

**PERBANDINGAN EFISIENSI PENEMPATAN RANGKAIAN
PENGONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI FASA TUNGGAL YANG
TERHUBUNG PADA SUPLAI DAN YANG TERHUBUNG PADA MAIN
WINDING DAN PENGARUHNYA TERHADAP *TOTAL HARMONIC
DISTORTION***

SKRIPSI

**Disusun Oleh :
Mukhammad Hizbulloh Fajri
03.12.080**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2009**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERBANDINGAN EFISIENSI PENEMPATAN RANGKAIAN
PENGONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI FASA TUNGKAL YANG
TERHUBUNG PADA SUPLAI DAN YANG TERHUBUNG PADA MAIN
WINDING DAN PENGARUHNYA TERHADAP TOTAL HARMONIC
DISTORTION**

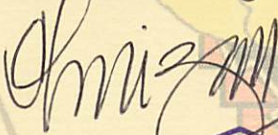
SKRIPSI

*Disusun Dan Diajukan Untuk Melengkapi dan
Memenuhi Syarat-Syarat Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun Oleh :
Mukhammad Hizbulloh Fajri
03.12.080**

Diperiksa Dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. Almizan Abdullah, MSEE

Dosen Pembimbing II



**Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT
NIP . 132 314 400**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S - 1**

**Ir.F. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y. 103 9500 274**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2009**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Mukhammad Hizbulloh Fajri
NIM : 03.12.080
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : Perbandingan Efisiensi Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Fasa Tunggal Yang Terhubung Pada Suplai Dan Yang Terhubung *Main Winding* Dan Pengaruhnya Terhadap *Total Harmonic Distortion (THD)*

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 14 Maret 2009
Dengan Nilai : 77,5 (B+) *Faj*



(Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT)
NIP.Y.1028700163

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris

(Ir.F.Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y.1039500274



Anggota Penguji

Penguji I

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
NIP. Y. 1018800188

Penguji II

(Ir. Taufik Hidayat, MT)
NIP.Y. 1018700015

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan guna untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan laporan Skripsi ini, penulis tak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE., selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Fx. Yudi Limpraptono, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
3. Bapak Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE., selaku dosen pembimbing I.
3. Ibu Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT., selaku dosen pembimbing II.
4. Kedua Orang Tuaku tercinta yang selalu memberikan semangat, motivasi dan do'anya.
5. Rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan bantuan, motivasi dan do'a.
6. Dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam terselesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu bila ada kekurangan dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini, saya mohon kritik dan sarannya. Akhirnya penulis mengharapkan semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi semua pihak yang membaca pada umumnya, amin.

Malang, Maret 2009

Penulis

ABSTRAK

PERBANDINGAN EFISIENSI PENEMPATAN RANGKAIAN PENGONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI FASA TUNGGAL YANG TERHUBUNG PADA SUPLAI DAN YANG TERHUBUNG PADA *MAIN* *WINDING* DAN PENGARUHNYA TERHADAP *TOTAL HARMONIC* *DISTORTION*

(Mukhammad Hizbulloh Fajri)

(Dosen pembimbing I, Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE.)

(Dosen pembimbing II, Irrine Budi Sulistyowati, ST.,MT.)

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Energi Listrik

Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo, Km 2 Malang - Jawa Timur

e-mail : voltus_ereh@yahoo.co.id

Kata kunci : Efisiensi, Motor Induksi Satu Fasa, *Total Harmonic Distortion* (*THD*)

Dalam skripsi ini dibahas mengenai analisa perbandingan efisiensi penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi fasa tunggal yang terhubung pada suplai dan yang terhubung pada *main winding* dan pengaruhnya terhadap *Total Harmonic Distortion* (*THD*). Pengujian yang dilakukan adalah mengamati besarnya torsi, arus, $\cos \phi$, daya input, *THD* dan efisiensi pada berbagai kecepatan motor. Dari hasil pengujian terhadap dua pola pengontrolan kecepatan yang ditempatkan pada kumparan utama (*main winding*) 97,188 % lebih efisien dibandingkan dengan yang ditempatkan pada suplai.

Pengontrol kecepatan yang ditempatkan pada kumparan utama (*main winding*) tidak mempengaruhi tegangan input pada kumparan bantu (*auxiliary winding*), hal inilah yang menyebabkan pola penempatan pengontrol pada *main winding* menjadi lebih efisien. Pengaruh harmonisa terhadap arus pada *main winding* menunjukkan pengaruh yang lebih kecil dengan rata – rata sebesar 4,218 %, sedangkan pengaruh harmonisa terhadap tegangannya sebesar 2,239 % .

DAFTAR ISI

	HALAMAN
Kata Pengantar	i
Abstrak	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel	vii
Daftar Grafik	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Pembahasan	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Metodologi Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
 BAB II TEORI DASAR	
2.1. Pengertian Umum	8
2.2. Medan Pulsasi Ganda Pada Motor Induksi Satu Fasa	9
2.3. Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Satu Fasa	12
2.4. Motor Kapasitor Tetap (Capasitor Run)	13
2.5. Parameter – Parameter Pada Motor Induksi Satu Fasa	15
2.6. Pengaturan Kecepatan	18
2.6.1 Sumber harmonisa	21

2.6.2.	Pengaruh harmonisa pada komponen peralatan listrik.....	22
2.6.3.	Pengaruh harmonisa pada motor	23
2.6.4.	Standar harmonisa	24
2.7	Indeks Harmonisa.....	26
2.7.1.	Total Harmonic Distortion	26
2.8	Efisiensi.....	26

BAB III RANCANGAN PENGUJIAN

3.1	Metode Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa.....	30
3.1.1.	Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Ditempatkan Pada Suplai.....	30
3.1.2.	Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Ditempatkan Pada Kumputan Utama (<i>Main Winding</i>).....	31
3.2.	Spesifikasi Data Motor Induksi Satu Fasa	33
3.3.	Spesifikasi Data Peralatan Alat Ukur Yang Dipakai Dalam Pengujian..	33
3.4.	Data Hasil Pengukuran.....	34
3.5.	Algoritma Pemrograman Dan <i>Flowchart</i>	35
3.5.1.	Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum Untuk Pengujian Efisiensi Secara Langsung	35
3.5.2.	<i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah Secara Umum Dengan Pengujian Efisiensi Secara Langsung Menggunakan Bantuan Alat Ukur...	36

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1.	Alat – Alat Yang Dipergunakan Dalam Pengujian	37
4.2	Data Hasil Pengukuran Dengan Menggunakan Dua Macam Alat Ukur..	38

4.3.	Data Hasil Percobaan	43
4.3.1.	Analisa Data Hasil Pengujian Dengan Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada Suplai.....	44
4.3.2.	Analisa Data Hasil Pengujian Dengan Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada <i>Main Winding</i>	49
4.3.3.	Analisa Data Perhitungan Rata – rata Arus, Cos ϕ , Torsi, Efisiensi, Rugi - rugi Daya, Arus Harmonisa Dan Tegangan Harmonisa Dengan Pola Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada Suplai Dan Pada Kumparan Utama (<i>Main Winding</i>).....	54
4.4	Grafik Hasil Pengujian Dengan Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada Suplai Dan Pada Kumparan Utama (<i>Main Winding</i>)	58
4.4.1.	Analisa Gambar Grafik Hasil Pengujian Dengan Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada Suplai Dan Pada <i>Main Winding</i>	61

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran - saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2-1	Konstruksi Motor Induksi 9
Gambar 2-2	Pulsasi Terhadap Waktu..... 10
Gambar 2-3	Torsi Pada Motor AC Satu Fasa..... 11
Gambar 2-4	Rangkaian Ekivalen Motor Induksi Satu Fasa..... 12
Gambar 2-5	Motor Kapasitor Tetap (<i>Capasitor Run</i>) 14
Gambar 2.6	Bentuk Gelombang Tipikal 17
Gambar 2.7	Rangkaian Pengatur Kecepatan Motor..... 18
Gambar 2.7a	Bentuk Gelombang Frekwensi Dasar 19
Gambar 2.7b	Bentuk Gelombang Frekwensi Dasar Dan Frekwensi Harmonisa 20
Gambar 2.7c	Bentuk Gelombang Resultan Dari Frekwensi Dasar Dan Harmonisanya..... 20
Gambar 2.8	Efisiensi Mesin – Mesin Listrik 28
Gambar 3.1	Pola Pengujian Pengontrol Kecepatan Ditempatkan Pada Suplai (Pola 1)..... 30
Gambar 3.2	Pola Pengujian Pengontrol Kecepatan Ditempatkan Pada Kumparan Utama (Pola 2)..... 31

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Table 2.1	Voltage Distortion Limits 25
Tabel 2.2	Standar Untuk Arus Harmonisa 25
Tabel 3.1	Data Hasil Pengukuran Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Suplai..... 34
Tabel 3.2	Data Hasil Pengukuran Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Kumparan Utama (<i>Main Winding</i>)..... 34
Tabel 4.1	Data Hasil Pengukuran Tegangan Dengan Pengontrol Pada Suplai Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur 38
Tabel 4.2	Data Hasil Pengukuran Tegangan Dengan Pengontrol Pada Kum Paran Utama Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur 38
Tabel 4.3	Data Hasil Pengukuran Arus Dengan Pengontrol Pada Suplai Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur.....38
Tabel 4.4	Data Hasil Pengukuran Arus Dengan Pengontrol Pada Kum Paran Utama Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur.....39
Tabel 4.5	Data Hasil Pengukuran $\cos \phi$ Dengan Pengontrol Pada Suplai Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur.....39
Tabel 4.6	Data Hasil Pengukuran $\cos \phi$ Dengan Pengontrol Pada Kum paran Utama Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur 39
Tabel 4.7	Data Hasil Pengukuran P_{in} Dengan Pengontrol Pada Suplai Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur..... 40

Tabel 4.8	Data Hasil Pengukuran <i>P in</i> Dengan Pengontrol Pada Kum paran Utama Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur	40
Tabel 4.9	Data Hasil Pengukuran Torsi Dengan Pengontrol Pada Suplai Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur.....	40
Tabel 4.10	Data Hasil Pengukuran Torsi Dengan Pengontrol Pada Kum paran Utama Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur	41
Tabel 4.11	Data Hasil Pengukuran THD pada Arus Dengan Pengontrol Pada Suplai Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur.....	41
Tabel 4.12	Data Hasil Pengukuran THD pada Arus Dengan Pengontrol Pada Kumparan Utama Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur	41
Tabel 4.13	Data Hasil Pengukuran THD pada Tegangan Dengan Pengontrol Pada Suplai Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur.....	42
Tabel 4.14	Data Hasil Pengukuran THD pada Tegangan Dengan Pengontrol Pada Kumparan Utama Dengan Menggunakan Dua Alat Ukur	42
Tabel 4.15	Data Hasil Pengukuran Dengan Pengontrolan Kecepatan Pada Suplai.....	43
Tabel 4.16	Data Hasil Pengukuran Dengan Pengontrol Pada Kumparan Utama (<i>Main Winding</i>).....	44
Tabel 4.17	Data Hasil Perhitungan Efisiensi Dengan Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Suplai.....	49
Tabel 4.18	Data Hasil Perhitungan Efisiensi Dengan Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Kumparan Utama (<i>Main Winding</i>).....	54

Tabel 4.19	Perbandingan Hasil Pengujian Penempatan Rangkaian Pengontrol	
	Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa.....	62

DAFTAR GRAFIK

	HALAMAN
Grafik 4.1	Grafik Karakteristik Arus Sebagai Fungsi Kecepatan 58
Grafik 4.2	Grafik Karakteristik $\cos \phi$ Sebagai Fungsi Kecepatan 59
Grafik 4.3	Grafik Karakteristik P_{Input} Sebagai Fungsi Kecepatan 59
Grafik 4.4	Grafik Karakteristik Torsi Sebagai Fungsi Kecepatan.....60
Grafik 4.5	Grafik Karakteristik Efisiensi Sebagai Fungsi Kecepatan.....60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Motor induksi dengan kapasitor tetap (*capasitor run*) adalah jenis motor yang banyak digunakan untuk aplikasi sehari-hari dan aplikasi industri, untuk aplikasi sehari-hari biasa banyak dipakai untuk keperluan motor kecil didalam rumah tangga seperti kipas angin, peniup, pompa, mesin pendingin, AC (*air-conditioning*) dan lain-lain, sedangkan untuk aplikasi industri pada umumnya adalah untuk menyediakan kerja mekanik. Pengontrolan kecepatan sangat diperlukan apabila motor tersebut akan digunakan untuk kecepatan yang berubah - ubah, pengontrolan yang dilakukan haruslah menghasilkan efisiensi energi yang baik. Jenis pengontrolan dilakukan dengan menggunakan TRIAC yang terhubung langsung pada sumber, selain itu ada pula pengontrolan yang dilakukan dengan menghubungkan TRIAC pada kumparan utama (*main winding*). TRIAC adalah komponen elektronika daya yang terbuat dari bahan semikonduktor yang termasuk dalam jenis *thyristor* yang biasa juga disebut dengan *thyristor bi-directional*.

Struktur TRIAC sebenarnya adalah sama dengan dua buah SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) yang arahnya bolak-balik dan kedua gerbangnya (*gate*) disatukan. TRIAC bekerja mirip seperti SCR yang paralel bolak-balik, sehingga dapat melewatkan arus dua arah. Keuntungan dari penempatan rangkaian pengontrol kecepatan yang diletakkan pada suplai akan mengatur besarnya tegangan pada kumparan utama (*main winding*) dan kumparan bantu (*auxiliary winding*)

sedangkan penempatan rangkaian pengontrol kecepatan yang ditempatkan pada kumparan utama hanya mengatur besarnya tegangan pada kumparan utama. Namun dari kedua cara penempatan rangkaian pengontrol tersebut, juga terdapat beberapa kerugian yaitu pada penempatan rangkaian pengontrol kecepatan yang diletakkan pada suplai terdapat adanya distorsi gelombang yang tidak sinusoida pada kumparan utama, kumparan bantu dan pada kapasitornya, hal ini disebabkan oleh adanya pengaruh langsung dari rangkaian pengontrolnya. Sedangkan pada penempatan rangkaian pengontrol kecepatan yang diletakkan pada kumparan utama juga terdapat distorsi gelombang tetapi hanya pada kumparan utamanya saja, namun pada kumparan bantu dan kapasitornya tidak mengalami distorsi gelombang, karena tidak mengalami pengaruh langsung dari rangkaian pengontrolnya.

Karena hanya ada satu fasa pada belitan stator (kumparan utama), medan magnet pada motor induksi satu fasa tidak berputar, tetapi hanya menimbulkan medan pulsasi saja yang berada pada posisi yang tetap, bukan medan yang berputar terhadap ruang. Dalam keadaan demikian, karena tidak ada medan magnet putar pada stator, motor induksi satu fasa tidak mempunyai torsi awal. Oleh sebab itu dipasang kumparan bantu yang mempunyai tahanan lebih besar dari pada kumparan utama, sedang reaktansinya dibuat lebih kecil. Dengan demikian terdapat perbedaan fasa antara arus kumparan I_m dengan arus kumparan bantu I_a (I_a terdahulu dari I_m). Motor berfungsi sebagai motor dua fasa tidak seimbang, akibatnya terjadi medan putar pada stator yang mengakibatkan motor berputar.

Dengan ditematkannya rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa pada suplai dan pada kumparan utama akan menyebabkan terjadinya distorsi

gelombang harmonisa, hal ini dikarenakan oleh adanya pengaruh langsung dan tidak langsung dari penempatan rangkaian pengontrol itu sendiri yang nantinya juga akan berpengaruh pada perbaikan nilai efisiensinya. Dari hasil pengujian penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa ini, akan di evaluasi manakah yang paling kecil pengaruhnya terhadap gangguan harmonisa apakah pada penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang diletakkan pada suplai, ataukah pada penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang diletakkan pada kumparan utama.

THD (Total Harmonic Distortion) adalah rasio nilai rms komponen harmonisa terhadap nilai rms komponen dasar biasanya dinyatakan dalam bentuk persen. Indeks ini digunakan untuk mengukur deviasi bentuk gelombang periodik yang mengandung harmonisa dari gelombang sinus sempurna. Pada saat terjadi gelombang sinus sempurna nilai *THD* adalah nol.

Maka, dari kedua jenis pengontrolan ini akan dibandingkan manakah yang mempunyai efisiensi energi yang paling baik serta pengaruhnya terhadap gangguan harmonisa yang paling kecil.

1.2 Rumusan Masalah

Pengontrolan kecepatan sangat diperlukan apabila motor tersebut akan digunakan untuk kecepatan yang diinginkan, pengontrolan yang dilakukan haruslah menghasilkan efisiensi energi yang baik dan paling kecil pengaruhnya terhadap gangguan harmonisa. Jenis pengontrolan dilakukan dengan menggunakan TRIAC

yang terhubung pada suplai dan yang terhubung pada kumparan utama (*main winding*).

Sehubungan dengan permasalahan di atas maka skripsi ini mengambil judul:

“PERBANDINGAN EFISIENSI PENEMPATAN RANGKAIAN PENGONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI FASA TUNGGAL YANG TERHUBUNG PADA SUPLAI DAN YANG TERHUBUNG PADA *MAIN WINDING* DAN PENGARUHNYA TERHADAP *TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD)* “

1.3 Tujuan Pembahasan

Membandingkan efisiensi dan mengetahui besar kecilnya pengaruh gangguan harmonisa dari penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi pada suplai dan pada kumparan utama (*main winding*)

1.4 Batasan Masalah

1. Motor induksi yang digunakan adalah motor induksi satu fasa jenis motor kapasitor tetap (*Capasitor run*)
2. Pengujian efisiensi dilakukan secara langsung dengan menggunakan bantuan alat ukur pada berbagai kecepatan motor. Pengujian yang dilakukan adalah dengan mengamati besarnya torsi, arus, $\cos \varphi$, daya input, besarnya *THD* (*Total Harmonic Distortion*) dan efisiensi untuk penempatan pengontrol pada ;

(1) Pada Suplai

(2) Pada Kumparan Utama.

3. Pembahasan lebih ditekankan pada perbandingan efisiensi dan pengaruh *THD* (*Total Harmonic Distortion*) dari penempatan rangkaian pengontrol baik pada suplai maupun pada kumparan utama.
4. TRIAC hanya sebagai peralatan pengontrol dan tidak akan dikaji.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam melaksanakan penulisan skripsi ini metodologi sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Pengumpulan bahan yang berkaitan dengan motor induksi serta penurunan rumus-rumus yang digunakan dalam skripsi ini

b. Pengumpulan Data

Melakukan percobaan dan pengambilan data dari penempatan pengontrol kecepatan motor pada suplai dan kumparan utama (*main winding*)

c. Melakukan analisa dari data yang diperoleh

d. Menarik kesimpulan

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan yang akan dilakukan secara sistematis dari pembahasan umum ke pembahasan inti yang merupakan garis besar dari tugas akhir ini yang mana dibagi dalam lima bab, yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi dan sistematik penulisan serta relevansinya.

BAB II : TEORI DASAR

Membahas tentang teori dasar mengenai motor induksi, konstruksi, prinsip kerja motor induksi, rangkaian ekivalen, pengaturan kecepatan motor induksi dan harmonisa.

BAB III : RANCANGAN PENGUJIAN

Pada bab ini diuraikan gambar percobaan dari penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor baik yang ditempatkan pada suplai maupun yang ditempatkan pada kumparan utama (*main winding*), dan juga berisikan data *nameplate* motor induksi satu fasa, peralatan alat ukur yang akan dipakai dalam pengujian langsung, data hasil pengukuran dengan alat ukur, *flowchart* dan algoritma pemrograman secara umum.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Berisikan pengujian efisiensi secara langsung dengan menggunakan alat ukur, analisa data dan perbandingan hasil data penempatan pengontrol pada suplai terhadap data penempatan pengontrol pada kumparan utama (*main winding*).

BAB V : PENUTUP

Berisikan kesimpulan dari percobaan penempatan rangkaian pengontrol kecepatan pada suplai dan pada kumparan utama (*main winding*) serta saran.

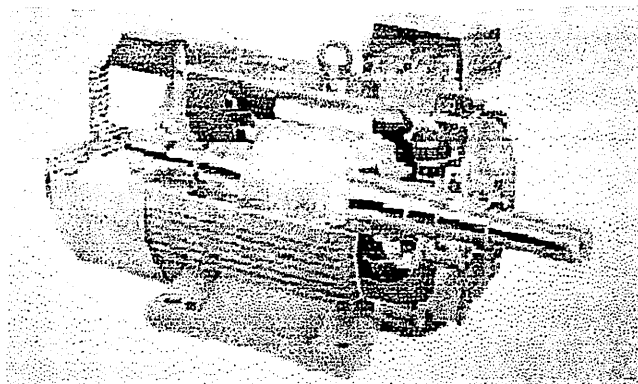
BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pengertian Umum

Diantara semua jenis motor listrik baik arus searah (DC) maupun arus bolak-balik (AC), maka motor induksi adalah jenis motor yang paling banyak digunakan. Disebut motor induksi karena energi listrik tidak disalurkan secara langsung ke rotor motor induksi (lilitan rotor induksi tidak mempunyai hubungan dengan sumber listrik). Rotor motor induksi tidak menerima energi listrik secara langsung, tetapi menerima energi listrik berdasarkan induksi magnet (imbas) dari kumparan stator.

Motor induksi satu fasa banyak digunakan terutama untuk aplikasi yang memerlukan daya keluaran yang rendah. Hal lain yang mendukung digunakannya motor induksi satu fasa adalah karena bentuknya yang sederhana, ukuran yang kecil dan harga yang relatif murah. Ukuran motor induksi satu fasa umumnya berkisar antara 1/20 Hp s/d 1 Hp. Masalah utama yang berhubungan dengan desain motor induksi satu fasa adalah tidak adanya medan putar seperti halnya pada motor induksi tiga fasa. Karena hanya ada satu fasa pada belitan stator, medan magnet pada motor induksi satu fasa tidak berputar, tetapi hanya menimbulkan medan pulsasi saja yang berada pada posisi yang tetap, bukan medan yang berputar terhadap ruang. Karena tidak ada medan magnet putar pada stator, motor induksi satu fasa tidak mempunyai torsi awal.

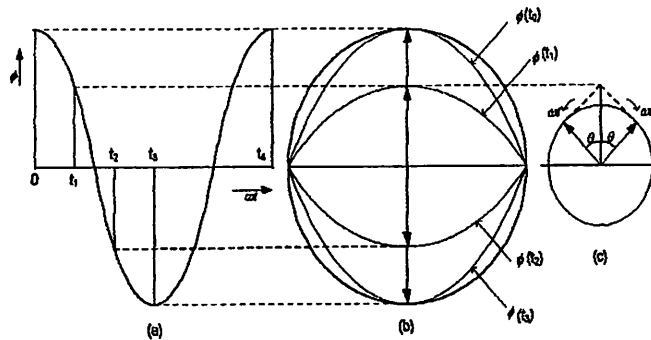


Gambar 2-1
Konstruksi Motor Induksi 1 Phasa ^[7]

2.2 Medan Pulsasi Ganda pada Motor Induksi Satu Phasa

Struktur motor induksi satu phasa sama dengan motor induksi tiga phasa jenis rotor sangkar, kecuali kumparan statornya yang hanya terdiri dari satu phasa. Seperti telah diketahui kumparan stator tiga phasa bila dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik akan menghasilkan suatu medan magnet yang berputar terhadap ruang. Medan putar inilah yang pada dasarnya menjadi prinsip motor induksi. Tidak demikian halnya dengan motor induksi satu phasa, karena belitan stator dari motor induksi satu phasa di suplai oleh sumber tegangan bolak-balik yang sinusoida, pada gambar 2-2 terlihat dua macam kumparan yaitu kumparan utama (*main winding*) dan kumparan Bantu (*auxiliary winding*) dengan rotor type rotor sangkar yang di suplai oleh tegangan jala-jala satu phasa. Tegangan bolak-balik yang sinusoida akan menghasilkan fluksi yang sinusoida pula ($e = d\phi/dt$). Fluksi

yang sinusoida ini hanya menghasilkan fluksi (medan) pulsasi saja dan bukan fluksi yang berputar terhadap ruang.



Gambar 2-2
Pulsasi terhadap waktu ^[4]

Dari gambar diatas dapat dilihat masing-masing keadaan fluksi terhadap ruang atau pulsasi (a), keadaan fluksi terhadap waktu (b) dan keadaan fluksi terhadap kedudukan vektornya di ruang.

$$\phi = \phi_m \cdot \text{Cos } \omega t \dots \dots \dots (2-1)$$

Fluksi sebagai fungsi ruang adalah :

$$\phi = \phi_m \cdot \text{Cos } \theta \dots \dots \dots (2-2)$$

Maka fluksi sebagai fungsi waktu ruang adalah :

$$\phi = \phi_m \cdot \text{Cos } \theta \cdot \text{Cos } \omega t \dots \dots \dots (2-3)$$

$$\phi = \frac{1}{2} \cdot \phi_m [\text{cos}(\theta - \omega t) + (\theta + \omega t)] \dots \dots \dots (2-4)$$

Dari rumus diatas dapat diketahui bahwa fluksi yang dihasilkan oleh kumparan satu phasa merupakan fluksi dengan dua komponen, yaitu komponen fluksi arah maju (ϕ_f) dan komponen fluksi arah mundur (ϕ_b) dimana :

$$\phi_f = \frac{1}{2} \cdot \text{cos}(\phi - \omega t) \dots \dots \dots (2-5)$$

$$\phi_b = \frac{1}{2} \cos(\theta + \omega t) \dots \dots \dots (2-6)$$

Dimana :

ωt = Kecepatan

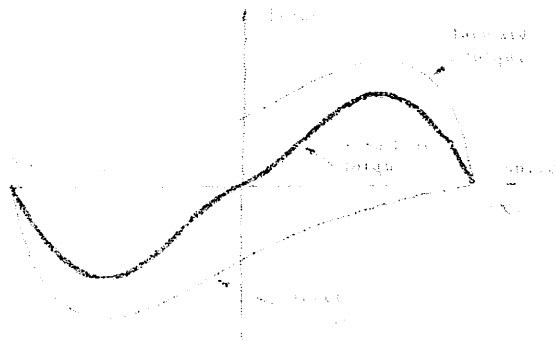
ϕ = Sudut ruang

ϕ_f = Fluksi arah maju

ϕ_b = Fluksi arah mundur

ϕ_m = Fluksi medan

Kedua komponen fluksi diatas bergerak berlawanan arah dengan kecepatan sudut (ωt) yang sama, sehingga kedudukannya terhadap ruang seolah- olah tetap. Kedua komponen fluksi yang berlawanan arah tersebut tentunya akan menghasilkan torsi yang sama besar dan berlawanan arah pula (arah maju dan arah mundur) seperti terlihat pada gambar 2-3 berikut.



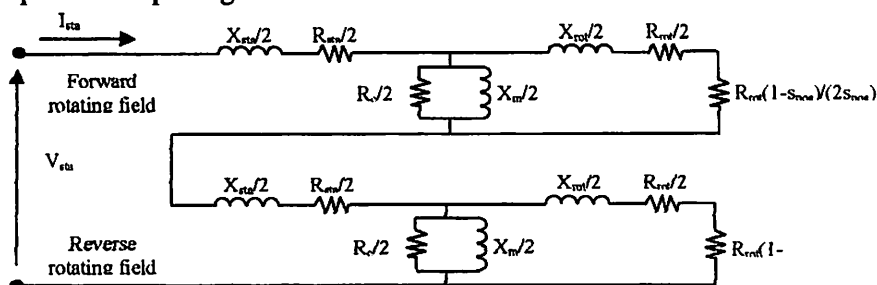
Gambar 2-3
Torsi pada motor AC 1 Phasa ^[4]

Torsi resultan yang dihasilkan oleh kedua komponen torsi tersebut pada dasarnya mempunyai kemampuan untuk menggerakkan motor dengan arah maju dan mundur. Tetapi pada keadaan start kemampuan motor untuk maju sama besar dengan

kemampuan gerak mundurnya, oleh sebab itu motor tetap diam saja. Apabila dengan suatu alat bantu dapat diberikan sedikit torsi maju, maka motor akan berputar mengikuti torsi resultan maju dan demikian pula sebaliknya. Karena hanya ada satu fasa pada belitan stator (kumparan utama), medan magnet pada motor induksi satu fasa tidak berputar, tetapi hanya menimbulkan medan pulsasi saja yang berada pada posisi yang tetap, bukan medan yang berputar terhadap ruang. Dalam keadaan demikian, karena tidak ada medan magnet putar pada stator, motor induksi satu fasa tidak mempunyai torsi awal. Oleh sebab itu diberikan kumparan bantu yang mempunyai tahanan lebih besar dari pada kumparan utama, sedang reaktansinya dibuat lebih kecil. Dengan demikian terdapat perbedaan fasa antara arus kumparan I_m dengan arus kumparan bantu I_a (I_a terdahulu dari I_m). Motor berfungsi sebagai motor dua fasa tidak seimbang, akibatnya terjadi medan putar pada stator yang mengakibatkan motor berputar.

2.3 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi Satu Fasa

Untuk membahas rangkaian ekuivalen dari motor induksi satu fasa, dapat diperhatikan pada saat motor diam. Pada saat itu motor seolah – olah trafo satu fasa dengan sisi sekunder dihubungkan singkat, Rangkaian ekuivalen dapat dilihat pada gambar 2-4



Gambar 2-4
Rangkaian Ekvivalen Motor Induksi Satu Phasa ^[4]

Dimana :

V_{sta} : Tegangan input pada motor (volt)

X_{sta} : Reaktansi Stator (ohm)

R_{sta} : Resistansi Stator (ohm)

R_c : Resistansi Inti (ohm)

X_m : Reaktansi Bersama Stator dan Rotor

X_{rot} : Reaktansi Rotor (ohm)

R_{rot} : Resistansi Rotor (ohm)

S : Slip

I_{pos} : Arus pada putaran medan maju (forward)

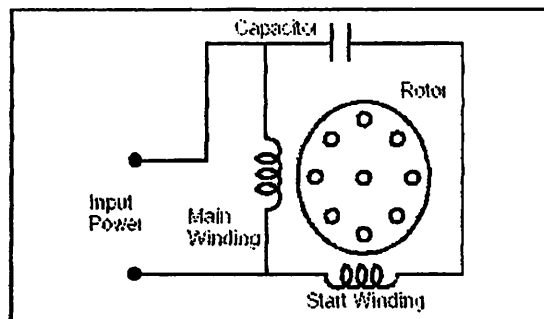
I_{neg} : Arus pada putaran medan mundur (reversing)

Selanjutnya dari prinsip medan putar ganda, dimana gelombang magnet merupakan dua komponen medan putar yaitu, medan putar maju dan medan putar mundur, yang besarnya sama dan berlawanan arah, keduanya mempunyai setengah amplitude dari medan magnet yang berpulsasi, yang masing-masing menyatakan pengaruh medan maju dan medan mundur.

2.4. Motor Kapasitor Terpisah Tetap (*Capasitor – Run*)

Pada motor kapasitor terpisah tetap (*Capasitor-Run*), kapasitor dan lilitan tambahan tidak diputuskan setelah motor hidup. Konstruksinya dapat

disederhanakan dengan meniadakan penyambungan arus (saklar sentrifugal) seperti terlihat pada gambar 2-5 berikut :



Gambar 2-5

Motor Kapasitor Terpisah Tetap (*Capasitor Run*)

Starting dengan menggunakan kapasitor terpisah tetap akan memperoleh perbaikan pada faktor daya, efisiensi, dan pembentukan pulsa momen kakas. Sebagai contoh kapasitor dan lilitan tambahan dapat dirancang untuk bekerja dengan sempurna pada 2-fasa pada sembarang beban yang diinginkan. Dengan demikian medan mundur akan hilang, yang menyebabkan perbaikan efisiensinya. Disamping itu akan hilang juga pembentukan pulsa momen-kakas frekwensi stator ganda, kapasitor akan berlaku sebagai penampung penyimpanan tenaga untuk menghaluskan pembentukan pulsa pada masukan daya dari jala-jala satu fasa. Hasilnya merupakan suatu motor yang tidak berisik

2.5 Pengaturan Kecepatan

Motor induksi pada umumnya berputar dengan kecepatan konstan, mendekati kecepatan sinkronya. Meskipun demikian pada penggunaan tertentu dikehendaki juga adanya pengaturan putaran. Pengaturan putaran motor induksi memerlukan biaya yang agak tinggi.

Ada beberapa cara atau metoda untuk mengatur kecepatan putar motor induksi yaitu :

- Pengaturan Tahanan Luar
- Mengubah jumlah pasang kutub
- Mengatur tegangan yang diberikan ke motor
- Mengubah frekwensi yang diberikan ke motor

Pada kesempatan ini kami hanya akan menjelaskan cara atau metoda untuk mengatur kecepatan putar motor dengan mengatur tegangan yang diberikan ke motor. Pengaturan dilakukan dengan cara tegangan di variable. Tetapi tegangan hanya dapat dikurangi dari nilai nominal.

Dengan mengacu pada rumus :

$$I_r = \frac{SV}{R_r} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$S \cdot V = I_r \cdot R_r \dots\dots\dots (2.8)$$

$$S = \frac{I_r \cdot R_r}{V} \dots\dots\dots (2.9)$$

dan

$$T = \frac{3}{\omega_s} \cdot \frac{SV^2}{R_r} \dots\dots\dots(2.10)$$

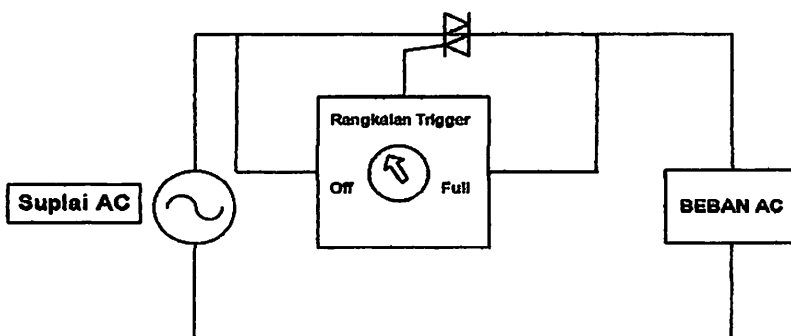
$$\omega s = \frac{3}{T} \cdot \frac{V^2}{R_r} \dots\dots\dots(2.11)$$

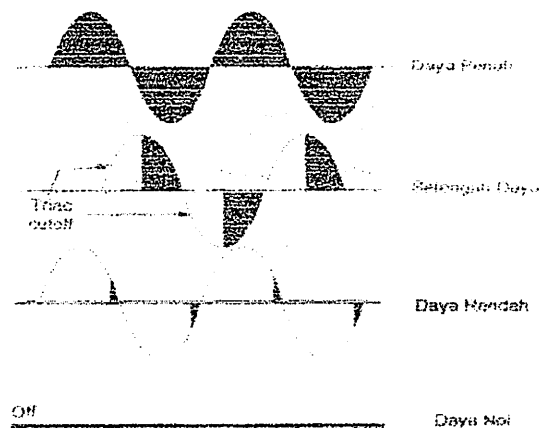
Dan untuk pengaturan putaran :

$$ns = \frac{120f}{P} \dots\dots\dots(2.12)$$

Pada pengontrol kecepatan motor yang digunakan adalah dengan mengontrol kecepatan yang dilakukan dengan mengubah tegangan yang diberikan ke motor. Komponen utama yang digunakan dalam pengontrolan ini adalah Triac.

Triac dapat digunakan untuk merubah arus AC rata-rata menjadi beban AC seperti pada gambar 2-6. Rangkaian trigger mengontrol titik dari bentuk gelombang AC dimana Triac dihubungkan ON. Bentuk gelombang yang terjadi adalah masih arus bolak-balik, tapi arus rata-rata diubah. - Diac adalah komponen seperti transistor dua terminal yang digunakan untuk mengontrol trigger SCR dan Triac.





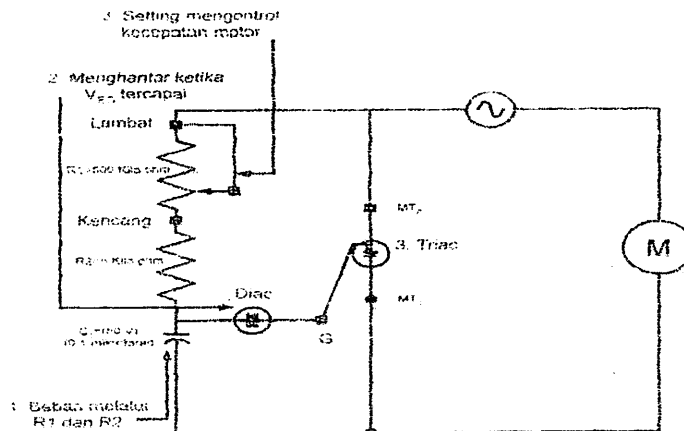
Gambar 2-6

Bentuk gelombang Tipikal

Tidak seperti transistor, dua sambungan diac diberi bahan campuran yang sama kuat dan sama. Simbol diac memperlihatkan bahwa diac bertindak seperti dua dioda yang menunjuk pada arah berbeda. Arus mengalir melalui diac (pada salah satu arah) ketika tegangan antaranya mencapai tegangan *breakover* yang diratakan. Pulsa arus yang dihasilkan ketika diac berubah dari status non-induksi ke status konduksi digunakan untuk pentriggeran gerbang SCR dan Triac.

Rangkaian pengontrol kecepatan diperlihatkan pada gambar 2-7. Ketika tahanan variable R1 ada pada harga terendahnya (cepat), kapasitor C1 mengisi dengan cepat pada permulaan dari masing-masing setengah siklus dari tegangan AC. Jika tegangan antara C1 mencapai tegangan Triac *over* dari diac, C1 dikosongkan pada gerbang Triac. Jadi, Triac ON (lebih awal) pada tiap setengah siklus dan bertahan hidup (ON) sampai akhir Triac setengah siklus. Oleh karena itu, arus akan mengalir lewat motor untuk sebagian besar dari diac setengah siklus dan menghasilkan putaran motor penuh. Pada saat tahanan R1 naik, waktu yang

diperlukan untuk mengisi C1 sampai tegangan *breakover* dari diac bertambah. Hal ini menyebabkan Triac menyala kemudian pada setengah siklus, sehingga panjang waktu arus yang mengalir pada motor menjadi berkurang sehingga putaran motor juga akan menjadi lambat.



Gambar 2-7

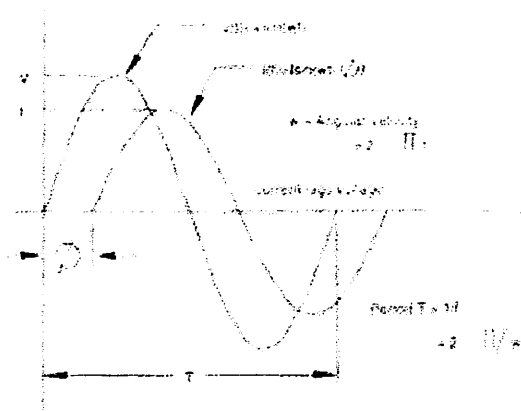
Rangkaian pengatur kecepatan motor

2.6 Harmonisa

Harmonisa adalah gangguan yang terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya distorsi gelombang arus dan tegangan. Pada dasarnya harmonisa adalah gejala pembentukan gelombang-gelombang dengan frekwensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekwensi dasarnya.

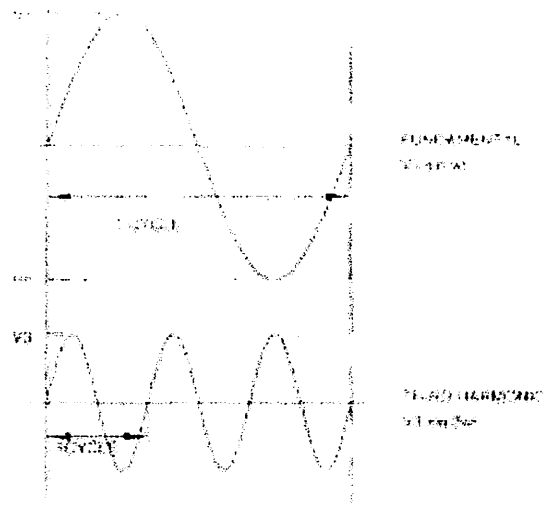
Hal ini disebut frekwensi harmonik yang timbul pada bentuk gelombang aslinya seperti pada gambar 2-8a sedangkan bilangan bulat pengali frekwensi dasar disebut angka urutan harmonik, misalnya frekwensi dasar suatu sistem tenaga listrik adalah 50 Hz, Maka harmonik keduanya adalah gelombang dengan frekwensi dasar

100 Hz. Harmonik ke tiga adalah gelombang dengan frekwensi dasar 150 Hz dan seterusnya. Gelombang-gelombang ini kemudian menumpang pada gelombang aslinya seperti terlihat pada gambar 2-8b sehingga terbentuk gelombang cacat yang merupakan jumlah resultan antara gelombang murni sesaat dengan gelombang harmonisnya seperti tampak pada gambar 2-8c.



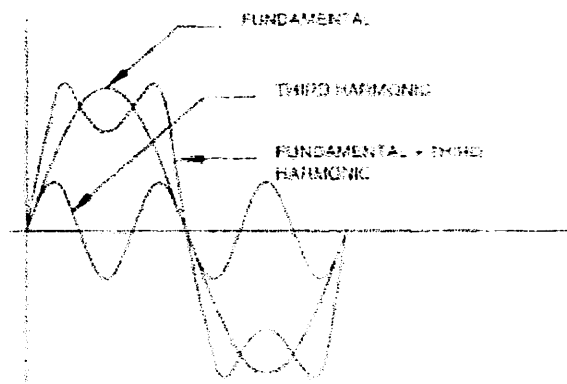
Gambar 2-8a.

Bentuk gelombang frekwensi dasar ^[9]



Gambar 2-8b.

Bentuk gelombang frekwensi dasar dan frekwensi harmonisa ^[9]



Gambar 2-8c

Bentuk gelombang resultan dari frekwensi dasar dan harmonisanya ^[9]

2.6.1. Sumber Harmonisa ^[13]

Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban, yaitu beban linier dan beban non linear. Beban linier adalah beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran linier artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan. Sedangkan beban non linier bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setiap setengah siklus sehinggal bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi).

Beban non linear yang umumnya merupakan peralatan elektronik yang didalamnya banyak terdapat komponen semi konduktor, dalam proses kerjanya berlaku sebagai saklar yang bekerja pada setiap siklus gelombang dan sumber tegangan. Proses kerja ini akan menghasilkan gangguan atau distorsi gelombang arus yang tidak sinusoidal. Bentuk gelombang ini tidak menentu dan dapat berubah menurut pengaturan pada parameter komponen semikonduktor dalam peralatan elektronik. Perubahan bentuk gelombang ini tidak terkait dengan sumber tegangannya.

Beberapa peralatan yang dapat menimbulkan timbulnya harmonik antara lain komputer, printer, lampu fluorescent yang menggunakan *electronic ballast*, kendali kecepatan motor, motor induksi, *batere charger*, dll. Peralatan ini dirancang untuk menggunakan energi listrik secara hemat dan efisien karena arus listrik hanya dapat melalui komponen semikonduktornya selama periode pengaturan yang telah ditentukan.

Namun disisi lain hal ini akan menyebabkan gelombang mengalami gangguan gelombang arus dan tegangan yang pada akhirnya kembali kebagian lain sistem tenaga listrik. Fenomena ini akan menimbulkan gangguan beban tidak linear satu fasa. Hal diatas banyak terjadi pada sistem distribusi yang memasok areal perkantoran atau komersial. Sedangkan pada areal perindustrian gangguan yang terjadi adalah beban non linear tiga fasa yang disebabkan oleh motor listrik, kontrol kecepatan motor, *batere charger*, *elctroplating*, dapur busur listrik.

2.6.2. Pengaruh Harmonisa pada komponen Peralatan Listrik

Harmonisa yang lebih banyak disebabkan karena adanya beban non linear ini membuat gangguan yang cukup besar kepada peralatan distribusi listrik. Beberapa komponen yang terpengaruh oleh harmonisa antara lain:

- *Konduktor*

Konduktor merupakan media yang dipakai untuk mentransferkan energi listrik. Arus harmonisa dapat menyebabkan rugi-rugi pada kawat penghantar bertambah. Hal ini disebabkan pada konduktor terdapat impedansi hambatan, yang meningkatkan arus. Arus harmonisa yang mengalir tersebutlah yang menyebabkan timbulnya panas. Panas tersebut semakin lama akan mengurangi daya hantarnya. Sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan rugi-rugi daya dan menurunkan efisiensi.

- *Transformer*

Pada *transformer* yang mengalami kerugian daya adalah pada kumparan primer, kumparan sekundernya dan inti besi (*ferromagnetic losses*). Telah diketahui bahwa arus harmonisa menambah kerugian daya pada penghantar yang berbentuk panas. Pada transformator berlaku sistem penginduksian, dimana bila arus harmonisa mengalir, maka fluks magnetik pada kumparan transformatornya akan menghasilkan rugi-rugi histerisis dan eddy current-nya proposional dengan harga frekuensinya. Gabungan dari rugi-rugi tembaga dan inti besi akan menyebabkan transformator menjadi *overheating*. Dan pada akhirnya panas tersebut akan menurunkan kekuatan isolasi. Pada transformator yang digunakan oleh PLN hubungan primer sekundernya menggunakan delta-star, karena memiliki keuntungan dapat mencegah harmonisa pada hubungan deltanya (primer) masuk pada hubungan star (sekunder) sehingga harmonisa tidak sampai masuk ke jaringan sekunder pada trafo tersebut.

2.6.3. Pengaruh Harmonisa Pada Motor

Harmonisa pada tegangan dan arus memberikan tambahan kerugian energi kumparan stator, rotor, dan juga pada inti besi rotor maupun statornya. Macam-macam pengaruh harmonisa pada motor yang muncul adalah:

- Rugi-rugi arus bocor

Kerugian atau *losses* arus bocor yang terjadi pada kumparan stator dan rotor jauh lebih besar dibandingkan yang disebabkan *eddy current* dan *skin effect*. Hal ini disebabkan oleh arus harmonisa memperbesar arus bocor yang telah

terjadi di stator dan rotor. Stator difungsikan untuk menginduksi tegangan rotor menimbulkan arus pada slot-slotnya.

- **Rugi-rugi besi dan tembaga**

Fluks yang timbul dari penginduksian tegangan dan stator yang kemudian timbul arus yang ada di slot-slot rotor dapat menimbulkan gerak relatif putar. Perubahan fluks yang terjadi pada rotor dan stator akan menimbulkan frekwensi harmonisa yang tinggi yang akan menghasilkan rugi-rugi besi dan tembaga pada stator dan rotor tersebut.

- **Beda fasa**

Selain itu, motor induksi yang bisa disebut dengan motor asinkron merupakan motor yang kecepatan putarnya tidak sesuai atau tidak sama dengan medan putar stator. Melihat kenyataan ini, maka akan timbul beda fasa antara regangan dan arus. Karena motor induksi ini termasuk beban induktif maka arus yang mengalir tertinggal dengan tegangannya. Apabila sumber yang menyuplai motor mengandung harmonisa, maka beda fasa yang terjadi pada motor induksi ini menjadi lebih besar.

2.6.4. Standar Harmonisa ^[12]

Standar harmonisa yang digunakan adalah standar IEEE 519. Ada dua kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi distorsi harmonisa. Yang pertama adalah batasan

harminisa arus, dan yang kedua adalah batasan harmonisa tegangan. Untuk Standard harmoisia arus, ditentukan oleh rasio I_{SC}/I_L .

% VTHD adalah presentase jumlah distorsi harmonisa. Yang terdistorsi oleh harmonisa terhadap frekuensi fundamentalnya, dan % ITHD adalah persentase jumlah total arus yang digunakan oleh harmonisa terhadap frekuensi fundamentalnya.

Tabel 2.1. Voltage Distortion Limits

Voltage at PCC	Individual Voltage Distortion (%)	Total Voltage Distortion THD (%)
69 Kv and Below	3,0	5,0
69 Kv – 161 Kv	1,5	1,5
161 Kv	1,0	2,5

I_{sc} adalah arus hubung singkat pada *Point of Common Coupling* sedangkan I_L adalah arus fundamental nominal. Sedangkan untuk tegangan standard harmonisanya ditentukan oleh tegangan sistem yang dipakai seperti pada tabel 2.2

Tabel 2.2. Standard untuk arus harmonisa

I_{sc}/I_L	Orde harmonisa dalam % terhadap I_L				
	< 11	$11 \leq h \leq 17$	$17 \leq h \leq 23$	$23 \leq h \leq 35$	$35 \leq h$
< 20	5.0	2.0	1.5	0.6	0.3
$20 < 50$	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5
$50 < 100$	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7
$100 < 1000$	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4

Dimana :

I_{sc} = Max short circuit current at PCC (*Point Of Common Coupling*)

I_L = Max load current (*Fundamental Frequency*) at FCC

2.7 Indeks Harmonisa

Dalam analisa harmonisa terdapat beberapa indeks yang penting untuk menggambarkan efek dan harmonisa pada komponen sistem tenaga.

2.7.1 Total Harmonic Distortion (THD)

Pendefinisian nilai rasio nilai rms komponen harmonisa ke nilai rms komponen dasar biasanya dinyatakan dalam bentuk persen. Indeks ini digunakan untuk mengukur deviasi bentuk gelombang periodik yang mengandung harmonisa dari gelombang sinus sempurna. Pada saat terjadi gelombang sinus sempurna nilai THD adalah nol.

Indeks yang umum digunakan adalah :

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_n^2}}{U_1} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

U_n = Komponen harmonisa

U_1 = Komponen Fundamental

N = Komponen harmonisa maksimum yang diamati

2.8 Efisiensi

Dalam Pengubahan macam daya baik dalam daerah kerja sebagai generator, motor atau dalam transformator-transfator dalam mesin-mesin lintrik timbul kerugian-kerugian, sehingga daya yang masuk tidak dalam jumlah sepenuhnya diteruskan

kepada pemakai. Perbandingan antara daya yang keluar dengan daya yang masuk disebut efisiensi mesin :

$$\eta = \frac{\text{daya keluar}}{\text{daya masuk}} = \frac{P_0}{P_1} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan, η = efisiensi

P_0 = daya keluar

P_1 = daya masuk

Bila P_{in} menyatakan kerugian-kerugian, maka karena $P_{in} = P_{out} + P_{in}$, (10.1) dapat juga ditulis sebagai berikut :

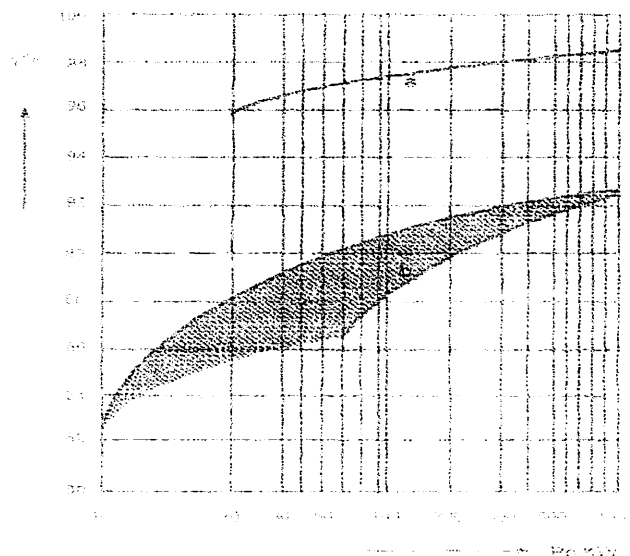
$$\eta = \frac{P_i - P_l}{P_i} = \frac{P_o}{P_o + P_l} = - \frac{P_l}{P_i} \dots\dots\dots(2.15)$$

Kerugian-kerugian yang timbul itu diubah menjadi panas, dan panas ini menyebabkan kenaikan temperatur bagian-bagian mesin diatas temperatur keliling. Kenaikan temperatur ini tidak boleh melebihi suatu batas tertentu, karena mendatangkan akibat-akibat yang merusak. Bagian mesin yang paling lemah adalah isolasi kumparan-kumparan. Kecuali itu pada temperatur kerjanya permukaan mesin harus masih dapat disinggung dengan tangan tanpa perasaan yang kurang menyenangkan. Besarnya kenaikan temperatur tidak semata-mata tergantung dari besarnya P_l , tetapi juga dari pendingin. Karena itu untuk mencegah kenaikan temperatur yang berlebih-lebihan maka panas yang timbul karena kerugian-kerugian yang ada dapat dibedakan menjadi:

- a.) Kerugian-kerugian magnetis, yaitu yang timbul karena perubahan-perubahan fluks dalam edaran magnetis
- b.) Kerugian-kerugian tembaga, yaitu yang timbul karena mengalirnya arus listrik dalam pengantar-pengantar di dalam mesin
- c.) Kerugian mekanis, yang bersangkutan dengan adanya geseran antara bagian-bagian mekanis yang bergerak satu terhadap yang lain, seperti pada gambar, sikat-sikat, geseran dengan udara (ventilasi), dan lain-lain.

Sebagian dari kerugian-kerugian tersebut sudah ada dalam keadaan tak berbeban. Kerugian-kerugian ini disebut kerugian-kerugian tak berbeban. Kerugian-kerugian yang timbul karena adanya beban disebut kerugian-kerugian beban. Gambar 2-14 memberikan gambaran mengenai efisiensi mesin-mesin listrik.

Lengkung a adalah efisiensi transformator pada beban penuh dan $\text{Cos } \phi = 1$. bahwa efisiensi transformator tergantung dari $\text{Cos } \phi$ beban, dapat dilihat dari hubungan sebagai berikut :



Gambar 2-14

Efisiensi Mesin-mesin Listrik

$$\eta = 1 - \frac{P_1}{P_i} = 1 - \frac{P_1}{U_1 I_1 \cos \phi} \dots\dots\dots(2.16)$$

Daerah bergaris b menunjukkan efisiensi mesin-mesin berputar pada umumnya. Efisiensi mesin tergantung dari perputaran nominal mesin, dan mesin-mesin yang perputarannya rendah pada umumnya efisiennya lebih rendah dari pada mesin-mesin dengan perputaran cepat. Selanjutnya mesin-mesin yang besar dapat memberikan efisiensi yang lebih dari mesin-mesin kecil.

Rumus-rumus yang digunakan dalam penyelesaian skripsi ini :

$$T = \frac{P_{out}}{\omega r} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$P_{out} = T \cdot \frac{2\pi nr}{60} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$P_{out} = T \cdot \omega r \dots\dots\dots(2.19)$$

$$\omega r = \frac{2\pi nr}{60} \dots\dots\dots(2.20)$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.21)$$

BAB III

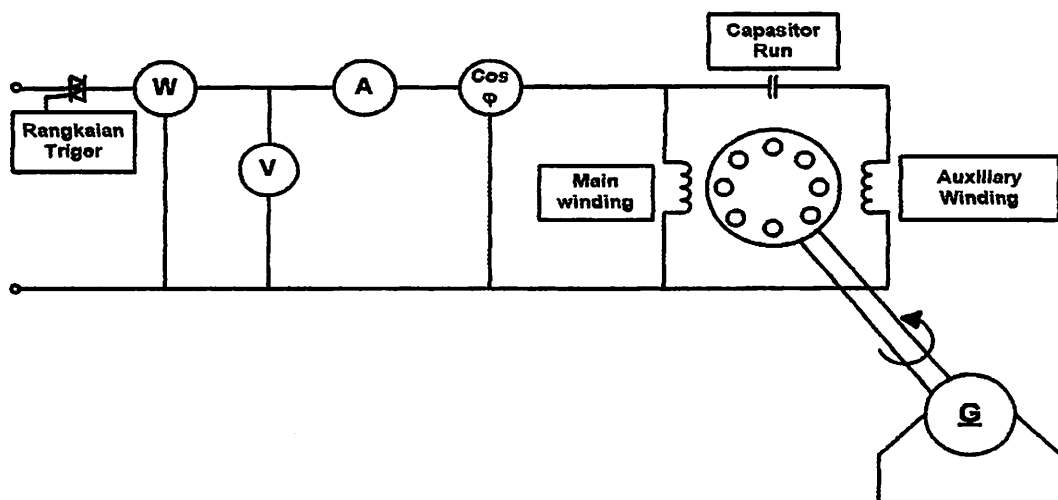
RANCANGAN PENGUJIAN

3.1. Metode penempatan pengontrolan kecepatan motor induksi satu fasa

Sebelum membahas pada metode penempatan pengontrol kecepatan yang akan di uji, maka dalam bab skripsi ini akan diperkenalkan terlebih dahulu tentang pola penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa *Capasitor Run*. Untuk pengujian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang ditempatkan pada suplai disebut sebagai pola pertama (pola 1), dan untuk pengujian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang ditempatkan pada kumparan utama (*Main Winding*) disebut sebagai pola kedua (Pola 2).

3.1.1. Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Ditempatkan Pada Suplai

Metoda penempatan pengaturan kecepatan yang akan diuji :



Gambar 3-1

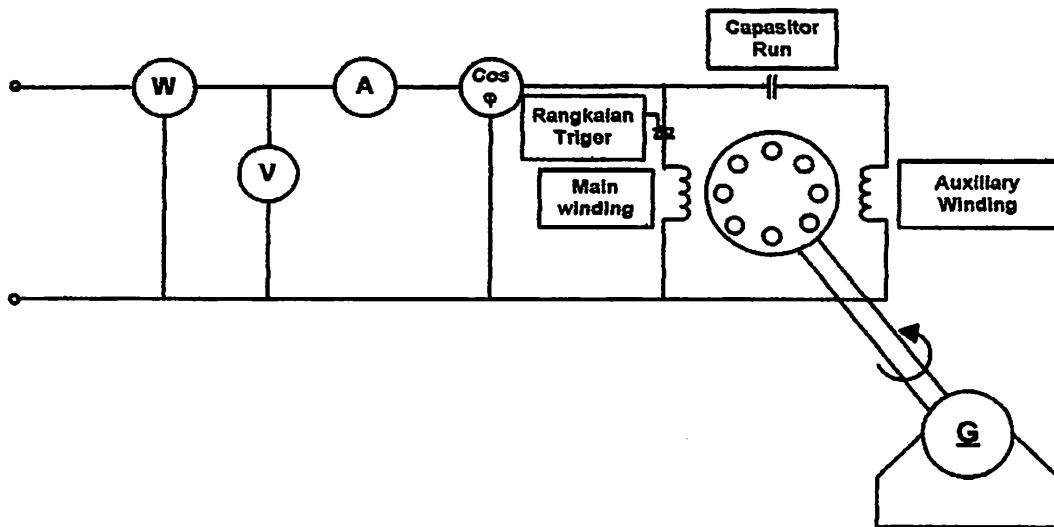
Pola Pengujian Pengontrol Kecepatan Ditempatkan Pada Suplai (Pola 1)

Pengambilan data pada motor berbeban dengan pola penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa pada suplai :

- Putaran 1100 → Arus, $\cos \phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor
- Putaran 2300 → Arus, $\cos \phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor
- Putaran 2500 → Arus, $\cos \phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor
- Putaran 2700 → Arus, $\cos \phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor
- Putaran 2800 → Arus, $\cos \phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor

3.1.2. Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Ditempatkan Pada Kumbaran Utama (*main winding*)

Metode penempatan pengontrolan kecepatan yang akan diuji :



Gambar 3-2

**Pola Pengujian Pengontrol Kecepatan Ditempatkan Pada Kumbaran Utama
(Pola 2)**

Pengambilan data pada motor berbeban dari pola penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa pada kumparan utama (*main winding*) :

- Putaran 1100 —→ Arus, $\text{Cos}\phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor
- Putaran 2300 —→ Arus, $\text{Cos}\phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor
- Putaran 2500 —→ Arus, $\text{Cos}\phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor
- Putaran 2700 —→ Arus, $\text{Cos}\phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor
- Putaran 2800 —→ Arus, $\text{Cos}\phi$, Pinput, Torsi, THD dan Efisiensi motor

Dari gambar diatas terlihat bahwa pada gambar 3-1, pola penempatan pengontrol kecepatan yang ditempatkan pada suplai akan mengatur besarnya tegangan pada kumparan utama (*main winding*) dan kumparan bantu (*auxiliary winding*) sedangkan pada gambar 3-2, pola penempatan pengontrol kecepatan hanya mengatur besarnya tegangan pada kumparan utama (*main winding*) selanjutnya kita akan mengamati perubahan Arus $\text{Cos}\phi$, P_{in} , Torsi, THD dan Efisiensi dari percobaan tersebut.

Dari pengambilan data pada motor terbeban akan didapatkan karakteristik Arus, $\text{Cos}\phi$, P_{input} , torsi, dan Efisiensi motor sebagai fungsi kecepatan, dari pola penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa pada suplai dan pada kumparan utama (*main winding*) yang selanjutnya akan ditunjukkan dalam bentuk gambar grafik.

3.2 Spesifikasi Data Motor Induksi Satu Fasa

Motor induksi yang digunakan dalam percobaan ini adalah motor induksi satu fasa jenis kapasitor tetap (*capasitor run*) dengan spesifikasi data *nameplate* sebagai berikut :

- Type motor : FUJIKAWA / DB - 125
- Daya : 100 Watt
- Tegangan Suplai : 220 Volt
- Arus : 1,9 Ampere
- $\cos\phi$: 0,83
- Frekwensi : 50 Hz
- *Capasitor run* : 10 μF
- Kecepatan Putaran : 2800 rpm

3.3 Spesifikasi data peralatan alat ukur yang dipakai dalam pengujian

Peralatan alat ukur yang digunakan dalam pengujian penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang ditempatkan pada suplai dan yang ditempatkan pada *main winding* meliputi :

- 1) Panel alat ukur DE LORENZO DL 10060
- 2) Turet power suplai DE LORENZO DL 10009
- 3) Torsi meter DE LORENZO DL 20006 C
- 4) Generator DC DE LORENZO DL 10300 A
- 5) Tacho meter DE LORENZO 2026
- 6) CLAMP ON POWER HiTESTER HIOKI
- 7) Kabel Jumper
- 8) Dimmer 220 / 230 Volt ; 10 Ampere

3.4 Data Hasil Pengukuran

Setelah melakukan pengujian maka didapatkan data pengukuran sebagai berikut :

Tabel 3-1
Data Hasil Pengukuran Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Suplai

No	V Suplai (volt)	V Kontrol (Volt)	Arus (Ampere)	cos ϕ	P in	Torsi	Rpm	THD%		Orde
								I	V	
1	220	180	0,365	0,35	28	0,21	1100	4.05	2,21	3
2		195	0,495	0,54	59	0,22	2300	4.18	2,17	3
3		205	0,54	0,55	65	0,23	2500	4.26	2,29	3
4		215	0,575	0,58	73	0,24	2700	4.41	2,29	3
5		220	0,665	0,605	88	0,28	2800	4.55	2,45	3

Tabel 3-2
Data Hasil Pengukuran Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Kumparan Utama (Main Winding)

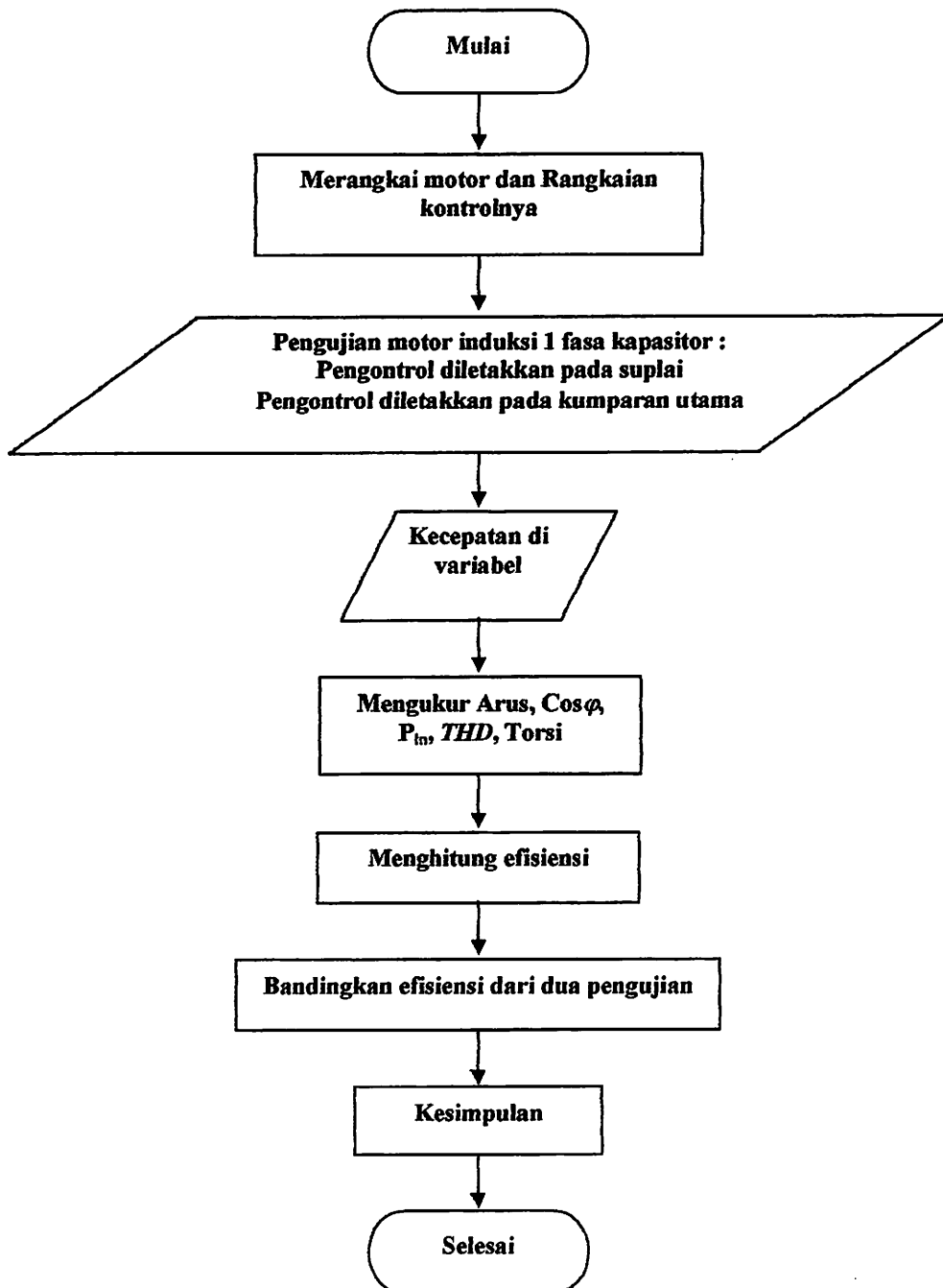
No	V Suplai (volt)	V Kontrol (Volt)	Arus (Ampere)	cos ϕ	P in	Torsi	Rpm	THD%		Orde
								I	V	
1	220	180	0,27	0,44	27	0,22	1100	4.03	2,105	3
2		195	0,43	0,59	57	0,23	2300	4.12	2,15	3
3		205	0,505	0,585	64	0,24	2500	4.20	2,26	3
4		215	0,545	0,605	72	0,25	2700	4.33	2,26	3
5		220	0,635	0,615	86	0,29	2800	4.41	2,42	3

3.5 Algoritma Pemrograman Dan Flowchart

3.5.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum Untuk Pengujian Efisiensi Secara Langsung

1. Merangkai motor induksi satu fasa kapasitor dan rangkaian kontrolnya.
2. Pengujian motor induksi 1 fasa kapasitor :
 - a. Pengontrol ditempatkan pada suplai
 - b. Pengontrol ditempatkan pada kumparan utama (*main winding*)
3. Kecepatan di rubah
4. Mengukur Arus, Cos Phi, Pin, THD, dan Torsi
5. Menghitung Efisiensi
6. Bandingkan Efisiensi dari dua pengujian
7. Kesimpulan
8. Selesai

3.5.2. Flowchart pemecahan masalah secara umum dengan pengujian efisiensi secara langsung menggunakan bantuan alat ukur



BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Pengujian penempatan pengontrol kecepatan motor induksi AC 1 fasa yang ditempatkan pada suplai dan yang ditempatkan pada kumparan utama (*main winding*) dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Elektrik Institut Teknologi Nasional Malang .

4.1. Alat-Alat Yang Dipergunakan Dalam Pengujian.

1. Motor induksi AC satu fasa
 - Type motor : FUJIKAWA / DB - 125
 - Daya : 100 Watt
 - Tegangan Suplai : 220 Volt
 - Arus : 1,9 Ampere
 - $\cos\phi$: 0,83
 - Frekwensi : 50 Hz
 - Capacitor run : 10 μF
 - Kecepatan Putaran : 2800 rpm
2. Panel alat ukur DE LORENZO DL 10060
3. Turet power suplai DE LORENZO DL 10009
4. Torsi meter DE LORENZO DL 2006 C
5. Generator DC DE LORENZO DL 10300 A
6. Tacho meter DE LORENZO 2026
7. CLAMP ON POWER HiTESTER HIOKI
8. Kabel Jumper
9. Dimmer 220 / 230 Volt ; 10 Ampere

4.2 Data Hasil Pengukuran Dengan Menggunakan Dua Macam Alat Ukur

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat, setiap pengujian dilakukan dua kali pengukuran dengan alat ukur yang berbeda. Dengan demikian kebenaran hasil pengukuran dapat di validasi. Dari hasil pengukuran dengan dua macam alat ukur didapatkan data pengukuran seperti terlihat pada tabel 4 – 1 sampai dengan tabel 4 - 14 sebagai berikut :

Tabel 4 - 1

No	V1 (Volt)	V2 (Volt)	V rata – rata
1	180	180	180
2	195	195	195
3	205	205	205
4	215	215	215
5	220	220	220

Data hasil pengukuran tegangan dengan pengontrol pada suplai dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 2

No	V1 (Volt)	V2 (Volt)	V rata – rata
1	180	180	180
2	195	195	195
3	205	205	205
4	215	215	215
5	220	220	220

Data hasil pengukuran tegangan dengan pengontrol pada kumparan utama (*main winding*) dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 3

No	I 1 (Ampere)	I 2 (Ampere)	I rata -rata
1	0,36	0,37	0,365
2	0,49	0,50	0,495
3	0,54	0,54	0,54
4	0,57	0,58	0,575
5	0,66	0,67	0,665

Data hasil pengukuran Arus dengan pengontrol pada suplai dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 4

No	I 1 (Ampere)	I 2 (Ampere)	I rata -rata
1	0,27	0,27	0,27
2	0,43	0,43	0,43
3	0,50	0,51	0,505
4	0,54	0,55	0,545
5	0,63	0,64	0,635

Data hasil pengukuran Arus dengan pengontrol pada kumparan utama (*main winding*) dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 5

No	$\text{Cos } \varphi 1$	$\text{Cos } \varphi 2$	$\text{Cos } \varphi$ rata -rata
1	0,35	0,35	0,35
2	0,54	0,54	0,54
3	0,55	0,55	0,55
4	0,58	0,58	0,58
5	0,60	0,61	0,605

Data hasil pengukuran $\text{Cos } \varphi$ dengan pengontrol pada suplai dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 6

No	$\text{Cos } \varphi 1$	$\text{Cos } \varphi 2$	$\text{Cos } \varphi$ rata -rata
1	0,44	0,44	0,44
2	0,59	0,59	0,59
3	0,58	0,59	0,585
4	0,60	0,61	0,605
5	0,61	0,62	0,615

Data hasil pengukuran $\text{Cos } \varphi$ dengan pengontrol pada kumparan utama (*main winding*) dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 7

No	$P \text{ in } 1$	$P \text{ in } 2$	$P \text{ in rata - rata}$
1	27	27	27
2	57	57	57
3	64	64	64
4	72	72	72
5	86	86	86

Data hasil pengukuran $P \text{ in}$ dengan pengontrol pada suplai dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 8

No	$P \text{ in } 1$	$P \text{ in } 2$	$P \text{ in rata - rata}$
1	28	28	28
2	59	59	59
3	65	65	65
4	73	73	73
5	88	88	88

Data hasil pengukuran $P \text{ in}$ dengan pengontrol pada kumparan utama (*main winding*) dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 9

No	Torsi 1 (N - m)
1	0,21
2	0,22
3	0,23
4	0,24
5	0,28

Data hasil pengukuran Torsi dengan pengontrol pada suplai dengan menggunakan satu alat ukur

Tabel 4 - 10

No	Torsi 2 (N - m)
	0,22
	0,23
	0,24
	0,25
	0,29

Data hasil pengukuran Torsi dengan pengontrol pada kumparan utama (*main winding*) dengan menggunakan satu alat ukur

Tabel 4 - 11

No	I THD 1 (%)	I THD 2 (%)	I THD rata - rata (%)
1	4.05	4.05	4.05
2	4.17	4.19	4.18
3	4.25	4.27	4.26
4	4.39	4.43	4.41
5	4.55	4.55	4.55

Data hasil pengukuran THD pada I (Arus) dengan pengontrol pada suplai dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 12

No	I THD 1 (%)	I THD 2 (%)	I THD rata - rata (%)
1	4.02	4.04	4.03
2	4.12	4.12	4.12
3	4.20	4.20	4.20
4	4.33	4.33	4.33
5	4.41	4.41	4.41

Data hasil pengukuran THD pada I (Arus) dengan pengontrol pada kumparan utama (*main winding*) dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 13

No	V THD 1 (%)	V THD 2 (%)	V THD rata – rata (%)
1	2,20	2,22	2,21
2	2,17	2,17	2,17
3	2,29	2,29	2,29
4	2,29	2,29	2,29
5	2,45	2,45	2,45

Data hasil pengukuran THD pada V (Tegangan) dengan pengontrol pada suplai
dengan menggunakan dua alat ukur

Tabel 4 - 14

No	V THD 1 (%)	V THD 2 (%)	V THD rata – rata (%)
1	2,10	2,11	2,105
2	2,15	2,15	2,15
3	2,26	2,26	2,26
4	2,26	2,26	2,26
5	2,41	2,43	2,42

Data hasil pengukuran THD pada V (Tegangan) dengan pengontrol pada kumparan
utama (*main winding*) dengan menggunakan dua alat ukur

4.3 Data Hasil Percobaan

Sesuai dengan tujuan utama dari penulisan skripsi ini, yaitu membandingkan efisiensi dari penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang ditempatkan pada suplai dan yang ditempatkan pada kumparan utama (*main winding*) dan serta pengaruhnya terhadap *Total Harmonic Distortion (THD)*, maka untuk mendapatkan efisiensi dari penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa tersebut perlu diadakan perhitungan dari data yang ada.

Untuk data hasil pengujian penempatan rangkaian pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang ditempatkan pada suplai dan pada kumparan utama (*main winding*), didapatkan data pengujian pengukuran pada berbagai kecepatan sebagai berikut (lihat tabel 4 -13 dan tabel 4 -14) :

Tabel 4 - 15
Data Hasil Pengukuran Dengan Pengontrol Kecepatan Pada Suplai

No	V Suplai (Volt)	V Kontrol (Volt)	Arus (Ampere)	cos ϕ	P in (Watt)	Torsi (N-m)	Rpm	THD%		Orde
								I	V	
1	220	180	0,365	0,35	28	0,21	1100	4.05	2,21	3
2		195	0,495	0,54	59	0,22	2300	4.18	2,17	3
3		205	0,54	0,55	65	0,23	2500	4.26	2,29	3
4		215	0,575	0,58	73	0,24	2700	4.41	2,29	3
5		220	0,665	0,605	88	0,28	2800	4.55	2,45	3

Tabel 4 - 16
Data Hasil Pengukuran Dengan Pengontrol Kecepatan Pada Kumaran
Utama (Main Winding)

No	V Suplai (volt)	V Kontrol (Volt)	Arus (Ampere)	cos ϕ	P in (Watt)	Torsi (N-m)	Rpm	THD%		Orde
								I	V	
1	220	180	0,27	0,44	27	0,22	1100	4.03	2,105	3
2		195	0,43	0,59	57	0,23	2300	4.12	2,15	3
3		205	0,505	0,585	64	0,24	2500	4.20	2,26	3
4		215	0,545	0,605	72	0,25	2700	4.33	2,26	3
5		220	0,635	0,615	86	0,29	2800	4.41	2,42	3

4.3.1 Analisa Data Hasil Pengujian Dengan Pola Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada Suplai

Data hasil pengujian dengan pola penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa pada suplai dengan kondisi motor berbeban, adalah sebagai berikut :

1. Pada Putaran 1100 Rpm

- Torsi : 0,21
- Cos ϕ : 0,35
- P in : 28 Watt
- Arus : 0,365 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai P_{out} dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{out} = T \cdot \frac{2\pi \cdot nr}{60}$$

$$P_{out} = 0,21 \cdot \frac{2\pi \cdot (1100)}{60}$$

$$P_{out} = 24,17 \text{ Watt}$$

Apabila nilai P_{out} dan P_{in} sudah diketahui maka nilai efisiensi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Jadi untuk data diatas, efisiensi motor adalah :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{24,17}{28} \times 100\%$$

$$\eta = 86,32\%$$

Sehingga nilai $P_{rugi - rugi}$ dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{rugi - rugi} &= P_{in} - P_{out} \\ &= 28 \text{ Watt} - 24,17 \text{ Watt} \\ &= 3,83 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2. Pada Putaran 2300 Rpm

- Torsi : 0,22
- $\cos \varphi$: 0,54
- P_{in} : 59 Watt
- Arus : 0,495 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai P_{out} dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$P_{out} = 52,9606 \text{ Watt}$$

Maka nilai efisiensi dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$\eta = 89,76\%$$

Sehingga nilai P rugi – rugi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{rugi}} - \text{rugi} &= P_{in} - P_{out} \\ &= 59 \text{ Watt} - 52,9606 \text{ Watt} \\ &= 6,0394 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3. Pada Putaran 2500 Rpm

- Torsi : 0,23
- $\cos \varphi$: 0,55
- P_{in} : 65 Watt
- Arus : 0,54 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai P_{out} dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$P_{out} = 60,1818 \text{ Watt}$$

Maka nilai efisiensi dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$\eta = 92,58\%$$

Sehingga nilai P rugi – rugi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P \text{ rugi} - \text{rugi} &= P \text{ in} - P \text{ out} \\ &= 65 \text{ Watt} - 60,1818 \text{ Watt} \\ &= 4,8182 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4. Pada Putaran 2700 Rpm

- Torsi : 0,24
- $\cos \varphi$: 0,58
- $P \text{ in}$: 73 Watt
- Arus : 0,575 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai $P \text{ out}$ dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$P_{out} = 67,824 \text{ Watt}$$

Maka nilai efisiensi dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$\eta = 92,90\%$$

Sehingga nilai P rugi – rugi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P \text{ rugi} - \text{rugi} &= P \text{ in} - P \text{ out} \\ &= 73 \text{ Watt} - 67,824 \text{ Watt} \\ &= 5,176 \text{ Watt} \end{aligned}$$

5. Pada Putaran 2800 Rpm

- Torsi : 0,28
- $\cos \varphi$: 0,605
- P_{in} : 88 Watt
- Arus : 0,665 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai P_{out} dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$P_{out} = 82,0568 \text{ Watt}$$

Maka nilai efisiensi dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$\eta = 93,24\%$$

Sehingga nilai $P_{rugi - rugi}$ dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{rugi - rugi} &= P_{in} - P_{out} \\ &= 88 \text{ Watt} - 82,0568 \text{ Watt} \\ &= 5,9432 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Tabel 4-17

Data Hasil Perhitungan Efisiensi Dengan Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Suplai

NO	EFISIENSI (%)	Rpm (Nm)
1.	86,32	1100
2	89,76	2300
3	92,58	2500
4	92,90	2700
5	93,24	2800

4.3.2 Analisa Data Hasil Pengujian Dengan Pola Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada Kumaran Utama (*Main Winding*)

Data hasil pengujian dengan pola penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa pada kumaran utama (*main winding*) dengan kondisi motor berbeban, adalah sebagai berikut :

1. Pada Putaran 1100 Rpm

- Torsi : 0,22
- $\cos \varphi$: 0,44
- P in : 27 Watt
- Arus : 0,27 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai P_{out} dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{out} = T \cdot \frac{2\pi \cdot nr}{60}$$

$$P_{out} = 0,22 \cdot \frac{2\pi \cdot (1100)}{60}$$

$$P_{out} = 25,32 \text{ Watt}$$

Apabila nilai P_{out} dan P_{in} sudah diketahui maka nilai efisiensi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Jadi untuk data diatas, efisiensi motor adalah :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{25,32}{27} \times 100\%$$

$$\eta = 93,77\%$$

Sehingga nilai P rugi – rugi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{rugi}} - \text{rugi} &= P_{in} - P_{out} \\ &= 27 \text{ Watt} - 25,32 \text{ Watt} \\ &= 1,68 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2. Pada Putaran 2300 Rpm

- Torsi : 0,23

- $\cos \varphi$: 0,59

- P_{in} : 57 Watt
- Arus : 0,43 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai P_{out} dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$P_{out} = 55,3679 \text{ Watt}$$

Maka nilai efisiensi dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$\eta = 97,13\%$$

Sehingga nilai $P_{rugi - rugi}$ dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{rugi - rugi} &= P_{in} - P_{out} \\ &= 57 \text{ Watt} - 55,3679 \text{ Watt} \\ &= 1,6321 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3. Pada Putaran 2500 Rpm

- Torsi : 0,24
- $\cos \varphi$: 0,585
- P_{in} : 64 Watt
- Arus : 0,505 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai P_{out} dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$P_{out} = 62,7984 \text{ Watt}$$

Maka nilai efisiensi dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$\eta = 98,10\%$$

Sehingga nilai P rugi – rugi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P \text{ rugi} - \text{rugi} &= P \text{ in} - P \text{ out} \\ &= 64 \text{ Watt} - 62,7984 \text{ Watt} \\ &= 1,2016 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4. Pada Putaran 2700 Rpm

- Torsi : 0,25
- $\cos \varphi$: 0,605
- $P \text{ in}$: 72 Watt
- Arus : 0,545 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai $P \text{ out}$ dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$P_{out} = 70,65 \text{ Watt}$$

Maka nilai efisiensi dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$\eta = 98,12\%$$

Sehingga nilai P rugi – rugi dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rugi - rugi}} &= P_{\text{in}} - P_{\text{out}} \\
 &= 72 \text{ Watt} - 70,65 \text{ Watt} \\
 &= 1,35 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

5. Pada Putaran 2800 Rpm

- Torsi : 0,29
- $\cos \varphi$: 0,615
- P_{in} : 86 Watt
- Arus : 0,635 Ampere

Dari data diatas, langkah pertama adalah mencari nilai P_{out} dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$P_{\text{out}} = 84,9874 \text{ Watt}$$

Maka nilai efisiensi dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$\eta = 98,82\%$$

Sehingga nilai $P_{\text{rugi - rugi}}$ dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rugi - rugi}} &= P_{\text{in}} - P_{\text{out}} \\
 &= 86 \text{ Watt} - 84,9874 \text{ Watt} \\
 &= 1,0126 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Tabel 4-18
Data Hasil Perhitungan Efisiensi Dengan Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Kumparan Utama (Main Winding)

NO	EFISIENSI (%)	Rpm (Nm)
1.	93,77	1100
2	97,13	2300
3	98,10	2500
4	98,12	2700
5	98,82	2800

4.3.3 Analisa Data Perhitungan Rata – Rata Arus, $\cos\phi$, Torsi, Efisiensi, P Rugi – rugi Dan Arus Harmonisa Dan Tegangan Harmonisa Dengan Pola Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada Suplai Dan Pada Kumparan Utama (Main Winding)

Perhitungan Rata – Rata Arus, $\cos\phi$, Torsi, Efisiensi, P Rugi - rugi Dan Arus Harmonisa Dan Tegangan Harmonisa Pada Suplai

1. Untuk nilai rata – rata arus dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai rata – rata} &= \frac{\text{Arus pada tiap kecepatan}}{5 \text{ kali pengujian}} \\
 &= \frac{0,365 \text{ A} + 0,495 \text{ A} + 0,54 \text{ A} + 0,575 \text{ A} + 0,665 \text{ A}}{5 \text{ kali pengujian}} \\
 &= 0,528 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

2. Untuk nilai rata – rata $\text{Cos}\phi$ dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{0,35 + 0,54 + 0,55 + 0,58 + 0,605}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 0,525$$

3. Untuk nilai rata – rata Torsi dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{0,21 \text{ Nm} + 0,22 \text{ Nm} + 0,23 \text{ Nm} + 0,24 \text{ Nm} + 0,26 \text{ Nm}}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 0,236 \text{ Nm}$$

4. Untuk nilai rata – rata efisiensi dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{86,32 \% + 89,76 \% + 92,58 \% + 92,90 \% + 93,24 \%}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 90,96 \%$$

5. Untuk nilai rata – rata P rugi - rugi dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{3,83 \text{ Watt} + 6,0394 \text{ Watt} + 4,8182 \text{ Watt} + 5,176 \text{ Watt} + 5,9432 \text{ Watt}}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 5,16136 \text{ Watt}$$

6. Untuk nilai rata – rata arus harmonisa dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{4,05 \% + 4,18 \% + 4,26 \% + 4,41 \% + 4,55 \%}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 4,29 \%$$

7. Untuk nilai rata – rata tegangan harmonisa dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{2,21 \% + 2,17 \% + 2,29 \% + 2,29 \% + 2,45 \%}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 2,282 \%$$

Perhitungan Rata – Rata Arus, $\cos\phi$, Torsi, Efisiensi, P Rugi - rugi Dan Arus Harmonisa Dan Tegangan Harmonisa Pada Kumparan Utama (*Main Winding*)

1. Untuk nilai rata – rata arus dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Nilai rata – rata} = \frac{\text{Arus pada tiap kecepatan}}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= \frac{0,27 \text{ A} + 0,43 \text{ A} + 0,505 \text{ A} + 0,545 \text{ A} + 0,635 \text{ A}}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 0,477 \text{ Ampere}$$

2. Untuk nilai rata – rata $\cos\phi$ dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{0,44 + 0,59 + 0,585 + 0,605 + 0,615}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 0,567$$

3. Untuk nilai rata – rata Torsi dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{0,22 \text{ Nm} + 0,23 \text{ Nm} + 0,24 \text{ Nm} + 0,25 \text{ Nm} + 0,29 \text{ Nm}}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 0,246 \text{ Nm}$$

4. Untuk nilai rata – rata efisiensi dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{93,77 \% + 97,13 \% + 98,10 \% + 98,12 \% + 98,82 \%}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 97,188 \%$$

5. Untuk nilai rata – rata P rugi - rugi dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{1,68 \text{ Watt} + 1,6321 \text{ Watt} + 1,2016 \text{ Watt} + 1,35 \text{ Watt} + 1,0126 \text{ Watt}}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 1,375 \text{ Watt}$$

6. Untuk nilai rata – rata arus harmonisa dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{4,03 \% + 4,12 \% + 4,20 \% + 4,33 \% + 4,41 \%}{5 \text{ kali pengujian}}$$

$$= 4,218 \%$$

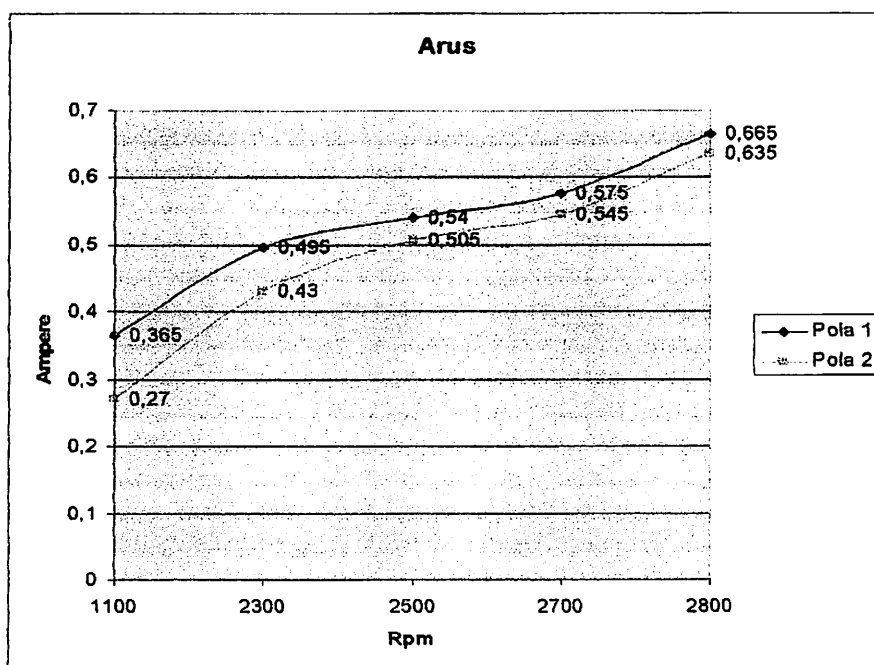
7. Untuk nilai rata – rata tegangan harmonisa dapat dihitung dengan cara yang sama seperti pada nomor 1, diperoleh :

$$= \frac{2,105 \% + 2,15 \% + 2,26 \% + 2,26 \% + 2,42 \%}{5 \text{ kali pengujian}}$$

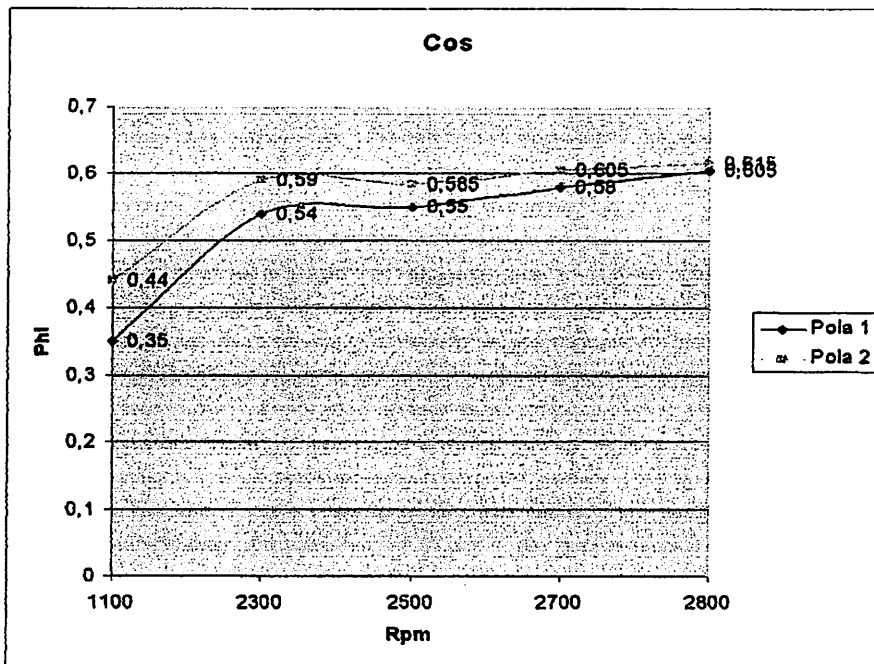
$$= 2,239 \%$$

4.4 Grafik Hasil Pengujian Dengan Pola Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada Suplai Dan Pada Kumputan Utama (*Main Winding*)

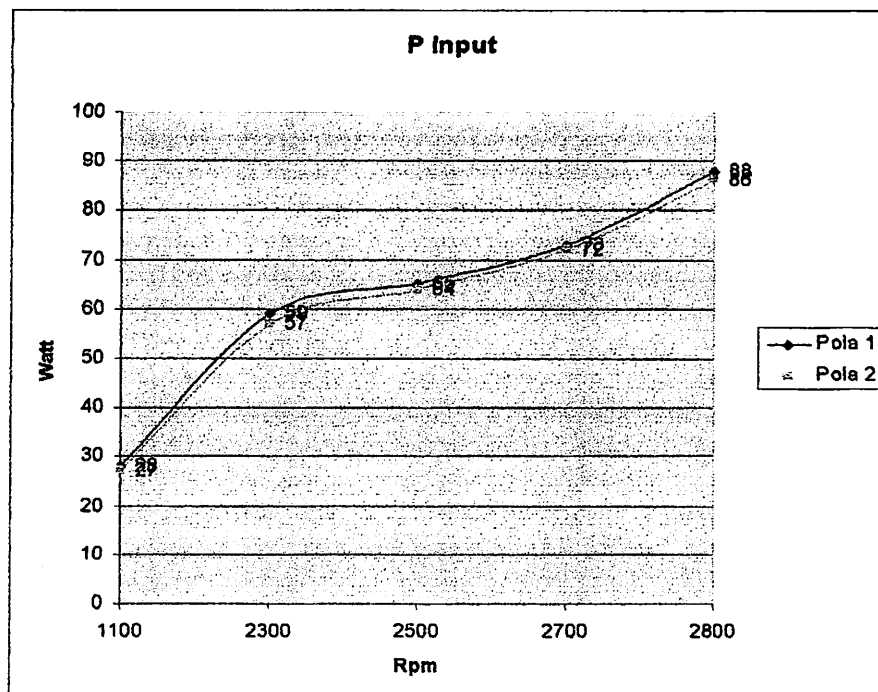
Dari pengambilan data pada motor terbeban, maka akan didapatkan karakteristik Arus, $\cos \phi$, P_{input} , Torsi, dan Efisiensi motor sebagai fungsi kecepatan dari pola penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang ditempatkan pada suplai dan yang ditempatkan pada kumputan utama (*main winding*) yang ditunjukkan dalam bentuk gambar grafik, dimana pada pola penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang terhubung pada suplai disebut sebagai pola pertama (Pola 1) dan yang terhubung pada kumputan utama (*main winding*) disebut sebagai pola kedua (Pola 2). Seperti yang terlihat pada gambar grafik 4-1 sampai dengan gambar grafik 4-5 berikut ini :



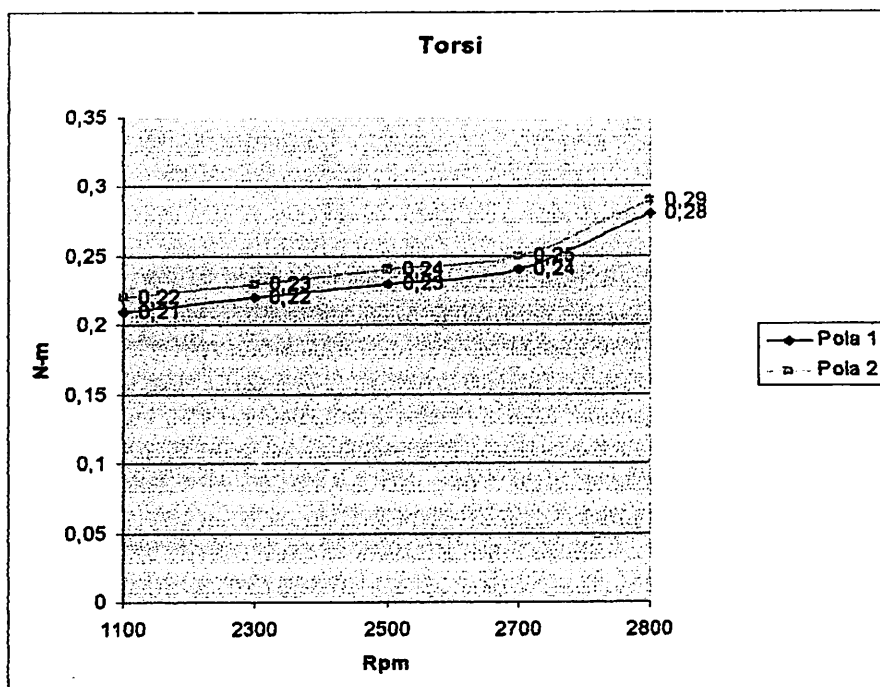
Gambar 4-1 : Grafik Karakteristik Arus sebagai Fungsi Kecepatan



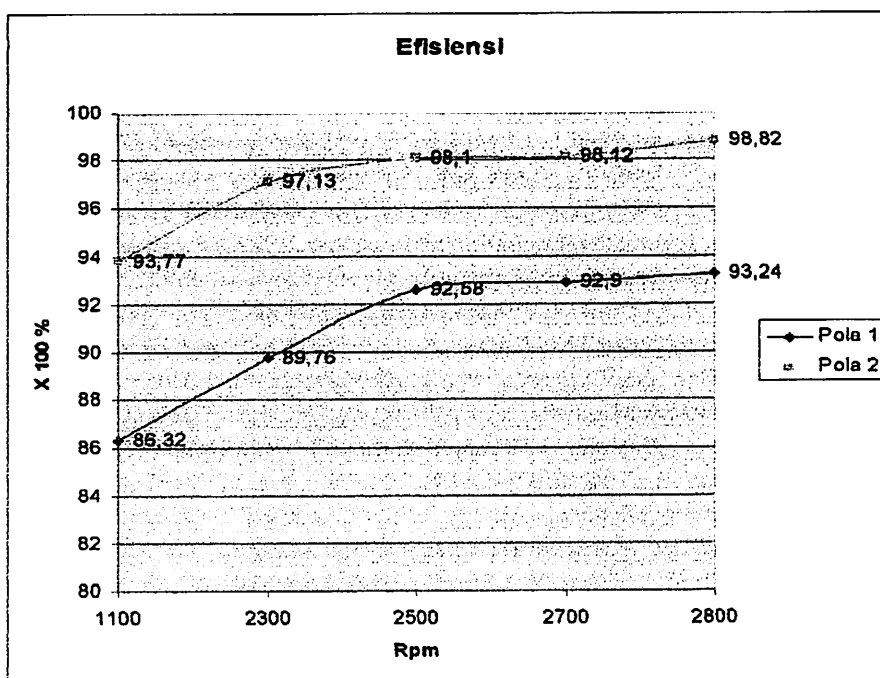
Gambar 4-2 : Grafik Karakteristik $\text{Cos}\phi$ Sebagai Fungsi Kecepatan



Gambar 4-3 : Grafik Karakteristik P Input Sebagai Fungsi Kecepatan



Gambar 4-4 : Grafik Karakteristik Torsi Sebagai Fungsi Kecepatan



Gambar 4-5 : Grafik Karakteristik Efisiensi Sebagai Fungsi Kecepatan

4.4.1 Analisa Gambar Grafik Hasil Pengujian Dengan Pola Penempatan Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Pada Suplai Dan Pada Kumputan Utama (*Main Winding*)

Pada bentuk grafik karakteristik arus sebagai fungsi kecepatan pada gambar 4-1 memperlihatkan bahwa pada kecepatan dibawah kecepatan nominal (1100 – 2800) arus pada pola 1 lebih besar rata – rata 0,528 Ampere dari pada pola 2, sedangkan pada kecepatan mendekati kecepatan nominal, arus pada pola 1 hampir sama mendekati arus pada pola 2.

Pada bentuk grafik karakteristik $\text{Cos}\phi$ sebagai fungsi kecepatan pada gambar 4-2 memperlihatkan bahwa pada pola 2 memiliki $\text{Cos}\phi$ yang lebih baik dengan rata – rata sebesar 0,567 dibandingkan dengan pola 1. Hal ini terjadi, karena pada pola penempatan pengontrol di pola 2 membuat kapasitor yang terhubung pada kumputan bantu (*auxiliary winding*) menjadi tidak ikut terkontrol sehingga kapasitor bisa memperbaiki faktor daya motor, tetapi hal ini tidak terjadi pada pola 1.

Pada bentuk grafik karakteristik P_{Input} sebagai fungsi kecepatan pada gambar 4-3 memperlihatkan bahwa pada pola 2 mempunyai daya input yang lebih kecil dengan rata – rata sebesar 61,2 Watt dibandingkan dengan pola 1. Kemudian untuk rugi – rugi dayannya pada pola 2 menghasilkan rugi – rugi daya yang kecil sebesar 1,375 Watt bila dibandingkan dengan pola 1, sehingga dari perbedaan rugi – rugi daya tersebut akan mempengaruhi besar kecilnya efisiensi.

Pada bentuk grafik karakteristik Torsi sebagai fungsi kecepatan pada gambar 4-4 memperlihatkan bahwa pada pola 2 memiliki Torsi yang lebih besar dengan rata – rata sebesar 0,246 N – m jika dibandingkan dengan pola 1.

Pada bentuk gambar grafik karakteristik Efisiensi sebagai fungsi kecepatan pada gambar 4-5 memperlihatkan bahwa pada pola 2 memiliki efisiensi yang lebih baik dengan rata – rata sebesar 97,188 %

Pengaruh harmonisa pada arus pada pola 2 menunjukkan pengaruh yang lebih kecil dengan rata – rata sebesar 4,218 %, sedangkan untuk pengaruh harmonisa terhadap teganganya terdapat pengaruh yang lebih kecil sebesar sebesar 2,239 %.

Tabel 4-19
Perbandingan Hasil Pengujian Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa

Pola	Arus	cos ϕ	Torsi	Efisiensi (%)	Rugi – rugi Daya	THD %	
						I	V
Pola 1	0,528	0,525	0,236	90,96	5,16136	4,29	2,282
Pola 2	0,477	0,567	0,246	97,188	1,375	4,218	2,239

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Perbandingan efisiensi dari penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang terhubung pada kumparan utama (*main winding*) lebih baik efisiensinya dari pada penempatan pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang terhubung pada suplai, dengan perbandingan nilai efisiensi sebagai berikut :
 - Di suplai dengan efisiensi rata – rata sebesar, $\eta=90,96$ %
 - Di *main winding* dengan efisiensi rata – rata sebesar, $\eta=97,188$ %
2. Pengaruh harmonisa terhadap arus pada *main winding* menunjukkan pengaruh yang lebih kecil dengan rata – rata sebesar 4,218 %, sedangkan pengaruh harmonisa terhadap tegangannya terdapat pengaruh yang lebih kecil sebesar 2,239 % .
3. Perubahan tinggi dan rendahnya nilai suatu efisiensi motor induksi satu fasa tergantung dari besar kecilnya rugi – rugi daya yang dihasilkan. Semakin kecil rugi – rugi daya yang dikeluarkan maka semakin tinggi nilai efisiensi yang dihasilkan dan semakin besar rugi – rugi daya yang dikeluarkan maka akan semakin rendah nilai efisiensi yang dihasilkan.

5.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, maka disarankan untuk melanjutkan penelitian ini dengan melakukan penempatan pengontrol kecepatan pada motor induksi satu fasa jenis *double capasitor* dan *starting capasitor*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Zuhail " *Dasar Tenaga Listrik* ", Penerbit ITB, Bandung, 1991
2. Achyanto, Djoko, " *Mesin – mesin Listrik* ", (edisi ke empat), penerbit Erlangga, Jakarta, 1992
3. Frank D. Petruzella, " *Elektronika Industri* " andi offset, Yogyakarta, 1996
4. Stephanus Antonius A, Witdono " *Analisa Perbandingan Efisiensi Energi Dari Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Kapasitor Running Satu Fasa, 220 volt, 30 watt, 1370 rpm, Yang Terhubung Pada Suplai Dengan Yang Terhubung Pada Main Winding* ", Jurnal Elektro, Puslit Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2002
5. Zuhail, Zhanggischan " *PRINSIP DASAR ELEKTROTEKNIK* ", Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2004

LAMPIRAN



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Mukhammad Hizbulloh Fajri
 Nim : 03.12.080
 Masa Bimbingan : 14 Agustus 2008 s/d 14 Februari 2009
 Judul Skripsi : Perbandingan Efisiensi Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Fasa Tunggal Yang Terhubung Pada Suplai Dan Yang Terhubung Pada Main Winding Dan Pengaruhnya Terhadap Total Harmonic Distortion (THD)

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	22-12-08	Bab I : 1. Perbaiki redaksional 2. Pelajari cara mengawal M. Induksi 3. Di Bab II harus dileubangi.	
2.		4. Di Bab IV harus diuraikan al. go. ibnia dan flowchart program data spesifikasi peralat	
3.	10-01-09	Bab I : 1. Diun latar belakang perlu dijabar kari turban yang adanya distorsi adanya akibat beban pada rangkaian pengontrol yang akan dicoba	
4.		Uraian mau yg pengaruhnya pada hasil	
5.		2. Analisis efisiensi di- pengulangan mengukur THD di simulink! 3. Di Bab III dicantumkan pada uraian pengulangan	
6.		Bab III : Flow Chart perlu diperbaiki yang di bandingkan bukan hasil pengujian simulink & hasil peng ujian manual, tapi hasil pemecahan pada simulink dan pada hasil manual	
7.	06-02-09	Bab III : 1. Perbaikan Flow Chart 2. Berikanlah istilah rangkaian! 3. Hasil ada 1 torsimeter.	
8.		Bab IV : 1. Perbaiki redaksional peribing pada hasil-hasil ke-2 dan 2. Hasil pengulangan harus ditulis lengkap yg ke alat ukur alat ukur baru rata	
9.	11-02-09	Bab IV : 1. Hrs dijabar ulang rinci kenapa di persalahkan 2. Di alat ukur 2. Kondisi yg ada 1 torsime- ter, jelas	
10.			

Malang,
 Dosen Pembimbing I


 (Ir.H. Almizan Abdullah, MSEE)
 NIP. Y.103 9000 208



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Mukhammad Hizbulloh Fajri
 Nim : 03.12.080
 Masa Bimbingan : 14 Agustus 2008 s/d 14 Februari 2009
 Judul Skripsi : **Perbandingan Efisiensi Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Fasa Tunggal Yang Terhubung Pada Suplai Dan Yang Terhubung Pada Main Winding Dan Pengaruhnya Terhadap Total Harmonic Distortion (THD)**

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	9/01/09	Pada bab 1 ditambahkan perbedaan antara main winding dan belitan bank. juga beri pengertian Hg THD	
2.	2/03/09	Penulisan gbr. foot note & jarak diperbaiki kembali pd ket. diperlihatkan	
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang,
 Dosen Pembimbing II

(Irrine Budi S., ST., MT)
 NIP. 132 314 400



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian Skripsi jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro,
Konsentrasi Energi Listrik yang diselenggarakan pada:

Hari : Sabtu
Tanggal : 14 Maret 2009

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : M. Hizbulloh Fajri
N.I.M : 03.12.080
Masa Bimbingan : 14 Agustus 2008 s/d 14 Februari 2009
Judul : Perbandingan Efisiensi Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Fasa Tunggal Yang Terhubung Pada Suplai Dan Yang Terhubung *Main Winding* Dan Pengaruhnya Terhadap *Total Harmonic Distortion (THD)*

Perbaikan Meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Tambahkan rangkaian pengujian yang dipasang dengan alat ukurnya.	
2	Tambahkan analisa rugi – ruginya dari kedua pola tersebut sehingga muncul perbedaanya	

Disetujui,

Penguji

(Ir. Abdul Hamid, MT)
NIP. Y. 1018800188

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. Almizan Abdullah, MSEE)

Dosen Pembimbing II

(Irrine Budi Sulistyowati, ST.MT)
NIP. 132 314 400



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian Skripsi jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro, Konsentrasi Energi Listrik yang diselenggarakan pada:

Hari : Sabtu
Tanggal : 14 Maret 2009

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : M. Hizbulloh Fajri
N.I.M : 03.12.080
Masa Bimbingan : 14 Agustus 2008 s/d 14 Februari 2009
Judul : Perbandingan Efisiensi Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Fasa Tunggal Yang Terhubung Pada Suplai Dan Yang Terhubung *Main Winding* Dan Pengaruhnya Terhadap *Total Harmonic Distortion (THD)*

Perbaikan Meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Tambahkan rangkaian pengujian yang dipasang dengan alat ukurnya.	
2.	Tambahkan perhitungan pada Bab IV sehingga muncul kesimpulan.	
3	Tambahkan analisa rugi – ruginya dari kedua pola tersebut sehingga muncul perbedaanya	

Disetujui,

Penguji II

(Ir. Taufik Hidayat, MT)
NIP.Y. 101 870 00151
Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. Almizan Abdullah, MSEE)

Dosen Pembimbing II

(Irrine Budi Sulistyowati, ST.MT)
NIP. 132 314 400



Malang, Juli 2008

Lampiran : Satu Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : M Hizbulloh Fajri
Nim : 03.12.080
Semester : X
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / ~~Pendamping~~ dari 1 atau 2 Dosen Pembimbing, untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**PERBANDINGAN EFISIENSI PENEMPATAN RANGKAIAN
PENGONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI FASA
TUNGGAL YANG TERHUBUNG PADA SUPLAI DAN YANG
TERHUBUNG PADA *MAIN WINDING* DAN PENGARUHNYA
TERHADAP *TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD)***

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip.P.1039500274

Malang, Juli 2008

Pemohon,

M Hizbulloh Fajri
Nim : 03.12.080



PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

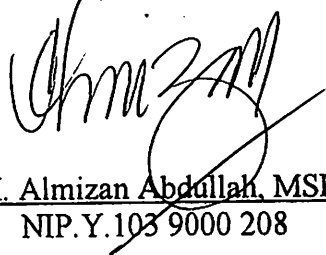
Nama : M Hizbulloh Fajri
Nim : 03.12.118
Semester : X
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini menyatakan **bersedia / tidak bersedia** *) menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *) , untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

PERBANDINGAN EFISIENSI PENEMPATAN RANGKAIAN PENGONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI FASA TUNGKAL YANG TERHUBUNG PADA SUPLAI DAN YANG TERHUBUNG PADA MAIN WINDING DAN PENGARUHNYA TERHADAP TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD)

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, Juli 2008
Yang Membuat Pernyataan,



Ir.H. Almizan Abdullah, MSEE
NIP. Y. 103 9000 208

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. *) Coret yang tidak perlu



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Malang, Juli 2008

Lampiran : Satu Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Irrine Budi Sulistyawati, ST.,MT
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : M Hizbulloh Fajri
Nim : 03.12.080
Semester : X
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing ~~Utama~~ / Pendamping dari 1 atau 2 Dosen Pembimbing, untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

**PERBANDINGAN EFISIENSI PENEMPATAN RANGKAIAN
PENGONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI FASA
TUNGKAL YANG TERHUBUNG PADA SUPLAI DAN YANG
TERHUBUNG PADA MAIN WINDING DAN PENGARUHNYA
TERHADAP TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD)**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sajana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.

Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip.P.1039500274

Malang, Juli 2008

Pemohon,

M Hizbulloh Fajri
Nim : 03.12.080

Form S-3a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : M Hizbulloh Fajri
Nim : 03.12.080
Semester : X
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia *) menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping *) , untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

PERBANDINGAN EFISIENSI PENEMPATAN RANGKAIAN PENGONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI FASA TUNGGAL YANG TERHUBUNG PADA SUPLAI DAN YANG TERHUBUNG PADA *MAIN WINDING* DAN PENGARUHNYA TERHADAP *TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD)*

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, Februari 2008
Yang Membuat Pernyataan,

Irrine Budi Sulistyawati, ST., MT
NIP. 132 314 400

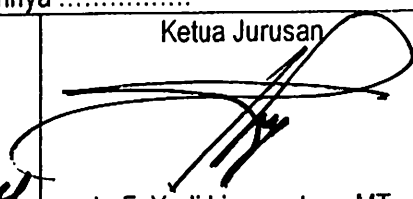
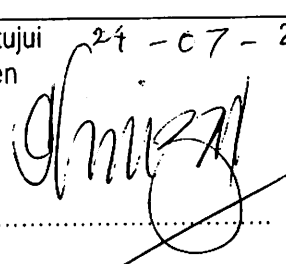
Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/I yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. *) Coret yang tidak perlu



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika/Teknik Komputer & Informatika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>MUKHAMMAD HIZBULLAH FAJRI</u>	Nim: <u>03.12.080</u>
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: _____ Bulan: _____ Tahun: _____
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)	
	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri	e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*) <u>Ir. Almizan Abdullah, MT</u>	Ketua Jurusan  <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>Perbandingan Efisiensi Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan motor Induksi Fasa tunggal yang terhubung pada Suplai dan yang terhubung pada Main Winding menggunakan SCR (Silicon Controlled Rectifier)</u>
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	<u>Perbandingan Efisiensi Penempatan Rangkaian Pengontrol kecap motor Induksi fasa tunggal yg terhubung pd Suplai dan yang terhubung pd Main winding dan pengaruh terhadap Total Harmonic Distortion (THD)</u>
	Catatan:	
	
7.	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui Dosen ²⁴⁻⁰⁷⁻²⁰⁰⁸ 

Perhatian:

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
 **) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : M. H2bulloh Fajri
NIM : 0312000
Perbaikan meliputi : -

- Tambahkan rangkuman penyusunan ϕ dengan alat ukur ϕ ✓
- Tambahkan uraian tabel 4-17
- Tambahkan pembahasan pada Bab IV sehingga muncul kesimpulan? ✓
- Tambahkan analisis uji? uji dari kedua pola tsb sehingga muncul perbedaan uji : ✓

Malang,

4/6/20
(*[Signature]*)




Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : M. Hisbullah
NIM : 0312080
Perbaikan melalui :

- tambahkan gambar kedua metode
- $I = \frac{V}{R}$ - k. - $R = \frac{V}{I}$ percobaan (dg. penempatan alat ukurnya)
- tambahkan analisis mengenai percobaan fisis / busi dan disimpulkan.

Malang, 14-03-2009

()



**LABORATORIUM KONVERSI ENERGI LISTRIK
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
KAMPUS II: Jl.Raya Karanglo, Km 2 Tlp. (0341) 417636 EXT 604**

Malang, 24 September 2008

Kepada Yth : **Ka. Lab. Konversi Energi Listrik**
Di –
Tempat

Dengan Hormat,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M Hizbulloh Fajri
Nim : 03.12.080
Jurusan : Teknik Elektro Energi Listrik S-1
Judul Skripsi / T.A : PERBANDINGAN EFISIENSI PENEMPATAN RANGKAIAN PENGONTROL KECEPATAN MOTOR INDUKSI FASA TUNGGAL YANG TERHUBUNG PADA SUPLAI DAN YANG TERHUBUNG PADA *MAIN WINDING* DAN PENGARUHNYA TERHADAP *TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD)*

Mengajukan permohonan peminjaman dan penggunaan alat untuk menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir dengan judul di atas di Laboratorium Konversi Energi Elektrik I.T.N Malang.

Daftar peralatan yang dipinjam

Tanggal: 24 September 2008		
No	Kode Alat	Nama Alat
1.	DB - 123	MOTOR INDUKSI JENIS KAPASITOR RUN
2.	DL 10060	PANEL ALAT UKUR DE LORENZO
3.	DL 10009	TURET POWER SUPLAI DE LORENZO
4.	DL 10300 A	GENERATOR DC DE LORENZO
5.	2026	TACHO METER DE LORENZO
6.	DL 20006 C	TORSI METER DE LORENZO
7.		KABEL JUMPER
8.		DIMMER 220/230 VOLT ; 10 AMPERE
9.		CLAMP ON METER HIOKI
10		WATT METER

- Catatan: 1. Apabila terjadi kerusakan pada alat yang digunakan, saya sanggup mengganti.
2. Bersedia mematuhi segala peraturan yang berlaku di Lab. Konversi Energi Listrik

Asisten Pendamping,

Achmad Zainul
03.12.042



Koordinator Lab. Konversi Energi Elektrik,

H. M. Abdul Hamid, MT
101 880 00188

Remohon,

M Hizbulloh Fajri
03.12.080

LEMBAR DATA HASIL PENGUJIAN

Data Hasil Pengukuran Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Suplai

No	V Suplai (volt)	V Kontrol (Volt)	Arus (Ampere)	cos ϕ	P in	Torsi	Rpm	THD%		Orde
								I	V	
1	220	180	0,365	0,35	28	0,21	1100	4.05	2,21	3
2		195	0,495	0,54	59	0,22	2300	4.18	2,17	3
3		205	0,54	0,55	65	0,23	2500	4.26	2,29	3
4		215	0,575	0,58	73	0,24	2700	4.41	2,29	3
5		220	0,665	0,605	88	0,28	2800	4.55	2,45	3

Data Hasil Pengukuran Penempatan Pengontrol Kecepatan Pada Kumputan Utama (*Main Winding*)

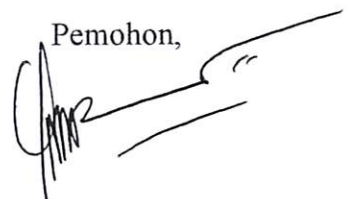
No	V Suplai (volt)	V Kontrol (Volt)	Arus (Ampere)	cos ϕ	P in	Torsi	Rpm	THD%		Orde
								I	V	
1	220	180	0,27	0,44	27	0,22	1100	4.03	2,105	3
2		195	0,43	0,59	57	0,23	2300	4.12	2,15	3
3		205	0,505	0,585	64	0,24	2500	4.20	2,26	3
4		215	0,545	0,605	72	0,25	2700	4.33	2,26	3
5		220	0,635	0,615	86	0,29	2800	4.41	2,42	3

Assisten Pendamping,



Achmad Zainul
13.02.042

Pemohon,



M Hizbulloh Fajri
03.12.080

Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik,



Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP. Y 101 880 0018

Thanks To :

1. kepada Allah SWT, 2. kepada Nabi Muhammad SAW, 3. kepada kedua orang tuaku : Bapak Suwardi MA dan Ibundaku Tercinta Misyati yang telah mengasuh, mendidik dan membimbingku untuk menjadi orang yang berguna bagi Nusa Bangsa, Negara dan Agama dan serta banyak memberikan semangat, motivasi, dukungan moril, materil maupun spirituil dan do'a yang tiada ternilai harganya betapa anakmu ini mencintai dan menyayangi selalu, Alhamdulillah...sekarang terjawab sudah cita - cita anakmu ini untuk bisa menjadi seseorang dengan gelar Sarjana Teknik atau "Tukang Insinyur" sesuai dengan yang bapak dan ibu inginkan waktu aku masih kecil. Sekarang, do'akanlah anakmu ini, agar ilmu yang didapat dibangku kuliah bisa berguna dan bermanfaat bagi kemajuan Nusa Bangsa, Negara dan Agama. Amin Yaa Robbal 'Aalamin...I love You Forever..., 4. saya ucapkan terima kasih kepada Guru - guru Agamaku : KH. Abdurrahman Qomari, KH. Ibnu Sulaiman, KH. Abdul Manan (Watu Gede Singosari), Syekh Habib Ahmad Abdurrahman Al Aydrus, Syekh Habib Sholeh Bin Ahmad Al Aydrus yang selalu membimbing, mengarahkan dan mendoakan aku, 5. saya ucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. H. Almizan Abdullah, MSEE selaku dosen pembimbing skripsi pertama dan Ibu Irrine Budi Sulistiawati, ST.,MT selaku dosen pembimbing skripsi kedua, yang telah bersedia membimbing, membantu dan menggembleng saya selama penyusunan skripsi ini.

Special Thanks To my friend :

Spesial Buat temen satu bimbingankoe → Super Gendon alias Gendonesia alias Nanda Ali Masyhari yang telah menjadikan awal mula dan mengilhami disusunnya skripsi ini dan telah banyak membantuku dalam menyelesaikan skripsi ini dan juga yang telah bersedia jadi " maskot " setiap maju bimbingan ke Pak Almizan. (ha...ha...ha...kenapa ya kita setiap maju ke pak almizan selalu dag..dig..dug...derrr!!! Nah,loh...) Thanks bangetzz Ndoon...!!!, Agustinus 1 yang selalu memberikan informasi bila aku berhalangan hadir dikampus dan juga selalu memberikan motivasi agar cepat selesaikan skripsi. " Mak Nyak "(bu.Lilik), Bu.Suhariati, Dek Aprilia Ramadhani (Thanks uda selalu ingetin aku dan ngoprak2 aku buat nyelesaikan skripsi), Dek Yumni Sasmita Ashri (Thanks Uda Bantuin doa buat kelancaran skripsi ini), Dek Faradhila Permata Arief Saputra, S.Pd yang selalu menyemangatiku dalam menyelesaikan skripsi ini (ntar aja deh mas ke jogja lagi..)Dek Effiana Nur Effendi, S.Pd. (Thanks uda Bantu Terjemahin Inggris - Indonesia untuk makalah skripsiku) Keluarga Lek Nan yang selalu menanyakan kapan aku lulus...(he...he...he..sekarang aku uda lulus...), Anita (Thanks uda memberikan advice dan mau nemenin aku ngerjain skripsi ini walaupun Cuma dengan sms doang..) Semua Temen2 Seperjuangan di PMII Komisariat Teknologi ITN Malang : Yudhy Tri Nugroho, ST. Imron (kapan kamu skripsi ?), Asrul Infokom '04, Saiful Anam, Rheina Eko S, S.Pt, Mas Bagus , Mas Bobby Pray, Hanan, Rozi, Mas Mukhlis, Fajar, Fery, Rifa'i, Danang, ST, Ibu KOM Mbak Vita, S.Pt. Farid, Bagus Dwi " PEPSI ", Mahdin Lamarobak, Hendry, Nurul, Indri, Ana dan semua temen2 PMII KOMTEK

deh yang tidak bisa aku sebutin satu persatu pokoknya suwoooooon bangetz rek buat dukungannya !!!

Truz buat Arek2 Tembang Sholawat Sabilillah : mas Ferdian Ronilaya (thanks buat pinjaman bukunya), Mas Mamad, Mas Imam, Mas Widhi, Mas Edi, Mas Farkhan, Mbak Nur, Deasy, Ayu (aku uda Lulus yuuu..) dan temen2 tembang sholawat sabilillah semuanya thanks untuk doanya.

Trus buat Orang2 yang ada di Pondok Betek : Mas Anton Tri Hartono, S.Pd (Thanks buat dukungan dan motivasinya selama ini), Mas Hari (Suwon mas untuk tinta printernya,moga sukses selalu), Pak. Yatno, dan semua temen2 ngajiku di Betek thanks buat do'anya.

Buat Jama'ah pengajian di pondok Darul Falah Plaosan : Miftahul Huda (Thanks buat do'anya dan cara ngedapetin cewek's-nya), Kismanto, Cak Hasyim, Cak Atim, Joko, Mas Harianto, Mas Arif (MAS,SALAM BUAT ANAK PANTI YAA..),Joko dan semua temen2 pengajian di Pondok Darul Fallah thanks buat do'anya.

Kemudian untuk penghuni Panti Asuhan Anak Yatim Piatu Wali Songo (Thanks buat do'a kalian...ayo, semangat!!!)

Sohib2ku : Fauzan " Kotrek", Dwi Hadi, Bayu Indra Satya (Teknik Mesin : ayo,ndang lulus Bro !!!), Agus (Teknik Mesin : iki pisan,ayo ndang lulus Bro !!!), Bayu Surya, suwoon buat do'anya ya rek...

Arek2 penghuni Radio Elite FM ITN Malang : Syahril, Sari, Gondez, Adi "Sikon", Ucik, Obeth, Andy, Hendrik, Emmy dan semuanya yang diradio deh...semoga elite tetep jaya di udara...!!!

Buat temen2 seangkatan dan seperjuangan di ITN : Adi, Rio, Rudi Mbatu, Rudi Karangates, Andik, Andrew Elka, Andy Elka, Muzi Arisandi (Thanks Ris, uda mau bantuin aku dalam pengujian alat skripsiku), A'ap Zulkifli, Charles (thanks buat data THD-nya),

Dinda Aprilia (Thanks buat spiritnya), Baron, Edi Kuwatono (Thanks uda bawain CD programnya), Emmy, Erick Christianoko (Sorry aku ga' pernah nongol ikut Futsal), Fajar jepret, Firman Pahrizal, Fitri, Hendra bo'im, Henry, Hersan, ST. Arsitek, Iwan. Jayak, Makik (Thanks uda ngeprinin Bab 2 di Lab.mu), Novva Setyawan, Parta Winata (Ayo ndang lulus !!), Riko, Rocky Kristian, Ryan Mawardi Daulay " Si Doel Betawi "(Doel kapan jadi tukang Insinyur ???), Somad (Thanks buat inisiatifnya H-1 ujian skripsi), Suryo Puji Kusumo (Suwon Sur, uda bantuin PKN-ku di PG. Kebon Agung), Wawan Setyawan, Yusri, Fahmi, Zainul (Thanks ya Nul bwt ijinnya di Lab.mu), Robby Paschalis, Halim Kusuma Negara '04, Satriawan '04, Gunawan, Yanwar Agung '04 (Semangat Gung !!!), Agus Suprianto (Thanks Uda Ngopi'in programnya Gunawan), Heru Prasetyo, Lauhil Mahfudz, Rahmat Putra Honowuwu, Rillia Artika Devi, Mas Jayeng (Suwun mas uda banyak ngerepoti), Mas Ram (Thanks Mas uda bantuin buat validasi programku) dan temen2 semua di **Teknik Elektro Energi Listrik 2003** yang belum aku sebutin satu persatu..semangat yaaaahhhh.....!!!!

Temen2 SD : Fahru1, Ifa, Rozi, Rona, Richa, Astrini, Sari, Bayu, Andri, Atik (Thanks Buat Doanya, Eh Iya kapan qt Reunian lagi ?????)

Temen2 yang ada di K-LINK : dr. Aris, dr.Gandhi, Yudhy Tri Nugroho,mbak Diana, Pak Mahmud (cepet sembuh ya pak..) Pak Firdaus, Ria Afridatama (The next Crown Ambassador Yah !!! Ganbite !!) thanks buat motivasinya.

Buat Genk TA : Palupi, Novita, Shinta thanks buat dukungannya !!

Kepada Semua Civitas Akademika di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Listrik **ITN Malang**, dan temen2 semuanya yang belum aku sebutin satu persatu di lembar

ini aku ucapin terima kasih atas perhatian dan dukungan kalian selama ini, tanpa kalian semua aku tidak bisa menjadi seperti sekarang ini...

Thanks yaaaa...semangat ! semangat ! semangat !

Senin, 16 Maret 2009 Pukul 11.38 wib di Malang.



By.

MUKHAMMAD HIZBULLOH FAJRI, ST

