

Volume 3, Nomor 5, Agustus 2013

ISSN. 2089-2942

# JURNAL TEKNIK ELEKTRO

Pengaruh Harmonisa Motor Induksi Rotor Belitan Slip Recovery  
(Ali Kasim)

Proteksi PLTG Mefogen dengan Rele Impedansi  
(Choirul Rizal)

Over Load Shedding (OLS) Pada Penghantar 70 KV Pekalongan  
di Gardu Induk Sukamerindu  
(Deany Septi Yansuri)

Analisa Sistem Proteksi Petir Pada Gedung Rektorat  
Universitas Palembang  
(Dian Eka Putra)

Amplifier Sound Sistem Menggunakan Transistor Toshiba 5200  
(Ibnu Ziad)

Deteksi Urutan Fasa Pada Sistem Tenaga Listrik  
(Marliyus Sunarhati)

Pengaruh Tegangan Induksi Pada Saluran Telepon Akibat Medan  
Magnet Saluran Udara Tegangan Menengah 20 KV  
(Subianto)

Analisis Kontribusi Dan Strategi Sumatera Selatan Dalam Percepatan  
Pencapaian Sasaran Energi Mix Nasional Sektor Batubara  
(Surya Darma)

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PALEMBANG**

J.Tek. Ele.	Vol. 3	No. 5	Hlm. 263-247	Palembang, Agustus 2013	ISSN 2089-2942
-------------	--------	-------	-----------------	----------------------------	-------------------

# **JURNAL TEKNIK ELEKTRO**

## **FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PALEMBANG**

Jurnal Teknik Elektro adalah wadah informasi bidang Teknik Elektro berupa Hasil Penelitian, Studi Kepustakaan maupun Tulisan Ilmiah.

Pelindung	:	Rektor Universitas Palembang
Penanggung Jawab	:	Dekan Fakultas Teknik Universitas Palembang
Pimpinan Umum	:	Ir. Choirul Rizal, M.T.
Wakil Pimpinan Umum	:	Ir. Ali Kasim, M.Sc.
Pimpinan Redaksi	:	Ir. Subianto, M.T.
Sekretaris Redaksi	:	Raden Ahmad Yani, S.T., M.T.
Dewan Redaksi	:	1. Surya Darma, S.T., M.T. 2. Marliyus Sunarhati, S.T., M.T. 3. Ir. Wibowo Pratikto, M.Sc. 4. Dian Eka Putra, S.T., M.T.
Redaksi Pelaksana / Editing	:	1. Daeny Septi Yansuri, S.T., M.T. 2. Yosi Apriani, S.T. 3. R. M. Edy Suherman, S.T.
Bagian Tata Usaha dan Sirkulasi	:	1. Hj. Zubaidah, S.E. 2. Deta Riani, S.E. 3. Nora Finalia, A.Md. 4. Ratna Juwita, S.E.

---

Alamat Redaksi :

Fakultas Teknik Universitas Palembang Jalan Darmapala No. IA Bukit Besar Palembang  
30139 ☎ (0711) 442670 Fax. (0711) 442670 e-mail : [jurnal\\_teunpal@yahoo.co.id](mailto:jurnal_teunpal@yahoo.co.id)

---

Jurnal Teknik Elektro diterbitkan oleh Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang. Dekan : Ir. S.S. Purwanto, M.T. – Ketua Program Studi Teknik Elektro : Ir. Ali Kasim, M.Sc.

# **JURNAL TEKNIK ELEKTRO**

## **FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PALEMBANG**

### **DAFTAR ISI :**

Pengaruh Harmonisa Motor Induksi Rotor Belitan Slip Recovery ( <i>Ali Kasim</i> )	263 - 271
Proteksi PLTG Mefogen Dengan Rele Impedansi ( <i>Choirul Rizal</i> )	272 - 281
<i>Over Load Shedding (OLS)</i> Pada Penghantar 70 KV Pekalongan di Gardu Induk Sukamerindu ( <i>Daeny Septi Yansuri</i> )	282 - 292
Analisa Sistem Proteksi Petir Pada Gedung Rektorat Universitas Palembang ( <i>Dian Eka Putra</i> )	293 - 302
Amplifier Sound Sistem Menggunakan Transistor Toshiba 5200 ( <i>Ibnu Ziad</i> )	303 - 311
Deteksi Urutan Fasa pada Sistem Tenaga Listrik ( <i>Marliyus Sunarhati</i> )	312 - 322
Pengaruh Tegangan Induksi Pada Saluran Telepon Akibat Medan Magnet Saluran Udara Tegangan Menengah 20 KV ( <i>Subianto</i> )	323 - 331
Analisis Kontribusi Dan Strategi Sumatera Selatan Dalam Percepatan Pencapaian Sasaran Energi Mix Nasional Sektor Batubara ( <i>Surya Darma</i> )	332 - 347

## PENGARUH HARMONISA MOTOR INDUKSI ROTOR BELITAN SLIP RECOVERY

Oleh ; Ali Kasim, Pengajar Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang

### ABSTRAK

Motor induksi tiga fasa mempunyai rangkaian ekivalent yang sama dengan sebuah transformator, di mana keduanya mempunyai prinsip kerja yang sama yaitu dengan cara induksi magnet yang menghasilkan sebuah tegangan. Sebagaimana halnya transformator, motor induksi tiga fasa digolongkan sebagai jenis beban yang tak linier karena mempunyai sifat kejenuhan magnetisasi sebagai akibat dari penggunaan tipe material magnetnya. Beban – beban yang tak linier akan menghasilkan suatu polutan daya listrik yang sering disebut dengan harmonisa.

Harmonisa diukur dengan suatu tingkatan yang disebut *Total Harmonics Distortion*, THD, atau dalam istilah Bahasa Indonesia sering diartikan sebagai Tingkat Distorsi Harmonisa. Metode yang di pakai adalah pengambilan data hasil pengukuran tegangan, arus, torsi, THD tegangan dan arus.

Hasil dari perhitungan dan analisa bahwa THD<sub>v</sub> tertinggi yaitu sekitar 2.9% dan THD<sub>i</sub> tertinggi sekitar 10.4% masih dalam standar IEEE No.519 – 1992)

Kata kunci : Motor Induksi Tiga Fasa, Harmonisa, *Total Harmonics Distortion*

### ABSTRACT

*Three phase induction motor has the same ekivalent circuit with a transformer, where both have the same working principle is by way of magnetic induction which produces a voltage. As with transformers, three phase induction motor is classified as a type of expense that is not linear because it has the properties of saturation magnetization as a result of the use of the type of magnetic material. Burden - the burden that is not going to produce a pollutant linear power is often referred to as harmonics.*

*Harmonics measured with a level called Total Harmonics Distortion, THD, or the Indonesian term is often interpreted as the Harmonic Distortion Level. The method in use is the retrieval of data measurements of voltage, current, torque, voltage and current THD.*

*Results of calculations and analysis that the highest THD<sub>v</sub> approximately 2.9% and approximately 10.4% highest THD<sub>i</sub> still in standard IEEE 519 - 1992)*

*Keywords: Three-Phase Induction Motors, Harmonics, Total Harmonics Distortion*

## PENDAHULUAN

### LATAR BELAKANG

Dalam suatu masyarakat industri modern, diperlukan berbagai motor listrik sebagai penggerak beban dengan berbagai karakteristik. Terdapat kemungkinan bahwa motor-motor listrik dalam industri tersebut mensyaratkan motor listrik penggerak sebagai dengan tingkat kebisingan yang rendah dengan kondisi ramah lingkungan yang ada di industri. Motor listrik memiliki dua jenis beban yaitu beban linear dan non linear penyaluran daya listrik menggunakan frekuensi konstan yaitu frekuensi 50 hz , 220 volt. Beban linear adalah beban yang bentuk keluarannya linear dimana gelombang yang keluaran adalah sinus murni tanpa ada *ripple* yang menandakan kelipatan frekuensi demikian juga sebaliknya.

Harmonisa dapat terjadi pada motor induksi dan akan mempengaruhi torsi. Motor induksi yang sering dipakai sebagai penggerak segala jenis beban, baik beban padat, beban cair, gas dan sebagainya. Karena motor ini, mudah dioperasikan, kokoh, murah, konstruksinya sederhana, dan ditempatkan dimana-dimana sesuai dengan kebutuhan, namun kadang kala kendala yang dialami penggerak ini, seperti panas yang dialami penggerak ini, gesekan-gesekan antara satu dengan yang lain, dan ada juga yang tak kalah penting yang perlu diperhatikan adalah penyebab harmonisa yang mengakibatkan daya diserap kurang begitu normal.

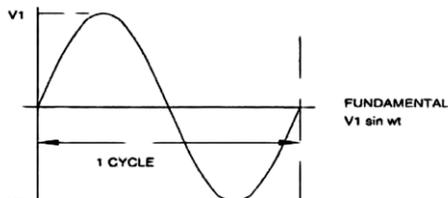
## TUJUAN PENULISAN

Adapun manfaat penulisan ini, dengan melihat kondisi yang disebabkan harmonisa ini akan menyebabkan kegagalan operasi motor induksi, dan juga menyebabkan kegagalan produksi.

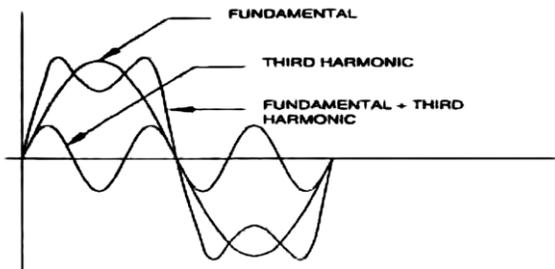
## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Harmonisa

Harmonisa adalah distorsi priodik dari gelombang sinus tegangan, arus atau daya dengan bentuk gelombang yang frekuensinya merupakan kelipatan diluar bilangan satu terhadap frekuensinya fundamental (frekuensi 50 Hz atau 60 Hz). Nilai frekuensi dari gelombang harmonisa yang terbentuk merupakan hasil kali antara frekuensi fundamental dengan bilangan harmonisanya ( $f$ ,  $2f$ ,  $3f$ , dst). Bentuk gelombang yang terdistorsi merupakan penjumlahan dari gelombang fundamental dan gelombang harmonisa ( $h_1$ ,  $h_2$  dan seterusnya) pada frekuensi kelipatannya. Semakin banyak gelombang harmonisa yang diikut sertakan pada gelombang fundamental, maka gelombang akan semakin mendekati gelombang persegi atau gelombang akan semakin membentuk non sinusoidal. Dengan kata lain harmonisa merupakan suatu cacat gelombang sehingga perubahan bentuk gelombang akibat adanya komponen frekuensi tambahan.



Gambar 1. Gelombang sinusoidal murni, tidak terjadi harmonisa.



Gambar 2. Terbentuknya gelombang harmonisa.

### Sumber - Sumber Harmonisa

Sumber yang dapat menghasilkan harmonisa adalah macam – macam beban nonlinear dan beban linear sebagai berikut antara lain, lampu hemat energi, aneka jenis peralatan elektronika daya, pengendalian kecepatan

motor, resistor (R), pengendalian motor induksi, dan lain sebagainya yang sebagian besar bekerja dengan prinsip *switching* frekuensi tinggi.

### **Penyearah**

Sumber arus bolak-balik menjadi sinyal sumber arus searah. Gelombang bolak balik yang berbentuk gelombang sinus hanya dapat dilihat dengan alat ukur *CRO*. Rangkaian rectifier banyak menggunakan transformator *step down* yang digunakan untuk menurunkan tegangan sesuai dengan perbandingan transformasi.

### **Mesin – Mesin listrik**

Harmonisa dapat timbul oleh mesin – mesin listrik yang berputar baik motor maupun pada generator. Harmonisa yang terjadi pada mesin – mesin listrik terjadi karena adanya stator maupun slot rotor yang bentuknya tidak simetris atau ketidakseimbangan pada kumparan tiga fasa akibatnya harmonisa menginduksi gaya gerak listrik (ggl) pada kumparan stator pada frekuensi yang sama dengan perbandingan antara kecepatan dan panjang gelombangnya

### **Lampu Hemat Energi**

Pada dasarnya beban yang di pakai di suatu perusahaan pada umumnya adalah lampu untuk pencahayaan. Jenis lampu *fluorescent* merupakan jenis lampu yang banyak menjadi pilihan lampu untuk penghematan energi, lampu jenis ini menggunakan *ballast* sebagai penyediaan awal tegangan yang tinggi untuk aliran arus diantara dua elektroda pada tabung selain itu *ballast* berfungsi untuk membatasi arus yang mengalir pada lampu.

## **PENGARUH HARMONISA**

Komponen-komponen sistem tenaga listrik yang dapat menimbulkan arus harmonisa hendaknya perlu diperhatikan, dengan tujuan untuk memprediksi permasalahan yang diakibatkan oleh harmonisa, sehingga sudah dapat diperkirakan cara yang tepat untuk menekan kehadiran harmonisa tersebut, baik dengan cara memasang filter, maupun mendesain peralatan-peralatan listrik agar dampak harmonisa yang ditimbulkan peralatan tersebut masih dibawah standar yang ditentukan.

### **Pengaruh pada Motor Listrik**

Adanya harmonisa pada motor akan mengakibatkan rugi – rugi tambahan pada intik magnet dari rotor. Rugi histerisis dan arus eddy menjadi meningkat kerana frekuensi dari tegangan harmonisa tersebut pada kumparan. Rugi histerisis akan mengalami kenaikan karena kenaikan frekuensi

### **Pengaruh Pada Transformator**

Efek harmonisa yang dapat terjadi pada sistem tenaga transformator adalah panas lebih yang menyebabkan rugi – rugi arus beban yang mengandung harmonisa, dimana hal ini kemungkinan disebabkan adanya harmonisa antara induktansi transformator, kapasitas sistem, tekanan – tekanan mekanis isolasi belitan dan laminasi serta getaran. Harmonisa dapat mempengaruhi kerja trsansformator dengan dua cara yaitu kerana harmonisa tegangan dan

harmonisa arus, harmonisa tegangan menyebabkan rugi – rugi tambahan dari inti besi transformator kerana frekuensi harmonisa yang tinggi hal ini disebabkan kerana transformator memerlukan daya magnetasi yang besar.

### **Pengaruh terhadap konduktor**

Kabel di pakai untuk mengirim energi listrik arus yang mengalir pada konduktor dapat menyebabkan terjadinya rugi – rugi konduktor apa bila arus yang mengalir adalah arus harmonisa menyebabkan kenaikan pada rugi – rugi tersebut karena kenaikan arus rms tersebut dan menyebabkan panas pada konduktor tersebut panas tersebut semakin lama akan mengurangi daya hantarnya yang pada akhirnya meningkatkan rugi – rugi daya dan menurunkan *efisiensi* pada konduktor.

### **Pengaruh Pada Kapasitor**

Kapasitor pada umumnya banyak digunakan di industri rektansi pada kapasitor berbanding terbalik dengan frekuensi yang menyebabkan harmonisa arus lebih mudah mengalir pada kapasitor akibatnya terjadi beban lebih yang dapat merusak kapasitor. Efek lainnya yang terjadi pada kapasitor akibat harmonisa adalah terjadinya peristiwa resonansi harmonisa.

### **Penyearah terkendali**

Penyearah terkendali merupakan beban tidak linier yang banyak menyumbang harmonisa pada saluran tenaga listrik. Penyearah terkendali dapat diatur tegangan keluarannya dengan merubah sudut penyalan atau *trigger* pada *thyristor*.

Banyaknya urutan harmonisa yang dibangkitkan ( $n$ ) oleh beban penyearah tergantung pada kelipatan dari frekuensi dasar dengan jumlah pulsa dari penyearah, dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan dibawah ini :

$$n = \frac{f_n}{f_1} k.p \pm 1$$

Dimana :

$n$  = urutan harmonisa yang dibangkitkan.

$k$  = kelipatan dari frekuensi

dasar = 1, 2, 3, dan seterusnya.

$p$  = jumlah pulsa dari penyearah.

### **Besaran – Besaran Pada Harmonisa**

Salah satu metoda perhitungan harmonisa adalah dengan menggunakan. Total harmonisa distortion merupakan ukuran dari semua komponen harmonisa yang menyebabkan terdistorsinya suatu bentuk gelombang sinyal. Besaran ini di-hitung dengan dua cara, yaitu: *total harmonic distortion* dihitung sebagai jumlah semua komponen harmonisa (kecuali fundamental) (secara vektoris) dibagi dengan besar harga fundamentalnya yang kemudian direpresentasikan sebagai THD atau TDD (*Total Demand Distortion*) yang hanya berlaku untuk arus, di mana yang menjadi denominator bukan arus fundamentalnya, tapi arus total nominal-nya ( $I_n$ ) (jumlah arus fundamental dan jumlah harmonisanya).

*Total Harmonic distortion* ( THD )

Untuk menghitung tegangan.(THD – V)

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} \frac{v_n^2}{n}}}{V_n} \times 100\%$$

Total Demand Distorsion ( TDD )

Unuk menghitung arus ( TDD - I )

$$THDI = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} \frac{I_n^2}{n}}}{I_n} \times 100\%$$

Daya Distorsi

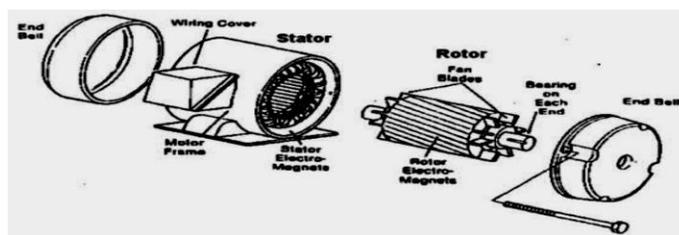
$$D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$$

### Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan tiga fasa akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron. Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus; dan sesuai dengan Hukum *Lentz*, rotor pun akan ikut berputar mengikuti medan putar stator.

Perbedaan putaran relative antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor, yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi, apabila beban motor bertambah, putaran rotor cenderung menurun.



Gambar 3. Motor induksi

### Rotor Belit

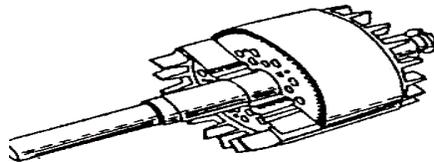
Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga fasa sama seperti kumparan stator. Kumparan stator dan rotor juga mempunyai jumlah kutub yang sama. Rotor yang mempunyai tiga belitan yang mirip dengan belitan stator. Ketiga belitan tersebut biasanya terhubung bintang. Ujung – ujung belitan tersebut dihubungkan dengan slipring yang terdapat pada poros rotor. Belitan – belitan tersebut dihubungkan melalui sikat (brush) yang menempel pada slipring. Jenis rotor belitan dapat dilihat pada gambar sebagai berikut



Gambar.4. Rotor Belit

### Rotor Sangkar

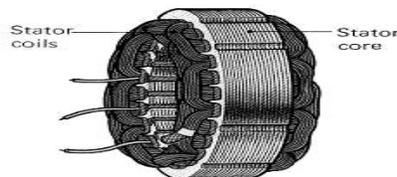
Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa hingga menyerupai sangkar tupai. Rotor yang terdiri dari sederetan batang – batang penghantar yang terletak pada alur – alur sekitar permukaan rotor. Ujung – ujung batang penghantar dihubungkan dengan menggunakan cincin hubung singkat. maka jenis rotor sangkar dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5. Rotor Sangkar

### Stator

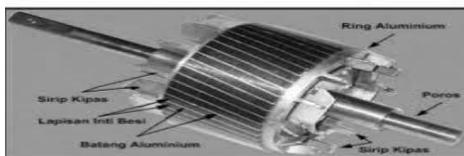
Rangkaian stator merupakan rumah dari bagian – bagian motor yang terbuat dari besi tuang. Inti stator terbuat dari besi lunak atau baja silikon. Inti stator ini tersusun dari dari plat – plat stator yang mempunyai alur sebagai tempat meletakkan belitan stator. Sedangkan belitan stator terbuat dari tembaga.



Gambar 6. Stator

### Poros

Perputaran poros rotor adalah yang menggerakkan beban mekanis mendapat beban puntir untuk memutar beban. Daya mekanis di transmisikan dari mekanis dari poros melalui kopling, puli – puli, sabuk dan rantai.



Gambar 7. Poros Rotor

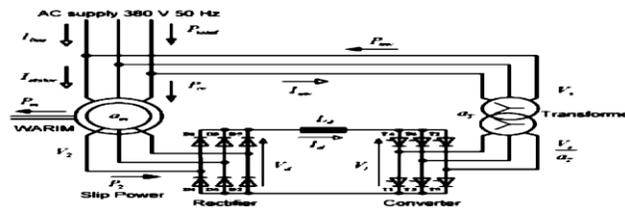
## Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator ke kumparan rotor. Garis – garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul GGL (gaya gerak listrik/tegangan induksi) dan karena penghantar rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Penghantar (kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya *Lorenz* yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai arah medan induksi stator. Pada rangka stator terdapat kumparan stator yang ditempatkan pada slot – slotnya yang di lilitkan pada sejumlah kutub tertentu. Jumlah kutub ini menentukan kecepatan berputarnya medan stator yang terjadi yang di induksikan pada rotornya. Makin besar jumlah kutub akan mengakibatkan makin kecil kecepatan putar medan stator dan sebaliknya. Kecepatan putar medan stator ini disebut kecepatan sinkron.

## PENGARUH HARMONISA TERHADAP MOTOR INDUKSI ROTOR BELITAN SLIP RECOVERY

### Motor Induksi

ini terdiri dari motor induksi rotor belitan (*wound rotor*), rectifier jembatan dioda, link induktansi, inverter jembatan *thyristor* dan sebuah transformator 3 fasa. Sebagai tambahan, dipasang transformator *stepdown* antara suplai AC dan modul inverter, sehingga rating tegangan inverter dan rectifier device dapat dibuat lebih kecil daripada rating tegangan stator.



Gambar 8. Motor induksi rotor belitan slip recovery

## HASIL

### Data spesifikasi Motor Induksi

Nama Alat	: Motor <i>Chute Travel</i>
Nomor Alat	: 2870 - LA
Daya Terpasang	: 20 KW
Arus	: 16 Amper
Tegangan	: 440 Volt
Frekuensi	: 50 Hz
Cos phi	: 0.92
Kecepatan Putaran	: 2800 rpm
Kelas Isolasi	: B

### Hasil Pengukuran Fasa R

Tabel .1 Hasil Pengukuran Fasa R

Parameter	Pengukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3
Tegangan rms(V)	220.9	223.9	233.5
Arus rms (A)	48.66	55.8	29.38
Arus Netral (A)	53.6	58.1	17.24
THDv (%)	1.9	12.9	1.5
THDi (%)	7.4	8.2	10.4
Frekuensi (Hz)	50	49.8	50.3

### Hasil Pengukuran Fasa S

Tabel .2 Hasil Pengukuran Fasa S

Parameter	Pengukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3
Tegangan rms(V)	213.9	229.5	242.8
Arus rms (A)	76.8	95.5	31.48
Arus Netral (A)	50.6	59.1	18.24
THDv (%)	1.6	1.8	1.7
THDi (%)	4.4	2.7	6.4
Frekuensi (Hz)	50	49.8	50.3

### Hasil Pengukuran Fasa T

Tabel .3 hasil Pengukuran Fasa T

Parameter	Pegukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3
Tegangan rms (V)	209.8	226.2	207.5
Arus rms (A)	102.2	126.6	72.1
Arus Netral (A)	50.6	59.1	18.24
THDv (%)	2.0	2.9	1.8
THD I (%)	4.3	5.1	6.3
Frekuensi (Hz)	50	49.8	50.3

Table .4 Hasil Pengukuran THDv (%) dan THDi (%)

Parameter	R	S	T	R	S	T	R	S	T
THDv (%)	1.9	1.6	2.0	2.9	1.8	2.9	1.5	1.7	1.8

THDi (%)	7.4	4.4	4.3	8.2	2.7	5.1	10.4	6.4	6.3
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----

## KESIMPULAN

Harmonisa tegangan yang terjadi sebesar 2.9% masih dibawah yang diijinkan yaitu sebesar 5 % dan harmonisa arus yang terjadi sebesar 10.4 % masih dibawah yang diijinkan yaitu sebesar 15 % . Pada THDv terendah sebesar 1.5% sedangkan tertinggi terjadi sebesar 2.9% dan THDi terendah terjadi sebesar 2.7% dan tertinggi sebesar 10.4% masih memenuhi standar.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Theraja, B.L., 1982, *“Text Book of Electrical Technology”*, Mew Delhi
2. Annet, F.A., 1960, *“Elevators”*, Third Edition, McGraw Hill Book Company, Inc, New York.
3. A.G. Loher, Barney G.C., Bsc, MSc PhD, C.eng, *“Elevator Electric Drives”*, The International Association of Elevators Engineers.
4. J. Chapman, Stephen, 1985, *“Electrical Machinery Fundamental”*, McGraw Hill Book Company, New Delhi.
5. Nagrath, I.J, 1985, *Electrical Machines”*, Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
6. Zuhal, 1982, *“Dasar Tenaga Listrik”*, Edisi Kedua, Cetakan Kedua, Institut Teknologi Bandung.
7. Shemanske, Richard, *“Electronic Motor Braking”*, IEEE Transactions On Industry Applications, Vol. 1A-19, No.5, edisi September/October 1983.
8. Hancock, N.N, MSc Tech, PhD, 1967, *“Electric Power Utilizayion”*, Wheeler Publishing.
9. Abdul Kadir, Prof., Ir., 1986, *“Mesin Tak Serempak”*, Cetakan Kedua, Penerbit Djambatan, Jakarta.
10. Soelaiman, TS. Mdh, Prof., 1984, *“Mesin Tak Serempak”*, Cetakan Pertama, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.