

# PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN MONITORING PEMBATAS DAYA LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER

Disusun oleh :

Riny Sulistyowati, Dedi Dwi Febriantoro

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri, ITATS,

Email: riny 060271@yahoo.co.id, ddi88@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Pada saat ini kebutuhan akan daya listrik merupakan hal yang mutlak, untuk itu perlu diadakan adanya monitoring kebutuhan daya listrik agar pengeluaran akan kebutuhan listrik bisa terpantau dengan mudah. Sistem kontrol otomatis yang diterapkan untuk membatasi daya listrik telah dirancang dan dikembangkan berbasis mikrokontroler ATMEGA16. Dalam melakukan pengontrolan, sistem tersebut menggunakan aksi kontrol on-off. Sebagai aktuator digunakan relay beserta drivernya sedangkan sensornya menggunakan sensor arus berbasis efek Hall ACS712. Sistem tersebut dilengkapi keypad untuk memasukkan set point daya listrik dan peraga LCD untuk memantau arus yang terukur. Hasil pengujian alat pada proyek akhir ini mampu menghasilkan arus error rata-rata sebesar 4.88% pada setiap ruang dan daya listrik error rata-rata sebesar 2.76% pada setiap ruang.

**Kata Kunci :** Mikrokontroler ATMEGA16, LCD, Keypad, Relay, Sensor Arus ACS712.

## ABSTRACT

*At this time for electronic power is an absolute must, for it is necessary to hold the monitoring of electronic power requirements for expenditures will be monitored electric needs with ease. Automatic control system for controlling the electronic power has been designed and developed based on microcontroller ATMEGA16 and on-off control action. This system uses Relay and its driver as an actuator and Hall Effect-based current sensor ACS712. This system also provided with a keypad to enter the set point electronic power and LCD display to monitor the flow measured. Results of testing tools final project is capable of producing an average current error amounted to 4.88% in each room and the power average error of 2.76% in each room.*

**Keyword :** microcontroller ATMEGA16, LCD, Keypad, Relay, Hall Effect-based current sensor ACS712.

## PENDAHULUAN

Masalah keamanan dan kenyamanan yang disebabkan oleh arus beban lebih merupakan salah satu hal yang sangat penting pada pengguna daya listrik. Tanpa adanya sistem pengaman dan kontrol yang memadai, berbagai gangguan yang disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal pada sistem tidak dapat bekerja dengan baik. Akibatnya, sering terjadi pemutusan aliran arus listrik pada instalasi rumah karena terjadi beban lebih. Beberapa permasalahan yang ada penggunaan daya listrik pada rumah Kos, mengalami permasalahan pemutusan aliran listrik pada semua titik akibat terjadi beban lebih pada ruangan tertentu sehingga aktifitas penggunaan daya listrik terganggu, khususnya aktifitas pengerjaan tugas paper perkuliahan menggunakan komputer. Beberapa kasus juga terjadi sulitnya penambahan pemakaian beban yang menunjang aktifitas karena penambahan penggunaan beban mempengaruhi tarif pembayaran listrik anak Kos dan adanya kecemburuan antar anak Kos terhadap pemakaian daya listrik yang penggunaannya tidak secara transparan.

Oleh karena itu penulis mencoba untuk merancang, merealisasikan dan membuat suatu alat yang bekerja secara otomatis, saat terjadi beban lebih pada rumah kos, secara otomatis relay akan bekerja untuk menghentikan jalannya arus listrik dengan sendirinya.

**LANDASAN TEORI**

**1. Daya Listrik**

Satuan daya listrik dalam SI adalah Watt, yang didefinisikan sebagai berubahnya energi terhadap waktu dalam bentuk tegangan dan arus. Daya dalam watt diserap oleh suatu beban pada setiap saat sama dengan jatuh tegangan pada beban tersebut (volt) dikalikan dengan arus yang mengalir lewat beban (Ampere), atau Daya listrik terbagi menjadi tiga jenis, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata :

1. *Daya Aktif (Watt)*

Adalah Daya yang berupa daya kerja seperti daya mekanik, panas, cahaya, dan sebagainya. Daya aktif dinyatakan dalam satuan Watt (W). Rumusnya adalah (Geradino,1992,p.35) ;

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots(2.1)$$

2. *Daya Reaktif (VAR)*

Merupakan daya yang diperlukan oleh peralatan listrik yang bekerja dengan sistem elektromagnet. Daya reaktif dinyatakan dalam satuan Var. Rumusnya adalah (Geradino, 1992,p.35) ;

$$Q = V \times I \times \sin \phi \dots\dots\dots(2.2)$$

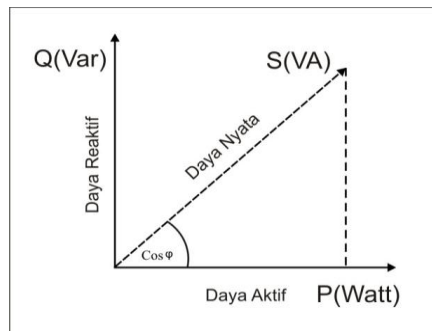
3. *Daya Nyata (VA)*

Adalah penjumlahan vektor dari daya aktif dan reaktif. Daya ini dinyatakan dalam satuan VA. Rumusnya adalah (Geradino,1992, p.35) ;

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$S = V \times I \dots\dots\dots(2.4)$$

Hubungan dari jenis Daya ini dapat digambarkan sebagai berikut :



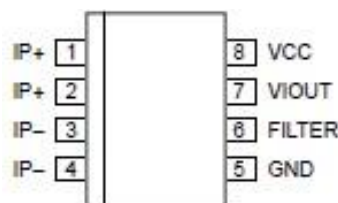
Gambar 2.1. Grafik hubungan Daya Aktif, Reaktif dan Daya Nyata

**2. Mikrokontroler ATmega16**

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, yaitu memiliki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* (lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS-51 yang memiliki arsitektur *Complex Intrukstion Set Computer*).

**3. Sensor Arus ACS712**

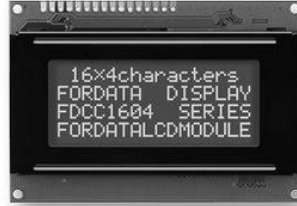
ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. *Hall effect allegro* ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih.



Gambar 2.2 Konfigurasi pin dari IC ACS712

#### 4. LCD

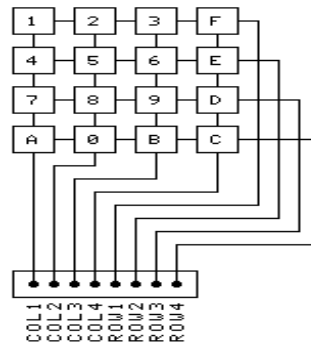
LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (*pixel*) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya.



Gambar 2.3 LCD karakter 16x4.

#### 5. Keypad

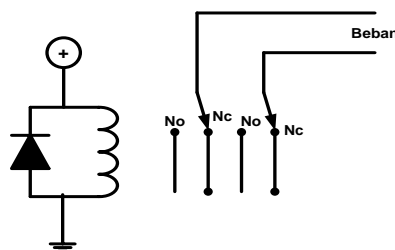
*Keypad* adalah rangkaian tombol yang berfungsi untuk memberi sinyal pada suatu rangkaian dengan menghubungkan jalur-jalur tertentu. Pada sistem pengontrolan ini, digunakan *keypad* matriks 4 x 4 (16 *push button*) dengan pin penghubung rangkaian berjumlah 8 pin.



Gambar 2.4 Keypad 4x4.

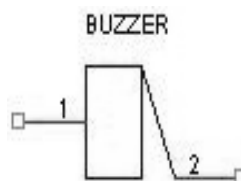
#### 6. Relay

Rangkaian *relay* disini berfungsi untuk memutus arus bila ada beban lebih dan membuka arus pada kondisi normal atau pada saat ada beban normal. Kerjanya rangkaian *relay* ini dipicu oleh rangkaian *driver relay*.



Gambar 2.5 Rangkaian Relay.

#### 7. Buzzer

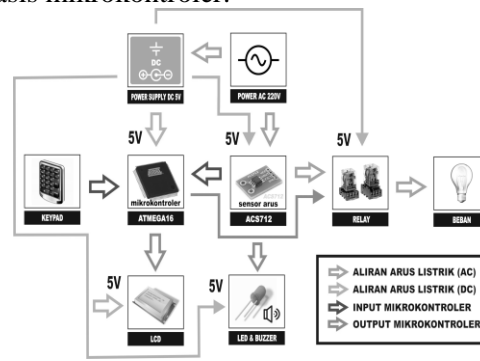


Gambar 2.6 Simbol Buzzer

*Buzzer* adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* ini digunakan sebagai indikator (*alarm*).

**METODE PENELITIAN**

Gambar 3.1. menunjukkan blok diagram dari perancangan *prototype* sistem kontrol dan monitoring daya listrik berbasis mikrokontroler.



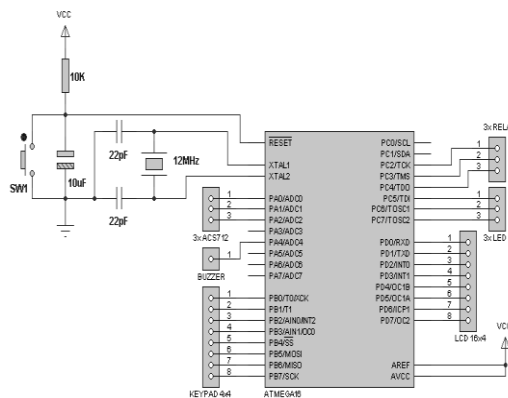
Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem

*Prinsip Kerja :*

Pada awal proses aliran tegangan 220V di konverter menjadi tegangan DC yaitu DC supply 5V yang digunakan untuk VCC mikrokontroler, lcd, sensor arus ACS712, relay, led dan buzzer. Dimana relay berfungsi sebagai pemutus arus bila terjadi beban lebih. Disini relay bekerja berdasarkan pembacaan data dari sensor arus ACS712 yang kemudian data tersebut akan diolah oleh mikrokontroler sehingga didapatkan berapa besar daya yang diperoleh. Setelah nilai daya didapat maka hasil daya tersebut akan dibandingkan dengan *setpoint* daya yang sebelumnya dimasukkan melalui keypad. Dari perbandingan tersebut, bila hasil daya mendekati nilai *setpoint* maka indikator led akan menyala dan jika hasil daya sama dengan *setpoint* maka *alarm buzzer* aktif atau berbunyi. Selain itu hasil daya juga ditampilkan melalui LCD. Berikut ini akan dijelaskan lebih detail mengenai fungsi blok diagram.

**1. Rangkaian Minimum Sistem ATmega16**

Rangkaian gambar 3.2 adalah gambar dari rangkaian minimum sistem AVR yang dibuat :

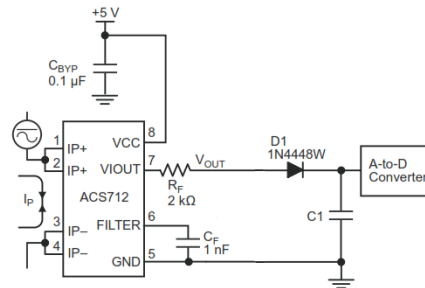


Gambar 3.2 Rangkaian minimum sistem ATmega16.

## 2. Sensor Arus

Sensor yang digunakan pada skripsi ini merupakan sebuah sensor arus buatan Allegro (*ACS712ELCTR-05B-T Ic Current Sensor*).

Selain itu sensor ini juga dapat di tambahkan filter eksternal dengan menambahkan kapasitor 1nf (sesuai *datasheet*). Untuk  $V_{out}$  dapat dihubungkan langsung ke pin I/O pada mikrokontroler. Karena perancangan ini yang akan diukur adalah berupa arus AC maka keluaran dari sensor arus masih berupa tegangan AC yang mempunyai komponen DC sebesar 2,5V. Agar dapat diolah dan di masukkan ke ADC internal mikrokontroler maka keluaran dari sensor arus harus dirubah ke sinyal DC seperti gambar dibawah ini.



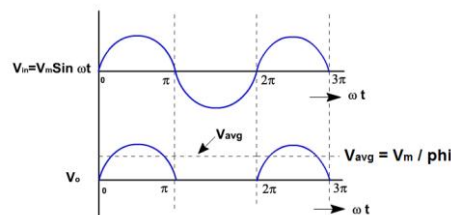
Gambar 3.3 Rangkaian sensor arus yang telah disearahkan.

Komponen utama dalam penyearah gelombang adalah diode yang dikonfigurasi kan secara *forward* bias seperti yang digambarkan dalam blok diagram berikut.



Gambar 3.4 Blok Diagram Penyearah Gelombang.

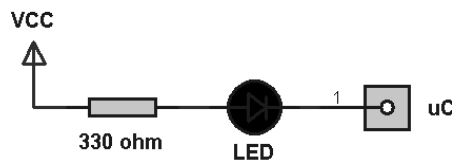
prinsip kerja dari penyearah gelombang ini adalah mengambil sisi sinyal positif dari gelombang AC dari sensor arus. Pada saat sensor arus memberikan output sisi positif dari gelombang AC maka diode dalam keadaan *forward* bias sehingga sisi positif dari gelombang AC tersebut dilewatkan dan pada saat sensor arus memberikan sinyal sisi negatif gelombang AC maka diode dalam posisi *reverse* bias, sehingga sinyal sisi negatif tegangan AC tersebut ditahan atau tidak dilewatkan seperti terlihat pada gambar sinyal output penyearah gelombang berikut.



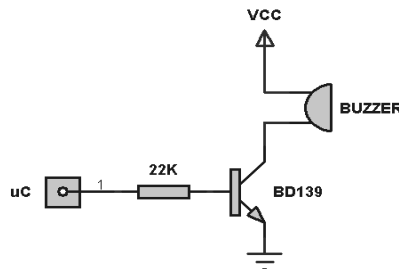
Gambar 3.5 Sinyal Penyearah Gelombang.

## 3. Indikator/Alarm

*Alarm* yang digunakan pada rancang bangun ini berupa led dan buzzer. Led ini digunakan sebagai indikator bila hasil daya akan mendekati nilai *setpoint* yang diinputkan melalui *keypad*. Setiap ruang terdapat Indikator led yang masing-masing terhubung pada *PORTC.5*, *PORTC.6* dan *PORTC.7*. Sedangkan apabila hasil daya sama dengan *setpoint* maka *alarm buzzer* akan bunyi. *Buzzer* ini terhubung pada *PORTA.4* Berikut ini gambar rangkaian indikator/*alarm* baik berupa led maupun berupa *buzzer*.



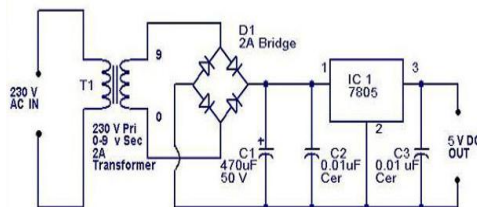
Gambar 3.6 Rangkaian indikator led.



Gambar 3.7 Rangkaian driver buzzer.

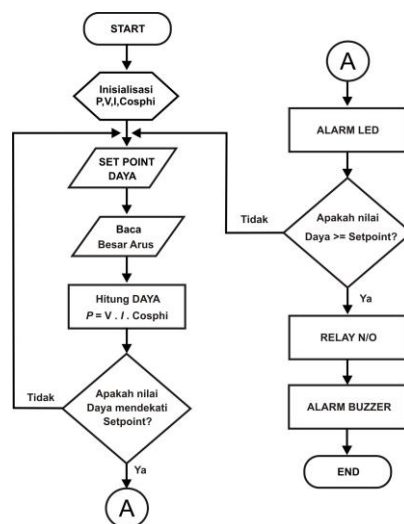
#### 4. Regulator Tegangan

Rangkaian regulator tegangan adalah rangkaian pengatur tegangan agar tegangan yang keluar dari rangkaian ini tetap pada satu nilai meskipun masukannya lebih besar dari nilai yang diinginkan. Pada rancangan ini digunakan LM7805 sebagai regulator tegangan dikarenakan LM7805 bisa menerima tegangan masukan antara 8V-18V tetapi tegangan keluarannya bernilai 5V yang sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh mikrokontroler sebagai catu dayanya.



Gambar 3.8 Rangkaian Regulator Tegangan 5V DC.

#### 5. Flowchart Program



Gambar 3.9 Flowchart Program

Pada tahap inialisasi berfungsi untuk mensinkronisasikan sensor arus, *keypad* dan LCD dengan mikrokontroler, sehingga mikrokontroler dapat mengenali sensor arus, *keypad* dan LCD, dimana hasil pembacaan arus oleh sensor nanti akan dihitung oleh mikrokontroler. Dari perhitungan tersebut akan diketahui daya listrik pada setiap ruang, lalu nilai daya dari hasil perhitungan tersebut ditampilkan di LCD, sedangkan *keypad* berfungsi untuk memasukan nilai *setpoint* daya yang dikehendaki.

## DATA DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengukuran Data ADC Sensor Arus ACS712

Berikut adalah data keluaran sensor arus ACS712ELC-5A yang terdapat pada ruang 1 menggunakan pin ADC (8bit) *channel 0* :

Tabel 4.1 Hasil ADC pengukuran sensor arus pada ruang 1

No	Arus (Amp)	ADC
1	0	127
2	0.29	128
3	0.58	131
4	0.87	133
5	1.20	135
6	1.51	139
7	1.82	142
8	2.12	145
9	2.13	146
10	2.42	148
11	2.70	151
12	3.60	160
13	3.89	163
14	4.11	164
15	4.44	166

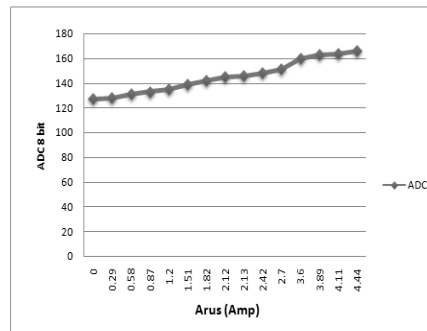
a.

No	Beban	Pengukuran (Watt)	Perhitungan (Watt)	Error (%)
1	0	0	0	0
2	1 Lampu 60W	62	63.8	2.8
3	2 Lampu 60W	116	127.6	9
4	3 Lampu 60W	172	191.4	11
5	4 Lampu 60W	259	264	1.9
6	Setrika	324	332.2	2.4
7	Setrika + 1 Lampu 60W	392	400.4	2
8	Setrika + 2 Lampu 60W	456	466.4	2.2
9	Rice Cooking	471	468.6	0.5
10	Rice Cooking + 1 Lampu 60W	506	532.4	4.9
11	Rice Cooking + 1 Lampu 60W	572	594	3.7
12	Rice Cooking + Setrika	790	792	0.2
13	Rice Cooking + Setrika + 1 Lampu 60W	846	855.8	1.1
14	Rice Cooking + Setrika + 2 Lampu 60W	898	904.2	0.6
15	Rice Cooking + Setrika + 3 Lampu 60W	986	976.8	0.9

b.

Tabel 4.2. a. Hasil perbandingan daya dengan perhitungan rumus dan

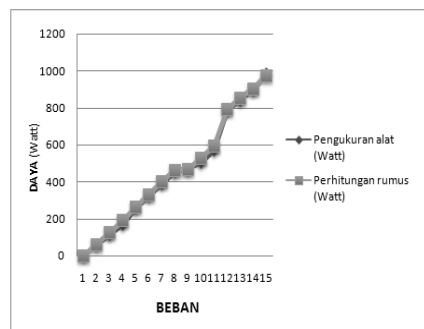
### b. Pengukuran alat pada ruang 1.



Gambar 4.1 Grafik Linieritas Rangkaian Sensor Arus pada ruang 1

## 2. Pengukuran Daya

Berikut ini hasil perbandingan daya dengan perhitungan rumus dan pengukuran alat pada ruang 1



Gambar 4.2 Grafik perbandingan pengukuran daya dengan Alat dan perhitungan daya dengan rumus pada ruang 1.

## KESIMPULAN

Dari data yang didapat maka dapat kami simpulkan mengenai rancang bangun :

1. Agar sensor arus dapat dibaca oleh ADC internal mikrokontroler ATMEGA16 maka perlu dilakukan modifikasi pada rangkaian arus ACS712 dengan menambahkan rangkaian penyearah, ini dikarenakan keluaran dari sensor arus masih berupa sinyal AC.
2. Hasil pembacaan nilai ADC dari keluaran sensor arus ACS712 pada setiap ruang menunjukkan linieritas yang cukup stabil ketika terjadi perubahan beban.
3. Dari hasil pengukuran nilai arus menunjukkan bahwa perbandingan pengukuran arus pada alat yang dibuat dengan alat ukur *clamp* meter sebagai berikut :
  - Pada ruang 1 menunjukkan rata-rata error perbandingan arus pada alat yang dibuat dengan alat ukur *clamp* meter adalah 4.81 %.
  - Pada ruang 2 menunjukkan rata-rata error perbandingan arus pada alat yang dibuat dengan alat ukur *clamp* meter adalah 4.44 %.
  - Pada ruang 3 menunjukkan rata-rata error perbandingan arus pada alat yang dibuat dengan alat ukur *clamp* meter adalah 5.39 %.
4. Dari hasil pengukuran nilai daya menunjukkan bahwa perbandingan pengukuran daya pada alat yang dibuat dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :
  - Pada ruang 1 menunjukkan rata-rata error perbandingan daya pada hasil percobaan dan daya pada perhitungan adalah 2.88 %.
  - Pada ruang 2 menunjukkan rata-rata error perbandingan daya pada hasil percobaan dan daya pada perhitungan adalah 3.18 %.



- Pada ruang 3 menunjukkan rata-rata error perbandingan daya pada hasil percobaan dan daya pada perhitungan adalah 2.23 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. **Andrianto Heri**, “ *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*”, Bandung: Informatika, 2008
- [2]. **Ardikusuma Tantrapraja**, “ *Perbaikan Faktor Daya untuk Beban Rumah Tangga secara Otomatis* “, PENS-ITS, 2011.
- [3]. **Bejo Agus**, “ *C&AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535* ”, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008
- [4]. **Daryanto Fauzi**, “ *Monitoring Lampu Koridor Gedung D4 PENS-ITS dengan Menggunakan Wireless Sensor Network* ”, PENS-ITS, 2011.
- [5]. *Datasheet ACS712 from Allegro*
- [6]. *Datasheet ATmega16 from [www.atmel.com](http://www.atmel.com)*
- [7]. *Liquid Crystal Display Module M1632*. User Manual, Seiko Instrument Inc. Japan, 1987.
- [8]. *mytutorialcafe.com*