

Janji 2010/2011



**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**



ISBN 978-979-96964-7-2

SEMINAR NASIONAL TEKNOIN 2010

**Pengembangan Teknologi Industri Berbasis
"Green Technology"**

TEKNIK ELEKTRO

Yogyakarta, 11 Desember 2010

TEKNOIN
JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI ISSN: 0583-8697

 **LG Innotek**

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Organisasi Penyelenggara	iii
Kata Pengantar	iv
Sambutan Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia	v
Daftar Isi	vi

Bidang Teknik Elektro

TELEMETRI SUHU SECARA REALTIME BERBASIS ASK-FM DENGAN PEMROGRAMAN VISUAL BASIC

REALTIME TEMPERATUR TELEMETRY BASE ON ASK-FM

<i>USING A VISUAL BASIC PROGRAM</i>	D-1
---	-----

Muhammad Andang Novianta

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA YAGI EMPAT ELEMEN

UNTUK FREKUENSI KERJA 142 MHZ	D-7
-------------------------------------	-----

Farid Thalib, Marganda P. A. Panggabean

MINIMALISASI ARUS INRUSH PADA TRANSFORMATOR DAYA 20 KV	D-13
--	------

Titiek Suheta

PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER AT89S52 MENGGUNAKAN BASCOM- 8051 UNTUK APLIKASI JAM DIGITAL 3 FUNGSI

D-19

Erma Triawati Ch, Any K Yapie

PEMODELAN BIDANG TEMPERATUR UNTUK EFISIENSI PENYEBARAN

SENSOR PADA SISTEM MONITORING KEBAKARAN HUTAN TROPIS	D-25
--	------

Prima Kristalina, Rony Susetyoko, Wirawan, Gamantyo Hendratoro

STUDI POTENSI KONVERSI ENERGI CAHAYA LAMPU HEMAT ENERGI 18

WATT MENJADI ENERGI LISTRIK DENGAN METODE SOLAR ENERGY

HARVESTING	D-31
------------------	------

Rasional Sitepu, Lucas de Jesus Silva, Febriyanti Amol, Antonius Anggoro, Rosida C.

INTEGRASI SENSOR GYROSCOPE DAN ACCELEROMETER UNTUK SENSOR SUDUT ROLL/PITCH	D-37
Sri Kliwati	
STUDI KARAKTERISTIK PENGUAT AMPIFIRE RAMAN DAN <i>ERBIUM DOPED FIBER AMPLIFIER (EDFA)</i> PADA KOMUNIKASI SERAT OPTIK BERDASARKAN SIMULASI NUMERIK	D-41
Wawan Setiyawan	
STUDY KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DI SUNGAI BIALO KECAMATAN TOMPOBULU SULAWESI SELATAN	D-49
Teguh Arfianto, Siti Saodah	
SISTEM AKUISISI DAN PEMROSESAN SIGNAL RADAR RESOLUSI TINGGI BIAYA RENDAH	D-53
Wahyu Widada	
ANALISIS TEKNO-EKONOMIS PENGARUH PENAMBAHAN KAPASITOR DAN FILTER LC PADA KULKAS TIPE 600 LITER	D-57
Badaruddin, Saripudin	
ANALISA OPTIMASI MODULAR DISTRIBUTED GENERATION UNTUK BEBAN LISTRIK TERISOLASI	D-63
Yusak Tanoto	
PERANCANGAN PROTOTYPE ROBOT PENGINSPEKSI PIPA	D-71
Andi Adriansyah	
RANCANG BANGUN ALAT MONITORING GUNUNG BERAPI MENGUNAKAN MODEL TELEMETRI	D-77
I Ketut Swakarna, Arif Basuki, Asniar Aliyu, Mytha Arena	

SISTEM MONITORING KETINGGIAN PERMUKAAN AIR DALAM MENDUKUNG PENYEDIAAN INFORMASI PERINGATAN DINI PENANGGULANGAN BANJIR	D-81
Ferrianto Gozali, Billion Lo	
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM SOLAR CELL PENJEJAK MATAHARI 4 ARAH UNTUK LAMPU PENERANG JALAN	D-87
Yudhi Gunardi, Akrom Akhmadi Wibowo	
SENSOR BERBASIS GELOMBANG AKUSTIK PERMUKAAN	D-93
Djoko Untoro Suwarno, Kusminarto, Kuwat Triyana, Mitraryana	
EFFISIENSI DAYA UNTUK SISTEM ESTIMASI TERDISTRIBUSI PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL	D-99
Eni Dwi Wardihani, Wirawan, Gamantyo Handrantoro	
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH PADA LPA BENOWO SURABAYA	D-105
Agus Tri Hariyono, Agus Kiswantono, Aris Setiawan	
ANALISA PENGGUNAAN KONVERTER DAYA SEBAGAI PENYEIMBANG JARINGAN 3 ϕ UNTUK MENGURANGI RUGI DAYA SISTEM DISTRIBUSI PRIMER 20KV DI GARDU INDUK	D-109
Agus Kiswantono, Deny Prasetya	
DESIGN OF MOBILE FETAL HEART MONITORING FOR REDUCE FETAL MORTALITY	D-117
Tito Yuwono	
HARMONICS EXTRACTION ALGORITHMS FOR SHUNT ACTIVE POWER FILTER CONTROL BASED ON POWER DEFINITION THEORY	D-121
Awan Uji Krismanto, Yusuf Ismail Nakhoda, Takashi Hiyama	

**RANCANG BANGUN RUMAH SENSOR FIBER BRAGG GRATING (FBG)
UNTUK SENSOR STRAIN TANAH
(DESIGN OF FIBER BRAGG GRATING (FBG) SENSOR HOUSING FOR STRAIN
SENSORS) D-127**
Wildan Parji Tresna, Prabowo Puranto, Bambang Widiyatmoko, Hendra Adinanta

**TOWER BERSAMA BERAPLIKASIKAN ANTENNA
FEEDER SYSTEM BERSAMA D-133**
Erwan Ross

ANALISIS TEKNO-EKONOMIS PENGARUH PENAMBAHAN KAPASITOR DAN FILTER LC PADA KULKAS TIPE 600 LITER

Badaruddin, Saripudin

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan Jakarta Barat
Telp. : 021 586 1779 Ext : 5234
e-Mail: bsulle@gmail.com

Abstrak

Pada awal penyalaan Kulkas arus awal/ arus starting peranannya sangat penting dalam menjamin kecukupan daya. Besar arus starting berbanding lurus dengan kebutuhan daya sehingga apabila arus starting pada kulkas tinggi maka otomatis daya yang diperlukan pada awal penyalaan pun besar. Apabila daya pada awal penyalaan melebihi daya yang terpasang kulkas tidak bisa menyala.

Pada kulkas solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan merubah sistem star awal pada motor kompresor yaitu dengan menambah kapasitor yang dipasang seri dengan belitan bantu motor kompresor yang mampu menurunkan menurunkan arus starting cukup signifikan yang diikuti dengan membaiknya factor daya (pf) motor compressor.

Peluang penghematan energi pada kulkas juga bisa dilakukan karena kulkas merupakan salah satu peralatan elektronik yang menggunakan motor yang memiliki beban induktif dan kapasitif. Dimana beban induktif (positif) membutuhkan daya reaktif dan beban kapasitif (negatif) yang mengeluarkan daya reaktif. Faktor daya yang rendah mengakibatkan terjadinya pemborosan energi listrik (tidak efisien). Sehingga untuk mengkompensasi kerugian daya reaktif tersebut dan meningkatkan faktor daya bisa dipasang beban tiruan filter fasif (Filter LC) berupa komponen reaktor dan kapasitor yang dirangkai seri dan terhubung paralel dengan seluruh beban Kulkas

Studi kasus pada kulkas hemat energi tipe 600 liter membuktikan setelah penambahan kapasitor starting dan Filter LC (Kapasitor dan reaktor seri) mampu menurunkan arus starting sampai 50 persen dan mereduksi daya hingga 30 persen dan meningkatkan faktor daya sampai 98 persen.

Kata kunci: arus starting, Capasitor starting, Filter Lc, Faktor daya dan Komponen Reaktor

Pendahuluan

Latar Belakang

Sehubungan dengan meningkatnya pemakaian Kulkas secara langsung hal ini bisa mengakibatkan pemakaian energi listrik dimasyarakat pun ikut meningkat. Tetapi saat ini ketersediaan energi listrik disuplai oleh PLN sangat lah terbatas. Dengan meningkatnya pengetahuan masyarakat akan penggunaan peralatan elektronik khususnya Kulkas, saat ini yang berkaitan dengan isu penghematan energi dan *global warning*, maka dewasa ini masyarakat pengguna sebagai pihak konsumen akan lebih selektif dalam menentukan pilihan sebelum membeli produk Kulkas yang beredar di pasaran. Dan dengan semakin beragamnya produk yang beredar sehingga tidak dapat dipungkiri lagi pilihan konsumen akan jatuh pada produk yang berkualitas yaitu produk yang ekonomis, hemat energi dan ramah lingkungan. Pada awal penyalaan Kulkas terjadi lonjakan arus listrik yang biasa disebut arus starting. Besarnya arus

starting ini bisa mencapai 9 kali lebih besar dari pada arus pada saat Kulkas sudah bekerja. Arus yang besar ini yang menyebabkan daya input pada awal penyalaan lebih besar bahkan bisa melebihi kapasitas daya yang disuplai atau terpasang, sehingga hal ini lah yang mengakibatkan terjadinya jatuh tegangan yang ditandai dengan keadaan trip pada MCB dan Kwh meter.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut harus dicari solusinya yaitu dengan cara memodifikasi rangkaian elektrik Kulkas pada terminal motor compressor dengan menambahkan komponen kapasitor yang dirangkai seri dengan rangkaian belitan bantu motor compressor untuk mendapatkan nilai pergeseran fase yang optimal sewaktu motor mulai beroperasi atau selanjutnya disebut motor compressor Kulkas dengan star kapasitor.

Kulkas juga merupakan salah satu peralatan elektronik yang memiliki beban induktif dan kapasitif. Dimana

beban induktif (positif) membutuhkan daya reaktif dan beban kapasitif (negatif) yang mengeluarkan daya reaktif. Daya reaktif itu merupakan daya yang memiliki faktor daya kurang baik yang tidak dapat dirubah menjadi tenaga akan tetapi diperlukan untuk transmisi energi listrik pada beban saja Rendahnya Faktor daya ini yang mengakibatkan terjadinya pemborosan energi listrik (tidak efisien). Sehingga untuk mengkompensasi kerugian daya reaktif tersebut dan meningkatkan faktor daya bisa dipasang beban tiruan filter fasif (Filter LC) berupa komponen reaktor dan kapasitor yang dirangkai seri dan terhubung paralel dengan seluruh beban Kulkas

Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah untuk :

- Menurunkan arus *starting* pada motor *compressor* Kulkas
- Menurunkan arus *running* dan memperbaiki factor daya
- Mendapatkan penghematan energi dan biaya listrik.

Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Review literatur dengan mengacu kepada buku-buku, makalah terkait dan media internet

Metode observasi dengan melakukan pengukuran-pengukuran langsung pada objek penelitian untuk mendapatkan data sebagai bahan perhitungan analisa

Teori Dasar

Prinsip terjadinya suatu pendinginan di dalam sistem refrigerasi adalah penyerapan kalor oleh suatu zat pendingin yang dinamakan refrigeran. Karena kalor yang berada disekeliling refrigeran diserap, akibatnya refrigeran akan menguap, sehingga temperatur di sekitar refrigeran akan bertambah dingin. Hal ini dapat terjadi mengingat penguapan memerlukan kalor.

Di dalam suatu alat pendingin (Kulkas) kalor diserap di " evaporator" dan dibuang ke "kondensor". Uap refrigeran yang berasal dari evaporator yang bertekanan dan bertemperatur rendah masuk ke kompresor melalui saluran hisap. Di kompresor, uap refrigeran tersebut dimampatkan, sehingga ketika ke luar dari kompresor, uap refrigeran akan bertekanan dan bersuhu tinggi, jauh lebih tinggi dibanding temperatur udara sekitar.

Kemudian uap menunjuk ke kondensor melalui saluran tekan. Di kondensor, uap tersebut akan melepaskan kalor, sehingga akan berubah fasa dari uap menjadi cair (terkondensasi) dan selanjutnya cairan tersebut terkumpul di penampungan cairan refrigeran. Cairan refrigeran yang bertekanan tinggi mengalir dari penampung refrigeran ke aktup ekspansi. Keluar dari katup ekspansi tekanan menjadi sangat berkurang dan akibatnya cairan refrigeran bersuhu sangat rendah. Pada saat itulah cairan tersebut mulai menguap yaitu di evaporator, dengan menyedap kalor dari sekitarnya hingga cairan refrigeran habis menguap. Akibatnya

evaporator menjadi dingin. Bagian inilah yang dimanfaatkan untuk mengawetkan bahan makanan atau untuk mendinginkan ruangan. Kemudian uap refrigeran akan dihisap oleh kompresor dan demikian seterusnya proses-proses tersebut berulang kembali. [1]

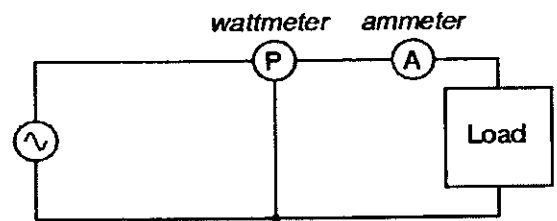
Siklus refrigerasi pada sistem adalah terjadinya perubahan menjadi refrigeran gas menjadi cair pada kondensor dan sebaliknya perubahan wujud refrigeran cair menjadi gas pada evaporator.

Komponen utama pada sistem refrigerasi terdiri dari compressor yang digerakan oleh motor satu phasa, dalam hal ini motor jenis phase belah. Dari compressor ini gas pendingin mengalir melalui komponen-komponen kondensor, saringan, pipa kapiler, evaporator dan suction line.

Koreksi faktor daya menggunakan Filter LC dengan metoda pengukuran praktis [2]

Kulkas merupakan salah satu peralatan elektronik yang memiliki beban induktif dan kapasitif. Dimana beban induktif (positif) membutuhkan daya reaktif dan beban kapasitif (negatif) yang mengeluarkan daya reaktif. Daya reaktif itu merupakan tidak berguna sehingga tidak dapat dirubah menjadi tenaga akan tetapi diperlukan untuk transmisi energi listrik pada beban. Jadi beban bersipat induktif ini menyebabkan terjadinya pemborosan energi listrik. Maka untuk mengkompensasi kerugian daya reaktif dan meningkatkan faktor daya bisa dipasang beban tiruan filter fasif (Filter LC)

Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang akurat dan mengetahui faktor daya yang sesungguhnya pada beban keseluruhan maka sebelum melakukan perhitungan harus melakukan pengukuran dengan mempergunakan peralatan watt meter untuk mengukur daya nyata, ammeter untuk mengukur arus beban rangkaian Faktor daya secara praktis dapat langsung diterapkan dalam rangkaian pengukuran pada beban :



Gambar 1 Rangkaian pengukuran daya pada beban

Dari rangkaian pengukuran pada gambar 1 diatas maka didapat daya nyata atau daya yang terukur dalam watt maka daya semu (S) dapat dihitung dengan: [5]

$$S = VI \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

I = arus yang terukur (A RMS)

V = Tegangan sumber (V RMS)

Dari hubungan segitiga daya yang ditunjukkan pada gambar 2.16 , maka dengan menggunakan teorema phitagoras dapat di hitung :

$$Q = \sqrt{(S)^2 - (P)^2} \dots\dots\dots (1)$$

. Rangkaian filter fasif terdiri dari komponen R, L, dan C. Tetapi komponen utama dari filter tersebut adalah :

- Kapasitor
Kapasitor dihubungkan seri atau paralel dengan beban untuk memperoleh sebuah total rating tegangan dan kVar yang diinginkan
- Induktor / Reaktor
Reaktor digunakan dalam rangkaian filter agar mampu menahan selubung frekuensi tinggi.

Rangkaian filter fasif ini (rangkaian seri LC), dirangkai secara paralel dengan motor kompresor yang merupakan beban non linear pada rangkaian elektrik Kulkas.

Keuntungan pemasangan Filter LC ini adalah dapat : [3]

- Menurunkan arus
- Meningkatkan faktor daya
- Mereduksi daya
- Mengeliminasi terjadinya harmonik yang ditimbulkan beban reaktif seperti motor compressor.

Konsumsi energi pada kulkas [6]

Merupakan suatu kebijakan yang baik dalam rangka penghematan energi khususnya energi listrik yang dikeluarkan di negara eropa seperti turki, yang mengharuskan setiap peralatan elektronik khususnya kulkas yang akan dipasarkan di negara setempat harus memiliki rating efisiensi energi dibawah 55 % atau kelas A yang yang ditampilkan dalam tabel 2.1.

Tabel 1 Energy efficiency index of appliance

Energy Efficiency index : I (%)	Energy Efficiency class
1 < 55	A
55 ≤ I < 75	B
75 ≤ I < 90	C
90 ≤ I < 100	D
100 ≤ I < 110	E
110 ≤ I < 125	F
125 ≤ I	G

Adapun perhitungan pengukuran standar konsumsi energi pada kulkas adalah ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$I_a = \frac{AC}{SC_a} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

$$SC_a = [0.777 \times (VR + (VF \times 2.15 \times 1.2 \times I \times 1))] + 303 + 0 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

I_a = energy efficiency index (indeks efisiensi energi) dalam %

AC = annual energy consumption of appliance (konsumsi energi peralatan dalam setahun) dalam kWh/ tahun

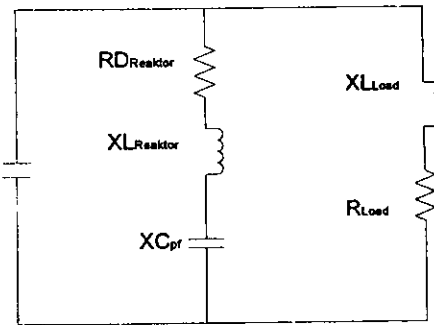
SCa = standar annual energy consumption a of appliance (standar konsumsi energi peralatan dalam setahun) kWh/ tahun

VR = volume of Fress Food / kapasitas ruang pendingin kulkas dalam liter

VF = volume of Freeze Food/ kapasitas ruang pembeku kulkas dalam liter

Perhitungan Perancangan Penelitian

Perhitungan pada rangkaian pengujian setelah penambahan kapasitor dan reaktor (Filter LC) [2]



Gambar 2 Rangkaian pengganti sesudah penambahan reaktor dan kapasitor pf

Dimana :

- V : Tegangan sumber (Volt)
- R_{Load} : Tahanan beban (ohm)
- XL_{Load} : Reaktansi Induktif beban (ohm)
- Xc_{pf} : Reaktansi Kapasitif Kapaitor pf (ohm)
- XL_{Reaktor} : Reaksi Induktif Reaktor (ohm)
- R_{Reaktor} : Tahanan Dalam Reaktor)ohm)

Untuk menentukan besar nilai kapasitor dan reaktor maka harus terlebih dahulu dicari daya reaktif beban , dengan menggunakan persamaan (2) maka dapat di hitung :

$$Q = \sqrt{(255.2)^2 - (86.78)^2} = 239.99 \text{ VAR}$$

Maka untuk mencari nilai C bisa dihitung

$$X_c = \frac{(220)^2}{239.99} = 201.67 \text{ ohm}$$

Maka C didapat dengan menggunakan persamaan (2) dan (3) :

$$C = \frac{10^6}{(2 \times 3.14 \times 50 \times 201.67)} = 15.79 \mu\text{F} \approx 15 \mu\text{F}$$

**Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2010
Bidang Teknik Elektro**

Dalam pengujian ini Impendansi pada rangkaian LC bisa di hitung :

$$\begin{aligned} X_C &= 1 / (2 \times 3.14 \times 50 \times 15 \times 10^{-6}) \\ &= 1 / 0.00471 \\ &= 212.31 \text{ ohm} \\ Z_{X_C} &= 0 + j212.31 \\ &= 212.31 \angle -90^\circ \\ &= 0 - j212.31 \\ Z_R &= 0.25 + jX_R \\ &= 0.25 \angle 0^\circ \\ &= 0.25 + j0 \\ X_L &= 2 \times 3.14 \times 50 \times 4 \times 10^{-3} \\ &= 1.256 \text{ ohm} \\ Z_{X_L} &= 1.256 \angle 90^\circ \\ &= 0 + j1.256 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} Z_{RLC} &= Z_{R_L} + Z_{X_L} + Z_{X_C} \\ &= (0.25 + j 0) + (0 + j 1.256) + (0 - j \\ 212.31) \\ &= 0.25 - j 211.05 \\ &= \sqrt{(0.25)^2 + (-211.05)^2} \angle \text{arc tg} - 211.05 / \\ 0.25 \\ &= \sqrt{(0.0625 + 46246.5)} \angle \text{arc tg} - 860.2 \\ &= 215.05 \angle - 89.93 \end{aligned}$$

Sehingga besarnya arus running (I_{run}) dapat di hitung :

$$\begin{aligned} I_{run} &= 220 ((1 / 189.65 \angle 70.01^\circ) + (1 / 215.05 \\ \angle - 89.93^\circ)) \\ &= 220 (0.00527 \angle -70.01^\circ) + (\\ 0.00465 \angle 89.93^\circ) \\ &= 1.16 \angle -70.01^\circ + 1.02 \angle 89.93^\circ \\ &= (1.16 \cos -70.01^\circ + 1.16 \sin -70.01^\circ) + (1.02 \\ \cos 89.93^\circ + 1.02 \sin 89.93^\circ) \\ &= (0.39655 - j1.09) + (0.00125 + j1.02) \\ &= 0.3978 - j0.07 \\ &= \sqrt{(0.3978)^2 + (-0.007)^2} \angle \text{arc tg} -0.07 / \\ 0.3978 \\ &= 0.4 \angle -9.98^\circ \end{aligned}$$

Dan Factor daya nya menjadi :


$$\begin{aligned} Pf &= \cos -9.98^\circ \\ &= 0.98 \text{ lagging} \end{aligned}$$

Dan besarnya daya (P) dapat di hitung :

$$\begin{aligned} P &= 220 \times 0.4 \times 0.98 \\ &= 86.24 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Perhitungan indeks konsumsi energi kulkas sebelum dan sesudah penambahan capasitor starting dan filter LC

Tabel 2 Data hasil Tes ISO energy consumption test



Parameter	1	2	3	4
Power	4.100	4.100	4.100	4.100
Energy	2.0	4.0	6.0	8.0
Time	0.1	0.2	0.3	0.4
Temp	25	25	25	25
Humidity	50	50	50	50
Pressure	1013	1013	1013	1013
Altitude	0	0	0	0
Speed	0	0	0	0
Acceleration	0	0	0	0
Frequency	50	50	50	50
Phase	0	0	0	0
Power Factor	0.98	0.98	0.98	0.98
Energy Consumption	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Power Factor	0.98	0.98	0.98	0.98
Energy Consumption	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Power Factor	0.98	0.98	0.98	0.98
Energy Consumption	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Power Factor	0.98	0.98	0.98	0.98
Energy Consumption	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Berdasarkan hasil tes konsumsi energi yang ditampilkan pada tabel 2 maka kita dapat membandingkan nya dengan menggunakan persamaan dan berikut :

$$\begin{aligned} SCa &= [0.777 \times (VR + (VF \times 2.15 \times 1.2 \times 1 \times 1))] + 303 + 0 \\ &= [0.777 \times (410 + (150 \times 2.15 \times 1.2 \times 1 \times 1))] + 303 + \\ 0 \\ &= [0.777 \times (410 + 387)] + 303 \\ &= [0.777 \times 797] + 303 \\ &= 619.269 + 303 \\ &= 922.269 \text{ kWh/ tahun} \end{aligned}$$

Sehingga mengacu pada indek efisisensi energi pada tabel 2.1 maka.nsumsi energi kulkas sebelum penambahan capasitor starting dan filter LC adalah pada level kelas B dengan menggunakan persamaan (2-44) maka :

$$\begin{aligned} Ia &= 668.12 / 922.269 \times 100 \% \\ &= 72.44 \% \end{aligned}$$

Konsumsi energi kulkas sebelum penambahan capasitor starting dan filter LC adalah pada level kelas A dengan menggunakan persamaan maka :

$$\begin{aligned} Ia &= 455.04 / 922.269 \times 100 \% \\ &= 49.33 \% \end{aligned}$$

ANALISA HASIL PENGUJIAN

Analisi Data Hasil Perhitungan dan Pengujian [4]

- Dari hasil perhitungan dan pengujian , maka dapat dianalisa sebagai berikut :
- Pada rangkaian pengujian sebelum di pasang capasitor starting arus setarting-nya relatif tinggi, hal ini dikarenakan perbedaan arus phase antara belitan utama dan belitan bantu (cos φ) cukup rendah yaitu 0.34
- Pada rangkaian pengujian setelah dipasang capasitor starting, maka arus starting mengalami

penurunan karena pada belitan bantu nilai induktifnya menjadi turun yang mengakibatkan terjadi kenaikan pada pergeseran phase menjadi 0.68 .

- Pada rangkaian pengujian sebelum ditambahkan rangkaian reaktor kapasitor Pf seri (*Filter LC*) faktor daya motor compressor ($\cos \phi$) cukup rendah yaitu 0.34 dan arus *running* nya adalah sebesar 1.16 A.
- Pada rangkaian pengujian setelah ditambahkan rangkaian reaktor kapasitor Pf seri (*Filter LC*) yang dipasang paralel dengan motor kompressor faktor daya ($\cos \phi$) mengalami peningkatan menjadi 0.98 dan arus total menjadi turun yaitu sebesar 0.4 A.
- Adanya perbedaan hasil pada perhitungan arus starting dengan pengukuran hal ini dikarenakan adanya nilai toleransi komponen yang diukur, toleransi alat ukur dan faktor lainya yang tidak diperhitungkan dalam perhitungan seperti Tahanan PTC dan tahanan pada belitan motor yang bisa berubah karena pengaruh panas.
- Keuntungan pemakaian *Filter LC* (Kapasitor dan reaktor seri) adalah mampu menurunkan arus hingga 30 % dan meningkatkan faktor daya antara 90 % - 100 % .

Analisis Ekonomi [4]

Dari segi ekonomi didapat beberapa keuntungan dengan adanya penambahan kapasitor starting dan filter LC ini pada Kulkas adalah :

- Berkurangnya drop tegangan pada saat awal penyalaan Kulkas .
- Pada awal penyalaan Kulkas terjadi lonjakan arus listrik yang biasa disebut arus starting. Besarnya arus starting ini bisa mencapai 6x arus pada saat Kulkas sudah bekerja. Bisa kita perhatikan jika Kulkas pertama kali bekerja maka akan terjadi kedipan pada lampu penerangan. Lonjakan arus start yang tinggi ini mengakibatkan untuk start saja memerlukan daya yang besar akibatnya putaran kWh meter berputar lebih cepat walau untuk sesaat Jika Kulkas sering dimatikan kemudian dinyatakan kembali maka kWh meter akan sering berputar lebih cepat.
- Daya listrik yang terpasang pada rumah tangga sangatlah terbatas sehingga apabila ingin menyalakan Kulkas saja harus mematikan peralatan listrik lainnya. Sehingga selain mereportkan hal ini juga berakibat tidak baik terhadap peralatan – peralatan listrik lainnya apabila listrik mati dan kemudian nyala kembali secara berulang-ulang jika harus bahkan bisa terjadi trip pada MCB apabila daya yang bekerja sudah melewati daya yang terpasang .
- Mengurangi pemakaian daya listrik pada saat awal penyalaan dan saat Kulkas bekerja.
- Pada saat awal penyalaan, perbedaan daya saat penyalaan Kulkas sebelum dan sesudah

penambahan kapasitor sangatlah jauh berbeda yaitu sebesar 96 watt. Sehingga satu kali penyalaan Kulkas bisa menghemat 96 watt dalam waktu 3 detik Dan pemakain daya listrik pada saat bekerja mengalami penurunan sebesar 0.5 watt .

- Berdasarkan hasil tes ISO Konsumsi energi listrik standar eropa konsumsi energi listrik per tahun mengalami penurunan setelah ditambah kapasitor dan filter LC dari 668.12 Kwh/ tahun menjadi 455.04 Kwh / tahun , biaya yang bisa dihemat (668.12 x Rp 495) dikurangi (455.04/Kwh/tahun x Rp 495) = Rp 105,474,-
- Meningkatkan kualitas dan mutu produk kulkas.
- Berdasarkan hasil ISO energi tes Kulkas model 600 liter *rating* energi efisiensinya meningkat dari kelas B menjadi kelas A. Dengan meningkatnya kualitas produk ini tidak menutup kemungkinan bisa meningkatkan penjualan sekaligus menambah keuntungan bagi produsen karena produk ini sudah bisa dipasarkan di eropa.
- Menurunkan *Claim service Ratio* (Pelayanan purna jual)
- Mengacu kepada data klaim dari konsumen , kompalin konsumen mengenai trip MCB akibat awal penyalaan kulkas pun menjadi bekurang.
- Ikut serta membantu program nasional Hemat energi Listrik di pengguna rumah tangga yang dicanangkan PLN dan pemerintah

Salah satu yang bisa melakukan penghematan energi listrik adalah disisi pengguna, dengan menurunnya daya input dan membaiknya faktor daya pada kulkas, maka energi listrik yang dikonsumsi Kulkas pun otomatis bisa berkurang , hal ini sekaligus mengurangi pemborosan energi akibat faktor daya yang rendah dan beban konsumsi energi listrik yang harus disuplai oleh PLN ikut berkurang .

Kesimpulan

- Dari pembahasan bab-bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :
- Faktor daya ($\cos \theta$) *starting* pada motor satu phase (motor phase belah) dapat diperbaiki dengan menambahkan kapasitor pada rangkaian motor dengan nilai yang disesuaikan dengan belitan starting.
- Dengan membaiknya faktor daya , maka Arus *starting* motor mengalami penurunan dibandingkan dengan sebelum ditambahkan kapasitor .
- Faktor daya ($\cos \theta$) *running* pada motor satu phase (motor phase belah) dapat diperbaiki dengan menambahkan *Filter LC* berupa reaktor dan kapasitor pf yang dirangkai paralel pada rangkaian motor dengan nilai yang disesuaikan dengan kebutuhan.
- Rangkaian *Filter LC* mampu memperbaiki faktor daya antara 95 % sampai 100 % sehingga arus *running* motor mengalami penurunan setelah

Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2010 Bidang Teknik Elektro

- dipasang *filter* LC dibandingkan dengan sebelum penambahan *filter* LC
- Pada Filter LC fungsi reaktor tidak terlalu berpengaruh terhadap perbaikan faktor daya maupun terhadap penurunan arus.
 - Dengan membaiknya faktor daya ($\cos \theta$) dan enurannya arus baik pada saat *starting* maupun *running* maka otomatis mampu mengurangi konsumsi daya motor sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "*Refrigerator Technical Guide Book*", LG Electronics Inc Korea, 2008,
- [2] Lister, "*Mesin dan Rangkaian Listrik*", Cetakan keenam, Erlangga Jakarta, 1993,
- [3] Hara, Supratman, "*Refrigerasi dan pengkondisian Udara*", Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1992,
- [4] Fink, Donal DG, "*Standard Hand book For Electrical Engineer*", Eleven Edition, USA, 1978
- [5] Zuhail, "*Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*", PT Gramedia Pustaka Utama Jakarta, 1992
- [6] Wijaya, Mochtar, "*Dasar-Dasar Mesin Listrik*", Djambatan, Jakarta, 2001