

**KNEE-HEIGHT SEBAGAI PARAMETER PENENTU
KEBUTUHAN ENERGI**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

IRFAN KURNIAWAN

NIM. 0610633036 - 63

DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2012

LEMBAR PERSETUJUAN

**KNEE-HEIGHT SEBAGAI PARAMETER PENENTU
KEBUTUHAN ENERGI**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

IRFAN KURNIAWAN

NIM. 0610633036 - 63

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Ir. Nurussa'adah, MT.

NIP. 19680706 199203 2 001

Dosen Pembimbing II

Ir. M. Julius St., MS.

NIP. 19540720 198203 1 002

LEMBAR PENGESAHAN

**KNEE-HEIGHT SEBAGAI PARAMETER PENENTU
KEBUTUHAN ENERGI**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

IRFAN KURNIAWAN

NIM. 0610633036 - 63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 13 Agustus 2012

DOSEN PENGUJI

Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.
NIP. 19590304 198903 1 001

Mochammad Rif'an, ST.,MT.
NIP. 19710301 200012 1 001

R. Arief Setyawan, ST., MT.
NIP. 19750819 199903 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, MS.
NIP. 19580728 198701 1 001



PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat, taufik dan hidayah-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi berjudul "*Knee-Height* sebagai Parameter Penentu Kebutuhan Energi" ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

- Ibuku Aning S., (alm) H. Samsul Hadi, serta (almh) Hj. Hariati, kakak, adik-adikku dan seluruh keluarga besar atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta telah banyak mendoakan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
- Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya dan Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ir. M. Julius St, MS selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas segala bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran dan masukan yang telah diberikan,
- Ir. Nurussa'adah, MT., dan Ir. M. Julius St, MS. selaku Dosen Pembimbing atas segala bimbingan, nasehat, pengarahan, motivasi, saran dan masukan yang telah diberikan,
- Teman-teman HFGM, Suhu Lunde, Indro, Kunan, Adit, serta Probo atas segala bantuan dan saran yang telah diberikan,
- Teman-teman Prodi Elektronika, Ge-Force, dan seluruh mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Semua pihak yang tidak mungkin bagi penulis untuk mencantumkan namanya satu-persatu, terima kasih banyak atas dukungan dan bantuannya.



Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, Februari 2012

Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRAK

Irfan Kurniawan, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Februari 2012, *Knee-Height* Sebagai Parameter Penentu Kebutuhan Energi, Dosen Pembimbing: Ir. Nurussa'adah, MT., dan Ir. M. Julius St, MS.

Total energi dipengaruhi oleh 3 faktor, salah satunya adalah energi basal. Energi basal adalah energi minimal yang dibutuhkan organ tubuh manusia agar tetap dapat berfungsi. Penentuan energi basal mengharuskan Tinggi Badan (TB) seorang diketahui, karena dari tinggi badan ini kemudian energy basal dapat ditentukan. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengetahui tinggi badan seseorang dengan gangguan kesadaran dan fisik lemah adalah metode tinggi lutut atau *knee height*. Secara umum alat ini merupakan sebuah alat otomasi penghitung tinggi lutut atau *knee height* yang menggunakan mikrokontroller AVR ATmega8535 sebagai pusat kendali sistem. Sensor ultrasonik sebagai pengukur tinggi lutut. Komunikasi serial untuk pengiriman data ke perangkat komputer. LCD sebagai tampilan karakter masukan dari keypad dan hasil perhitungan dari sistem. Pengolahan data dilakukan pada Program Delphi. Dimensi mekanik alat ini memiliki panjang = 99.3 cm, lebar = 5 cm dan tinggi = 32 cm dan mampu mengukur tinggi lutut dengan tingkat kepresisian hingga 97%. Terdapat perangkat untuk komunikasi serial antara mikrokontroller dengan perangkat komputer menggunakan *baud rate* = 9600. Alat ini dapat mengkonversi hasil perhitungan tinggi lutut menjadi tinggi badan estimasi, berat badan ideal yang digunakan untuk menentukan besar energi total. Keluaran alat ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam penentuan pemberian bahan makanan untuk pemenuhan kebutuhan energi total bagi seseorang.

Kata Kunci: *Knee height*, energi, mikrokontroller, komunikasi serial



DAFTAR ISI

PENGANTAR	I
ABSTRAK	III
DAFTAR ISI.....	IV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Mikrokontroller	7
2.1.1 Mikrokonroller ATmega 8535	8
2.1.2 Struktur dan Operasi Port.....	9
2.2 LCD Display.....	12
2.3 Keypad 4×4	13
2.4 Sensor Ultrasonik	14
2.5 Komunikasi Serial RS-232.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Studi Literatur.....	19
3.2. Penentuan Spesifikasi Alat.....	19
3.3. Perancangan dan Perealisasian Alat	20
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras dan Realisasi Tiap Blok	20
3.3.2 Perancangan dan Penyusunan Perangkat Lunak.....	20
3.4. Pengujian Alat	20
3.5. Pengujian Perangkat Keras.....	20
3.6. Pengujian Keseluruhan Sistem	20
3.7. Pengambilan Kesimpulan.....	20



BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	21
4.1 Perancangan Sistem.....	21
4.2 Perancangan Mekanik	22
4.2.1 Spesifikasi Alat	22
4.2.2 Desain Mekanik	23
4.3 Perancangan Perangkat Keras	23
4.3.1 Perancangan Rangkaian LCD	24
4.3.2 Perancangan Rangkaian Sensor Ultrasonik	24
4.3.3 Perancangan Timer (Pewaktu)	25
4.3.4 Perancangan Rangkaian Minimum Sistem	26
4.3.5 Perancangan Antarmuka Serial.....	27
4.4 Perancangan Perangkat Lunak	28
4.4.1 Perancangan Algoritma Perangkat Lunak Mikrokontroler.....	28
4.4.2 Perancangan Algoritma Utama Aplikasi Komputer	30
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	33
5.1 Pengujian LCD	33
5.2 Pengujian Sensor Ultrasonik	34
5.3 Pengujian Pewaktu (Timer)	36
5.4 Pengujian Antarmuka Serial.....	37
5.5 Pengujian Aplikasi Komputer	40
5.6 Pengujian Keseluruhan Sistem	42
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	49
6.1 Kesimpulan.....	49
6.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alat Knee Height Manual	5
Gambar 2.2 Cara Pengukuran Metode Knee Height	6
Gambar 2.3 Blok Diagram ATmega 8535 Sumber : Atmel, 2004 : 2	9
Gambar 2.4. Diagram blok LCD.....	13
Gambar 2.5. Keypad Dengan Sistem Matrik	14
Gambar 2.6 Modul Keypad 4 x 4.....	14
Gambar 2.7. Bentuk fisik sensor ultrasonik.....	15
Gambar 2.8 Format Pengiriman Data Serial	16
Gambar 2.9 IC Serial MAX-232.....	17
Gambar 2.10 Port DB9 Jantan	17
Gambar 2.11 Port DB9 Betina	18
Gambar 4.1. Diagram Blok Sistem.....	21
Gambar 4.2. Perancangan Mekanik	23
Gambar 4.2. Rangkaian LCD.....	24
Gambar 4.3. Rangkaian Sensor PING)))	25
Gambar 4.4 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATMega8535	26
Gambar 4.5 Rangkaian MAX232	27
Gambar 4.6 Diagram Alir Perangkat Lunak Mikrokontroler	29
Gambar 4.7 Diagram Alir Subrutin Ukur Tinggi.....	30
Gambar 4.8 Diagram Alir Perangkat Lunak Aplikasi Komputer	32
Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor	33
Gambar 5.2 Hasil Pengujian LCD.	33
Gambar 5.3 Diagram Blok Pengujian Sensor Ultrasonik	34
Gambar 5.4 Grafik hubungan perbandingan antara jarak aktual dan pembacaan ultrasonik.....	35
Gambar 5.5 Grafik kesalahan pembacaan sensor ultrasonic	35
Gambar 5.6 Diagram Blok Pengujian Pewaktu	36
Gambar 5.7. Hasil Pengujian Pewaktu	36
Gambar 5.8 Diagram Blok Pengujian Antarmuka Serial.....	37
Gambar 5.9 (a) Baudrate 4.800 bps	38
Gambar 5.9 (b) Baudrate 9.600 bps	38
Gambar 5.9 (c) Baudrate 14.400 bps	39

Gambar 5.9 (d) Baudrate 19.200 bps	39
Gambar 5.9 (e) Baudrate 38.400 bps	40
Gambar 5.9 Hasil Pengujian Antarmuka Serial dengan Berbagai Baudrate	40
Gambar 5.11 Hasil Pengujian Aplikasi Komputer	41
Gambar 5.12 Data Hasil Penyimpanan oleh Aplikasi Komputer	41
Gambar 5.13 Tampilan awal menu	42
Gambar 5.14 (a) Tampilan LCD untuk pemasukkan jenis kelamin yang benar.....	43
Gambar 5.14 (b) Tampilan LCD untuk pemasukkan jenis kelamin yang salah	43
Gambar 5.14 Tampilan LCD untuk pemasukkan jenis kelamin.....	43
Gambar 5.15 Tampilan LCD apabila masukan salah	44
Gambar 5.16 Tampilan LCD apabila masukan benar	44
Gambar 5.17 Tampilan LCD saat memasukkan umur.....	45
Gambar 5.18 Tampilan LCD mengukur tinggi lutut	45
Gambar 5.19 Tampilan LCD untuk memilih proses mengirim data	46
Gambar 5.20 (a) Proses pengiriman data	46
Gambar 5.20 (b) Data terkirim.....	47
Gambar 5.20 Tampilan LCD proses pengiriman data	47
Gambar 5.21 Tampilan LCD proses pengiriman data	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Fungsi khusus Port A ATmega 8535	10
Tabel 2.3 Fungsi khusus Port B ATmega 8535	11
Tabel 2.4 Fungsi khusus Port C ATmega 8535	11
Tabel 2.5 Fungsi khusus Port D Atmega 8535	12



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketepatan pemenuhan kebutuhan energi pada saat kondisi sehat merupakan hal yang penting bagi manusia, terlebih dalam kondisi sakit. Pada keadaan kegawatan, misalnya pada penderita serangan jantung yang dirawat di CVCU (*Cardiac Vascular Care Unit*: ruang *Intensive Care Unit* khusus penderita penyakit jantung) ketepatan dalam penentuan kebutuhan total energi yang harus diberikan kepada pasien adalah penting.

Total energi dipengaruhi oleh 3 faktor, salah satunya adalah energi basal. Energi basal adalah energi minimal yang dibutuhkan organ tubuh manusia agar tetap dapat berfungsi. Penentuan energi basal mengharuskan Tinggi Badan (TB) seorang diketahui, karena dari tinggi badan ini kemudian energy basal dapat ditentukan.

Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengetahui tinggi badan seseorang dengan gangguan kesadaran dan fisik lemah adalah metode tinggi lutut atau *knee height*. Hasil pengukuran tinggi lutut yang diperoleh akan menggambarkan estimasi tinggi badan dengan simpangan ± 2.3 cm dari hasil pengukuran tinggi badan normal (Gibson, 2005).

Pengukuran tinggi lutut yang dilakukan saat ini masih menggunakan alat manual yang ketepatan hasil pengukurannya sangat dipengaruhi oleh keterampilan pengukur. Oleh karena itu dirasa perlu untuk dilakukan terobosan untuk melakukan perbaikan alat ukur yang ada menjadi sebuah sistem otomatis yang lebih presisi dan mampu menghasilkan data dengan akurasi lebih baik karena tidak tergantung oleh keahlian petugas yang memiliki simpangan pengukuran sangat variatif.

Pengubahan yang dilakukan ini selain mempermudah proses pengukuran, proses otomasi pada alat ukur diharapkan dapat mengurangi bahkan menghilangkan kesalahan yang terjadi pada pengukuran manual. Sehingga nantinya akan menghasilkan ketepatan penentuan kebutuhan energi basal sebagai bagian dari kebutuhan total energi. Keberadaan sistem tersebut nantinya diharapkan akan memberikan manfaat sehingga dapat mencapai derajat kesehatan yang diharapkan.



1.2 Rumusan Masalah

Agar dalam pembuatan alat ini tidak menyimpang dari tujuan yang diharapkan, maka perlu dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- 1) Bagaimana cara alat dapat mengukur tinggi lutut dengan tepat.
- 2) Bagaimana alat mampu berkomunikasi dengan komputer untuk memproses data lebih lanjut.
- 3) Bagaimana rancangan perangkat lunak pada aplikasi komputer agar dapat mengkonversi data yang telah didapat menjadi kebutuhan total energi dan menyimpan data hasil konversi.

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari maksud dan tujuan maka diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

- 1) Alat ini digunakan untuk menghitung tinggi badan estimasi dengan dasar tinggi lutut orang dewasa dengan ras Asia.
- 2) Alat ini mengkonversi data yang berupa tinggi badan estimasi, berat badan estimasi, jenis kelamin, dan umur menjadi energi total.
- 3) Tidak membahas kebutuhan total energi yang harus didapatkan oleh seseorang secara detail.
- 4) Tidak membahas perhitungan dan pembuatan mekanik secara detail.
- 5) Tidak membahas perancangan *power supply*.
- 6) Tidak membahas istilah kedokteran secara detail.

1.4 Tujuan

Mengacu pada latar belakang serta acuan perumusan masalah diatas maka tujuan yang akan dicapai dalam laporan akhir ini adalah:

- 1) Mempermudah tenaga medis dalam menentukan kebutuhan total energi.
- 2) Meningkatkan keakuratan dalam perhitungan kebutuhan energi basal dan total energi.
- 3) Meningkatkan pelayanan kesehatan kepada masyarakat.

1.5 Sistematika Pembahasan

Penelitian ini terdiri atas enam bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika pembahasan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat, yang meliputi anthropometri, mikrokontroler ATmega 8535, LCD display type M1632, keypad, sensor Ultrasonik, komunikasi Serial RS-232.

BAB III Metodologi Penulisan

Membahas metode penelitian dan perencanaan alat.

BAB IV Perencanaan Alat dan Pembuatan Alat

Membahas tentang rangkaian elektronika sistem, algoritma perangkat lunak baik pada unit pengolah data maupun unit penyimpanan data, algoritma perangkat lunak pada computer dan mekanik sistem.

BAB V Pengujian dan Analisis

Membahas hasil pengujian sistem terhadap alat yang telah direalisasikan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Membahas kesimpulan perancangan dan saran-saran yang diperlukan untuk melakukan pengembangan aplikasi selanjutnya



BAB II

LANDASAN TEORI

Anthropometri adalah berbagai macam pengukuran dimensi tubuh dan komposisi tubuh dari berbagai tingkat umur dan tingkat gizi pada manusia. Tujuan dilakukannya *anthropometri* terhadap seorang manusia adalah sebagai berikut (Nawangsasi, 2009) :

- 1) Untuk melihat keseimbangan asupan protein dan energi yang terlihat pada pola pertumbuhan fisik dan proporsi jaringan tubuh.
- 2) Sebagai sumber informasi riwayat gizi masa lampau.
- 3) Untuk mengidentifikasi status gizi baik ringan, sedang, atau buruk.
- 4) Untuk mengevaluasi perubahan status gizi pada periode tertentu (pemantauan status gizi).
- 5) Dapat digunakan untuk *screening test* yang mengidentifikasi individu beresiko kekurangan gizi.

Pengukuran *anthropometri* pada pasien kondisi khusus dapat dibedakan menjadi 2 cara. Sesuai dengan parameter ukur yang ditetapkan, adapun 2 cara pengukuran tersebut yaitu (www.ripiu.com) :

- a) Berat Badan

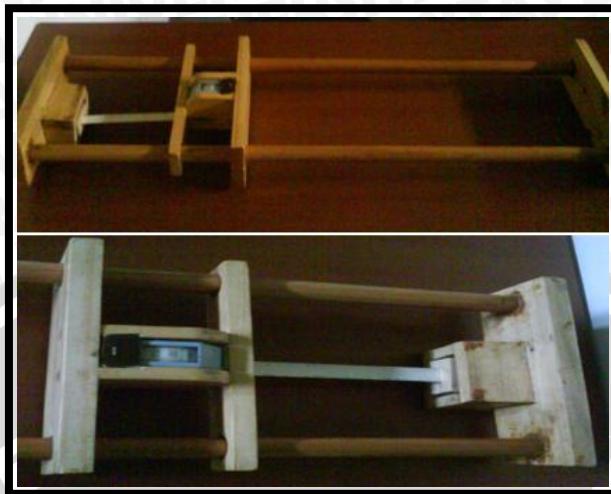
Berat badan adalah salah satu parameter yang memberikan gambaran massa tubuh. Massa tubuh sangat sensitive terhadap perubahan-perubahan yang mendadak, misalnya terserang penyakit infeksi, menurunnya nafsu makan dan menurunnya jumlah makanan yang dikonsumsi. Namun cara ini memiliki kekurangan cukup besar karena ketika pasien mengalami kegemukan maka perhitungan tidak dapat dilakukan secara optimal, begitu juga jika pasien mengalami kekurangan gizi yang berdampak masa tubuh yang sangat kurus.

- b) Tinggi Badan

Tinggi badan merupakan antropometri yang menggambarkan keadaan pertumbuhan skeletal. Kelebihan dari penggunaan parameter tinggi badan ialah tinggi badan manusia bersifat tetap jika ada perubahan hal tersebut memerlukan waktu yang cukup lama dan tidak bersifat tiba – tiba. Adapun perhitungan tinggi badan yang dapat digunakan pada pasien kondisi khusus salah satunya ialah metode *knee height*.



Knee height atau pengukuran tinggi lutut adalah sebuah tindakan medis yang dilakukan untuk mendapatkan data berupa tinggi badan estimasi dengan cara menghitung tinggi lutut manusia. Gambar 2.1 menunjukkan alat pengukur tinggi lutut.



Gambar 2.1 Alat *Knee Height* Manual

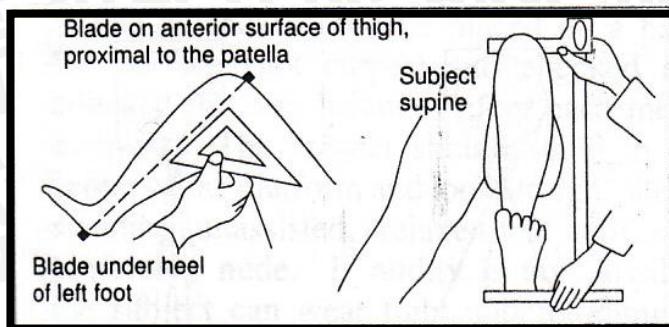
Sumber : Laboratorium *Nutritional Assessment* Jurusan Gizi Fakultas Kedokteran
Universitas Brawijaya

Pengukuran hendaknya menggunakan alat ukur yang mempunyai kepresision tinggi agar data yang dihasilkan lebih tepat. Dalam proses pengukuran menggunakan metode *knee height* terdapat perlakuan-perlakuan khusus. Perlakuan khusus ini ditujukan untuk mendapatkan hasil yang lebih tepat dan akurat.

Prosedur pengukuran menggunakan metode *knee height* ialah sebagai berikut (Gibson, 2005) :

- a. Persiapan alat *caliper* terbuat dari kayu.
- b. Tidak ada bahan yang menutupi kaki hingga paha.
- c. Subjek duduk, berbaring atau tidur, tulang tibia (betis) dan tulang femur (paha) dibentuk siku (90^0).
- d. Alat ditempatkan di antara tumit sampai bagian proksimal dari tulang patella (lutut).

Cara pengukuran metode Knee Height secara keseluruhan ditunjukkan dalam gambar 2.2.



Gambar 2.2 Cara Pengukuran Metode Knee Height⁴

Setelah hasil pengukuran tinggi lutut didapatkan, maka data tersebut dikonversikan menjadi tinggi badan estimasi dengan dasar perhitungan menggunakan rumus yang tertera dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Rumus Konversi Tinggi Lutut Menjadi Tinggi Badan Estimasi Berdasarkan Ras

Ras Manusia	Rumus
Height Asian men (cm)	$2,08 \times \text{knee height} + 59,01$
Height Asian women (cm)	$1,91 \times \text{knee height} - (0,17 \times \text{umur}) + 75$
Height African – American men (cm)	$1,73 \times \text{knee height} + 95,79$
Height African – american women (cm)	$1,96 \times \text{knee height} + 58,72$

Gibson, 2005:251

Pada pengukuran menggunakan metode *knee height*, memiliki beberapa kekurangan dan kelebihan. Kekurangannya adalah hanya dapat digunakan pada seseorang dengan (salah satu) kaki yang normal, tanpa ada kelainan, misal: rakhitis. Sedangkan kelebihan metode *knee height* ialah lebih sensitif untuk lanjut usia laki-laki daripada wanita karena sejalan dengan usia pengurangan tinggi badan pada laki-laki lebih rendah dari pada wanita.

Ketika tinggi badan estimasi telah diketahui, hal yang selanjutnya dilakukan untuk dapat mengetahui kebutuhan energi basal ialah menghitung berat badan estimasi. Dikarenakan keterbatasan keadaan fisik dari seseorang yang tidak bisa atau tidak diperbolehkan untuk berdiri maka berat badan estimasi dapat diketahui menggunakan persamaan 1 sebagai berikut. (manahan,escoult-stamp,1996).

$$\text{BB estimasi} = (\text{TBe estimasi} - 100) \times 90\% \quad (1)$$

Setelah data berupa tinggi badan estimasi dan berat badan ideal estimasi sudah diketahui maka kebutuhan energi basal pada seorang dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 2 dan 3 (Manahan, Escoult-Stamp, 1996) :

$$\text{Kebutuhan energi basal (wanita)} = 655 + (9,56 \times \text{BBe}) +$$

$$(1,85 \times \text{TBe}) - (4,68 \times \text{umur}) \quad (2)$$

$$\text{Kebutuhan energi basal (pria)} = 66,5 + (13,75 \times \text{BBe}) +$$

$$(5 \times \text{TBe}) - (6,78 \times \text{umur}) \quad (3)$$

dengan BBe = berat badan estimasi

 TBe = tinggi badan estimasi

 Umur = usia

Energi basal yang telah diketahui digunakan untuk menentukan total energi. Total energi dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu faktor aktivitas, faktor stress dan energi basal. Sesuai yang tertera pada persamaan 4 (Manahan, Escoult-Stamp, 1996):

$$\text{Total energi} = \text{energi basal} * \text{faktor stress} * \text{faktor aktivitas} \quad (4)$$

dengan faktor stress = 1.6 hingga 1.8

faktor aktifitas = 1

2.1 Mikrokontroller

Mikrokontroller adalah pusat kerja dari suatu sistem elektronika seperti halnya mikroprosesor sebagai otak komputer. Adapun nilai tambah bagi mikrokontroller adalah terdapatnya memori dan port input/output dalam suatu kemasan IC. Kemampuannya yang *programmable*, fitur yang lengkap seperti ADC internal, EEPROM internal, port I/O, komunikasi serial. Juga harga yang terjangkau memungkinkan mikrokontroller digunakan pada berbagai sistem elektronis, seperti pada robot, automasi industri, sistem alarm, peralatan telekomunikasi, hingga sistem keamanan. Mikrokontroller AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Hal ini terjadi karena kedua jenis mikrokontroller 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,

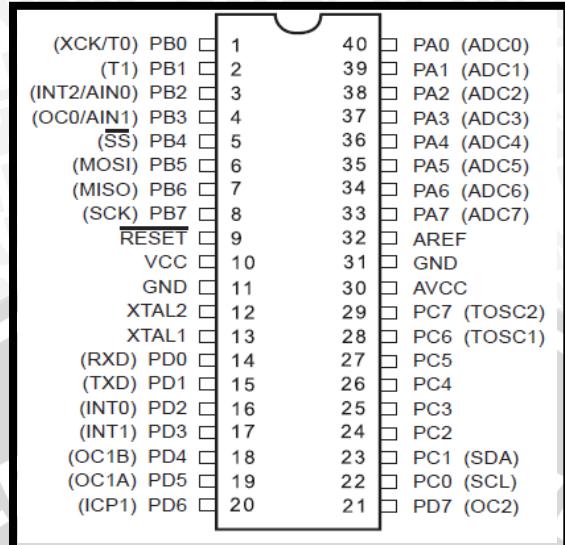
yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya, yang membeda-bedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan sama. Piranti dapat diprogram secara *in-system programming* (ISP) dan dapat diprogram berulang-ulang selama 10.000 kali baca/tulis didalam sistem.

2.1.1 Mikrokontroler ATMega 8535

Mikrokontroler ATMega 8535 merupakan mikrokontroler CMOS 8 bit performa tinggi produksi Atmel dengan teknologi RISC yang terintegrasi dalam Single Chip. Mikrokontroler ini dalam satu siklus waktu mampu mengeksekusi instruksi hingga mencapai 1 MIPS per Mhz. Mikrokontroler ini terdiri atas CPU, ADC, timer, paralel dan serial I/O, flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), RAM (*Random Access Memory*), EEPROM (*Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*), dan on chip *clock*. Karakteristik utama yang dimiliki oleh mikrokontroler ATMega 8535 adalah :

- 1). Memori program dan data yang nonvolatile.
- 2). Master/Slave SPI antarmuka serial.
- 3). Delapan pin ADC (*Analog to digital converter*) dengan ketepatan sebesar 10 bit.
- 4). Sistem *self-programmable* flash 8 kbyte.
- 5). EEPROM sebesar 512 byte, dan 512 byte SRAM *internal*.
- 6). Saluran I/O terdiri atas 32 pin dan 32 *general purpose register*.
- 7). Dua timer/counter 8 bit dengan *prescaller* terpisah, dan *mode* pembanding (*compare mode*).
- 8). Satu buah timer/counter 16 bit dengan *prescaller* terpisah, *mode* pembanding dan perekam (*capture*).
- 9). *Internal* dan eksternal *interrupt*.
- 10). USART (Universal Syncronous and Asyncronous Receiver Transmitter).
- 11). *Real time counter* dengan oscillator terpisah.
- 12). Kalibrasi *internal* RC *oscilator*.
- 13). Tegangan operasi antara 4,5 - 5,5 volt.
- 14). Nilai kecepatan mulai 0 – 16 Mhz.

Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega 8535 ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Blok Diagram ATmega 8535

Sumber : Atmel, 2004 : 2

2.1.2 Struktur dan Operasi Port

Mikrokontroler ATmega 8535 ini mempunyai 4 buah port, yang memiliki 8 buah jalur I/O. Beberapa karakteristik port mikrokontroler ATmega 8535 dijelaskan secara singkat :

- 1). Unit I/O dapat dialamatkan perjalur atau per port
- 2). Setiap jalur I/O memiliki *buffer*, penahanan (*latch*), kemudi input dan kemudi output.
- 3). Setiap jalur I/O terdapat *register* pengatur apakah dijadikan input atau dijadikan output.
- 4). Port A adalah I/O *bi-directional* 8 bit dengan resistor *pull-up internal*. Port A juga berfungsi sebagai analog input ke ADC (*Analog to digital converter*). Sebagai masukan, pin port A yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port A juga memiliki fungsi khusus, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi khusus Port A ATmega 8535

Port Pin	Alternate Function
PA7	ADC7 (ADC input channel 7)
PA6	ADC6 (ADC input channel 6)
PA5	ADC5 (ADC input channel 5)
PA4	ADC4 (ADC input channel 4)
PA3	ADC3 (ADC input channel 3)
PA2	ADC2 (ADC input channel 2)
PA1	ADC1 (ADC Input channel 1)
PA0	ADC0 (ADC Input channel 0)

Sumber : Atmel, 2004 : 57

- 5). Port B adalah I/O *bi-directional* 8 bit dengan resistor *pull-up internal*. Sebagai masukan, pin port B yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port B juga memiliki fungsi khusus, seperti terlihat dalam Tabel 2.3.



Tabel 2.3 Fungsi khusus Port B ATmega 8535

Port Pin	Alternate Function
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
PB4	\overline{SS} (SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output) AIN0 (Analog Comparator Positive Input)
PB2	INT2 (External Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter0 External Counter Input) XCK (USART External Clock Input/Output)

Sumber : Atmel, 2004 : 58

- 6). Port C adalah I/O *bi-directional* 8 bit dengan resistor *pull-up internal*. Sebagai masukan, pin port C yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port C juga memiliki fungsi khusus, seperti terlihat dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Fungsi khusus Port C ATmega 8535

Port Pin	Alternate Function
PC7	TOSC2 (Timer Oscillator Pin 2)
PC6	TOSC1 (Timer Oscillator Pin 1)
PC1	SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC0	SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)

Sumber : Atmel, 2004 : 60

- 7). Port D adalah I/O *bi-directional* 8 bit dengan resistor *pull-up internal*. Sebagai masukan, pin port D yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port D juga memiliki fungsi khusus, seperti terlihat dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Fungsi khusus Port D Atmega 8535

Port Pin	Alternate Function
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare A Match Output)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 Output Compare B Match Output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

Sumber : Atmel, 2004 : 62.

2.2 LCD Display

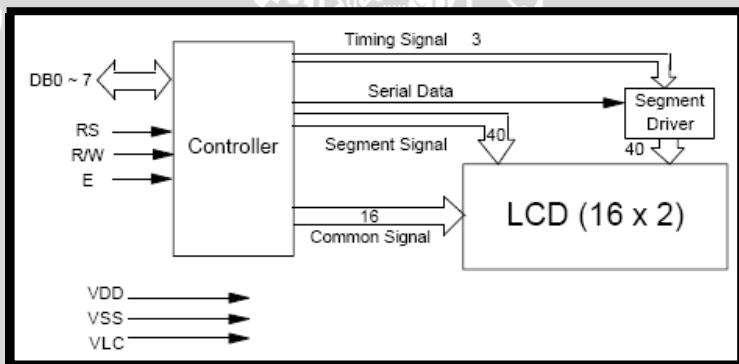
Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai *display*. Tipe LCD yang digunakan yaitu M1632 yang mempunyai 2 baris tampilan dan masing-masing baris terdiri atas 16 karakter. LCD tipe M1632 dilengkapi dengan *backlight* berwarna hijau. LCD ini mempunyai 16 pin. Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul ini berupa bus data yang berhubungan dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol.

Penjelasan pin-out pada LCD M1632 adalah sebagai berikut :

- 1) GND (pin 1) kaki ini berhubungan dengan tegangan +5V.
- 2) VCC (pin 2) adalah pin untuk power supply. Berhubungan dengan tegangan 0 V (GND).

- 3) VEE/VLCD (pin 3), adalah pin untuk drive LCD, yaitu untuk mengatur kontras tampilan pada LCD.
- 4) RS (pin 4), Register Select, adalah pin untuk pemilihan mode register data. Apabila RS diberi logika 0, maka data berupa data kontrol (Register Data) dan bila RS diberi logika 1 maka data adalah data untuk ditampilkan di LCD (Register Perintah)
- 5) R/W (pin 5), pin ini merupakan pin untuk pemilihan proses pada LCD. Bila pin R/W berlogika 1 maka mode pembacaan data, bila berlogika 0 adalah mode penulisan data.
- 6) E (pin 6), adalah pin enable untuk mengaktifkan *clock* LCD. LCD akan *enable* bila pin ini berlogika 1, dan bila pin ini berlogika 0, LCD akan *disable*.
- 7) DB0 - DB7 (pin 7 – pin 14), adalah pin untuk data.
- 8) Anoda (pin15) dan Katoda (pin 16) adalah pin untuk *supply* lampu *backlight*.

Diagram Blok modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 2.4.

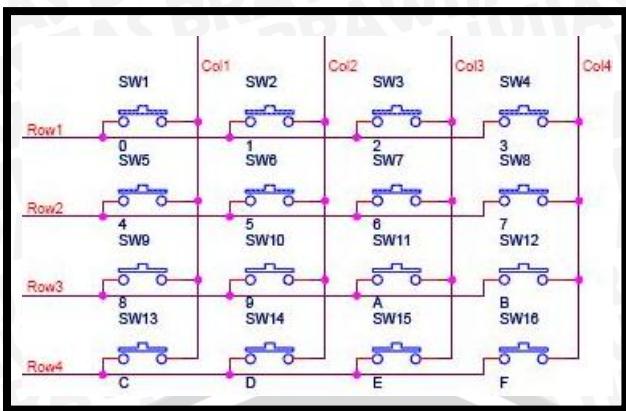


Gambar 2.4. Diagram blok LCD

2.3 Keypad 4x4

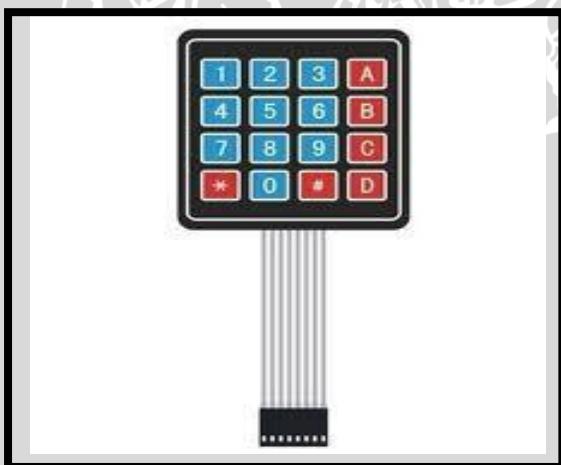
Keypad atau sebuah tombol adalah seperangkat tombol diatur dalam satu blok yang biasanya tahan angka dan simbol lain tetapi tidak satu set lengkap huruf – huruf abjadnya. Jika kebanyakan berisi angka, maka dapat disebut juga keypad numerik. Salah satu fitur dari beberapa fungsi keypad yaitu digunakan sebagai kombinasi kunci.

Keypad merupakan suatu media yang digunakan untuk memasukkan data. Biasanya data tersebut berupa data yang direalisasikan dengan sistem matrik atau sistem desimal. Keypad dibuat dari *switch push button* seperti terlihat dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Keypad Dengan Sistem Matrik

Gambar 2.5 menunjukkan contoh keypad dengan sistem matrik yang menggunakan saklar *push button*. Masing-masing saklar menunjukkan satu angka desimal dengan kondisi saklar dalam keadaan terbuka atau *Normally Open* (NO). Jika ada saklar yang ditekan maka salah satu dari baris atau kolom yang hubung singkat misalnya, angka 1 ditekan maka X1 dan Y2 hubung singkat. Adanya jalur yang hubung singkat maka oleh *encoder* akan diterjemahkan untuk proses selanjutnya. Gambar 2.6 menunjukkan modul keypad.



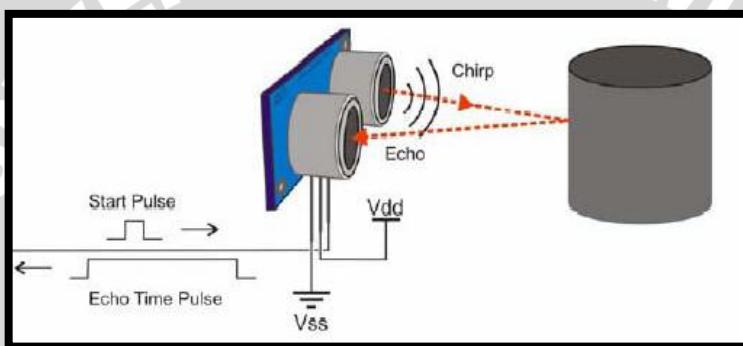
Gambar 2.6 Modul Keypad 4 x 4

2.4 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40 kHz hingga 400 kHz. Sensor ultrasonik terdiri atas dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma

penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 kHz – 400 kHz diberikan pada plat logam. Struktur atom kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*.

Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama. Prinsip kerja sensor ultrasonik ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Bentuk fisik sensor ultrasonik

Besar amplitudo sinyal elekrik yang dihasilkan unit sensor penerima bergantung pada jauh dekatnya objek yang didetksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Proses sensoring yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan obyek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim sampai diterima oleh rangkaian penerima, dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara.

2.5 Komunikasi Serial RS-232

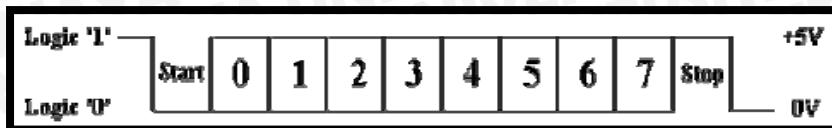
Standar RS232 ditetapkan oleh Electronic Industry Association and Telecommunication pada tahun 1962. Nama lengkapnya adalah "EIA/TIA-232 Interface between Data Terminal Equipment and Data Circuit Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange". Standar ini mengatur komunikasi data antara komputer (Data Terminal Equipment - DTE) dengan alat-alat perlengkapan komputer (Data Circuit Terminating Equipment - DCE).

Komunikasi data serial sangat berbeda dengan format pemindahan data paralel. Disini, pengiriman bit-bit tidak dilakukan sekaligus melalui saluran pararel, tetapi setiap bit dikirimkan satu persatu melalui saluran tunggal. Dalam pengiriman data secara serial harus ada sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dan penerima agar data yang dikirimkan dapat diterima dengan tepat dan benar oleh penerima. Salah satu mode transmisi dalam komunikasi serial adalah mode asynchronous. Transmisi serial mode ini digunakan apabila pengiriman data dilakukan satu karakter tiap pengiriman. Antara satu karakter dengan yang lainnya tidak ada waktu antara yang tetap. Karakter dapat dikirimkan sekaligus atau pun beberapa karakter kemudian berhenti untuk waktu yang tidak tentu, kemudian dikirimkan sisanya. Dengan demikian bit-bit data ini dikirimkan dengan periode yang acak sehingga pada sisi penerima data akan diterima kapan saja. Adapun sinkronisasi yang terjadi pada mode transmisi ini adalah dengan memberikan bit-bit penanda awal dari data dan penanda akhir dari data pada sisi pengirim maupun dari sisi penerima.

Format data komunikasi serial terdiri atas parameter - parameter yang dipakai untuk menentukan bentuk data serial yang dikomunikasikan, dimana elemen-elemennya terdiri atas:

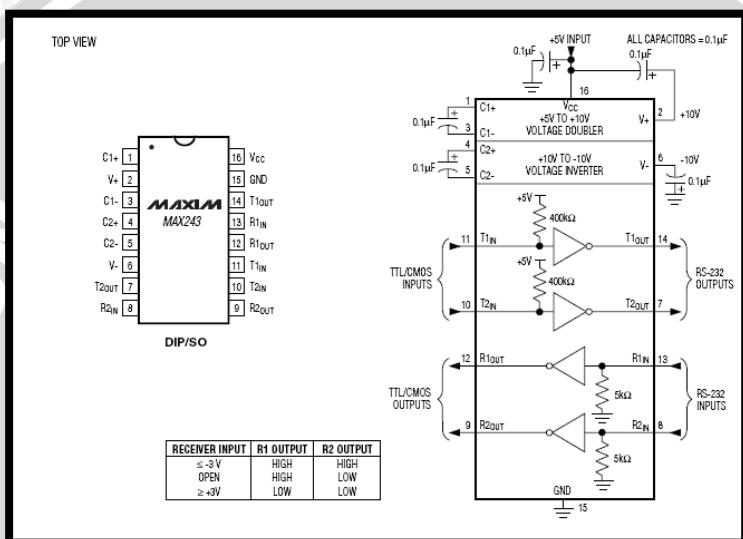
- a. Kecepatan mobilisasi data per bit (baud rate)
 - b. Jumlah bit data per karakter (data length)
 - c. Parity yang digunakan
 - d. Jumlah stop bit dan start bit

Format pengiriman data serial ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Format Pengiriman Data Serial

RS232 sebagai komunikasi serial mempunyai 9 pin yang memiliki fungsi masing-masing. Pin yang biasa digunakan adalah pin 2 sebagai received data, pin 3 sebagai transmitted data, dan pin 5 sebagai ground signal. Level Tegangan dari RS232 adalah +3 sampai +15 volt untuk logika “0” sedangkan -3 sampai -15 volt untuk logika “1”. Level tegangan ini berbeda dengan level tegangan logika dari mikrokontroler yang bertipe TTL/CMOS dengan supply 5 V yang memiliki keluaran untuk logika tinggi minimal 2,4 volt dan logika rendah maksimal 0,4 volt, sehingga dibutuhkan IC MAX 232 yang berfungsi sebagai penyetara level tegangan logika. IC serial RS232 atau MAX 232 ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



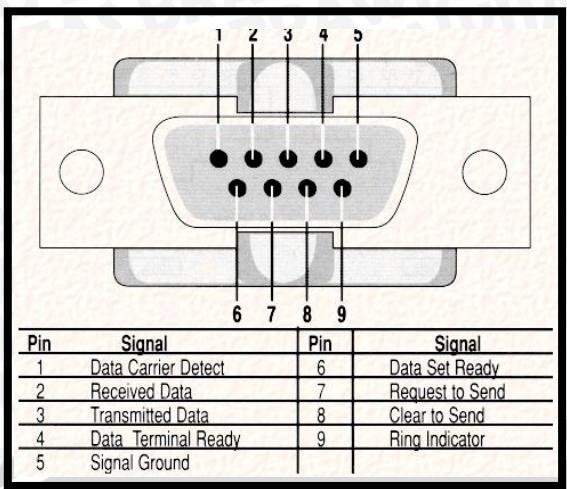
Gambar 2.9 IC Serial MAX-232

Sumber : Multichannel, 2003:17

Komunikasi serial membutuhkan port sebagai saluran data. Gambar 2.10 dan 2.11 menunjukkan port serial DB9 yang umum digunakan sebagai port serial.



Gambar 2.10 Port DB9 Jantan



Gambar 2.11 Port DB9 Betina

Sumber : www.arselect.com



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menyelesaikan rumusan masalah dan merealisasikan tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan maka diperlukan metode untuk menyelesaikan masalah tersebut. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah studi literatur, penentuan spesifikasi alat, perancangan dan pembuatan alat, pengujian alat, dan pengambilan kesimpulan.

3.1. Studi Literatur

Literatur yang dibutuhkan adalah dasar teori yang berhubungan dengan alat yang akan dirancang, yaitu sebagai berikut:

- a. Anthropometri
- b. Mikrokontroler ATmega 8535
- c. Komunikasi Serial RS-232
- d. Keypad 4x4
- e. Sensor ultrasonic PING))
- f. LCD (*Liquid crystal display*)

3.2. Penentuan Spesifikasi Alat

Sebelum melakukan perencanaan dan perealisasian alat, maka ditentukan spesifikasi alat yang akan dibuat. Adapun spesifikasi alat yang akan direalisasikan sebagai berikut:

- a. Alat terdiri atas dua unit, yakni unit pengukur tinggi lutut yang berfungsi mengambil data dan unit konsol yang berfungsi memasukan data, menampilkan data kemudian komputer yang berfungsi untuk menampilkan hasil akhir..
- b. Jalur transmisi data dari unit konsol ke komputer yang digunakan adalah komunikasi serial RS-232.
- c. Alat mampu mengukur tinggi lutut kemudian mengkonversinya menjadi total energi.
- d. komputer mampu menampilkan total energi yang dibutuhkan.



3.3. Perancangan dan Perealisasi Alat

3.3.1 Perancangan Perangkat Keras dan Realisasi Tiap Blok

- a. Pembuatan blok diagram lengkap sistem.
- b. Penentuan dan perhitungan komponen yang akan digunakan.
- c. Desain papan rangkaian tercetak (PCB) menggunakan *software* Eagle Layout Editor.
- d. Merakit perangkat keras.

3.3.2 Perancangan dan Penyusunan Perangkat Lunak

Setelah kita mengetahui seperti apa perangkat keras yang dirancang, maka kita membutuhkan perangkat lunak untuk mengendalikan dan mengatur kerja dari alat ini. Desain dan parameter yang telah dirancang kemudian diterapkan kedalam mikrokontroler ATmega 8535 dengan menggunakan bahasa C, compiler CodeVision AVR, Borland Delphi 7.

3.4. Pengujian Alat

Untuk memastikan bahwa sistem ini berjalan sesuai yang direncanakan maka perlu dilakukan pengujian alat meliputi perangkat keras (*hardware*) yang dilakukan baik per blok rangkaian maupun keseluruhan sistem.

3.5. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan nilai tegangan dan arus yang diijinkan bekerja dalam komponen berdasarkan data sekunder komponen yang diambil dari buku data komponen elektronika maupun dari *datasheet*.

3.6. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja alat setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan bersama.

3.7. Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah didapatkan hasil dari pengujian. Jika hasil yang diperoleh telah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan maka alat tersebut telah memenuhi harapan dan memerlukan pengembangan untuk penyempurnaannya

BAB IV

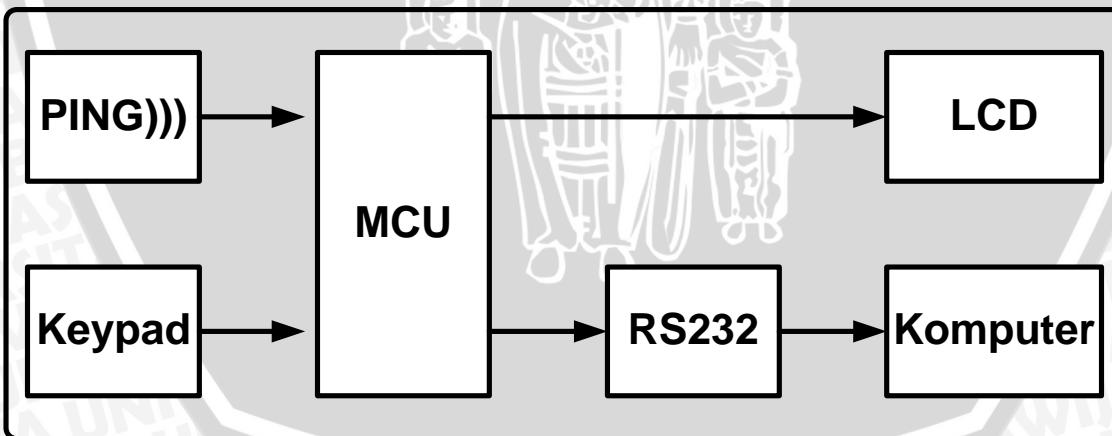
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan alat ini dilakukan secara bertahap dalam bentuk blok sehingga akan memudahkan dalam analisis pada setiap bloknya maupun secara keseluruhan. Perancangan ini terdiri atas:

- Perancangan sistem.
- Perancangan mekanik.
- Perancangan perangkat keras (perancangan catu daya, perancangan sistem minimum mikrokontroler, perancangan rangkaian LCD, dan perancangan antarmuka serial).
- Perancangan perangkat lunak (perancangan algoritma perangkat lunak mikrokontroler pada unit pengolah data, perangkat lunak mikrokontroler pada unit penyimpan data dan perangkat lunak komputer).

4.1 Perancangan Sistem

Blok diagram sistem ini meliputi hal-hal berikut : mikrokontroller, input keypad, *display* LCD, rangkaian komunikasi serial. Adapun garis besar dari sistem alat ini dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja dari alat ini adalah mengolah data dari input keypad dan output sensor menggunakan mikrokontroler dan komputer. Sebelum diaktifkan, konsol harus dalam keadaan tersambung dengan alat ukur dan komputer atau laptop, setelah diaktifkan alat akan meminta pengguna untuk memasukkan beberapa data diantaranya umur, jenis kelamin melalui keypad pada konsol. Kemudian pengukuran tinggi lutut

dapat dilakukan, ketika data telah didapatkan pengguna akan diminta menekan *enter* pada *keypad*. Setelah tombol *enter* pada *keypad* ditekan maka data berupa tinggi lutut, umur dan jenis kelamin akan diolah oleh MCU untuk mendapatkan tinggi badan estimasi, berat badan ideal estimasi, kebutuhan energi basal dan kebutuhan energi total yang tepat bagi seseorang. Hasil perhitungan tinggi badan, berat badan dan total kalori tersebut akan ditampilkan pada *display LCD 16x2*. Kemudian data-data tersebut dikirimkan oleh MCU ke perangkat komputer atau laptop untuk diolah sedemikian rupa sehingga didapatkan daftar menu makanan sederhana.

4.2 Perancangan Mekanik

4.2.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang dirancang adalah sebagai berikut:

- 1) Alat ini bekerja dengan cara mengkonversi data hasil pengukuran oleh sensor dan data input dari *keypad*.
- 2) Keluaran alat ini berupa tampilan dalam *LCD 16x2* dan komputer.
- 3) Alat ini menggunakan sumber tegangan dari baterai.
- 4) Alat ini terdiri atas dua bagian yaitu konsol dan alat pengukur tinggi lutut.
- 5) Masukan berasal dari *keypad 4x4*.
- 6) Ukuran alat pengukur tinggi lutut :

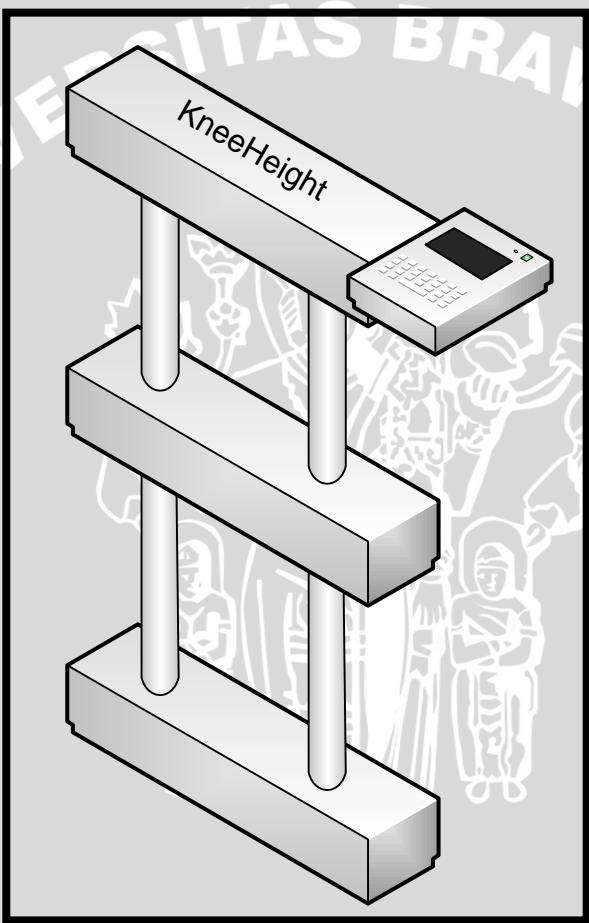
-Panjang	= 30 cm
-Lebar	= 35 cm
-Tinggi	= 77 cm
- 7) Ukuran konsol :

-Panjang	= 15 cm
-Lebar	= 10 cm
-Tinggi	= 5 cm
- 8) Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonic PING))).
- 9) Otak kontrol alat ini menggunakan mikrokontroller AVR ATmega8535.
- 10) Rangka bahan utama alat ini terbuat dari besi stainlees.
- 11) Konsol terbuat dari bahan plastik.
- 12) Alat ini menggunakan komunikasi serial (RS232) untuk dapat terhubung dengan piranti komputer atau laptop.

- 13) Program tampilan (visual) pada komputer untuk alat ini dibuat menggunakan program Delphi.

4.2.2 Desain Mekanik

Perancangan mekanik alat ini terdiri atas 2 bagian, yaitu konsol dan alat pengukur tinggi lutut. Modul dibuat dengan bahan plastik, sedangkan kerangka untuk alat pengukur tinggi lutut dibuat dari bahan besi stainlees. Gambar 4.2 menunjukkan rancangan mekanik alat.



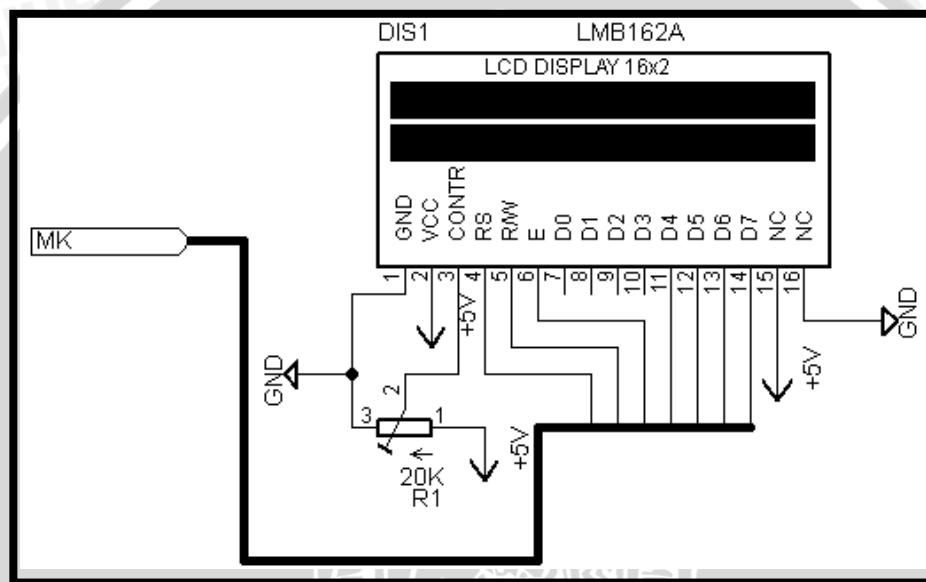
Gambar 4.2. Perancangan Mekanik

4.3 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibutuhkan terdiri atas beberapa rangkaian, yaitu rangkaian mikrokontroler minimum sistem, rangkaian LCD, dan rangkaian antarmuka serial.

4.3.1 Perancangan Rangkaian LCD

Modul LCD yang digunakan membutuhkan catu daya antara 4,5 volt sampai 5,5 volt sedangkan untuk backlight-nya membutuhkan forward voltage antara 4,2 volt sampai 4,6 volt. LCD ini bisa dioperasikan sama baiknya pada *mode* 4 bit atau 8 bit. *Mode* yang digunakan pada perancangan LCD adalah *mode* 4 bit. Dalam *mode* 4 bit, data ditransfer dua kali sebelum siklus instruksi selesai. Pada *mode* 4 bit pin yang digunakan adalah DB4 – DB7, sedangkan pin DB0 – DB3 tidak digunakan. Pada perancangan LCD ditambahkan trimpot yang berfungsi sebagai pengatur kontras pada LCD. Rangkaian LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.2.

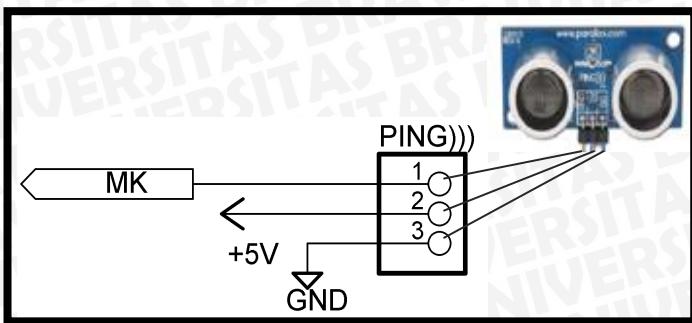


Gambar 4.2. Rangkaian LCD

4.3.2 Perancangan Rangkaian Sensor Ultrasonik

Pada sistem ini, sensor ultrasonik dipasangkan pada alat pengukur tinggi lutut. Catu daya untuk sensor diperoleh dari baterai dari konsol melalui perantara kabel. Sinyal data dari sensor ultrasonik dikirimkan ke konsol melalui kabel.

Pin-pin sensor ultrasonik (PING))) yang terdiri atas VCC, GND dan SIG disalurkan pada port USB *female* yang ditempatkan pada kerangka alat mekanik penghitung tinggi lutut. Pada konsol juga dipasangkan port USB *female* yang dihubungkan dengan VCC dan GND dari baterai serta 1 pin pada mikrokontroler. Rangkaian sensor ultrasonik ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Rangkaian Sensor PING)))

4.3.3 Perancangan Timer (Pewaktu)

Perancangan digunakan untuk mengkalibrasi pewaktu agar dapat sedekat mungkin dengan waktu yang diinginkan. Perancangan ini dilakukan dengan cara menginjeksikan dengan program yang dapat membangkitkan pulsa pewaktu yang kita inginkan. Dalam hal ini kita menggunakan resolusi 1/100 detik atau 10 ms sebagai acuan dari timer yang diinginkan. Timer yang digunakan pada mikrokontroler adalah Timer 1 dengan *mode overflow*. Timer 1 dipilih karena dapat mencacah bilangan sampai dengan FFFF_h atau 65535_d .

Perhitungan waktu timer dapat dijabarkan dalam Persamaan 5 :

$$TCNT = (1 + FFFF_h) - \left(\frac{\text{Timer X}_f}{N} \right) \quad (5)$$

Dimana:

TCNT : Nilai timer (Hex)

f_{CLK} : Frekuensi *clock* (crystal) yang digunakan (Hz)

TIMER : Waktu yang diinginkan (detik)

N : Prescaler (1,8,64,256,1024)

$1 + \text{FFFF}_h$: Nilai maksimum timer adalah FFFF_h dan *overflow* saat 0000_h .

$$TCNT = (1 + FFFF_h) - \frac{T_{\text{Timer X}} f_{\text{CLK}}}{N} ; T_{\text{Timer}} = 0,01 \text{ detik} ; N = 8$$

$f_{\text{CLK}} = 8 \text{ Mhz (internal)}$

$$TCNT = (1 + 65535_d) - \left(\frac{0,01 \times 8.000.000}{8} \right)$$

$$TCNT = 655536_d - 10000_d$$

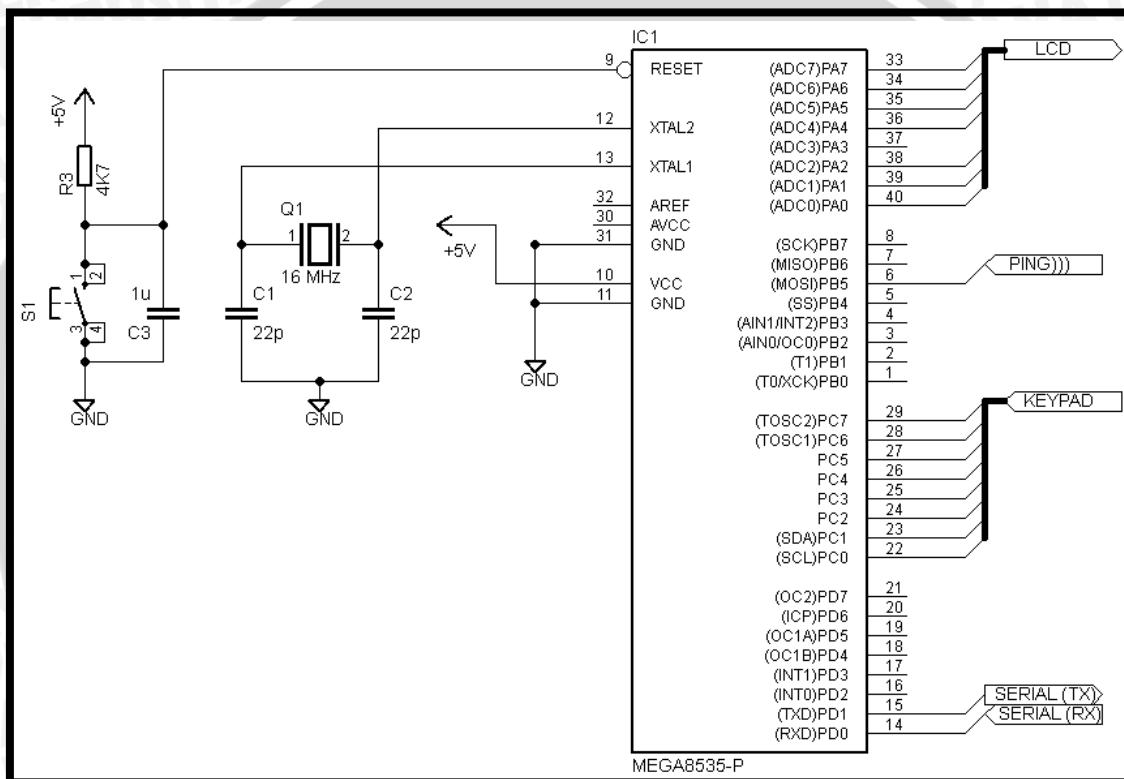
TCNT = 55536d

$$TCNT \equiv D8E0_b \quad (6)$$

Oleh karena nilai timer dalam Persamaan (6) didapatkan nilai $D8F0_h$, maka digunakan $TCNT1H = D8_h$ dan $TCNT1L = F0_h$ dalam pembuatan program timer untuk timer 1.

4.3.4 Perancangan Rangkaian Minimum Sistem

Pada alat yang dirancang baik pada unit pengolah data maupun unit penyimpan data digunakan mikrokontroler ATMega8535 sebagai pengolah utama. Konfigurasi pin I/O mikrokontroler ATMega8535 pada unit pengolah data ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATMega8535 pada Unit Pengolah Data
Mikrokontroler ATMega8535 terdiri atas tiga port I/O yang dapat diprogram yaitu PORTB dengan jumlah data 8 bit, PORTD dengan jumlah data 8 bit dan PORTC dengan jumlah data 7 bit. Pada perancangan ini pin-pin yang digunakan adalah:

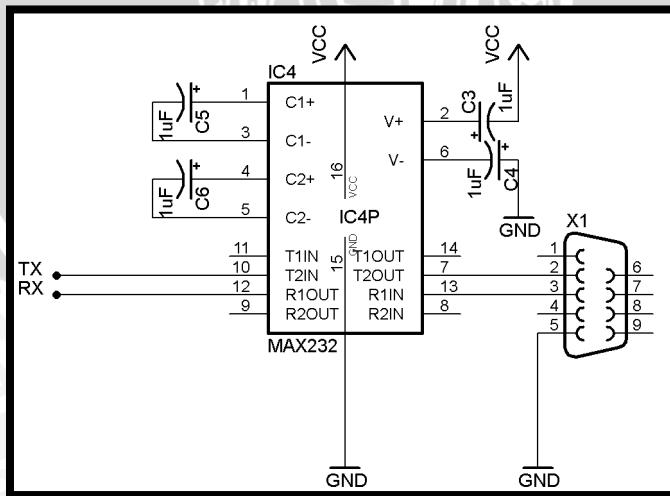
- Pin A.0 = dihubungkan dengan pin RS dari LCD.
- Pin A.1 = dihubungkan dengan pin RD dari LCD.
- Pin A.2 = dihubungkan dengan pin EN dari LCD.
- Pin A.4 = dihubungkan dengan pin DB4 dari LCD.
- Pin A.5 = dihubungkan dengan pin DB5 dari LCD.
- Pin A.6 = dihubungkan dengan pin DB6 dari LCD.
- Pin A.7 = dihubungkan dengan pin DB7 dari LCD.



Pin B.5	= dihubungkan dengan kaki output sensor PING)).
Pin C.0	= dihubungkan dengan pin 1 dari Keypad.
Pin C.1	= dihubungkan dengan pin 2 dari Keypad.
Pin C.2	= dihubungkan dengan pin 3 dari Keypad.
Pin C.3	= dihubungkan dengan pin 4 dari Keypad.
Pin C.4	= dihubungkan dengan pin 5 dari Keypad.
Pin C.5	= dihubungkan dengan pin 6 dari Keypad.
Pin C.6	= dihubungkan dengan pin 7 dari Keypad.
Pin C.7	= dihubungkan dengan pin 8 dari Keypad.
Pin D.0	= merupakan pin input untuk komunikasi USART (RX).
Pin D.1	= merupakan pin output untuk komunikasi USART (TX).
Pin VCC	= dihubungkan dengan sumber tegangan 5,3 V.
Pind GND	= dihubungkan dengan <i>ground</i> .
Pin RESET	= dihubungkan dengan rangkaian reset.
Pin AVCC	= digunakan sebagai referensi ADC.

4.3.5 Perancangan Antarmuka Serial

Antarmuka serial menggunakan IC MAX232 sebagai konverter level tegangan TTL ke level tegangan RS232. Hal ini diperlukan karena komunikasi serial pada komputer menggunakan level tegangan RS232. Mengacu pada *datasheet* IC MAX232 maka semua kapasitor yang digunakan bernilai $1 \mu\text{F}$. Gambar 4.5 menunjukkan rangkaian MAX232.



Gambar 4.5 Rangkaian MAX232

Perhitungan *baudrate* dapat dijabarkan dalam persamaan (7):

$$UBRR = \frac{f_{osc}}{16BAUD} - 1 \quad (7)$$

f_{osc} = Frekuensi *clock* dari sistem osilator

UBRR = Register baudrate yang terdiri atas UBRRH dan UBRRL

BAUD = *Baudrate* dalam bit per second (bps)

$$UBRR = \frac{f_{osc}}{16BAUD} - 1$$

$f_{osc} = 8 \text{ Mhz (internal)}$

; $UBRR = 0067_h$

$$0067_h = \frac{8\text{ Mhz}}{16BAUD} - 1$$

$$16BAUD = \frac{8\text{ Mhz}}{0067_h} - 1$$

$$16BAUD = \frac{8\text{ Mhz}}{103_d} - 1$$

$$16BAUD = 77.669.902 - 1$$

$$BAUD = \frac{76,669,902}{16}$$

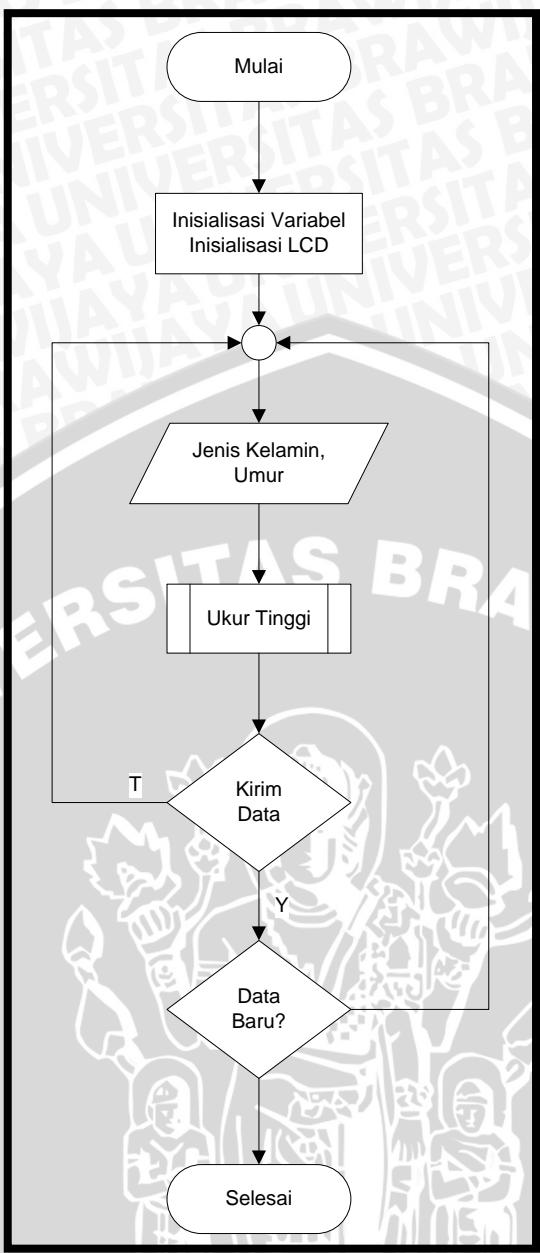
$$BAUD = 4.791,87 \text{ bps} \dots \quad (8)$$

Oleh karena nilai *Baudrate* dalam Persamaan (8) didapatkan nilai $4.791,87 \text{ bps}$, maka digunakan *Baudrate* 4.800 bps dan UBRR 0067_h sebagai nilai *Baudrate* dan *Program Address*.

4.4 Perancangan Perangkat Lunak

4.4.1 Perancangan Algoritma Perangkat Lunak Mikrokontroler

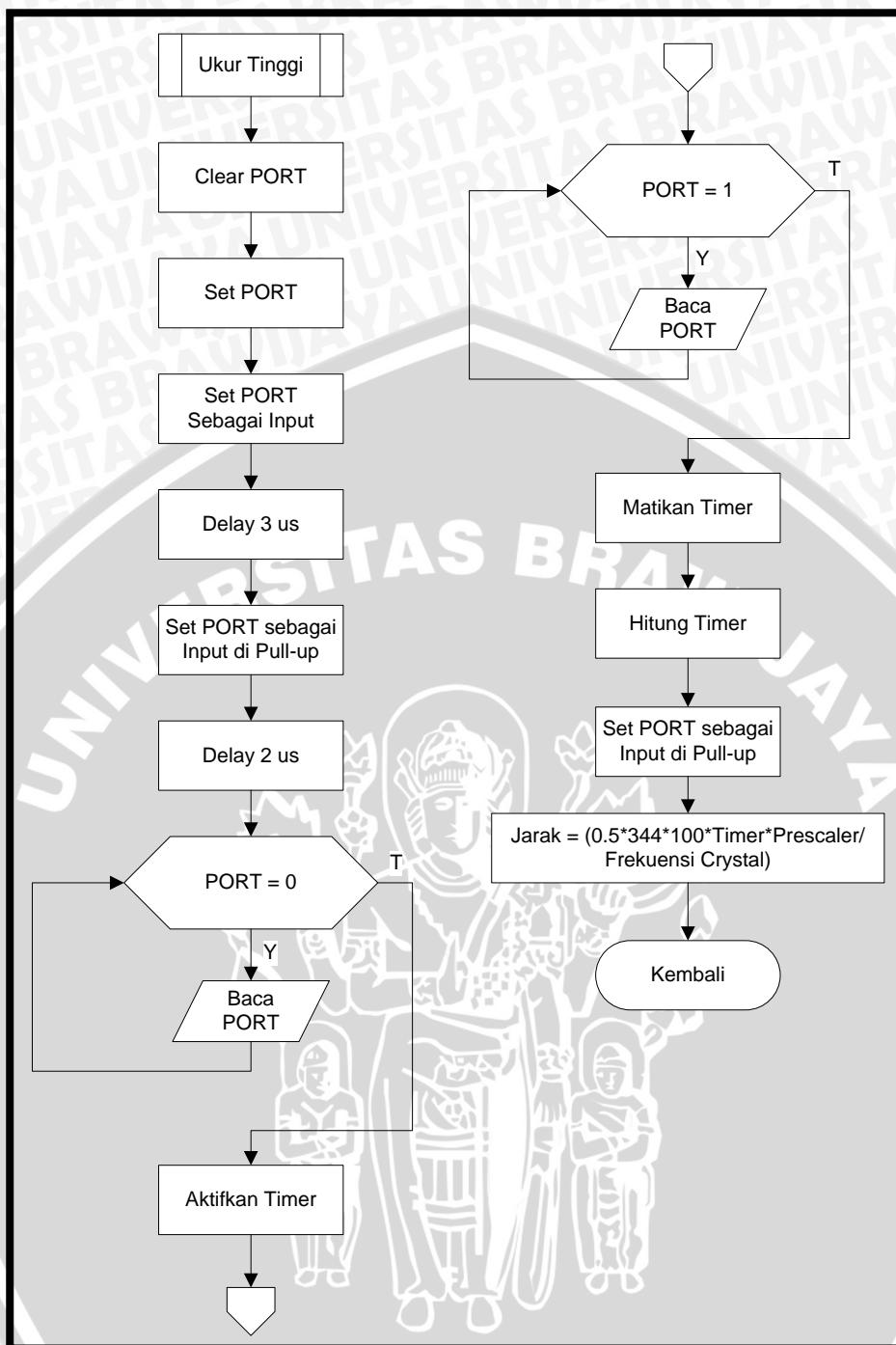
Pada unit mikrokontroler, saat sistem diaktifkan yang pertama kali dilakukan adalah inisialisasi variabel dan inisialisasi LCD. Selanjutnya memberi masukan berupa data jenis kelamin dan umur, dan secara otomatis sensor akan mengukur tinggi lutut. Setelah semua data telah didapat, data tersebut selanjutnya dikirim ke komputer secara serial. Gambar 4.6 menunjukkan diagram alir perangkat lunak mikrokontroler.



Gambar 4.6 Diagram Alir Perangkat Lunak Mikrokontroler

Subroutines Ukur Tinggi will be executed if age data has been obtained. In this subroutine, the task performed is activating the PING sensor to obtain distance data. The flowchart of the soft unit data processing device is shown in Figure 4.7.





Gambar 4.7 Diagram Alir Subrutin Ukur Tinggi

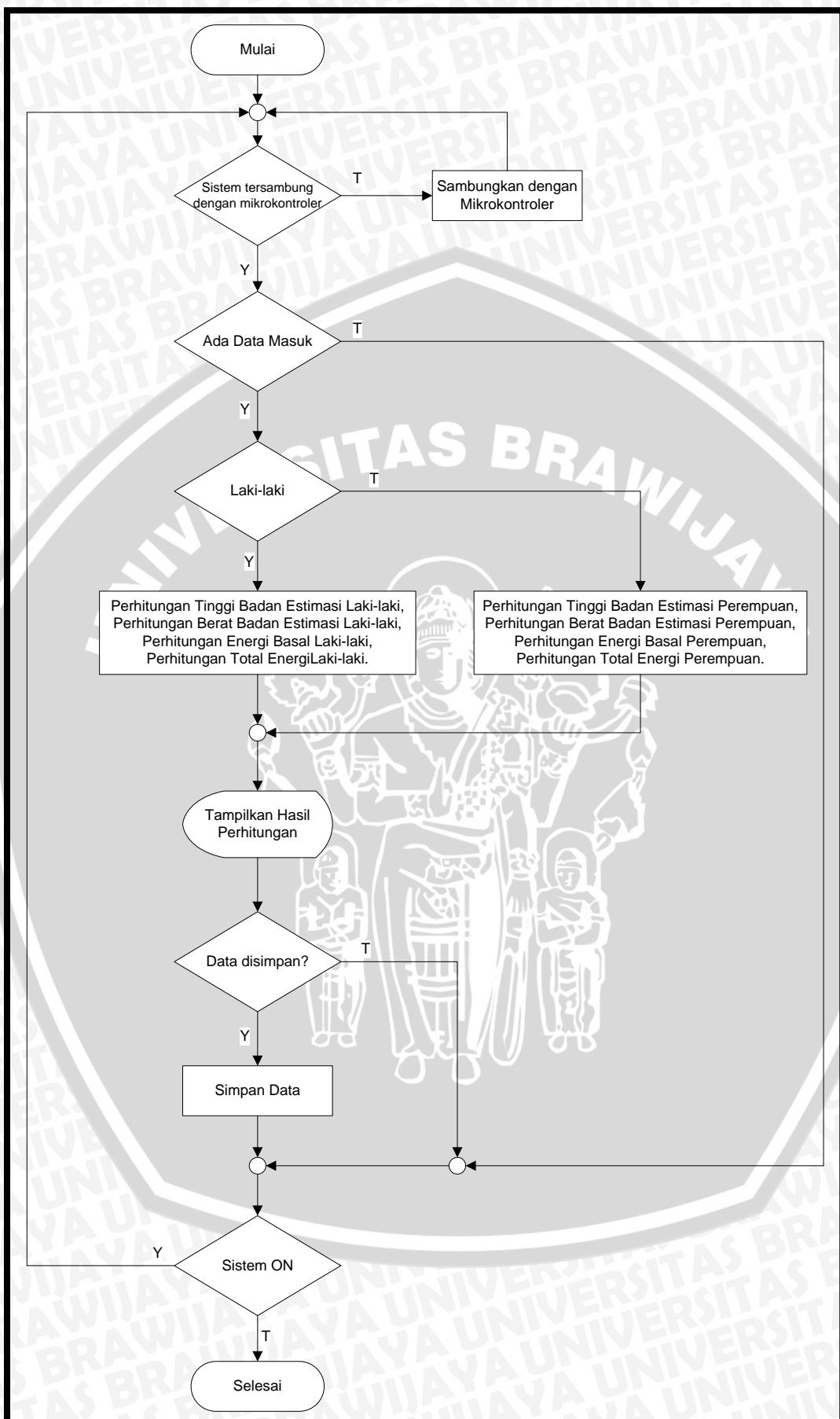
4.4.2 Perancangan Algoritma Utama Aplikasi Komputer

Aplikasi komputer dirancang menggunakan aplikasi Delphi 7. Saat program dijalankan, pertama pengguna aplikasi diharuskan mengisi nama pengguna alat dan menekan tombol *connect* untuk menyambungkan komputer dengan mikrokontroler. Setelah itu apabila terdapat data masuk maka dilakukan pengecekan terhadap data tersebut. Data tersebut merupakan data yang diinginkan dengan proses pengecekan dilakukan dengan mengecek data kepala, data ekor dan jumlah byte data tersebut. Apabila data kepala

adalah '<', data ekor adalah '>' dan jumlah datanya adalah 6 byte maka data tersebut merupakan data dari mikrokontroler. Data ini selanjutnya digunakan sebagai bahan perhitungan dan hasilnya ditampilkan pada layar monitor dan apabila diperlukan untuk disimpan maka data disimpan dalam *file* dengan format nama "Tanggal dan jam pemakaian.csv". Proses ini terus dilakukan selama aplikasi dijalankan dan komputer masih tersambung dengan mikrokontroler.

Gambar 4.8 menunjukkan diagram alir perangkat lunak aplikasi komputer.





Gambar 4.8 Diagram Alir Perangkat Lunak Aplikasi Komputer

BAB V

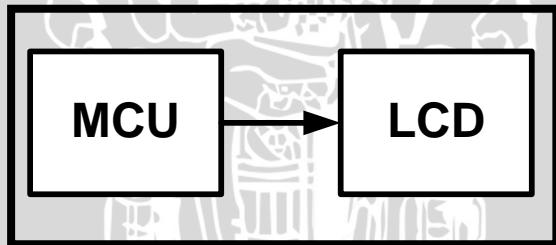
PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis dilakukan untuk menganalisis apakah sistem telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan per blok kemudian secara keseluruhan. Adapun pengujian yang perlu dilakukan sebagai berikut:

- 1) Pengujian LCD.
- 2) Pengujian sensor Ultrasonik.
- 3) Pengujian Pewaktu (*Timer*).
- 4) Pengujian antarmuka serial.
- 5) Pengujian aplikasi komputer.
- 6) Pengujian keseluruhan sistem.

5.1 Pengujian LCD

Pengujian rangkaian LCD dilakukan dengan cara menghubungkan LCD dengan mikrokontroler sesuai dengan perancangan kemudian mikrokontroler diprogram untuk menampilkan tampilan dasar alat seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.1. Gambar 5.1 menunjukkan diagram blok pengujian rangkaian LCD.



Gambar 5.1 Diagram Blok Pengujian Rangkaian Sensor.

Gambar 5.2 menunjukkan hasil pengujian LCD.



Gambar 5.2 Hasil Pengujian LCD.

Dari hasil pengujian rangkaian LCD dapat disimpulkan bahwa LCD berfungsi sesuai dengan perancangan.

5.2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian modul sensor ultrasonik dilakukan dengan memberi trigger pada sensor PING))) agar transmitter mengirimkan gelombang ultrasonik dan pantulannya akan diterima oleh receiver. Gambar 5.3 menunjukkan blok pengujian sensor ultrasonik.



Gambar 5.3 Diagram Blok Pengujian Sensor Ultrasonik

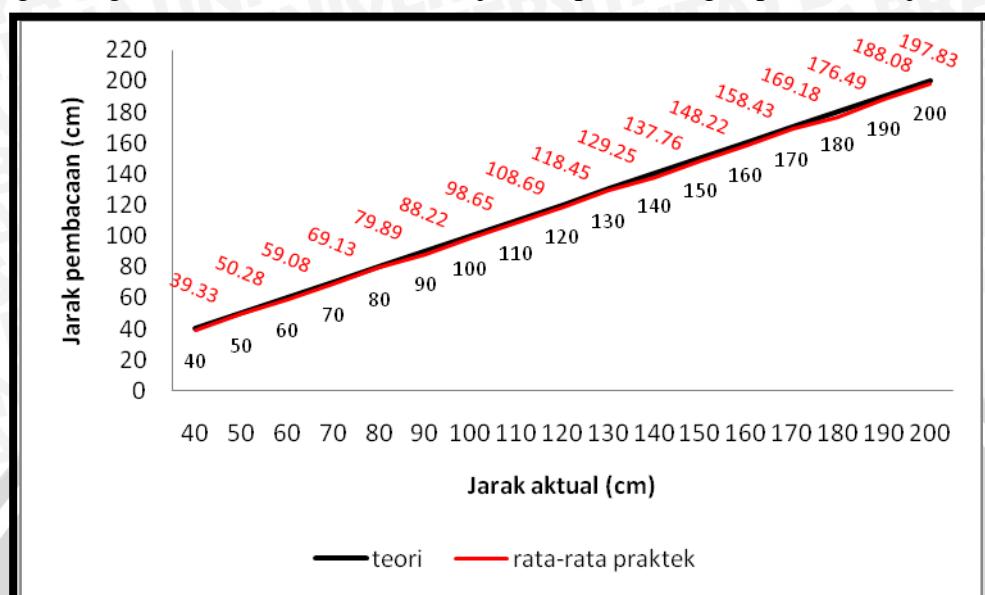
Data yang diambil adalah waktu tempuh gelombang dari saat mulai dipancarkan, memantul sampai diterima oleh receiver. Waktu tempuh ini kemudian dapat dikonversi menjadi jarak (dalam cm) dengan Persamaan (5).

Tabel 5.1 menunjukkan hasil pengujian sensor ultrasonik.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

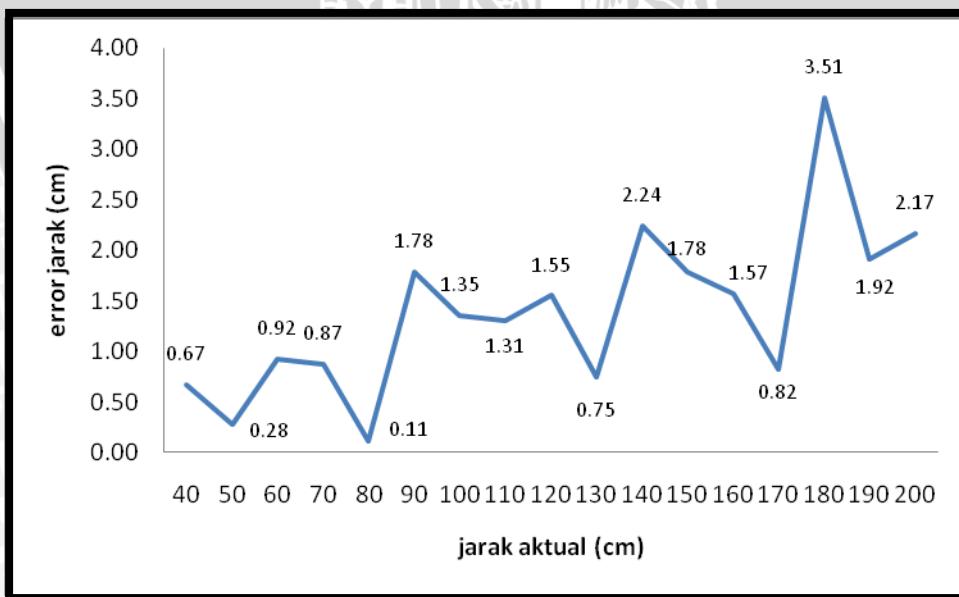
No	Jarak aktual	Hasil pengujian			Rata-rata	Error	
		1	2	3		cm	%
1	40	38,8	39,6	39,6	39,33	0,67	1,67
2	50	49,68	50,58	50,58	50,28	0,28	0,56
3	60	58,33	59,45	59,45	59,08	0,92	1,54
4	70	68,75	69,32	69,32	69,13	0,87	1,24
5	80	79,67	80	80	79,89	0,11	0,14
6	90	88	88,33	88,33	88,22	1,78	1,98
7	100	98,25	98,85	98,85	98,65	1,35	1,35
8	110	108,28	108,9	108,9	108,69	1,31	1,19
9	120	117,77	118,79	118,79	118,45	1,55	1,29
10	130	128,67	129,54	129,54	129,25	0,75	0,58
11	140	135,76	138,76	138,76	137,76	2,24	1,60
12	150	147,85	148,4	148,4	148,22	1,78	1,19
13	160	157,72	158,78	158,78	158,43	1,57	0,98
14	170	167,76	169,89	169,89	169,18	0,82	0,48
15	180	175,69	176,89	176,89	176,49	3,51	1,95
16	190	187,61	188,32	188,32	188,08	1,92	1,01
17	200	196,85	198,32	198,32	197,83	2,17	1,08
						Jumlah error	19,82
						Rata-rata error	1,17

Dari data perbandingan diatas terlihat bahwa data ultrasonik yang diperoleh cukup akurat. Selisih perbedaan jarak tidak terlalu besar yang berarti modul ultrasonik berfungsi dengan baik. Gambar 5.4 menunjukkan perbandingan pembacaan jarak.



Gambar 5.4 Grafik hubungan perbandingan antara jarak aktual dan pembacaan ultrasonik

Dari Gambar 5.4 terlihat bahwa error berubah – ubah dan tidak membentuk pola tertentu pada saat pengukuran jarak dilakukan. Kesalahan maksimal sebesar 3,5 cm pada pengukuran jarak 180 cm dengan error 1,95%. Sedangkan error terbesar terjadi pada pengukuran jarak 90 cm dengan error 1,98% seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik kesalahan pembacaan sensor ultrasonic

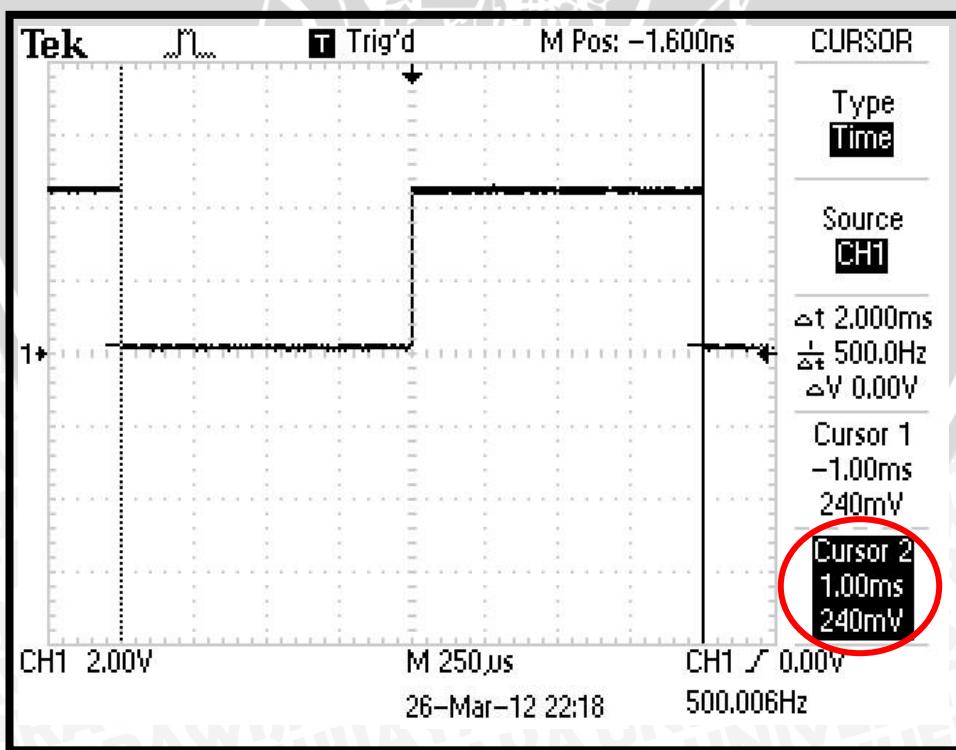
Dari pengujian diatas dapat dianalisa bahwa sensor ultrasonik yang dipakai bekerja dengan baik.

5.3 Pengujian Pewaktu (Timer)

Pewaktu merupakan bagian yang utama dalam proses dalam ketepatan dalam pengukuran waktu yang akan digunakan. Oleh karena itu tingkat ketepatan pewaktu yang tinggi sangat dibutuhkan. Pengujian pewaktu bertujuan untuk menganalisis tingkat ketepatan pewaktu yang dihasilkan oleh mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan dengan cara memprogram mikrokontroler agar setiap 1,0 ms menghasilkan perubahan logika pada pin D.0. Kemudian pin D.0 dihubungkan dengan channel 1 osiloskop. Dengan memanfaatkan fitur cursor pada osiloskop, dapat diketahui selang waktu perubahan logika pada pin D.0. Gambar 5.6 menunjukkan diagram blok pengujian pewaktu dan Gambar 5.7 menunjukkan hasil pengujian pewaktu.



Gambar 5.6 Diagram Blok Pengujian Pewaktu

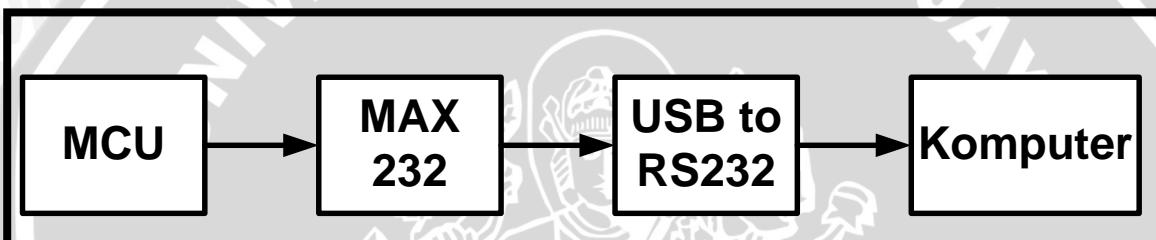


Gambar 5.7. Hasil Pengujian Pewaktu

Dari Gambar 5.7 dapat dianalisis bahwa selang waktu perubahan logika pada pin D.0 menunjukkan tepat 1,00 ms yang ditunjukkan oleh *cursor* 2. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pewaktu pada mikrokontroler telah berfungsi dengan benar.

5.4 Pengujian Antarmuka Serial

Pengujian antarmuka serial ditujukan untuk menganalisis batas maksimum *baudrate* yang dapat digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan data “[123]” dari mikrokontroler ke komputer secara serial dengan nilai *baudrate* berbeda-beda mulai dari 4.800 bps (*bits per second*) sampai nilai *baudrate* yang menghasilkan kesalahan penerimaan data. Gambar 5.8 menunjukkan diagram blok pengujian antarmuka serial dan Gambar 5.9 menunjukkan hasil pengujian antarmuka serial dengan berbagai *baudrate*.



Gambar 5.8 Diagram Blok Pengujian Antarmuka Serial dengan Berbagai Baudrate

Gambar 5.9 (a) Pengujian Boudrate 4800bps, data yang diterima sesuai dengan data yang dikirim. Tidak terjadi penumpukan data pada boudrate ini.

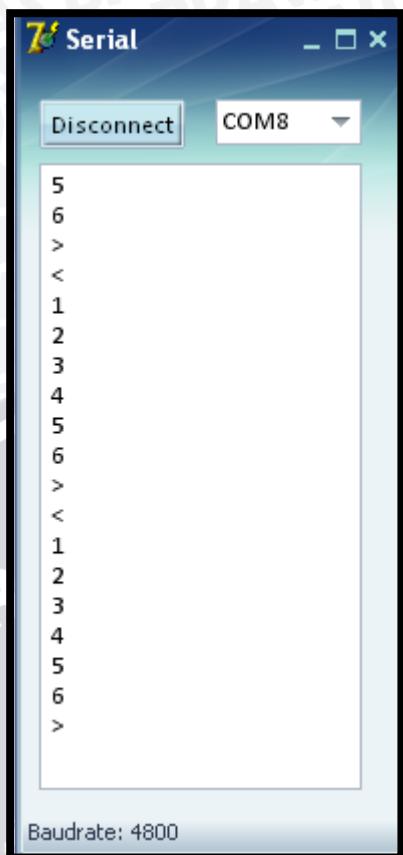
Gambar 5.9 (b) Pengujian Boudrate 9600bps, data yang diterima sesuai dengan data yang dikirim. Tidak terjadi penumpukan data pada boudrate ini.

Gambar 5.9 (c) Pengujian Boudrate 14.400bps, data yang diterima tidak sesuai dengan data yang dikirim. Terjadi penumpukan data pada boudrate ini.

Gambar 5.9 (d) Pengujian Boudrate 14.400bps, data yang diterima tidak sesuai dengan data yang dikirim. Terjadi penumpukan data pada boudrate ini.

Gambar 5.9 (e) Pengujian Boudrate 14.400bps, data yang diterima tidak sesuai dengan data yang dikirim. Terjadi penumpukan data pada boudrate ini.

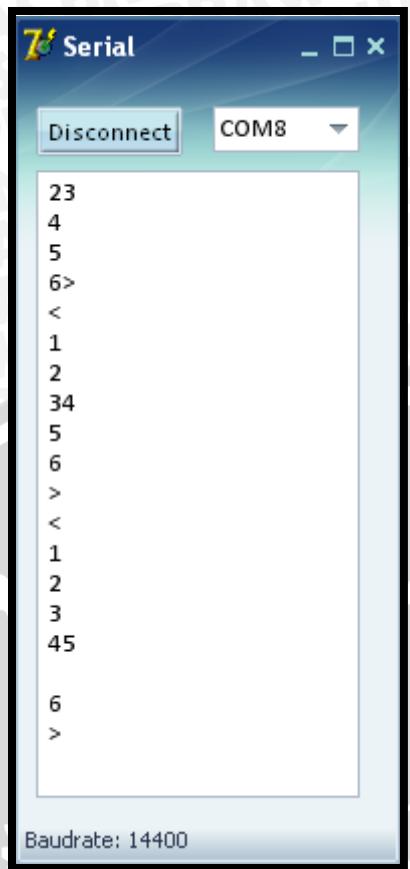




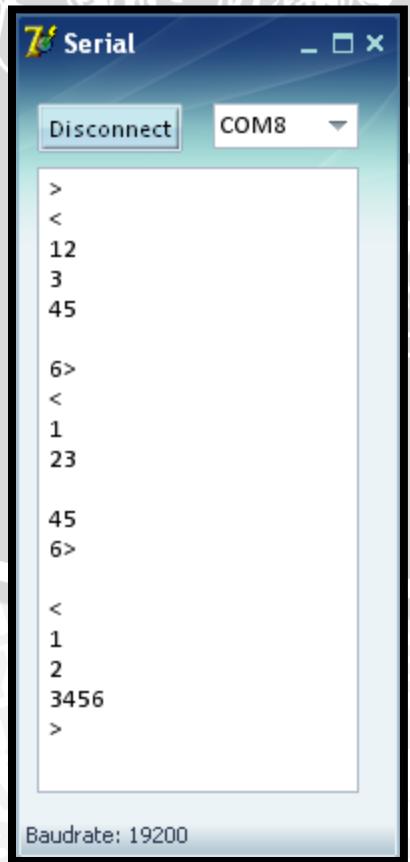
Gambar 5.9 (a) Baudrate 4.800 bps



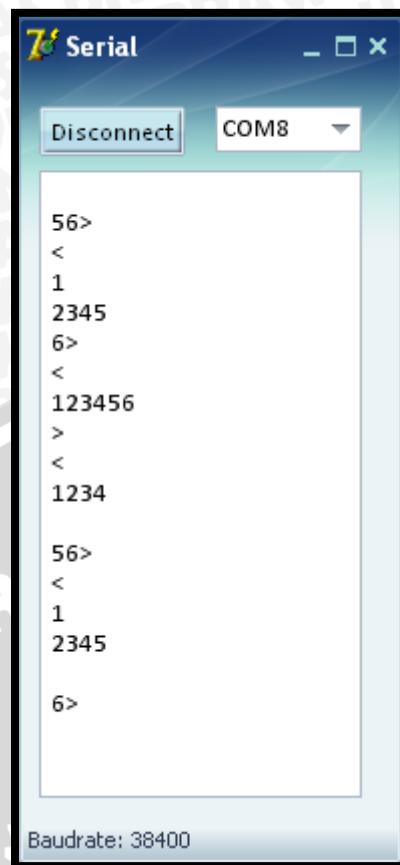
Gambar 5.9 (b) Baudrate 9.600 bps



Gambar 5.9 (c) Baudrate 14.400 bps



Gambar 5.9 (d) Baudrate 19.200 bps



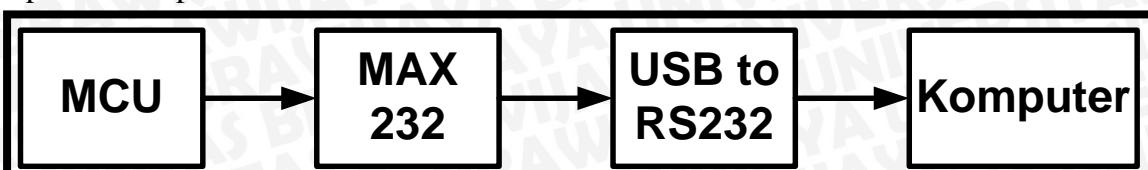
Gambar 5.9 (e) Baudrate 38.400 bps

Gambar 5.9 Hasil Pengujian Antarmuka Serial dengan Berbagai Baudrate

Dari Gambar 5.9 dapat dianalisis bahwa dengan menggunakan *baudrate* 4800 bps, 9600 bps data yang diterima benar. Sedangkan pada *baudrate* diatas 9600 bps terjadi penumpukan data. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *baudrate* maksimum yang dapat digunakan adalah 9600 bps.

5.5 Pengujian Aplikasi Komputer

Pengujian aplikasi komputer bertujuan untuk menganalisis kinerja aplikasi apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Pengujian dilakukan dengan cara mengantarmukakan komputer dengan mikrokontroler yang telah diprogram untuk mengirimkan data masukan jenis kelamin, umur, dan tinggi lutut dalam hal ini digunakan data "<147517>". Gambar 5.10 menunjukkan diagram blok pengujian aplikasi komputer.



Gambar 5.10 Diagram Blok Pengujian Aplikasi Komputer

Gambar 5.11 menunjukkan hasil pengujian aplikasi komputer.



Gambar 5.11 Hasil Pengujian Aplikasi Komputer

Gambar 5.12 menunjukkan data hasil penyimpanan oleh aplikasi komputer.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled '21-06-2012_06-39.csv'. A red box labeled 'Waktu Pemakaian Alat' points to the file name in the address bar and the file preview in the ribbon. The spreadsheet contains the following data:

	Jenis Kelamin ;Umur ;Tinggi Lutut ;Tinggi Badan ;Berat Badan ;Jumlah Kalori
1	Laki-laki;47 th;51.7 cm;166.5 cm;59.8 kg;2246.5 kkal
2	
3	

Gambar 5.12 Data Hasil Penyimpanan oleh Aplikasi Komputer

Dari Gambar 5.11 dan Gambar 5.12 didapatkan aplikasi komputer dapat menerima data dengan benar. Aplikasi komputer dapat menyimpan berkas data dalam format “21-06-2012_06-39.csv” (Tanggal dan jam pemakaian.csv) sehingga dapat mempermudah dalam proses analisis data. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa aplikasi komputer telah sesuai dengan yang diharapkan.

5.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan dilakukan tahap demi tahap sesuai dengan prosedur kerja sistem. Langkah pertama yaitu menghidupkan sistem, baik sistem mikrokontroler maupun sistem komputer. Untuk dapat memulai sistem, maka tekan tombol “A” pada keypad (sesuai dengan petunjuk pada LCD) seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.13. Saat tombol ditekan, akan menuju pada pemilihan jenis kelamin, laki-laki atau perempuan seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.14.



Gambar 5.13 Tampilan awal menu



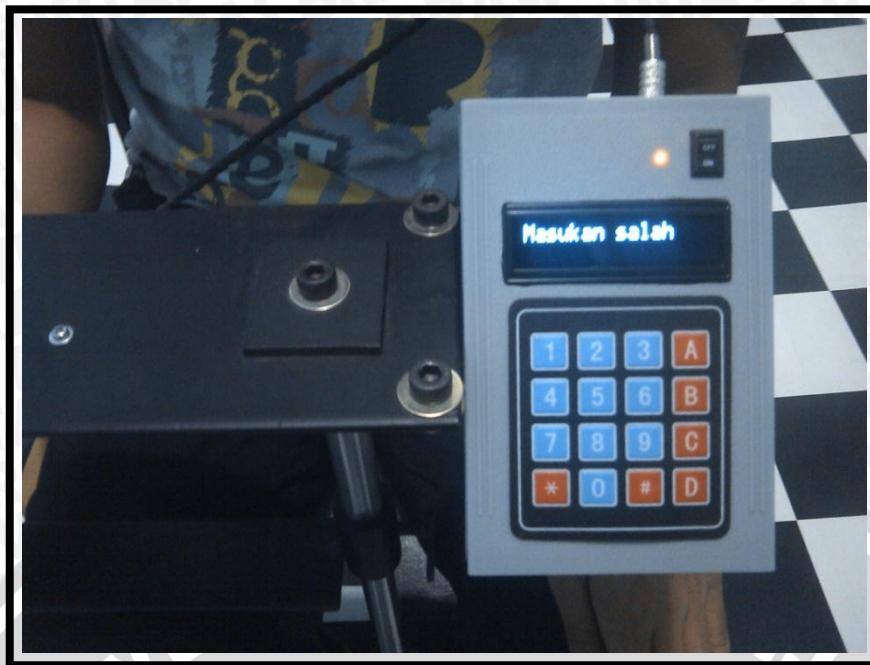
Gambar 5.14 (a) Tampilan LCD untuk pemasukkan jenis kelamin yang benar



Gambar 5.14 (b) Tampilan LCD untuk pemasukkan jenis kelamin yang salah

Gambar 5.14 Tampilan LCD untuk pemasukkan jenis kelamin

Apabila data masukan tidak sesuai dengan pilihan jenis kelamin, maka akan muncul peringatan bahwa masukan yang diberikan seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.15. Dan jika tombol yang ditekan benar, maka menuju jenis kelamin, laki-laki atau perempuan seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.16.



Gambar 5.15 Tampilan LCD apabila masukan salah



Gambar 5.16 Tampilan LCD apabila masukan benar

Setelah memilih jenis kelamin, pengguna akan memasukkan umur dengan "*" sebagai *clear* dan "#" sebagai *enter* seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Tampilan LCD saat memasukkan umur

Proses pengukuran tinggi lutut dilakukan dengan menekan tombol “#” maka tampilan LCD saat pengukuran ditunjukkan dalam Gambar 5.18. Apabila data yang diperoleh benar maka data akan dikirim ke komputer dengan memilih tombol “1” untuk diproses lebih lajut seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.19 dan Gambar 5.20 menunjukkan bahwa data dikirim pada sistem komputer.



Gambar 5.18 Tampilan LCD mengukur tinggi lutut



Gambar 5.19 Tampilan LCD untuk memilih proses mengirim data



Gambar 5.20 (a) Proses pengiriman data



Gambar 5.20 (b) Data terkirim

Gambar 5.20 Tampilan LCD proses pengiriman data

Setelah data diterima, maka program pada sistem komputer akan menghitung jumlah energi basal dan total energi yang dibutuhkan, proses pengolahan data ditunjukkan dalam Gambar 5.21.

Tanggal		Data		Penentu Kebutuhan Energi Minimal Tubuh	
COM8	Disconnect	Jenis Kelamin	Laki-laki	Kebutuhan Energi Basal	1514.3 kkal
<input checked="" type="checkbox"/> Simpan		Umur	43 th		
<input type="button" value="Hapus"/>		Tinggi Lutut	54 cm	Total Energi	2422.9 kkal
<input type="button" value="Keluar"/>		Estimasi			
		Tinggi Badan	171.3 cm		
		Berat Badan	64.1 kg		

Gambar 5.21 Tampilan LCD proses pengiriman data

Dari hasil pengujian keseluruhan dari awal sistem diaktifkan, memasukkan jenis kelamin, umur, pengukuran tinggi lutut, dan perhitungan sistem komputer semua keadaan tersebut berhasil dieksekusi oleh sistem dengan baik dan tanpa kendala.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang diinginkan.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sensor ultrasonik yang digunakan memiliki kesalahan maksimal sebesar 3,5 cm pada pengukuran jarak 180 cm dengan error 1,95%. Sedangkan error terbesar terjadi pada pengukuran jarak 90 cm dengan error 1,98%. Rata-rata error yang dihasilkan oleh sensor PING))) sebesar 1.17%.
- 2) Komunikasi serial dengan menggunakan *baudrate* 4800 bps, 9600 bps data yang diterima benar. Sedangkan pada *baudrate* diatas 9600 bps terjadi penumpukan data. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *baudrate* maksimum yang dapat digunakan adalah 9600 bps.
- 3) Perangkat lunak pada aplikasi komputer berfungsi menerima data dari mikrokontroler dengan menggunakan komunikasi serial. Data dapat diproses oleh aplikasi yang telah dibuat berdasarkan persamaan yang telah tersedia. Kemudian hasil perhitungan total energi yang dibutuhkan ditampilkan, dan data tersebut tersimpan dalam *file* berekstensi *.csv (*comma separated values*).

6.2 Saran

Saran-saran dalam pengimplementasian maupun peningkatan unjuk kerja sistem ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Bentuk mekanik yang digunakan seharusnya portabel, lebih ringan dan lebih kuat sehingga mempermudah pengguna.
- 2) Sebaiknya alat ini dioperasikan oleh ahli gizi atau paramedis yang berkompeten untuk mendapatkan hasil yang optimal.
- 3) Diharapkan untuk ke depannya, faktor – faktor acuan dalam penentuan kebutuhan energi total seseorang (misal : denyut nadi, tekanan darah, kemampuan mengunyah dll) dapat dijadikan pertimbangan juga dalam sistem ini.
- 4) Diharapkan penentuan jumlah bahan makanan dapat dilakukan secara otomatis.



- 5) Diharapkan penentuan bahan makanan dapat dilakukan secara otomatis.
- 6) Diharapkan kandungan gizi selain karbohidrat, protein dan lemak (misal : vitamin, mineral, serat, zat besi dll) dapat dimasukkan ke dalam sistem.
- 7) Diharapkan konsol mampu menyimpan data sehingga pengiriman data pada komputer dapat dilakukan kapanpun.



DAFTAR PUSTAKA

5V-Powered,MultichannelRS-232Drivers/Receivers,

[http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/73047/MAXIM/MAX232.html.](http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/73047/MAXIM/MAX232.html)

Diakses tanggal 14 Maret 2012

Agarwal, Anant and Lang, Jefferey H. 2005. *Foundation of Analog and Digital Electronic Circuit.* Oxford: Elsevier.

Alami, Fikri, *Pemrograman Delphi 7.0.* Puskom Unila

Andrianto, Heri. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16.* Bandung: Informatika

Atmel. 2004. *ATmega8535/ATmega8535L, 8-bit AVR with 8 kbytes in System Programmable Flash.* www.atmel.com/literatur. Diakses tanggal: 10 Februari 2012

Cantu, Marco. 2003. *Mastering Delphi.* Unknown:Sybex.

Cantu, Marco. 2007. *Delphi 2007 Handbook.* Italia:Sybex.

Gibson, Rosalind. 2005. *Principles of Nutritional Assessment second edition.* New York: Oxford University Press

L. Kathelen Mahan & Marian Arlin. 1996. *Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy 9 edition.* USA: W.B Saunders

M. Ary Heryanto, & Wisnu Adi P.2008. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATmega 8535.* Yogyakarta: Andi

MB, Arisman. 2004. *Gizi dalam Daur Kehidupan.* Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta: EGC

Nawangsasi Leksananingrum, dkk. 2009. *Perhitungan Kebutuhan Gizi Rumah Sakit Dr. Saiful Anwar Malang*

Paulus Andi. 2004. *Panduan Praktis Penggunaan dan Antarmuka Modul LCD M1632.* Jakarta:PT Elex Media Komputndo.

Pavel, Haiduc. 2003. *CodeVision AVR User Manual.* Rumania: HP InfoTech S.R.L

Sutrisno. 1987. *Elektronika, Teori dan Penerapannya.* Bandung: ITB

Webster, John G. 2000. *Measurement, Instrumentations, and Sensors Handbook.* Iowa: CRC Press LLC.

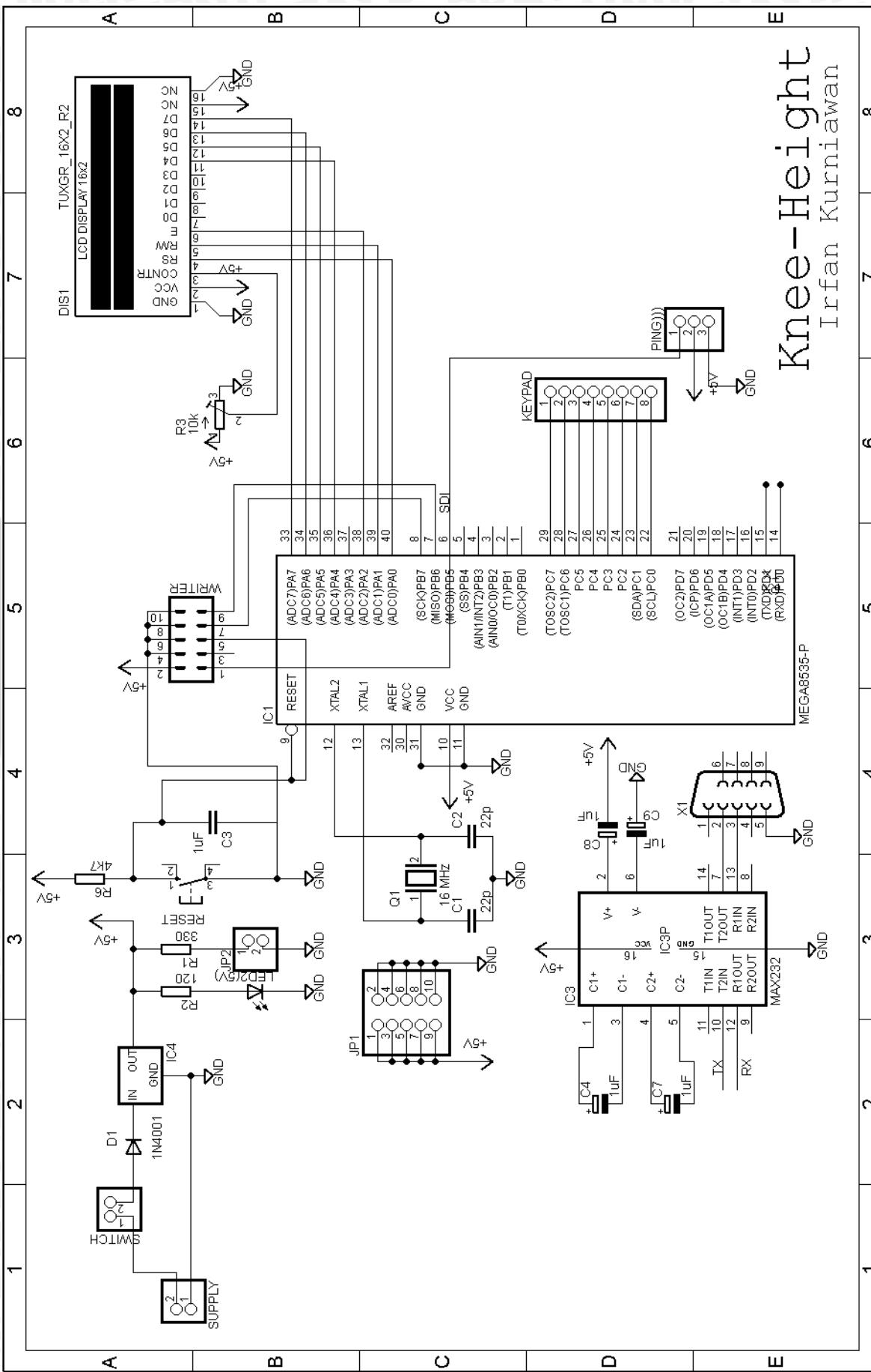
Taylor, Don. 1996. *Kick Ass Delphi Programming.* Unknown:The Coriolis Group.

UNIVERSITAS

LAMPIRAN I

GAMBAR RANGKAIAN





L1-1

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN II

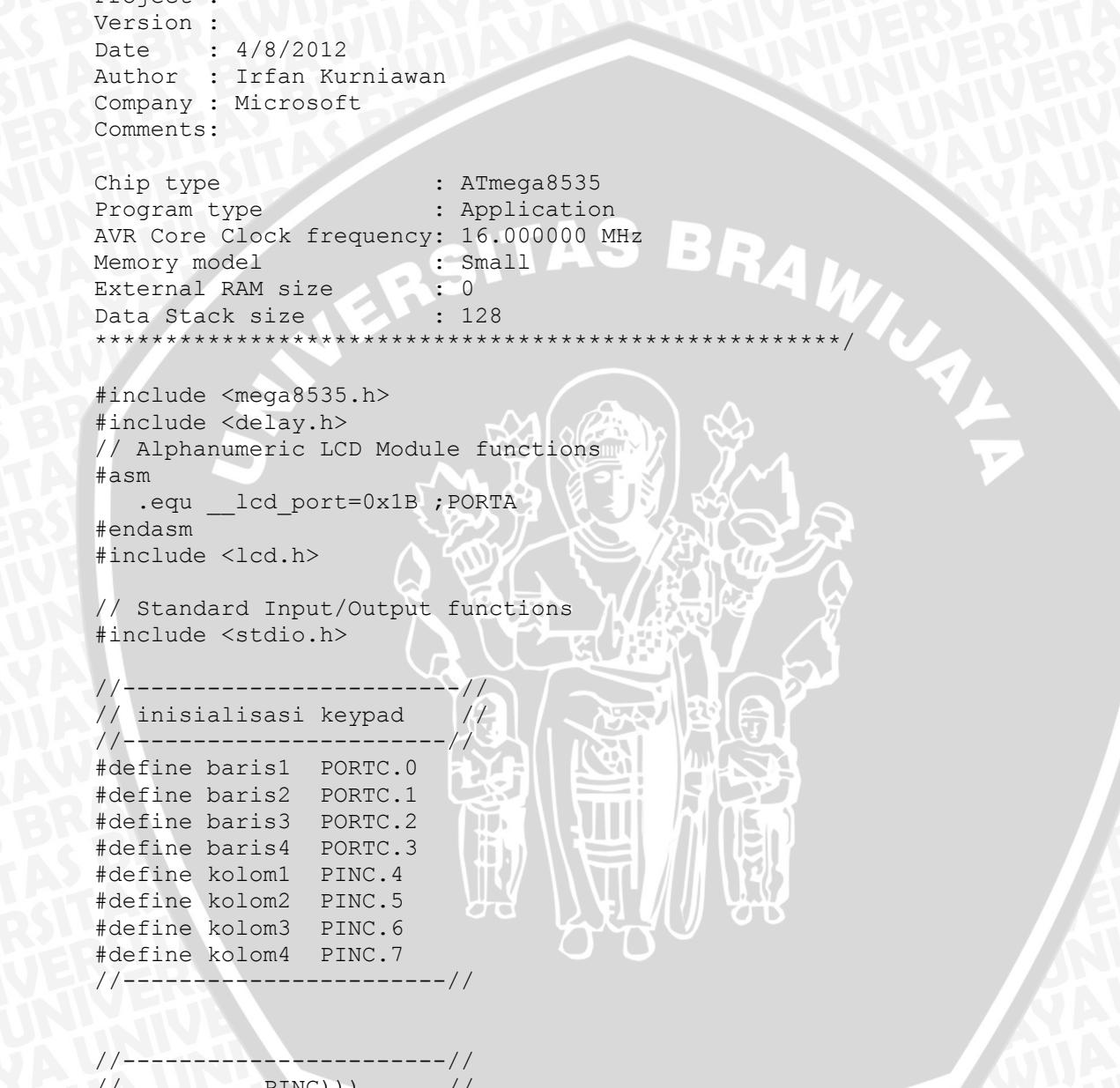
LISTING PROGRAM
MIKROKONTROLER ATMEGA8535



This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.04.4a Advanced
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2009 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 4/8/2012
Author : Irfan Kurniawan
Company : Microsoft
Comments :

Chip type : ATmega8535
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 16.000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 128



```
#include <mega8535.h>
#include <delay.h>
// Alphanumeric LCD Module functions
#asm
    .equ __lcd_port=0x1B ;PORTA
#endifasm
#include <lcd.h>

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

//-----//
// inisialisasi keypad //
//-----//
#define baris1 PORTC.0
#define baris2 PORTC.1
#define baris3 PORTC.2
#define baris4 PORTC.3
#define kolom1 PINC.4
#define kolom2 PINC.5
#define kolom3 PINC.6
#define kolom4 PINC.7
//-----//

//-----//
//          PING)))      //
//-----//
#define signal_ping_o PORTB.5
#define signal_ping_i PINB.5
#define t 25
//-----//

unsigned char time, kosong, n, temp, temp1, temp2, temp3,
data_umur[16], array_tinggi_a[16], array_tinggi_b[16];
float tinggi_a, tinggi_b, tinggi_sebenarnya_a, tinggi_sebenarnya_b;
char tombol;
```



```
unsigned int data;
unsigned char data_jenis_kelamin,data_awal,data_akhir;

unsigned char scan_keypad(void);
void ukur_tinggi(void);

// Declare your global variables here

// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
// Reinitialize Timer 0 value
TCNT0=0x06;
// Place your code here
if(time>0){time--;}
}

void main(void)
{

// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=Out Func2=Out Func1=Out
Func0=Out
// State7=P State6=P State5=P State4=P State3=0 State2=0 State1=0
State0=0
PORTC=0xF0;
DDRC=0x0F;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 250.000 kHz
// Mode: Normal top=FFh
// OC0 output: Disconnected
```



```
TCCR0=0x03;  
TCNT0=0x06;  
OCR0=0x00;  
  
// Timer/Counter 1 initialization  
// Clock source: System Clock  
// Clock value: Timer1 Stopped  
// Mode: Normal top=FFFFh  
// OC1A output: Discon.  
// OC1B output: Discon.  
// Noise Canceler: Off  
// Input Capture on Falling Edge  
// Timer1 Overflow Interrupt: Off  
// Input Capture Interrupt: Off  
// Compare A Match Interrupt: Off  
// Compare B Match Interrupt: Off  
TCCR1A=0x00;  
TCCR1B=0x00;  
TCNT1H=0x00;  
TCNT1L=0x00;  
ICR1H=0x00;  
ICR1L=0x00;  
OCR1AH=0x00;  
OCR1AL=0x00;  
OCR1BH=0x00;  
OCR1BL=0x00;  
  
// Timer/Counter 2 initialization  
// Clock source: System Clock  
// Clock value: Timer2 Stopped  
// Mode: Normal top=FFh  
// OC2 output: Disconnected  
ASSR=0x00;  
TCCR2=0x00;  
TCNT2=0x00;  
OCR2=0x00;  
  
// External Interrupt(s) initialization  
// INT0: Off  
// INT1: Off  
// INT2: Off  
MCUCR=0x00;  
MCUCSR=0x00;  
  
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization  
TIMSK=0x01;  
  
// USART initialization  
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity  
// USART Receiver: Off  
// USART Transmitter: On  
// USART Mode: Asynchronous  
// USART Baud Rate: 1200  
UCSRA=0x00;  
UCSRB=0x08;  
UCSRC=0x86;  
UBRRH=0x03;  
UBRRL=0x40;  
  
// Analog Comparator initialization
```



```
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// LCD module initialization
lcd_init(16);

lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("    KneeHeight    ");
delay_ms(500);
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("    Irfan K.    ");
delay_ms(1500);
lcd_clear();
#asm
menu:
#endasm
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("    Tekan A    ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("    Untuk Memulai ");
delay_ms(1500);
n=0;
data_awal='<';
data_akhir='>';

while (1)
{
    temp=scan_keypad();

    if(temp=='A'){
        #asm
        awal:
        #endasm
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Jenis Kelamin: ");
        delay_ms(1000);
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_putsf("1=L 2=P");
        temp1=scan_keypad();
        if(temp1=='1'){
            data_jenis_kelamin='1';
            lcd_gotoxy(0,1);
            lcd_putsf("Laki-Laki");
            delay_ms(1000);
            #asm
            rjmp umur          //ke umur
            #endasm
        }
        else if(temp1=='2'){
            data_jenis_kelamin='2';
            lcd_gotoxy(0,1);
            lcd_putsf("Perempuan");
            delay_ms(1000);
            #asm
            rjmp umur          //ke umur
            #endasm
        }
    }
}
```



```
        }
    else {
        lcd_clear();
        lcd_gotoxy(0,0);
        lcd_putsf("Masukan salah");
        delay_ms(1000);
        #asm
        rjmp awal           //kembali ke awal
        #endasm
    }
}

if(temp=='B'){
#asm
umur:
#endasm
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Umur:   ");
while(n<8){
temp2=scan_keypad();

if((temp2!='A') && (temp2!='B') && (temp2!='C') && (temp2!='D') && (temp2!='*' ) && (temp2!='#')) {
    data_umur[n]=temp2;
    lcd_gotoxy(n,1);
    lcd_putchar(data_umur[n]);
    n++;
    delay_ms(250);
}

else if((temp2=='*') && (n>0)) {
n--;
data_umur[n]=' ';
kosong=' ';
lcd_gotoxy(n,1);
lcd_putchar(kosong);
delay_ms(250);
}

else if(temp2=='#'){
delay_ms(1000);
#asm
rjmp tinggi           //ke tinggi
#endasm
}
}

if(temp=='C'){
#asm
tinggi:
#endasm
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Tinggi Lutut:   ");
delay_ms(1000);
ukur_tinggi();
```



```
tinggi_sebenarnya_a=69.4-tinggi_a;
tinggi_sebenarnya_b=694-tinggi_b;
if((tinggi_sebenarnya_a>0)&&(tinggi_sebenarnya_b>0))
{
    lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(array_tinggi_a,"%2.1f cm",
tinggi_sebenarnya_a);
    lcd_puts(array_tinggi_a);
    data=(unsigned int)tinggi_sebenarnya_b;
    sprintf(array_tinggi_b,"%d", data);
    delay_ms(1000);
    #asm
    rjmp kirim           //ke kirim
    #endasm
}

else{
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Data Tidak Valid");
    delay_ms(1000);
    #asm
    rjmp tinggi          //ke tinggi
    #endasm
}
}

if(temp=='D'){
#asm
kirim:
#endasm
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Kirim Data?");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("1=Ya   2=Tidak");
temp3=scan_keypad();

if(temp3=='1'){
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Kirim data...");
    delay_ms(500);
    printf("%c",data_awal);
    printf("%c",data_jenis_kelamin);
    printf("%c",data_umur[0]);
    printf("%c",data_umur[1]);
    printf("%c",array_tinggi_b[0]);
    printf("%c",array_tinggi_b[1]);
    printf("%c",array_tinggi_b[2]);
    printf("%c",data_akhir);
    delay_ms(100);
    lcd_clear();
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Terkirim    ");
    delay_ms(2000);
    #asm
    rjmp menu
    #endasm
}
}
```



```
        else if(temp3=='2') {
delay_ms(1000);
#asm
rjmp menu
#endasm
}

}

}

unsigned char scan_keypad(void)
{
tombol='';

while(tombol=='')
{
baris1=0;           //cek baris1
baris2=1;
baris3=1;
baris4=1;
delay_us(1);
if(kolom1==0)      tombol='1';    else
if(kolom2==0)      tombol='2';    else
if(kolom3==0)      tombol='3';    else
if(kolom4==0)      tombol='A';    else
{
baris1=1;
baris2=0;           //cek baris2
baris3=1;
baris4=1;
delay_us(1);
if(kolom1==0)      tombol='4';    else
if(kolom2==0)      tombol='5';    else
if(kolom3==0)      tombol='6';    else
if(kolom4==0)      tombol='B';    else
{
baris1=1;
baris2=1;
baris3=0;
baris4=1;           //cek baris3
delay_us(1);
if(kolom1==0)      tombol='7';    else
if(kolom2==0)      tombol='8';    else
if(kolom3==0)      tombol='9';    else
if(kolom4==0)      tombol='C';    else
{
baris1=1;
baris2=1;
baris3=1;
baris4=0;           //cek baris4
delay_us(1);
if(kolom1==0)      tombol='*';    else
if(kolom2==0)      tombol='0';    else
if(kolom3==0)      tombol='#';    else
if(kolom4==0)      tombol='D';    else
tombol='';
}
```





```
        };
    };
};

delay_ms(10);
return tombol;
}

void ukur_tinggi (void)
{
DDRC.0=1;
signal_ping_o=1;delay_us(2);
signal_ping_o=0;delay_us(750);
DDRC.0=0;
while(signal_ping_i==0){}
while(signal_ping_i==1)
{
TCCR1B=0x0D;
tinggi_a=(float) ((0.5*344*100*TCNT1*64)/16000000);
tinggi_a=(float) ((0.5*344*100*TCNT1*64)/1600000);
}
TCNT1=0x0000;
TCCR1B=0x00;
delay_us(250);
}
```



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN III

LISTING PROGRAM DELPHI



```
unit Knee_Height;  
  
interface  
  
uses  
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,  
  Forms,  
  Dialogs, StdCtrls, XComDrv, ExtCtrls, Buttons, jpeg, sSkinManager,  
  sLabel,  
  sSkinProvider, sMemo, sBevel, sGroupBox, sEdit, sCheckBox,  
  sComboBox,  
  sBitBtn;  
  
type  
  TForm1 = class(TForm)  
    sLabel1: TsLabel;  
    sLabel3: TsLabel;  
    sLabel4: TsLabel;  
    sEdit1: TsEdit;  
    sLabel5: TsLabel;  
    sEdit2: TsEdit;  
    sEdit3: TsEdit;  
    sGroupBox1: TsGroupBox;  
    sLabel6: TsLabel;  
    sLabel7: TsLabel;  
    sGroupBox2: TsGroupBox;  
    sLabel8: TsLabel;  
    sLabel9: TsLabel;  
    sEdit4: TsEdit;  
    sEdit5: TsEdit;  
    sBevel1: TsBevel;  
    sLabel10: TsLabel;  
    sBevel2: TsBevel;  
    sLabel11: TsLabel;  
    sGroupBox3: TsGroupBox;  
    sEdit6: TsEdit;  
    sEdit7: TsEdit;  
    sMemo1: TsMemo;  
    sBevel4: TsBevel;  
    sBitBtn1: TsBitBtn;  
    sComboBox1: TsComboBox;  
    sCheckBox1: TsCheckBox;  
    sBitBtn2: TsBitBtn;  
    sBitBtn3: TsBitBtn;  
    sSkinManager1: TsSkinManager;  
    XComm1: TXComm;  
    sLabel13: TsLabel;  
    sLabel14: TsLabel;  
    procedure sBitBtn1Click(Sender: TObject);  
    procedure XComm1Data(Sender: TObject; const Received: Cardinal);  
    procedure sBitBtn3Click(Sender: TObject);  
    procedure sBitBtn2Click(Sender: TObject);  
  
  private  
    { Private declarations }  
  public  
    { Public declarations }  
  end;  
  
var
```

```
Form1: TForm1;
data,tmp:string;
myFile : TextFile;
// d1,d2,d3: string;
x,y : real;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.sBitBtn1Click(Sender: TObject);
var myDate:TDateTime;
n,h,d,m,y:String;
tanggal,jam:string;

begin
if sBitBtn1.Caption='Disconnect' then
begin
XComm1.CloseDevice;
sBitBtn1.Caption:='Connect';
if scheckBox1.Checked = true then begin
closefile(myFile);
end;
end

else if sBitBtn1.Caption='Connect' then
begin
myDate:=now;
Datetimestostring(n,'nn',myDate);
Datetimestostring(h,'hh',myDate);
Datetimestostring(d,'dd',myDate);
Datetimestostring(m,'mm',myDate);
Datetimestostring(y,'yyyy',myDate);
tanggal:=d+'-'+m+'-'+y;
jam:= h+'-'+n;
sedit6.Text := tanggal;
sedit7.Text := jam;

if scheckBox1.Checked = true then begin
if not FileExists('Data\' +sedit6.Text+ '_' +sedit7.Text+'.csv') then
begin
AssignFile(myFile, 'Data\' +sedit6.Text+ '_' +sedit7.Text+'.csv');
ReWrite(myFile);
end
else begin
Assignfile(myFile, 'Data\' +sedit6.Text+ '_' +sedit7.Text+'.csv');
Append(myFile);
end;
writeln(myFile, 'Jenis Kelamin ;Umur ;Tinggi Lutut ;Tinggi Badan
;Berat Badan ; Jumlah Kalori');
end;

Xcomm1.DeviceName:=sCombobox1.Items.Strings[sCombobox1.itemindex];
XComm1.OpenDevice;
sBitBtn1.Caption:='Disconnect';
end;

end;
```



```
procedure TForm1.XComm1Data(Sender: TObject; const Received: Cardinal);
var
  jenis_kelamin,umur,tinggi: string;
  tinggi_badan_l,tinggi_badan_p :real;
  berat_badan_l,berat_badan_p :real;
  kebutuhan_energi_l,kebutuhan_energi_p :real;
  total_energi_l,total_energi_p : real;
  tinggi_badan_lf,tinggi_badan_pf :string;
  berat_badan_lf,berat_badan_pf :string;
  kebutuhan_energi_lf,kebutuhan_energi_pf :string;
  total_energi_lf,total_energi_pf : string;
  a,b:integer;
begin
  XComm1.ReadString(data);
  tmp:= tmp + data;
  if (data='>') then begin
    if length(tmp)= 8 then begin
      a:=pos('<',tmp);
      b:=pos('>',tmp);
      if (a<>0) and (b<>0) then begin
        jenis_kelamin:=copy(tmp,2,1);
        umur:=copy(tmp,3,2);
        tinggi:=copy(tmp,5,3);
        x:=strtofloat(umur);
        y:=(strtofloat(tinggi)+1)/10;
        sedit2.Text:= umur+' th';
        sedit3.Text:= floattostr(y)+' cm';
        if (jenis_kelamin = '1')
        then begin
          sedit1.Text:='Laki-laki';
          tinggi_badan_l:= (2.08*y)+59.01;
          tinggi_badan_lf:= floattostr(tinggi_badan_l);
          sedit4.Text:= copy(tinggi_badan_lf,1,5)+' cm';
          berat_badan_l:= (tinggi_badan_l-100)*0.9;
          berat_badan_lf:= floattostr(berat_badan_l);
          sedit5.Text:= copy(berat_badan_lf,1,4)+' kg';

          kebutuhan_energi_l:=66.5+(13.75*berat_badan_l)+(5*tinggi_badan_l)-
          (6.78*x);
          kebutuhan_energi_lf:=floattostr(kebutuhan_energi_l);
          slabel13.Caption:= copy(kebutuhan_energi_lf,1,6)+'
```

```
kkal';

          total_energi_l:= kebutuhan_energi_l*1.6*1;
          total_energi_lf:= floattostr(total_energi_l);
          slabel14.Caption:= copy(total_energi_lf,1,6)+'
```

```
' kkal';
          if scheckBox1.Checked = true then begin
            writeln(myFile, 'Laki-laki;' + sedit2.Text +';'+
sedit3.Text+';'+ sedit4.Text +';'+ sedit5.Text +';'+ slabel14.Caption
);
          end;
        end
```

```
      else begin
```

```
sedit1.Text:='Perempuan';
tinggi_badan_p:= (1.91*y)-(0.17*x)+75;
tinggi_badan_pf:= floattostr(tinggi_badan_p);
sedit4.Text:= copy(tinggi_badan_pf,1,5)+' cm';
berat_badan_p:= (tinggi_badan_p-100)*0.9;
```

```
berat_badan_pf:= floattosstr(berat_badan_p);
sedit5.Text:= copy(berat_badan_pf,1,4) +' kg';

kebutuhan_energi_p:=655+(9.56*berat_badan_p)+(1.85*tinggi_badan_p)-
(4.68*x);
kebutuhan_energi_pf:=floattosstr(kebutuhan_energi_p);
slabel13.Caption:= copy(kebutuhan_energi_pf,1,6) +' kkal';
total_energi_p:= kebutuhan_energi_p*1.6*1;
total_energi_pf:= floattosstr(total_energi_p);
slabel14.Caption:= copy(total_energi_pf,1,6) +' kkal';
if scheckBox1.Checked = true then begin
writeln(myFile, 'Perempuan;' + sedit2.Text +';' +
sedit3.Text+';'+ sedit4.Text +';'+ sedit5.Text +';'+ slabel14.Caption
);
end;
end;
end;

tmp:='';
end
else begin
tmp:='';
end;
end
else tmp:='';
end
end;
end;

procedure TForm1.sBitBtn3Click(Sender: TObject);
begin
Close;
end;

procedure TForm1.sBitBtn2Click(Sender: TObject);
begin
data := '';
tmp := '';
slabel13.Caption:= '';
slabel14.Caption:= '';
sedit1.Clear;
sedit2.Clear;
sedit3.Clear;
sedit4.Clear;
sedit5.Clear;
end;
end.
```



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
LAMPIRAN IV
DATA SHEET



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 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

Preliminary

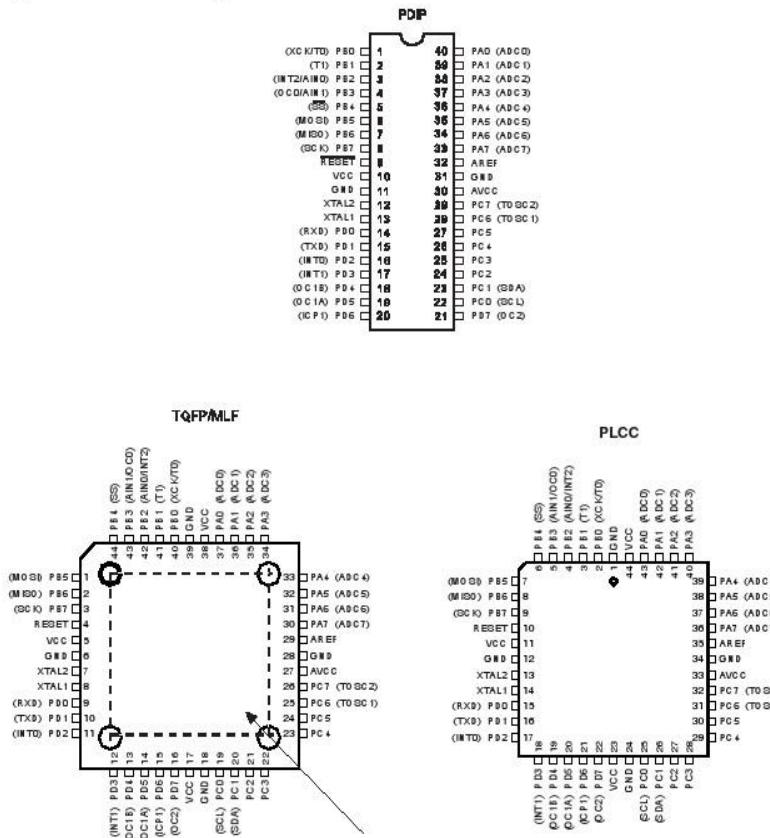
Rev. 2502F-AVR-06/04





Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega8535



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.



Electrical Characteristics

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on any Pin except <u>RESET</u> with respect to Ground	-0.5V to V _{CC} +0.5V
Voltage on <u>RESET</u> with respect to Ground.....	-0.5V to +13.0V
Maximum Operating Voltage	6.0V
DC Current per I/O Pin	40.0 mA
DC Current V _{CC} and GND Pins	200.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 2.7V to 5.5V (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Units
V _{IL}	Input Low Voltage	Except XTAL1 pin	-0.5		0.2 V _{CC} ⁽¹⁾	V
V _{IL1}	Input Low Voltage	XTAL1 pin, External Clock Selected	-0.5		0.1 V _{CC} ⁽¹⁾	V
V _{IH}	Input High Voltage	Except XTAL1 and <u>RESET</u> pins	0.6 V _{CC} ⁽²⁾		V _{CC} + 0.5	V
V _{IH1}	Input High Voltage	XTAL1 pin, External Clock Selected	0.8 V _{CC} ⁽²⁾		V _{CC} + 0.5	V
V _{IH2}	Input High Voltage	<u>RESET</u> pin	0.9 V _{CC} ⁽²⁾		V _{CC} + 0.5	V
V _{OL}	Output Low Voltage ⁽³⁾ (Ports A,B,C,D)	I _{OL} = 20 mA, V _{CC} = 5V I _{OL} = 10 mA, V _{CC} = 3V			0.7 0.5	V V
V _{OH}	Output High Voltage ⁽⁴⁾ (Ports A,B,C,D)	I _{OH} = -20 mA, V _{CC} = 5V I _{OH} = -10 mA, V _{CC} = 3V	4.2 2.2			V V
I _{IL}	Input Leakage Current I/O Pin	V _{CC} = 5.5V, pin low (absolute value)			1	µA
I _{IH}	Input Leakage Current I/O Pin	V _{CC} = 5.5V, pin high (absolute value)			1	µA
R _{RST}	Reset Pull-up Resistor		30		60	kΩ
R _{pu}	I/O Pin Pull-up Resistor		20		50	kΩ

ATmega8535(L)

$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 2.7\text{V}$ to 5.5V (unless otherwise noted) (Continued)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Units
I_{CC}	Power Supply Current	Active 4 MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$ (ATmega8535L)		4		mA
		Active 8 MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$ (ATmega8535)		14		mA
		Idle 4 MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$ (ATmega8535L)		3		mA
		Idle 8 MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$ (ATmega8535)		10		mA
	Power-down mode ⁽⁵⁾	WDT enabled, $V_{CC} = 3\text{V}$		< 10		μA
		WDT disabled, $V_{CC} = 3\text{V}$		< 3		μA
V_{ACIO}	Analog Comparator Input Offset Voltage	$V_{CC} = 5\text{V}$ $V_{in} = V_{CC}/2$			40	mV
I_{ACLK}	Analog Comparator Input Leakage Current	$V_{CC} = 5\text{V}$ $V_{in} = V_{CC}/2$	-50		50	nA
t_{ACID}	Analog Comparator Propagation Delay	$V_{CC} = 2.7\text{V}$ $V_{CC} = 4.0\text{V}$		750 500		ns

Notes: 1. "Max" means the highest value where the pin is guaranteed to be read as low.

2. "Min" means the lowest value where the pin is guaranteed to be read as high.

3. Although each I/O port can sink more than the test conditions (20mA at $V_{CC} = 5\text{V}$, 10mA at $V_{CC} = 3\text{V}$) under steady state conditions (non-transient), the following must be observed:

PDIP Package:

1] The sum of all IOL, for all ports, should not exceed 200 mA.

2] The sum of all IOL, for port A0 - A7, should not exceed 100 mA.

3] The sum of all IOL, for ports B0 - B7, C0 - C7, D0 - D7 and XTAL2, should not exceed 100 mA.

TQFP Package:

1] The sum of all IOL, for all ports, should not exceed 400 mA.

2] The sum of all IOL, for ports A0 - A7, should not exceed 100 mA.

3] The sum of all IOL, for ports B0 - B3, should not exceed 100 mA.

4] The sum of all IOL, for ports B4 - B7, should not exceed 100 mA.

5] The sum of all IOL, for ports C0 - C3, should not exceed 100 mA.

6] The sum of all IOL, for ports C4 - C7, should not exceed 100 mA.

7] The sum of all IOL, for ports D0 - D3 and XTAL2, should not exceed 100 mA.

8] The sum of all IOL, for ports D4 - D7, should not exceed 100 mA.

If IOL exceeds the test condition, VOL may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test condition.

4. Although each I/O port can source more than the test conditions (20mA at $V_{CC} = 5\text{V}$, 10mA at $V_{CC} = 3\text{V}$) under steady state conditions (non-transient), the following must be observed:

PDIP Package:

1] The sum of all IOH, for all ports, should not exceed 200 mA.

2] The sum of all IOH, for port A0 - A7, should not exceed 100 mA.

3] The sum of all IOH, for ports B0 - B7, C0 - C7, D0 - D7 and XTAL2, should not exceed 100 mA.

TQFP Package:

1] The sum of all IOH, for all ports, should not exceed 400 mA.

2] The sum of all IOH, for ports A0 - A7, should not exceed 100 mA.

3] The sum of all IOH, for ports B0 - B3, should not exceed 100 mA.

4] The sum of all IOH, for ports B4 - B7, should not exceed 100 mA.

5] The sum of all IOH, for ports C0 - C3, should not exceed 100 mA.

6] The sum of all IOH, for ports C4 - C7, should not exceed 100 mA.

7] The sum of all IOH, for ports D0 - D3 and XTAL2, should not exceed 100 mA.

8] The sum of all IOH, for ports D4 - D7, should not exceed 100 mA



If IOH exceeds the test condition, VOH may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to source current greater than the listed test condition.

5. Minimum V_{CC} for Power-down is 2.5V.



599 Menlo Drive, Suite 100
Rocklin, California 95765, USA
Office: (916) 624-8333
Fax: (916) 624-8003

General: info@parallax.com
Technical: support@parallax.com
Web Site: www.parallax.com
Educational: www.stampsinclass.com

PING)))™ Ultrasonic Range Finder (#28015)

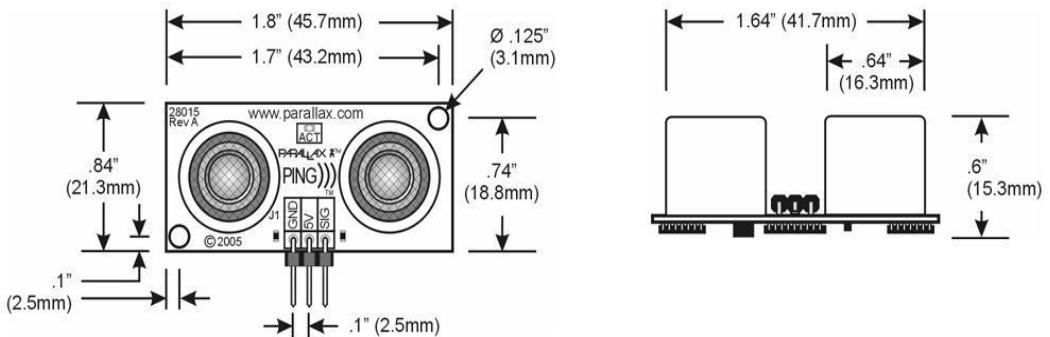
The Parallax PING))) ultrasonic range finder provides precise, non-contact distance measurements from about 3 cm (1.2 inches) to 3 meters (3.3 yards). It is very easy to connect to BASIC Stamp or Javelin Stamp microcontrollers, requiring only one I/O pin.

The Ping sensor works by transmitting an ultrasonic (well above human hearing range) burst and providing an output pulse that corresponds to the time required for the burst echo to return to the sensor. By measuring the echo pulse width the distance to target can easily be calculated.

Features

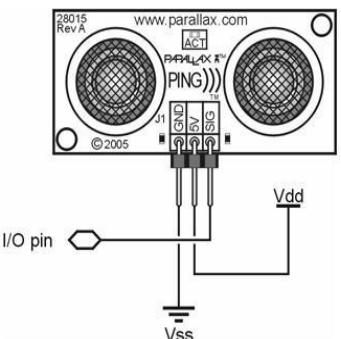
- Supply Voltage – 5 vdc
- Supply Current – 30 mA typ; 35 mA max
- Range – 3 cm to 3 m (1.2 in to 3.3 yds)
- Input Trigger – positive TTL pulse, 2 uS min, 5 uS typ.
- Echo Pulse – positive TTL pulse, 115 uS to 18.5 mS
- Echo Hold-off – 750 uS from fall of Trigger pulse
- Burst Frequency – 40 kHz for 200 uS
- Burst Indicator LED shows sensor activity
- Delay before next measurement – 200 uS
- Size – 22 mm H x 46 mm W x 16 mm D (0.84 in x 1.8 in x 0.6 in)

Dimensions



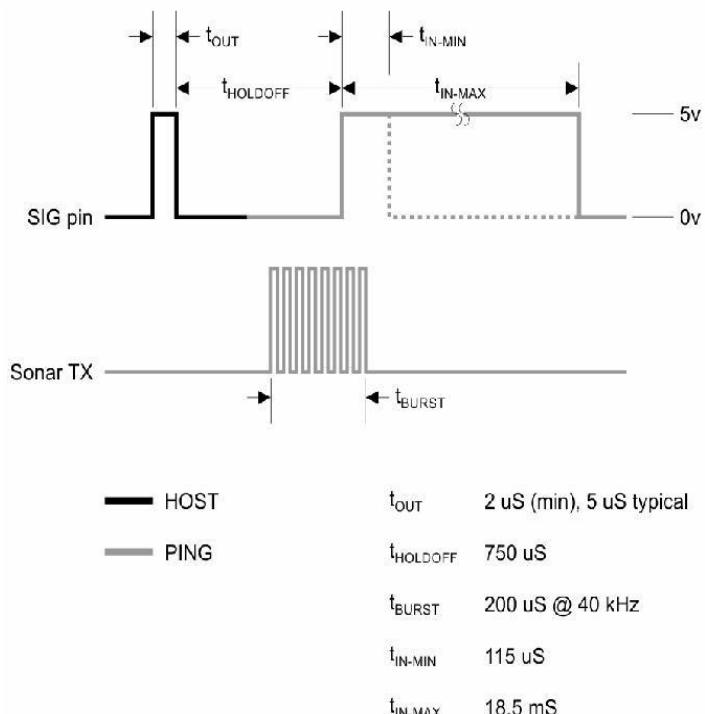
Connection to a Microcontroller

The PING))) sensor has a male 3-pin header used to supply power (5 vdc), ground, and signal. The header allows the sensor to be plugged into a solderless breadboard, or to be located remotely through the use of a standard servo extender cable. Standard connections are show in the diagram below:



Theory of Operation

The Ping sensor detects objects by emitting a short ultrasonic burst and then "listening" for the echo. Under control of a host microcontroller (trigger pulse), the sensor emits a short 40 kHz (ultrasonic) burst. This burst travels through the air at about 1130 feet per second, hits an object and then bounces back to the sensor. The PING))) sensor provides an output pulse to the host that will terminate when the echo is detected, hence the width of this pulse corresponds to the distance to the target.

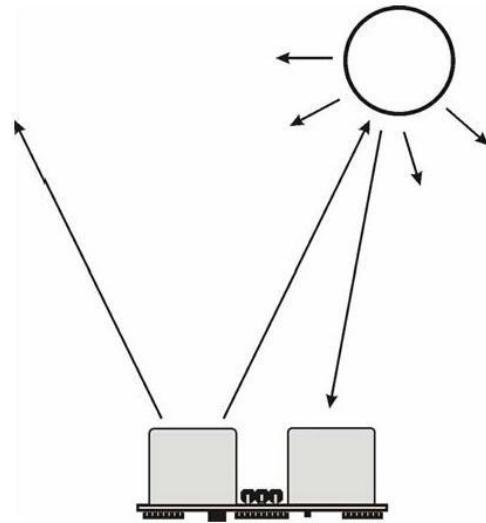
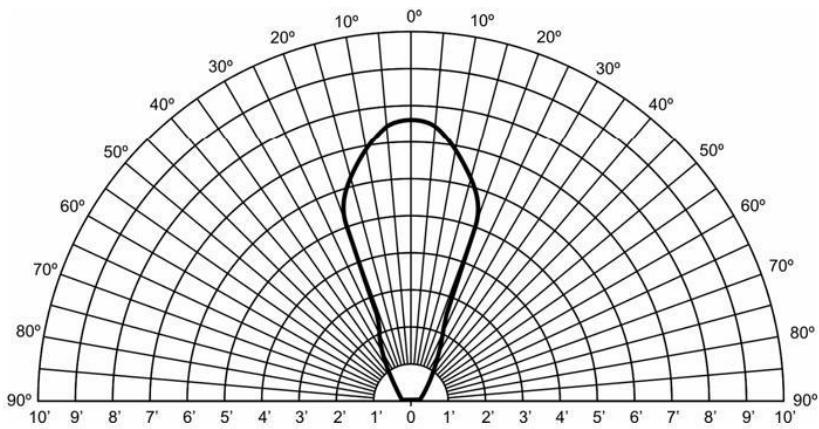


Test Data

The following test data is based on the PING))) sensor, tested in the Parallax lab, while connected to a BASIC Stamp microcontroller module. The test surface was a linoleum floor, so the sensor was elevated to minimize floor reflections in the data. All tests were conducted at room temperature, indoors, in a protected environment. The target was always centered at the same elevation as the PING))) sensor.

Test 1

Sensor Elevation: 40 in. (101.6 cm)
Target: 3.5 in. (8.9 cm) diameter cylinder, 4 ft. (121.9 cm) tall – vertical orientation

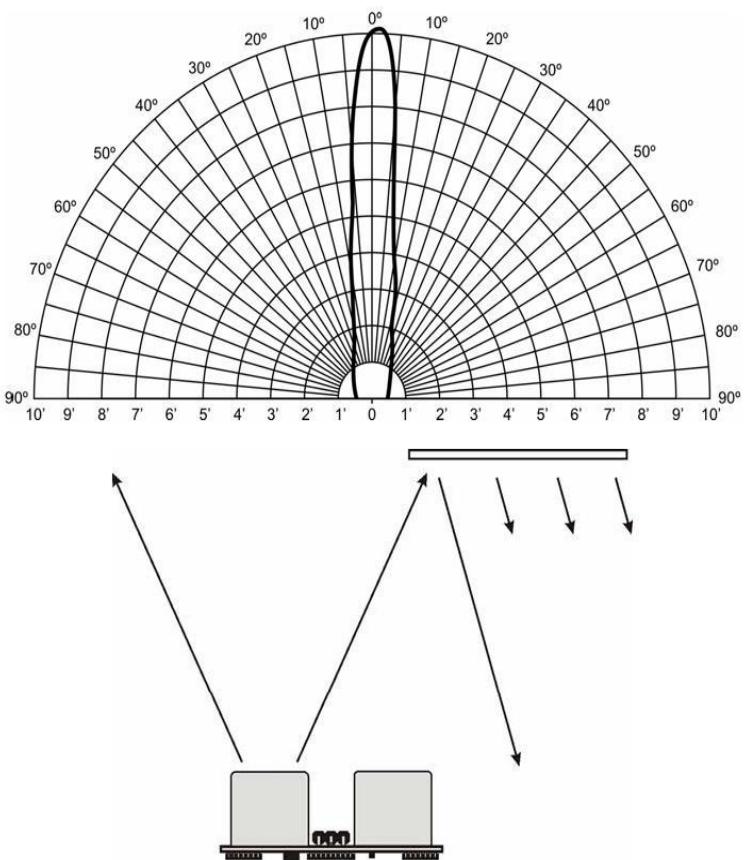


Test 2

Sensor Elevation: 40 in. (101.6 cm)

Target: 12 in. x 12 in. (30.5 cm x 30.5 cm) cardboard, mounted on 1 in. (2.5 cm) pole

- target positioned parallel to backplane of sensor

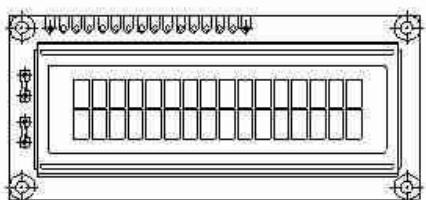




LCD-016M002B

Vishay

16 x 2 Character LCD

**FEATURES**

- 5 x 8 dots with cursor
- Built-in controller (KS 0066 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.	TYP.	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.	TYP.	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 - VO	- 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	Vol = 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

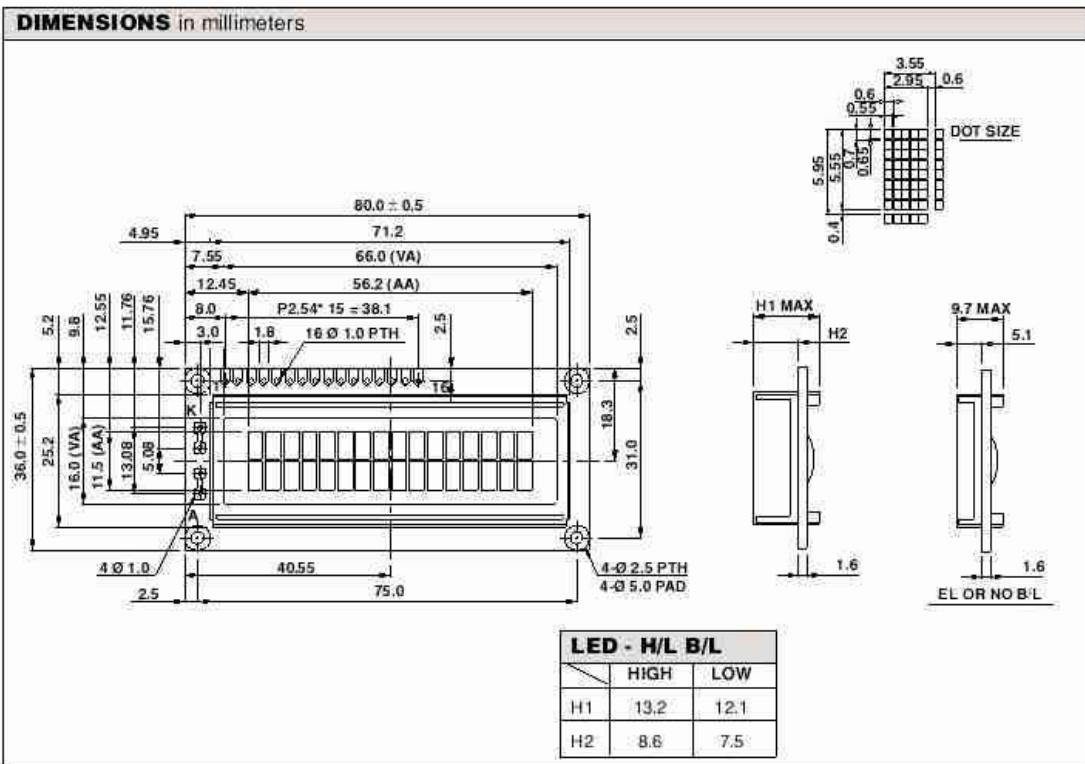


**LCD-016M002B**

Vishay

16 x 2 Character LCD

PIN NUMBER	SYMBOL	FUNCTION
1	V _{ss}	GND
2	V _{dd}	+3V or +5V
3	V _o	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/Vee	+4.2V for LED/Negative Voltage Output
16	K	Power Supply for B/L (OV)

DIMENSIONS in millimeters



Web Site: www.parallax.com
 Forums: forums.parallax.com
 Sales: sales@parallax.com
 Technical: support@parallax.com

Office: (916) 624-8333
 Fax: (916) 624-8003
 Sales: (888) 512-1024
 Tech Support: (888) 997-8267

4x4 Matrix Membrane Keypad (#27899)

This 16-button keypad provides a useful human interface component for microcontroller projects. Convenient adhesive backing provides a simple way to mount the keypad in a variety of applications.

Features

- Ultra-thin design
- Adhesive backing
- Excellent price/performance ratio
- Easy interface to any microcontroller
- Example programs provided for the BASIC Stamp 2 and Propeller P8X32A microcontrollers

Key Specifications

- Maximum Rating: 24 VDC, 30 mA
- Interface: 8-pin access to 4x4 matrix
- Operating temperature: 32 to 122 °F (0 to 50°C)
- Dimensions:
 Keypad: 2.7 x 3.0 in (6.9 x 7.6 cm)
 Cable: 0.78 x 3.5 in (2.0 x 8.8 cm)

Application Ideas

- Security systems
- Menu selection
- Data entry for embedded systems



How it Works

Matrix keypads use a combination of four rows and four columns to provide button states to the host device, typically a microcontroller. Underneath each key is a pushbutton, with one end connected to one row, and the other end connected to one column. These connections are shown in Figure 1.

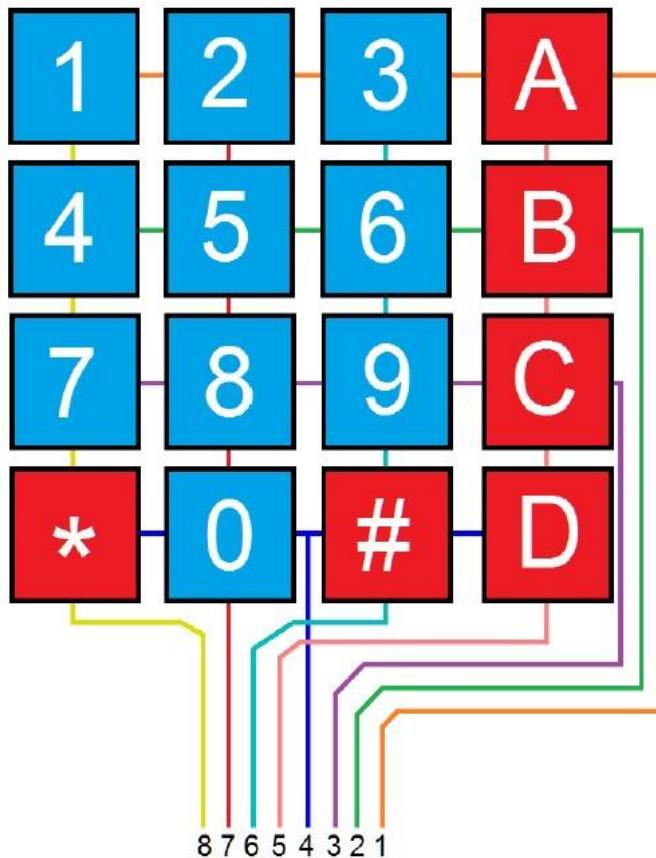


Figure 1: Matrix Keypad Connections

In order for the microcontroller to determine which button is pressed, it first needs to pull each of the four rows (pins 5-8) either low or high one at a time, and then poll the states of the four columns (pins 5-8). Depending on the states of the columns, the microcontroller can tell which button is pressed.

For example, say your program pulls all four columns low and then pulls the first row high. It then reads the input states of each column, and reads pin 4 high. This means that a contact has been made between column 4 and row 1, so button 'A' has been pressed.

Connection Diagrams

Figure 2

For use with the BASIC Stamp example program listed below.

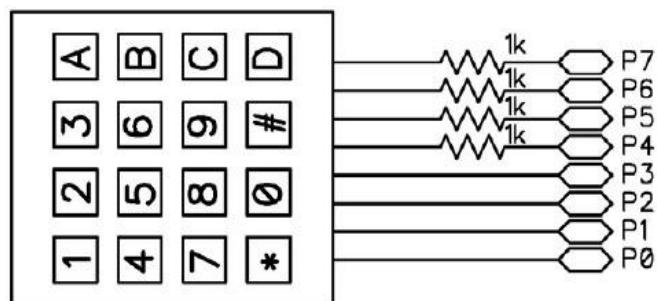
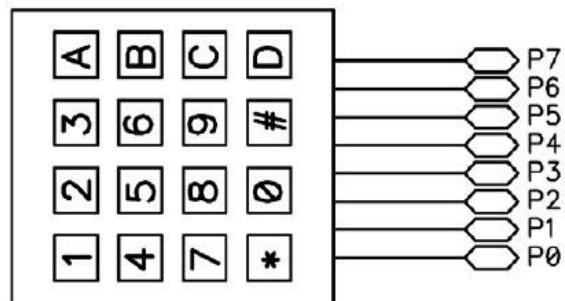


Figure 3

For use with the Propeller P8X32A example program listed below.



BASIC Stamp® Example Code

The example code below displays the button states of the 4x4 Matrix Membrane Keypad. It uses the Debug Terminal, which is built into the BASIC Stamp Editor software. The software is a free download from www.parallax.com/basicstampsoftware.

MAX232, MAX232I**DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER**

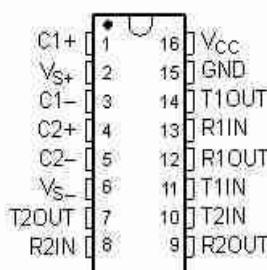
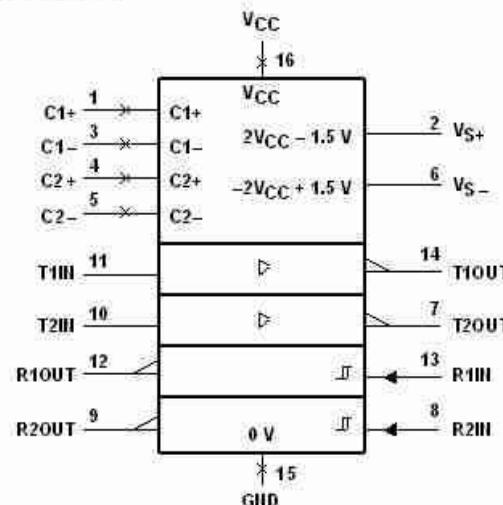
SLOS047G - FEBRUARY 1989 - REVISED AUGUST 1998

- Operates With Single 5-V Power Supply
- LinBiCMOS[®] Process Technology
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current... 8 mA Typical
- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers
- ESD Protection Exceeds 2000 V Per MIL-STD-883, Method 3015
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW) Packages and Standard Plastic (N) DIPs

description

The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC[®] library.

The MAX232 is characterized for operation from 0°C to 70°C. The MAX232I is characterized for operation from -40°C to 85°C.

**D, DW, OR II PACKAGE
(TOP VIEW)****logic symbol†**

† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

AVAILABLE OPTIONS

TA	PACKAGED DEVICES		
	SMALL OUTLINE (D)	SMALL OUTLINE (DW)	PLASTIC DIP (II)
0°C to 70°C	MAX232D‡	MAX232DW‡	MAX232N
-40°C to 85°C	MAX232ID‡	MAX232IDW‡	MAX232IN

‡ This device is available taped and reeled by adding an R to the part number (i.e., MAX232DR).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC and LinBiCMOS are trademarks of Texas Instruments Incorporated.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date.
Products conform to specification per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

**TEXAS
INSTRUMENTS**

PO BOX 655303 DALLAS, TEXAS 75265

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLS047G - FEBRUARY 1989 - REVISED AUGUST 1998

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)[†]

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	-0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}	V_{CC} -0.3 V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	-0.3 V to -15 V
Input voltage range, V_I : Driver	-0.3 V to V_{CC} +0.3 V
Receiver	±30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	V_S -0.3 V to V_{S+} +0.3 V
R1OUT, R2OUT	-0.3 V to V_{CC} +0.3 V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, Δ_{JA} (see Note 2): D package	113°C/W
DW package	105°C/W
N package	78°C/W
Storage temperature range, T_{STJ}	-65°C to 150°C
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

[†]Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with ESD 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

recommended operating conditions

	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH} (T1IN, T2IN)	2			V
Low-level input voltage, V_{IL} (T1IN, T2IN)			.0.8	V
Receiver input voltage, R1IN, R2IN			±30	V
Operating free-air temperature, T_A	MAX232	0	70	°C
	MAX232I	-40	85	



POST OFFICE BOX 655400 DALLAS, TEXAS 75265

**MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER**

S LLS047G - FEBRUARY 1989 - REVISED AUGUST 1998

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN	TYP ^T	MAX	UNIT
V_{OH} High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to GND		5	7	V
	R1OUT, R2OUT	$I_{OH} = -1\text{ mA}$		3.5		
V_{OL} Low-level output voltage [†]	T1OUT, T2OUT	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to GND		-7	-5	V
	R1OUT, R2OUT	$I_{OL} = 3.2\text{ mA}$			0.4	
V_{IT+} Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$		1.7	2.4	V
V_{IT-} Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	0.8	1.2		V
V_{HYS} Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}$	0.2	0.5	1	V
r_i Receiver input resistance	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	3	5	7	$\text{k}\Omega$
r_o Output resistance	T1OUT, T2OUT	$V_{S+} = V_{S-} = 0$, $V_O = \pm 2\text{ V}$	300			Ω
I_{OS} [§] Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $V_O = 0$		± 10		mA
I_{IS} Short-circuit input current	T1IN, T2IN	$V_I = 0$			200	μA
I_{CC} Supply current		$V_{CC} = 5.5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	All outputs open,	8	10	mA

^T All typical values are at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.[†] The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.[§] Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{PLH(R)}$ Receiver propagation delay time, low-to-high-level output	See Figure 1		500		ns
$t_{PHL(R)}$ Receiver propagation delay time, high-to-low-level output	See Figure 1		500		ns
SR Driver slew rate	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to $7\text{ k}\Omega$, See Figure 2			30	V/ns
$SR(t)$ Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/ns

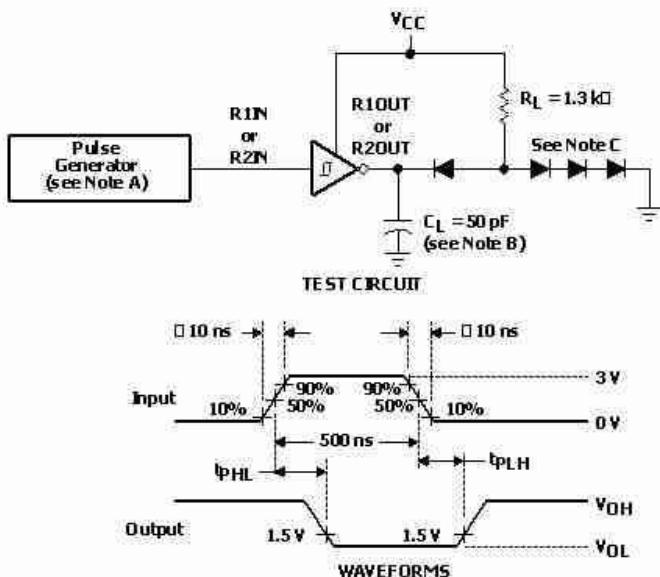


POST OFFICE BOX 2093 DALLAS, TEXAS 75202



**MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER**

SILS047G - FEBRUARY 1989 - REVISED AUGUST 1998

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

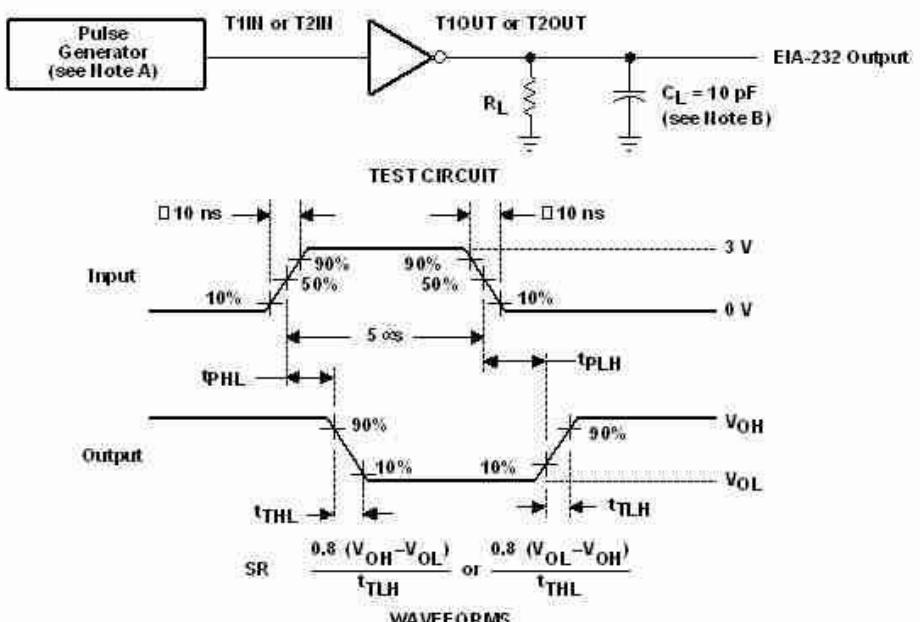
- NOTES:
- A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_0 = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
 - B. C_L includes probe and jig capacitance.
 - C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements

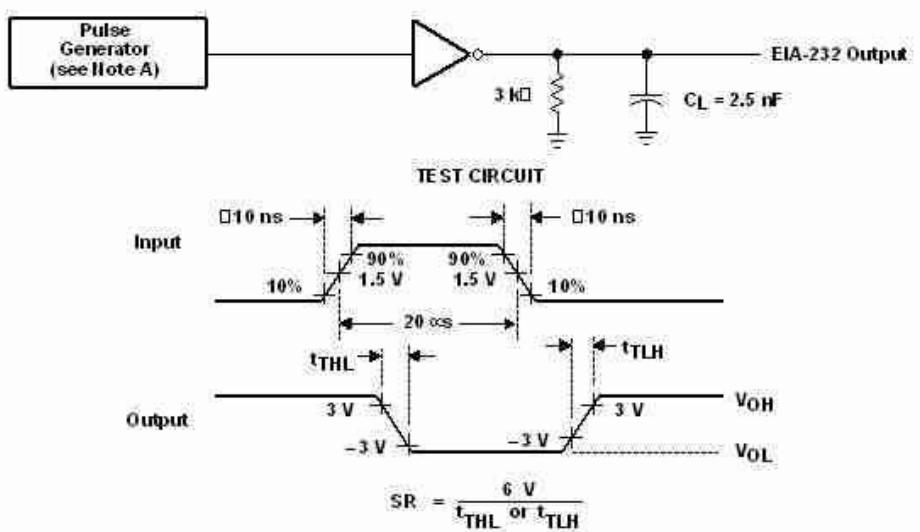
POST OFFICE BOX 65303 DALLAS, TEXAS 75265

**MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER**

SLL5047G - FEBRUARY 1989 - REVISED AUGUST 1998

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
 B. C_L includes probe and jig capacitance.

Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5-ns input)

NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for t_{THL} and t_{TLH} Measurements (20-ns input)

POST OFFICE BOX 655303 DALLAS, TEXAS 75265

**MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER**

SLLS047G - FEBRUARY 1988 - REVISED AUGUST 1988

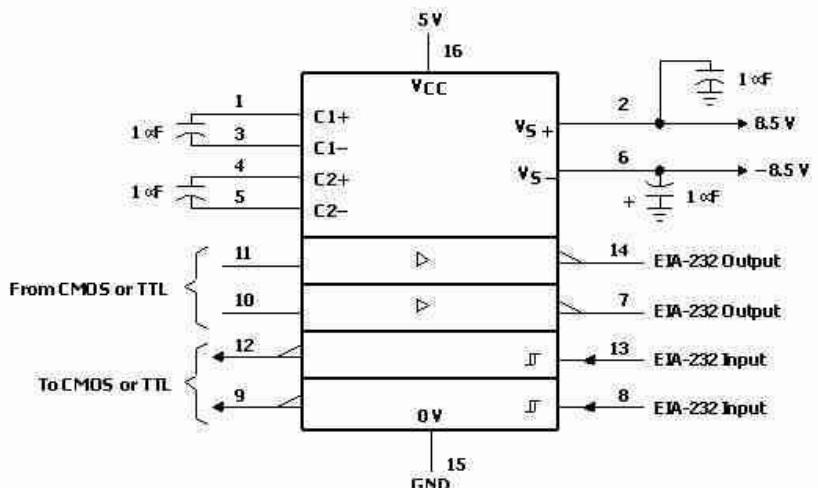
APPLICATION INFORMATION

Figure 4. Typical Operating Circuit

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655000 □ DALLAS, TEXAS 75265



IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated