:26:31 0ms	27,085	30,159	36,676	0,324	0,345	0,338	0
12:26:31 500ms	25,916	31,047	36,763	0,342	0,338	0,331	0
12:26:32 0ms	27,107	30,831	36,135	0,327	0,335	0,347	0
12:26:32 500ms	26,284	30,419	37,001	0,333	0,347	0,329	0
12:26:33 0ms	26,284	31,437	36,265	0,34	0,329	0,342	0
12:26:33 500ms	26,977	30,333	36,719	0,327	0,345	0,338	0
12:26:34 0ms	25,808	31,328	36,871	0,345	0,335	0,331	0
12:26:34 500ms	44,665	47,653	51,074	0,355	0,358	0,365	42,18
12:26:35 0ms	49,515	50,966	54,473	0,353	0,36	0,365	45,26
12:26:35 500ms	48,714	50,944	55,209	0,356	0,364	0,358	43,19
12:26:36 0ms	48,411	51,875	54,646	0,364	0,356	0,36	45,26
12:26:36 500ms	49,363	51,269	54,321	0,355	0,36	0,367	43,82
12:26:37 0ms	48,995	50,706	55,187	0,355	0,367	0,362	42,82
12:26:37 500ms	48,346	51,593	54,928	0,364	0,362	0,36	44
12:26:38 0ms	49,212	51,593	54,235	0,358	0,358	0,367	43,6
12:26:38 500ms	49,234	50,749	54,884	0,355	0,365	0,364	44,32
12:26:39 0ms	48,303	51,312	55,144	0,362	0,364	0,358	42,8

12:26:39 500ms	48,801	51,745	54,321	0,36	0,356	0,364	44,72
12:26:40 0ms	49,45	50,857	54,516	0,353	0,362	0,367	41,17
12:26:40 500ms	48,606	50,966	55,209	0,356	0,365	0,358	44,22
12:26:41 0ms	48,432	51,832	54,581	0,364	0,356	0,362	43,92
12:26:41 500ms	49,363	51,225	54,3	0,355	0,358	0,367	44,38
12:26:42 0ms	48,974	50,706	55,166	0,355	0,367	0,36	43,06
12:26:42 500ms	48,368	51,615	54,863	0,364	0,362	0,36	44,09
12:26:43 0ms	49,255	51,615	54,235	0,356	0,356	0,367	45,14
12:26:43 500ms	47,307	49,796	53,52	0,358	0,36	0,36	43,64
12:26:44 0ms	34,403	36,806	43,258	0,342	0,358	0,347	42,11
12:26:44 500ms	63,436	65,883	67,853	0,36	0,358	0,364	45,59
12:26:45 0ms	71,447	72,638	74,392	0,356	0,36	0,367	47,34
12:26:45 500ms	71,317	72,14	74,998	0,356	0,364	0,365	46,1
12:26:46 0ms	70,668	72,486	75,258	0,36	0,365	0,364	48,63
12:26:46 500ms	70,711	73,028	74,738	0,362	0,36	0,365	51,47
12:26:47 0ms	71,404	72,768	74,37	0,36	0,362	0,367	44,26
12:26:47 500ms	71,425	72,183	74,911	0,356	0,364	0,365	44,26
12:26:48 0ms	70,754	72,378	75,258	0,358	0,365	0,362	44,26
12:26:48 500ms	70,624	72,963	74,825	0,36	0,36	0,362	44,56
12:26:49 0ms	71,231	72,854	74,327	0,358	0,358	0,365	46,48
12:26:49 500ms	71,425	72,227	74,738	0,356	0,364	0,367	45,24
12:26:50 0ms	70,884	72,248	75,258	0,358	0,365	0,364	47,64
12:26:50 500ms	70,603	73,136	74,911	0,362	0,362	0,364	49,76
12:26:51 0ms	71,296	72,508	76,145	0,356	0,364	0,364	43,86
12:26:51 500ms	71,144	73,266	75,647	0,358	0,36	0,364	46,92
12:26:52 0ms	71,209	72,616	76,297	0,358	0,364	0,36	43,86
12:26:52 500ms	71,231	73,201	75,604	0,358	0,358	0,364	47,37
12:26:53 0ms	71,057	72,681	76,318	0,358	0,364	0,362	43,85
12:26:53 500ms	71,339	73,136	75,561	0,358	0,358	0,365	47,79
12:26:54 0ms	72,227	71,404	76,34	0,353	0,369	0,369	43,85
12:26:54 500ms	70,841	73,049	76,145	0,36	0,364	0,362	45,6
12:26:55 0ms	71,664	72,811	75,669	0,358	0,362	0,369	47,87
12:26:55 500ms	70,819	73,157	76,08	0,362	0,364	0,362	45,97
12:26:56 0ms	71,642	72,681	75,756	0,356	0,362	0,367	48,18
12:26:56 500ms	87,295	88,876	90,435	0,358	0,358	0,364	43,55
12:26:57 0ms	72,465	74,175	77,228	0,358	0,364	0,365	43,33
12:26:57 500ms	43,041	46,202	51,962	0,355	0,362	0,355	28,79
12:26:58 0ms	59,756	64,086	65,515	0,367	0,353	0,367	43,24
12:26:58 500ms	87,014	87,598	90,456	0,355	0,364	0,365	43,07
12:26:59 0ms	93,574	94,743	96,67	0,358	0,362	0,364	43,33
12:26:59 500ms	93,163	95,263	96,519	0,36	0,36	0,362	43,26
12:27:00 0ms	93,531	94,722	96,713	0,358	0,36	0,362	39,62
12:27:00 500ms	93,942	94,224	96,757	0,355	0,36	0,364	43,16
12:27:01 0ms	93,596	94,83	96,519	0,356	0,36	0,362	41,46

12:27:01 500ms	93,271	94,613	96,778	0,356	0,362	0,362	41,83
12:27:02 0ms	92,665	96,172	95,782	0,364	0,358	0,362	39,71
12:27:02 500ms	93,747	94,613	96,28	0,358	0,362	0,365	42,85
12:27:03 0ms	93,033	94,743	96,908	0,36	0,364	0,362	39,7
12:27:03 500ms	93,726	94,657	96,259	0,358	0,36	0,365	42,69
12:27:04 0ms	93,098	94,635	96,995	0,358	0,362	0,362	39,69
12:27:04 500ms	93,682	94,743	96,215	0,356	0,36	0,364	42,52
12:27:05 0ms	93,163	94,505	97,016	0,358	0,364	0,362	39,7
12:27:05 500ms	93,639	94,765	96,215	0,356	0,36	0,364	42,34
12:27:06 0ms	93,163	94,18	96,887	0,358	0,365	0,362	39,69
12:27:06 500ms	74,543	75,777	78,7	0,358	0,364	0,365	43,29
12:27:07 0ms	88,378	88,464	90,456	0,356	0,36	0,369	43,25
12:27:07 500ms	111,349	112,237	113,623	0,355	0,36	0,36	45,64
12:27:08 0ms	116,415	117,217	118,169	0,356	0,358	0,36	51,84
12:27:08 500ms	115,831	117,476	118,516	0,356	0,358	0,358	47,63
12:27:09 0ms	116,372	116,957	118,407	0,355	0,36	0,362	51,21
12:27:09 500ms	116,61	117,346	117,844	0,356	0,36	0,365	49,61
12:27:10 0ms	116,134	117,238	118,407	0,356	0,362	0,362	52,65
12:27:10 500ms	116,545	116,654	118,559	0,356	0,362	0,362	50,54
12:27:11 0ms	116,394	117,217	118,169	0,356	0,36	0,362	47,63
12:27:11 500ms	115,831	117,52	118,645	0,356	0,36	0,36	50,09
12:27:12 0ms	116,372	117,195	118,451	0,356	0,36	0,362	47,64
12:27:12 500ms	116,848	117,13	117,974	0,356	0,358	0,365	49,97
12:27:13 0ms	114,965	117,173	119,728	0,358	0,365	0,356	47,62
12:27:13 500ms	116,654	117,26	117,866	0,356	0,358	0,364	49,81
12:27:14 0ms	116,242	117,217	118,321	0,355	0,36	0,36	50,64
12:27:14 500ms	116,134	116,784	118,819	0,353	0,362	0,36	47,62
12:27:15 0ms	116,394	117,108	118,321	0,355	0,36	0,362	52,49
12:27:15 500ms	116,221	117,65	117,931	0,358	0,358	0,364	47,61
12:27:16 0ms	116,242	117,108	118,451	0,358	0,362	0,362	52,2
12:27:16 500ms	116,74	116,827	118,819	0,356	0,364	0,364	50,48
12:27:17 0ms	165,108	166,299	166,125	0,356	0,364	0,36	52,93
12:27:17 500ms	171,3	171,105	170,607	0,355	0,36	0,36	54,99
12:27:18 0ms	168,918	172,382	171,43	0,358	0,36	0,356	54,95
12:27:18 500ms	171,04	170,672	171,257	0,355	0,364	0,36	54,96
12:27:19 0ms	170,477	171,408	171,083	0,356	0,362	0,36	54,97
12:27:19 500ms	171,473	170,737	170,694	0,355	0,362	0,362	54,97
12:27:20 0ms	170,347	171,278	171,343	0,356	0,362	0,358	54,97
12:27:20 500ms	171,148	170,997	170,52	0,355	0,36	0,36	54,98
12:27:21 0ms	170,759	170,845	171,365	0,355	0,362	0,358	50,54
12:27:21 500ms	170,65	171,516	170,477	0,356	0,36	0,36	47,63
12:27:22 0ms	171,018	171,365	171,213	0,356	0,364	0,36	50,09
12:27:22 500ms	171,516	170,824	171,819	0,355	0,365	0,36	47,64
12:27:23 0ms	170,585	172,621	170,997	0,358	0,362	0,358	49,97

12:27:23 500ms	171,754	171,127	171,192	0,355	0,362	0,362	47,62
12:27:24 0ms	170,261	171,603	172,101	0,356	0,362	0,356	49,81
12:27:24 500ms	171,733	171,733	170,737	0,355	0,36	0,36	50,64
12:27:25 0ms	171,213	170,759	172,296	0,355	0,365	0,36	47,62
12:27:25 500ms	171,192	171,993	171,17	0,358	0,36	0,36	52,49
12:27:26 0ms	172,231	170,65	171,321	0,355	0,364	0,362	47,61
12:27:26 500ms	170,759	171,819	171,754	0,356	0,362	0,358	52,2
12:27:27 0ms	160,994	161,167	161,059	0,356	0,362	0,358	50,48
12:27:27 500ms	167,598	167,749	167,446	0,355	0,36	0,36	52,93
12:27:28 0ms	185,762	186,195	184,507	0,355	0,36	0,36	54,99
12:27:28 500ms	185,871	185,762	185,481	0,355	0,362	0,36	54,95
12:27:29 0ms	185,438	185,156	186,39	0,355	0,365	0,358	54,96
12:27:29 500ms	185,416	186,152	185,719	0,356	0,362	0,358	54,97
12:27:30 0ms	185,654	186,131	185,524	0,355	0,36	0,358	50,54
12:27:30 500ms	185,849	186,044	185,329	0,355	0,36	0,358	47,63
12:27:31 0ms	186,434	185,005	185,611	0,353	0,362	0,36	50,09
12:27:31 500ms	185,243	186,044	185,936	0,355	0,362	0,358	47,64
12:27:32 0ms	185,351	186,174	185,654	0,356	0,362	0,358	49,97
12:27:32 500ms	185,849	186,022	185,2	0,355	0,36	0,358	47,62
12:27:33 0ms	185,979	185,741	185,416	0,353	0,358	0,358	49,81
12:27:33 500ms	185,936	185,459	185,892	0,353	0,362	0,358	50,64
12:27:34 0ms	185,546	185,676	186,001	0,355	0,362	0,358	47,62
12:27:34 500ms	185,2	186,087	185,697	0,356	0,362	0,36	52,49
12:27:35 0ms	185,589	186,26	185,394	0,356	0,362	0,36	47,61
12:27:35 500ms	190,287	190,331	190,006	0,355	0,362	0,358	52,2
12:27:36 0ms	200,68	200,766	199,922	0,353	0,358	0,358	50,48
12:27:36 500ms	200,831	200,615	200,225	0,353	0,36	0,358	52,93
12:27:37 0ms	200,636	200,312	200,528	0,353	0,362	0,356	54,99
12:27:37 500ms	200,398	200,485	200,571	0,353	0,36	0,356	54,95
12:27:38 0ms	200,16	200,875	200,528	0,353	0,36	0,356	54,96
12:27:38 500ms	200,268	200,896	200,247	0,353	0,358	0,355	54,97
12:27:39 0ms	200,701	200,853	199,965	0,353	0,358	0,358	54,96
12:27:39 500ms	200,745	200,593	200,052	0,355	0,358	0,358	54,98
12:27:40 0ms	200,745	200,312	200,507	0,353	0,362	0,36	57,24
12:27:40 500ms	200,442	200,398	200,571	0,353	0,362	0,358	55,74
12:27:41 0ms	200,117	200,831	200,485	0,353	0,36	0,356	55,74
12:27:41 500ms	200,225	200,918	200,333	0,353	0,358	0,356	55,76
12:27:42 0ms	200,636	200,831	199,944	0,353	0,358	0,358	55,78
12:27:42 500ms	200,658	200,615	199,922	0,353	0,36	0,36	55,76
12:27:43 0ms	200,658	200,333	200,463	0,353	0,36	0,358	55,77
12:27:43 500ms	200,507	200,312	200,528	0,353	0,36	0,356	55,77
12:27:44 0ms	200,247	200,745	200,571	0,353	0,358	0,356	55,78
12:27:44 500ms	200,182	201,005	200,42	0,353	0,36	0,356	55,75
12:27:45 0ms	200,766	201,134	200,225	0,355	0,36	0,358	51,41

12:27:45 500ms	200,831	200,81	200,095	0,355	0,36	0,36	40,16
12:27:46 0ms	200,875	200,528	200,528	0,353	0,362	0,358	40,16
12:27:46 500ms	200,658	200,442	200,658	0,353	0,36	0,358	40,16
12:27:47 0ms	200,377	200,766	200,636	0,353	0,36	0,356	40,16
12:27:47 500ms	200,268	201,005	200,55	0,355	0,36	0,356	40,16
12:27:48 0ms	200,55	201,005	200,203	0,355	0,36	0,358	40,16
12:27:48 500ms	199,879	199,835	199,77	0,353	0,362	0,358	40,23
12:27:49 0ms	185,091	184,009	183,879	0,353	0,36	0,362	45,34
12:27:49 500ms	160,388	162,033	161,341	0,358	0,362	0,36	53,71
12:27:50 0ms	155,408	155,343	154,499	0,356	0,362	0,362	55,67
12:27:50 500ms	155,365	154,65	155,235	0,355	0,362	0,36	57,51
12:27:51 0ms	154,889	154,759	155,581	0,355	0,362	0,36	48,01
12:27:51 500ms	154,391	155,495	155,408	0,356	0,364	0,36	54,98
12:27:52 0ms	154,802	155,646	154,737	0,358	0,362	0,362	54,96
12:27:52 500ms	155,408	155,278	154,586	0,356	0,364	0,364	54,98
12:27:53 0ms	155,365	154,607	155,365	0,356	0,365	0,364	57,24
12:27:53 500ms	154,802	154,845	155,538	0,356	0,364	0,362	55,74
12:27:54 0ms	154,412	155,56	155,408	0,358	0,362	0,36	55,74
12:27:54 500ms	154,845	155,581	154,759	0,356	0,36	0,36	55,76
12:27:55 0ms	161,774	161,059	162,185	0,355	0,364	0,362	55,78
12:27:55 500ms	182,796	182,472	182,082	0,355	0,362	0,362	55,76
12:27:56 0ms	185,308	186,174	186,022	0,355	0,362	0,358	55,77
12:27:56 500ms	180,393	181,086	180,826	0,355	0,36	0,358	55,77
12:27:57 0ms	158,266	157,032	156,794	0,355	0,362	0,364	55,78
12:27:57 500ms	88,378	89,937	91,214	0,358	0,365	0,362	0
12:27:58 0ms	44,665	47,891	50,598	0,356	0,349	0,362	0
12:27:58 500ms	26,587	30,397	37,152	0,331	0,347	0,331	0
12:27:59 0ms	26,046	31,458	36,503	0,34	0,329	0,34	0
12:27:59 500ms	27,063	30,462	36,676	0,324	0,344	0,342	0
12:28:00 0ms	25,808	30,939	37,152	0,344	0,342	0,329	0
12:28:00 500ms	26,782	31,134	36,395	0,333	0,333	0,347	0
12:28:01 0ms	19,68	25,656	33,255	0,28	0,3	0,284	0
12:28:01 500ms	18,49	42,912	47,242	0,302	0,358	0,327	0
12:28:02 0ms	0,909	7,621	6,82	0,224	0,395	0,311	0
12:28:02 500ms	0,303	1,775	1,862	0,078	0,145	0,211	0
12:28:03 0ms	0,303	0,844	1,083	0,022	0,055	0,073	0
12:28:03 500ms	0,238	0,411	0,606	0,005	0,011	0,015	0
12:28:04 0ms	0,217	0,152	0,325	0,005	0,005	0,005	0
12:28:04 500ms	0,217	0	0,281	0,004	0,004	0,004	0
12:28:05 0ms	0,195	0	0,217	0,004	0,004	0,004	0
12:28:05 500ms	3,161	6,062	8,53	0,04	0,045	0,064	0
12:28:06 0ms	24,27	28,665	34,836	0,313	0,336	0,34	0
12:28:06 500ms	25,937	31,134	36,914	0,342	0,336	0,331	0
12:28:07 0ms	27,128	30,939	36,373	0,327	0,336	0,349	0

12:28:07 500ms	26,262	30,549	37,196	0,338	0,347	0,331	0
12:28:08 0ms	26,349	31,48	36,395	0,34	0,329	0,345	0
12:28:08 500ms	26,977	30,397	36,893	0,327	0,347	0,34	0
12:28:09 0ms	25,786	31,22	36,979	0,345	0,336	0,331	0
12:28:09 500ms	26,977	30,917	36,46	0,327	0,336	0,345	0
12:28:10 0ms	26,262	30,419	37,304	0,336	0,349	0,327	0
12:28:10 500ms	26,327	31,35	36,481	0,338	0,331	0,342	0
12:28:11 0ms	27,107	30,289	36,893	0,324	0,347	0,338	0
12:28:11 500ms	25,937	31,09	36,936	0,342	0,338	0,331	0
12:28:12 0ms	27,107	30,982	36,351	0,327	0,336	0,349	0
12:28:12 500ms	26,284	30,484	37,152	0,335	0,345	0,329	0
12:28:13 0ms	26,262	31,48	36,395	0,342	0,329	0,344	0
12:28:13 500ms	26,977	30,397	36,828	0,327	0,347	0,34	0
12:28:14 0ms	25,786	31,155	36,936	0,345	0,338	0,333	0
12:28:14 500ms	26,955	30,939	36,46	0,329	0,336	0,347	0
12:28:15 0ms	26,284	30,376	37,261	0,336	0,351	0,327	0

