

PERENCANAAN SISTEM KONTROL PENERANGAN DI VILLA ALILA TANAH LOT TABANAN BALI

Antonius Ibi Weking

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Kampus Bukit Jimbaran, Bali, 80361

Email: toni@ee.unud.ac.id

Abstrak

Penggunaan energi listrik merupakan suatu kebutuhan primer untuk seluruh lapisan masyarakat. Untuk menunjang perkembangan dari sarana penggunaan energi listrik harus dibuat handal, salah satunya dengan keamanan yang cukup tinggi dan dapat dipergunakan secara efektif serta efisien. Pada saat sekarang ini, PLN mulai mencanangkan program penghematan energi listrik.

Dalam makalah ini akan dianalisis penggunaan sistem kontrol untuk penerangan pada Villa Alila Tanah Lot., yang mana ditujukan untuk mendapatkan penghematan energi listrik yang tentunya tidak lepas dari kenyamanan pengguna villa tersebut.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi penghematan energi listrik pada penerangan sebesar 0.9296 kWh/hari. Di dalam villa Alila Tanah Lot yang mempergunakan kontrol sensor gerak dan fitting sensor gerak sebesar 0.0527 kWh/hari dan menghemat 9.36% dari energi listrik yang digunakan untuk penerangan di dalam villa Alila Tanah Lot. Sistem kontrol penerangan di luar villa Alila Tanah Lot dapat menghemat sebesar 0.8769 kWh/hari dan menghemat 4 % dari energi listrik yang digunakan di luar villa Alila Tanah Lot.

Kata kunci : *Sistem kontrol, penghematan energi*

1. PENDAHULUAN

Untuk menunjang perkembangan dari adanya industri rumah tangga, hotel dan *villa*, sarana dari penggunaan energi listrik harus dibuat handal salah satunya keamanan dengan cukup tinggi dan dapat dipergunakan secara efektif dan efisien. Pada saat sekarang ini, PLN mulai mencanangkan program penghematan energi listrik untuk industri, rumah tangga, hotel dan *villa*. Untuk lebih mensiasati program tersebut, perlu dipasang sistem kontrol pada seluruh peralatan listrik di *villa* Alila Tanah Lot. Banyak terdapat jenis sistem kontrol yang dipergunakan di *villa* atau di hotel seperti sistem kontrol penerangan dan suhu. Pada *villa* Alila Tanah Lot penggunaan energi listrik baik di dalam *villa* ataupun di luar *villa* belum dipasang sistem kontrol terutama pada penerangan. Kelebihan dari pemakaian sistem kontrol pada penerangan adalah dapat mengontrol penggunaan energi listrik yang dipakai pada sistem penerangan sehingga dapat menghemat penggunaan energi listrik (Mardiono, 2010). Di *villa* Alila Tanah Lot sistem kontrol penerangan yang digunakan adalah sistem kontrol sensor gerak, fitting sensor gerak dan *photocell*. Sensor gerak dan fitting sensor gerak berfungsi sebagai kontrol untuk penerangan di dalam ruangan *villa* apabila terjadi suatu gerakan. Sedangkan *photocell* berfungsi sebagai kontrol untuk penerangan di luar *villa*.

Sangat perlu dipasang sistem kontrol pada sistem penerangan untuk menghemat dalam pemakaian energi listrik (Panji, 2010). Sistem kontrol yang dimaksud harus dapat diandalkan dalam

pemakaiannya sebagai sarana perbaikan kondisi pemakaian energi listrik pada *villa* Alila Tanah Lot.

2. DASAR TEORI

2.1 Key tags

Key tags merupakan salah satu alat kontrol untuk di dalam *villa* atau hotel. Alat kontrol ini adalah sebagai kontrol utama seluruh peralatan listrik di dalam *villa*. Kontrol ini terdiri dari kartu atau *tag* dan tempat kartu yang dipasang seperti sakelar biasa. Bentuk dari tempat *key tags* menyerupai bentuk sakelar namun terdapat lubang di bagian atas tempat kartu atau *key tags* dimasukkan. Apabila kartu dimasukkan ke dalam tempat *key tag*, maka semua peralatan listrik akan hidup. Bentuk dari *key tags* dapat dilihat pada gambar 1.



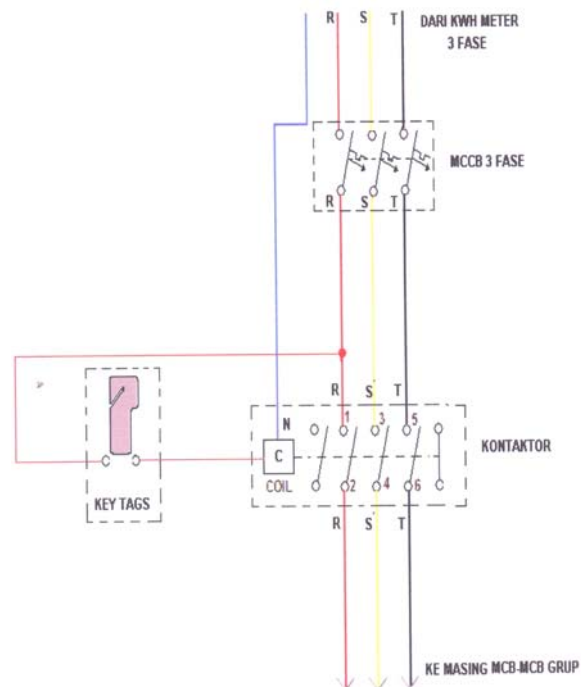
Gambar 1. Key tags

Input dari *key tags* diambil dari salah satu fase, seperti contoh fase R, kemudian masuk ke input ke *key tags*, apabila *key tags* dimasukkan ke dalam tempat *key tags*, maka terminal di dalam tempat *key tags* tertutup dan tegangan menuju ke *coil* sehingga

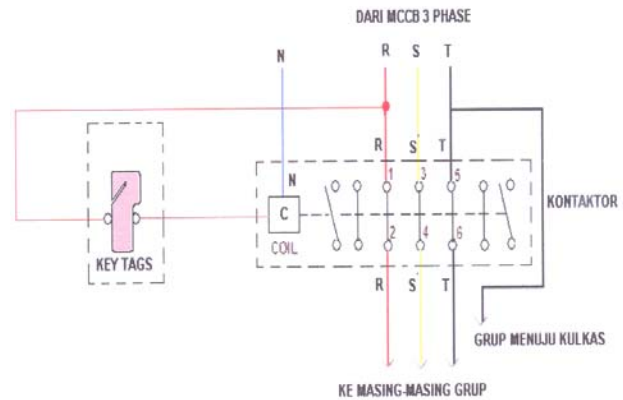
coil atau magnet akan menarik kontak-kontak yang ada di dalam kontaktor sehingga kontak-kontak tersebut tertutup dan semua beban pun menyala. Begitu juga sebaliknya, apabila *key tags* dilepas, maka semua beban mati. Kontaktor yang dipakai untuk mengalirkan tegangan ke beban hanya kontak utama. Karena kontak ini yang mempunyai daya hantar arus yang besar. Sedangkan kontak-kontak yang lain sebagai kontak bantu yang biasa digunakan untuk kontrol.

2.2 Kontaktor

Kontaktor magnet atau sakelar magnet adalah sakelar yang bekerja berdasarkan kemagnetan. Artinya sakelar ini bekerja bila ada gaya kemagnetan. Magnet berfungsi sebagai penarik dan melepas kontak-kontak. Sebuah kontaktor harus mampu mengalirkan arus dan memutuskan arus dalam keadaan kerja normal. Arus kerja normal ialah arus yang mengalir selama pemutusan tidak terjadi. Sebuah kontaktor kumparan magnetnya (*coil*) dapat dirancang untuk arus searah (arus DC) atau arus bolak-balik (arus AC). Kontaktor arus AC ini pada inti magnetnya dipasang cincin hubung singkat, gunanya adalah untuk menjaga arus kemagnetan agar kontinu sehingga kontaktor tersebut dapat bekerja normal. Sedangkan pada kumparan magnet yang dirancang untuk arus DC tidak dipasang cincin hubung singkat (Arifin, 2008).



Gambar 2. Skema Pemasangan Kontaktor dan Key tags



Gambar Rangkaian Grup Untuk Kulkas

Gambar 3. Rangkaian Group untuk Kulkas

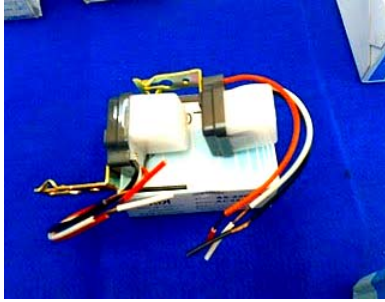
2.3 Photocell

Photocell adalah sejenis rangkaian elektronik yang berisi komponen LDR (*light dependent resistor*) di dalamnya, berfungsi sebagai saklar otomatis yang ON dan OFF-nya bisa disetting secara otomatis berdasarkan sensor cahaya. *Photocell* menggunakan prinsip kerja resistor dengan sensitivitas cahaya (LDR=Light Dependent Resistor). Apabila kondisi gelap atau mendung maka nilai resistansi akan menjadi rendah sehingga arus mengalir dan lampu akan menyala. Sebaliknya pada kondisi terang, nilai resistansi menjadi tinggi sehingga arus tidak dapat mengalir dan lampu akan mati (Kris, 2010).

Photocell juga merupakan elemen-elemen yang daya hantarnya merupakan fungsi dari radiasi elektromagnetik yang masuk. Banyak bahan bersifat fotokonduktif sampai tingkat tertentu, akan tetapi yang terpenting secara komersial adalah kadmium-sulfida, germanium dan silikon. Respons spektral dari sel kadmium-sulfida hampir sesuai dengan mata manusia, dan dengan demikian sel ini sering digunakan dalam pemakaian dimana penglihatan manusia merupakan suatu faktor, seperti halnya pengontrolan cahaya jalan atau pengontrol selaput pelangi otomatis pada alat-alat kamera. Elemen-elemen dasar dari sebuah *photocell* adalah substrat keramik, lapisan bahan konduktif, elektroda metalik untuk menghubungkan alat ke sebuah rangkaian, dan sebuah penutup tahan uap air. Sebuah pandangan terpotong lancip dari sebuah fotosel diperlihatkan pada Gambar 4. (USU, 2010)

2.4 Sakelar Waktu

Sakelar waktu atau *time switch* digunakan untuk menghidupkan lampu berdasarkan kontrol waktu. Sakelar waktu biasanya dipakai di bangunan komersial kecil, bangunan apartemen, dan papan reklame *outdoor*, pencahayaan parkir dan di dalam rumah tinggal biasa.



Gambar 4. Bentuk *photocell* di pasaran

Sakelar waktu merupakan rangkaian sakelar yang bekerja dengan menggunakan waktu tunda tertentu. Rangkaian sakelar tunda ini boleh di bilang serba guna dalam penggunaannya misalnya untuk memadamkan lampu, penerapan lainnya adalah sebanyak kemampuan fantasi kita. Tapi yang perlu diperhatikan adalah kemampuan pembebanan relay karena relay ini punya type berbeda dan kemampuan pembebanan maksimumnya juga beda. Perangkat ini sederhana mengganti sakelar dinding konvensional. Setelah interval waktu yang ditentukan setelah mengaktifkan operasi, tombol pengatur waktu akan mematikan lampu. Sakelar ini dapat diprogram untuk memberikan sinyal peringatan sebelum lampu dimatikan (Wood, 1956)

Menggunakan sakelar waktu merupakan salah satu cara untuk menghemat energi. Perangkat ini mematikan lampu setelah periode waktu yang telah ditentukan setelah lampu telah diaktifkan. Sebagai contoh, pengguna masuk ke sebuah ruangan, saat timer aktif lampu menyala dan ketika timer berakhir, lampu dimatikan. Namun sakelar waktu menghemat energi tidak sebaik sensor yang lebih efektif menghemat energi (Dilouie, 2006)



Gambar 5. Berbagai macam sakelar waktu

2.5 Sensor Gerak

Sensor gerak adalah sakelar otomatis yang menyalakan lampu ketika mendeteksi gerakan dan akan terus menyala hingga beberapa waktu setelah

gerakan berakhir. Sensor gerak menghemat energi dan menambah kemudahan. Sensor gerak yang paling sering digunakan adalah jenis sakelar dinding, didesain untuk menggantikan sakelar manual biasa. Tersedia beberapa jenis sakelar dengan sensor gerak termasuk sakelar dengan sensor gerak dan *dimmer*. Namun, sensor dinding tidak selalu dipasang pada tempat yang terbaik untuk mendeteksi gerakan, penempatan sensor yang paling baik adalah dekat dengan tempat dimana gerakan biasa yang paling sedikit harus dideteksi terjadi. Sensor gerak dipasang pada plafon, pada bagian atas dinding sudut ruang, atau pada rak kerja. Jenis sensor ini biasa mengoperasikan relay yang terdapat di bawah plafon. Salah satu jenisnya didesain sebagai penghubung ke stop kontak panjang yang spesifik dapat mengontrol lampu kerja dan peralatan kantor seperti monitor komputer dan printer (Prasetyo, 2007).

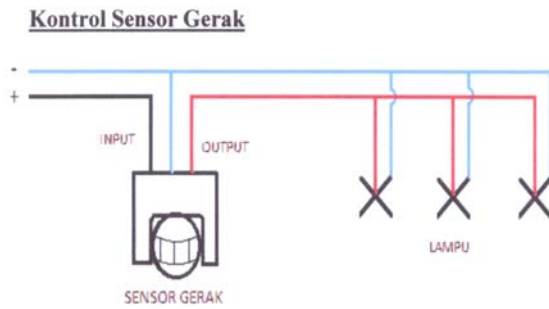


Gambar 6. Kotak dinding sensor gerak

Di samping itu terdapat jenis sensor gerak yang jadi satu dengan fitting lampu. Fitting lampu dengan sensor infra merah, jangkauan jarak ± 3 meter dan 360 derajat. Lampu akan menyala otomatis apabila terdeteksi gerakan memasuki ruangan. Lamanya lampu menyala bisa disetel antara 5 - 100 detik setelah tidak ada orang atau gerakan. Apabila ruangan kosong dan tidak terdeteksi gerakan, lampu akan mati secara otomatis.



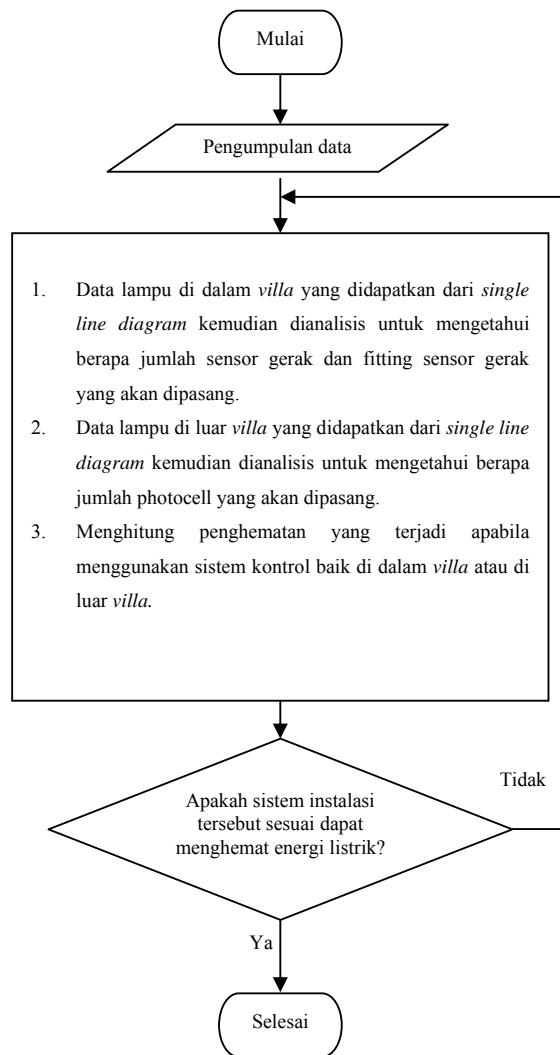
Gambar 7. Fitting lampu dengan sensor gerak



Gambar 8. Kontrol sensor gerak

3. METODE ANALISIS

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan dihitung berdasarkan rumus yang ada dengan urutan analisis sebagai berikut :



4. HASIL ANALISIS

4.1 Sistem Kontrol Penerangan di Dalam Villa Alila Tanah Lot

Sistem kontrol penerangan di dalam villa Alila Tanah Lot mempergunakan key tags, sensor gerak dan fitting sensor gerak.

a. Kegunaan pemasangan kontrol key tags di dalam villa Alila Tanah Lot dapat menghemat penggunaan energi listrik karena penggunaan dari kontrol key tags dapat mengontrol peralatan listrik di dalam villa. Pemasangan kontrol key tags di dalam villa berjarak 150 cm di atas lantai dan terletak di samping pintu masuk koridor. Pemasangan kontrol key tag harus terjangkau oleh pengunjung villa dan pintu masuk koridor tidak menghalangi kontrol key tags. Kemampuan dari kontrol key tags yaitu 90 -230V AC dengan frekuensi 50 – 60Hz. Kontrol key tags ini dipasang di lantai I, untuk lantai II secara otomatis akan dikontrol dengan key tags pada lantai I. Tidak semua peralatan listrik yang ada di dalam villa dikontrol dengan key tags, seperti kulkas. Agar bahan makanan dan minuman tetap terjaga suhunya apabila pengunjung villa keluar.

b. Kontrol sensor gerak di dalam villa Alila dipasang di tembok bagian atas masing-masing ruangan. Kontrol sensor gerak yang digunakan berupa infra merah, dengan jangkauan jarak 5 – 12 meter dan deteksi antara 140⁰-220⁰. Lampu akan menyala otomatis apabila terdeteksi gerakan memasuki ruangan. Lamanya lampu menyala bisa disetel antara 2 - 120 detik setelah tidak ada orang atau gerakan. Apabila ruangan kosong dan tidak terdeteksi gerakan, lampu akan mati secara otomatis. Pemasangan kontrol sensor gerak di dalam villa sangat bermanfaat untuk menghemat energi listrik. Pemasangan kontrol sensor gerak pada villa mempunyai kapasitas 1200 Watt. Di villa Alila terdapat 61 buah lampu dengan daya 60VA dan 19 buah lampu TL dengan daya 25VA. Cos φ di villa Alila Tanah Lot adalah 0.79. Maka perhitungan sebagai berikut :

Untuk lampu 60VA dengan cos φ 0.79 jadi $P = 60 \times 0.79 = 47.4$ Watt. Jadi sensor gerak dengan daya 1200 Watt, $1200 : 47.4 = 25$ buah lampu. Untuk lampu TL dengan 25VA dengan cos φ 0.79 jadi $P = 25 \times 0.79 = 19.75$ Watt. Jadi sensor gerak dengan daya 1200 Watt, $1200 : 19.75 = 60$ buah lampu. Pemasangan fitting sensor gerak hanya untuk 1 buah lampu, sehingga pemasangan fitting sensor gerak cocok untuk ruangan yang dilayani kurang dari 3 lampu. Kemampuan dari fitting sensor gerak ini adalah 60 Watt untuk lampu pinspot light. Fitting sensor gerak mempunyai jangkauan 360⁰ dan bisa disetel antara 5 - 100 detik setelah tidak ada orang atau gerakan.

4.2 Sistem Kontrol Penerangan di Luar Villa Alila Tanah Lot

Sistem kontrol di luar ruangan meliputi penerangan yaitu lampu taman (*gardening*). Lampu taman di villa Alila Tanah Lot dikontrol dengan kontrol *photocell*. Kontrol *photocell* akan bekerja apabila tidak terdeteksi sinar matahari, seperti mendung dan pada malam hari, sehingga lampu pun menyala.

Photocell yang dipasang memiliki kapasitas 6A, jadi *photocell* memiliki kemampuan beban maksimal adalah $6 \times 220 \times 0.79 = 1043$ Watt. Masing-masing lampu taman memiliki daya 60VA dengan $\cos \phi$ 0.79, sehingga 1 buah *photocell* memiliki kemampuan sebagai berikut :

- 60VA x 0.79 = 47.4 Watt.
- *Photocell* 1043 Watt : 47.4 Watt = 22 buah lampu.

Untuk lantai I terdapat 9 buah lampu jadi cukup dipasang 1 buah *photocell*. Sedangkan lantai II terdapat 28 buah lampu, jadi dipasang 2 buah *photocell* dengan masing-masing *photocell* dengan 14 buah lampu.

4.3 Penghematan energi listrik di dalam villa Alila Tanah Lot

Penghematan energi yang dapat dilakukan di dalam villa sebagai berikut. Apabila pengunjung villa lupa mematikan lampu di ruang tamu selama 10 menit. Berarti perhitungannya sebagai berikut.

Jenis lampu yang berada di dalam villa terdiri dari :

- a) Pinpoint Light, Wall Light, Table Standing Lamp dan Floor standing Lamp, dengan daya masing-masing 60VA, dengan $\cos \phi$ 0.79 jadi :
 $P = 60 \times 0.79 = 47.4$ Watt
 Kerugian 1 lampu per hari 10 menit = 0.16 jam
 Kerugian dalam WH (Watt Hour) = $47.4 \times 0.16 = 7.5$ WH/hari = 0.0075 kWh/hari
 Kerugian untuk 68 buah lampu jenis tersebut jika semua lupa dimatikan selama 10 menit adalah $68 \times 0.0075 = 0.51$ kWh/hari
- b) TL dengan daya 25 VA, $\cos \phi$ 0.79 jadi :
 $P = 25 \times 0.79 = 19.75$ Watt
 Kerugian 1 lampu perhari 10 menit = 0.16 jam
 Kerugian dalam WH (Watt hour) = $19.75 \times 0.16 = 3.16$ WH/hari = 0.0031 kWh/hari.
 Kerugian untuk 17 buah lampu jenis TL jika semua lampu lupa dimatikan selama 10 menit adalah $17 \times 0.0031 = 0.0527$ kWh/hari
 Jadi total kerugian energi listrik adalah 0.51 kWh + 0.0527 kWh = 0.5627 kWh/hari.
- c). Dengan menggunakan sensor gerak dapat menghemat energi listrik sebagai berikut :
 Jumlah lampu yang memakai sensor gerak dan fitting sensor gerak adalah 68 buah jadi penghematan yang terjadi :

1. Untuk lampu 60VA = 51 buah x 0.0075 kWh = 0.3825 kWh/hari.
 2. Untuk lampu 25VA = 17 buah x 0.0075 kWh = 0.1275 kWh/hari.
- Jadi penghematan energi listrik adalah 0.3825 kWh + 0.1275 kWh = 0.51 kWh/hari.

- d) Total penghematan yang didapat dengan menggunakan sensor gerak adalah :
 0.5627 kWh/hari - 0.51 kWh/hari = 0.0527 kWh/hari dan dapat menghemat energi listrik sebesar :

$$\frac{0.5627 \text{ kWh/hari} - 0.51 \text{ kWh/hari}}{0.5627 \text{ kWh/hari}} \times 100\% = 9.36\%$$

- e) Jadi penghematan yang dilakukan dengan menggunakan sensor gerak adalah 0.0527 kWh/hari dan menghemat sebesar 9.36 % dari total energi listrik yang dibutuhkan untuk penerangan di dalam villa.

4.4 Penghematan energi listrik di luar villa Alila Tanah Lot

Jumlah lampu yang ada di luar villa adalah 37 buah lampu. Dengan asumsi apabila tidak menggunakan sistem kontrol *photo cell*, pengunjung villa Alila biasanya mematikan lampu apabila sudah bangun. Pengunjung villa Alila menghidupkan lampu jam 6.30 sore dan mematikan lampu jam 7 pagi, padahal lampu harus dimatikan jam 6.30 pagi. Perhitungan sebagai berikut.

- a) Kerugian energi listrik sebagai berikut :
 Lampu di luar villa mempunyai daya 60VA dengan $\cos \phi$ villa Alila 0.79 jadi :
 $P = 60 \times 0.79 = 47.4$ Watt. Dengan jumlah lampu 37 buah.
 Kerugian untuk seluruh 37 buah lampu jika lupa dimatikan selama setengah jam adalah = $37 \times 47.4 \times 0.5 = 877$ Watt = 0.877 kWh/hari
 Energi listrik yang dipakai untuk semua lampu di luar villa adalah = $37 \times 47.4 \times 12.5$ jam = 21922.5 WH = 21.9225 kWh/hari
- b) Dengan menggunakan *photo cell* terjadi penghematan sebagai berikut.
 Di villa Alila sinar matahari muncul jam 6.30, jadi penghematan dengan menggunakan *photocell* sebagai berikut :
 Energi listrik yang dipakai untuk semua lampu di luar villa adalah = $37 \times 47.4 \times 12$ jam = 21045.6 WH = 21.0456 kWh/hari
 Jadi penggunaan energi listrik dengan menggunakan *photo cell* adalah 21.0456 kWh/hari dan dapat menghemat energi listrik sebesar = 21.9225 kWh - 21.0456 kWh = 0.8769 kWh/hari atau menghemat sebesar :

$$\frac{21.9225 \text{ kWh} - 21.0456 \text{ kWh} \times 100 \%}{21.9226 \text{ kWh}} = 4 \%$$

- c) Jadi penghematan energi listrik yang dapat dilakukan dengan menggunakan *photo cell* adalah 0.8769 kWh/hari dan menghemat sebesar 4% dari energi listrik yang digunakan di luar villa. Jadi penghematan yang dapat dilakukan dengan sistem kontrol pada penerangan di villa Alila Tanah Lot adalah :
- $$= 0.0527 \text{ kWh/hari} + 0.8769 \text{ kWh/hari}$$
- $$= 0.9296 \text{ kWh/hari}$$

5. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem kontrol pada penerangan di dalam villa Alila Tanah Lot dapat menghemat energi listrik sebesar 0.0527 kWh/hari dan menghemat 9.36 % dari energi listrik yang digunakan di dalam villa Alila Tanah Lot.
2. Sistem kontrol pada penerangan di luar Villa Alila Tanah Lot dapat menghemat energi listrik sebesar 0.8769 kWh/hari dan menghemat 4 % dari energi listrik yang digunakan di dalam villa Alila Tanah Lot.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, Zaenal dan Sukoco. 2008. **Teknologi Motor Diesel**. Bandung : Alfabeta.
- [2] Aming. 2010. **Fitting Lampu Sensor Gerak**. <http://multicontrol.indonetwork.co.id/1891542/fitting-lampu-sensor-gerak.htm>.
- [3] Bolton, William. 2004. **Programmable Logic Controller (PLC) Edisi 3**. Jakarta : Erlangga.
- [4] Dilouie, Craig. 2006. **Lighting Controls Handbook**. London : Taylor & Francis Ltd.
- [5] Donegan, Fran J. 2007. **Creative Homeowner**. Park Way. A Division of Federal Marketing Corp.
- [6] Google. 2010. **Hotel Card Key Switch, Energy Saving Switch, Card Holder Speedkey Technology Limited**. <http://www.fuzing.com/vli/004015a0b302/Hotel-Card-Key-Switch-Energy-Saving-Switch-Card-Holder>.
- [7] Google. 2010. **Rangkaian Sensor Gerak atau Sensor Gerak Infra Merah**. <http://electronicandlife.blogspot.com/2010/05/rangkaian/sensor/gerak-sensor-gerak.html>.
- [8] Indra. 2010. **Macro ST-322 Infra Red Sensor Night Lamp**. <http://forumbandung.detik.com/showthread.php?p=26917>.
- [9] Joshi, Hemant. 2008. **Residential, Commercial And Industrial Electrical System**. New Delhi: Tata mcGraw-Hill Publishing Company Limited hal 188.
- [10] Kris. 2010. **Prinsip Kerja Photo Cell**. <http://ionozer.blogspot.com/2010/10/prinsip-kerja-photocell.html>
- [11] Mardiono. 2010. **Sistem Kontrol**. <http://mardionost.blogspot.com/2009/03/sistem-kontrol.html>.
- [12] Panji. 2010. **Tips Menghemat Listrik di Rumah**. <http://ahfan21.blogspot.com/2010/06/tips-menghemat-listrik-di-rumah.html>
- [13] Prasetyo, Taufan.S.Kom. 2007. **Dasar-Dasar Desain Pencahayaan**. Jakarta : Erlangga hal 29.
- [14] Universitas Sumatra Utara (USU). 2010. **Sensor**. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18322/3/Chapter%20II.pdf>
- [14] Wood, Damon. 2004. **Lighting Upgrade**. New York. Madisson Avenau.
- [15] -----, 2000. **Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)**. SNI 04-0225-2000. Jakarta : Yayasan PUIL.