

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN TIMBANGAN DIGITAL  
UNTUK MENIMBANG PERHIASAN EMAS DILENGKAPI  
DENGAN PENCETAK SLIP PEMBAYARAN PERHIASAN**

**SKRIPSI**



**Disusun oleh :  
ABDUL GOFUR  
06.12.207**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2011**

---

## LEMBAR PERSETUJUAN

### PERENCANAAN DAN PEMBUATAN TIMBANGAN DIGITAL UNTUK MENIMBANG PERHIASAN EMAS DILENGKAPI DENGAN PENCETAK SLIP PEMBAYARAN PERHIASAN

#### SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

**ABDUL GOFUR**

NIM : 06.12.207

Mengetahui

**Jurusan Teknik Elektro S-1**

**Jr. Yusuf Ismail Nakhoda, MT**

NIP.Y.1018800189

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



**(M. Ibrahim Ashari, ST, MT)**

NIP.P 103.0100.358

Dosen Pembimbing II



**(Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT)**

NIP.P 103.0000.365

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2011**

## ABSTRAK

### PERENCANAAN DAN PEMBUATAN TIMBANGAN DIGITAL UNTUK MENIMBANG PERHIASAN EMAS DILENGKAPI DENGAN PENCETAK SLIP PEMBAYARAN PERHIASAN

Abdul Gofur, NIM : 0612207

Dosen Pembimbing : M.Ibrahim Ashari, ST.MT, Irmalia Suryani Faradisa, ST.MT

Timbangan perhiasan emas analog maupun digital yang terdapat di pasaran selama ini hanya menunjukkan besaran berat. Untuk itu dalam penelitian, dibuat timbangan perhiasan emas digital yang dapat menampilkan berat, menentukan harga dan dapat mencetak sertifikat perhiasan.

Dalam perancangan timbangan perhiasan emas ini digunakan sebuah rangkaian mikrokontroler ATMEGA 8535 yang berfungsi untuk mengatur dan mengolah data dari beberapa komponen seperti rangkaian pengkondisi sinyal, LCD (Liquid Crystal Display), RTC (Real Time Clock), EEPROM (Electrically Erasable and Programmable – Read Only memory) dan keypad. Data berat perhiasan emas di ambil melalui sebuah sensor berat (Strain Gauge). Timbangan ini di lengkapi dengan sebuah keypad untuk memasukkan harga dan nilai karat emas, serta sebuah printer untuk mencetak sertifikat perhiasan.

Hasil dari penelitian ini berupa timbangan emas digital yang dapat menampilkan data berat dalam satuan gram pada LCD. Selain itu, juga dapat menentukan harga dan nilai karat emas, serta dapat mencetak slip pembayaran perhiasan. Nilai kesalahan rata-rata pengujian rangkaian pengkondisi sinyal sensor berat adalah 3,36%; sedangkan nilai kesalahan rata-rata pengujian alat secara keseluruhan adalah 3,82%.

**Kata kunci:** Timbangan, Slip Pembayaran Perhiasan, Mikrokontroler ATMEGA 8535

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“PERENCANAAN DAN PEMBUATAN TIMBANGAN DIGITAL UNTUK MENIMBANG PERHIASAN EMAS DILENGKAPI DENGAN PENCETAK SLIP PEMBAYARAN PERHIASAN”** dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang.

Sebagai pihak penyusun penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir.Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Dosen Pembimbing satu Tugas Skripsi.
5. Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT selaku Dosen Pembimbing dua Tugas Skripsi.
6. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang tidak kami sebutkan satu-persatu, kami ucapkan banyak terima kasih atas bantuannya dalam proses pembuatan Skripsi yang telah saya kerjakan, begitu juga dengan penyelesaian laporan ini.

Usaha ini telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kejangalan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Begitu juga sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Agustus 2011

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.3. Metode Penelitian .....	2
1.4. Sistematika Pembahasan .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>4</b>
2.1. Load Cell .....	4
2.2. Op-amp( <i>Operational Amplifier</i> ) .....	4
2.2.1. Penguat Deferensial .....	5
2.2.2. Penguat Penyangga.....	7
2.2.3. Penguat Instrumentasi .....	8
2.3. Protokol $I^2C$ .....	9
2.4. Mikrikontroler ATMega 8535 .....	10
2.4.1. Pengenalan Mikrokontroler.....	10
2.4.2. Mikrokontroler AVR seri ATMega 8535 .....	12
2.4.3. Arsitektur Mikrokontroler ATMega 8535 .....	13
2.4.4. Konfigurasi Pin ATMega 8535 .....	14
2.4.5. Serial Pheripheral Interface.....	15
2.4.6. ADC (Analog Digital Conventer) pada ATMega8535.....	17
2.4.6.1. Register-register untuk mengakses ADC .....	19
2.4.7. EEPROM (Elektrically Erasable Progamable Read Only).....	23

2.5. RTC DS1307.....	26
2.6. LCD .....	27
2.7. Keypad .....	29
2.8. Printer LX-800 .....	29
2.9. Sistem Komunikasi Paralel .....	31
<b>BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN .....</b>	<b>34</b>
3.1. Spesifikasi Alat .....	34
3.2. Perencanaan Sistem .....	34
3.3. Prinsip Kerja Sistem .....	36
3.4. Perancangan Perangkat keras .....	36
3.4.1. Perancangan Sensor Load Cell .....	37
3.4.2. Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal .....	38
3.4.3. Perancangan Rangkaian RTC .....	40
3.4.4. Perancangan Antarmuka Modul LCD .....	41
3.4.5. Perancangan Antarmuka Keypad .....	42
3.4.6. perancangan Antarmuka Port Paralel .....	42
3.4.7. Perancangan Perangkat Lunak .....	43
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
4.1. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal .....	47
4.1.1. Tujuan Pengujian .....	47
4.1.2. Peralatan Pengujian .....	48
4.1.3. Prosedur Pengujian .....	48
4.1.4. hasil Pengujian .....	49
4.2. Pengujian Antarmuka Keypad .....	50
4.2.1. Tujuan Pengujian .....	50
4.2.2. Peralatan Pengujian .....	50
4.2.3. Prosedur Pengujian .....	50
4.2.4. Hasil Pengujian .....	51
4.3. Pengujian Antarmuka Modul LCD .....	52
4.3.1. Tujuan Pengujian .....	52
4.3.2. Peralatan Pengujian .....	52
4.3.3. Prosedur Pengujian .....	53
4.3.4. Hasil Pengujian .....	53

4.4. Pengujian Rangkaian RTC.....	54
4.4.1. Tujuan Pengujian .....	54
4.4.2. Peralatan Pengujian .....	54
4.4.3. Prosedur Pengujian .....	54
4.4.4. Hasil Pengujian.....	55
4.5. Pengujian Port Paralel .....	56
4.5.1. Tujuan Pengujian .....	56
4.5.2. Peralatan Pengujian .....	56
4.5.3. Prosedur Pengujian.....	56
4.5.4. Hasil Pengujian.....	57
4.6. Pengujian Antarmuka Modul LCD .....	58
4.6.1. Tujuan Pengujian .....	58
4.6.2. Peralatan Pengujian .....	58
4.6.3. Prosedur Pengujian.....	59
4.6.4. Hasil Pengujian.....	59
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>61</b>
5.1. Kesimpulan .....	61
5.2. Saran-Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Load Cell .....	4
Gambar 2.2. Penguat Operational .....	5
Gambar 2.3. Penguat Deferensial Dasar .....	6
Gambar 2.4. Penguat Penyangga .....	8
Gambar 2.5. Penguat Instrumentasi .....	9
Gambar 2.6. Timing Diagram Protokol I <sup>2</sup> C .....	10
Gambar 2.7. Blok Diagram Mikrokontroler ATmega8535 .....	13
Gambar 2.8. Pin ATmega 8535 .....	14
Gambar 2.9. Register Kendali SPI .....	16
Gambar 2.10. Register Status SPI .....	17
Gambar 2.11. Register ADMUX .....	19
Gambar 2.12. Register ADCL, ADCH .....	19
Gambar 2.13. Register ADCL, ADCH .....	20
Gambar 2.14. Register ADCSRA .....	21
Gambar 2.15. Register SFIOR .....	23
Gambar 2.16. EEPROM Address Register – EEARH dan EEARL .....	26
Gambar 2.17. EEPROM Data Register - EEDR .....	25
Gambar 2.18. EEPROM Control Register - EECR .....	25
Gambar 2.19. Konfigurasi Pin RTC DS1307 .....	26
Gambar 2.21. Konfigurasi Pin LCD M1632 .....	28
Gambar 2.22. Keypad .....	29
Gambar 2.23. Printer Epson LX-800 .....	30
Gambar 2.24. Konfigurasi Pin Port Paralel .....	33
Gambar 3.1. Diagram Blok Keseluruhan Sistem .....	35
Gambar 3.2. Rangkaian Sensor .....	38
Gambar 3.3. Rangkaian Pengkondisi Sinyal .....	40
Gambar 3.4. Rangkaian RTC .....	41
Gambar 3.5. Antarmuka Modul LCD .....	41
Gambar 3.6. Antarmuka Keypad .....	42
Gambar 3.7. Antarmuka Port Paralel .....	43
Gambar 3.8. Diagram Alir Program Utama .....	44



Gambar 4.1. Diagram Blok Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal .....	48
Gambar 4.2. Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal .....	50
Gambar 4.3. Diagram Pngujian Antarmuka Kcypad .....	51
Gambar 4.4. Diagram Blok Pengujian Antarmuka Modul LCD .....	53
Gambar 4.5. Hasil Pengujian Antarmuka Modul LCD .....	53
Gambar 4.6. Diagram Blok Pengujian Rangkaian RTC .....	55
Gambar 4.7. Hasil Pengujian Rangkaian RTC .....	55
Gambar 4.8. Diagram Blok Pengujian Antarmuka Port Paralel .....	57
Gambar 4.9. Slip Pembayaran Perhiasan .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Pemilihan Mode Tegangan Referensi ADC .....	19
Tabel 2.2. Pemilihan Bit Saluran Pembaca ADC.....	21
Tabel 2.3. Penentu Bilangan Pembagi Antara Sumber Clock XTAL ke Clock ADC .....	22
Tabel 2.4. Alamat Register RTC .....	27
Tabel 2.5. Fungsi Pin- pin Modul LCD .....	28
Tabel 2.6. Nama Pin dari Konektor Paralel Port DB25 dan Centronics .....	33
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal .....	49
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Antarmuka Keypad .....	52
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Rangkaian RTC.....	55
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Antarmuka Port Paralel .....	57
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Timbangan Alat Secara Keseluruhan .....	59

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dibidang elektronika membawa perubahan besar dengan memberikan berbagai macam alat atau sarana yang dapat mempermudah segala macam aktifitas manusia. Penekanan pada faktor kemudahan operasional serta kepraktisan membuat peralihan teknologi dari system analog kesistem digital. Keadaan ini didasarkan pada kondisi kehidupan manusia yang ingin memenuhi kebutuhanya secara praktis untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Timbangan adalah sebuah alat bantu yang digunakan untuk mengetahui berat suatu benda. Dalam pemanfaatanya timbangan digunakan diberbagai bidang, dari bidang perdagangan, industri sampai dengan perusahaan jasa. Jenis timbangan yang digunakan bermacam-macam, mulai dari timbangan analog, timbangan mekanik hingga timbangan digital.

Timbangan digital mempunyai tingkat kepresisian yang lebih baik dan pengoperasiannya lebih efisien dari timbangan analog. Akan tetapi pemanfaatan kedua jenis timbangan ini hanya untuk mengukur besaran berat saja. Sedangkan proses pencatatan transaksi dan proses perhitungan biaya dilakukan secara manual dan relatif membutuhkan waktu yang lama. Hal ini memungkinkan terjadi kesalahan pencatatan transaksi dan kesalahan perhitungan harga.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dirancang suatu alat yang mampu mengukur berat perhiasan emas yang dilengkapi dengan pencetak slip pembayaran perhiasan agar kemungkinan kesalahan dalam proses penimbangan, penulisan transaksi dan perhitungan biaya dapat dihindarkan.

### 1.2. Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang ada, maka dapat dirumuskan perencanaan hal-hal sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang rangkaian pengkondisi sinyal sensor berat.
2. Bagaimana merancang software mencetak slip pembayaran perhiasan.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan rangkaian elektronika untuk mempermudah para penjual perhiasan emas dalam proses penimbangan dan perhitungan harga.

### 1.4. Batasan Masalah

Untuk mengarahkan pembahasan agar sesuai dengan tujuan dan tidak terjadi penyimpangan maksud dalam tujuan utama penyusunan skripsi ini, maka ditentukan ruang lingkup pembahasan sebagai berikut :

1. Membahas rangkaian *pengkondisi sinyal* sensor berat.
2. Tidak membahas mekanik untuk menimbang berat emas.
3. Tidak membahas jenis emas
4. Pada alat ini tidak disediakan fasilitas atau menu untuk menghitung rugi/laba penjualan perhiasan emas
5. Printer yang digunakan hanya Epson LX800.

### 1.5. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur  
Mencari referensi-referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat yang akan dibuat.
  2. Perancangan dan pembuatan alat  
Merancang serta membuat alat yang telah dihitung dan menentukan pemilihan terhadap komponen yang akan dipakai.
  3. Pelaksanaan uji coba alat  
Pengambilan sample data untuk setiap bagian dari rangkaian yang telah dibuat serta menganalisa dan membandingkan dengan hasil perhitungan apakah alat yang dibuat dapat berjalan sesuai fungsinya atau tidak.
  4. Penyusunan Laporan Skripsi
-

## **1.6. Sistematika Pembahasan**

Penulisan skripsi ini terbagi dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang tujuan, permasalahan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan.

### **BAB II DASAR TEORI**

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat ini.

### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Membahas tentang perancangan alat baik perangkat keras maupun perangkat lunak, serta cara kerja blok diagram.

### **BAB IV PENGUJIAN ALAT**

Membahas pengujian peralatan secara keseluruhan dan analisa hasil pengujian.

### **BAB V PENUTUP**

Berisi kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari perencanaan dan pembuatan tugas akhir ini serta saran-saran guna menyempurnakan dan mengembangkan sistem lebih lanjut.

---

## BAB II

### LANDASAN TEORI

Penjelasan dan uraian teori penunjang yang digunakan dalam penelitian ini diperlukan untuk mempermudah pemahaman tentang cara kerja rangkaian maupun dasar-dasar perencanaan alat ini.

#### 2.1. Load Cell

*Load cell* sering digunakan pada setiap pengukuran berat secara elektronik. *Load cell* dikategorikan sebagai sensor gaya. Sensor ini berfungsi merubah besaran berat atau gaya menjadi sinyal listrik dalam bentuk tegangan. Bentuk fisik *load cell bending beam* ditunjukkan dalam gambar 2.1.



Gambar 2.1 *load cell bending beam 1004*

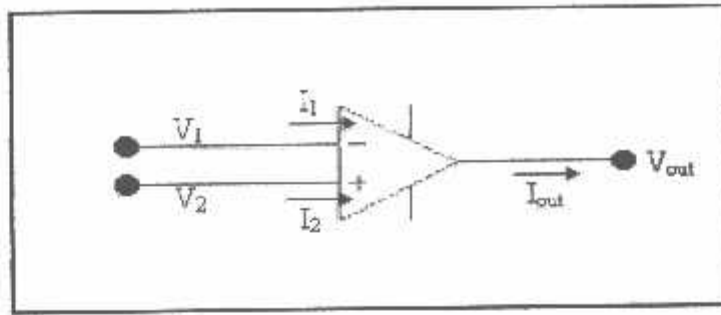
#### 2.2. Op-amp (Operational Amplifier)

Penguat Operational adalah integrated circuit (IC) yang memiliki keunggulan tinggi dan pemakaian yang sangat luas. Sebuah Penguat operational umum dibangun suatu penguat diferensial yang mempunyai masukan membalik dan tak membalik. Dalam analisa rangkaian penguat operational maka pendekatan yang paling baik adalah dengan menganggapnya sebagai rangkaian yang ideal.

Suatu penguat operational yang ideal mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Penguat tegangan untuk open loop  $A_v = \infty$
- Impedansi masukan  $Z_i = \infty$
- Bandwidth  $= \infty$
- Keseimbangan sempurna :  $V_o = 0$ , jika  $V_1 = V_2$
- Karakteristik tidak terpengaruh oleh temperature

Sebuah penguat operational secara umum dan sederhana dapat diwakili oleh Gambar 2.2 yang menunjukkan karakteristik penguat ini.



Gambar 2.2 Penguat operational

Dari gambar 2.2, tegangan keluar untuk *open loop* diperoleh melalui rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = Ad(V_2 - V_1) \quad (2.1)$$

Dalam pengertian penguat operational ideal penguatan open loop tak terhingga ( $Ad = \infty$ ) maka

$$V_2 - V_1 = \frac{V_{out}}{Ad} = \frac{V_{out}}{\infty} = 0 \quad (2.2)$$

Sehingga diperoleh :

$$V_1 = V_2 \quad (2.3)$$

Sedangkan arus yang mengalir melalui kedua masukan sebagai berikut :

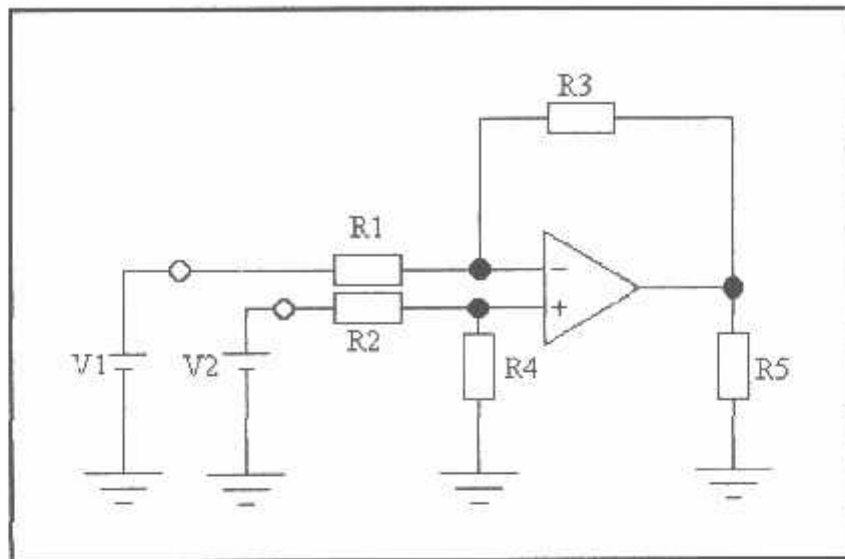
$$I_1 = \frac{V_1}{Z_1} \text{ dan } I_2 = \frac{V_2}{Z_2}, \text{ karena } Z_1 = \infty, \text{ maka}$$

$$I_1 = 0, I_2 = 0$$

Dari perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa ketika keluaran penguat oprasional berada dalam jangkauan kelinieran, maka kedua masukan mempunyai tegangan yang sama. Sedangkan arus yang masuk pada kedua masukannya bernilai nol.

### 2.2.1. Penguat Diferensial

Penguat diferensial berguna untuk memperkuat sinyal-sinyal kecil yang terpendam menjadi sinyal yang jauh lebih besar. Cara kerja penguat diferensial adalah sebagai berikut. Sebagaimana terlihat dalam gambar 2.3, terdapat empat buah resistor dan sebuah Op Amp membentuk sebuah penguat diferensial.



Gambar 2.3 Penguat Diferensial Dasar

Dengan menggunakan teorema superposisi, jika  $V_1$  dihubungkan singkat terhadap ground maka pada keluaran penguat  $V_1$  akan mengalami penguatan sebesar  $-m$ . Sehingga tegangan keluaran akibat  $V_2$  adalah  $-mV_2$ . Kemudian bila  $V_2$  dihubungkan singkat terhadap ground maka pada keluaran penguat  $V_1$  mengalami penguatan sebesar  $m$ . Sehingga tegangan keluaran akibat  $V_1$  adalah  $mV_1$  sehingga secara keseluruhan didapatkan.

$$V_{out} = mV_1 - mV_2$$

$$V_{out} = m(V_1 - V_2) \quad (2.4)$$

$$A = \frac{mR}{R} \quad (2.4)$$

Apabila  $V_1 = V_2$  maka tegangan keluaran akan sama dengan nol. Cara yang diterapkan yaitu dengan menghubungkan kedua terminal masukan 1 dan 2 menjadi satu dengan sumber tegangan  $V_{of}$  (tegangan masukan mode bersama). Tegangan keluaran akan sama dengan nol selama perbandingan  $mR$  terhadap  $R$  pada masukan Op Amp baik masukan pembalik maupun tak membalik adalah sama. Sifat penguat diferensial inilah yang memungkinkan suatu sinyal kecil diambil dari sinyal yang lebih besar. Hal ini dilakukan dengan cara yaitu sinyal yang lebih besar (tak dikehendaki) merupakan tegangan masukan bersama dan sinyal kecil merupakan tegangan diferensial. Sehingga keluaran penguat diferensial hanya akan berisi tegangan masukan diferensial yang diperkuat.



Dalam praktek tegangan keluaran untuk tegangan masukan mode bersama hanya akan mendekati nol atau suatu nilai yang dapat di abaikan. Tingkat penolakan penguat diferensial terhadap masukan mode bersama disebut CMRR (*Common Mode Rejection Ratio*). CMRR dinyatakan dengan persamaan :

$$CMRR = \frac{A_{dm}}{A_{cm}} \quad (2.5)$$

Atau

$$CMRR(dB) = 20 \log \frac{A_{dm}}{A_{cm}}$$

Dengan :  $A_{dm}$  = penguat mode diferensial

$A_{cm}$  = penguat mode bersama

### 2.2.2. Penguat Penyangga

Dengan penambahan penguat penyangga seperti dalam gambar 2.4 maka perubahan penguat dapat dilakukan dengan penyetelan sebuah resistor variable saja. Sedangkan pada penguat diferensial dasar diperlukan setidaknya dua buah resistor variabel untuk memperbesar gain penguat. Karena beda tegangan kedua masukan pada Op Amp besarnya 0 V, maka masing-masing tegangan di titik 3 dan 4 adalah sama dengan  $V_{i1}$  dan  $V_{i2}$  terhadap ground.

$$V_3 = V_{i1} \text{ dan } V_4 = V_{i2} \quad (2.6)$$

Sehingga tegangan pada  $R_2$  adalah  $V_{i2} - V_{i1}$ . Bila  $R_1 = R_3 = R$  dan  $R_2 = aR$  maka  $R_2$  adalah tahanan variabel yang digunakan untuk menyetel gainnya. Bila  $V_{i1}$  lebih besar dari  $V_{i2}$  maka arus akan mengalir melalui  $R_2$  sebesar

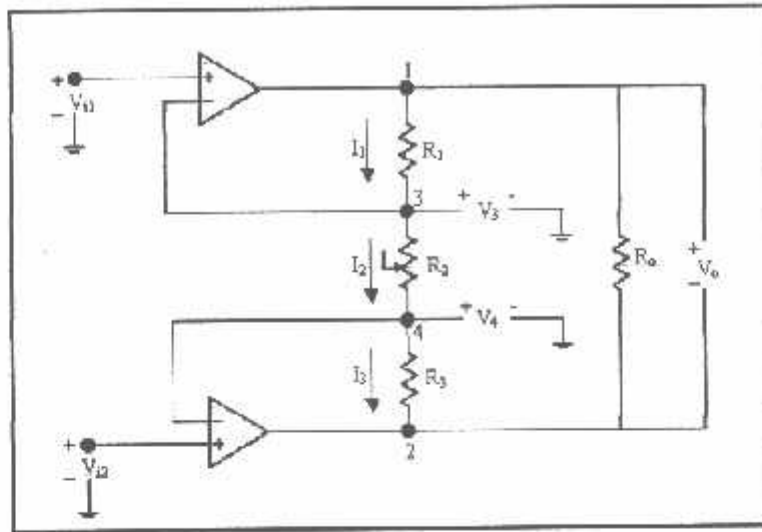
$$I = \frac{V_{i1} - V_{i2}}{aR} \quad (2.7)$$

Arus ini mengalir melalui kedua tahanan  $R_1$  dan  $R_3$ , dan dengan demikian tegangan yang terdapat pada  $R_0$  adalah

$$V_o = (V_{i1} - V_{i2}) + \frac{2(V_{i1} - V_{i2})}{a} \quad (2.8)$$

$$V_o = (V_{i1} - V_{i2}) \left( 1 + \frac{2}{a} \right) \quad (2.9)$$

dengan  $a = \frac{aR}{R}$



Gambar 2.4 Penguat penyangga

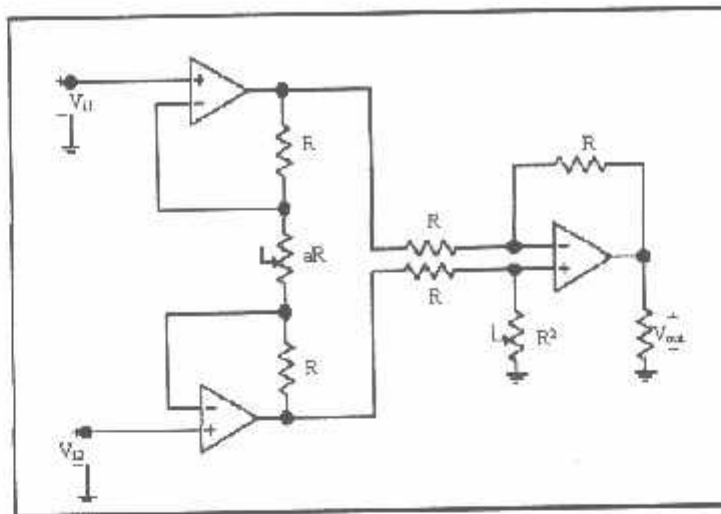
Sehingga didapatkan penguat sebesar :

$$Ad = \frac{V_o}{V_{i1} - V_{i2}} = \left( 1 + \frac{2}{a} \right) \quad (2.10)$$

### 2.2.3. Penguat Instrumentasi

Salah satu penguat yang paling bermanfaat, cermat dan serbaguna adalah penguat instrumentasi. Penguat instrumentasi adalah sebuah penguat penyangga yang dihubungkan dengan sebuah penguat diferensial dasar seperti terlihat dalam gambar 2.5

Penguat diferensial dengan R yang sama menghasilkan gain sebesar 1 namun dalam praktek tahanan variable  $R_2$  perlu diberikan untuk menyeimbangkan setiap tegangan mode bersama.



Gambar 2.5 Penguat Instrumentasi

Dengan demikian dari persamaan (2.5) dan persamaan (2.6), maka untuk  $m$  sama dengan 1 diperoleh besar tegangan keluaran sebagai berikut :

$$V_{out} = (V_{i1} - V_{i2}) \left( 1 + \frac{2}{a} \right) \quad (2.11)$$

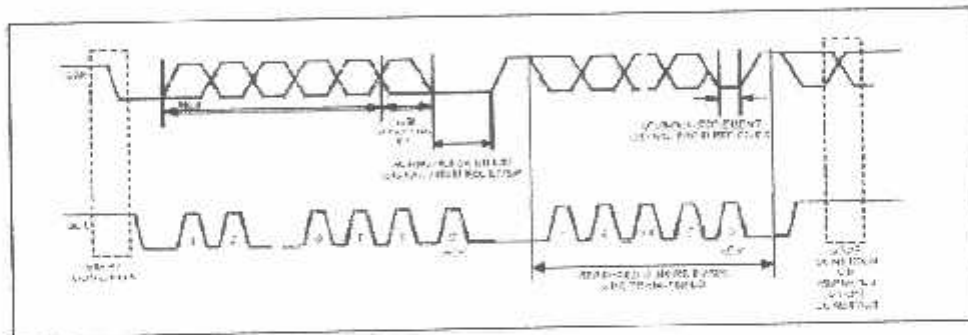
$$\text{dengan } a = \frac{aR}{R} \quad (2.12)$$

### 2.3. Protokol I<sup>2</sup>C

Komunikasi data secara I<sup>2</sup>C dilakukan melalui dua saluran, masing-masing adalah saluran data secara seri (SDA) dan saluran *clock* secara seri (SCL). Kedua saluran ini dikenal sebagai bus I<sup>2</sup>C yang digunakan untuk menghubungkan banyak IC I<sup>2</sup>C untuk berbagi macam keperluan. IC I<sup>2</sup>C dibedakan menjadi *master* dan *slave*, yang dimaksud dengan *master* adalah peralatan I<sup>2</sup>C yang memulai transfer data dan yang membangkitkan *clock* (SCK). Yang bertindak sebagai *master* umumnya mikroprosesor/mikrokontroler yang bertugas mengendalikan I<sup>2</sup>C bus.

Pada kondisi normal, SDA bisa berubah selama SCL dalam kondisi *low*, pengecualian saat kondisi *start* dan *stop*. Kondisi *start* menandakan *master* akan memulai proses pertukaran data dengan ditandai transisi *high* ke *low* pada saluran SDA saat saluran SCL *high*. Sedangkan kondisi *stop* menandakan *master* akan menghentikan proses pertukaran data dengan ditandai transmisi *low* ke *high* pada saluran SDA saat saluran SCL *high*.

Lebar data yang dikirim melalui SDA harus sebanyak 8 bit atau 1 byte. Banyaknya byte yang dapat dikirimkan tidak dibatasi. Masing-masing byte harus diikuti bit *acknowledge* oleh pihak penerima data dengan menahan saluran SDA pada kondisi low saat pulsa *acknowledge* sedang dalam periode *high*. Jika pihak penerima tidak memberikan *acknowledge*, berarti pihak penerima tidak sedang dalam kondisi siap bertukar data. Data ditransfer dengan MSB terlebih dahulu. Jika *slave* tidak dapat menerima atau mengirimkan byte data selama melakukan beberapa fungsi lain. Misalnya melayani interupsi internal, *slave* dapat memaksa *master* ke kondisi *wait* dengan menahan saluran SCL pada kondisi low. Perpindahan data kemudian dilanjutkan jika *slave* siap untuk bertukar data dan melepaskan saluran SCL. Proses pengiriman data dapat dihentikan dengan memberikan kondisi *stop* walaupun proses pengiriman belum lengkap satu byte. Dalam kasus ini tidak ada sinyal *acknowledge*. *Timing diagram* protocol I<sup>2</sup>C ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Timing Diagram* Protokol I<sup>2</sup>C

## 2.4. Mikrokontroler ATMEGA 8535

### 2.4.1. Pengenalan Mikrokontroler

Mikrokontroler, sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer, hadir memenuhi kebutuhan pasar (*market need*) dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara massal (dalam jumlah banyak) membuat harganya menjadi lebih murah (dibandingkan mikroprosesor). Sebagai kebutuhan pasar, mikrokontroler hadir untuk memenuhi selera industri dan para konsumen akan

kebutuhan dan keinginan alat-alat bantu bahkan mainan yang lebih baik dan canggih.

Tidak seperti sistem komputer, yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi (misalnya pengolah kata, pengolah angka dan lain sebagainya), mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi tertentu saja (hanya satu program saja yang bisa disimpan). Perbedaan lainnya terletak pada perbandingan RAM dan ROM. Pada sistem komputer perbandingan RAM dan ROM-nya besar, artinya program-program pengguna disimpan dalam ruang RAM yang relatif besar, sedangkan rutin-rutin antarmuka perangkat keras disimpan dalam ruang ROM yang kecil. Sedangkan pada Mikrokontroler, perbandingan ROM dan RAM-nya yang besar, artinya program kontrol disimpan dalam ROM (bisa *Masked ROM* atau *Flash PEROM*) yang ukurannya relatif lebih besar, sedangkan RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara, termasuk register-register yang digunakan pada mikrokontroler yang bersangkutan.

Adapun kelebihan dari mikrokontroller adalah sebagai berikut :

1. Penggerak pada mikrokontoler menggunakan bahasa pemrograman *bascom* dengan berpatokan pada kaidah digital dasar sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem (bahasa *bascom* ini mudah dimengerti karena menggunakan bahasa *bascom* aplikasi dimana parameter input dan output langsung bisa diakses tanpa menggunakan banyak perintah). Desain bahasa *bascom* ini tidak menggunakan begitu banyak syarat penulisan bahasa pemrograman seperti huruf besar dan huruf kecil untuk bahasa *bascom* tetap diwajibkan.
  2. Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.
  3. Sistem *running* bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk *download* perintah instruksi atau program. Langkah-langkah untuk *download* komputer dengan
-

mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah.

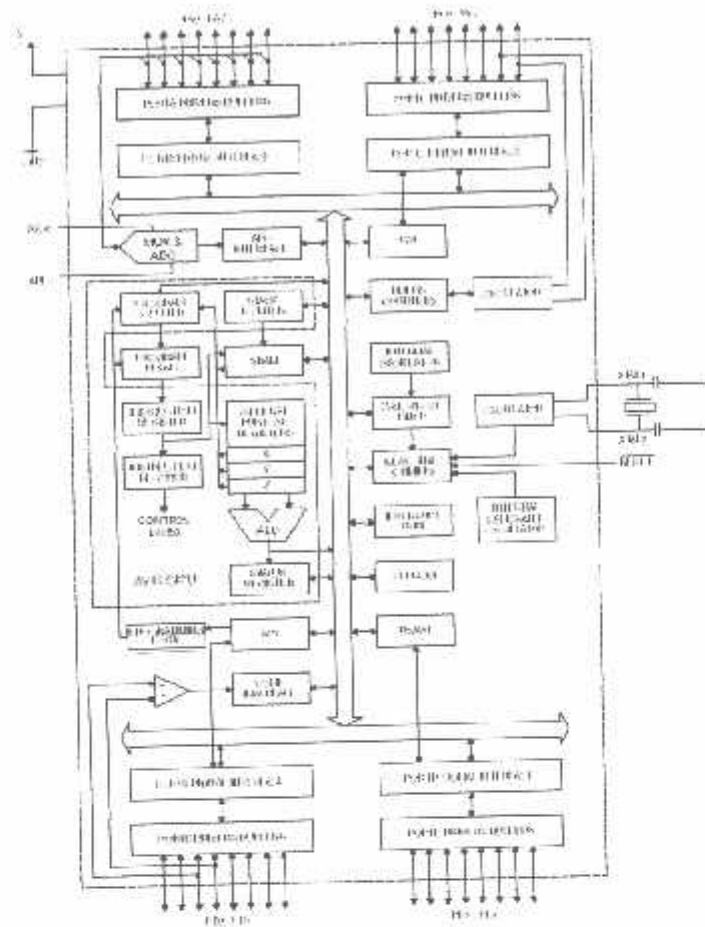
4. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem.
5. Harga untuk memperoleh alat ini lebih murah dan mudah didapat.

#### **2.4.2. Mikrokontroler AVR seri ATmega8535**

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) memiliki arsitektur 8 bit, di mana semua instruksi di kemas dalam kode 16-bit (*16-bit word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Tentu saja itu terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama.

---

### 2.4.3. Arsitektur Mikrokontroler ATMEGA 8535



Gambar 2.7 Blok Diagram *Microcontroller* ATMEGA 8535

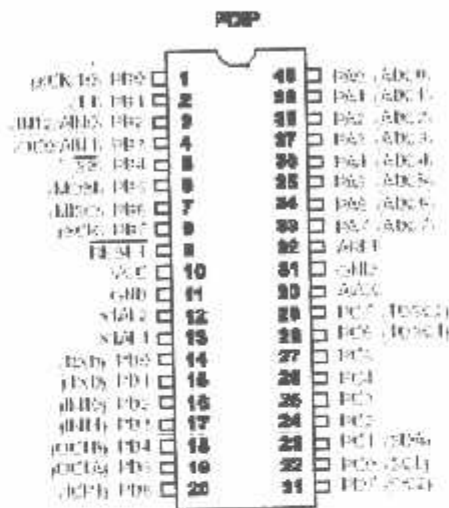
Dari gambar 2.7 tersebut dapat dilihat bahwa ATMEGA8535 memiliki bagian sebagai berikut :

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
2. ADC bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
5. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
6. SRAM sebanyak 512 byte.
7. Memori *Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
8. Unit interupsi internal dan eksternal.
9. Port antarmuka SPI.

10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat di program saat operasi.
11. Antarmuka komparator analog.
12. Port USART untuk komunikasi serial.

#### 2.4.4. Konfigurasi Pin ATmega8535

Konfigurasi pin ATmega8535 dapat di lihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.8 Pin ATMEGA 8535

Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATmega8535 sebagai berikut :

- **VCC**  
Merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
- **GND**  
Merupakan pin *ground*.
- **Port A (PA0...PA7)**  
Merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
- **Port B (PB0...PB7)**  
Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI.



- **Port C (PC0...PC7)**  
Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog dan *Timer Oscillator*.
- **Port D (PD0...PD7)**  
Merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
- **RESET**  
Merupakan pin yang digunakan me-reset mikrokontroler.
- **XTAL1 dan XTAL2**  
Merupakan pin masukan *clock* eksternal.
- **AVCC**  
Merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- **AREF**  
Merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

#### 2.4.5. SERIAL PHERIPHERAL INTERFACE (SPI)

Serial Pheripheral interface memungkinkan komunikasi sinkron berkecepatan tinggi antar-mikrokontroler ATmega8535 atau antara ATmega8535 dengan perangkat lain yang mendukung SPI.

SPI memungkinkan untuk membuat aplikasi multiprocessor. Berikut fitur dari SPI ATmega8535:

1. *Full Duplex*, data transfer tak sinkron menggunakan 3 kabel
2. Operasi master atau slave
3. Data transfer awal LSB atau MSB
4. Tujuh bit rate yang dapat diprogram
5. Flag interupsi apabila transmisi data berakhir
6. Flag proteksi untuk kegagalan penulisan
7. *Wake-up from idle mode*
8. Dua kali kecepatan mode SPI master

Antarmuka tersebut memungkinkan sebuah perangkat master berhak memulai dan mengendalikan komunikasi. Perangkat lain yang menerima dan mengirimkan data kembali ke master disebut *slave*.

Inti dari komunikasi SPI adalah register geser 8 bit pada kedua piranti master dan *slave*, serta sinyal *clock* yang dibangkitkan oleh master.

Komunikasi dengan SPI membutuhkan 6 jalur sinyal, yaitu:

1. SCK (*Serial Clock*); yaitu sinyal clock yang menggeser bit yang hendak dituliskan ke dalam register geser terima AVR lain, dan menggeser bit yang hendak dibaca dari register geser kirim AVR lain.
2. MOSI (*Master Out Slave In*); sinyal bit data serial yang hendak dituliskan dari master ke slave
3. MISO (*Master In Slave Out*); sinyal bit data serial yang hendak dibaca dari *slave* ke master
4. SS' (*Slave Select/aktif rendah*); sinyal untuk memilih dan mengaktifkan *slave*
5. SPI memungkinkan komunikasi dengan beberapa *slave* dengan satu master
6. Pada konfigurasi master, pin SS' harus diset sebagai output atau dapat berupa input, tetapi harus berlogika high.

AVR ATmega8535 memiliki 3 buah register I/O yang berkaitan dengan komunikasi pemakaian SPI.

#### 1. SPI Data Register (SPDR)

Register SPDR merupakan register baca/tulis yang digunakan untuk transfer data antara register umum dengan register geser SPI.

#### 2. SPI Control Register (SPCR)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	SPIE	SPE	DORD	LSRF	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	SPDR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.9 Register kendali SPI

Penjelasan pada register SPCR adalah:

1. SPIE (*SPI Interrupt Enable*); jika bernilai 1 akan membangkitkan interupsi SPI setelah transfer data selesai
2. SPE (*SPI Enable*); untuk mengaktifkan SPI

3. DORD (*Data Order*); jika bernilai 1, maka LSB dikirim terlebih dahulu; jika bernilai 0, maka MSB dikirim dahulu
4. MSTR (*Master/Slave Select*); jika bernilai 1, maka AVR sebagai master; jika bernilai 0, maka AVR sebagai slave
5. CPOL (*Clock Polarity*) dan CPHA (*Clock Phase*); menentukan cara mencuplik data berkaitan dengan pulsa clock.
6. SPR1 dan SPR0 (*SPI Clock Rate Select*); menentukan frekuensi dari sinyal clock SCK.

### 3. SPI Status Register (SPSR)

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	SPIF	WCOL	-	-	-	-	-	SPI2X	SPSR
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2-10 Register status SPI

Penjelasan bit pada register SPSR adalah:

1. SPIF (*SPI Interrupt Flag*); akan bernilai 1 jika transfer data telah selesai,
2. WCOL (*Write Collision Flag*); akan bernilai 1 jika SPDR diisi ketika transfer data masih berlangsung.

#### 2.4.6. ADC (*Analog Digital Converter*) pada ATMega8535

Board AVR yang digunakan menggunakan chip ATMega8535. IC ini mempunyai ADC (*analog to digital converter*) internal dengan fitur sebagai berikut :

- 10-bit resolution
- 65-260  $\mu$ s Conversion Time
- Up to 15 kSPS at Maximum Resolution
- 8 Multiplexed Single Ended Input Channels
- Optional Left Adjustment for ADC Result Readout
- 0 - VCC ADC Input Voltage Range
- Selectable 2.56V ADC reference Voltage

- Free Running or Single Conversion Mode
- ADC Start Conversion by Auto Triggering on Interrupt Sources
- Interrupt on ADC Conversion Complete
- Sleep Mode Noise Canceler

Sinyal input dari pin ADC akan dipilih oleh multiplexer untuk diproses oleh ADC. ADC mempunyai rangkaian untuk mengambil sampel dan hold tegangan input ADC sehingga tetap konstan selama proses konversi. Adc mempunyai catu daya yang terpisah yaitu pin AVCC-AGND. Operasi ADC membutuhkan tegangan referensi Vref dan clock fadc. ADC mengonversi tegangan input analog menjadi bilangan digital selebar 10-bit.

Sinyal input ADC tidak boleh melebihi tegangan referensi. Nilai digital sinyal input ADC untuk resolusi 10-bit (1024) adalah:

$$\text{Kode digital} = (V_{\text{input}} / V_{\text{ref}}) \times 1024 \quad (2-20)$$

Untuk resolusi 8-bit (256):

$$\text{Kode digital} = (V_{\text{input}} / V_{\text{ref}}) \times 256 \quad (2-21)$$

### Mode operasi

#### 1. Mode Konversi Tunggal

Mode konversi ini dilakukan untuk sekali pembacaan sampel tegangan input. Mode konversi tunggal dipilih dengan meng-clear bit-ADFR dalam register ADSCRA.

#### 2. Mode Free Running

Mode konversi ini dilakukan terus menerus secara kontinyu. Mode free running dipilih dengan men-set bit-ADFR dalam register ADCSRA. Dalam mode ini ADC bekerja secara independen dari flag interupsi ADC.

### 2.4.6.1. Register-register untuk mengakses ADC, antara lain:

#### ➤ ADMUX – ADC Multiplexer Selection Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	ADMUX
	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.11 Register ADMUX

Tabel 2.1 Pemilihan Mode Tegangan Referensi ADC

REFS1	REFS0	Voltage Reference Selection
0	0	AREF, Internal Vref turned off
0	1	AVCC with external capacitor at AREF pin
1	0	Reserved
1	1	Internal 2.56V Voltage Reference with external capacitor at AREF pin

#### Bit 5 – ADLAR : ADC Left Adjust Result

Merupakan bit pemilihan mode data keluaran ADC. Bernilai awal 0 sehingga 2 bit data hasil konversinya berada di register ADCH dan 8 bit sisanya berada di register ADCL, seperti pada gambar 2.11. jika bernilai 1, maka hasilnya seperti gambar 2.12.

Bila ADCLAR = 0

Bit	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	ADCH
	ADCL7	ADCL6	ADCL5	ADCL4	ADCL3	ADCL2	ADCL1	ADCL0	ADCH7	ADCH6	ADCH5	ADCH4	ADCH3	ADCH2
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 2.12 Register ADCL, ADCH

Bila ADCLAR = 1

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	ADCH
	ADC6	ADC5	ADC4	ADC3	ADC2	ADC1	ADC0	ADC0	ADCL
	ADC1	ADC0	-	-	-	-	-	-	
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.13 Register ADCL, ADCH

Setelah ADC selesai melakukan konversi register ADCH dan ADCL ini berisi hasil konversi. Bila *channel differensial* dipilih maka hasilnya dalam format *two's complement*. Saat ADCL dibaca, data register tidak akan meng-update data sampai ADCH dibaca. Jika hasilnya dirata kiri (*left adjust*) dan hanya butuh 8-bit maka cukuplah dengan membaca ADCH. Jika butuh 10-bit, baca ADCL dahulu kemudian ADCH.

Bit 4...0 MUX[4...0] : Bit pemilih *Analog Channel* dan *Gain*

Merupakan bit pemilih saluran pembacaan ADC. Bernilai awal 00000. Untuk *mode single ended input*, MUX[4...0] bernilai dari 00000-00111.

Tabel 2.2. Tabel Pemilihan Bit Saluran Pembacaan ADC

MUX4:0	Single Ended Input	Pos Differential Input	Neg Differential Input	Gain
00000	ADC0	N/A		
00001	ADC1			
00010	ADC2			
00011	ADC3			
00100	ADC4			
00101	ADC5			
00110	ADC6			
00111	ADC7			
01000	N/A	ADC0	ADC0	10x
01001		ADC1	ADC0	10x
01010		ADC0	ADC1	20x
01011		ADC4	ADC5	20x
01100		ADC2	ADC2	10x
01101		ADC3	ADC2	10x
01110		ADC2	ADC2	20x
01111		ADC3	ADC2	20x
10000		ADC0	ADC1	1x
10001		ADC1	ADC1	1x
10010		ADC2	ADC1	1x
10011		ADC3	ADC1	1x
10100		ADC4	ADC1	1x
10101		ADC1	ADC1	1x
10110		ADC5	ADC1	1x
10111		ADC7	ADC1	1x
11000	ADC0	ADC2	1x	
11001	ADC1	ADC2	1x	
11010	ADC2	ADC2	1x	
11011	ADC3	ADC2	1x	
11100	ADC4	ADC2	1x	

➤ **ADCSRA – ADC Control and Status Register**

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	ADCSRA
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.14 Register ADCSRA

**Bit 7 – ADEN : ADC Enable**

Merupakan bit pengatur aktivasi ADC. Diisi 1 untuk mengaktifkan ADC, diisi 0 untuk mematikan ADC sekaligus memberhentikan konversi yang sedang berlangsung.

#### Bit 6 – ADSC : ADC Start Conversion

Pada mode *single-conversion*, set bit ini untuk memulai tiap konversi. Pada mode *free-running*, set bit ini untuk konversi pertama kalinya. Bit ADSC bila dibaca akan bernilai 1 selama proses konversi, dan bernilai 0 bila konversi selesai. Mengisi bit ini dengan nilai 0 tidak akan mempunyai dampak.

#### Bit 5 – ADATE : ADC Auto Trigger Enable

Bila bit ini diisi 1 maka *auto trigger* ADC akan diaktifkan. ADC akan memulai konversi pada saat tepi positif dari sumber sinyal *trigger* yang dipilih. Sumber sinyal *trigger* ditentukan dengan menseting bit ADTS pada register SFIOR.

#### Bit 4 – ADIF : ADC Interrupt Flag

Bit ini akan bernilai 1 pada saat ADC selesai mengkonversi dan data register telah diupdate. *ADC Conversion Complete Interrupt* akan dijalankan bila bit ADIE dan bit-1 pada register SREG diset 1. ADIF akan di-clear secara hardware bila mengerjakan penanganan vektor interrupt yang bersesuaian. Alternatifnya, ADIF dapat di-clear dengan menuliskan 1. Hati-hati bila bekerja dengan *Read-Modify-Write* pada ADCSRA, interrupt yang tertunda dapat dinonaktifkan atau batal.

#### Bit 3 – ADIE : ADC Interrupt Enable

Mengisi bit ini dan bit-1 pada register SREG menjadi 1 akan mengaktifkan *ADC Conversion Complete Interrupt*.

#### Bit 2...0 – ADPS[2...0] – Bit pemilih ADC Prescaler

Merupakan bit pengatur clock ADC. Bernilai awal 000. Lebih detail nilai bitnya dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tabel Penentu Bilangan Pembagi Antara Sumber Clock XTAL ke Clock ADC

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Division Factor
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128



➤ **SFIOR** – *Special Function I/O Register* untuk sumber *auto trigger* Bit

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	SFIOR
	ADTS2	ADTS1	ADTS0	-	ACME	PIID	PSRZ	PSR10	
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.15 Register SFIOR

Bit 7:5 – ADTS2:0 : *ADC Auto Trigger Source*

Bila *ADATE* dalam register *ADCSRA* diset 1, maka nilai dalam bit-bit ini akan menentukan sumber mana yang akan mentrigger konversi *ADC*. Bila bit *ADATE* bernilai 0, maka bit-bit ini tidak akan mempunyai efek. Sebuah konversi ditrigger oleh sinyal *rising-edge* dari *interrupt flag* yang dipilih. Perlu diingat bahwa memindah sumber trigger yang di-clear ke sumber trigger lain yang diset akan menyebabkan *positive-edge* pada sinyal trigger. Bila *ADEN* dalam register *ADCSRA* diset, juga akan memulai konversi. Memindah mode *free running* tidak akan menyebabkan pulsa *trigger*, meskipun bila *flag interrupt ADC* diset.

#### 2.4.7. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only*)

*EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)* adalah salah satu dari tiga tipe memori pada *AVR*. *EEPROM* tetap dapat menyimpan data saat tidak dicatu daya dan juga dapat diubah saat program berjalan. Kapasitas *EEPROM* pada *ATMega8535* sebesar 512 byte. Berbentuk suatu pemisahan data, di mana tiap byte dapat dibaca dan ditulis. *EEPROM* mempunyai kapasitas sedikitnya 100.000 siklus tulis atau penghapusan.

Untuk menulis dalam *EEPROM*, sebelumnya perlu ditentukan terlebih dahulu data apa yang akan ditulis serta alamat untuk menulis data tersebut. Untuk mencegah ketidaksengajaan menulis di dalam *EEPROM*, diperlukan prosedur untuk menulis dalam *EEPROM*. Proses penulisan *EEPROM* tidak berlangsung waktu itu juga, tetapi membutuhkan waktu sekitar 2,5 sampai 4 ms. Oleh karena alasan tersebut, program yang dibuat harus dicek terlebih dahulu apakah *EEPROM* telah siap untuk ditulis dengan byte data baru.

Alamat untuk byte yang akan ditulis dimasukkan ke dalam EEPROM Address Register (EEAR). Data akan diletakkan dalam EEPROM Data Register (EEDR). EECR (EEPROM Control Register) digunakan untuk mengontrol operasi dari EEPROM. EECR memiliki empat bit, yaitu EEMWE, EEW, EERIE, dan EERE. Berikut penjelasan register-register pada EEPROM :

a. EEPROM Address Register – EEARH dan EEARL

- Bits 15..9 – Res: Reserved Bits

Bit ini merupakan bit cadangan pada ATmega8535 dan selalu dibaca nol.

- Bit 8..0- EEAR8..0: EEPROM Address

EEPROM address register-EEARH dan EEARL menetapkan alamat EEPROM pada 512 bytes diruang EEPROM. EEPROM data byte ditujukan secara linier antara 0 dan 511. Nilai awal dari EEAR ini tak tergambarkan. Suatu nilai yang sesuai harus ditulis sebelum mengakses EEPROM.

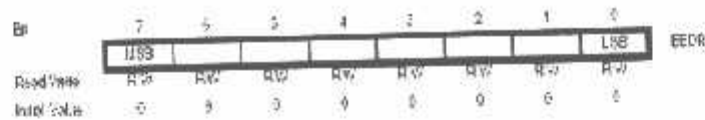
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	EEARH EEARL
	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8	
	EEAR7	EEAR6	EEAR5	EEAR4	EEAR3	EEAR2	EEAR1	EEAR0	
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	X	
	X	X	X	X	X	X	X	X	

Gambar 2.16 EEPROM address register – EEARH dan EEARL

b. EEPROM Data Register – EEDR

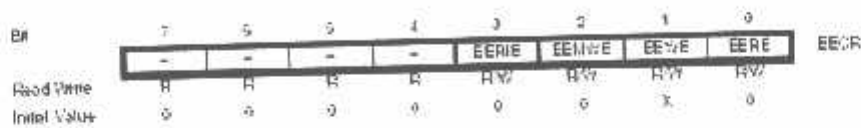
- Bits 7..0 – EEDR7..0: EEPROM Data

Dari operasi penulisan EEPROM, Register EEDR berisi data yang akan dituliskan di EEPROM pada alamat yang diberikan oleh register EEAR. Untuk operasi baca pada EEPROM, EEDR berisi data yang terbaca dari EEPROM pada alamat yang diberikan oleh EEAR.



Gambar 2.17 EEPROM data register – EEDR

## c. EEPROM Control Register – EECR



Gambar 2.18 EEPROM Control register \_EECR

- **Bit 7..4 – Res : Reserved Bits**

Bit ini merupakan bit cadangan pada ATmega8535 dan selalu dibaca nol.

- **Bit 3 – EERIE : EEPROM Ready Interrupt Enable**

Penulisan EERIE memungkinkan EEPROM ready interrupt jika I-Bit di dalam SREG di-set. Penulisan EERIE menjadi nol akan melumpuhkan interrupt. EEPROM ready interrupt menghasilkan suatu interrupt yang tetap ketika EEWL diclear.

- **Bit 2 – EEMWE : EEPROM Master Write Enable**

Bit EEMWE menentukan apakah pengaturan EEWL juga digunakan apabila EEPROM siap digunakan untuk ditulisi byte. Ketika EEMWE di-set, pengaturan EEWL dengan empat siklus waktu dalam menulis data ke EEPROM pada alamat yang terpilih adalah jika EEMWE bernilai nol, pengaturan EEWL tidak akan mempunyai efek.

- **Bit 1 – EEWL : EEPROM Write Enable**

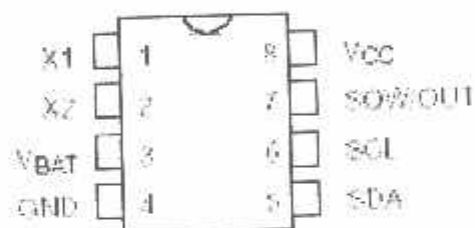
EEPROM Write Enable Signal EEWL adalah penulisan *strobe* pada EEPROM. Ketika alamat dan data yang tepat telah di-set, bit EEWL harus ditulis dengan suatu nilai tertentu pada EEPROM. Bit EEMWE harus ditulis pada register data sebelum data yang sebenarnya ditulis ke EEWL, jika tidak tulisan pada EEPROM terhapus.

- **Bit 0 – EERE : EEPROM Read Enable**

EEPROM *Read Enable Signal* EERE adalah strobe yang dibaca pada EEPROM. Ketika alamat yang benar sudah diatur di register EEAR, bit EERE harus dituliskan suatu logika untuk memicu pembacaan pada EEPROM. Akses baca EEPROM mengambil satu instruksi, dan data yang diminta akan tersedia seketika. Pemakai perlu memeriksa EERE bit sebelum operasi baca dimulai. Jika suatu operasi penulisan sedang dalam proses, tidak menutup kemungkinan untuk membaca EEPROM, maupun untuk berubah daftar EEAR.

## 2.5. RTC DS1307

DS1307 merupakan sebuah IC RTC ( *Real Time Clock* ) yang dapat merekam dan memberikan informasi waktu secara lengkap mulai dari informasi detik, menit, jam, tanggal, bulan, hingga tahun. Konfigurasi pin RTC DS1307 ditunjukkan dalam Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Konfigurasi pin RTC DS1307

Berbagai fitur yang disediakan IC iniantara lain :

- Perhitungan RTC mulai dari detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu dan tahun.
- RAM internal sebesar 56 byte.
- Antarmuka serial I<sup>2</sup>C.
- Sinyal keluaran dalam bentuk gelombang kotak terprogram.
- Konsumsi daya kurang dari 500 nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator.

Informasi penanggalan dan waktu diperoleh dengan pembacaan byte register yang sesuai. Alamat register RTC ditunjukkan dalam table 2.3. Penanggalan dan

waktu di set dengan penulisan byte register yang sesuai. Isi dari register penanggalan dan waktu adalah dalam format binary-coded (BCD).

Tabel 2.4 Tabel Alamat Register RTC

ADDRESS	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	FUNCTION	RANGE
00H	0	10 Seconds			Seconds				Seconds	00-59
01H	0	10 Minutes			Minutes				Minutes	00-59
02H	0	1	10-Hour	10-Hour	Hours			Hours	Month	01-12 +Add 4H 00-23
		0	10-Minute							
03H	0	1	10-Day	1	1	Date		Day	01-31	
04H	0	0	10 Date		Date			Date	01-31	
05H	0	0	1	10-Month	Month			Month	01-12	
06H	10 Year			Year			Year	Year	00-99	
07H	OUT	0	0	0	0	0	0	0	Control	—
08H-3FH										RAM 56 x 8

## 2.6. LCD

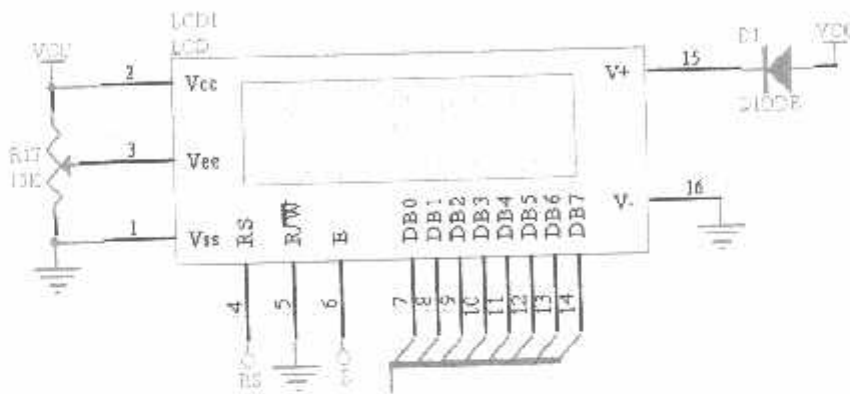
Modul LDC (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis penampilan yang digunakan untuk menampilkan angka, karakter atau bahkan angka. Modul LCD terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca dengan pinggiran yang tertutup rapat. Di antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan kristal cair (*liquid Crystal*) yang tembus cahaya dimana kaca tersebut akan beremulsi apabila diberi tegangan. Bus data modul LCD terhubung dengan bus data mikrokontroler.

LCD pada alat ini digunakan untuk menampilkan informasi pilihan menu, informasi berat benda dalam satuan gram serta informasi tanggal penimbangan. LCD yang digunakan bertipe MI632. Spesifikasi LCD ini adalah sebagai berikut.

- Menampilkan 16 karakter pada tiap baris TN LCD dengan 5x7 dot matrik,
- Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter,
- Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter,
- Data RAM 80x8 bit,
- Tegangan catu volt dan temperature operasi 0-50°C,
- Otomatis *reset* pada saat dihidupkan,

*Liquid* adalah modul tampilan yang mempunyai konsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah modul *controller* CMOS didalamnya. *Controller* tersebut sebagai pembangkit karakter ROM/RAM dan tampilan data RAM. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh suatu unit mikrokontroler. Masukan yang diperlukan untuk

mengendalikan modul ini berupa data bus yang masi termultipleks dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Pengendaliab dot matrik LCD dilakukan seccara internal oleh *controller* yang sudah ada pada modul LCD. *Display* data RAM (DD RAM0 pada modul LCD masing-masing *line* mempunyai *range* alamat tersendiri, Alamat itu diekspresikan dengan bilangan heksadesimal. Untuk *line* 1 alamat berkisar antara 00H - 0FH sedangkan untuk *line* 2 berkisar antara 40H - 4Fh. Konfigurasi pin LCD M1632 ditunjukan dalam Gambar 2.23.



Gambar 2.21 Konfigurasi Pin LCD M1632

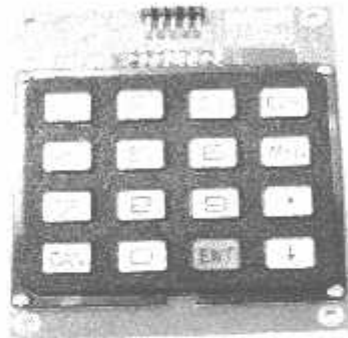
Fungsi masing-masing pin modul LCD M1632 dijelaskan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.5 Tabel Fungsi Pin-pin Modul LCD

Pin LCD	Fungsi	Keterangan	PORTA
1	VCC	+ 5 v	
2	GND	0 v	
3	VBE	Pengaturan Contrast LCD (vr 10 k)	
4	RS	Register Selec	PORTA.0
5	R/W	Read/writte	PORTA.1
6	E	Enable clock	PORTA.2
7	Data 0	Data Bus 0	
8	Data 1	Data Bus 1	
9	Data 2	Data Bus 2	
10	Data 3	Data Bus 3	
11	Data 4	Data Bus 4	PORTA.4
12	Data 5	Data Bus 5	PORTA.5
13	Data 6	Data Bus 6	PORTA.6
14	Data 7	Data Bus 7	PORTA.7
15	VCC	+ 5 v	
16	GND	0 v	

## 2.7. Keypad

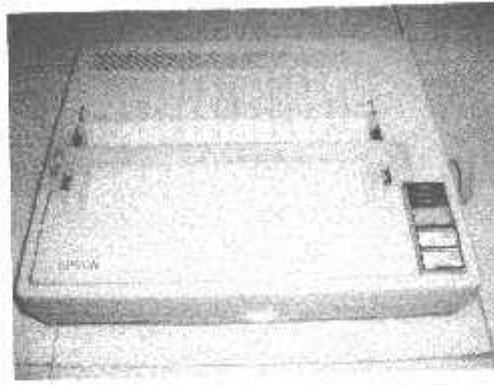
Keypad memiliki bentuk sederhana menyerupai *keyboard* kecil yang difungsikan untuk memberikan masukan data melalui tombol-tombol yang terdapat dalam papan keypad tersebut. Keypad merupakan penyederhanaan dari tombol-tombol *push button* yang disusun secara matrik. Keypad dapat dibedakan berdasarkan jumlah baris dan kolomnya, salah satunya adalah keypad matrik 4x4. Keypad matrik 4x4 terdiri dari 4 jalur baris, dimana tiap baris dan kolom tersebut dihubungkan dengan tombol *push button* dengan jumlah keseluruhan sebanyak 16 buah. Bentuk dasar keypad 4x4 ditunjukkan dalam Gambar 2.22.



Gambar 2.22 keypad 4x4

## 2.8. Printer LX-800

Printer yang digunakan dalam penelitian ini adalah printer tipe Epson LX-800 yang merupakan printer dot matrik, yakni sebuah printer yang menggunakan jarum dan pita sebagai alat pencetak atau hasil gambar dan tulisan (seperti mesin ketik). Printer Epson LX-800 merupakan contoh printer yang mempunyai 9 pin, dengan kualitas cetakan tergantung pada jumlah jarum (pin) pada kepala cetaknya (*head print*). Printer Epson LX-800 ditunjukkan dalam Gambar 2.23.



Gambar 2.23 Printer Epson LX-800

Beberapa keunggulan dari pinter Epson LX-800 adalah sebagai berikut:

- Kecepatan *prosesing* input data 64 kb.
- Mampu mencetak 337 karakter per-detik (12-CPI).
- Efisiensi optimum print-out yaitu 5 part forms (1 original + 4 kopi).
- Komunika data menggunakan USB, interface serial port dan parallel port.
- Tidak memerlukan sebuah driver.
- Memiliki kecepatan cetak yang relatife tinggi.

Sepesifikasi produk printer Epson LX-800 adalah sebagai berikut:

- Model : Epson LX-800.
- RAM memory installed size 64 kb.
- Printer teknologi Dot-matrik.
- Media size maximum 10 minx 22 in, Roll (8.5).
- Resolusi printer horizontal maksimum 240 Dot per inci.
- Resolusi printer vertical maksimum 144 Dot per inci.
- Maximum print speed (black and white): 337.
- Minimum system requirements: Microsoft Windows NT 4.0, Microsoft windows 95/98, Mikrosoft Windows 3.1, Mikrosoft Windows 2000, Mikrosoft Windows NT 3.5.
- Printer interface : Paralel, serial, USB.



## 2.9. Sistem Komunikasi Paralel

Pengiriman data menggunakan sisten transmisi elektronik, biasanya disebut dengan istilah komunikasi data (*data communication*). Komunikasi data adalah terjadinya pertukaran data antara computer dengan terminal. Komunikasi ini juga dapat dilakukan dengan jarak jauh antara terminal dengan komputer. Terminal-terminal yang sering dipakai antara lain adalah *disc drive*, *printer*, *plotter*, layar tampilan dan *keyboard*. Pada sistem alat ini peranan komputer digantikan oleh mikrokontroler yang dapat mengendalikan kerja dari seluruh terminal dan terminal yang digunakan berupa printer yang menggunakan system komunikasi data paralel.

Port paralel adalah port data untuk mentransmisi 8 bit data dalam sekali detak, artinya data dalam 8 bit bisa langsung dikeluarkan secara paralel melalui port ini, oleh karena itu sering disebut *parallel port*. Ada 3 macam standar jenis port paralel pada komputer, yaitu SPP (*Standard Parallel Port*), EPP (*Enhanced Paralel Port*), dan ECP (*Extended Capability Port*). Sedangkan standar port paralel yang baru adalah IEEE 1284 yang dikeluarkan tahun 1994. Standar mendefinisikan 5 mode operasi sebagai berikut, yaitu Mode kompatibilitas, Mode *nibble*, Mode byte, Mode EPP (*Enhanced Paralel Port*), dan Mode ECP (*Extended Capability Port*).

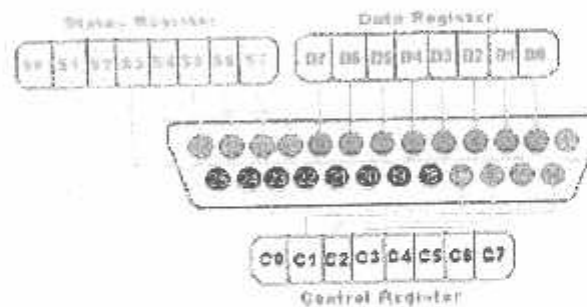
Tujuan dari standar yang baru tersebut adalah untuk mendesain pemasangan *printer-printer* tipe baru beserta drivernya agar sesuai dengan peralatan yang lainya. Seperti halnya standar *parallel port* sebelumnya (SPP), menggunakan perangkat standar yang tersedia pada port paralel asli. Sedangkan EEP dan ECP masi membutuhkan tambahan *hardware* untuk melakukan pekerjaan yang lebih cepat.

Port paralel *Extend* dan *Enhanced* menggunakan *hradware* tambahan untuk membangkitkan dan mengatur *hanashaking*. Untuk mengeluarkan satu byte ke *printer* menggunakan mode kompatibilitas, *software* harus :

- 1) Menulis byte ke data *port*.
- 2) Mengecek untuk melihat apakah printer sibuk, bila sibuk printer tidak akan menerima data, sehingga data yang telah ditulis akan hilang.
- 3) Membuat *strobe* (pin 1) ke kondisi *low*. Ini memberitahukan printer bahwa data yang benar telah berada pada *line* data.
- 4) Membuat *strobe* dalam logika *high* setelah kembali menunggu sekitar 5 us setelah membuat *strobe* ke kondisi *low*.

Batas kecepatan data ditentukan oleh aktifitas sinyal *strobe* dan *busy*. Pada mode EPP dan ECP penambahan perangkat kerasnya memungkinkan port untuk melakukan aktifitas *handshaking* dengan kecepatan tinggi sekitar 1-2 megabyte per detik. Mode ECP juga mempunyai keuntungan dengan pemakaian saluran DMA dan buffer FIFO.

Tabel 2.4 merupakan gambar dan tabel nama pin dari konektor DB25 dan centronics dengan jumlah konektor 34 pin. DB25 adalah konektor yang paling umum digunakan pada komputer sebagai port parallel, sedangkan DB34 konektor centronics umum ditemukan pada *printer*, IEEE 1284 adalah standar yang menentukan 3 konektor berbeda yang dapat digunakan dengan port parallel, yaitu 1284 tipe A adalah konektor DB25 yang dapat ditemukan di hampir semua komputer, 1284 tipe B adalah konektor centronics 34 pin yang umum ditemukan di *printer*, IEEE1284 tipe C adalah konektor 36 pin seperti centronics, tetapi ukurannya lebih kecil dan dan memuaskan. Konektor ini diklaim untuk mempunyai pintu klip lebih baik, kemampuan elektrik lebih baik dan lebih mudah untuk memasang. Jenis C konektor direkomendasikan untuk disain baru. Konfigurasi pin port parallel ditunjukkan dalam Gambar 2.24.



Gambar 2.24 Konfigurasi pin port parallel.

Tabel 2.6 Nama Pin dari Konektor *Parallel Port DB25 dan Centronics*

DB25	Pin Centronics	SPP Signal	Arah In/Out	Register	Hardware di invert
1	1	nStrobe	In/Out	Control	Ya
2	2	Data Bit 0 (LSB)	Out	Data	
3	3	Data Bit 1	Out	Data	
4	4	Data Bit 2	Out	Data	
5	5	Data Bit 3	Out	Data	
6	6	Data Bit 4	Out	Data	
7	7	Data Bit 5	Out	Data	
8	8	Data Bit 6	Out	Data	
9	9	Data Bit 7 (MSB)	Out	Data	
10	10	nAcknowledge	In	Status	
11	11	Busy	In	Status	Ya
12	12	Paper End/Out	In	Status	
13	13	Select	In	Status	
14	14	nAuto-Linefeed	In/Out	Control	Ya
15	32	nError/nFault	In	Status	
16	31	nInitialize Printer	In/Out	Control	
17	36	nSelect Input	In/Out	Control	Ya
18-25	19-30	Ground	Gnd		

## BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN

Pada bab ini membahas mengenai spesifikasi alat, perencanaan sistem, prinsip kerja sistem, perancangan perangkat keras (*hardware*), dan perancangan perangkat lunak (*software*). Bagian perancangan perangkat keras terbagi menjadi beberapa bagian yaitu bagian sensor *load cell*, bagian rangkaian pengkondisi sinyal, bagian mikrokontroler *ATMEGA8535*, bagian rangkaian RTC, bagian konfigurasi pin SDA dan SCL, bagian antarmuka modul LCD, bagian antarmuka keypad, dan bagian port paralel.

Masing-masing bagian tersebut disusun dengan pemilihan beberapa jenis komponen dengan fungsi sesuai dengan perancangan, sehingga akan dihasilkan suatu bentuk bagian dengan fungsi sesuai dengan perancangan yang dilakukan di awal. Bagian perencanaan perangkat lunak membahas mengenai perancangan pembuatan diagram alir program.

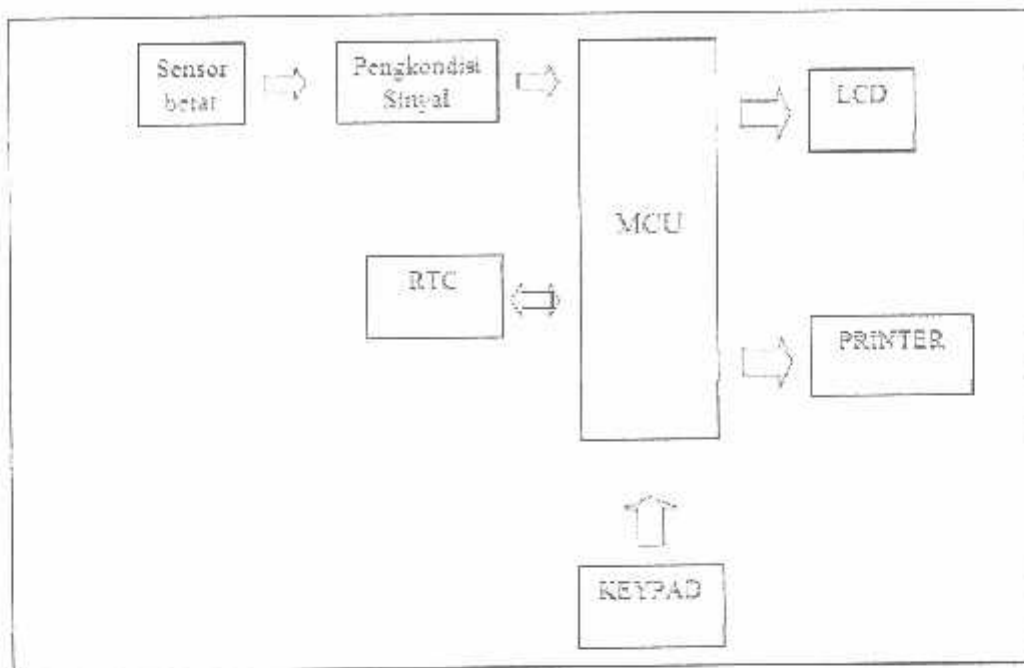
### 3.1. Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan. Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- 1) Resolusi pengukuran berat sebesar 0,5 gram;
- 2) Menggunakan LCD 16 x 2 sebagai tampilan;
- 3) Menggunakan keypad 4 x 4 sebagai media untuk memilih menu;
- 4) Menggunakan printer Epson LX-800 sebagai media pencetak sertifikat;
- 5) Mikrokontroler *ATMEGA8535* sebagai pengolah data dan pusat kontrol;
- 6) Sistem menggunakan catu daya DC +5 volt dan 15 volt.

### 3.2. Perencanaan Sistem

Diagram blok sistem merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan dan pembuatan alat ini, karena dari diagram blok dapat diketahui prinsip kerja keseluruhan rangkaian. Tujuan lain diagram blok ini adalah memudahkan proses perancangan dan pembuatan pada masing-masing bagian, sehingga akan terbentuk suatu sistem yang sesuai dengan perancangan sebelumnya.



Gambar 3.1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem

Berdasarkan diagram blok pada Gambar 3.1 dapat dijelaskan secara umum mengenai bagian-bagian yang menyusun keseluruhan sistem dari alat ini antara lain:

- 1) Sensor Berat (*Load Cell bending beam 1004*)  
Sensor berat berfungsi untuk mendeteksi berat suatu benda.
- 2) Pengkondisi Sinyal
  - Pengkondisi sinyal digunakan untuk menguatkan sinyal analog yang berasal dari keluaran sensor berat yang terdiri dari rangkaian penguat instrumentasi (*Instrumentation Amplifier*).
- 3) Mikrokontroler (*ATMega 8535*)  
Berfungsi sebagai pusat pengontrol semua rangkaian.
- 4) RTC DS1307 (*Real Time Clock*)  
RTC berfungsi untuk memberikan informasi waktu (detik, menit, jam, tanggal, bulan, dan tahun) secara kontinyu ke mikrokontroler.
- 5) LCD (*Liquid Crystal Display*)  
LCD merupakan tampilan yang digunakan untuk menampilkan hasil penimbangan dengan satuan gram dan dalam bentuk angka minimal, serta menampilkan data transaksi yang telah disimpan.

## 6) Keypad

Keypad berfungsi sebagai media untuk memilih menu yang akan ditampilkan ke *display* (LCD), *entry* data nama pembeli dan *entry* nilai tukar perhiasan emas.

7) Printer (*Epson LX800*)

Printer berfungsi sebagai media untuk mencetak data hasil proses penimbangan sekaligus hasil cetakan tersebut difungsikan sebagai slip pembayaran perhiasan.

### 3.3. Prinsip Kerja Sistem

Alat ini menggunakan sensor *load cell* untuk mendeteksi berat benda yang akan ditimbang. Prinsip kerja alat ini jika ada penambahan berat, sensor akan mendeteksi berat benda. Kemudian tegangan keluaran dari sensor tersebut dikuatkan oleh rangkaian pengkondisi sinyal agar dapat diolah oleh mikrokontroler yang menggunakan ATmega 8535 yang didalamnya sudah ada rangkaian ADC, dari sinyal analog menjadi sinyal digital. Kemudian hasil olahan sinyal tersebut ditampilkan ke *display* LCD sebagai data berat dalam satuan gram. Selanjutnya setelah proses penimbangan dan *entry* data selesai, data transaksi disimpan oleh EEPROM.

Alat ini juga akan dilengkapi keypad yang berfungsi sebagai media memilih menu, *entry* data nama pembeli dan *entry* nilai tukar perhiasan emas per gram serta dilengkapi dengan printer untuk mencetak data hasil penimbangan dan sekaligus hasil cetakan tersebut digunakan sebagai slip pembayaran perhiasan.

### 3.4. Perancangan Perangkat Keras (*hardware*)

Perancangan dari masing-masing bagian dapat diuraikan sebagai berikut:

1) Perancangan bagian perangkat keras (*hardware*) meliputi:

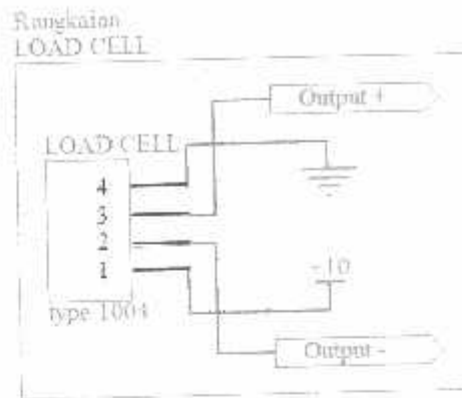
- Bagian *load cell*;
- Bagian rangkaian pengkondisi sinyal;
- Bagian rangkaian mikrokontroler;
- Bagian rangkaian RTC;
- Bagian antarmuka modul LCD;
- Bagian antarmuka keypad;
- Bagian antarmuka port paralel.

2) Perancangan bagian perangkat lunak (*software*)

### 3.4.1. Perancangan Sensor load cell

Pada perancangan ini digunakan sebuah *load cell* dengan kapasitas 200 gram. *Load cell* ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Rated capacity-R.C. ( $E_{max}$ ) : 200 gram
- Output sensitivity : 0.9 mV/V
- Rated output tolerance :  $0.1 \pm$  mV/V
- Zero balance :  $0.045 \pm$  mV/V
- Zero Return 2 minutes :  $0.0100, 0.0033 \pm$  % of applied load
- Zero Return 30 minutes :  $0.017 \pm$  % of applied load
- Temperature effect on zero :  $0.0040, 0.004 \pm$  % of rated output/ $^{\circ}$ C
- Temperature effect on output :  $0.0020, 0.001 \pm$  % of load/ $^{\circ}$ C
- Temp. range, compensated : +5 to  $-40$   $^{\circ}$ C
- Temp. range, safe :  $-3$  to  $+70$   $^{\circ}$ C
- Eccentric loading error :  $0.0033 \pm$  % of rated load/cm
- Maximum safe central overload : 150 % of R.C
- Ultimate central overload : 250 % of R.C
- Excitation, recommended : 10 Vdc or Vac rms
- Excitation maximum : 15 Vdc or Vac rms
- Input impedance :  $415 \pm 20$  ohms
- Output impedance :  $350 \pm 3$
- Insulation resistance :  $>2000$  Mega-ohms
- Recommended torque : 2.0 N\*m



Gambar 3.2 Rangkaian sensor

Pada *datasheet load cell* tersebut ditunjukkan bahwa *load cell* memiliki *output sensitivity* sebesar 0,9 mV/V dan *excitation maksimum* sebesar 15 Vdc.

$$\begin{aligned} V_{out} &= \text{output sensitivity} \times \text{excitation maksimum} \\ &= 0,9 \text{ mV} \times 15 \text{ Vdc} \\ &= 13,5 \text{ mV} \end{aligned}$$

Jadi pada berat 200 gram, tegangan keluaran ( $V_{out}$ ) *load cell* sebesar 13,5 mV. Tegangan keluaran ini sangat kecil, sehingga harus dikuatkan terlebih dahulu oleh rangkaian pengkondisi sinyal.

### 3.4.2. Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Dalam perancangan ini rangkaian pengkondisi sinyal terdiri dari rangkaian penguat instrumentasi (*instrumentation amplifier*). Rangkaian penguat instrumentasi disusun dari tiga buah op-amp dan beberapa tahanan. Rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 3.3.

Rangkaian penguat instrumentasi dalam dibentuk oleh rangkaian penguat diferensial dan rangkaian penguat penyangga. Penguatan (*gain*) penguat instrumentasi dapat diatur melalui tahanan  $R_0$ . Dalam perancangan ini nilai tahanan  $R_1 = R_2 = R_f$  sebesar 100 k $\Omega$ ,  $R_i = 1\text{k}$  agar dapat penguatan seperti yang kita di inginkan. Sedangkan untuk mengetahui nilai tahanan  $R_0$  dilakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$V_o = (V_2 - V_1) \left( 1 + \frac{2R_1}{R_0} \right) \left( \frac{R_f}{R_i} \right) \quad (3.1)$$



$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_0}\right) \left(\frac{R_f}{R_i}\right) \quad (3.2)$$

Tegangan keluaran dari *load cell* waktu tanpa beban sebesar 0,9 mV. Sedangkan dalam perancangan ini ADC hanya bisa membaca tegangan minimum sebesar 4,89 mV, dan pada saat berat maximum 200 gram keluaran  $V_{out}$  sensor 13,5 mV. Untuk menentukan penguatannya sebagai berikut :

$$A(\text{penguatan}) = \frac{V_{ref}}{V_{out \text{ sensor}}} \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} A(\text{penguatan}) &= \frac{5V}{13,5mV} \\ &= 370,37 \text{ kali} \end{aligned}$$

Jadi diperlukan penguatan sebesar 370 kali agar data maximum ADC 1023. Untuk mencari besarnya  $R_0$  pada rangkaian penguat instrumentasi dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{out} = (V_{in1} - V_{in2}) \left(1 + \frac{2R_1}{R_0}\right) \left(\frac{R_f}{R_i}\right)$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_0}\right) \left(\frac{R_f}{R_i}\right)$$

$$A = \left(1 + \frac{2R_1}{R_0}\right) \left(\frac{R_f}{R_i}\right)$$

$$370,37 = \left(1 + \frac{2 \times 100.000}{R_0}\right) \left(\frac{100.000}{1.000}\right)$$

$$370,37 = \left(1 + \frac{2 \times 100.000}{R_0}\right) (100)$$

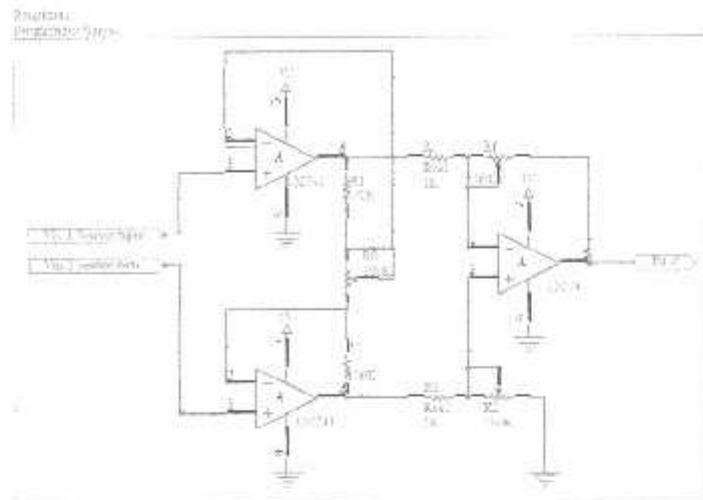
$$\frac{370,37}{100} = \frac{1 + 200.000}{R_0}$$

$$3,7037 = \frac{200.001}{R_0}$$

$$R_0 = \frac{200.001}{3,7037}$$

$$R_0 = 54,000324 = 54 \Omega$$

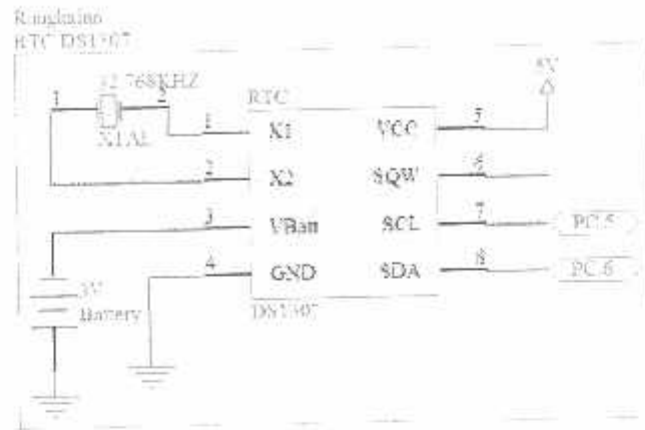
Dari perhitungan di atas diperoleh  $R_0$  sebesar  $54\Omega$ . Karena nilai tahanan  $54\Omega$  tidak ada di pasaran, maka digunakan resistor variabel  $100\Omega$ .



Gambar 3.3 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

### 3.4.3. Perancangan Rangkaian RTC

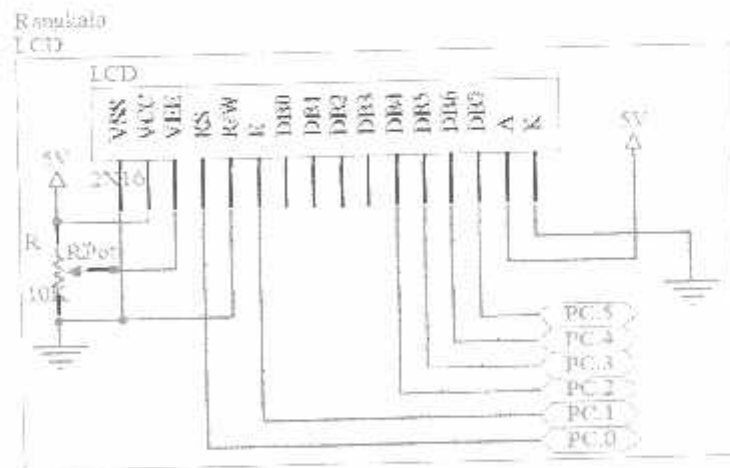
Dalam perancangan ini RTC (*Real Time Clock*) digunakan untuk memberikan informasi waktu. RTC yang digunakan adalah RTC DS1307. IC RTC ini memiliki dua buah catu daya. Pin VCC dihubungkan ke catu daya utama 5 V dan pin  $V_{BAT}$  dihubungkan dengan baterai 3 V.  $V_{BAT}$  berfungsi untuk memelihara kerja dari IC DS1307 jika catu daya utama tidak mampu untuk mencatu atau alat dimatikan. Pin X1 dan X2 dihubungkan dengan kristal 32,768 kHz untuk memberikan frekuensi yang sesuai. Sedangkan pin SDA terhubung dengan PC.6 mikrokontroler dan pin SCL terhubung dengan PC.5 mikrokontroler. Rangkaian RTC DS1307 ditunjukkan dalam Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rangkaian RTC DS1307

#### 3.4.4. Perancangan Antarmuka Modul LCD

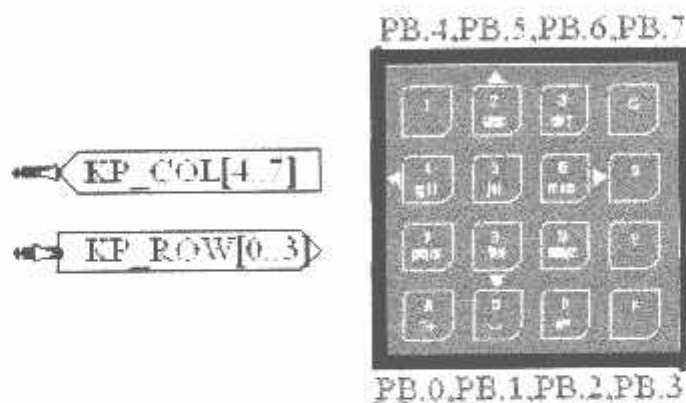
Penggunaan LCD dalam perancangan ini untuk menampilkan data berat, data harga serta informasi waktu. LCD yang digunakan adalah LCD dengan tipe M1632 (16 x 2). Bus data LCD (DB4-DB7) terhubung dengan port 0 mikrokontroler (PC 2-PC.5). LCD dioperasikan untuk menerima data, maka pin R/W dihubungkan dengan *ground*. Sedangkan pin RS dihubungkan dengan PC.0 mikrokontroler dan pin E LCD dihubungkan ke PC.1 mikrokontroler. Pengaturan tingkat kecerahan LCD dilakukan dengan mengubah resistor variabel 10 k $\Omega$  pada pin VEE LCD, sedangkan untuk mencatu lampu latar LCD, pin 15 (anoda) LCD dihubungkan ke catu daya 5V dan pin 16 (katoda) LCD dihubungkan ke *ground*. Antarmuka modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Antarmuka Modul LCD

### 3.4.5. Perancangan Antarmuka Keypad

Dalam perancangan ini keypad berfungsi sebagai media untuk memasukkan harga dan memilih menu yang akan ditampilkan ke LCD. Keypad yang digunakan adalah keypad matrik 4x4, keypad matrik ini bekerja menggunakan metode *scanning* pada lajur kolom dan lajur baris. Jika terdeteksi adanya persambungan antara baris dan kolom yang valid, maka mikrokontroler akan mengkodekan baris dan kolom yang aktif menjadi data *biner*. Apabila ada yang sesuai, maka mikrokontroler akan melakukan instruksi sesuai dengan data yang dimasukkan dari keypad. Untuk lajur baris B<sub>0</sub> – B<sub>3</sub> keypad dihubungkan dengan port PB.0 – PB.3 mikrokontroler dan lajur kolom K<sub>0</sub> – K<sub>3</sub> keypad dihubungkan ke port PB.4 – PB.7 mikrokontroler. Antarmuka keypad ditunjukkan dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Antarmuka Keypad

### 3.4.6. Perancangan Antarmuka Port Paralel

Alat ini menggunakan *printer* dot matrik yaitu Epson LX-800, dimana dalam proses penulisan pada kertas menggunakan *head* yang menumbuk pita tinta seperti halnya mesin ketik biasa, pita tersebut ditumbuk oleh jarum-jarum yang ada pada *head printer*, sehingga hasil tumbukan jarum ke pita inilah yang membekas pada kertas dan menghasilkan sebuah cetakan karakter.

Port paralel dalam perancangan ini berfungsi sebagai antarmuka mikrokontroler dengan *printer*. Pin D2-D9 dan *printer* dihubungkan ke port PD.0-PD.7 mikrokontroler. Pin *strobe* (pin 1) dihubungkan ke PC.6 mikrokontroler dan pin





Gambar 3.8 Diagram Alir Program Utama.

Ketika catu daya diaktifkan, mikrokontroler akan melakukan *scan* keypad. *Scan* keypad ini berfungsi untuk memilih menu yang akan dijalankan. Menu yang ada dalam *software* mikrokontroler ini ada 3 macam, yaitu menu untuk kalibrasi, menu untuk penimbangan, dan menu untuk melihat data.

Menu untuk kalibrasi berat perhiasan emas. Pada menu ini akan aktif jika ada penekanan tombol MEN pada keypad sebanyak 2 kali yang selanjutnya diikuti dengan penekanan tombol ENT. Kemudian ADC akan membaca data dari sensor. Selanjutnya MCU akan mengolah data dari ADC dan hasilnya ditampilkan ke LCD. Pada MCU, nilai ADC akan dikurangi dengan nilai zero (set data pada saat tidak ada beban LCD menunjukkan data 0,0 gram). Jika dilakukan zero maka akan dilakukan pembacaan ADC kembali. Pembacaan ADC yang kedua ini sebagai data berat sedangkan pembacaan ADC yang pertama sebagai zero faktor. Kemudian MCU akan melakukan pengurangan zero faktor dengan data berat. Sedangkan jika tidak dilakukan zero maka proses inisialisasi akan kembali ke awal atau berakhir.

Menu untuk penimbangan/pengukuran berat perhiasan emas. Pada menu ini akan aktif jika ada penekanan tombol ENT pada keypad. Kemudian *entry* data nama pembeli/konsumen, pemilihan jenis perhiasan emas yang akan ditimbang, *entry* nilai tukar perhiasan emas per gram. Selanjutnya MCU akan mengalikan data berat penimbangan perhiasan emas dengan nilai tukar perhiasan emas. Kemudian *entry* biaya/ongkos pembuatan perhiasan. Setelah proses pengisian data selesai dilakukan, MCU akan menunjukkan nilai harga perhiasan emas dengan biaya/ongkos pembuatan perhiasan. Hasil penjumlahan tersebut merupakan harga total perhiasan emas yang harus dibayar oleh pembeli/konsumen. Kemudian data hasil penimbangan tersebut disimpan ke dalam EEPROM. Selanjutnya apakah akan dilakukan pencetakan slip pembayaran perhiasan, jika dilakukan pencetakan, maka printer akan mencetak sertifikat. Sedangkan jika tidak dilakukan pencetakan slip pembayaran, maka proses akan berakhir atau kembali ke proses awal.

Menu untuk melihat data hasil penimbangan/pengukuran berat perhiasan emas. Pada menu ini akan aktif jika ada penekanan tombol COR sebanyak 2 kali dilanjutkan dengan penekanan tombol ENT pada keypad dan untuk mengakhiri dilakukan penekanan tombol CAN. Kemudian MCU akan membaca memori. Hasil pembacaan tersebut ditampilkan ke LCD. Selanjutnya apakah akan dilakukan pencetakan slip pembayaran perhiasan, jika dilakukan pencetakan, maka printer akan mencetak slip

---

pembayaran. Sedangkan jika tidak dilakukan pencetakan slip pembayaran, maka proses akan berakhir atau kembali ke proses awal menampilkan mode yang dipilih dan beban yang akan dinyalakan atau dimatikan ke LCD.

---



## BAB IV

### PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas pengujian dan analisis alat yang telah dirancang dan direalisasikan. Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok dengan tujuan untuk mengamati apakah tiap blok rangkaian sudah sesuai dengan yang diharapkan baru kemudian dilanjutkan dengan pengujian keseluruhan sistem.

Pengujian yang dilakukan antara lain:

- Pengujian rangkaian pengkondisian sinyal;
- Pengujian antarmuka keypad;
- Pengujian antarmuka LCD;
- Pengujian rangkaian RTC;
- Pengujian rangkaian port paralel;
- Pengujian sistem secara keseluruhan.

Perhitungan persentase kesalahan serta kesalahan rata-rata menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{kesalahan (error)} = \left| \frac{\text{perhitungan} - \text{pengukuran}}{\text{perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$\% \text{kesalahan (error) rata-rata} = \left| \frac{\text{jumlah kesalahan}(\%)}{\text{banyaknya pengujian yang dilakukan}} \right| \times 100\%$$

#### 4.1. Pengujian Rangkaian Pengkondisian Sinyal

##### 4.1.1. Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis ketepatan rangkaian pengkondisi sinyal sensor berat dalam merespon perubahan berat.

#### 4.1.2. Peralatan Pengujian

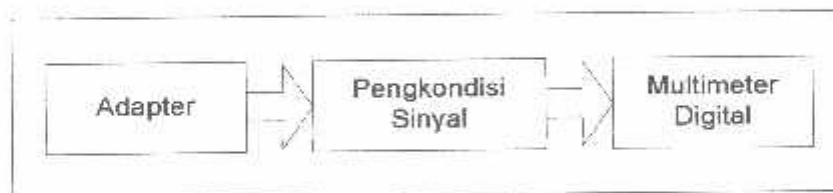
Peralatan pengujian yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Catu daya +5 volt.
- Rangkaian pengkondisi sinyal.
- Multimeter digital.

#### 4.1.3. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Menyusun rangkaian pengujian sesuai dengan diagram blok pengujian. Diagram blok pengujian rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 4.1.
- Memberi catu daya pada rangkaian .
- Memberikan tegangan mV yang berbeda-beda pada  $V_{in1}$  dan  $V_{in2}$  rangkain pengkondisi sinyal.
- Mengukur keluaran pengkondisi sinyal dengan multimeter.
- Mengamati dan mencatat data yang terukur pada multimeter.



Gambar 4.1 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

#### 4.1.4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal sensor berat ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Berat

$V_{in1}$ (mV)	$V_{in2}$ (mV)	Penguatan (Gain)	$V_{out}$ (V)		% Kesalahan (Error)
			Pengukuran	Perhitungan	
1	3	370,37	0,738	0,740	2,70
2,5	5	370,37	0,924	0,926	2,10
3	7	370,37	1,46	1,48	1,35
4,5	9	370,37	1,64	1,66	1,20
5	11	370,37	2,21	2,22	0,50
6	13	370,37	2,59	2,60	0,40

Analisa perhitungan untuk  $V_{in1} = 6 \text{ mV}$ ,  $V_{in2} = 13 \text{ mV}$  ;

Diketahui ;  $R_1, R_2, R_f = 100 \text{ k}\Omega$

$$R_i = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_0 = 54 \Omega$$

$$V_o = (V_2 - V_1) \left( 1 + \frac{2R_1}{R_0} \right) \left( \frac{R_f}{R_i} \right)$$

$$V_o = (13 - 6) \left( 1 + \frac{2.100.000}{54} \right) \left( \frac{100.000}{1.000} \right)$$

$$V = (8 \text{ mV}) (3,704 \times 100)$$

$$V = 2,60 \text{ V}$$

Untuk mencari nilai persentase kesalahan dilakukan perhitungan sebagai berikut;

$$\% \text{ Kesalahan (error)} = \left| \frac{\text{perhitungan} - \text{pengukuran}}{\text{perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{2,60 - 2,59}{2,60} \right| \times 100\%$$

$$= 0,40 \%$$



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkomdisi Sinyal

## 4.2. Pengujian Antarmuka Keypad

### 4.2.1. Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis bahwa keypad dapat digunakan sebagai media memilih menu dan *entry* harga.

### 4.2.2. Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian yang diperlukan adalah sebagai berikut:

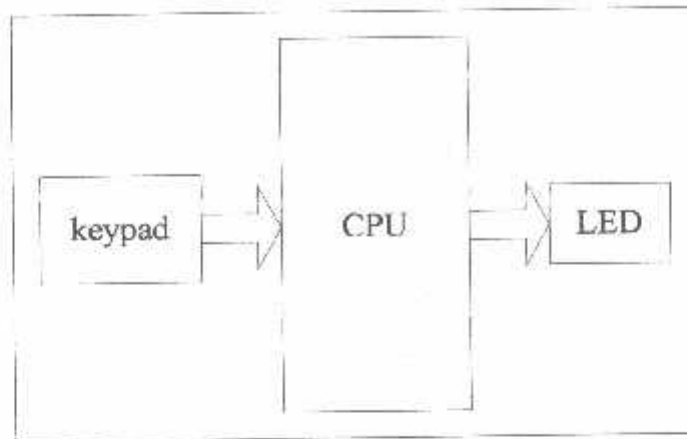
- Catu daya 5 volt.
- Minimum sistem mikrokontroler ATmega 8535.
- LED.
- Keypad 4x4.

### 4.2.3. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Menyusun rangkaian pengujian antarmuka keypad sesuai dengan diagram blok pengujian. Diagram blok pengujian antarmuka keypad ditunjukkan dalam Gambar 4.3.
- Memberi catu daya pada rangkaian pengujian.
- Menekan tombol keypad satu per satu.

- Mengamati keluaran dari setiap penekanan tombol keypad melalui tampilan LED peraga.



Gambar 4.3 Diagram Blok Pengujian Antarmuka Keypad

Pengujian antarmuka keypad dilakukan dengan memberi logika pada lajur baris dan mengecek pada lajur kolom dengan tampilan LED peraga. Pada pengujian ini dilakukan penamaan untuk lajur baris diberikan nama B1, B2, B3, B4; sedangkan lajur kolom diberi nama K1, K2, K3, K4. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam pengujian antarmuka keypad. Jika tombol '1' pada keypad ditekan, maka pada baris B1 dan kolom K1 berlogika 0 yang artinya lajur baris 1 *diset* logika 0 dan pada lajur kolom setelah *discan* menunjukkan logika 0 pada kolom 1 dengan nyala LED K1.

#### 4.2.4. Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang diperoleh adalah semua data penekanan tombol keypad dapat ditampilkan dengan benar melalui nyala LED peraga. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa keypad dapat bekerja atau berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan. Hasil pengujian antarmuka keypad ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Antarmuka Keypad

Cek				Set				Routine	Keterangan
K4	K3	K2	K1	B4	B3	B2	B1		
1	1	1	1	1	1	1	0	Set Baris 1	
1	1	1	0	1	1	1	0	Cek Kolom	1
1	1	0	1	1	1	1	0	Cek Kolom	2
1	0	1	1	1	1	1	0	Cek Kolom	3
0	1	1	1	1	1	1	0	Cek Kolom	COR/13
1	1	1	1	1	1	0	1	Set Baris 2	
1	1	1	0	1	1	0	1	Cek Kolom	4
1	1	0	1	1	1	0	1	Cek Kolom	5
1	0	1	1	1	1	0	1	Cek Kolom	6
0	1	1	1	1	1	0	1	Cek Kolom	MEN/14
1	1	1	1	1	0	1	1	Set Baris 3	
1	1	1	0	1	0	1	1	Cek Kolom	7
1	1	0	1	1	0	1	1	Cek Kolom	8
1	0	1	1	1	0	1	1	Cek Kolom	9
0	1	1	1	1	0	1	1	Cek Kolom	↑/15
1	1	1	1	0	1	1	1	Set Baris 4	
1	1	1	0	0	1	1	1	Cek Kolom	CAN/11
1	1	0	1	0	1	1	1	Cek Kolom	0
1	0	1	1	0	1	1	1	Cek Kolom	ENT/12
0	1	1	1	0	1	1	1	Cek Kolom	↓/16

### 4.3. Pengujian Antarmuka Modul LCD

#### 4.3.1. Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis *port 0* mikrokontroler dapat mengirim data ke LCD sesuai dengan program yang dibuat dan untuk mengetahui keberhasilan LCD dalam menampilkan data karakter.

#### 4.3.2. Peralatan Pengujian

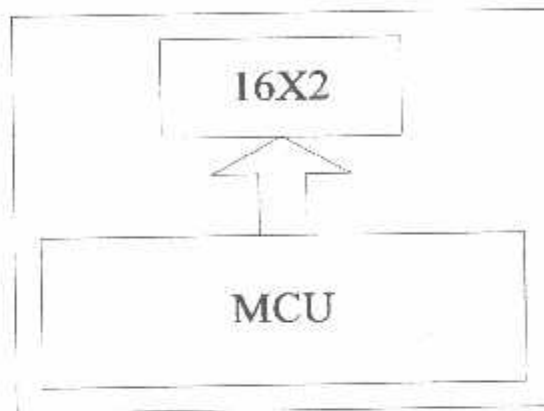
Peralatan pengujian yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Catu daya +5 volt;
- Minimum sistem mikrokontroler ATmega 8535;
- Satu buah LCD

#### 4.3.3. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

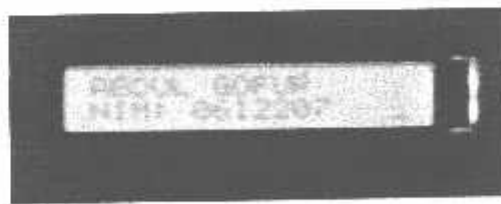
- Menyusun rangkaian pengujian sesuai dengan blok pengujian. Diagram blok pengujian antarmuka modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.4 ;
- Memberikan catu daya pada rangkaian pengujian;
- Membuat program untuk menampilkan data karakter huruf "ABDUL GOFUR" pada baris pertama dan karakter angka "0612207" pada baris kedua pada LCD;
- Mengamati data karakter yang ditampilkan pada LCD.



Gambar 4.4 Diagram Blok Pengujian Antarmuka Modul LCD

#### 4.3.4. Hasil Pengujian

Pada layar LCD tampil huruf "ABDUL GOFUR" pada baris pertama dan tampil angka "0612206" pada baris kedua. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa LCD dapat menampilkan data karakter dengan baik. Hasil pengujian antarmuka modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil Pengujian Antarmuka Modul LCD

#### 4.4. Pengujian Rangkaian RTC

##### 4.4.1. Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis keberhasilan RTC dalam membaca dan mengirim data pada mikrokontroler.

##### 4.4.2. Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian yang diperlukan adalah sebagai berikut:

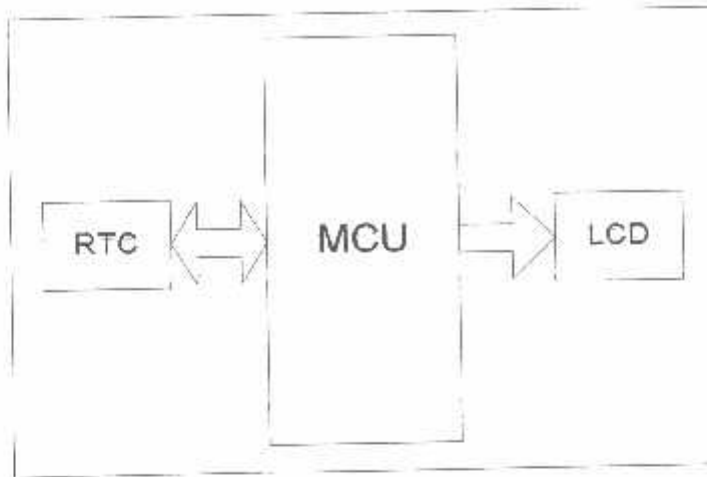
- Catu daya +5 volt;
- Minimum sistem mikrokontroler ATmega 8535;
- RTC DS1307;
- LCD 16x2;
- Jam Digital.

##### 4.4.3. Prosedur Pengujian

Langkah-langkah dalam pengujian rangkaian ini adalah:

- Menyusun rangkaian pengujian sesuai dengan diagram blok pengujian rangkaian RTC.  
Diagram blok pengujian rangkaian RTC ditunjukkan dalam Gambar 4.6.
  - Memberikan catu daya pada rangkaian pengujian.
  - Membuat program pengujian pada mikrokontroler.
  - Menjalankan *software* uji coba.
  - Mengamati informasi waktu yang ditampilkan pada LCD dan membandingkan dengan informasi waktu pada jam tangan digital.
-





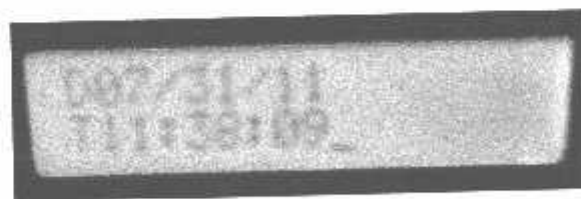
Gambar 4.6 Diagram Blok Pengujian Rangkaian RTC

#### 4.4.4. Hasil Pengujian

Informasi waktu yang ditampilkan pada *display* LCD dibandingkan dengan informasi waktu jam tangan digital. Dari hasil pengujian menunjukkan informasi waktu dari RTC yang ditampilkan pada LCD sesuai dengan informasi waktu pada jam tangan digital, sehingga dapat disimpulkan bahwa rangkaian RTC dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Tabel hasil pengujian rangkaian RTC ditunjukkan dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Rangkaian RTC

No.	Jam Tangan Digital	Jam pada LCD
1.	11:37:39	11:37:39
2.	11:38:37	11:38:37
3.	11:39:09	11:39:09
4.	11:40:12	11:40:12
5.	11:51:23	11:51:23



Gambar 4.7 Hasil Pengujian Rangkain RTC

## 4.5. Pengujian Port Paralel

### 4.5.1. Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis keberhasilan port sebagai media antarmuka mikrokontroler dengan *Printer Epson LX800*.

### 4.5.2. Peralatan Pengujian

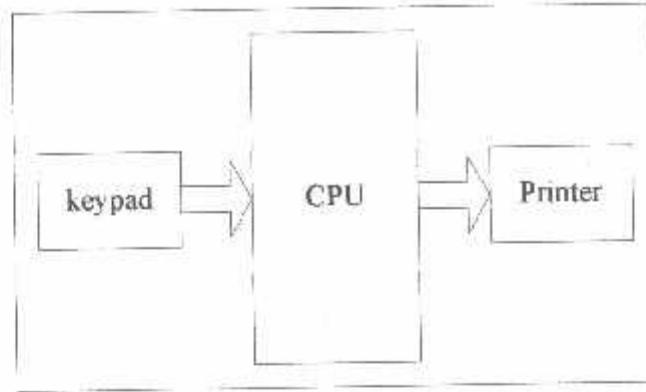
Peralatan pengujian yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Minimum sistem mikrokontroler ATMEGA8535;
- Keypad 4x4,
- Konektor DB25,
- *Printer Epson LX800*,
- Kertas,
- Catu daya 5V dan 220V

### 4.5.3. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Menyusun rangkaian pengujian sesuai dengan diagram blok pengujian. Diagram blok pengujian antarmuka port paralel ditunjukkan dalam Gambar 4.8 .
  - Memberi catu daya pada rangkaian pengujian.
  - Memasang kertas pada printer.
  - Menghubungkan port PD.0-PD.7 mikrokontroler dengan port paralel pin 2 – pin 9; port PC.6 mikrokontroler dengan pin 1 (*strobe*); dan port PC.7 mikrokontroler dengan pin 11 (*busy*).
  - Menghubungkan port PB.0-PB.3 mikrokontroler dengan keypad.
  - Memasukkan data karakter ASCII ke mikrokontroler melalui keypad.
  - Mengamati data yang tercetak pada kertas hasil pencetakan dari *printer*.
-



Gambar 4.8 Diagram Blok Pengujian Antarmuka Port Paralel

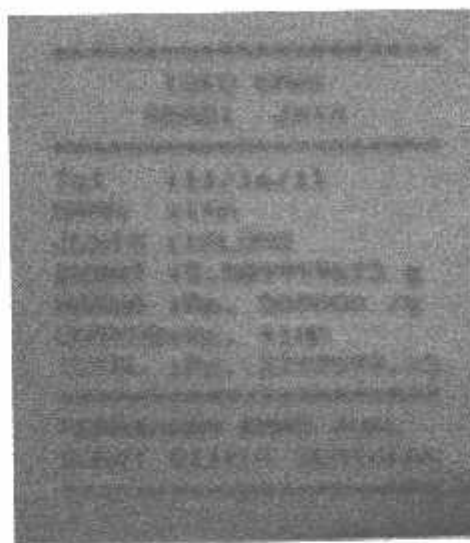
#### 4.5.4. Hasil Pengujian

Hasil dari pengujian antarmuka port paralel ditunjukkan pada tabel. Data dimasukkan dengan keypad memakai kode ASCII ke mikrokontroler dan mikrokontroler memberi sinyal *strobe*, kemudian data dari mikrokontroler dikirim ke *printer* melalui port paralel. Data karakter yang dikirim oleh mikrokontroler tersebut disimpan dan diterima oleh *printer*. Sedangkan jika diberikan data 0Dh, maka *printer* akan mencetak karakter yang telah disimpan. Dan jika diberikan data 0Ah maka *printer* meletakkan hasil cetakan pada baris selanjutnya. Saat *printer* mencetak data, *printer* juga mengirim sinyal *busy* ke mikrokontroler.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Antarmuka Port Paralel

Data	Keterangan
41h	Simpan karakter 'A'
42h	Simpan karakter 'B'
43h	Simpan karakter 'C'
44h	Simpan karakter 'C' ✓
0Dh	Cetak ABCD
0Ah	Line feed

Hasil *print-out* dari penimbangan perhiasan emas ditunjukkan dalam Gambar 4.9 Hasil *print-out* ini menyertakan tanggal dan waktu penimbangan, nama pembeli/konsumen, jenis perhiasan emas, berat perhiasan emas, nilai tukar perhiasan emas, harga dari perhiasan emas, ongkos/biaya pembuatan perhiasan emas, total harga perhiasan emas.



Gambar 4.9 Slip Pembayaran Perhiasan

#### 4.6. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

##### 4.6.1. Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis apakah sistem yang telah dibuat mampu bekerja sesuai dengan perancangan, baik perancangan perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*).

##### 4.6.2. Peralatan Pengujian

Peralatan pengujian yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Sumber tegangan AC 220V;
  - Timbangan digital;
-

- Timbangan alat;
- Sampel berat;
- Printer;
- Bahan slip pembayaran (kertas slip pembayaran).

#### 4.6.3. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Menghubungkan timbangan alat dengan printer;
- Memberi catu daya pada timbangan alat dan printer;
- Menjalankan perangkat lunak yang telah dibuat;
- Menjalankan penimbangan dengan memberi sampel berat;
- Mengamati dan mencatat data hasil penimbangan.

#### 4.6.4. Hasil Pengujian

Data hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 4.5

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Timbangan Alat Secara Keseluruhan

No.	Berat (gram)	Timbangan Alat (gram)	Timbangan Digital (gram)	Kesalahan (%)
1.	1	1	1,1	10
2.	10	10	9,9	9,09
3.	20,5	20,5	20,4	4,83
4.	30	30	29,9	3,37
5.	36,5	36,5	36,6	2,78
6.	70	70	70,9	1,28
7.	100	100	99,9	1,09
8.	150	150	150,9	0,92
9.	125	125	125,1	0,83
10.	260	260	260,1	0,76
11.	200	200	200,1	0,50
<b>Kesalahan rata-rata (%)</b>				<b>3,22</b>

Analisis dilakukan dengan menghitung persentase kesalahan hasil penimbangan menggunakan timbangan digital dengan hasil penimbangan menggunakan timbangan alat. Persentase kesalahan terbesar dari pengujian alat secara keseluruhan dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \% \text{ kesalahan} &= \left| \frac{\text{timbangan digital} - \text{timbangan alat}}{\text{timbangan digital}} \right| \times 100\% \\ &= \left( \frac{200,1 - 200}{200,1} \right) \times 100\% \\ &= 50 \% \end{aligned}$$

Sedangkan persentase kesalahan rata-rata diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \% \text{ kesalahan} &= \frac{\sum \% \text{kesalahan}}{\text{banyaknya pengujian}} \\ &= \frac{35,45\%}{11} \\ &= 3,22 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan data hasil pengujian secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa timbangan alat berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan. Timbangan alat mampu mengukur berat perhiasan, mampu menghitung jumlah total harga perhiasan emas, dan mampu mencetak slip pembayaran perhiasan.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan baik pengujian per blok rangkaian maupun pengujian sistem secara keseluruhan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dalam penelitian ini, rangkaian pengkondisi sinyal dibentuk dari tiga buah op-amp dan beberapa tahanan yang membentuk sebuah rangkaian penguat instrumentasi. Hasil dari pengujian rangkaian pengkondisi sinyal diperoleh nilai persentase kesalahan terkecil sebesar 0,40% dan kesalahan terbesar sebesar 2,70%.
- 2) Slip pembayaran perhiasan dicetak menggunakan *printer* jenis dot matrik. *Printer* jenis ini tidak memerlukan sebuah *driver*, sedangkan sebagai pengendali kinerja *printer*, digunakan rangkaian mikrokontroler. Dalam hal ini, komunikasi data mikrokontroler dengan *printer* menggunakan komunikasi data paralel.
- 3) Dalam pengujian alat secara keseluruhan diperoleh nilai persentase kesalahan terkecil sebesar 0,50% pada berat 200 gram dan kesalahan terbesar sebesar 10 % pada berat 1 gram serta nilai kesalahan rata-rata sebesar 3,22%.

## 5.2. Saran

Dalam pengembangan alat lebih lanjut diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Untuk mendapatkan hasil yang baik dalam perancangan pada alat, sebaiknya menggunakan komponen-komponen yang memiliki karakteristik yang lebih baik, sehingga dapat mengurangi persentase error waktu pengukuran.
  - 2) Penggunaan kertas slip pembayaran sebaiknya menggunakan kertas yang ada simbol atau logo dari toko perhiasan emas yang bersangkutan.
  - 3) Penggunaan ADC yang lebih tinggi (jumlah bit), akan diperoleh tingkat ketelitian yang lebih baik.
  - 4) Alat pencetak slip pembayaran perhiasan dapat digantikan dengan *printer* yang lebih kecil agar lebih *portabel*.
-



## DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, Widodo; Firmansyah, Sigi. 2005. *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Andi Offset: Yogyakarta.
- J. G. Webster. 1998. *Medical Instrumentation Application And Design*, John Wiley & Son, Inc.
- Coughlin, R. F. & Frederick F. Driscoll. 1985. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*. (Herman Widodo Soemitro, Trans). Jakarta: Erlangga.
- Lingga Wardana. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler seri AVR, simulasi dan hard ware*. Yogyakarta: Andi.
- [www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/164169/ATME1/ATMEGA8535.html](http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/164169/ATME1/ATMEGA8535.html) (diakses 10 juli 2011)
- Seatronics, 2005, "Epson LX-800", <http://www.rentit.biz/specs/pdf/lx800.pdf>. (diakses 10 juli 2011).
- National Semiconductor. 2000. "Datasheet LMI24/LM224/LM324/LM902 Low Power Quad Operational Amplifiers". National Semiconductor Corp. <http://www.national.com>. (diakses 12 Juli 2011).
- Maxim. 2008. "Datasheet DS1307 64 x 8, Serial, 12C Real-Time Clock", USA: Maxim Integrated Product Inc. <http://www.maxim-ic.com>. (diakses 27 juni 2011).
- Anonymous, "MI632 MODULE LCD 16x2 (MI632)", <http://www.delta-electronic.com>. (diakses 10 juli 2011).
- <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/LM741.html> (diakses 10 juli 2011)
- <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/DS1307.html> (diakses 10 juli 2011)
- <http://www.loadcellindonesia.com/faq.html> (diakses 27 juni 2011)

# LAMPIRAN

---

## SOURCE CODE

```
$regfile = 'm8535def.dat "  
' specify the used micro  
$crystal = 4000000  
$lib "ds1307clock.lib"  
' modified lib  
Const Ds1307w = &HD0  
' Addresses of Ds1307 clock  
Const Ds1307r = &HD1  
Config Clock = User  
' this will dim the bytes automatic  
Dim Jam As Byte , Menit As Byte , Detik As  
Byte  
Dim Weekday As Byte  
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portc.2 , Db5 =  
Portc.3 , Db6 = Portc.4 , Db7 = Portc.5 , E =  
Portc.1 , Rs = Portc.0  
Config Lcd = 16 * 2  
Config Kbd = Portb  
Config Adc = Single , Prescaler = Auto  
Start Adc  
Ddra = &B00000010  
Config Portd = Output  
Config Sca = Porta.6  
Config Scl = Porta.5  
Dim Datvt1 As Word  
Dim Datasim As Word  
Dim Datasim1 As Word  
Dim Channel As Byte  
Dim W As Word  
Dim A As Single  
Dim Count As Integer  
Dim Count1 As Integer  
Dim B As Byte  
Dim Aa As Byte  
Dim A1 As String * 1  
Dim A2 As String * 1  
Dim A3 As String * 1  
Dim A4 As String * 1  
Dim A5 As String * 1  
Dim A6 As String * 1  
Dim A7 As String * 1  
Dim A8 As String * 1  
Dim A9 As String * 1  
Dim A10 As String * 1  
Dim A11 As String * 1  
Dim A12 As String * 1  
Dim B1 As String * 1  
Dim B2 As String * 1  
Dim B3 As String * 1  
Dim B4 As String * 1  
Dim B5 As String * 1  
Dim B6 As String * 1  
Dim B7 As String * 1  
Dim B8 As String * 1  
Dim B9 As String * 1  
Dim B10 As String * 1  
Dim Data1 As Integer  
Dim Data2 As Long  
Dim Data3 As Long  
Dim Hasil As Single  
Dim Dataawal As String * 1  
Dim Dataawa2 As String * 21  
Dim Datvt As Long  
Gggg:  
Count = 0  
Count1 = 0
```

```

Cls
the LCD display
Lcd "PROSES KALIBRASI"
'display this at the top line
Lowerline
'select the lower line
Lcd "KOSONGKAN A.U."
'display this at the lower line
Wait 1
Datasim = 0
Count = 0
Enter1:
Channel = 0
W = Getadc(channel)
Datvt1 = W
Waitms 500
If Count <= 20 Then
If Datasim <= Datvt1 Then
Datasim = Datvt1
Incr Count
Goto Enter1
End If
Incr Count
Goto Enter1
End If
Tunggu:
Cls
the LCD display
Lcd "TEKAN A UNTUK"
'display this at the top line
Lowerline
'select the lower line
Lcd "MEMULAI "
'display this at the lower line

```

```
'clear
```

```
'clear
```

```

Wait 1
B = Getkbd()
Aa = B
If Aa = 4 Then
Goto Ambildata
'A
End If
Goto Tunggu
Ambildata:
Cls
the LCD display
Lcd "PENGUKURAN "
'display this at the top line
Lowerline
'select the lower line
Lcd "DIMULAI "
'display this at the lower line
Wait 6
'Enter_sudut:
Datasim1 = 0
Count = 0
Enter_sudut:
Channel = 0
Waitms 200
W = Getadc(channel)
Datvt1 = W
Cls
the LCD display
'Lcd "sensor1: " ; Datvt1
'display this at the top line
'Lowerline
'select the lower line
'Lcd "sensor2: " ; Datvt1
Waitms 100
'clear
'clear

```

```

'Goto Enter
'Waitms 500
If Count <= 40 Then
If Datasim1 <= Datvt1 Then
  Datasim1 = Datvt1
  Incr Count
  Goto Enter_sudut
End If
Incr Count
Goto Enter_sudut
End If
A = Datasim1 - Datasim
'Cls
the LCD display
'Lcd Datasim1 ; " " ; Datasim
'display this at the top line
'Lowerline
'select the lower line
'Lcd "sensor2: " ; A
'Wait 5
If A >= 30 Then
  A = Datasim1 - Datasim
  A = A * 0.4
  Goto Ssss
End If
If A >= 20 Then
  A = Datasim1 - Datasim
  A = A * 0.39
  Goto Ssss
End If
If A >= 8 Then
  A = Datasim1 - Datasim
  A = A * 0.43
  Goto Ssss

```

```

'clear
End If
If A >= 5 Then
  A = Datasim1 - Datasim
  A = A * 0.4
  Goto Ssss
End If
If A >= 2 Then
  A = Datasim1 - Datasim
  A = A * 0.50
  Goto Ssss
End If
If A >= 1 Then
  A = Datasim1 - Datasim
  A = A * 0.68
  Goto Ssss
End If
If A <= 0 Then
  A = 0
End If
Ssss:
  Cls
  the LCD display
  Lcd "BERAT TERUKUR"
  'display this at the top line
  Lowerline
  'select the lower line
  Lcd "BERAT: " ; A ; " g"
  Wait 3
  Count = 0
  Datasim1 = 0
  If A <= 0 Then
    Goto Enter_sudut
  End If
  'Goto Enter_sudut
'clear

```

```

Tunggu1:
Cls
the LCD display
Lcd "TEKAN A UNTUK"
'display this at the top line
Lowerline
'select the lower line
Lcd "MEMULAI "
'display this at the lower line
Wait 1
  B = Getkbd()
  Aa = B
If Aa = 4 Then
Goto Ambildata1
'A
End If
Goto Tunggu1
Ambildata1:
Awal:
Count = 0
Datasim1 = 0
Cls
Lcd "Nama Nasabah : "
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N : "
Wait 3
A1 = ""
A2 = ""
A3 = ""
A4 = ""
A5 = ""
A6 = ""
A7 = ""

```

```
'clear
```

```

A8 = ""
A9 = ""
A10 = ""
Balik:
Balik1:
Keypad:
  B = Getkbd()
  'Cls
  Lowerline
'select the lower line
  ' Lcd "DENGAN LCD." , B
'display this at the lower line
  Waitms 500
  Aa = B
  'Goto Keypad
  If Aa = 0 Then
  Incr Count
  A12 = " "
  Goto Konversi
'A
  End If
  If Aa = 4 Then
  Incr Count
  Incr Count1
  If Count1 = 1 Then
  A12 = "A"
  Goto Konversi
  End If
  If Count1 = 2 Then
  A12 = "B"
  Decr Count
  Goto Konversi
  End If
  If Count1 = 3 Then

```

```
A12 = "C"  
Decr Count  
Goto Konversi  
End If  
Count1 = 0  
End If  
If Aa = 8 Then  
Incr Count  
Incr Count1  
If Count1 = 1 Then  
A12 = "D"  
Goto Konversi  
End If  
If Count1 = 2 Then  
A12 = "E"  
Decr Count  
Goto Konversi  
End If  
If Count1 = 3 Then  
A12 = "F"  
Decr Count  
Goto Konversi  
End If  
Count1 = 0  
End If  
If Aa = 1 Then  
Incr Count  
Incr Count1  
If Count1 = 1 Then  
A12 = "G"  
Goto Konversi  
End If  
If Count1 = 2 Then  
A12 = "H"
```

```
Decr Count  
Goto Konversi  
End If  
If Count1 = 3 Then  
A12 = "I"  
Decr Count  
Goto Konversi  
End If  
Count1 = 0  
End If  
If Aa = 5 Then  
Incr Count  
Incr Count1  
If Count1 = 1 Then  
A12 = "J"  
Goto Konversi  
End If  
If Count1 = 2 Then  
A12 = "K"  
Decr Count  
Goto Konversi  
End If  
If Count1 = 3 Then  
A12 = "L"  
Decr Count  
Goto Konversi  
End If  
Count1 = 0  
End If  
If Aa = 9 Then  
Incr Count  
Incr Count1  
If Count1 = 1 Then  
A12 = "M"
```

---

```
Goto Konversi
End If
If Count1 = 2 Then
A12 = "N"
Decr Count
Goto Konversi
End If
If Count1 = 3 Then
A12 = "O"
Decr Count
Goto Konversi
End If
Count1 = 0
End If
If Aa = 2 Then
Incr Count
Incr Count1
If Count1 = 1 Then
A12 = "P"
Goto Konversi
End If
If Count1 = 2 Then
A12 = "Q"
Decr Count
Goto Konversi
End If
If Count1 = 3 Then
A12 = "R"
Decr Count
Goto Konversi
End If
If Count1 = 4 Then
A12 = "S"
Decr Count
```

```
Goto Konversi
End If
Count1 = 0
End If
If Aa = 6 Then
Incr Count
Incr Count1
If Count1 = 1 Then
A12 = "T"
Goto Konversi
End If
If Count1 = 2 Then
A12 = "U"
Decr Count
Goto Konversi
End If
If Count1 = 3 Then
A12 = "V"
Decr Count
Goto Konversi
End If
Count1 = 0
End If
If Aa = 10 Then
Incr Count
Incr Count1
If Count1 = 1 Then
A12 = "W"
Goto Konversi
End If
If Count1 = 2 Then
A12 = "X"
Decr Count
Goto Konversi
```

---



```

End If
If Count1 = 3 Then
A12 = "Y"
Deer Count
Goto Konversi
End If
If Count1 = 4 Then
A12 = "Z"
Deer Count
Goto Konversi
End If
Count1 = 0
End If
If Aa = 12 Then
A12 = " "
Deer Count
Gosub Geser
Goto Balik
End If
If Aa = 13 Then
A12 = " "
Incr Count
Gosub Geser
Goto Balik
End If
If Aa = 7 Then
Incr Count
A12 = " "
Goto Konversi
End If
If Aa = 3 Then
Count = 0
Goto Balik1
End If

```

```

If Aa = 11 Then
Goto Enter
End If
Count1 = 0
Goto Balik
Cls
Lowerline
'select the lower line
Lcd "DENGAN L." ; B
'display this at the lower line
Waitms 500
Konversi:
If Count = 1 Then
A1 = A12
Cls
Lcd "Nama Nasabah :"
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N ." ; A1
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 2 Then
A2 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N ." ; A1 ; A2
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 3 Then
A3 = A12
Lowerline
'select the lower line

```

---

```

Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 4 Then
A4 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 5 Then
A5 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 6 Then
A6 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 7 Then
A7 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7
Wait 1

```

```

Goto Balik
End If
If Count = 8 Then
A8 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7
; A8
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 9 Then
A9 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7
; A8 ; A9
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 10 Then
A10 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7
; A8 ; A9 ; A10
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 11 Then
Count = 0
Goto Balik
End If
If Count = 12 Then

```

---

```
B1 = A12
Cls
Lcd "NAMA:" ; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6
; A7 ; A8 ; A9 ; A10
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 13 Then
B2 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 14 Then
B3 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 15 Then
B4 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3 ; B4
Wait 1
Goto Balik
End If
```

```
If Count = 16 Then
B5 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 17 Then
B6 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 18 Then
B7 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 19 Then
B8 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7 ; B8
Wait 1
Goto Balik
End If
```

---

```

If Count = 20 Then
B9 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7 ; B8 ; B9
Wait 1
Goto Balik
End If
If Count = 21 Then
B10 = A12
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7 ; B8 ; B9 ; B10
Wait 1
Goto Balik
End If
Enter:
If Count >= 12 Then
Cls
Lcd "NAMA:" ; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6
; A7 ; A8 ; A9 ; A10
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7 ; B8 ; B9 ; B10
Wait 5
Cls
Lcd "HARGA PER GRAM "
Lowerline
'select the lower line
Lcd "ONGKOS "
Wait 2

```

```

Goto Balikagka1
End If
Count = 11
Cls
Lcd "NAMA:" ; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6
; A7 ; A8 ; A9 ; A10
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:"
Wait 2
Goto Balik
Balikagka1:
Data2 = 0
Count = 0
Data3 = 0
Balikangka:
B = Getkbd()
Aa = B
If Aa = 0 Then
Incr Count
Data1 = 1
Goto Konversiangka
End If
If Aa = 4 Then
Incr Count
Data1 = 2
Goto Konversiangka
End If
If Aa = 8 Then
Incr Count
Data1 = 3
Goto Konversiangka
End If
If Aa = 1 Then

```

---

```
Incr Count
Data1 = 4
Goto Konversiangka
End If
If Aa = 5 Then
  Incr Count
  Data1 = 5
  Goto Konversiangka
End If
If Aa = 9 Then
  Incr Count
  Data1 = 6
  Goto Konversiangka
End If
If Aa = 2 Then
  Incr Count
  Data1 = 7
  Goto Konversiangka
End If
If Aa = 6 Then
  Incr Count
  Data1 = 8
  Goto Konversiangka
End If
If Aa = 10 Then
  Incr Count
  Data1 = 9
  Goto Konversiangka
End If
If Aa = 7 Then
  Incr Count
  Data1 = 0
  Goto Konversiangka
End If
```

```
If Aa = 3 Then
  If Count >= 11 Then
    Count = 11
    Data3 = 0
    Goto Balikangka
  End If
  Count = 0
  Data2 = 0
  Goto Balikangka
End If
If Aa = 11 Then
  Goto Enterangka
End If
  Goto Balikangka
Konversiangka:
If Count = 1 Then
  Data2 = Data1
  Lowerline
  'select the lower line
  Lcd "Rp/g: "; Data2
  Waitms 200
  Goto Balikangka
End If
If Count = 2 Then
  Gosub Tampilangka
  Goto Balikangka
End If
If Count = 3 Then
  Gosub Tampilangka
  Goto Balikangka
End If
If Count = 4 Then
  Gosub Tampilangka
  Goto Balikangka
```

---

```
End If
If Count = 5 Then
Gosub Tampilangka
Goto Balikangka
End If
If Count = 6 Then
Gosub Tampilangka
Goto Balikangka
End If
If Count = 7 Then
Gosub Tampilangka
Goto Balikangka
End If
If Count = 8 Then
Count = 0
Goto Balikangka
End If
If Count = 9 Then
Count = 0
Goto Balikangka
End If
If Count = 10 Then
Count = 0
Goto Balikangka
End If
If Count = 11 Then
Count = 0
Goto Balikangka
End If
If Count = 12 Then
Gosub Tampilangk1
Goto Balikangka
End If
If Count = 13 Then
```

```
Gosub Tampilangk1
Goto Balikangka
End If
If Count = 14 Then
Gosub Tampilangk1
Goto Balikangka
End If
If Count = 15 Then
Gosub Tampilangk1
Goto Balikangka
End If
If Count = 16 Then
Gosub Tampilangk1
Goto Balikangka
End If
If Count = 17 Then
Gosub Tampilangk1
Goto Balikangka
End If
If Count = 18 Then
Gosub Tampilangk1
Goto Balikangka
End If
If Count = 19 Then
Gosub Tampilangk1
Goto Balikangka
End If
Enterangka:
If Count >= 12 Then
Cls
Lcd "Rp/g: "; Data2
Lowerline
'select the lower line
Lcd "ONGKOS "; Data3
```

```

Wait 10
Rumus:
Hasil = A * Data2
Hasil = Hasil + Data3
Cls
Lcd "TOTAL BIAYA  "
Lowerline
'select the lower line
Lcd "T=Rp" ; Hasil
Wait 10
Cls
'clear
the LCD display
Lcd "D " ; Date$
Lowerline
'select the lower line
Lcd "T " ; Time$
Wait 10

Cls
Lcd "NAMA:" ; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6
; A7 ; A8 ; A9 ; A10
Lowerline
'select the lower line
Lcd "JENIS:" ; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7 ; B8 ; B9 ; B10
Wait 10
Cls
Lcd "Rp/g: " ; Data2
Lowerline
'select the lower line
Lcd "ONGKOS: " ; Data3
Wait 10
Cls
Lcd "TOTAL BIAYA  "

```

```

Lowerline
'select the lower line
Lcd "T=Rp" ; Hasil
Wait 10
Cls
Lcd "SIMPAN DATA & "
Lowerline
'select the lower line
Lcd "PROSES PRINT "
Wait 2
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "===== "
Gosub Extrak1
Datvt1 = 0
Dataawa2 = " TOKO EMAS  "
Gosub Extrak1
Datvt1 = 0
Dataawa2 = " ABADI JAYA  "
Gosub Extrak1
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "===== "
Gosub Extrak1
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "Tgl  ;"
Gosub Extrak3
Datvt1 = 0
Dataawa2 = Date$
Gosub Extrak2
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "NAMA  ."
Gosub Extrak3
Datvt1 = 0
Dataawa2 = A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6
+ A7

```

```

Gosub Extrak2
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "JENIS : "
Gosub Extrak3
Datvt1 = 0
Dataawa2 = B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6 +
B7
Gosub Extrak2
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "BERAT : "
Gosub Extrak3
Datvt1 = 0
Dataawa2 = Str(a) + " g"
Gosub Extrak2
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "HARGA : "
Gosub Extrak3
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "Rp. " + Str(data2) + " /g"
Gosub Extrak2
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "ONGKOS:"
Gosub Extrak3
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "Rp. " + Str(data3)
Gosub Extrak2
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "TOTAL : "
Gosub Extrak3
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "Rp. " + Str(hasil)
Gosub Extrak2
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "===== "

```

```

Gosub Extrak1
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "PERHIASAN EMAS JUAL "
Gosub Extrak1
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "SURAT DIKUT
SERTAKAN "
Gosub Extrak1
Datvt1 = 0
Dataawa2 = "===== "
Gosub Extrak1
Goto Tunggu
End If
'Goto Tunggu
Count = 11
Cls
Lcd "Rp/g: " ; Data2
Lowerline
'select the lower line
Lcd "ONGKOS: "
Wait 2
Goto Balikangka
Extrak1:
For Datvt1 = 1 To 21
Dataawal = Mid(dataawa2 , Datvt1 , 1)
Gosub Printt
Next
Gosub Lince
Return
Extrak2:
For Datvt1 = 1 To 14
Dataawal = Mid(dataawa2 , Datvt1 , 1)
Gosub Printt
Next

```



```

Gosub Linee
Return
Extrak3:
For Datvt1 = 1 To 7
Dataawal = Mid(dataawa2 , Datvt1 , 1)
Gosub Printt
Next
'Gosub Linee
Return
Printt:
Channel = Dataawal
Bitwait Pina.2 , Reset
Portd = Channel
Porta.1 = 1
Waitms 0.001
Porta.1 = 0
Waitms 2
Return
Linee:
Bitwait Pina.2 , Reset
Portd = &H0A
Porta.1 = 1
Waitms 0.001
Porta.1 = 0
Waitms 2
Return
Tampilangka:
Data2 = Data2 * 10
Data2 = Data1 + Data2
Lowerline
'select the lower line
Lcd "Rp/g: " ; Data2
Wait 1
Return

```

```

Tampilangk1:
Data3 = Data3 * 10
Data3 = Data1 + Data3
Lowerline
'select the lower line
Lcd "ONGKOS: " ; Data3
Wait 1
Return
Gscr:
If Count <= 10 Then
If Count = 1 Then
Lowerline
Lcd "N:" ; A1
Wait 1
Return
End If
If Count = 2 Then
Lowerline
Lcd "N:" ; A1 ; A2
Wait 1
Return
End If
If Count = 3 Then
Lowerline
Lcd "N:" ; A1 ; A2 ; A3
Wait 1
Return
End If
If Count = 4 Then
Lowerline
Lcd "N:" ; A1 ; A2 ; A3 ; A4
Wait 1
Return
End If

```

---

```
If Count = 5 Then
Lowerline
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5
Wait 1
Return
End If
If Count = 6 Then
Lowerline
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6
Wait 1
Return
End If
If Count = 7 Then
Lowerline
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7
Wait 1
Return
End If
If Count = 8 Then
Lowerline
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7
; A8
Wait 1
Return
End If
If Count = 9 Then
Lowerline
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7
; A8 ; A9
Wait 1
Return
End If
If Count = 10 Then
```

```
Lowerline
Lcd "N :"; A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A7
; A8 ; A9 ; A10
Wait 1
Return
End If
Return
End If
If Count = 12 Then
Lowerline
Lcd "JENIS :"; B1
Wait 1
Return
End If
If Count = 13 Then
Lowerline
Lcd "JENIS :"; B1 ; B2
Wait 1
Return
End If
If Count = 14 Then
Lowerline
Lcd "JENIS :"; B1 ; B2 ; B3
Wait 1
Return
End If
If Count = 15 Then
Lowerline
Lcd "JENIS :"; B1 ; B2 ; B3 ; B4
Wait 1
Return
End If
If Count = 16 Then
Lowerline
```

---

```

Lcd "JENIS :"; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5
Wait 1
Return
End If
If Count = 17 Then
Lowerline
Lcd "JENIS :"; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6
Wait 1
Return
End If
If Count = 18 Then
Lowerline
Lcd "JENIS :"; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7
Wait 1
Return
End If
If Count = 19 Then
Lowerline
Lcd "JENIS :"; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7 ; B8
Wait 1
Return
End If
If Count = 20 Then
Lowerline
Lcd "JENIS :"; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7 ; B8 ; B9
Wait 1
Return
End If
If Count = 21 Then
Lowerline

```

```

Lcd "JENIS :"; B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ;
B7 ; B8 ; B9 ; B10
Wait 1
Return
End If
Return
Getdatetime:
I2cstart
Generate start code
I2cwbyte Ds1307w
' send address
I2cwbyte 0
start address in 1307
I2cstart
Generate start code
I2cwbyte Ds1307r
' send address
I2crbyte _sec , Ack
I2crbyte _min , Ack
' MINUTES
I2crbyte _hour , Ack
' Hours
I2crbyte Weekday , Ack
' Day of Week
I2crbyte _day , Ack
' Day of Month
I2crbyte _month , Ack
' Month of Year
I2crbyte _year , Nack
' Year
I2cstop
_sec = Makedec( _sec) ; _min =
Makedec( _min) ; _hour = Makedec( _hour)

```

---

```

    _day = Makedec(_day) ; _month =
Makedec(_month) : _year = Makedec(_year)
    Jam = _hour
    Menit = _min
    Detik = _sec
    Return
Setdate:
    _day = Makebcd(_day) ; _month =
Makebcd(_month) : _year = Makebcd(_year)
    I2cstart
Generate start code
    I2cwrite Ds1307w
' send address
    I2cwrite 4
starting address in 1307
    I2cwrite _day
Send Data to SECONDS
    I2cwrite _month
' MINUTES
    I2cwrite _year
Hours
    I2cstop
Return
Settime:
    _sec = Makebcd(_sec) ; _min =
Makebcd(_min) : _hour = Makebcd(_hour)
    I2cstart
Generate start code
    I2cwrite Ds1307w
' send address
    I2cwrite 0
starting address in 1307
    I2cwrite _sec
Send Data to SECONDS

```

```

    I2cwrite _min
MINUTES
    I2cwrite _hour
Hours
    I2cstop
Return
    End

```

# Model 1004

Single Point Load Cells

NEW!

## Features



- Capacities: 0.3 kg - 3 kg  
(0.6 lbs - 6 lbs)
- Aluminum construction
- Single point 200 mm x 200 mm
- IP66 protection
- Total error better than 0.0067% of rated output

Model 1004 is a very low capacity, very high precision single point load cell designed for direct mounting in low capacity scales and precision balances.

Model 1004 is suitable for applications including jewelry scales, analytical balances, medical equipment, medical and pharmaceutical research and low level force measurement.

Model 1004 offers up to 30,000 divisions short term precision at stable room temperature. A special two-stage humidity resistant protective coating assures long term reliability.

A overload protection device should be included in the application design. A threaded hole is provided in the loading end of each cell for this purpose.



EXCELLENCE IN LOAD CELLS

### Contact Info

E-mail  
[sales@tedea-huntleigh.com](mailto:sales@tedea-huntleigh.com)  
Website  
[www.tedea-huntleigh.com](http://www.tedea-huntleigh.com)

677 ARROW GRAND CIRCLE  
COVINA, CA 91722  
USA

TEL: 800.626.2616  
FAX: 626.332.3418

**International**  
TedeA-Huntleigh International Ltd.  
5 Hozoran St.  
New Industrial Zone  
P.O. Box 5381, Netanya  
42506

**China**  
Beijing TedeA-Huntleigh  
No. 16 Hong Da Bei Lu  
Da Xing County, Beijing  
Economic & Technology  
Development Area,  
Beijing 100176

**Germany**  
TedeA-Huntleigh  
GmbH.  
Mumlingweg 18  
D-64297  
Darmstadt-  
Eberstadt

**France**  
SEEA sa  
16 Rue Francis  
Vovelle  
28000 Chartres  
France

THE

# Model 1004

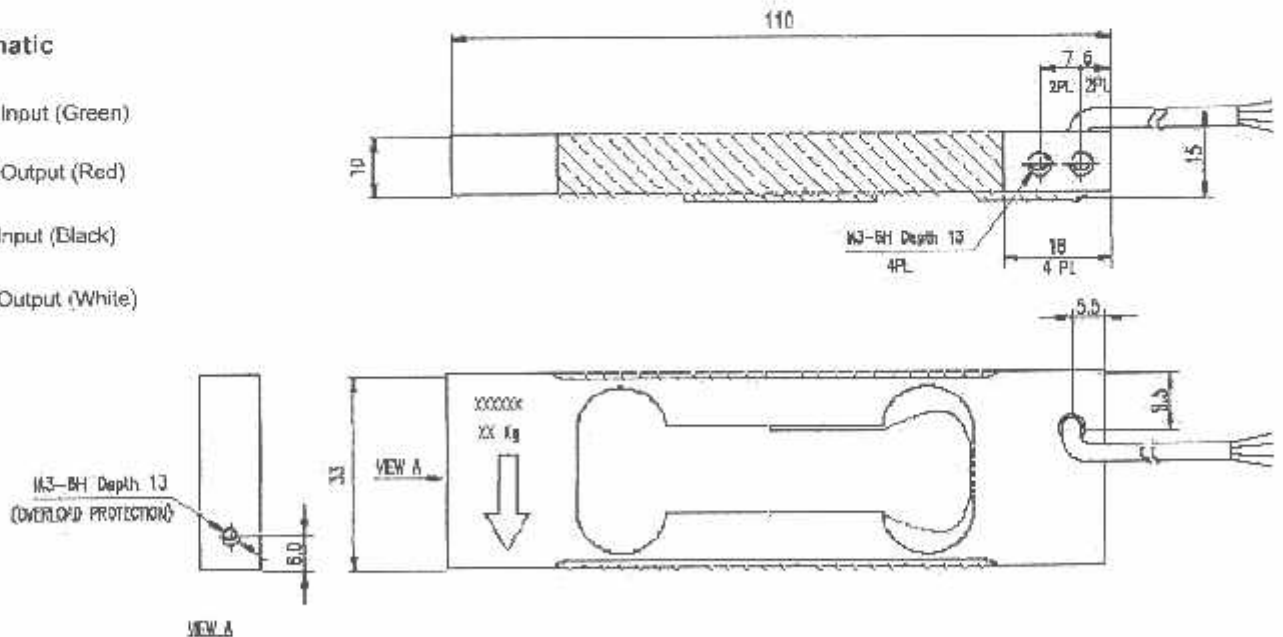
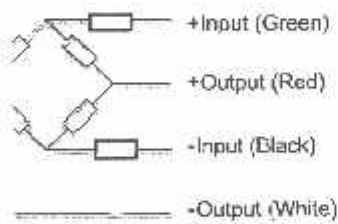
# Single Point Load Cells

GRADE	JW	UNITS
Rated Capacity	0.3, 0.6, 1.5, 3	kg
Rated Output	0.9 ±0.1	mV/V
Rated Output Tolerance	0.1	± mV/V
Zero Balance	0.04	± mV/V
Total Error (at constant room temperature)	0.0067	±% of Rated Output
Zero Return (creep) in 2 minutes	0.0033	±% of Applied Load
Temperature Effect: On Zero	0.004	±% of Rated Output/°C
Temperature Effect: On Output	0.002	±% of Applied Load/°C
Eccentric loading error	0.0033	±% of Load / cm
Maximum recommended platform size	20 by 20	cm
Temperature Effect: Compensated	+5 to +45	°C
Temperature Effect: Safe	-30 to +70	°C
Maximum Safe Static Overload (central loading)	150	% of Rated Capacity
Ultimate Static Overload (central loading)	250	% of Rated Capacity
Excitation: Recommended	10	VAC or VDC rms
Excitation: Maximum	15	VAC or VDC rms
Input Impedance	415 ± 20	Ohms
Output Impedance	350 ± 3	Ohms
Insulation Resistance	>2000	MegaOhms
Deflection of Rated Capacity (Central Loading)	<0.4	mm
Cable Length	0.4	m
Weight (nominal)	0.06	kg
Cable Type	0.4 m, 4-wire, 28 AWG, spiral shield, PVC jacket	
Color Code	+exc-gm, +sig-red -exc-blk, -sig-wht	
Construction	Aluminum	
Platform Size	200 x 200	
Compensation Circuit Type	Balanced	
Environmental Protection	IP66	
Outline Dimension Drawings	273.000.00-3	

Recommended bolt fixing torque L 1.4nm (1.0 lbf.ft)

Outline Dimensions All Capacities (in mm)

### Wiring Schematic



# LM741 Operational Amplifier

## General Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications. The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and

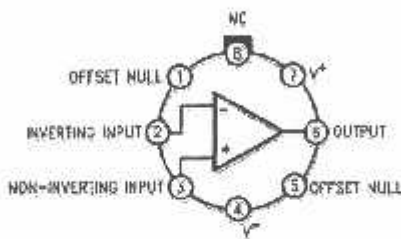
output, no latch-up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C is identical to the LM741/LM741A except that the LM741C has their performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.

## Features

## Connection Diagrams

**Metal Can Package**

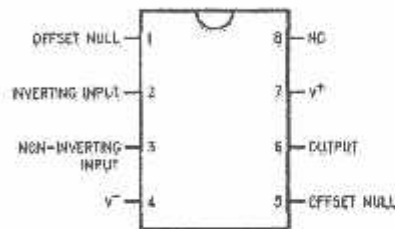


0094102

Note 1: LM741H is available per JM38510/10104

**Order Number LM741H, LM741H/883 (Note 1),  
LM741AH/883 or LM741CH  
See NS Package Number H08C**

**Dual-In-Line or S.O. Package**



0094107

**Order Number LM741J, LM741J/883, LM741CN  
See NS Package Number J08A, M08A or N08E**

**Ceramic Flatpak**

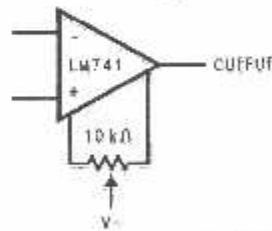


0094106

**Order Number LM741W/883  
See NS Package Number W10A**

## Typical Application

**Offset Nulling Circuit**



0094107

## Absolute Maximum Ratings (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

(Note 7)

	LM741A	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 3)	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 4)	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	-55°C to +125°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Junction Temperature	150°C	150°C	100°C
Soldering Information			
N-Package (10 seconds)	260°C	260°C	260°C
J- or H-Package (10 seconds)	300°C	300°C	300°C
M-Package			
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	215°C	215°C	215°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.			
ESD Tolerance (Note 8)	400V	400V	400V

## Electrical Characteristics (Note 5)

Parameter	Conditions	LM741A			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$					1.0	5.0		2.0	6.0	mV
	$R_B \leq 10\text{ k}\Omega$		0.8	3.0							mV
	$R_S \leq 50\Omega$										
Average Input Offset Voltage Drift	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			4.0						7.5	mV
	$R_B \leq 50\Omega$						6.0				mV
	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$			15							$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	±10				±15			±15		mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			70		85	500			300	nA
Average Input Offset Current Drift				0.5							$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			0.210			1.5			0.8	$\mu\text{A}$
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		M $\Omega$
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}, V_S = \pm 20\text{V}$	0.5									M $\Omega$
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$							±12	±13		V
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$					±12	±13				V



## Electrical Characteristics (Note 5) (Continued)

Parameter	Conditions	LM741A			LM741			LM741C			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_S = \pm 20\text{V}$ , $V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$ , $V_O = \pm 10\text{V}$	50						20	200		V/mV V/mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ , $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ , $V_S = \pm 20\text{V}$ , $V_O = \pm 15\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$ , $V_O = \pm 10\text{V}$	32			25			15			V/mV V/mV V/mV
	$V_S = \pm 5\text{V}$ , $V_O = \pm 2\text{V}$	10									V/mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 20\text{V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	$\pm 16$ $\pm 15$									V V
	$V_S = \pm 15\text{V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$				$\pm 12$ $\pm 10$	$\pm 14$ $\pm 13$		$\pm 12$ $\pm 10$	$\pm 14$ $\pm 13$		V V
Output Short Circuit Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$	10	25	35		35		25			mA mA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	10		40							
Common-Mode Rejection Ratio	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_G \leq 10\text{ k}\Omega$ , $V_{CM} = \pm 12\text{V}$ $R_G \leq 50\Omega$ , $V_{CM} = \pm 12\text{V}$				70	90		70	90		dB dB
Supply Voltage Rejection Ratio	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ , $V_S = \pm 20\text{V}$ to $V_S = \pm 5\text{V}$ $R_S \leq 50\Omega$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	86	96								dB dB
					77	96		77	96		
Transient Response	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Unity Gain	Rise Time		0.25	0.8		0.3		0.3		$\mu\text{s}$
		Overshoot		6.0	20		5		5		%
Bandwidth (Note 6)	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.437	1.5								MHz
Slew Rate	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Unity Gain	0.3	0.7			0.5			0.5		V/ $\mu\text{s}$
Supply Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$					1.7	2.8		1.7	2.8	mA
Power Consumption	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 20\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$		80	150							mW mW
	$V_S = \pm 20\text{V}$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$										mW mW
LM741	$V_S = \pm 15\text{V}$ $T_A = T_{AMIN}$ $T_A = T_{AMAX}$					60 45	100 75				mW mW

Note 2: "Absolute Maximum Ratings" indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits.

## Electrical Characteristics (Note 5) (Continued)

**Note 3:** For operation at elevated temperatures, these devices must be derated based on thermal resistance, and  $T_j$  max. (listed under "Absolute Maximum Ratings").  $T_j = T_A + (\theta_A P_D)$ .

Thermal Resistance	Cardip (J)	DIP (N)	HO8 (H)	SO-8 (M)
$\theta_{JA}$ (Junction to Ambient)	100°C/W	100°C/W	170°C/W	185°C/W
$\theta_{JC}$ (Junction to Case)	N/A	N/A	25°C/W	N/A

**Note 4:** For supply voltages less than  $\pm 15V$ , the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

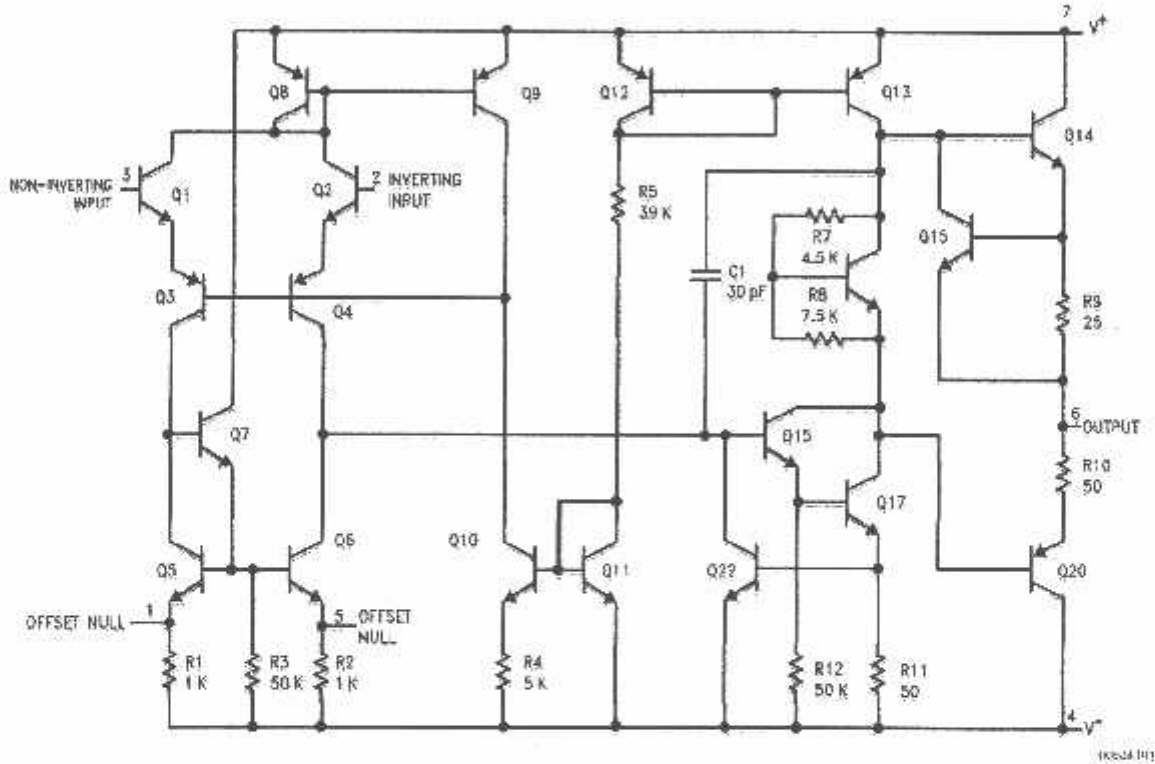
**Note 5:** Unless otherwise specified, these specifications apply for  $V_S = \pm 15V$ ,  $+55^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$  (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to  $0^\circ C \leq T_A \leq +70^\circ C$ .

**Note 6:** Calculated value from:  $BW$  (MHz) =  $0.35/\text{Rise Time}(\mu s)$ .

**Note 7:** For military applications see RETS741X for LM741 and RETS741AX for LM741A.

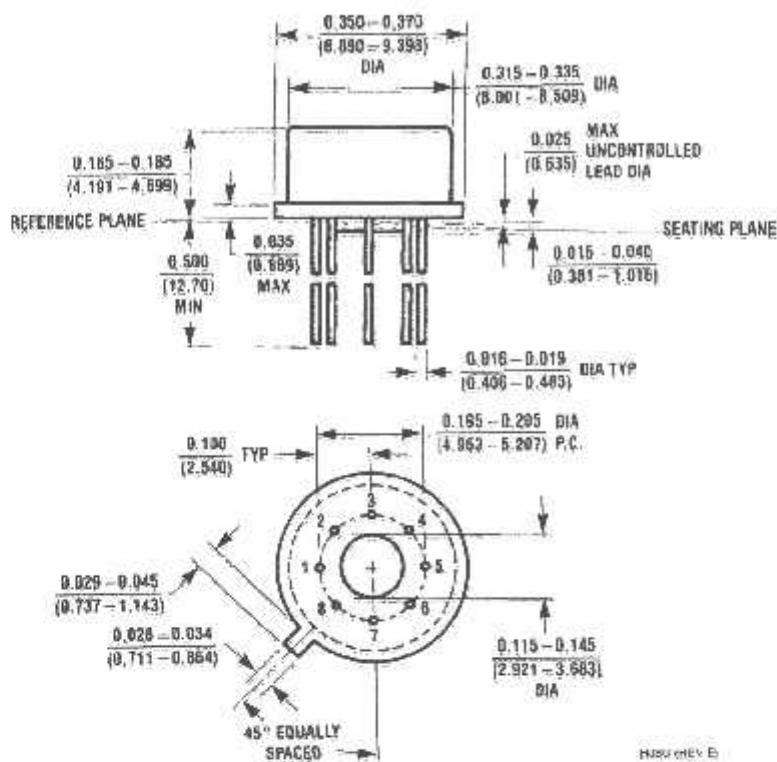
**Note 8:** Human body model, 1.5 k $\Omega$  in series with 100 pF.

## Schematic Diagram



# Physical Dimensions

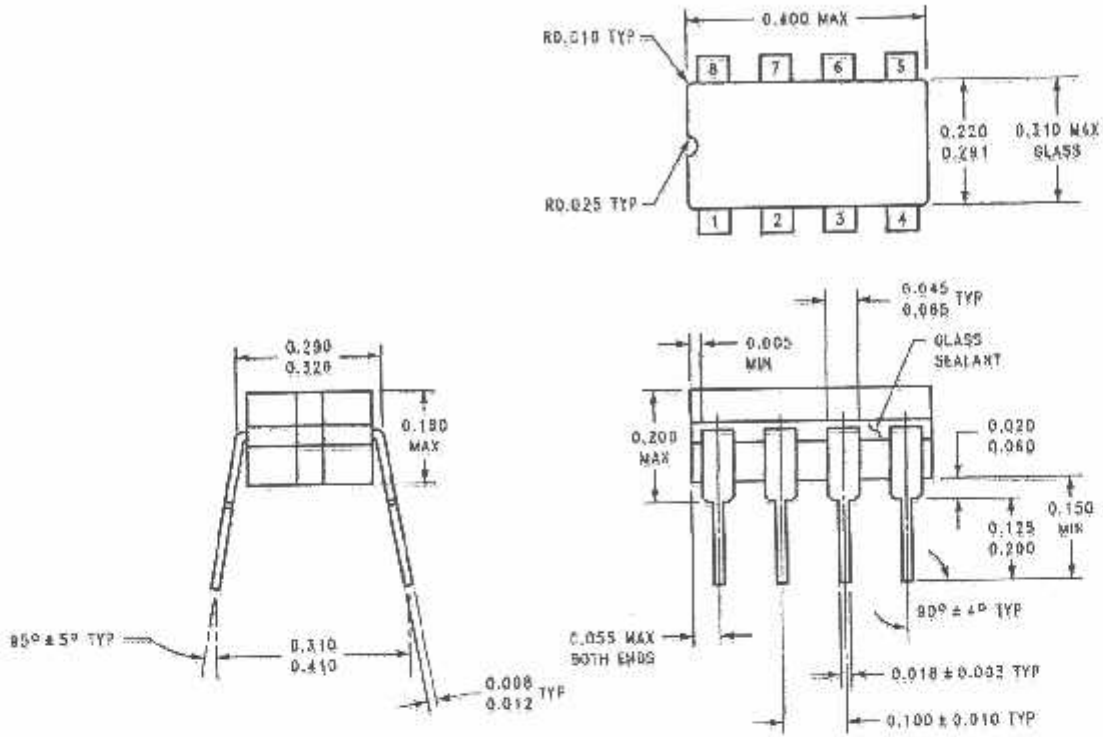
inches (millimeters)  
unless otherwise noted



Metal Can Package (H)  
Order Number LM741H, LM741H/883, LM741AH/883, LM741AH-MIL or LM741CH  
NS Package Number H08C

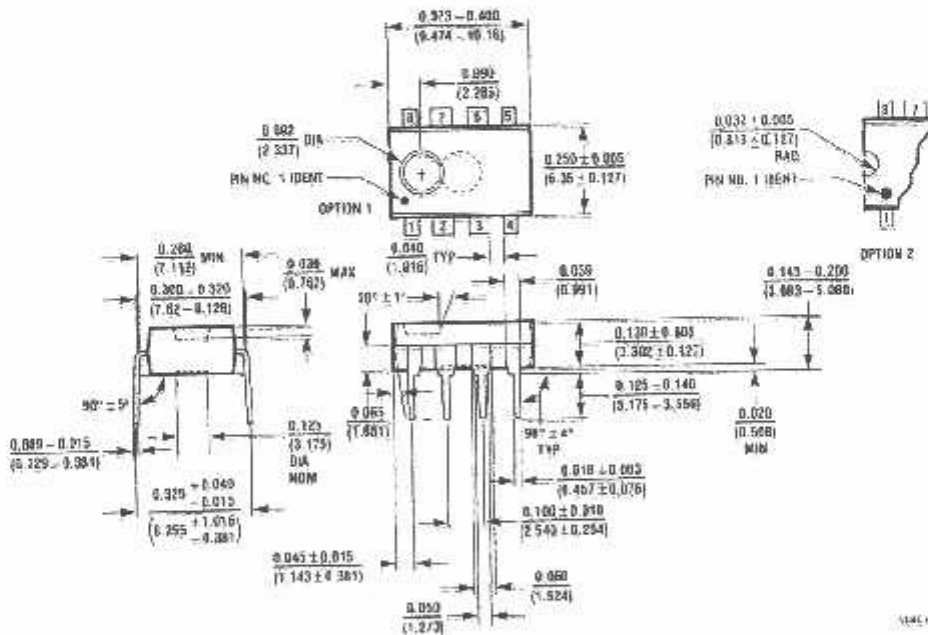
# Physical Dimensions

inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



1043 (REV. A)

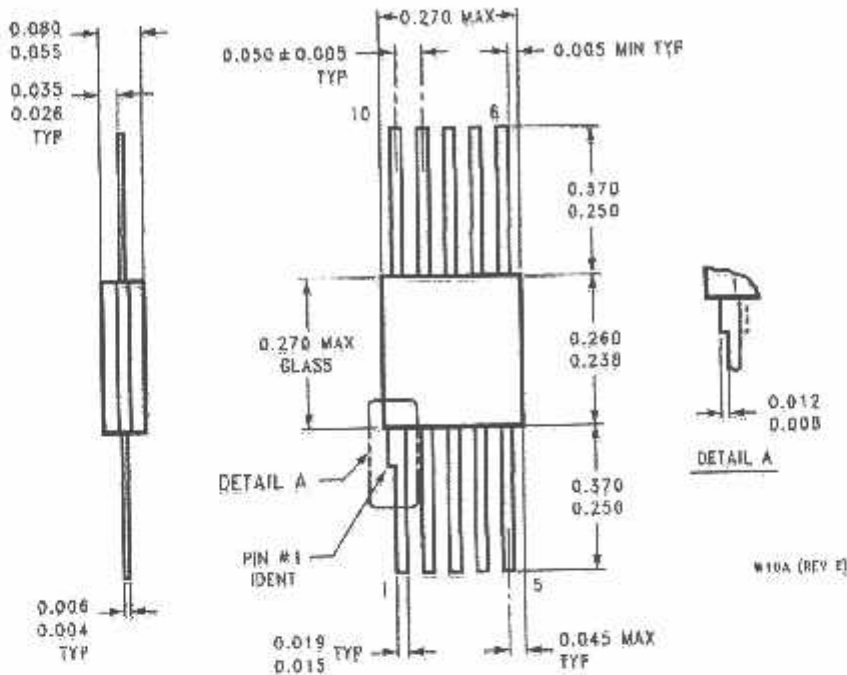
**Ceramic Dual-In-Line Package (J)**  
**Order Number LM741J/883**  
**NS Package Number J08A**



1044 (REV. F)

**Dual-In-Line Package (N)**  
**Order Number LM741CN**  
**NS Package Number N08E**

## Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



10-Lead Ceramic Flatpak (W)  
 Order Number LM741W/883, LM741WG-MPR or LM741WG/883  
 NS Package Number W10A

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.  
 For the most current product information visit us at [www.national.com](http://www.national.com).

## LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

## BANNED SUBSTANCE COMPLIANCE

National Semiconductor certifies that the products and packing materials meet the provisions of the Customer Products Stewardship Specification (CSP-9-111C2) and the Banned Substances and Materials of Interest Specification (CSP-9-111S2) and contain no "Banned Substances" as defined in CSP-9-111S2.

 National Semiconductor  
 Americas Customer  
 Support Center  
 Email: [nsw.feedback@nsc.com](mailto:nsw.feedback@nsc.com)  
 Tel: 1-800-272-6059

National Semiconductor  
 Europe Customer Support Center  
 Fax: +49 (0) 180-530 85 86  
 Email: [europa.support@nsc.com](mailto:europa.support@nsc.com)  
 Deutsch: Tel: +49 (0) 69 9509 6206  
 English: Tel: +44 (0) 870 24 0 2171  
 Français: Tel: +33 (0) 1 41 91 8799

National Semiconductor  
 Asia Pacific Customer  
 Support Center  
 Email: [ap.support@nsc.com](mailto:ap.support@nsc.com)

National Semiconductor  
 Japan Customer Support Center  
 Fax: 81-3-5639-7507  
 Email: [jpn.feedback@nsc.com](mailto:jpn.feedback@nsc.com)  
 Tel: 81-3-5639-7560

[www.national.com](http://www.national.com)

### FEATURES

- Real time clock counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap year compensation valid up to 2100
- 56 byte nonvolatile RAM for data storage
- 2-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500 nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Recognized by Underwriters Laboratory

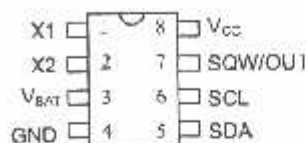
### ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP
DS1307Z	8-Pin SOIC (150 mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

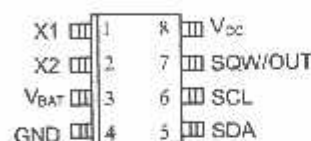
### DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real Time Clock is a low power, full BCD clock/calendar plus 56 bytes of nonvolatile SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with less than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit which detects power failures and automatically switches to the battery supply.

### PIN ASSIGNMENT



DS1307 8-Pin DIP (300 mil)



DS1307Z 8-Pin SOIC (150 mil)

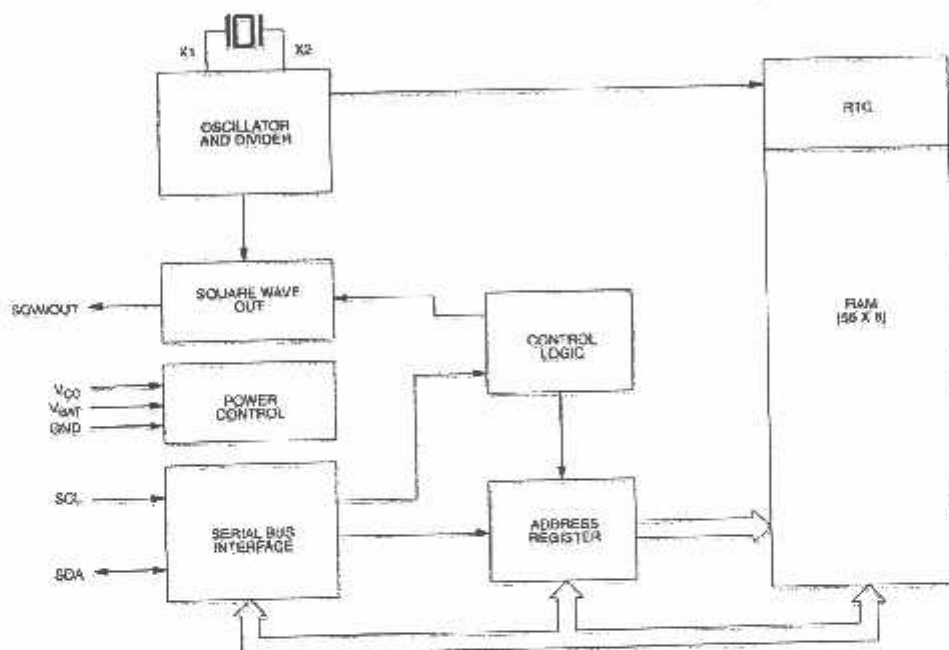
### PIN DESCRIPTION

V <sub>CC</sub>	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768 kHz Crystal Connection
V <sub>BAT</sub>	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square wave/Output Driver

## OPERATION

The DS1307 operates as a slave device on the serial bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When  $V_{CC}$  falls below  $1.25 \times V_{BAT}$  the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out of tolerance system. When  $V_{CC}$  falls below  $V_{BAT}$  the device switches into a low current battery backup mode. Upon power up, the device switches from battery to  $V_{CC}$  when  $V_{CC}$  is greater than  $V_{BAT} + 0.2V$  and recognizes inputs when  $V_{CC}$  is greater than  $1.25 \times V_{BAT}$ . The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the Serial Real Time Clock.

## DS1307 BLOCK DIAGRAM Figure 1



## SIGNAL DESCRIPTIONS

**$V_{CC}$ , GND** - DC power is provided to the device on these pins.  $V_{CC}$  is the +5 volt input. When 5 volts is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a 3-volt battery is connected to the device and  $V_{CC}$  is below  $1.25 \times V_{BAT}$ , reads and writes are inhibited. However, the Timekeeping function continues unaffected by the lower power supply (nominal 3.0V DC) at  $V_{BAT}$ . The RAM and timekeeper are switched over to the external power supply (nominal 3.0V DC) at  $V_{BAT}$ .

**$V_{BAT}$**  - Battery input for any standard 3-volt lithium cell or other energy source. Battery voltage must be held between 2.0 and 3.5 volts for proper operation. The nominal write protect trip point voltage at which access to the real time clock and user RAM is denied is set by the internal circuitry as  $1.25 \times V_{BAT}$  nominal. A lithium battery with 48 mAh or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at 25 degrees C.

**SCL (Serial Clock Input)** - SCL is used to synchronize data movement on the serial interface.

**SDA (Serial Data Input/Output)** - SDA is the input/output pin for the 2-wire serial interface. The SDA pin is open drain which requires an external pullup resistor.

**SQW/OUT (Square Wave/ Output Driver)** - When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square wave frequencies (1 Hz, 4 kHz, 8 kHz, 32 kHz). The SQW/OUT pin is open drain which requires an external pullup resistor. SQW/OUT will operate with either Vcc or Vbat applied.

**X1, X2** - Connections for a standard 32.768 kHz quartz crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (CL) of 12.5 pF.

For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real Time Clocks." The DS1307 can also be driven by an external 32.768 kHz oscillator. In this configuration, the X1 pin is connected to the external oscillator signal and the X2 pin is floated.

Please review Application Note 95, "Interfacing the DS1307 with a 8051-Compatible Microcontroller" for additional information.

## RTC AND RAM ADDRESS MAP

The address map for the RTC and RAM registers of the DS1307 is shown in Figure 2. The real time clock registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multi-byte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

### DS1307 ADDRESS MAP Figure 2

00H	SECONDS
	MINUTES
	HOURS
	DAY
	DATE
	MONTH
	YEAR
07H	CONTROL
08H	RAM
3FH	56 x 8

## CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. The real time clock registers are illustrated in Figure 3. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the Binary-Coded Decimal (BCD) format. Bit 7 of Register 0 is the Clock Halt (CH) bit. When this bit is set to a 1, the oscillator is disabled. When cleared to a 0, the oscillator is enabled.

**Please note that the initial power on state of all registers is not defined. Therefore it is important to enable the oscillator (CH bit=0) during initial configuration.**

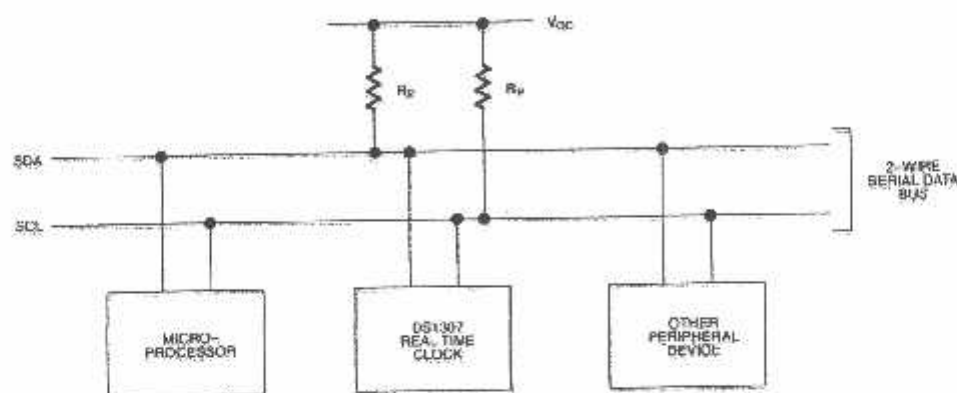




## 2-WIRE SERIAL DATA BUS

The DS1307 supports a bi-directional 2-wire bus and data transmission protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The device that controls the message is called a master. The devices that are controlled by the master are referred to as slaves. The bus must be controlled by a master device which generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307 operates as a slave on the 2-wire bus. A typical bus configuration using this 2-wire protocol is shown in Figure 4.

### TYPICAL 2-WIRE BUS CONFIGURATION Figure 4



Figures 5, 6, and 7 detail how data is transferred on the 2-wire bus.

- Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is HIGH. Changes in the data line while the clock line is high will be interpreted as control signals.

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

**Bus not busy:** Both data and clock lines remain HIGH.

**Start data transfer:** A change in the state of the data line, from HIGH to LOW, while the clock is HIGH, defines a START condition.

**Stop data transfer:** A change in the state of the data line, from LOW to HIGH, while the clock line is HIGH, defines the STOP condition.

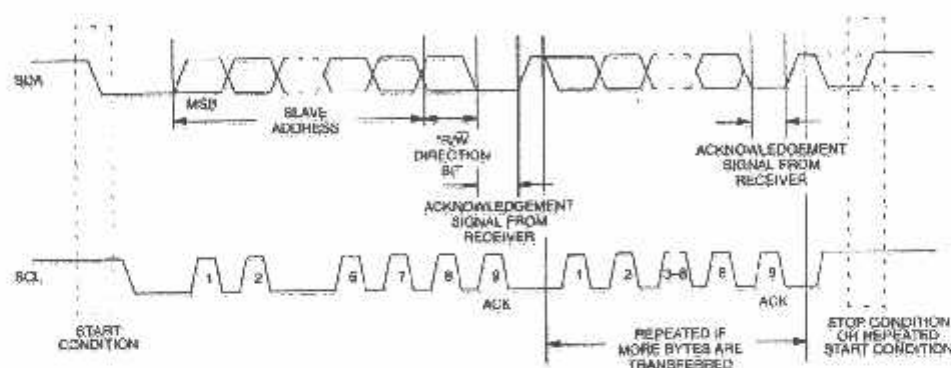
**Data valid:** The state of the data line represents valid data when, after a START condition, the data line is stable for the duration of the HIGH period of the clock signal. The data on the line must be changed during the LOW period of the clock signal. There is one clock pulse per bit of data.

Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between START and STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte-wise and each receiver acknowledges with a ninth bit. Within the 2-wire bus specifications a regular mode (100 kHz clock rate) and a fast mode (400 kHz clock rate) are defined. The DS1307 operates in the regular mode (100 kHz) only.

**Acknowledge:** Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an acknowledge after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this acknowledge bit.

A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. A master must signal an end of data to the slave by not generating an acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave must leave the data line HIGH to enable the master to generate the STOP condition.

## DATA TRANSFER ON 2-WIRE SERIAL BUS Figure 5



Depending upon the state of the  $\overline{R/\overline{W}}$  bit, two types of data transfer are possible:

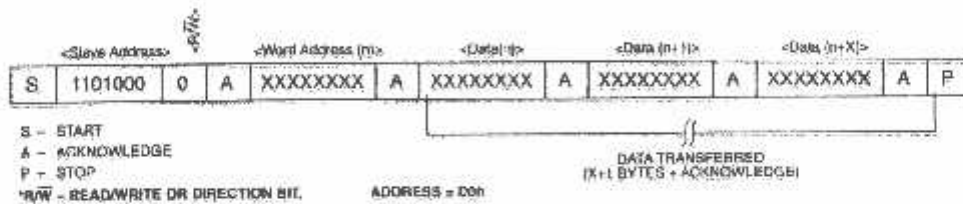
1. **Data transfer from a master transmitter to a slave receiver.** The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.
2. **Data transfer from a slave transmitter to a master receiver.** The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a 'not acknowledge' is returned.

The master device generates all of the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

The DS1307 may operate in the following two modes:

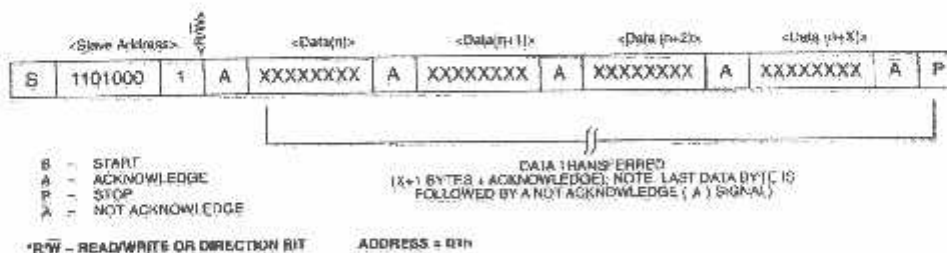
1. **Slave receiver mode (DS1307 write mode):** Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Address recognition is performed by hardware after reception of the slave address and \*direction bit (See Figure 6). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the \*direction bit ( $R/\bar{W}$ ) which, for a write, is a 0. After receiving and decoding the address byte the device outputs an acknowledge on the SDA line. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a register address to the DS1307. This will set the register pointer on the DS1307. The master will then begin transmitting each byte of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The master will generate a stop condition to terminate the data write.

## DATA WRITE - SLAVE RECEIVER MODE Figure 6



2. **Slave transmitter mode (DS1307 read mode):** The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the \*direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. Serial data is transmitted on SDA by the DS1307 while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (See Figure 7). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the \*direction bit ( $R/\bar{W}$ ) which, for a read, is a 1. After receiving and decoding the address byte the device inputs an acknowledge on the SDA line. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The DS1307 must receive a Not Acknowledge to end a read.

## DATA READ - SLAVE TRANSMITTER MODE Figure 7



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS\***

Voltage on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +7.0V
Operating Temperature	0°C to 70°C (-40°C to 85°C for industrial)
Storage Temperature	-55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds DIP See JPC/JEDEC Standard J-STD-020A for Surface Mount Devices

\* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

**RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS**

(0°C to 70°C or -40°C to +85°C)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>	4.5	5.0	5.5	V	1
Logic 1	V <sub>IH</sub>	2.2		V <sub>CC</sub> +0.3	V	1
Logic 0	V <sub>IL</sub>	-0.3		+0.8	V	1
V <sub>BAT</sub> Battery Voltage	V <sub>BAT</sub>	2.0		3.5	V	1

**DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS**(0°C to 70°C or -40°C to +85°C; V<sub>CC</sub>=4.5V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage	I <sub>LI</sub>			1	μA	10
I/O Leakage	I <sub>LO</sub>			1	μA	11
Logic 0 Output	V <sub>OL</sub>			0.4	V	2
Active Supply Current	I <sub>CCA</sub>			1.5	mA	9
Standby Current	I <sub>CCS</sub>			200	μA	3
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I <sub>BAT1</sub>		300	500	nA	4
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32 kHz)	I <sub>BAT2</sub>		480	800	nA	4

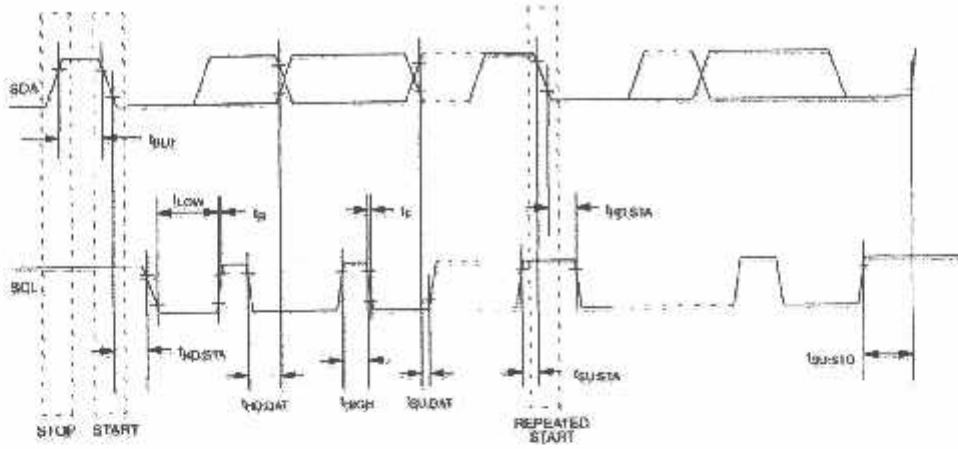
**AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS**(0°C to 70°C or -40°C to +85°C;  $V_{CC}=4.5V$  to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
SCL Clock Frequency	$f_{SCL}$	0		100	kHz	
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	$t_{BUF}$	4.7			$\mu s$	
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	4.0			$\mu s$	5
LOW Period of SCL Clock	$t_{LOW}$	4.7			$\mu s$	
HIGH Period of SCL Clock	$t_{HIGH}$	4.0			$\mu s$	
Set-up Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$	4.7			$\mu s$	
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$	0			$\mu s$	6, 7
Data Set-up Time	$t_{SU:DAT}$	250			ns	
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	$t_R$			1000	ns	
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	$t_F$			300	ns	
Set-up Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$	4.7			$\mu s$	
Capacitive Load for each Bus Line	$C_B$			400	pF	8
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Specified Load Capacitance			12.5		pF	

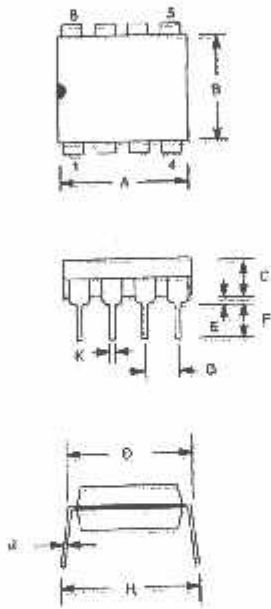
**NOTES:**

- All voltages are referenced to ground.
- Logic zero voltages are specified at a sink current of 5 mA at  $V_{CC}=4.5V$ ,  $V_{OL}=GND$  for capacitive loads.
- $I_{CCS}$  specified with  $V_{CC}=5.0V$  and SDA, SCL=5.0V.
- $V_{CC}=0V$ ,  $V_{BAT}=3V$ .
- After this period, the first clock pulse is generated.
- A device must internally provide a hold time of at least 300 ns for the SDA signal (referred to the  $V_{IHMIN}$  of the SCL signal) in order to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.
- The maximum  $t_{HD:DAT}$  has only to be met if the device does not stretch the LOW period ( $t_{LOW}$ ) of the SCL signal.
- $C_B$  - total capacitance of one bus line in pF.
- $I_{CCA}$  - SCL clocking at max frequency = 100 kHz.
- SCL only.
- SDA and SQW/OUT

**TIMING DIAGRAM Figure 8**



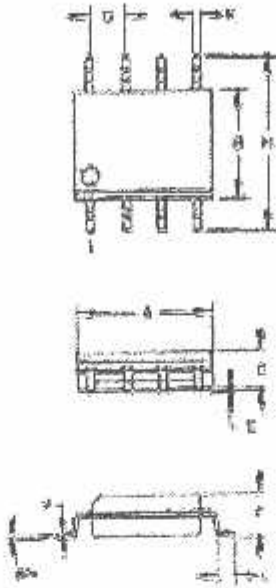
**DS1307 64 X 8 SERIAL REAL TIME CLOCK  
8-PIN DIP MECHANICAL DIMENSIONS**



PKG	8-PIN	
	MIN	MAX
A IN.	0.360	0.400
MM	9.14	10.16
B IN.	0.240	0.260
MM	6.10	6.60
C IN.	0.120	0.140
MM	3.05	3.56
D IN.	0.300	0.325
MM	7.62	8.26
E IN.	0.015	0.040
MM	0.38	1.02
F IN.	0.120	0.140
MM	3.04	3.56
G IN.	0.090	0.110
MM	2.29	2.79
H IN.	0.320	0.370
MM	8.13	9.40
J IN.	0.008	0.012
MM	0.20	0.30
K IN.	0.015	0.021
MM	0.38	0.53

# DS1307Z 64 X 8 SERIAL REAL TIME CLOCK

## 8-PIN SOIC (150-MIL) MECHANICAL DIMENSIONS



PKG DIM	8-PIN (150 MIL)	
	MIN	MAX
A IN. MM	0.188 4.78	0.196 4.96
B IN. MM	0.150 3.81	0.158 4.01
C IN. MM	0.048 1.22	0.062 1.57
E IN. MM	0.004 0.10	0.010 0.25
F IN. MM	0.053 1.35	0.069 1.75
G IN. MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN. MM	0.230 5.84	0.244 6.20
J IN. MM	0.007 0.18	0.011 0.28
K IN. MM	0.012 0.30	0.020 0.51
L IN. MM	0.016 0.41	0.050 1.27
phi	0°	8°

56-G2008-001



## Features

### High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller

#### Advanced RISC Architecture

- 130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
- 32 x 8 General Purpose Working Registers
- Fully Static Operation
- Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
- On-chip 2-cycle Multiplier

#### Nonvolatile Program and Data Memories

- 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash  
Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
- Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits  
In-System Programming by On-chip Boot Program  
True Read-While-Write Operation
- 512 Bytes EEPROM  
Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 512 Bytes Internal SRAM
- Programming Lock for Software Security

#### Peripheral Features

- Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
- One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
- Real Time Counter with Separate Oscillator
- Four PWM Channels
- 8-channel, 10-bit ADC  
8 Single-ended Channels  
7 Differential Channels for TQFP Package Only  
2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x for TQFP Package Only
- Byte-oriented Two-wire Serial Interface
- Programmable Serial USART
- Master/Slave SPI Serial Interface
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- On-chip Analog Comparator

#### Special Microcontroller Features

- Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
- Internal Calibrated RC Oscillator
- External and Internal Interrupt Sources
- Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby

#### I/O and Packages

- 32 Programmable I/O Lines
- 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad QFN/MLF

#### Operating Voltages

- 2.7 - 5.5V for ATmega8535L
- 4.5 - 5.5V for ATmega8535

#### Speed Grades

- 0 - 8 MHz for ATmega8535L
- 0 - 16 MHz for ATmega8535



## 8-bit AVR® Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash

ATmega8535  
ATmega8535L

## Summary

2502KS-AVR-10/06

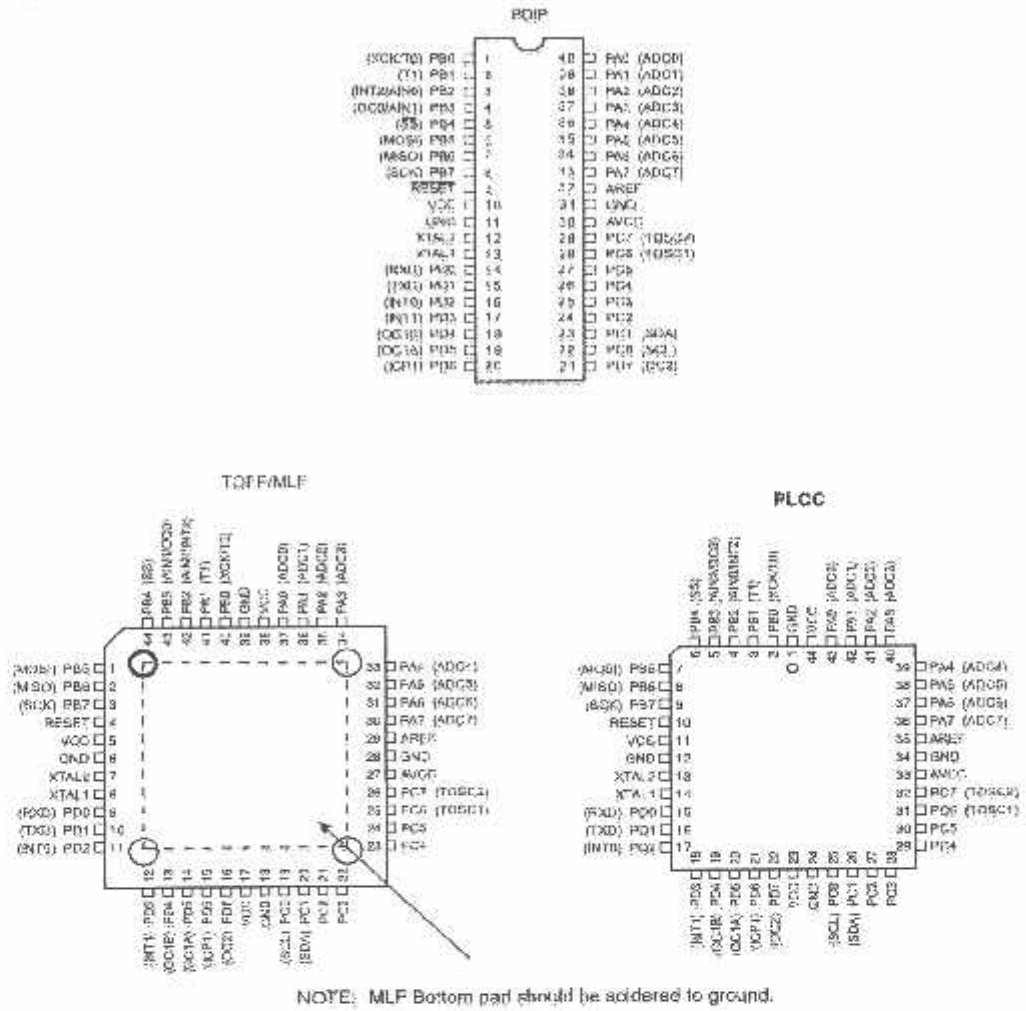


Note: This is a summary document. A complete document is available on our Web site at [www.atmel.com](http://www.atmel.com).



# in Configurations

Figure 1. Pinout ATmega8535



NOTE: MLF Bottom part should be soldered to ground.

## Disclaimer

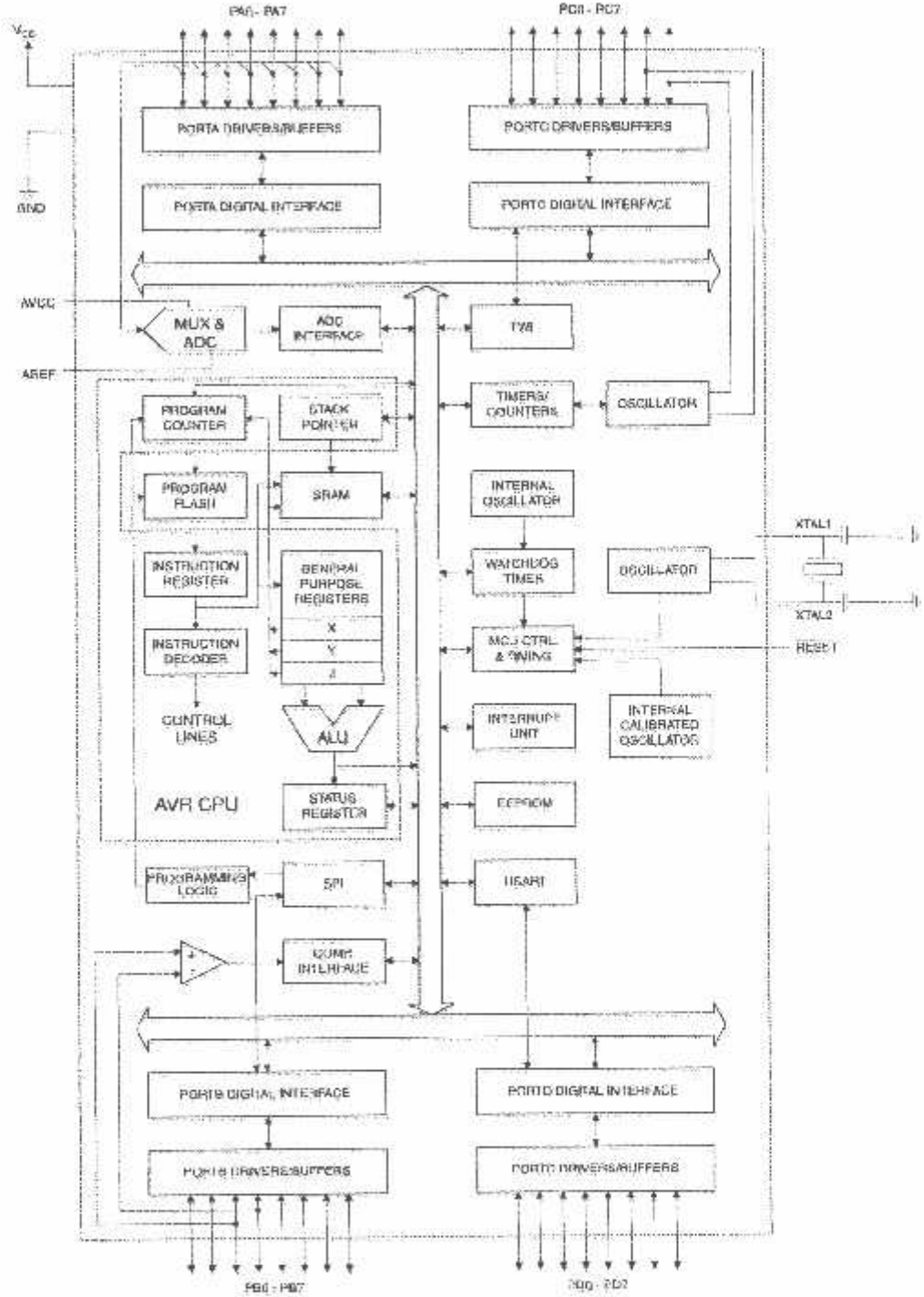
Typical values contained in this data sheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

## overview

The ATmega8535 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing instructions in a single clock cycle, the ATmega8535 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

## Block Diagram

Figure 2. Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega8535 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 512 bytes SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain in TQFP package, a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the asynchronous timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed In-System through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega8535 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega8535 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, In-Circuit Emulators, and evaluation kits.

### AT90S8535 Compatibility

The ATmega8535 provides all the features of the AT90S8535. In addition, several new features are added. The ATmega8535 is backward compatible with AT90S8535 in most cases. However, some incompatibilities between the two microcontrollers exist. To solve this problem, an AT90S8535 compatibility mode can be selected by programming the S8535C fuse. ATmega8535 is pin compatible with AT90S8535, and can replace the AT90S8535 on current Printed Circuit Boards. However, the location of fuse bits and the electrical characteristics differs between the two devices.

### AT90S8535 Compatibility

Programming the S8535C fuse will change the following functionality:

- The timed sequence for changing the Watchdog Time-out period is disabled. See "Timed Sequences for Changing the Configuration of the Watchdog Timer" on page 45 for details.
- The double buffering of the USART Receive Register is disabled. See "AVR USART vs. AVR UART – Compatibility" on page 146 for details.

## ATmega8535(L)

2502KS-AVR-10/06

## Pin Descriptions

<b>V<sub>CC</sub></b>	Digital supply voltage.
<b>ID</b>	Ground.
<b>Port A (PA7..PA0)</b>	<p>Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.</p> <p>Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
<b>Port B (PB7..PB0)</b>	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega8535 as listed on page 60.</p>
<b>Port C (PC7..PC0)</b>	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
<b>Port D (PD7..PD0)</b>	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega8535 as listed on page 64.</p>
<b><math>\overline{\text{RESET}}</math></b>	Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 37. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.
<b>L1</b>	Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
<b>L2</b>	Output from the inverting Oscillator amplifier.
<b>V<sub>CC</sub></b>	AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V <sub>CC</sub> , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V <sub>CC</sub> through a low-pass filter.
<b>AREF</b>	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.





## resources

A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

**ATmega8535(L)**

2502KS-AVR-10/06

---

**out Code  
amples**

This documentation contains simple code examples that briefly show how to use various parts of the device. These code examples assume that the part specific header file is included before compilation. Be aware that not all C compiler vendors include bit definitions in the header files and interrupt handling in C is compiler dependent. Please confirm with the C Compiler documentation for more details.





## Register Summary

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
x3F (0x3F)	SRRFG	I	T	H	S	V	N	Z	C	10
x3E (0x3E)	SPH	-	-	-	-	-	-	SP9	SP8	12
x3D (0x3D)	SPL	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0	12
x3C (0x3C)	OCR0	Timer/Counter0 Output Compare Register								85
x3B (0x3B)	GICR	INT1	INT0	INT2	-	-	-	IVSEL	IVCE	49, 69
x3A (0x3A)	GIFR	INTF1	INTF0	INTF2	-	-	-	-	-	76
x39 (0x39)	TIMSK	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	85, 116, 133
x38 (0x38)	TIFR	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0	85, 116, 134
x37 (0x37)	SPMCR	SPMIE	RWWSB	-	HWWSRE	BLBSE	P3WRT	P3ERS	SPMEN	228
x36 (0x36)	TWCR	TWINT	TWEA	TWSTA	TWSTO	TWVC	TWEN	-	TWIE	181
x35 (0x35)	MCUCR	SM2	SE	SM1	SM0	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00	82, 86
x34 (0x34)	MCUCSR	-	ISC2	-	-	WDRF	BORF	EXTRF	PORF	40, 68
x33 (0x33)	TCCR0	FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00	83
x32 (0x32)	TCNT0	Timer/Counter0 (8 Bits)								85
x31 (0x31)	OSCCAL	Oscillator Calibration Register								80
x30 (0x30)	SFIOR	ADTS2	ADTS1	ADTS0	-	ADSC	PUD	PSR2	P5RI0	69, 88, 135, 233, 234
x2F (0x2F)	TCCR1A	COM1A	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	110
x2E (0x2E)	TCCR1B	ICNC1	ICES1	-	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	113
x2D (0x2D)	TCNT1H	Timer/Counter1 - Counter Register High Byte								114
x2C (0x2C)	TCNT1L	Timer/Counter1 - Counter Register Low Byte								114
x2B (0x2B)	OCR1AH	Timer/Counter1 - Output Compare Register A High Byte								114
x2A (0x2A)	OCR1AL	Timer/Counter1 - Output Compare Register A Low Byte								114
x29 (0x29)	OCR1BH	Timer/Counter1 - Output Compare Register B High Byte								114
x28 (0x28)	OCR1BL	Timer/Counter1 - Output Compare Register B Low Byte								114
x27 (0x27)	ICR1H	Timer/Counter1 - Input Capture Register High Byte								114
x26 (0x26)	ICR1L	Timer/Counter1 - Input Capture Register Low Byte								114
x25 (0x25)	TCCR2	FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20	128
x24 (0x24)	TCNT2	Timer/Counter2 (8 Bits)								130
x23 (0x23)	OCR2	Timer/Counter2 Output Compare Register								131
x22 (0x22)	ASSR	-	-	-	-	AS2	TCN2UB	OCR2UB	TCR2UB	131
x21 (0x21)	WDTCR	-	-	-	WDCE	WDE	WDP2	WDP1	WDP0	42
x20 (0x20)	UBRRH	URSEL	-	-	-	-	UBRRH[1:8]			169
x1F (0x1F)	UCSRB	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCS21	UCS20	UCPOL	167
x1E (0x1E)	EEARH	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8	19
x1D (0x1D)	EEARL	EEPROM Address Register Low Byte								19
x1C (0x1C)	EEDR	EEPROM Data Register								19
x1B (0x1B)	EEDCR	-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EEWE	EEFE	19
x1A (0x1A)	PORTA	PORTA7	PORTA6	PORTA5	PORTA4	PORTA3	PORTA2	PORTA1	PORTA0	66
x19 (0x19)	DDRA	DDA7	DDA6	DDA5	DDA4	DDA3	DDA2	DDA1	DDA0	66
x18 (0x18)	PINA	PINA7	PINA6	PINA5	PINA4	PINA3	PINA2	PINA1	PINA0	66
x17 (0x17)	PCRFB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	66
x16 (0x16)	DDRB	DRB7	DRB6	DRB5	DRB4	DRB3	DRB2	DRB1	DRB0	66
x15 (0x15)	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	67
x14 (0x14)	PCRTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	67
x13 (0x13)	DDRC	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	67
x12 (0x12)	PINC	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	67
x11 (0x11)	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	67
x10 (0x10)	DDRD	DDR7	DDR6	DDR5	DDR4	DDR3	DDR2	DDR1	DDR0	67
x0F (0x0F)	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	67
x0E (0x0E)	SPDR	SPI Data Register								143
x0D (0x0D)	SPSR	SPIF	WCOL	-	-	-	-	-	SPI2X	143
x0C (0x0C)	SPCR	SPIE	SPE	DORF	MSTR	CPOL	CPHA	SPRI	SPR0	141
x0B (0x0B)	UDR	USART I/O Data Register								164
x0A (0x0A)	UCSRA	RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	12X	MPCM	165
x09 (0x09)	UCSRB	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCS2	HXB8	TXB8	165
x08 (0x08)	UBRRL	USART Baud Rate Register Low Byte								169
x07 (0x07)	ACSH	ACD	ACBG	ACD	ACI	ACIE	ACIC	ACIS1	ACIS0	203
x06 (0x06)	ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	219
x05 (0x05)	ADCSRA	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	221
x04 (0x04)	ADCH	ADC Data Register High Byte								222
x03 (0x03)	ADCL	ADC Data Register Low Byte								222
x02 (0x02)	TWDR	Two-wire Serial Interface Data Register								183
x01 (0x01)	TWAR	TWA6	TWA5	TWA4	TWA3	TWA2	TWA1	TWA0	TWCFE	183
x00 (0x00)	TWSR	TWS7	TWS6	TWS5	TWS4	TWS3	-	TWPS1	TWPS0	183



## Register Summary (Continued)

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
0x00 (0x20)	TWBR	Two-wire Serial Interface Bit Rate Register								181

- es:
1. Refer to the USART description for details on how to access UBRRH and UCSRC.
  2. For compatibility with future devices, reserved bits should be written to zero if accessed. Reserved I/O memory addresses should never be written.
  3. Some of the status flags are cleared by writing a logical one to them. Note that the CBI and SBI instructions will operate on all bits in the I/O Register, writing a one back into any flag read as set, thus clearing the flag. The CBI and SBI instructions work with registers 0x00 to 0x1F only.



## Instruction Set Summary

Mnemonic	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
<b>ARITHMETIC AND LOGIC INSTRUCTIONS</b>					
D	Rd, Rr	Add two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	Z,C,N,V,H	1
C	Rd, Rr	Add with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	Z,C,N,V,H	1
ADW	Rd,K	Add Immediate to Word	$Rd \leftarrow Rd + K$	Z,C,N,V,S	2
S	Rd, Rr	Subtract two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	Z,C,N,V,H	1
SD	Rd, K	Subtract Constant from Register	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z,C,N,V,H	1
CS	Rd, Rr	Subtract with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	Z,C,N,V,H	1
CSL	Rd, K	Subtract with Carry Constant from Reg.	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	Z,C,N,V,H	1
ADW	Rd,K	Subtract Immediate from Word	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z,C,N,V,S	2
AND	Rd, Rr	Logical AND Registers	$Rd \leftarrow Rd \& Rr$	Z,N,V	1
ANDC	Rd, K	Logical AND Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \& K$	Z,N,V	1
OR	Rd, Rr	Logical OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	Z,N,V	1
ORC	Rd, K	Logical OR Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
XOR	Rd, Rr	Exclusive OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	Z,N,V	1
COM	Rd	One's Complement	$Rd \leftarrow 0xFF - Rd$	Z,C,N,V	1
INC	Rd	Two's Complement	$Rd \leftarrow 0x00 - Rd$	Z,C,N,V,H	1
SET	Rd,K	Set Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
CLR	Rd,K	Clear Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \& (\sim K)$	Z,N,V	1
INC	Rd	Increment	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z,N,V	1
DEC	Rd	Decrement	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z,N,V	1
TEST	Rd	Test for Zero or Minus	$Rd \leftarrow Rd \& Rd$	Z,N,V	1
CLR	Rd	Clear Register	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rd$	Z,N,V	1
SET	Rd	Set Register	$Rd \leftarrow 0xFF$	None	1
MUL	Rd, Rr	Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
S	Rd, Rr	Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
SJ	Rd, Rr	Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
FMUL	Rd, Rr	Fractional Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$	Z,C	2
FS	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$	Z,C	2
FSJ	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$	Z,C	2
<b>BRANCH INSTRUCTIONS</b>					
BR	k	Relative Jump	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	2
BRW		Indirect Jump to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	2
CALL	k	Relative Subroutine Call	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	3
CALLW		Indirect Call to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	3
RET		Subroutine Return	$PC \leftarrow STACK$	None	4
IRET		Interrupt Return	$PC \leftarrow STACK$	I	4
CPSE	Rd,Rr	Compare, Skip if Equal	$\text{if } (Rd = Rr) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
CP	Rd,Rr	Compare	$Rd - Rr$	Z, N, V, C, H	1
CPSC	Rd,Rr	Compare with Carry	$Rd - Rr - C$	Z, N, V, C, H	1
CP	Rd,K	Compare Register with Immediate	$Rd - K$	Z, N, V, C, H	1
BRCS	Rr, b	Skip if Bit in Register Cleared	$\text{if } (Rr(b)=0) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
BRCS	Rr, b	Skip if Bit in Register is Set	$\text{if } (Rr(b)=1) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
BRCC	P, b	Skip if Bit in I/O Register Cleared	$\text{if } (P(b)=0) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
BRCC	P, b	Skip if Bit in I/O Register is Set	$\text{if } (P(b)=1) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
BRSH	s, k	Branch if Status Flag Set	$\text{if } (SREG(s) = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRSH	s, k	Branch if Status Flag Cleared	$\text{if } (SREG(s) = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRNE	k	Branch if Equal	$\text{if } (Z = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRNE	k	Branch if Not Equal	$\text{if } (Z = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRCS	k	Branch if Carry Set	$\text{if } (C = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRCS	k	Branch if Carry Cleared	$\text{if } (C = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRSH	k	Branch if Same or Higher	$\text{if } (C = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRSH	k	Branch if Lower	$\text{if } (C = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRMC	k	Branch if Minus	$\text{if } (N = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRMC	k	Branch if Plus	$\text{if } (N = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRGE	k	Branch if Greater or Equal, Signed	$\text{if } (N \oplus V = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRGE	k	Branch if Less Than Zero, Signed	$\text{if } (N \oplus V = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRHF	k	Branch if Half Carry Flag Set	$\text{if } (H = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRHF	k	Branch if Half Carry Flag Cleared	$\text{if } (H = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRIF	k	Branch if I Flag Set	$\text{if } (I = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRIF	k	Branch if I Flag Cleared	$\text{if } (I = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRIF	k	Branch if Overflow Flag is Set	$\text{if } (V = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRIF	k	Branch if Overflow Flag is Cleared	$\text{if } (V = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRIF	k	Branch if Interrupt Enabled	$\text{if } (I = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRIF	k	Branch if Interrupt Disabled	$\text{if } (I = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
<b>TRANSFER INSTRUCTIONS</b>					

mnemonics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
MOV	Rd, Rr	Move Between Registers	$Rd \leftarrow Rr$	None	1
MOVW	Rd, Rr	Copy Register Word	$Rd+1:Rd \leftarrow Rr+1:Rr$	None	1
LDI	Rd, K	Load Immediate	$Rd \leftarrow K$	None	1
LDD	Rd, X	Load Indirect	$Rd \leftarrow [X]$	None	2
LDD	Rd, X+	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow [X], X \leftarrow X + 1$	None	2
LDD	Rd, -X	Load Indirect and Pre-Dec.	$X \leftarrow X - 1, Rd \leftarrow [X]$	None	2
LDD	Rd, Y	Load Indirect	$Rd \leftarrow [Y]$	None	2
LDD	Rd, Y+	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow [Y], Y \leftarrow Y + 1$	None	2
LDD	Rd, -Y	Load Indirect and Pre-Dec.	$Y \leftarrow Y - 1, Rd \leftarrow [Y]$	None	2
LDD	Rd, Y+q	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow [Y+q]$	None	2
LDD	Rd, Z	Load Indirect	$Rd \leftarrow [Z]$	None	2
LDD	Rd, Z+	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow [Z], Z \leftarrow Z + 1$	None	2
LDD	Rd, -Z	Load Indirect and Pre-Dec.	$Z \leftarrow Z - 1, Rd \leftarrow [Z]$	None	2
LDD	Rd, Z+q	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow [Z+q]$	None	2
LDS	Rd, k	Load Direct from SRAM	$Rd \leftarrow [k]$	None	2
ST	X, Rr	Store Indirect	$[X] \leftarrow Rr$	None	2
ST	X+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$[X] \leftarrow Rr, X \leftarrow X + 1$	None	2
ST	-X, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$X \leftarrow X - 1, [X] \leftarrow Rr$	None	2
ST	Y, Rr	Store Indirect	$[Y] \leftarrow Rr$	None	2
ST	Y+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$[Y] \leftarrow Rr, Y \leftarrow Y + 1$	None	2
ST	-Y, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$Y \leftarrow Y - 1, [Y] \leftarrow Rr$	None	2
ST	Y+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$[Y+q] \leftarrow Rr$	None	2
ST	Z, Rr	Store Indirect	$[Z] \leftarrow Rr$	None	2
ST	Z+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$[Z] \leftarrow Rr, Z \leftarrow Z + 1$	None	2
ST	-Z, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$Z \leftarrow Z - 1, [Z] \leftarrow Rr$	None	2
ST	Z+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$[Z+q] \leftarrow Rr$	None	2
STS	k, Rr	Store Direct to SRAM	$[k] \leftarrow Rr$	None	2
LD	Rd, Z	Load Program Memory	$Rd \leftarrow [Z]$	None	3
LD	Rd, Z+	Load Program Memory and Post-Inc	$Rd \leftarrow [Z], Z \leftarrow Z + 1$	None	3
ST	Rd, P	Store Program Memory	$[Z] \leftarrow Rr+Rd$	None	-
IN	Rd, P	In Port	$Rd \leftarrow P$	None	1
OUT	P, Rr	Out Port	$P \leftarrow Rr$	None	1
PUSH	Rr	Push Register on Stack	$sSTACK \leftarrow Rr$	None	2
POP	Rd	Pop Register from Stack	$Rd \leftarrow sSTACK$	None	2
<b>AND BIT-TEST INSTRUCTIONS</b>					
SBI	P, b	Set Bit in I/O Register	$I/O[P, b] \leftarrow 1$	None	2
CBI	P, b	Clear Bit in I/O Register	$I/O[P, b] \leftarrow 0$	None	2
LSL	Rd	Logical Shift Left	$Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), Rd(0) \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
LSR	Rd	Logical Shift Right	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), Rd(7) \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
ROL	Rd	Rotate Left Through Carry	$Rd(0) \leftarrow C, Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), C \leftarrow Rd(7)$	Z, C, N, V	1
ROR	Rd	Rotate Right Through Carry	$Rd(7) \leftarrow C, Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), C \leftarrow Rd(0)$	Z, C, N, V	1
SWAP	Rd	Swap Nibbles	$Rd(3:0) \leftarrow Rd(7:4), Rd(7:4) \leftarrow Rd(3:0)$	None	1
SBIC	s	Flag Set	$SREG(s) \leftarrow 1$	SREG(s)	1
SBIS	s	Flag Clear	$SREG(s) \leftarrow 0$	SREG(s)	1
STC	Rr, b	Bit Store from Register to T	$T \leftarrow Rr(b)$	T	1
LDCT	Rd, b	Bit Load from T to Register	$Rd(b) \leftarrow T$	None	1
SCRF		Set Carry	$C \leftarrow 1$	C	1
CLRF		Clear Carry	$C \leftarrow 0$	C	1
SNCF		Set Negative Flag	$N \leftarrow 1$	N	1
CLNF		Clear Negative Flag	$N \leftarrow 0$	N	1
SNZF		Set Zero Flag	$Z \leftarrow 1$	Z	1
CLZF		Clear Zero Flag	$Z \leftarrow 0$	Z	1
SEI		Global Interrupt Enable	$I \leftarrow 1$	I	1
CLIF		Global Interrupt Disable	$I \leftarrow 0$	I	1
SEIF		Set Signed Test Flag	$S \leftarrow 1$	S	1
CLIF		Clear Signed Test Flag	$S \leftarrow 0$	S	1
SETO		Set Two's Complement Overflow	$V \leftarrow 1$	V	1
CLTO		Clear Two's Complement Overflow	$V \leftarrow 0$	V	1
SETI		Set T in SREG	$T \leftarrow 1$	T	1
CLTI		Clear T in SREG	$T \leftarrow 0$	T	1
SEHF		Set Half Carry Flag in SREG	$H \leftarrow 1$	H	1
CLHF		Clear Half Carry Flag in SREG	$H \leftarrow 0$	H	1
<b>CONTROL INSTRUCTIONS</b>					
		No Operation		None	1





nemonics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
SEEP		Sleep	(see specific descr. for Sleep function)	None	1
DR		Watchdog Reset	(see specific descr. for WDR/Timer)	None	1
BEAK		Break	For On-chip Debug Only	None	N/A

## Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package <sup>(1)</sup>	Operation Range
8	2.7 - 5.5V	ATmega8535L-8AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		ATmega8535L-8PC	40P6	
		ATmega8535L-8JC	44J	
		ATmega8535L-8MC	44M1	
		ATmega8535L-8AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega8535L-8PI	40P6	
		ATmega8535L-8JI	44J	
		ATmega8535L-8MI	44M1	
		ATmega8535L-8AU <sup>(2)</sup>	44A	
		ATmega8535L-8PU <sup>(2)</sup>	40P6	
ATmega8535L-8JU <sup>(2)</sup>	44J			
ATmega8535L-8MU <sup>(2)</sup>	44M1			
16	4.5 - 5.5V	ATmega8535-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		ATmega8535-16PC	40P6	
		ATmega8535-16JC	44J	
		ATmega8535-16MC	44M1	
		ATmega8535-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega8535-16PI	40P6	
		ATmega8535-16JI	44J	
		ATmega8535-16MI	44M1	
		ATmega8535-16AU <sup>(2)</sup>	44A	
		ATmega8535-16PU <sup>(2)</sup>	40P6	
		ATmega8535-16JU <sup>(2)</sup>	44J	
		ATmega8535-16MU <sup>(2)</sup>	44M1	

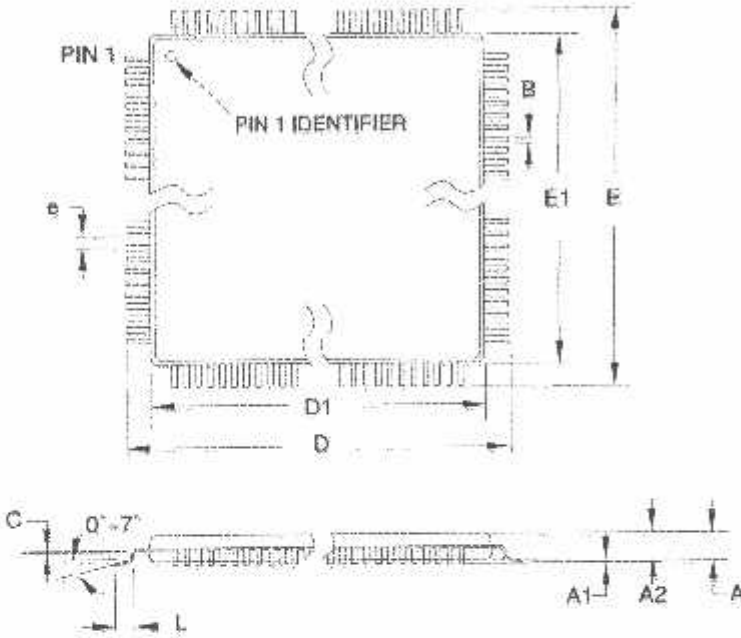
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
2. Pb-free packaging alternative, complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halicite free and fully Green.

Package Type	
44	44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
40P6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
44-A	44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm body, lead pitch 0.50 mm, Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)



# ackaging Information

IA



**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	~	-	1.20	
A1	0.05	-	0.15	
A2	0.85	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	~	0.45	
C	0.09	-	0.20	
L	0.45	-	0.75	
e	0.80 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation AOB.
  2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
  3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

10/5/2001



2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131

**TITLE**

44A, 44-lead, 10 x 10 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness,  
0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)

**DRAWING NO.**

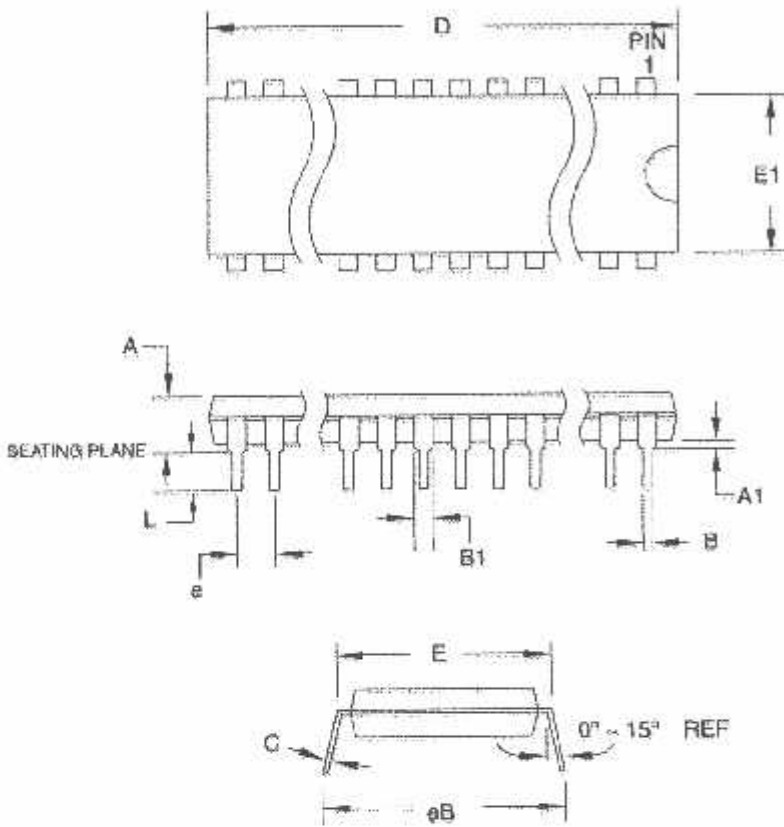
44A

**REV.**

B

## ATmega8535(L)

IP6




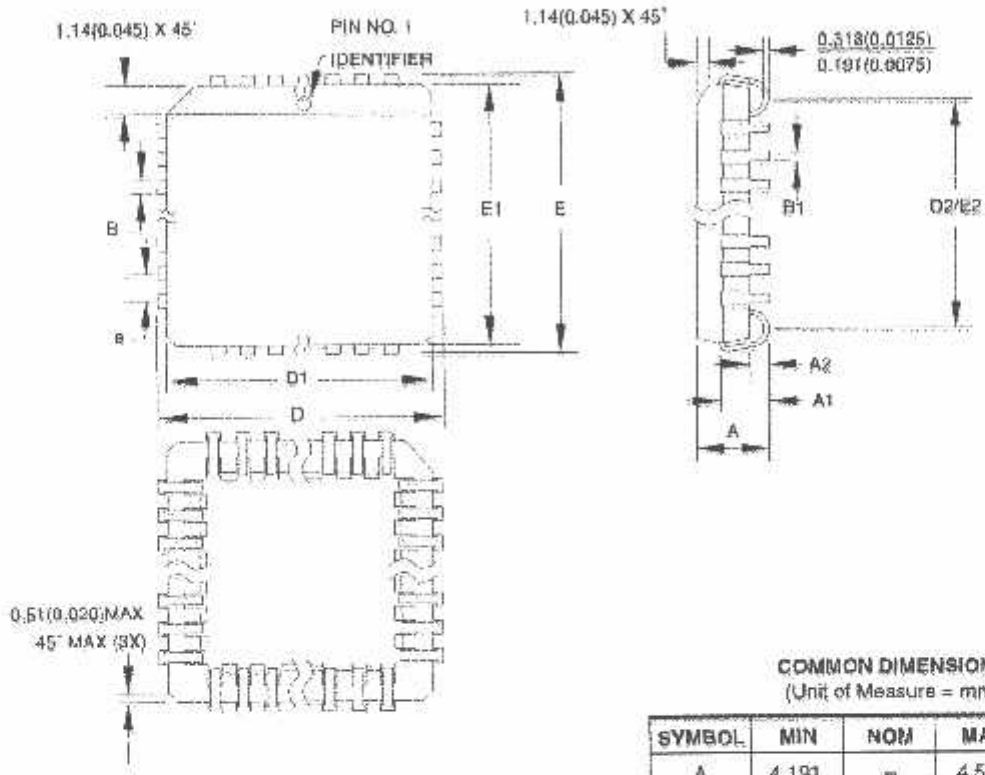
COMMON DIMENSIONS  
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	4.826	
A1	0.381	-	-	
D	52.070	-	52.578	Note 2
E	15.240	-	15.875	
E1	13.462	-	13.970	Note 2
B	0.356	-	0.559	
B1	1.041	-	1.051	
L	3.048	-	3.556	
C	0.203	-	0.381	
eB	15.464	-	17.526	
e	2.540 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
  2. Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusion. Mold flash or protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

09/28/01

 2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	<b>TITLE</b> 40P6, 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual In-line Package (PDIP)	<b>DRAWING NO.</b>	<b>REV.</b>
		40P6	B



**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	4.191	-	4.572	
A1	2.286	-	3.048	
A2	0.508	-	-	
D	17.399	-	17.653	
D1	16.510	-	16.662	Note 2
E	17.399	-	17.653	
E1	16.510	-	16.662	Note 2
D2/E2	14.986	-	16.002	
B	0.660	-	0.813	
B1	0.330	-	0.533	
e	1.270 TYP			

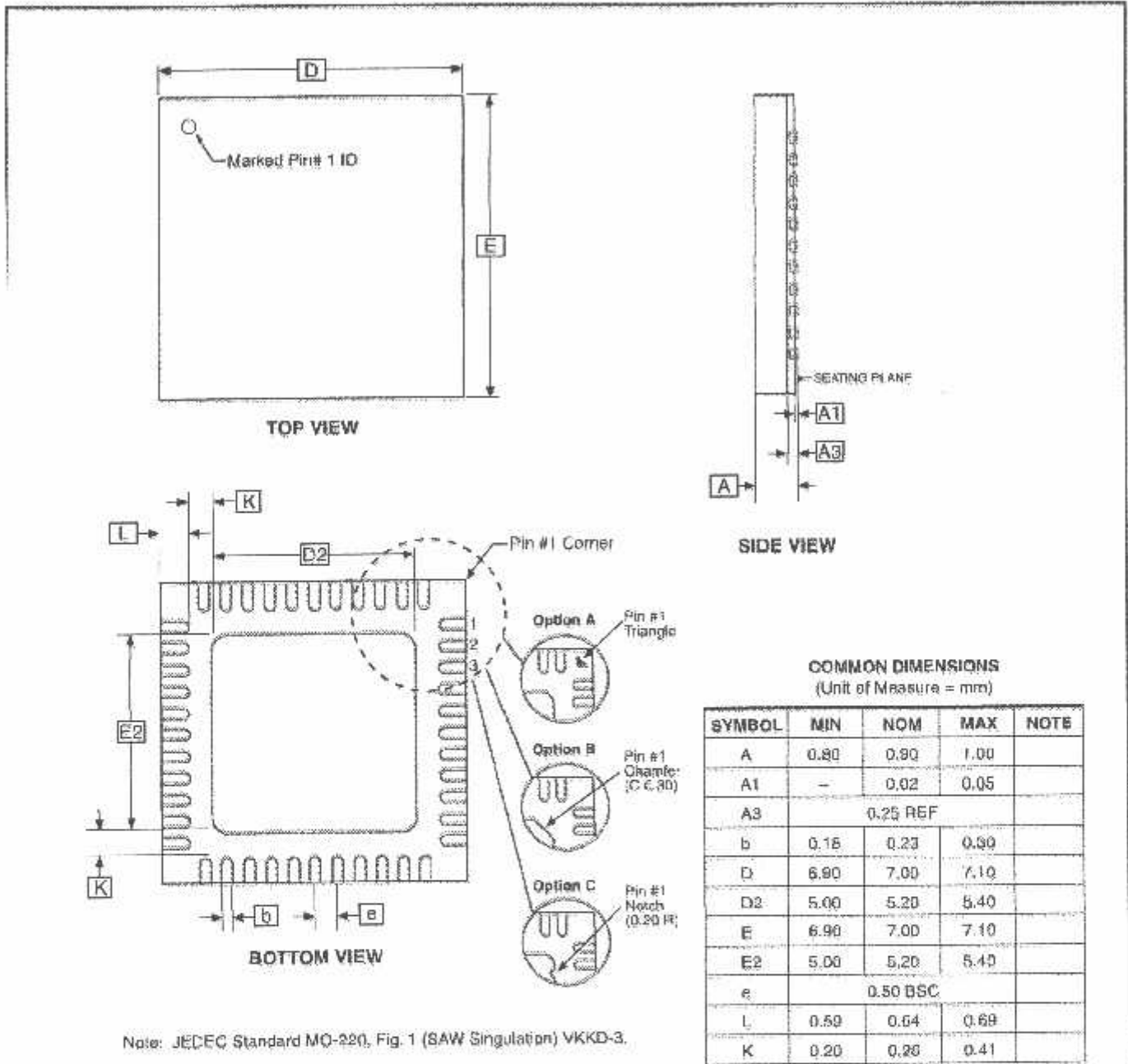
- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-018, Variation AC.
  2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is .010"(0.254 mm) per side. Dimension D1 and E1 include mold mismatch and are measured at the extreme material condition at the upper or lower parting line.
  3. Lead coplanarity is 0.004" (0.102 mm) maximum.

10/04/01

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE	DRAWING NO.	REV.
	44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)	44J	B



M1-A



5/27/06

**ATMEL** 2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131

**TITLE**  
44M1, 44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm Body, Lead Pitch 0.50 mm,  
5.20 mm Exposed Pad, Micro Lead Frame Package (MLF)

**DRAWING NO.** 44M1  
**REV.** G



rate

The revision letter refer to the device revision.

mega8535  
v. A and B

- **First Analog Comparator conversion may be delayed**
- **Asynchronous Oscillator does not stop in Power-down**

**1. First Analog Comparator conversion may be delayed**

If the device is powered by a slow rising  $V_{CC}$ , the first Analog Comparator conversion will take longer than expected on some devices.

**Problem Fix/Workaround**

When the device has been powered or reset, disable then enable the Analog Comparator before the first conversion.

**2. Asynchronous Oscillator does not stop in Power-down**

The asynchronous oscillator does not stop when entering Power-down mode. This leads to higher power consumption than expected.

**Problem Fix/Workaround**

Manually disable the asynchronous timer before entering Power-down.

## Revision History

Please note that the referring page numbers in this section are referring to this document. The referring revision in this section are referring to the document revision.

Changes from Rev.  
12J- 08/06 to Rev.  
12K- 10/06

1. Updated TOP/BOTTOM description for all Timer/Counters Fast PWM mode.
2. Updated "Errata" on page 18.

Changes from Rev.  
12I- 06/06 to Rev.  
12J- 08/06

1. Updated "Ordering Information" on page 13.

Changes from Rev.  
12H- 04/06 to Rev.  
12I- 06/06

1. Updated code example "USART Initialization" on page 150.

Changes from Rev.  
12G- 04/05 to Rev.  
12H- 04/06

1. Added "Resources" on page 6.
2. Updated Table 7 on page 29, Table 17 on page 42 and Table 111 on page 258.
3. Updated "Serial Peripheral Interface – SPI" on page 136.
4. Updated note in "Bit Rate Generator Unit" on page 180.

Changes from Rev.  
12F- 06/04 to Rev.  
12G- 04/05

1. Removed "Preliminary" and TBD's.
2. Updated Table 37 on page 69 and Table 113 on page 261.
3. Updated "Electrical Characteristics" on page 255.
4. Updated "Ordering Information" on page 13.

Changes from Rev.  
12E-12/03 to Rev.  
12G-06/04

1. MLF-package alternative changed to "Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package QFN/MLF".

Changes from Rev.  
12E-12/03 to Rev.  
12F-06/04

1. Updated "Reset Characteristics" on page 37.
2. Updated SPH in "Stack Pointer" on page 12.
3. Updated C code in "USART Initialization" on page 150.
4. Updated "Errata" on page 18.

Changes from Rev.  
12D-09/03 to Rev.  
12E-12/03

1. Updated "Calibrated Internal RC Oscillator" on page 29.
2. Added section "Errata" on page 18.



anges from Rev.  
J2C-04/03 to Rev.  
J2D-09/03

1. Removed "Advance Information" and some TBD's from the datasheet.
2. Added note to "Pinout ATmega8535" on page 2.
3. Updated "Reset Characteristics" on page 37.
4. Updated "Absolute Maximum Ratings" and "DC Characteristics" in "Electrical Characteristics" on page 255.
5. Updated Table 111 on page 258.
6. Updated "ADC Characteristics" on page 263.
7. Updated "ATmega8535 Typical Characteristics" on page 266.
8. Removed CALL and JMP instructions from code examples and "Instruction Set Summary" on page 10.

anges from Rev.  
2B-09/02 to Rev.  
2C-04/03

1. Updated "Packaging Information" on page 14.
2. Updated Figure 1 on page 2, Figure 84 on page 179, Figure 85 on page 185, Figure 87 on page 191, Figure 98 on page 207.
3. Added the section "EEPROM Write During Power-down Sleep Mode" on page 22.
4. Removed the references to the application notes "Multi-purpose Oscillator" and "32 kHz Crystal Oscillator", which do not exist.
5. Updated code examples on page 44.
6. Removed ADHSM bit.
7. Renamed Port D pin ICP to ICP1. See "Alternate Functions of Port D" on page 64.
8. Added information about PWM symmetry for Timer 0 on page 79 and Timer 2 on page 126.
9. Updated Table 68 on page 169, Table 75 on page 190, Table 76 on page 193, Table 77 on page 196, Table 108 on page 253, Table 113 on page 261.
10. Updated description on "Bit 5 – TWSTA: TWI START Condition Bit" on page 182.
11. Updated the description in "Filling the Temporary Buffer (Page Loading)" and "Performing a Page Write" on page 231.
12. Removed the section description in "SPI Serial Programming Characteristics" on page 254.
13. Updated "Electrical Characteristics" on page 255.

**ATmega8535(L)**

2502KS-AVR-10/06

- 14. Updated "ADC Characteristics" on page 263.
- 14. Updated "Register Summary" on page 8.
- 15. Various Timer 1 corrections.
- 16. Added WD\_FUSE period in Table 108 on page 253.
- 1. Changed the Endurance on the Flash to 10,000 Write/Erase Cycles.

anges from Rev.  
02A-06/02 to Rev.  
02B-09/02



## Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
Tel: 1(408) 441-0311  
Fax: 1(408) 487-2600

## Regional Headquarters

**France**  
Atmel Sarl  
Route des Arsenaux 41  
Case Postale 80  
CH-1705 Fribourg  
Suisse  
Tel: (41) 26-426-5555  
Fax: (41) 26-426-5500

**China**  
Room 1219  
Tinachem Golden Plaza  
7 Mody Road Tsimshatsui  
East Kowloon  
Hong Kong  
Tel: (852) 2721-9778  
Fax: (852) 2722-1369

**Japan**  
Atmel, Tonetsu Shinkawa Bldg.  
24-8 Shinkawa  
Huo-ku, Tokyo 104-0033  
Japan  
Tel: (81) 3-3523-3551  
Fax: (81) 3-3523-7581

## Atmel Operations

**Memory**  
2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
Tel: 1(408) 441-0311  
Fax: 1(408) 436-4314

**Microcontrollers**  
2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
Tel: 1(408) 441-0311  
Fax: 1(408) 436-4314

La Chantrerie  
BP 70602  
44306 Nantes Cedex 3, France  
Tel: (33) 2-40-18-18-18  
Fax: (33) 2-40-18-19-60

**ASIC/ASSP/Smart Cards**  
Zone Industrielle  
13106 Rousset Cedex, France  
Tel: (33) 4-42-53-60-00  
Fax: (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906, USA  
Tel: 1(719) 576-3300  
Fax: 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park  
Maxwell Building  
East Kilbride G75 0QR, Scotland  
Tel: (44) 1355-803-000  
Fax: (44) 1355-242-743

**RF/Automotive**  
Theresienstrasse 2  
Postfach 3535  
74025 Heilbronn, Germany  
Tel: (49) 71-31-67-0  
Fax: (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906, USA  
Tel: 1(719) 576-3300  
Fax: 1(719) 540-1759

**Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/  
High Speed Converters/RF Datacom**  
Avenue de Rochepleine  
BP 123  
38521 Saint-Egreve Cedex, France  
Tel: (33) 4-76-58-30-00  
Fax: (33) 4-76-58-34-80

---

**Literature Requests**  
[www.atmel.com/literature](http://www.atmel.com/literature)

**Disclaimer:** The information in this document is provided in connection with Atmel products. No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property right is granted by this document or in connection with the sale of Atmel products. EXCEPT AS SET FORTH IN ATMEL'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE LOCATED ON ATMEL'S WEB SITE, ATMEL ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER AND DISCLAIMS ANY EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY WARRANTY RELATING TO ITS PRODUCTS INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR NON-INFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL ATMEL BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE, SPECIAL OR INCIDENTAL DAMAGES (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES FOR LOSS OF PROFITS, BUSINESS INTERRUPTION, OR LOSS OF INFORMATION) ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THIS DOCUMENT, EVEN IF ATMEL HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. Atmel makes no representations or warranties with respect to the accuracy or completeness of the contents of this document and reserves the right to make changes to specifications and product descriptions at any time without notice. Atmel does not make any commitment to update the information contained herein. Atmel's products are not authorized, or warranted for use as components in applications intended to support or sustain life.

© 2006 Atmel Corporation. All rights reserved. Atmel<sup>®</sup>, logo and combinations thereof, Everywhere You Are<sup>®</sup>, AVR<sup>®</sup>, and others are the trademarks or registered trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. Other terms and product names may be trademarks of others.

# Small Displays (16 x 2 LCD Display)



## The Pieces



**Liquid Crystal Display**  
(Crafordata BC1692A)  
**x1**



**Potentiometer**  
(10k Ohm)  
**x1**

## The Theory & Code

### Liquid Crystal Displays (LCD)

An LCD is a small low cost display. It is easy to interface with a micro-controller because of an embedded controller (the black blob on the back of the board). This controller is standard across many displays (HD 44780) which means many micro-controllers (including the Arduino) have libraries that make displaying messages as easy as a single line of code.

### Testing

Testing your LCD with an Arduino is really simple. Wire up your display using the schematic or breadboard layout sheet. Then open the Arduino IDE and open the example program.

**File > Sketchbook > Examples > Library-LiquidCrystal > HelloWorld**

Upload to your board and watch as "hello, world!" is shown on your display. If no message is displayed the contrast may need to be adjusted. To do this turn the potentiometer.

### Library Summary

(here's a summary of the LCD library for a full reference visit <http://tinyurl.com/krsarl> )

**LiquidCrystal(rs, rw, enable, d4, d5, d6, d7)** - create a new LiquidCrystal object using a 4 bit data bus

**LiquidCrystal(rs, rw, enable, d0, d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7)** - create a new LiquidCrystal object using an 8 bit data bus

**clear()** - Clears the display and moves the cursor to upper left corner

**home()** - Moves the cursor to the upper left corner

**setCursor(col, row)** - moves the cursor to column col and row row

**write(data)** - writes the char data to the display

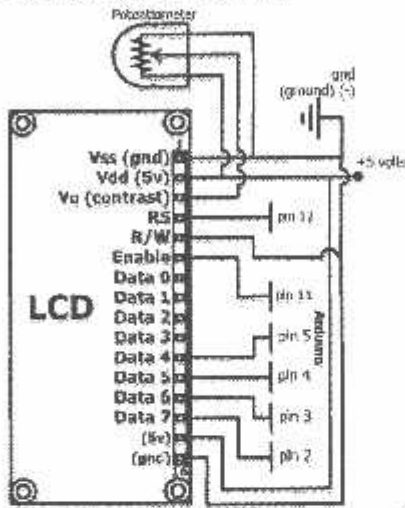
**print(data)** - prints a string to the display

### Technical Details

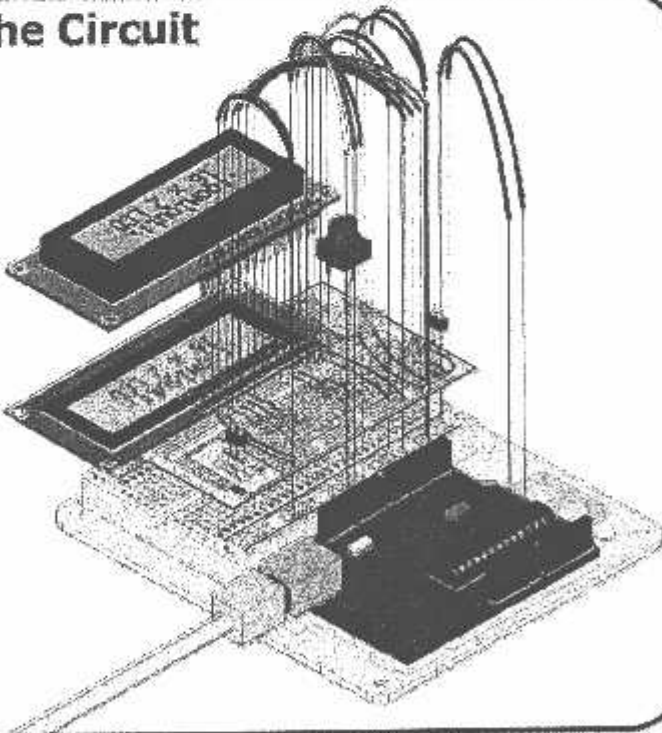
.. Summary LCD Datasheet: <http://tinyurl.com/met7al> ;

.. Full LCD Datasheet: <http://tinyurl.com/lmjxad> ;

## The Schematic

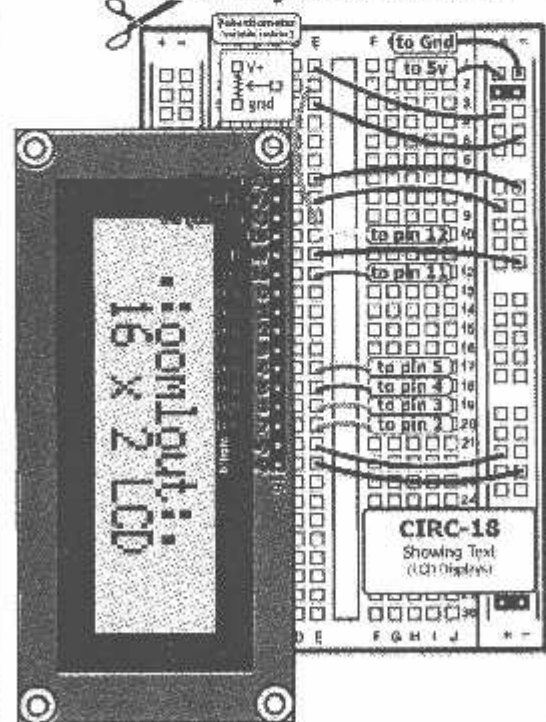


## The Circuit

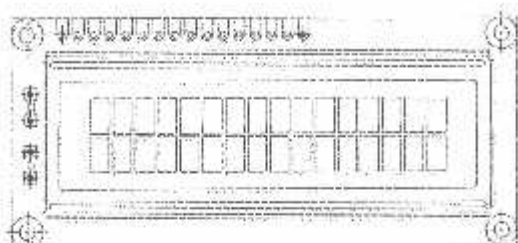


.. Instructions: print out, cut out, get making ..  
.. for more details visit: <http://tinyurl.com/lvov93> ..

## The Layout Sheet



## 16 x 2 Character LCD



### FEATURES

- 5 x 8 dots with cursor
- Built-in controller (KS 0060 or Equivalent)
- + 5V power supply (Also available for + 3V)
- 1/16 duty cycle
- B/L to be driven by pin 1, pin 2 or pin 15, pin 16 or A.K (LED)
- N.V. optional for + 3V power supply

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	80.0 x 36.0	mm
Viewing Area	66.0 x 16.0	mm
Dot Size	0.56 x 0.66	mm
Character Size	2.96 x 5.56	mm

ABSOLUTE MAXIMUM RATING					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYR.	MAX.	
Power Supply	VDD-VSS	- 0.3	-	7.0	V
Input Voltage	VI	- 0.3	-	VDD	V

NOTE: VSS = 0 Volt, VDD = 5.0 Volt

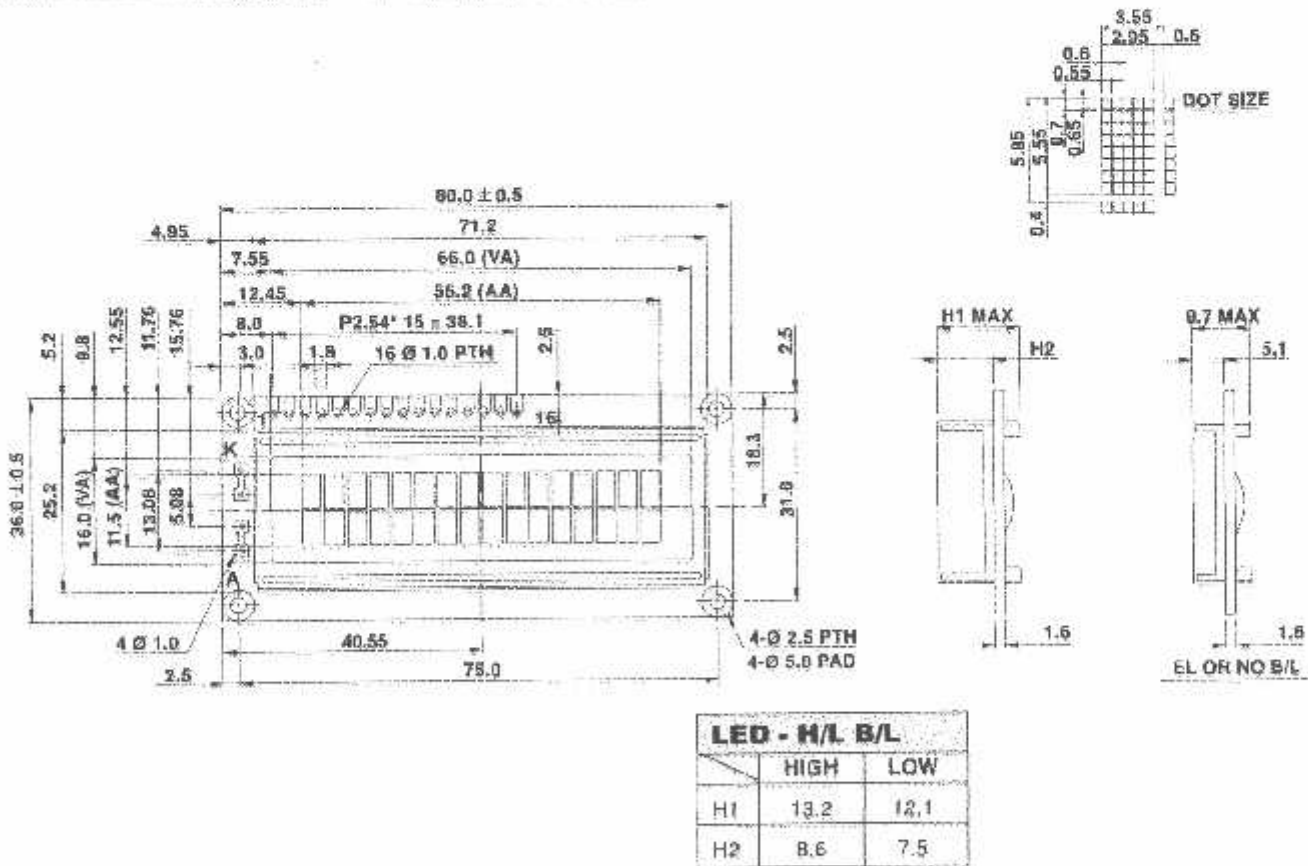
ELECTRICAL SPECIFICATIONS							
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT	
			MIN.	TYR.	MAX.		
Input Voltage	VDD	VDD = + 5V	4.7	5.0	5.3	V	
		VDD = + 3V	2.7	3.0	5.3	V	
Supply Current	IDD	VDD = 5V	-	1.2	3.0	mA	
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temp. Version Module	VDD - VD	- 20 °C	-	-	-	V	
		0 °C	4.2	4.8	5.1		
		25 °C	3.8	4.2	4.6		
		50 °C	3.6	4.0	4.4		
		70 °C	-	-	-		
LED Forward Voltage	VF	25 °C	-	4.2	4.6	V	
LED Forward Current	IF	25 °C	Array	-	130	260	mA
			Edge	-	20	40	
EL Power Supply Current	IEL	Vel = 110VAC/400Hz	-	-	5.0	mA	

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE:																
Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DD RAM Address	00	01														0F
DD RAM Address	40	41														4F



PIN NUMBER	SYMBOL	FUNCTION
1	V <sub>ss</sub>	GND
2	V <sub>ed</sub>	+ 3V or + 5V
3	V <sub>e</sub>	Contrast Adjustment
4	RS	H/L Register Select Signal
5	R/W	H/L Read/Write Signal
6	E	H → L Enable Signal
7	DB0	H/L Data Bus Line
8	DB1	H/L Data Bus Line
9	DB2	H/L Data Bus Line
10	DB3	H/L Data Bus Line
11	DB4	H/L Data Bus Line
12	DB5	H/L Data Bus Line
13	DB6	H/L Data Bus Line
14	DB7	H/L Data Bus Line
15	A/V <sub>ee</sub>	+ 4.2V for LED/Negative Voltage Output
16	K	Power Supply for B/L (OV)

**DIMENSIONS** in millimeters





**FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : AbdulGofur  
Nim : 06.12.207  
Masa Bimbingan : 09-juni-2011 s/d 09-Desember-2011  
Judul Skripsi : Perencanaan Dan Pembuatan Timbangan Digital Untuk Menimbang Perhiasan Emas Dilengkapi Dengan Pencetak Slip Pembayaran Perhiasan

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	2-8/11	acc Bab I	<i>[Signature]</i>
2	2-8/11	revisi Bab II	<i>[Signature]</i>
3	3-8/11	acc Bab II .	<i>[Signature]</i>
4	3-8/11	revisi Bab III dan IV.	<i>[Signature]</i>
5	5-8/11	acc Bab III dan IV .	<i>[Signature]</i>
6	5-8/11	acc Bab V .	<i>[Signature]</i>
7	5-8/11	acc makalah seminar	<i>[Signature]</i>
8	14-7/11	acc jilid	<i>[Signature]</i>
9			
10			

Malang, 20-09-2011

Dosen pembimbing I

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**

**NIP.P 103.010.0358**

Form S-4b



**FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : AbdulGofur  
Nim : 06.12.207  
Masa Bimbingan : 09-juni-2011 s/d 09-Desember-2011  
Judul Skripsi : Perencanaan Dan Pembuatan Timbangan Digital Untuk Menimbang Perhiasan Emas Dilengkapi Dengan Pencetak Slip Pembayaran Perhiasan

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	25-7/11	ACC BAB I	
2	26-7/11	REVISI BAB II DAN III	
3	27-7/11	ACC BAB II	
4	29-7/11	ACC BAB III	
5	29-7/11	REVISI BAB IV	
6	3-8/11	ACC BAB IV DAN V	
7	4-8/11	ACC MAKALAH SEMINAR	
8			
9	20-9/11	Acc. uraian kompor.	
10			

Malang, 20 - 09 - 2011

Dosen pembimbing II

**Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT**  
NIP.P 103.010.0365

Form S-4b





**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : ABDUL GOFUR  
Nim : 06.12.207  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika S-1  
Judul : **PERENCANAAN DAN PEMBUATAN TIMBANGAN  
DIGITAL UNTUK MENIMBANG PERHIASAN  
EMAS DILENGKAPI DENGAN PENCETAK SLIP  
PEMBAYARAN PERHIASAN**

Dipertahankan dihadapan Tim Pengujian Skripsi jenjang Program Strata Satu (S-1)

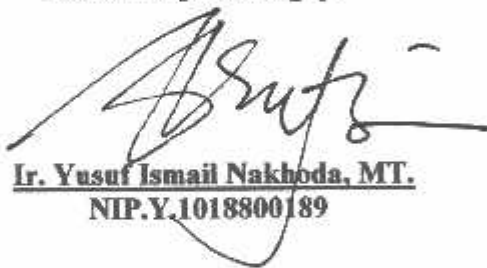
Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 20 Agustus 2011

Dengan Nilai : 81 (A) *10*

Panitia Ujian Skripsi :

**Ketua Majelis Penguji**



**Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.**  
NIP.Y.1018800189

**Sekretaris Majelis Penguji**



**Dr. Eng. Arsyanto S, ST, MT.**  
NIP.P.1030800417

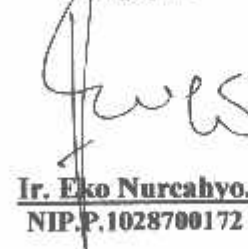
Anggota Penguji :

**Penguji I**



**I Komang Somawiranata, ST, MT.**  
NIP.P.1030100361

**Penguji II**



**Ir. Eko Nurcahyo.**  
NIP.P.1028700172



## FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan ujian skripsi jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : ABDUL GOFUR  
Nim : 06.12.207  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika S-1  
Judul : **PERENCANAAN DAN PEMBUATAN TIMBANGAN DIGITAL UNTUK MENIMBANG PERHIASAN EMAS DILENGKAPI DENGAN PENCETAK SLIP PEMBAYARAN PERHIASAN**

Tanggal	Uraian	Paraf
Penguji I 20 Agustus 2011	1. Judul sertifikat	

Disetujui :

Dosen Penguji I

I Komang Somawiranata, ST,MT.  
NIP.P.1030100361

Dosen Penguji II

Ir. Eko Nurcahyo.  
NIP.P.1028700172

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

M. Ibrahim Ashari, ST, MT.  
NIP.P.1030100358

Dosen Pembimbing II

Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT.  
NIP.P.1030100365

***Teriring Ucapan Terima Kasih Kepada***

***Bapak dan Ibu Tercinta***

***Semua Teman-ku kalian adalah Inspirasi bagi-ku untuk terus maju.***

***Dosen Pembimbing-ku***

***'M. Ibrahim Ashari, S7.M7.'***

***dan***

***'Jemalia Suryani Faradisa, S7.M7.'***

***Jasa bapak dan ibu tidak akan terlupakan.***





**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN TIMBANGAN DIGITAL  
UNTUK MENIMBANG PERHIASAN EMAS DILENGKAPI  
DENGAN PENCETAK SLIP PEMBAYARAN PERHIASAN**

**SKRIPSI**



**Disusun oleh :  
ABDUL GOFUR  
06.12.207**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2011**

---