

Perancangan Alat Untuk Optimalisasi Pemakaian Energi Listrik untuk Rumah Tinggal Hemat Energi

Iwan Setiawan¹, Charles pangaribuan²

Abstract— The use of electrical energy in houses sometimes not optimal and inefficient, because during the houses the have been left by the owner sometimes tedapat the lights or an electrical device that there was really no need operated but still operating, this is what lead to the use of electrical energy vain. To address this so perlulah made a an electronic device that beneficial to control the use of electrical energy home live that devices electricity unnecessary functioned can be made inactive by a device that fitted.

A device that made is software of programming c language adjusted with the regulation discharging electricity energy planned and will be upload into device microcontroller electrical Circuit. This Microcontroller also have relay, keypad and other devices supporting from apparatus produces by results according to which planned namely device electricity can active or inactive at the device electricity made this is very effective used in building with installation that uses electric power large.

Intisari— Penggunaan Energi listrik pada rumah tinggal kadangkala tidak optimal dan tidak efisien, karena pada saat rumah tinggal tersebut ditinggal oleh pemiliknya kadang-kadang tedapat lampu-lampu atau perangkat listrik yang sebenarnya tidak perlu dioperasikan tetapi masih beroperasi, hal inilah yang menyebabkan penggunaan energi listrik yang sia-sia. Untuk mengatasi ini maka perlulah dibuat suatu perangkat elektronik yang bermanfaat untuk mengendalikan pemakaian energi listrik dirumah tinggal agar perangkat-perangkat listrik yang tidak perlu difungsikan dapat dibuat tidak aktif oleh perangkat yang dipasang.

Perangkat yang dibuat adalah perangkat lunak berupa pemrograman bahasa C yang disesuaikan dengan pengaturan pemakaian energi listrik yang direncanakan dan akan diupload ke dalam perangkat rangkaian listrik Mikrokontroler. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan relai, keypad dan perangkat pendukung lainnya. Dari alat yang dibuat diperoleh hasil yang sesuai dengan yang direncanakan yaitu perangkat-perangkat listrik dapat aktif atau tidak aktif pada saat yang ditentukan. Perangkat listrik yang dibuat ini sangat efektif digunakan pada bangunan dengan instalasi yang menggunakan daya listrik yang besar.

Kata Kunci— Pemrograman bahasa C, Mikrokontroler, rangkaian listrik, instalasi listrik rumah tinggal.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia antara lain untuk kebutuhan penerangan rumah tinggal. Energi listrik yang tersedia perlu digunakan seefisien mungkin agar benar-benar berguna danm enghindarkan penggunaan energy listrik yang sia-sia. Untuk mewujudkan penggunaan energy listrik yang optimal dan efisien maka perlu dibuat suatu perangkat alat elektronika yang akan dipasang pada instalasi listrik pada rumah tinggal.

Alat ini dibuat sebagai *prototype* yang diperuntukkan pada instalasi listrik rumah tinggal karena alat ini akan bermanfaat untuk masyarakat luas dan untuk semua status social masyarakat.

Peralatan ini terdiri dari Mikrokontroler yang dilengkapi dengan pemrograman dengan bahasa C yang dimasukkan ke dalamnya (*upload*) guna memberikan instruksi kepada relai yang dirangkai bersamaan mikroprosesor ini yang kemudian rela iini akan mengaktifkan instalasi listrik sesuai dengan yang dikehendaki.

Tujuan dibuatnya alat ini adalah untuk diperoleh suatu alat yang berguna untuk mengoptimalkan bahkan meningkatkan efisiensi penggunaan energy listrik pada rumah tinggal yang pada hakekatnya dapat mengurangi biaya pemakaian energy listrik sehingga menjadi rumah tinggal hematenergi.

II. PERANGKATPENGENDALI PEMAKAIAAN ENERGI LISTRIK

Perangkat yang dibuat untuk mengefisienkan pemakaian energilistrik yang terdiri dari : Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.

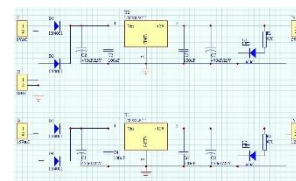
2.1 Perangkat Keras

Perangkat Keras yang dibuat terdiri dari :

1. CatuDaya

Catu Daya (*Power Supply*) berguna member daya listrik kepad asemua perangkat alat rangkaian listrik yang dibuat.

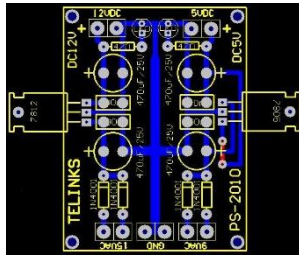
Catu daya ini menghasilkan tegangan listrik DC : 5 volt dan 12 volt sesuai dengan kebutuhan rangkaian listrik masing-masing. Rangkaian listrik Catu Daya dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 : Rangkaian Listrik Catu Daya (Power Supply)

Sedangkan gambar rangkaian komponen-komponen elektronika yang dipakai untuk Power Supply ini yang dirakit pada Printed Circuit Board dapat dilihat pada gambar 2.2

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Balikpapan, Jln. Pupuk Raya Gn. Bahagia Balikpapan 76114 INDONESIA (e-mail: setiawan.electric40@gmail.com; pangaribuan_charles@yahoo.co.id)

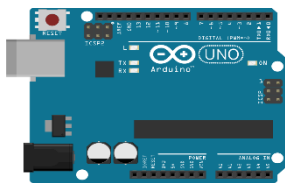


Gambar 2.2 Rangkaian Komponen Catu Daya (Power Supply)

Sebagai masukan tegangan AC dapat digunakan transformator 2A jenis CT dengan tegangan maksimum keluaran 15 - 18 Vac. Sebagai regulator digunakan IC 7812 dan 7805 dengan maksimum arus keluaran ±1A dan jugamenggunakan kapasitorelko 470 mikro farad dan kapasitor polyester 100 nano farad 25 V yang berfungsi sebagai penyearah untuk menghasilkan tegangan 5 Vdc dan 12 Vdc.

2. Mikrokontroler (Arduino Uno)

Mikrokontroler (Arduino Uno Starter Kit portable) adalah sebagai perangkat mikrokomputer untuk memproses semua program yang di masukkan kedalamnya. Program yang dimasukkan kedalamnya (upload) adalah program yang ditulis menggunakan bahasa C dan C++ dimana program ini ditulis terpisah pada Laptop atau Personal Computer dan dapat dilihat pada Bab 2.3. Mikrokontroler (Arduino Uno) dapat dilihat pada gambar 2.3.

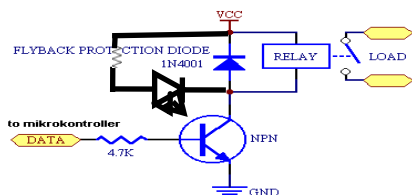


Gambar 2.3 Rangkaian Starter Kit Arduino Uno (Mikrokontroler)

3. Relai

Relai dipakai untuk menerima instruksi dari Mikroprosesor (Arduino Uno) yang kemudian ia mengaktifkan sistem instalasi listrik pada rumah tinggal yang sesuai dengan program yang dibuat.

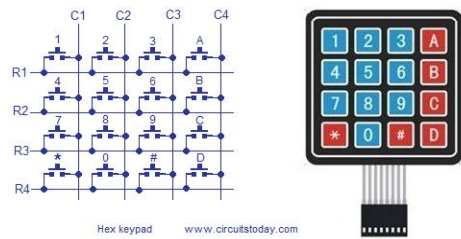
Relai digunakan adalah Relai 12 Vdc sebanyak 3 buah dan gambar rangkaianannya dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Rangkaian Relai Pengendali Rangkaian Instalasi Listrik Rumah

4. Keypad

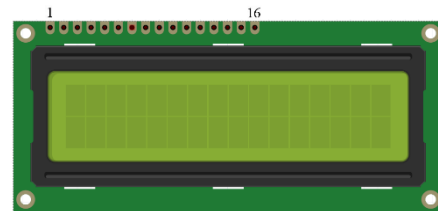
Keypad digunakan sebagai input digital untuk password kedalam Mikroprosesor (Arduino Uno) yang akan mengaktifkan relai sesuai dengan program yang dibuat. Gambar rangkaian konstruksi keypad dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rangkaian Konstruksi Keypad

5. Liquid Cristal Display

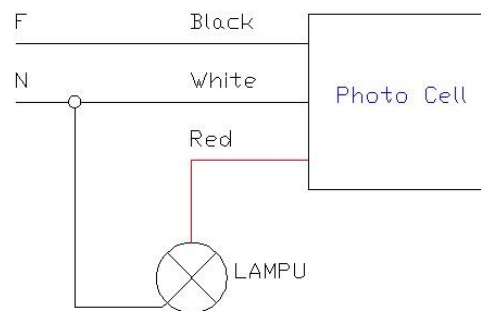
Liquid Cristal Display (LCD) sebagai tampilan masukan dari password atau tampilan pernyataan yang dapat dilihat pada gambar 2.6, yaitu tampilan yang tertulis "Akses diterima" atau "Akses ditolak".



Gambar 2.6 Display LCD 16x2

6. Sensor Photo Cell

Sensor Photo Cell adalah alat untuk mendeteksi Intensitas Cahaya Matahari. Bila cahaya matahari lebih besar dari Intensitas yang ditentukan, yaitu 125 lux maka photo cellyang dipakai akan membuat lampu luar pada kelompok III padam, sebaliknya bila intensitas cahaya lebih kecil dari 31,5 lux, maka lampu luar pada kelompok III akan nyala. Gambar rangkaian sensor Photo Cell dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Rangkaian Listrik Sensor Photo Cell F : Fasa N : Netral

7. Denah Rumah Tinggal

Denah Rumah Tinggal tipe sebagai contoh model rumah tinggal yang diatur penggunaan energi listriknya berikut perletakan titik lampu dan stop kontak dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 : Denah Rumah Tinggal Berikut Perletakan Titik Lampu dan Stop Kontak

Pendistribusian daya listrik dibagi menjadi tiga kelompok sesuai dengan program yang diupload pada Mikrokontroler, yaitu :

Kelompok I (K1) :

Rangkaian instalasi untuk Lampu dan peralatan listrik di Kamar Utama, Kamar Anak, dan Kamar Mandi tidak aktif.

Kelompok II (K2) :

Rangkaian instalasi untuk Lampu dan Peralatan Listrik di Ruang Tamu, Ruang Makan dan Dapur tidak aktif, kecuali khusus untuk dua buah stop kontak untuk peralatan listrik misal Kulkas, Rice Cooker dibuat tetap bertegangan.

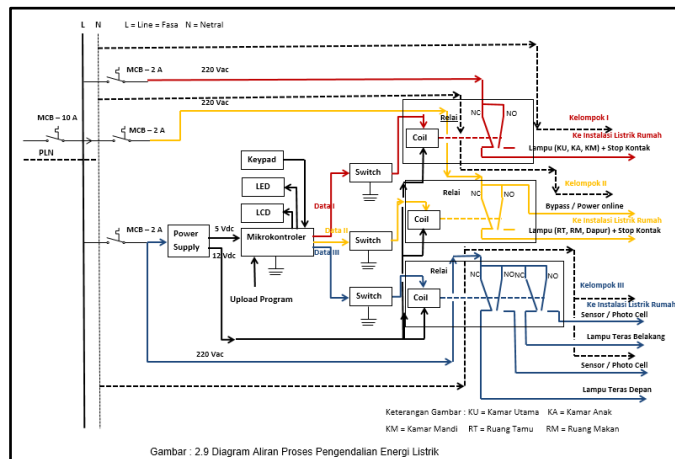
Kelompok III (K3) :

Rangkaian manual/switch pada peralatan listrik dimana rangkaian dikendalikan oleh sensor Photo Cell untuk lampu luar. Jika Intensitas Cahaya lebih besar dari 125 lux maka lampu depan dan lampu belakang padam, sedangkan jika intensitas cahaya lebih kecil dari 31,5 lux maka lampu depan dan lampu belakang menyala.

8. Aliran Proses Pengendalian Energi Listrik

Aliran Proses Pengendalian Energi Listrik sebagai berikut : Catu daya 5 Vdc diperuntukkan untuk mencatu daya ke Mikrokontroler dan Catu daya 12 Vdc untuk mencatu daya ke Relai. Keypad berfungsi untuk input digital sebagai password ke Mikrokontroler, Liquid Cristal Diode (LCD) sebagai tampilan monitor dan Light Emmiting Diode (LED) sebagai indikator error password. Program menggunakan bahasa C di upload ke Mikrokontroler. Mikrokontroler

sebagai micro computer mengeluarkan tiga Data yang sesuai program yang membagi sistem kelistrikan pada Rumah sebanyak tiga Kelompok, yaitu Data I yang berkaitan dengan Kelompok I, Data II yang berkaitan dengan Kelompok II dan Data III yang berkaitan dengan Kelompok III. Data tsb masuk ke Switch untuk mentrigger Relai, kemudian Relai berfungsi mengaktifkan dan mengnonaktifkan instalasi listrik Rumah sesuai dengan program yang dimasukkan kedalam Mikrokontroler. Aliran proses pengendalian energi listrik inidapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 : Diagram Alir Proses Pengendalian energi listrik

9. Distribusi Pemakaian Daya Listrik Untuk Setiap Ruang

Distribusi Pemakaian Daya Listrik serta pengelompokannya untuk setiap ruang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel. 2.1 Distribusi Pemakaian Daya Listrik Untuk Setiap Ruang

	Ruang	Lampu (60 Watt)	Lampu (40 Watt)	Stop Kontak (100 Watt)	Stop Kontak (300 Watt)	Daya Listrik/Ruang (Watt)
Kelompok I	Kamar Utama (KU)	1		1		160
	Kamar Anak (KA)	1		1		160
	Kamar Mandi (KM)		1			40
Kelompok II	Ruang Tamu (RT)	1		1		160
	Ruang Makan (RM)	1		1		160
Kelompok III	Dapur				1	360
	Teras Depan		2			80
	Teras Belakang		2			80
Jumlah Daya Listrik						1200

2.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak ini berupa program yang dibuat sesuai dengan keinginan untuk mengendalikan kebutuhan energi listrik pada rumah tinggal yang direncanakan sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik.

Bahasa yang digunakan untuk pemrograman yaitu Bahasa C yang ditulis terlebih dahulu pada Laptop atau Personal Computer yang kemudian di upload ke Mikrokontroler Arduino Uno.

Untuk mengaktifkan sistem rangkaian listrik terlebih dahulu dimasukkan *Password* melalui *keypad*.

Bahasa program yang kitatulisberisi tiga (3) instruksi, yaitu :

Instruksi 1 :

Jika *Password* yang dimasukkan benar tampilan pada LCD menyatakan “Akses diterima”. maka Relai 1, Relai 2 dan Relai 3 aktif. Jika Relai 1 aktif maka tidak ada arus listrik mengalir ke rangkaian instalasi kelompok I pada rumah tinggal dengan kata lain Relai pada posisi Closed atau dari posisi NC (*Normally Closed*) ke posisi NO (*Normally Open*). Maka rangkaian instalasi untuk Lampu dan peralatan listrik di Kamar Utama dan Kamar Anak, dan Kamar Mandi tidak aktif. Jika Relai 2 aktif maka arus mengalir ke rangkaian listrik instalasi kelompok II pada rumah tinggal, dengan kata lain Relai dari posisi NC ke posisi NO, dan dari posisi NO ke posisi NC. Maka Rangkaian instalasi untuk Lampu dan Peralatan Listrik di Ruang Tamu, Ruang Makan dan Dapur tidak aktif, kecuali Stop Kontak sebagai *PowerStandby* atau dua buah Stop Kontak dibuat tetap bertegangan untuk melayani peralatan listrik yang tetap aktif (dalam hal ini untuk Kulkas dan *Rice Cooker*).

Jika Relai 3 aktif maka arus mengalir ke rangkaian listrik instalasi kelompok III pada rumah tinggal, dengan kata lain Relai dari posisi NO ke posisi NC, sehingga rangkaian manual/switch pada peralatan listrik tidak aktif, maka rangkaian dikendalikan oleh sensor Photo Cell sehingga lampu luar menyala dan padam secara otomatis menurut intensitas cahaya matahari yang diterima oleh *Photo Cell*, yaitu Lampu Depan dan Lampu Belakang menyala jika Intensitas cahaya lebih kecil dari 31,5 lux dan padam jika intensitas cahaya lebih besar dari 125 lux.

Instruksi 2 :

Jika *Password* yang dimasukkan salah maka Relai 1, Relai 2 dan Relai 3 tidak aktif. Indikator LED merah menyala dan tampilan pada LCD tertulis “Akses ditolak”.

Instruksi 3 :

Jika *Password* yang dimasukkan salah maka lampu indikator LED merah menyala lalu me-*reset Password* dengan menekan tombol “C” untuk mematikan lampu LED merah dan tombol “B” untuk me reset *Password*.

Instruksi 4 :

Untuk mengembalikan rangkaian ke kondisi Normal yaitu dengan menekan tombol “C” untuk mematikan rangkaian seluruh relai dan tombol “B” untuk me re-set *Password*.

2.3 Coding Program Mikrokontroler (Arduino Uno)

Program yang digunakan untuk mengendalikan pemakaian energi listrik Rumah Tinggal ini menggunakan bahasa C dan program yang ditulis ini kemudian di *upload* kedalam Mikrokontroler.

III. BENTUK FISIK ALAT PENGENDALI PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK

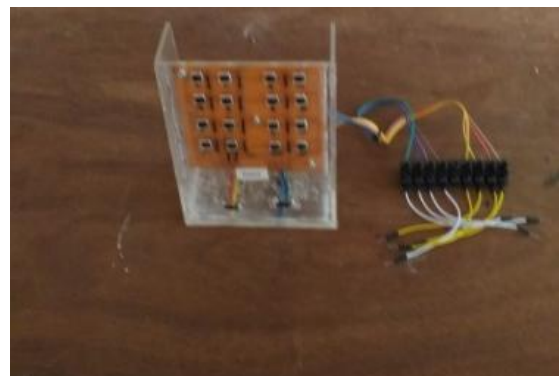
Bentuk fisik dari masing-masing alat pengendali pemakaian energi listrik yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3.1 sampai gambar 3.6.



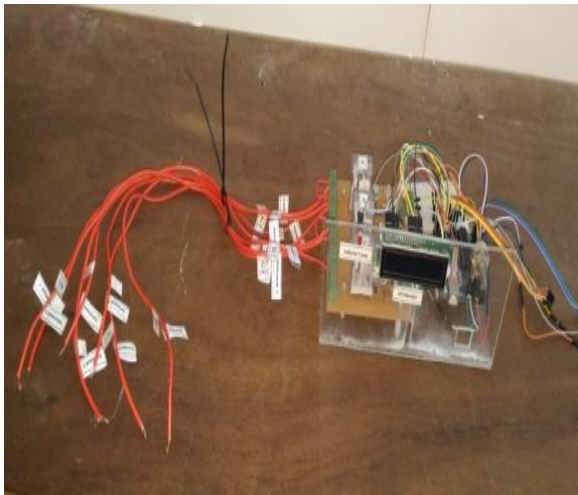
Gambar 3.1 : Miniatur Ciciuit Breaker (MCB)



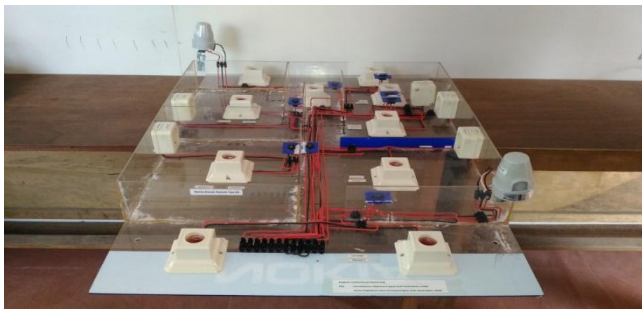
Gambar 3.2 : Power Supply



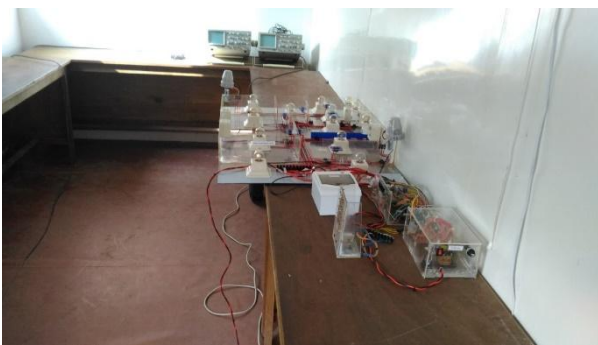
Gambar 3.3 : Keypad



Gambar 3.4 : Mikrokontroler dan Relay



Gambar 3.5 : Maket Instalasi Listrik Rumah Tinggal dengan photo cellsesuai dengan yang direncanakan



Gambar 3.6 : Rangkaian Alat Pengendali Pemakaian Energi Listrik setelah masing-masing alat dihubungkan

IV. CARA KERJA ALAT PENGENDALI PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK

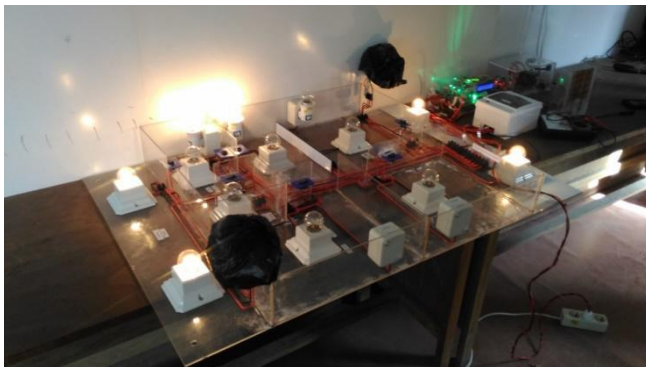
Cara kerja rangkaian pengendali instalasi rumah berbasis Mikrokontroler Arduino Uno untuk Rumah Hemat Energi adalah sebagai berikut :

1. Pada kondisi Normal instalasi rumah dapat dioperasikan secara manual dengan menggunakan saklar/*switch* untuk menghidupkan dan menyalakan lampu atau peralatan listrik lain.
2. Pada kondisi rumah dalam keadaan tidak ada penghuninya (kosong) atau akan ditinggalkan, instalasi dapat dikendalikan dengan Mikrokontroler (arduino uno, *starter kit portable*) melalui program yang di buat pada Laptop yang kemudian di *upload* ke mikrokontroler, dengan menggunakan *password*, yaitu 379185 untuk mengaktifkan relai sebagai alat *output* dari Mikrokontroler, dan langkah selanjutnya sebagai berikut :
 - a. Saklar / *switch* adaptordihidupkan (posisi ON)
 - b. Setelah LCD menyala, maka Mikrokontroler sudah mendapatkan energi listrik
 - c. Untuk mengaktifkan kontrol pada Mikrokontroler, harus memasukkan *Password* : 379185
 - d. Setelah *Password* dimasukkan, kemudian tekan tombol “ A”, Jika *Password* yang dimasukkan benar, maka kontrol pada Mikrokontroler akan menjalankan program untuk meng-aktifkan relai, pada monitor LCD akan tertulis “ Akses diterima”. Dan Jika *Password* yang dimasukkan salah (tidak sesuai), maka Mikrokontroler akan menyalakan lampu indikator LED merah, dan pada monitor LCD akan tertulis “Akses ditolak”.
 - e. Jika *Password* yang dimasukkan salah dan lampu indikator LED merah menyala, maka kontrol dapat di “*RESET*” dengan menekan tombol “C” untuk mematikan lampu indikator LED merah, kemudian tekan tombol “B” untuk me- *RESET password*.
 - f. Setelah *password* yang dimasukkan benar, maka instalasi akan dikendalikan oleh Mikrokontroler, artinya rumah yang akan ditinggalkan akan aman, energi listrik akan menjadi lebih hemat
 - g. Sebagian instalasi akan *Non* aktif, lampu bagian luar (lampu Teras depan dan belakang rumah) akan menyala otomatis oleh sensor Photocell yang dipasang di bagian luar rumah
 - h. Untuk bagian peralatan listrik di dapur, misalkan kulkas dan pemasak nasi akan tetap mendapatkan energi listrik, pada saat rumah dalam keadaan kosong (sesuai dengan yang direncanakan)
 - i. Untuk tidak mengaktifkan kontrol pada Mikrokontroler, atau mengoperasikan instalasi kembali ke manual, yaitu dengan menekan tombol

“C” dan “B”. Instalasi akan kembali normal secara manual

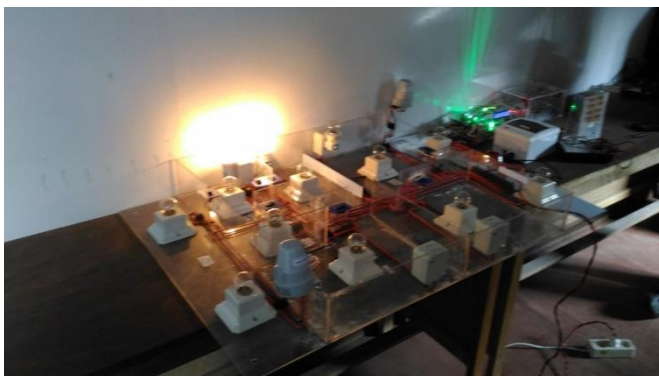


Gambar 3.7 : Instalasi Listrik Dioperasikan Secara Manual (seluruh instalasi bertegangan)



Gambar 3.8 : Instalasi Listrik Dioperasikan Oleh Mikrokontroler Pada Malam Hari

Pada malam hari Lampu pada Teras Depan dan Belakang menyala oleh Sensor Photo Cell, Lampu didalam ruangan tidak aktif kecuali stop kontak untuk *power standby* (dalam hal ini untuk Kulkas, *Rice Cooker*) tetap aktif yaitu pada gambar maket diatas diwakili dengan menyalanya dua buah lampu.



Gambar 3.9 : Instalasi Listrik Dioperasikan oleh Mikrokontroler Pada Siang Hari

Kondisi Lampu pada siang hari dimana lampu tidak ada yang menyala kecuali stop kontak *power standby* yang pada gambar diwakili dengan dua buah lampu menyala yang berarti instalasi pada *power standby* bertegangan.



Gambar 3.9 : Tampilan Lampu LED dan Monitor LCD Pada Mikrokontroler

Jika password yang dimasukkan salah maka indikator LED akan menyala (merah) dan tampilan pada Monitor LCD akan menyampaikan pesan “Akses ditolak” seperti terlihat pada gambar maket diatas.

V. KAJIAN EKONOMI

Berdasarkan alat yang dibuat dan sesuai dengan kebutuhan energi yang akan dipergunakan pada rumah tinggal yang direncanakan maka perlulah dilakukan kajian ekonomi terhadap keberadaan alat pengendali pemakaian energi listrik pada rumah tinggal ini.

Dalam kajian ekonomi ini akan dianalisa efisiensi terhadap 3 katagori yang dimungkinkan terjadi pada saat rumah ditinggal oleh penghuninya sebagai berikut :

Golongan tarif : R-1/TR, Bulan Juni 2016

Batas daya : 1.300 VA

Biaya pemakaian : Rp.1.364,86/kWh

Kategori pertama :

Dimisalkan:

1. Lampu dan peralatan listrik yang menyala sewaktu rumah ditinggal dalam satu hari 5% daridaya terpasang setelah dikurangi dua stop kontak yang dipertahankan tetap aktif (100 Watt + 300 Watt = 400 Watt) atau $5\% \times (1200 \text{ Watt} - 400 \text{ Watt})$ atau $5\% \times 800 \text{ Watt} = 40 \text{ Watt}$.
2. Waktu penyalaaan sewaktu rumah ditinggal dalam sehari 6 jam
3. Daya terpakai atau pemakaian bebansewaktu rumah ditinggal dalam satu bulan (30 hari) = $40 \text{ Watt} \times 6 \text{ jam/hari} \times 30 \text{ hari} = 7200 \text{ Watt jam}$ atau 7,200 kWh.
4. Biaya pemakaian Rp.1.364,86 / kWh
5. Biaya pemakaian yang tidak terkendali dalam 1 bulan = $7,200 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.364,86/\text{kWh} = \text{Rp. } 9.827,-$

Kategori kedua :

1. Lampu dan peralatan listrik yang menyala sewaktu rumah ditinggal dalam satu hari 10% dari daya terpasang setelah dikurangi dua stop kontak yang dipertahankan tetap aktif (100 Watt + 300 Watt = 400 Watt) atau $10\% \times (1200 \text{ Watt} - 400 \text{ Watt})$ atau $10\% \times 800 \text{ Watt} = 80 \text{ Watt}$.
2. Waktu penyalaaan sewaktu rumah ditinggal dalam sehari 6 jam
3. Daya terpakai atau pemakaian beban sewaktu rumah ditinggal dalam satu bulan (30 hari) = 80 Watt x 6 jam/hari x 30 hari = 14400 Watt jam atau 14,400 kWh.
4. Biaya pemakaian yang tidak terkendali dalam 1 bulan=14,400 kWh x Rp. 1.364,86/kWh = Rp. 19.654,-

Kategori ketiga :

1. Lampu dan peralatan listrik yang menyala sewaktu rumah ditinggal dalam satu hari 15% dari daya terpasang setelah dikurangi dua stop kontak yang dipertahankan tetap aktif (100 Watt + 300 Watt = 400 Watt) atau $15\% \times (1200 \text{ Watt} - 400 \text{ Watt})$ atau $15\% \times 800 \text{ Watt} = 120 \text{ Watt}=0,120 \text{ kW}$.
2. Waktu penyalaaan sewaktu rumah ditinggal dalam sehari 6 jam
3. Daya terpakai atau pemakaian beban sewaktu rumah ditinggal dalam satu bulan (30 hari) = 120 Watt x 6 jam/hari x 30 hari = 21600 Watt jam atau 21,600 kWh.
4. Biaya pemakaian yang tidak terkendali dalam 1 bulan=21,600 kWh x Rp. 1.364,86/kWh = Rp. 29.481,-
Jika golongan tarif rumah tinggal R-2/TR, Batas daya : 3.500 VA, daya terpakai 2800 Watt/hari, waktu penyalaaan sewaktu rumah ditinggal dalam sehari 6 jam, lampu dan peralatan listrik yang menyala sewaktu rumah ditinggal dalam satu hari 10% dari daya terpasang, maka biaya pemakaian yang tidak terkendali dalam satu bulan = $10\% \times 2800 \text{ Watt} \times 6 \text{ jam/hari} \times 30 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1.364,86 / \text{kWh} = \text{Rp. } 68.789,-$

Hasil perhitungan biaya pemakaian energi listrik yang tidak terkendali dalam satu bulan dan waktu pelunasan alat bila pemakaian energi listrik yang tidak terkendali tsb dihemat dengan menggunakan alat pengendali pemakaian energi listrik yang dibuatdirangkum dalam table V.1.

Tabel V.1 Perhitungan Biaya Pemakaian Energi Listrik Yang Tidak Terkendali Serta Waktu Yang Diperlukan Untuk Pelunasan Pembelian Alat

	R-1/TR 1.300 VA Kategori I	R-1/TR 1.300 VA Kategori II	R-1/TR 1.300 VA Kategori III	R-2/TR 3.500 VA
Daya terpakai yang tidak terkendali sewaktu rumah ditinggal (kWh/bulan)	7,200	14,400	21,600	50,400
Biaya Pembuatan Alat (Rp)	500.000	500.000	500.000	500.000
Biaya Beban (Rp/kWh)	1.364,86	1.364,86	1.364,86	1.364,86
Biaya Pemakaian (Rp/bulan)	9.827	19.654	29.481	68.789
Pelunasan alat (bulan)	51	25,5	17	7,3

Biaya pemakaian energi listrik yang tidak terkendali sewaktu rumah ditinggal kosong semakin meningkat dengan naiknya persentase pemakaian energi listrik yang tidak terkendali (dari kategori I ke kategori III), untuk golongan tarif rendah, R-1/TR. Pelunasan pembelian alat untuk kategori I = 51 bulan, kategori II = 25,5 bulan dan kategori III = 17 bulan, setelah masa pelunasan pembelian alat selesai maka untuk waktu selanjutnya adalah keuntungan diperoleh secara menerus.

Jika golongan tarif semakin meningkat misalnya R-2/TR maka dengan asumsi seperti tersebut diatas maka pelunasan akan pembelian alat pengendali energi listrik yang dibuat diperlukan selama 7,3 bulan atau dengan kata lain semakin besar pemakaian energi listrik yang tidak terkendakli semqakin efisien alat yang dibuat tersebut.

VI. KESIMPULAN

Hasil pembuatan alat ini dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Alat ini bermanfaat untuk mengoptimisasi pemakaian energi listrik, bahkan dapat meningkatkan efisiensi pemakaian energi listrik sehingga membuat rumah tinggal hematenergi.
2. Semakin besar beban listrik yang terpasang pada rumah tinggal atau bangunan gedung semakin efektif menggunakan alat pengendali energi listrik yang dibuat ini.
3. Alat ini penggunaannya sangat fleksibel karena dapat kita rancang sesuai dengan yang dikehendaki dengan cukup mengedit bahasa pemrograman yang ada sesuai dengan yang di perlukan kemudian diupload ulang

kedalam Mikroprosesor yang kemudian disesuaikan sistem pengelompokan /pengabelannya pada instalasi bangunan.

4. Alat ini dapat dikembangkan lagi untuk kebutuhan-kebutuhan tertentu sesuai dengan yang kita kehendaki bahkan tidak hanya untuk rumah tinggal saja tetapi untuk keperluan lain.
5. Alat ini lebih efektif dipasang diawal pemasangan instalasi listrik baru
6. Harga alat ini terjangkau oleh masyarakat
7. Perawatan alat ini sederhana karena komponen-komponennya tersedia di dalam negeri.

REFERENSI

- [1] Sudaryatno Sudirham, April 2002, Analisis Rangkaian Listrik, Penerbit ITB
- [2] Ir. Wijaya Widjanarka N, 2006, Teknik Digital, Penerbit Erlangga
- [3] William H Hayt, Jr, Jack E Kemmerly, Steven M Durbin, Rangkaian Listrik, Jilid 2
- [4] Trevor Linsley, 2004, Instalasi Listrik Tingkat Lanjut, Edisi ketiga, Penerbit Erlangga
- [5] Robert G. Seippel, 1983, Transducers, Sensors, and Detectors, Reston Publishing Company, Inc, A Printice Hall Company
- [6] Michael Margolis, 2011, Arduino Cookbook, O'Reilly