

MANAJEMEN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR PIR DAN LM 35

Deni Almanda¹, Krisdianto², Erwin Dermawan³

^{1) 2) 3)} Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat (10510)

Email: ¹⁾deni.almanda@ftumj.ac.id, ²⁾executive.java@ymail.com, ³⁾erwin.dermawan@ftumj.ac.id

Abstrak

Seiring dengan kemajuan jaman pembangunan gedung – gedung bertingkat semakin meningkat sehingga pemakaian energi listriknya pun akan meningkat pula. Pemakaian energi listrik yang tidak bijaksana bisa mengakibatkan pemborosan energi dan pengeluaran biaya yang besar. Untuk menghemat dalam pembayaran energi listrik yang di gunakan maka semuanya harus di kendalikan dengan baik. Dengan latar belakang permasalahan tersebut dibuatlah sebuah rangkaian kontrol otomatis untuk menghemat energi listrik pada gedung bertingkat menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3 , sensor PIR dan sensor LM35 dengan menggunakan program bahasa C untuk mengolah data pengontrolan. Tehnik penghematan dilakukan dengan cara mengontrol semua peralatan listrik yang akan hanya berfungsi jika ada keberadaan orang di tempat tersebut dengan menggunakan sensor PIR dan sensor LM35 untuk mengontrol temperatur ruangan. Dengan menggunakan sistem ini penghematan energi listrik minimal 10 % akan tercapai bahkan bisa mencapai 50 % dibanding sistem operasi manual secara umum pada gedung bertingkat

Kata kunci : Otomatis , arduino , bahasa C , sensor PIR , sensor LM35

1 PENDAHULUAN

Banyaknya gedung – gedung bertingkat di indonesia seperti shopping center , gedung perkantoran , gedung – gedung parkir , stadion , rumah sakit , menyerap energi listrik yang tidak sedikit . Hampir semua peralatan yang terdapat pada gedung memerlukan energi listrik , semakin banyak jumlah peralatan listrik dan semakin luasnya gedung maka semakin besar pula konsumsi energi listrik . Dengan luasnya gedung tersebut tidak setiap tempat dan tidak setiap waktu terpakai area tersebut walaupun sudah tibanya jam operasional gedung , seperti penerangan koridor , penerangan area gedung parkir , penerangan toilet , escalator status nya on (aktif menyala) walaupun tidak ada orang di tempat tersebut lampu / escalator tetap on (aktif menyala) dan peralatan lainnya , hal ini tentu saja akan mempengaruhi pemakaian energi listrik yang dikonsumsi oleh gedung tersebut.

Untuk mengatasi masalah ini akan digunakan teknologi sistem sensor supaya semua sistem peralatan gedung bisa di kendalikan dengan baik. Penggunaan komponen sistem sensor , diharapkan akan mengurangi pemakaian energi listrik yang tidak di perlukan sehingga nantinya secara akumulatif akan mengurangi konsumsi energi listrik secara keseluruhan dan secara otomatis akan mengurangi tagihan biaya pelanggan.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Klasifikasi Sistem Kontrol

Secara umum sistem kontrol dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

1. Sistem kontrol manual dan otomatis
2. Sistem lingkaran terbuka (open loop) dan lingkaran tertutup (closed loop)
3. Sistem kontrol kontinu dan diskrit
4. Menurut sumber penggerak : elektrik, mekanik, pneumatik, dan hidrolik

2.1.1 Sistem Kontrol Manual dan Otomatik

Sistem kontrol *manual* adalah pengontrolan yang dilakukan oleh manusia yang bertindak sebagai operator, Sedangkan sistem kontrol *otomatik* adalah pengontrolan yang dilakukan oleh peralatan yang bekerja secara otomatis dan operasinya dibawah pengawasan manusia. Sistem kontrol manual banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti pada pengaturan suara radio, televisi, cahaya layer televisi, pengaturan aliran air melalui keran, pengendalian kecepatan kendaraan, dan lain-lain. Sedangkan sistem kontrol *otomatik* banyak ditemui dalam proses industri (baik industri proses kimia dan proses *otomotif*), pengendalian pesawat, pembangkit tenaga listrik dan lain-lain.

2.1.2 Sistem Lingkaran Terbuka (Open Loop) dan Lingkaran Tertutup (Closed Loop)

Sistem kontrol lingkaran terbuka (Open Loop) adalah sistem pengontrolan di mana besaran keluaran tidak memberikan efek terhadap besaran masukan, sehingga variabel yang dikontrol tidak dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan. Sedangkan sistem kontrol lingkaran tertutup (Closed Loop) adalah sistem pengontrolan dimana besaran keluaran memberikan efek terhadap besaran masukan, sehingga besaran yang dikontrol dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan. Selanjutnya, perbedaan harga yang terjadi antara besaran yang dikontrol dengan harga yang diinginkan digunakan sebagai koreksi yang merupakan sasaran pengontrolan.

2.1.2.1 Karakteristik Open Loop Control System

1. Tidak terdapat proses pengukuran.
2. Variabel yang dikontrol tidak mempengaruhi aksi pengontrolan.
3. Banyak didasari oleh waktu atau urutan proses.
4. Kurang akurat, lebih stabil, murah.

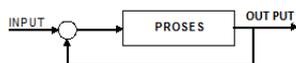
2.1.2.2 Karakteristik Closed Loop Control System

1. Terdapat proses pengukuran.
2. Variabel yang dikontrol mempengaruhi aksi pengontrolan (*feed back*).
3. Lebih akurat, dapat terjadi ketidakstabilan.
4. Mahal.

Gambar 2.1 dan 2.2 di bawah ini, mengilustrasikan blok diagram open loop control system dan closed loop control system. Selanjutnya, sebagian besar pembahasan sistem kontrol adalah berdasarkan kepada closed loop control system atau lebih dikenal dengan sistem kontrol umpan balik (*feedback control system*).



Gambar 2.1 Sistem Kontrol Lingkaran Terbuka



Gambar 2.2 Sistem Kontrol Lingkaran Tertutup

2.1.3 Sistem Kontrol Kontiniu dan Diskrit

Sistem Kontrol *kontiniu* adalah sistem yang memanfaatkan pengendali (*controller*) berbasis nilai *kontinu*, seperti: *Proportional (P)*, *Integrator (I)*, dan *Differensiator (D)*, atau kombinasi dari ketiganya (*PI, PD, atau PID*). Sedangkan sistem

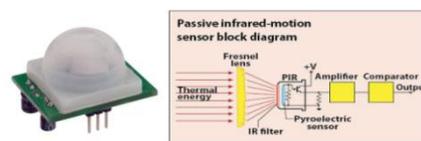
kontrol *diskrit* adalah sistem yang menggunakan pengontrol (*controller*) dengan nilai diskrit, seperti pengendali ON-OFF atau pengendali posisi ganda (*switch selector*).

2.1.4 Menurut Sumber Penggerak

Klasifikasi kontrol sistem menurut sumber penggerak dibedakan berdasarkan kendali utamanya yaitu *sistem elektrik, sistem mekanik, sistem pneumatik, dan sistem hidraulik*.

2.2 Sensor PIR

Pancaran infra merah masuk melalui lensa *fresnel* dan mengenai *sensor pyroelektrik*, karena sinar infra merah mengandung energi panas maka *sensor pyroelektrik* akan menghasilkan arus listrik. *Sensor pyroelektrik* terbuat dari bahan *galium nitrida (GaN)*, *cesium nitrat (CsNo3)* dan *litium tantalate (LiTaO3)*. Arus listrik inilah yang akan menimbulkan tegangan dan dibaca secara analog oleh sensor. Kemudian sinyal ini akan dikuatkan oleh penguat dan dibandingkan oleh komparator dengan tegangan referensi tertentu (keluaran berupa sinyal 1-bit). Jadi sensor PIR hanya akan mengeluarkan logika 0 dan 1, 0 saat sensor tidak mendeteksi adanya pancaran infra merah dan 1 saat sensor mendeteksi infra merah. Sensor PIR didesain dan dirancang hanya mendeteksi pancaran infra merah dengan panjang gelombang 8-14 mikrometer. Diluar panjang gelombang tersebut sensor tidak akan mendeteksinya. Untuk manusia sendiri memiliki suhu badan yang dapat menghasilkan pancaran infra merah dengan panjang gelombang antara 9-10 mikrometer (nilai standar 9,4 mikrometer), panjang gelombang tersebut dapat terdeteksi oleh sensor PIR. (Secara umum sensor PIR memang dirancang untuk mendeteksi manusia).



Gambar 2.3 Sensor PIR dan diagram blok PIR



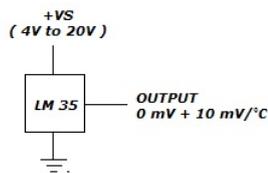
Gambar 2.4 Sistem Pembacaan Sensor PIR

2.3 Sensor Suhu LM 35

Prinsip kerja alat pengukur suhu ini, adalah sensor suhu difungsikan untuk mengubah besaran suhu menjadi tegangan, dengan kata lain panas yang ditangkap oleh LM 35 sebagai sensor suhu akan diubah menjadi tegangan. Sedangkan proses berubahnya panas menjadi tegangan dikarenakan di dalam LM 35 ini terdapat termistor berjenis PTC (Positive Temperature Coefisient), yang mana termistor inilah yang menangkap adanya perubahan panas. Prinsip kerja dari PTC ini adalah nilai resistansinya akan meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur suhu. Resistansi yang semakin besar tersebut akan menyebabkan tegangan output yang dihasilkan semakin besar.

LM35 adalah sensor suhu dari Texas Instruments Incorporated yang mempunyai akurasi tinggi. Outputnya berupa tegangan analog dan memiliki jangkauan pengukuran -55°C hingga $+150^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Tegangan output adalah $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.

Output dapat langsung dihubungkan port mikrokontroler yang memiliki ADC atau dengan Arduino, karena Arduino memiliki port ADC (analog input) sebanyak 6 buah.



Gambar 2.5 Struktur pin LM 35

2.4 Mikrokontroler Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Untuk sumber daya Eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan memasukkan 2.1mm jack DC ke listrik board.

Baterai dapat dimasukkan pada pin header Gnd dan Vin dari konektor daya. Board dapat beroperasi pada pasokan eksternal dari 6 sampai 20 volt. Jika menggunakan tegangan kurang dari 6 volt mungkin tidak akan stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan merusak papan. Rentang yang dianjurkan adalah 7 sampai 12 volt.

Untuk pemrograman rangkaian kontrol ini menggunakan program bahasa c. Setelah program di buat dan di simpan kemudian program di upload dari komputer melalui software Arduino 1.0.5 ke Board Arduino Uno R3 berikut data program kontrol

pemanfaatan sistem sensor untuk menghemat energi listrik pada gedung.



Gambar 2.6 Board Arduino Uno R3

3 PERANCANGAN

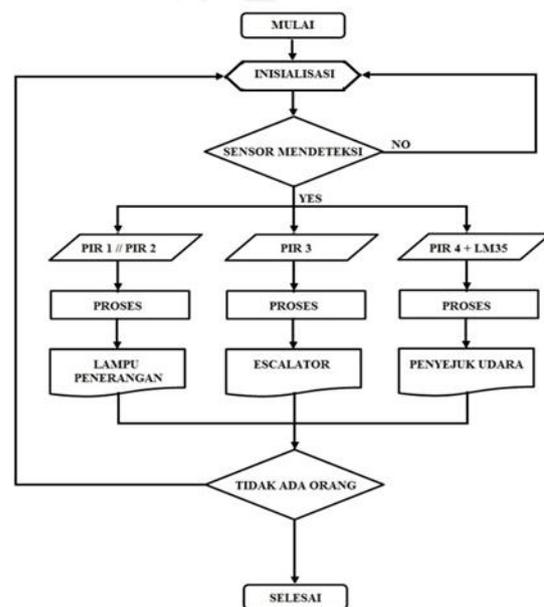
3.1 Sistem Pengontrolan Peralatan Hemat Energi

Sistem pengontrolan peralatan hemat energi pada prototype menggunakan lima sensor sebagai alat pengontrolnya dan Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler dan relay sebagai switching beban peralatan. Untuk lebih detailnya penggunaan sensor sebagai berikut :

Sensor PIR untuk mengontrol penerangan ruangan maupun koridor

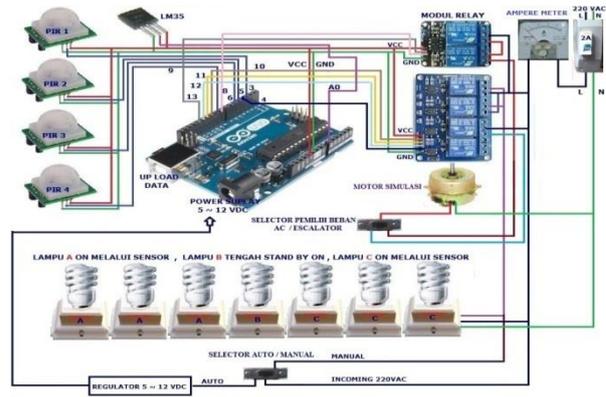
Sensor PIR untuk mengontrol escalator

Kombinasi Sensor PIR dan Sensor LM 35 untuk mengontrol temperatur ruangan berpendingin udara.

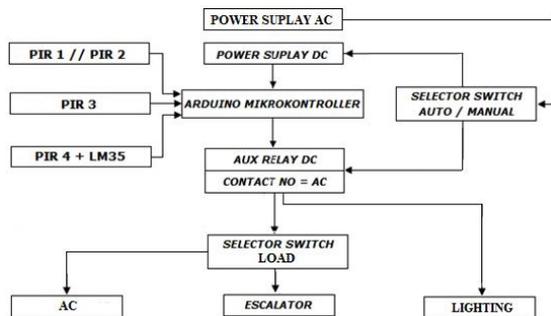


Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem Pengontrolan Peralatan H'emat Energi

Dalam perancangan ini di gunakan alat sensor PIR , sensor temperatur yang digunakan untuk mengontrol beban listrik AC , penerangan , escalator , dalam satu modul mikrokontroler berbasis Arduino UNO R3. Perancangan simulasi dibuat berdasarkan pada data lapangan yang telah diambil kemudian di terapkan pada papan simulasi , untuk simulasi sistem penerangannya menggunakan data yang ada dan perhitungan kemudian hasilnya di bandingkan , sedangkan untuk simulasi escalator dan ac menggunakan sistem perbandingan antara aktual dan simulasi. Arsitektur umum dari alat dapat dilihat pada gambar 3.2 .



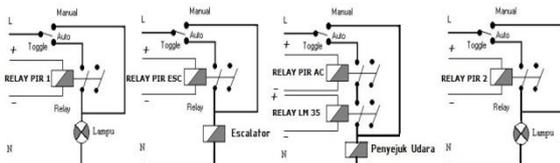
Gambar 3.4 Wiring diagram simulasi kontrol



Gambar 3.2 Arsitektur sistem pengontrolan simulasi

3.2 Rangkaian Kontrol Beban

Saklar otomatis dapat digunakan untuk memutus dan menghubungkan berbagai beban seperti lampu , power mesin pendingin AC, exhaust fan , alarm pengaman dan lain - lain. Rangkaian beban ini adalah rangkaian yang memuat kontak relay sebagai saklar dengan beban lampu. Tegangan koil relay diatur oleh rangkaian utama. Apabila relay bekerja maka kontak-kontak pada relay akan menghubungkan, beban keadaan hidup. Pemakaian beban lampu harus memperhatikan kemampuan arus kontak – kontak relay.



Gambar 3.3 Rangkaian kontrol beban

3.3 Simulasi Beban

3.3.1 Perencanaan Beban Simulasi

Beban untuk simulasi yang di gunakan pada rangkaian kontrol ini yaitu :

1. Lampu hemat energi Panasonic cool daylight 22 watt 1450 lumen 220V-240V 50/60Hz E27 Base.
2. Sebuah Motor Listrik Lotus 1 Ph 220V 0,2A 50 Hz untuk simulasi escalator dan mesin penyejuk udara. Untuk perhitungan simulasi dan aktual menggunakan skala perbandingan antara daya motor aktual dan daya motor simulasi.

3.3.2 Perhitungan jumlah lampu untuk simulasi

Jumlah lampu pada suatu ruang ditentukan / dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

- Dimana :
- N = Jumlah titik lampu
 - E = Kuat penerangan /target kuat penerangan yang akan dicapai (Lux)
 - L = Panjang ruang (Meter)
 - W = Lebar ruang (Meter)
 - Ø = Total lumen lampu / Lamp luminous flux
 - LLF = Light loss factor / Faktor cahaya rugi (0,7-0,8)
 - CU = coeffisien of utilization / Faktor pemanfaatan (50-65 %)
- N = Jumlah lampu dalam 1 titik lampu
- Perkantoran = 200 - 500 Lux
 - Apartemen / Rumah = 100 - 250 Lux
 - Hotel = 200 - 400 Lux
 - Rumah sakit / Sekolah = 200 - 800 Lux
 - Basement/Coridor / Hall / Gudang = 100 - 200 Lux
 - Restaurant / Store / Toko = 200 - 500 Lux

$$\varnothing = W \times L/w \quad (3.1)$$

Dimana :

W = daya lampu,

L/w= Luminous efficacy lamp / Lumen per watt (dapat dilihat pada box lampu).

Untuk simulasi di ketahui sebuah koridor gedung bertingkat dengan data sebagai berikut :

E = Kuat penerangan untuk sebuah koridor 200 lux

L = Panjang ruang 10 meter

W = Lebar ruang 2 meter

\varnothing = Total lumen lampu hemat energi merk Panasonic 22 watt 1450 lumen

LLF = Light loss factor / Faktor cahaya rugi 0,8

CU = coeffisien of utilization / Faktor pemanfaatan 50 %

N = Jumlah lampu dalam 1 titik lampu adalah 1 buah

Maka lampu yang di butuhkan untuk koridor tersebut adalah :

$$N = \frac{E \times L \times W}{\varnothing \times LLF \times CU \times n} \quad (3.2)$$

$$N = (200 \times 10 \times 2) / (1450 \times 0,8 \times 0,5 \times 1)$$

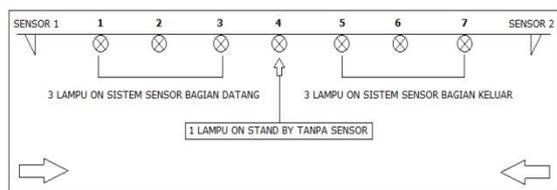
$$N = 4000 / 580$$

$$N = 6,89$$

Sehingga jumlah titik lampunya adalah 7 titik.

3.4 Instalasi Peralatan

Instalasi peralatan khusus penerangan tidak semua lampu di kontrol oleh sensor tetapi ada satu titik yang menyala di operasikan secara manual atau pun 24 jam menyala yang berfungsi sebagai penerangan siaga atau pun sebagai lampu emergency jika sewaktu – waktu terjadi pemadaman listrik baik yang sengaja atau pun tidak sengaja.



Gambar 3.5 Arsitektur lampu penerangan sistem sensor pada sebuah koridor

4 PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1 Target Pengujian

Menguji output hasil pemrograman pada mikrokontroler dan arus yang mengalir pada beban peralatan serta mengukur tegangan operasional peralatan tersebut. Menguji perbandingan perhitungan tarif biaya peralatan yang digunakan yang dikendalikan secara manual dan perkiraan biaya yang dikendalikan dengan sistem sensor.

4.2 Prosedur Pengujian

1. Menggunakan Multitester digital sebagai alat ukur untuk mengetahui seberapa besaran tegangan input & output yang dihasilkan dari sensor PIR dan menggunakan alat ukur jarak untuk mengetahui kemampuan jarak sensitifnya.
2. Menggunakan Multitester digital sebagai alat ukur untuk mengetahui seberapa besaran tegangan input & output yang dihasilkan dari sensor LM35.
3. Menguji penghantar yang digunakan untuk sensor antara penghantar yang pendek dan penghantar yang panjang dengan multitester digital sehingga diketahui drop tegangannya.
4. Mengukur energi listrik yang digunakan dengan alat ukur KWH meter , tang ampere dan multitester digital sehingga bisa di hitung energi listrik yang digunakan.
5. Menghitung daya listrik dan pemakaian energi listriknya dengan menggunakan rumus :

$$1 \text{ fasa : } P = V \times I \times \cos Q \quad (4.1)$$

$$3 \text{ fasa : } P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos Q \quad (4.2)$$

Dimana : P = Daya listrik dalam satuan watt

V = Tegangan listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

cos Q = Faktor daya

Biaya energi listrik yang di gunakan :

$$Rp = (P \times \text{Waktu}) \times (\text{Harga per KWH}) \quad (4.3)$$

Tabel 4.1 Perbandingan biaya sistem manual dan sistem otomatis untuk penerangan dengan panjang koridor 10 meter dan lebar koridor 2 meter

Sistem Operasi	Manual	Otomatis
Daya beban	126,504 watt	126,504 watt
Jumlah pengunjung maksimal	230 orang	230 orang
Waktu tempuh melangkah dari titik A ke titik B	20 detik	20 detik
Simulasi selama 3 jam	Full 3 jam	Aktif 2,5 jam
Pemakaian energi listrik selama 1 jam operasional	0,11667 KWH	0,049689 KWH
Pemakaian selama operasional (10 jam / hari)	1,1667 KWH	0,49689 KWH
Pemakaian operasional dalam sebulan (30 hari)	35,001 KWH	14,9067 KWH
Total biaya dalam sebulan dengan harga per kwh	Rp.1.409,16 .-	Rp.49.322 .-
		Rp.21.006 .-

Tabel 4.2 Perbandingan untuk simulasi motor escalator antara sistem manual dan sistem otomatis

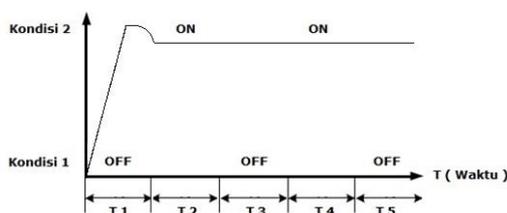
Sistem Operasi	Manual	Otomatis
Daya motor aktual 3 phasa	3786 watt	3786 watt
Daya motor 3 phasa untuk per phasa nya (R / S / T)	1262 watt	1262 watt
Daya motor simulasi 1 phasa	41,6 watt	41,6 watt
Perhitungan faktor kali daya motor simulasi ke motor aktual	30,3 x 3	30,3 x 3
Jumlah pengunjung maksimal	115 orang	115 orang
Waktu tempuh dari lantai dasar ke lantai 1	25 detik	25 detik
Simulasi selama 3 jam	Full 3 jam	Aktif 47,9 menit
Pemakaian energi listrik selama 1 jam operasional	3,02697 KWH	0,805374 KWH
Pemakaian selama operasional (10 jam / hari)	30,2697 KWH	8,05374 KWH
Pemakaian operasional dalam sebulan (30 hari)	908,091 KWH	241,6122 KWH
Total biaya dalam sebulan dengan harga per kwh Rp.1.409,16 .-	Rp.1.279.645 .-	Rp. 340.470,-

Tabel 4.3 Perbandingan simulasi motor penyejuk udara antara sistem manual dan sistem otomatis

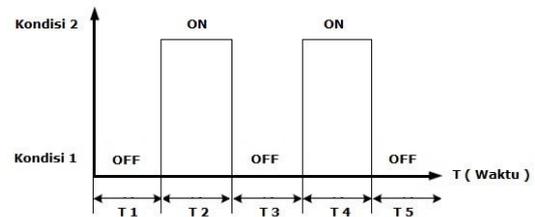
Sistem Operasi	Manual	Otomatis
Daya motor aktual 1 phasa	372,85 watt	372,85 watt
Daya motor simulasi 1 phasa	41,6 watt	41,6 watt
Perhitungan faktor kali daya motor simulasi ke motor aktual	8,96	8,96
Jumlah pengunjung maksimal	230 Orang	230 orang
Waktu tempuh dari lantai dasar ke lantai 1	20 detik	20 detik
Simulasi selama 3 jam	Full 3 jam	Aktif 47,9 menit
Pemakaian energi listrik selama 1 jam operasional	0,298368 KWH	0,127 KWH
Pemakaian selama operasional (10 jam / hari)	2,98368 KWH	1,27 KWH
Pemakaian operasional dalam sebulan (30 hari)	89,5104 KWH	38,1 KWH
Total biaya dalam sebulan dengan harga per kwh Rp.1.409,16 .-	Rp. 126.134 .-	Rp.53.688 .-

4.3 Analisa Percobaan Secara Umum

Dari beberapa percobaan diatas bisa di gambarkan secara grafik antara sistem peralatan yang di kendalikan secara manual dengan sistem yang dikendalikan menggunakan auto sensor , bisa di lihat pada grafik berikut :



Gambar 4.1 Grafik sistem dengan kendali manual



Gambar 4.2 Grafik menggunakan sistem kendali auto sensor

Dari grafik di atas sangat jelas perbedaan dalam waktu yang sama sistem peralatan yang di kendalikan menggunakan sensor dengan sistem yang di kendalikan secara manual terdapat selisih / celah pemakaian energi listrik sehingga akan berpengaruh pada penghematan energi listrik dan otomatis akan berimbas pula pada sistem pembayaran listrik.

5 KESIMPULAN

Dari simulasi percobaan di atas diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tegangan keluaran sensor PIR akan melonjak bila terdapat perubahan radiasi panas.
2. Sensor PIR dapat diaplikasikan untuk mendeteksi kehadiran orang sehingga bila di aplikasikan ke semua peralatan listrik konsumsi energi listrik bisa di kendalikan dengan baik.
3. Aplikasi arduino mempunyai banyak kelebihan karena bisa di program dengan menggunakan program bahasa C sehingga jumlah sensor dan beban yang dibutuhkan bisa di program sesuai dengan kebutuhan.
4. Kombinasi sensor PIR dan LM35 lebih menguntungkan untuk mengontrol sistem penyejuk udara ruangan.
5. Peralatan listrik apapun yang di kendalikan secara otomatis akan lebih hemat dibandingkan peralatan listrik yang di kendalikan secara manual.
6. Pengurangan konsumsi energi listrik minimal 10 % dari total pemakaian energi listrik pada sebuah gedung bisa di capai dengan menggunakan sistem otomatis.
7. Dengan adanya pengurangan konsumsi energi listrik , otomatis akan mengurangi pada sistem pembayaran energi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].Akhmad Ghozali Amrulloh1, Burhanudin Dirgantoro Ir.,M.T.2, Agung Nugroho Jati ST.,M.T.3,
 1ghostzali@students.telkomuniversity.ac.id,
 2burhanuddin@telkomuniversity.ac.id,
 3agungnj@telkomuniversity.ac.id.
 “IMPLEMENTATION OF HUMAN

- MOTION DETECTOR WITH PASSIVE INFRA-RED SENSOR AS CAMERA DIRECTION CONTROL AND CONTROL SYSTEM LOCK DOOR AND WINDOW USING MICROCONTROLLER “. Jurnal 3 Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.
- [2]. Andani Achmad dan A. Ejah Umraeni, Staf Pengajar Teknik Elektro Universitas Hasanuddin, Makasar. Mei -Agustus/ 2011 “ PENENTUAN LEVEL AIR TANGKI DENGAN SISTEM KENDALI “. Jurnal Ilmiah “Elektrikal Enjiniring” UNHAS Volume 09/ No.02.
- [3]. Assa'idah dan Yulinar Adnan. Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia. “ Investigasi Terhadap Kemampuan 2 Tipe ADC “. Jurnal Penelitian Sains Volume 12 Nomer 2(B) 12205.
- [4]. Benny¹, Bambang Nugraha², Dwi Ananda Ramadhany³, Ihsan Fauzy Abidulloh⁴, 1Dosen PS Teknik Elektronika Industri 2,3,4 Mahasiswa P S Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy Kampus UI, Depok 16425, bennypnj@yahoo.co.i. Januari 2013. “DISPENSER PINTAR DENGAN PENGONTROL SUHU DAN PENGHEMAT ENERGI “. Jurnal POLITEKNOLOGI Vol.12.
- [4]. Jilly Haikal Islam¹) Harianto²) Madha Christian Wibowo³) , Program Studi/Jurusan Sistem Komputer STMIK STIKOM Surabaya Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298 Email: 1)Jillyhaikal@gmail.com, 2)Harianto@stikom.edu, 3)Madha@stikom.edu. 2013. “RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS CO, CO₂, DAN S SEBAGAI INFORMASI PENCEMARAN UDARA “. JCONES Vol. 2. No. 1 51-59.
- [5]. Sulistyowati Dosen Program Studi Teknik Listrik Jurusan Elektro, Politeknik Negeri Malang. April 2012. “ AUDIT ENERGI UNTUK EFISIENSI PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK “. Jurnal ELTEK Vol 10 Nomor 01 ISSN 1693-4024.
- [6]. Sutono. Program Studi Teknik Komputer Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia. “PERANCANGAN SISTEM APLIKASI OTOMATISASI LAMPU PENERANGAN MENGGUNAKAN SENSOR GERAK DAN SENSOR CAHAYA BERBASIS ARDUINO UNO (ATMEGA 328) “. Majalah Ilmiah UNIKOM Vol.12 No. 2.
- [7]. Sendi Surya Raharja - L2F 001 640, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, “ SOFTWARE PERHITUNGAN KAPASITAS SISTEM PENYEJUK UDARA DALAM RANGKA KONSERVASI ENERGI TATA UDARA PADA BANGUNAN GEDUNG “. Makalah seminar.
- [8]. Thoriq Rizkani Adiprama dan Udisubakti Ciptomulyono Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111, E-mail: udisubakti@ie.its.ac.id. September, 2012. “Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya “. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, ISSN: 2301-9271.
- [9]. Tarif tenaga listrik PT.PLN (Persero). www.pln.co.id