

ANALISIS RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL HEMAT ENERGI UNTUK EFISIENSI BIAYA PADA *HOME INDUSTRY* BORDIR SURABAYA

Rizqi Ibnu Alba

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : Cipetjr@gmail.com

Endryansyah

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : endryansyah@gmail.com

Abstrak

Home industry bordir Surabaya menjadi salah satu pilihan usaha untuk menghadapi pertumbuhan ekonomi yang semakin pesat. Dalam suatu usaha diperlukan perencanaan yang matang, salah satunya perencanaan biaya. Perencanaan biaya tidak hanya mengenai modal, bahan baku, dan tenaga kerja, energi juga merupakan salah satu biaya yang perlu perencanaan yang matang. Pada Tugas Akhir ini akan dibahas tentang efisiensi biaya pada rancang bangun sistem kontrol hemat energi untuk *home industry*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem pembangkit hemat energi dan mendapat perhitungan efisiensi biaya dari sistem kontrol hemat energi. Dari hasil penelitian yang dilakukan pada *home industry* sistem kerja alat ini berfungsi ketika baterai dalam keadaan kapasitas penuh yaitu 60Ah dan bertahan selama 4 jam dengan beban maksimal 300 watt (6 buah mesin jahit), dan perhitungan efisiensi menggunakan alat sistem kontrol hemat energi terbukti bahwa dapat meminimalkan biaya pemakaian listrik PLN hingga setengahnya (52,45%). Dengan menggunakan sumber PLN biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 41.236 dan bila menggunakan alat adalah Rp. 21.632 selama 1 bulan maka jumlah yang dihemat adalah Rp. 19.604.

Kata Kunci: Efisiensi Biaya, Hemat Energi, Rangkaian Kontrol

Abstract

Home industry embroidery Surabaya become one of the business choice to face the rapid economic growth. In an effort required careful planning, one of which cost planning. Planning costs not only about capital, raw materials, and labor, energy is also one of the costs that need careful planning. In this study will be discussed about cost efficiency in design of energy-saving control system for home industry. This study aims to determine the performance of energy-efficient generating systems and get cost efficiency calculations from energy-saving control systems. From the results of research conducted on the home industry working system of this tool works when the battery in a state of full capacity is 60Ah and lasted for 4 hours with a maximum load of 300 watts (6 pieces of sewing machines), and efficiency calculations using energy-efficient control system tool proved that minimizing PLN's electricity usage by half (47.54%). By using PLN source, the cost is Rp. 41.236 and when using the system of this tool is Rp. 21.632 for 1 month then the amount saved is Rp. 19.604.

Keywords: Cost Efficiency, Control Circuits, Energy Saving

PENDAHULUAN

Energi adalah suatu besaran yang dimiliki oleh setiap benda, namun energi yang dikandung oleh setiap benda tersebut ada yang dapat dimanfaatkan secara langsung dan ada yang memerlukan suatu proses konversi energi terlebih dahulu.

Penghematan energi adalah tindakan menggunakan energi secara efisien. Penghematan energi listrik saat ini menjadi topik umum dibicarakan di berbagai kalangan pemilik *home industry*. Penghematan energi listrik dapat dikontrol secara sistematis yang dapat berdampak pada penghematan konsumsi energi listrik. Untuk dapat

mencapai tujuan efisiensi dan penghematan energi listrik maka, diperlukan sistem kontrol hemat energi dari sisi pengguna tenaga listrik.

Dengan demikian perlu dilakukam suatu analisis sistem kontrol yang bertujuan untuk menghemat penggunaan energi listrik. Hasil analisis tersebut digunakan untuk mengetahui efisiensi biaya pada home industry bordir Surabaya. Pada Tugas Akhir ini penulis mengambil judul "Analisis Rancang Bangun Sistem Kontrol Hemat Energi Untuk Efisiensi Biaya Pada *Home Industry*".

KAJIAN PUSTAKA

Akumulator (*Accu*)

Akumulator (*accu*) termasuk elemen sekunder, yaitu elemen yang reaksi kimianya dapat dibalik. Pada proses pengisian aki, kutub positif aki dipasangkan pada kutub negatif sumber tegangan arus searah dan kutub negatif aki dipasangkan pada kutub positif sumber tegangan arus searah. Akumulator (*accu*, aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Contoh-contoh akumulator adalah baterai dan kapasitor. Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau *accu*) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Reaksi kimia yang terjadi pada saat mengisi aki berkebalikan dengan reaksi kimia pada saat aki digunakan. Hal ini berbeda dengan baterai yang reaksi kimianya tidak dapat dibalik. (Buntarto,2015)

Motor Listrik

Pengertian motor listrik secara umum adalah sebuah alat yang berguna untuk mengubah suatu energi listrik menjadi suatu energi mekanik. Dan alat yang mempunyai fungsi yang sebaliknya, dimana berguna untuk mengubah suatu energy mekanik menjadi energi listrik disebut dengan dinamo atau generator. (Arindya, Radita, 2013)



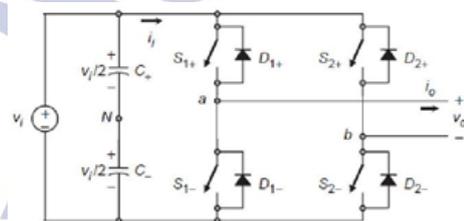
Gambar 1. Motor AC
(Sumber : Arindya, Radita, 2013)

Alternator

Alternator berfungsi untuk mengubah energi mekanis yang didapatkan dari mesin tenaga listrik, menghasilkan arus bolak-balik, alternator menyuplai kebutuhan listrik pada mobil sewaktu mesin hidup. Tetapi apabila jumlah pemakaian listrik lebih besar daripada yang dihasilkan alternator, maka baterai ikut memikul beban kelistrikan tersebut. (Buntarto, 2015)

Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengubah sumber tegangan DC tetap menjadi sumber tegangan AC dengan frekuensi tertentu. Komponen semikonduktor daya yang digunakan dapat berupa SCR, transistor, dan MOSFET yang beroperasi sebagai sakelar dan pengubah. Inverter dapat diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu: inverter satu fasa dan inverter tiga fasa. (Bambang Suprianto:2011).



Gambar 2. Rangkaian Inverter Jembatan Satu Fasa
(Sumber : Bambang Suprianto:2011).

Regulator

Regulator adalah rangkaian regulasi atau pengatur tegangan keluaran dari sebuah catu daya agar efek darinaik atau turunnya tegangan jala-jala tidak mempengaruhi tegangan catu daya sehingga menjadi stabil. Rangkaian penyearah sudah cukup bagus jika tegangan ripple -nya kecil, tetapi ada masalah stabilitas. Jika tegangan PLN naik/turun, maka tegangan outputnya juga akan naik/turun. Seperti rangkaian penyearah di atas, jika arus semakin besar ternyata tegangan dc keluarannya

juga ikut turun. Untuk beberapa aplikasi perubahan tegangan ini cukup mengganggu, sehingga diperlukan komponen aktif yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil. (Daryanto, 2014).

Kontaktor

Kontaktor juga disebut saklar elektromagnetik, yaitu : “ Saklar yang system operasinya dengan cara kerja sistem elektromagnetik dan merupakan suatu alat yang aman untuk penyambungan dan pemutusan secara terus menerus /Continue “. (Daryanto, 2014)

Kontaktor digunakan untuk mengerjakan atau mengoperasikan dengan seperangkat alat control beban, seperti :

- a. Penerangan
- b. Pemanas
- c. Pengontrolan Motor – motor listrik
- d. Pengaman Motor – motor listrik

Relai

Relai adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal(seperangkat Kontak Saklar). Relai menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. (Sumber : Daryanto, 2014).

MCB

Singkatan MCB adalah *Mini Circuit Breaker* yang memiliki fungsi sebagai alat pengaman arus lebih. MCB ini memproteksi arus lebih yang disebabkan terjadinya beban lebih dan arus lebih karena adanya hubungan pendek. Dengan demikian prinsip dasar bekerjanya yaitu untuk pemutusan hubungan yang disebabkan beban lebih dengan relai arus lebih seketika digunakan electromagnet. Bila bimetal ataupun electromagnet bekerja, maka ini akan memutus hubungan kontak yang terletak pada pemadam busur dan membuka saklar. MCB untuk rumah seperti pada pengaman lebur diutamakan untuk proteksi hubungan pendek, sehingga pemakaiannya lebih diutamakan untuk mengamankan instalasi atau konduktornya. Sedang MCB pada APP diutamakan sebagai

pembawa arus dengan karakteristik CL (current limiter) disamping itu juga sebagai gawai pengaman arus hubung pendek yang bekerja seketika. Arus nominal yang digunakan pada APP dengan mengenal tegangan 230/400V ialah: 1.2.4.6.10.16.20.25.35 dan 50 A disesuaikan dengan tingkat VA konsumen. Adapun kemampuan membuka (breaking capacity) bila terjadi hubung singkat 3 KA dan 6 KA (SPLN 108-1993). MCB yang khusus digunakan oleh PLN mempunyai tombol biru. MCB pada saat sekarang paling banyak digunakan untuk instalasi rumah ataupun instalasi industri maupun instalasi gedung bertingkat (Muhammad H.Rashid, 2011).



Gambar 3. *Miniature Circuit Breaker / MCB* (Sumber : Muhammad H.Rashid, 2011).

Rumus Dasar Daya Listrik

Menurut Djiteng Marsudi (2005), setiap pembangkit listrik besar dilakukan dengan cara memutar generator sinkron sehingga didapat tenaga listrik dengan arus bolak-balik tiga fasa. Energiang digunakan memutar generator sinkron didapat dari mesin penggerak mula (*Primer mover*). Penggerak motor terdiri dari mesin diesel, turbin uap, turbin air, dan turin gas.

Daya listrik didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik).

Rumus-Rumus Dasar Daya Listrik dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu Daya Nyata (P), Daya Semu (S), Daya Reaktif(Q) :

- a. Daya Nyata (P)

Daya nyata merupakan daya listrik yang digunakan untuk keperluan menggerakkan mesin-mesin listrik atau peralatan lainnya.

$$\text{Line to netral / 1 fasa } P = V \times I \times \cos \emptyset \quad (1)$$

$$\text{Line to line/ 3 fasa } P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \quad (2)$$

Keterangan :

P = Daya Nyata (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (Amper)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

b. Daya Semu (S)

Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi. Daya ini merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus yang melalui penghantar.

$$\text{Line to netral/ 1 fasa } S = V \times I \quad (3)$$

$$\text{Line to line/ 3 fasa } S = \sqrt{3} \times V \times I \quad (4)$$

Keterangan :

Line = Arus listrik positif

Netral = Arus listrik negatif

Line to netral = Tegangan fasa ke netral

Line to line = Tegangan antar fasa

S = Daya semu (VA)

c. Daya Semu (S)

Daya reaktif merupakan selisih antara daya semu yang masuk pada penghantar dengan daya aktif pada penghantar itu sendiri, dimana daya ini terpakai untuk daya mekanik dan panas. Daya reaktif ini adalah hasil kali antara besarnya arus dan tegangan yang dipengaruhi oleh faktor daya.

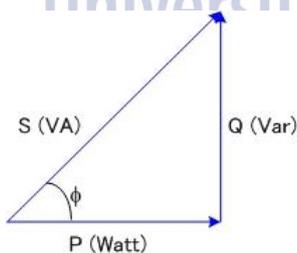
$$\text{Line to netral/ 1 fasa } Q = V \times I \times \sin \phi \quad (5)$$

$$\text{Line to line/ 3 fasa } Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \phi \quad (6)$$

Keterangan :

Q = Daya reaktif (VAR)

$\sin \phi$ = Faktor Daya



Gambar 4. Segitiga Daya (Djiteng Marsudi, 2005)

dimana :

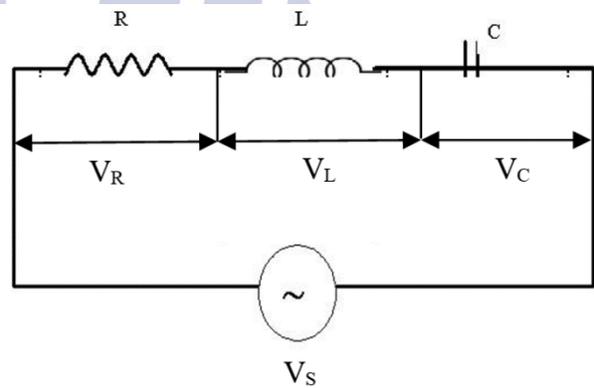
$$P = S \times \cos \phi \text{ (Watt)} \quad (7)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ (VA)} \quad (8)$$

$$Q = S \times \sin \phi \text{ (VAR)} \quad (9)$$

Rangkaian Seri R,L,C

Rangkaian RLC seri adalah rangkaian resistor, induktor dan juga kapasitor yang disusun secara seri atau berderet. Sebelum menjelaskan mengenai rangkaian RLC seri ini, nama RLC sendiri disimbolkan sebagai aliran listrik untuk ketahanan, kapasitansi dan induktansi dari masing-masing rangkaian. Dan untuk rangkaian RLC seri sendiri bisa anda lihat pada skema gambar berikut ini. Dalam skema gambar rangkaian tersebut, terdapat rangkaian RLC yang disusun seri dengan dihantarkan arus listrik AC atau searah. Dan arus AC tersebut akan mendapatkan hambatan pada komponen dengan simbol R, L dan juga C. Dalam hambatan tersebut akan dihasilkan Impedansi dengan simbol Z. Dan Impedansi atau Z tersebut merupakan proses penggabungan dari simbol R, L, C.



Gambar 5. Rangkaian RLC (Djiteng Marsudi,2005)

Rumus Umum Rangkain Seri R-L-C

Rangkaian RLC seri adalah rangkaian resistor, induktor dan juga kapasitor yang disusun secara seri atau berderet. Sebelum menjelaskan mengenai rangkaian RLC seri ini, nama RLC sendiri

a. Tegangan

$$V_s = \sqrt{V_R^2 + (V_L + V_C)^2} \quad (10)$$

Keterangan :

V_s = Tegangan Sumber (V)

V_R = Tegangan Resistif (V)

V_L = Tegangan Induktif (V)

V_C = Tegangan Kapasitif (V)

b. Reaktansi Kapasitif

$$X_C = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{2\pi f C} \quad (11)$$

c. Daya

$$P = I^2 R = V I \cos\theta \quad (12)$$

d. Impedansi

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (13)$$

e. Sudut Fase

$$\tan\theta = \frac{(X_L - X_C)}{R} = \frac{(V_L - V_C)}{V_R} \quad (14)$$

Rumus Efisiensi

Alat atau mesin pengubah energi tidak mungkin mengubah seluruh energi yang diterimanya menjadi energi yang diharapkan. Sebagian energi akan diubah menjadi energi yang tidak diharapkan. Proses tersebut merupakan sifat alami sehingga dikemukakan konsep efisiensi (daya guna). Jika energi yang diterima oleh alat pengubah energi disebut masukan (input) dan energi yang diubah ke bentuk yang diharapkan disebut keluaran (output). Efisiensi didefinisikan sebagai hasil bagi keluaran dan masukan dikali seratus persen dan secara matematis ditulis dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Efisiensi : } \eta = \frac{\text{Energi keluaran}}{\text{Energi masukan}} \times 100\% \quad (15)$$

Rumus Perhitungan kWh Perjam

$$\text{kWh perjam} = (\text{standar kwh akhir} - \text{standar kWh awal}) \times \text{harga kWh} \quad (16)$$

METODE

Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini, pendekatan penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Tujuan penelitian kuantitatif adalah menggunakan dan mengembangkan model matematis, teori-teori atau hipotesis yang berkaitan dengan alam. Proses pengukuran adalah bagian yang sentral dalam penelitian kuantitatif karena hak ini memberikan hubungan yang fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan-hubungan kuantitatif

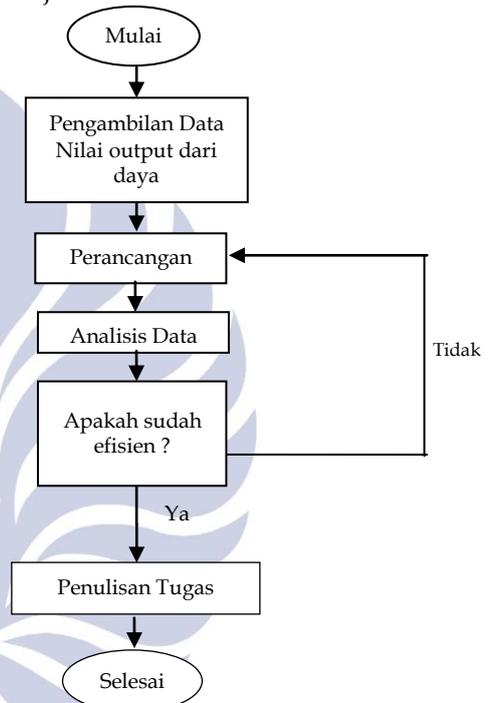
Pada penelitian ini akan menganalisa alat pembangkit hemat energi untuk mengetahui berapa daya dan tingkat efisiensi dari alat tersebut.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen adalah alat bantu yang digunakan untuk mempermudah pengumpulan data penelitian yang dilakukan secara sistematis. Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa alat pembangkit hemat energi dengan melakukan pengumpulan data dan perhitungan secara manual.

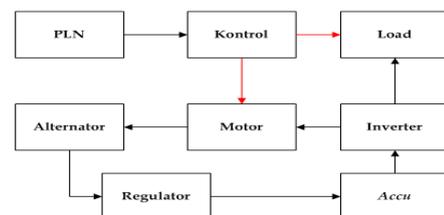
Langkah - Langkah Penyelesaian Masalah

Tahapan perancangan penelitian ini secara garis besar di jelaskan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Rancangan Penelitian (Sumber : Data Primer, 2016)

Perancangan Alat



Gambar 7. Rangkaian kontrol hemat energi (Sumber : Data Primer, 2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Rancang Bangun Sistem Kontrol Hemat Energi pada *Home Industry* (Konveksi)

Tabel 1. Spesifikasi Rancang bangun Sistem Kontrol Hemat Energi Pada *Home Industri* (Konveksi)

No	Deskripsi	Spesifikasi
1.	Tegangan	220 VAC
2.	Frekuensi	50 Hz
3.	Arus	10 Ampere
4.	Bahan	Akrilik uk. 2mm
5.	Dimensi	62 cm x 41 cm x 68 cm
6.	Komponen	MCB, push on, motor, inverter, alternator, baterai, kontaktor, relai.
7.	Berat	Baterai, Motor, Alternator, 15 Kg

Tabel Hasil Percobaan

Hasil percobaan bahan uji beban menggunakan mesin jahit dengan beban total 300 watt. Pengujian dimulai pada pukul 09.00 wib terlihat pada Tabel 2, pengujian pertama adalah pengujian beban menggunakan sumber dari PLN. kwh terlihat fluktuatif dari jam ke jam terlihat rata-rata selisih 0,17 - 0,25 kwh.

Tabel 2 Hasil percobaan menggunakan sumber dari PLN.

No	Jam	Beban	Daya (Watt)	Kwh
1	09.00 - 10:00	Mesin Jahit	300 W	167,25
2	10.00 - 11:00	Mesin Jahit	300 W	167,50
3	11.00 - 12:00	Mesin Jahit	300 W	167,67
4	12.00 - 13:00	Mesin Jahit	300 W	167,86

Pada pengujian kedua dimulai pada pukul 09.00 wib dengan beban mesin jahit 300 watt. Dapat dilihat pada Tabel 3, Pada pengujian beban menggunakan alat terlihat pemakaian kWh berkurang dengan selisih 0,05 - 0,15 kWh.

Tabel 3 hasil percobaan menggunakan Rancang Bangun Sistem Kontrol Hemat Energi Pada *Home Industri* (Konveksi)

No	Jam	Beban	Daya (Watt)	kWh
1	09.00 - 10:00	Mesin Jahit	300 W	164,37
2	10.00 - 11:00	Mesin Jahit	300 W	164,44
3	11.00 - 12:00	Mesin Jahit	300 W	164,49
4	12.00 - 13:00	Mesin Jahit	300 W	164,64

Hasil Analisis

Dengan data yang telah diperoleh sehingga bisa dihitung efisiensi berdasarkan persamaan 16.

a. Perhitungan percobaan menggunakan sumber PLN.

Jam 10.00 ke jam 11.00 :

$$(167,50 - 167,25) \times 1300 = \text{Rp. } 325$$

Jam 11.00 ke jam 12.00 :

$$(167,67 - 167,50) \times 1300 = \text{Rp. } 221$$

Jam 12.00 ke jam 13.00 :

$$(167,86 - 167,67) \times 1300 = \text{Rp. } 247$$

Total pemakaian kwh selama 4 jam

$$325+221+247 = \text{Rp. } 793$$

b. Perhitungan percobaan menggunakan Rancang Bangun Sistem Kontrol Hemat Energi Pada *Home Industri* (Konveksi).

Jam 10.00 ke jam 11.00 :

$$(164,44 - 164,37) \times 1300 = \text{Rp. } 91$$

Jam 11.00 ke jam 12.00 :

$$(164,49 - 164,44) \times 1300 = \text{Rp. } 65$$

Jam 12.00 ke jam 13.00 :

$$(164,64 - 164,44) \times 1300 = \text{Rp. } 260$$

Total pemakaian kWh selama 4 jam

$$91+65+260 = \text{Rp. } 416$$

Pada survei industri konveksi, jam kerja 1 hari selama 8 jam. Dan 1 minggu masuk 6 hari, maka 1 bulan masuk hari kerja selama 26 hari.

1. **Sumber PLN**

Selama 1 hari = Rp. 793 x 2

= Rp. 1.586

Selama 1 bulan = Rp. 1.586 x 26

= Rp. 41.236

2. **Sumber menggunakan Sistem Kontrol Hemat Energi**

Selama 1 hari = Rp. 416 x 2 = Rp. 832

Selama 1 bulan = Rp. 832 x 26 = Rp. 21.632

Jadi hasil perbandingan dari sumber PLN dengan alat sistem control hemat energi selama 1 bulan lebih efisien menggunakan alat sistem kontrol hemat energi dengan selisih sebesar Rp. 41.236 - Rp. 21.632 = Rp. 19.604.

Sehingga alat tersebut menghemat biaya sebesar :

$$\frac{19.604}{41.236} \times 100\% = 47.54 \%$$

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian Rancang Bangun Sistem Kontrol Hemat Energi Pada *HomeIndustry* (Konveksi) dapat disimpulkan bahwa sistem kerja alat ini adalah sebagai pengganti sumber energi listrik yang digunakan pada *home industry*, alat ini dapat berfungsi ketika baterai dalam keadaan kapasitas penuh yaitu 60Ah dan bertahan selama 4 jam dengan beban maksimal 300 watt (6 buah mesin jahit) yang dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan ketika keadaan lemah (*low voltage*) sumber diubah ke PLN.

Sedangkan dari perhitungan efisiensi menggunakan alat sistem kontrol hemat energi terbukti bahwa dapat meminimalkan biaya pemakaian listrik PLN hingga setengahnya (47,54%). Dengan menggunakan sumber PLN biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 41.236 dan bila menggunakan alat adalah Rp. 21.632 selama 1 bulan maka jumlah yang dihemat adalah Rp. 19.604

Saran

Pada pembuatan Rancang Bangun Sistem Kontrol Hemat Energi Pada *Home Industry* (Konveksi) ini perlu adanya pengembangan lebih baik lagi karena masih kurang sempurna yaitu dengan solusi dimana tidak adanya alat ukur rpm-meter (tachometer) dan kwh-meter untuk pengujian beban langsung, kedepannya ada pengembangan lebih lanjut.

Dan juga motor yang digunakan harus memiliki daya yang lebih besar agar lebih ringan saat start awal.

DAFTAR PUSTAKA

Arindya, Radita. 2013. *Penggunaan Dan Pengaturan*

Motor Listrik. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Buntarto. 2015. *Sistem Kelistrikan Pada Mobil*. Klaten : Penerbit Pustaka Baru.

Daryanto. 2014. *Konsep Dasar Teknik Elektronika Kelistrikan*. Bandung : Alfabeta.

Marsudi, Djiteng. 2005. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta : Erlangga.

Muhammad, H. Rashid. 2011. *Power Electronics Handbook Devices, Cicut, and Applications, Third Edition*. Electrical and Computer Engineering University of West Florida 1100 University Parkway Pensacola, FL 32514-5754. U.S.A.

Suprianto, Bambang. 2011. *Modul Kuliah Elektronika Daya*. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.

