

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SIMULATOR POSISI
KECELAKAAN DINI PADA TAKSI DENGAN PELAPORAN
KOORDINAT BERBASIS ATMEGA 16**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

**ADY PURNOMO TRI HANDOKO
NIM : 11.12.214**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015**

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SIMULATOR POSISI KECELAKAAN DINI PADA TAKSI DENGAN PELAPORAN KOORDINAT BERBASIS ATMEGA 16


SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Sarjana Teknik Strata I (S-1)*

Disusun oleh :
ADY PURNOMO TRI HANDOKO
NIM : 11.12.214


Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Eng I Komang Somawirata, ST, MT
NIP.P. 10301000361


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

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


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

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2015



**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SIMULATOR POSISI KECELAKAAN DINI
PADA TAKSI DENGAN PELAPORAN KOORDINAT BERBASIS ATMega 16**

ADY PURNOMO TRI HANDOKO

(11.12.214)

**Dosen Pembimbing: Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT dan
Irmalia Suryani Faradisa ST, MT**

Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km 2 Malang
E-mail : unitcd.ady@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini transportasi publik sekarang banyak memanfaatkan teknologi modern. Salah satu penggunaan teknologi pada transportasi adalah hanya sistem GPS pada taksi. Namun sistem GPS digunakan hanya untuk memantau posisi kendaraan taksi. Untuk itu di buat sistem otomatis yang bisa mendeteksi kecelakaan dini dengan memanfaatkan sensor acclerometer untuk mendeteksi getaran pada taksi. Sistem alat kerja ini mengirim koordinat saat sensor acclerometer sudah melebihi batas normal yang sudah ditentukan yaitu 7g. Pengujian getaran acclerometer menggunakan mobil RC dengan skala 1:12. Batas dari sensor tersebut atau perubahan percepatan sudah ditentukan standartnya. Kemudian alat ini akan mengirim sms ke operator taksi berupa koordinat kejadian. Sistem ini di maksudkan memberikan rasa nyaman terhadap konsumen atau pengguna taksi tersebut dan juga memudahkan pihak operator bisa mendapatkan informasi secara cepat dan tepat. Nilai dari x dan y menunjukkan arah atau sumber geatran. Untuk nilai getaran sensor mendeteksi kecelakaan harus melebihi 7g. Jika nilai acclerometer dimulai dari sumbu x bernilai negatif berasal dari arah depan karena mobil berhenti tiba-tiba jika dari arah samping kanan maka nilai y akan tinggi dahulu tapi jika dari arah samping kiri nilai y akan mendapatkan nilai g terlebih dahulu. Alat ini dapat mengirimkan sms koordinat dengan baik.

Kata Kunci : mikrokontroler, modul gps, acclerorometer, kecelakaan, SMS.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun *Prototype* Simulator Posisi Kecelakaan Dini Pada Taksi Dengan Pelaporan Koordinat Berbasis At-Mega 16 ” dapat terselesaikan.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan pada:

1. Bapak Dr.Ir. Lalu Mulyadi, MTA selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Dr. Eng I Komang Somawirata, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Dr. Eng I Komang Somawirata, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I dari Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
6. Ibu Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II dari Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Semua Pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan skripsi ini.

Malang, 7 September 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Grafik	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penulisan	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Sensor Acclerometer 7361	5
2.2. Mikrokontroler AVR ATmega-16.....	6
2.2.1 Arsitektur Atmega-16	7
2.2.2 Konfigurasi Pin Atmega-16	10
2.2.3 Peta Memori Atmega-16.....	12
2.3. Modul GPS VK16U6.....	14
2.4. LCD	17
2.5. Interface RS232	19
2.6. Modem GSM Wavecom	22
2.7. IC ULN 2803	23
2.8. Relay	24
2.9. Personal Computer (PC)	25
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	
3.1. Perancangan Perangkat Keras Hardware	27
3.1.1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan.....	27
3.1.2 Cara Kerja Sistem	29

3.1.3 Perancangan Sensor Acclerometer	30
3.1.4 Perancangan Rangkaian RS-232.....	33
3.1.5 Perancangan Modul GPS VK16U6	34
3.1.6 Perancangan LCD 16x4.....	34
3.1.7 Perancangan IC ULN 2803.....	35
3.1.8 Perancangan Relay RX dan TX.....	36
3.1.9 Perancangan Mikrokontroler Atmega 16.....	37
3.2. Perancangan Perangkat Lunak.....	38
3.2.1 Bascom.....	40
3.2.2 Delphi.....	40
3.3. Perancangan Aplikasi Delphi.....	40
3.4. Flowchart Sistem	41
3.5. Flowchart Delphi	42

BAB IV PENGUJIAN

4.1. Pengujian Sensor Acclerometer.....	43
4.1.1. Tujuan pengujian Sensor Acclerometer.....	43
4.1.2. Peralatan yang digunakan	43
4.1.3. Prosedur Pengujian	43
4.1.4. Analisis Dan Hasil pengujian Sensor Acclerometer.....	44
4.2. Pengujian Modem Wavecom.....	51
4.2.1. Tujuan Modem Wavecom	51
4.2.2. Peralatan yang digunakan	51
4.2.3. Prosedur Pengujian Modem Wavecom.....	51
4.2.4. Analisis Dan Hasil Pengujian Modem Wavecom	51
4.3. Pengujian RS232.....	54
4.3.1. Tujuan Pengujian RS232	54
4.3.2. Peralatan Yang Digunakan	54
4.3.3. Prosedur Pengujian RS232	54
4.3.4. Hasil Pengujian RS232	54

4.4.	Pengujian GPS VK16U6	56
4.4.1.	Tujuan Pengujian GPS VK16U6	56
4.4.2.	Peralatan Yang Digunakan	56
4.4.3.	Prosedur Pengujian GPS VK16U6	56
4.4.4.	Analisis Hasil Pengujian GPS VK16U6.....	56
4.5.	Pengujian Driver Relay ULN 2803	63
4.5.1.	Tujuan Pengujian Driver Relay ULN 2803	63
4.5.2.	Peralatan Yang Digunakan	63
4.5.3.	Prosedur Pengujian Driver Relay ULN 2803	63
4.5.4.	Hasil Pengujian Driver Relay ULN 2803	63
4.6.	Pengujian Relay	65
4.6.1.	Tujuan pengujian Relay	65
4.6.2.	Peralatan Yang Digunakan	65
4.6.3.	Prosedur Pengujian Relay.....	65
4.6.4.	Hasil Pengujian Relay.....	65
4.7.	Pengujian LCD	66
4.7.1.	Tujuan Pengujian LCD	66
4.7.2.	Peralatan Yang Digunakan	66
4.7.3.	Prosedur Pengujian LCD.....	66
4.7.4.	Hasil Pengujian	66
4.8.	Pengujian Mikrokontroller.....	68
4.8.1.	Tujuan Pengujian Mikrokontroller	68
4.8.2.	Peralatan Yang Digunakan	68
4.8.3.	Prosedur Pengujian Mikrokontroller	68
4.8.4.	Hasil Pengujian	68
4.9.	Pengujian Keseluruhan	72

BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	77
5.2. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor Accelerometer	5
Gambar 2.2 Atmega 16	7
Gambar 2.3 Diagram Blok Mikrokontroler ATmega 16	9
Gambar 2.4 Konfigurasi Pin IC Atmega16	10
Gambar 2.5 Map Memori Program <i>Flash Memori</i>	13
Gambar 2.6 Konfigurasi Memori Data AVR ATmega16	14
Gambar 2.7 Modul GPS VK16U6	15
Gambar 2.8 Konfigurasi Pin	15
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin LCD 16x4	18
Gambar 2.10 IC Max 232	19
Gambar 2.11 Level tegangan pada RS-232	20
Gambar 2.12 Konektor DB-9	20
Gambar 2.13 Modem GSM Wavecom	22
Gambar 2.14 IC ULN 2803	24
Gambar 2.15 Relay 8 pin	25
Gambar 2.16 Siklus Pengolahan Data	26
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem	27
Gambar 3.2 Skematik Accelerometer	30
Gambar 3.3 Rangkaian TTL to RS232	33
Gambar 3.4 Modul GPS VK16U6	34
Gambar 3.5 Perancangan LCD	35
Gambar 3.6 ULN 2803	36
Gambar 3.7 Relay RX TX	36
Gambar 3.8 Konfigurasi Port Atmega 16	37
Gambar 3.9 Rangkaian Kristal	38
Gambar 3.10 Perencanaan Tampilan	40
Gambar 3.11 Flowchart Sistem	41
Gambar 3.12 Flowchart Delphi	42
Gambar 4.1 Sensor Accelerometer	44
Gambar 4.2 Hasil Pembacaan Keadaan Diam	44
Gambar 4.3 Tampilan Respon Modem Untuk Mengecek Koneksi Kabel Data	52
Gambar 4.4 Tampilan Respon Modem Saat Mengirimkan SMS	52

Gambar 4.5 Tampilan SMS pengujian test sms Word Berhasil Dikirimkan Ke Hp Tujuan.....	53
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Ketika Hyperterminal Mengirimkan Data Serial Dengan Menuliskan Nama dan Nim	55
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Ketika Hyperterminal Mencrima Data Serial Berupa Nama dan Nim Dengan Tambahan Hello	55
Gambar 4.8 Output Data Di Tempat Pengujian Pertama.....	56
Gambar 4.9 Tempat Pengambilan Data GPS	58
Gambar 4.10 Jarak Error GPS dengan Tempat Pengujian 1	59
Gambar 4.11 Output Data Di Tempat Pengujian Kcdua	59
Gambar 4.12 Jarak Error GPS dengan Tempat Pengujian 2	60
Gambar 4.13 Output Data Di Tempat Pengujian Ketiga	61
Gambar 4.14 Jarak Error GPS dengan Tempat Pengujian 3	62
Gambar 4.15 Tegangan Output Saat Input ULN Diberi Tegangan 5 V	64
Gambar 4.16 Tegangan Output Saat Input ULN Diberi Tegangan 0 V	64
Gambar 4.17 Rangkaian LCD	66
Gambar 4.18 Pengujian LCD	67
Gambar 4.19 Hasil Pengukuran Tegangan Output Port Mikrokontroller.....	68
Gambar 4.20 Koordinat Dikirim Dari Alat	76
Gambar 4.21 Koordinat Dari Handphone.....	76
Gambar 4.22 Koordinat Diterima	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Diskripsi tingkat sensitivitas <i>accelerometer</i> MMA7361	6
Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port B	10
Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port C	11
Tabel 2.4. Fungsi Khusus Port D	12
Tabel 2.5. Keterangan data output NMEA	16
Tabel 2.6 Keterangan Indikator Posisi	17
Tabel 2.7 Keterangan Pin LCD	18
Tabel 2.8. Deskripsi pin konektor DB-9	20
Tabel 3.1 Tabel Sensitifitas Accelerometer	30
Tabel 4.1 Nilai Output Tegangan Sumbu X dan Y	44
Tabel 4.2 Nilai Perbandingan Sensor Accelerometer	46
Tabel 4.3 Nilai Output Tegangan Sumbu Z	50
Tabel 4.4 NMEA Output Massage	57
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Modul GPS	57
Tabel 4.6 Hasil Perubahan Data dd,mmm Ke dd,dddd	58
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Modul GPS Di Pengujian 2	60
Tabel 4.8 Hasil Perubahan Data dd,mmm Ke dd,dddd	60
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Modul GPS	61
Tabel 4.10 Hasil Perubahan Data dd,mmm Ke dd,dddd	62
Tabel 4.11 Pengujian Keseluruhan	62
Tabel 4.12 Hasil Input Tegangan Relay	63
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Relay	65
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Port-Port Pada Mikrokontroller	69
Tabel 4.15 Tabel Pengujian Terjatuh	72
Tabel 4.16 Tabel Pengujian Nilai g Saat Terjatuh	72
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Nilai ADC Accelerometer	73
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Nilai g Accelerometer	73
Tabel 4.19 Tabel Pengujian Keseluruhan Longitude	64
Tabel 4.20 Tabel Pengujian Keseluruhan Latitude	75

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Respon output ADC Accelerometer Ketika Diam	45
Grafik 4.2 Getaran Arah Depan	47
Grafik 4.3 Getaran Arah Belakang	47
Grafik 4.4 Getaran Arah Samping Kanan	48
Grafik 4.5 Getaran Arah Samping Kiri.....	49
Grafik 4.6 Getaran Arah Bawah	49
Grafik 4.7 Respon Accelerometer Jatuh Dari Ketinggian	72
Grafik 4.8 Respon Dari Belakang	73
Grafik 4.9 Respon Dari Belakang	73
Grafik 4.10 Respon Dari Samping.....	73
Grafik 4.11 Respon Dari Samping.....	73

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan adanya teknologi yang berkembang saat ini membuat manusia ingin melakukan sesuatu dengan mudah. Untuk menggantikan peran manusia. Salah satunya yaitu dalam hal keamanan transportasi publik^[1].

Saat ini banyak sms penipuan yang melaporkan tentang kejadian palsu tentang kecelakaan^[2]. Perlu diingat bahwa sms tersebut dapat membuat pihak operator taksi menjadi bingung tentang keakuratan informasi dari pihak yang ingin memberikan informasi palsu dari kejadian kecelakaan tersebut. Dan pihak operator taksi hanya bergantung pada laporan dari masyarakat dan polisi^[3].

Dari permasalahan tersebut maka perlu di buat suatu perangkat keras berupa alat elektronik yang dapat menekan atau membuat data kecelakaan yang valid yang berasal dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. sistem yang dapat secara mandiri dan otomatis mendeteksi adanya kecelakaan dini dan melakukan pelaporan secara cepat dengan menunjukan data koordinat dimana posisi kecelakaan itu terjadi secara tepat dan cepat guna membangun terciptanya penanganan sistem keamanan transportasi yang modern.

Harapan dengan alat ini bisa membantu dapat menekan atau membuat data kecelakaan yang valid yang berasal dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Serta dapat diketahui arah getaran dan dapat mengirimkan sms koordinat secara otomatis.

Sistem kerja alat ini juga hanya bisa mengirim pemberitahuan kepada pihak operator taksi. Alat ini juga dilengkapi dengan pelaporan data koordinat kecelakaan dan data sopir taksi yang mengemudikan taksi tersebut. Pelaporan data koordinat kecelakaan langsung ditampilkan melalui software Delphi 7

Sebelumnya pernah ada inovasi jurnal yang berjudul "RANCANG BANGUN SMART VEHICLE UNTUK MENDETEKSI DINI KECELAKAAN DAN KEADAAN DARURAT", dimana alat ini masih terkendala dalam nilai output g force yang masih 6 g dalam getaran dan tidak adanya sistem tampilan langsung yang dapat membuat semakin otomatisnya dalam pembacaan alamat koordinat yang di kirim dari GPS tersebut. Dari sinilah penulis berfikir untuk melengkapi atau menyempurnakan inovasi sebelumnya

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan diatas yang diuraikan pada skripsi ini, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat rangkaian yang dapat mengirimkan koordinat otomatis ke operator taksi ?
2. Bagaimana respon sistem alat dalam mendeteksi suatu kecelakaan ?
3. Bagaimana mengetahui posisi koordinat lokasi kejadian?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

Merancang alat ini bisa menekan atau membuat data informasi terjadinya kecelakaan yang tidak valid berasal dari pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Serta dapat diketahui arah getaran dan dapat mengirimkan sms koordinat secara otomatis, serta memberi informasi data akurat tentang kecelakaan taksi tersebut dan memberi rasa aman kepada penumpang serta menuju transportasi yang modern dan aman.

1.4 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi penyimpangan maksud dan tujuan utama penyusunan skripsi ini maka batasan masalah pada skripsi ini antara lain:

1. Pembacaan koordinat GPS menggunakan software delphi.
 2. Tidak membahas tidak adanya sinyal GPS .
-

3. Tidak membahas *provider*
4. Sistem control yang di gunakan adalah mikrokontroler ATmega 16.

1.5 Metodologi

Metode yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur
Mencari referensi–referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat yang akan dibuat.
2. Perancangan Alat
Sebelum melaksanakan pembuatan terhadap alat, dilakukan perancangan terhadap alat yang meliputi merancang rangkaian keseluruhan alat, serta penalaran metode yang digunakan.
3. Pembuatan Alat
Pada tahap ini realisasi alat yang dibuat, dilakukan perakitan sistem terhadap seluruh hasil rancangan yang telah dibuat.
4. Pengujian Alat
Untuk mengetahui cara kerja alat, maka dilakukan pengujian secara keseluruhan, dan menganalisa hasil pengujian alat untuk membuat kesimpulan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas maka dalam skripsi ini disusun sebagai berikut :

BAB I :PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, rumusan masalah,tujuan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Membahas tentang dasar-dasar teori yang menunjang dalam perencanaan dan pembuatan simulator posisi kecelakaan berbasis mikrokontroler ATmega 16.

BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang perencanaan dan proses pembuatan meliputi perencanaan, pembuatan alat, cara kerja dan penggunaan alat.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA

Menjelaskan hasil pengujian dan analisa alat dari hasil yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Menjelaskan kesimpulan dan saran.

BAB II

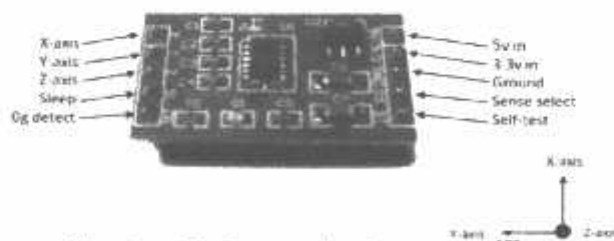
LANDASAN TEORI

Untuk memudahkan dalam memahami sistem ini, maka diperlukan teori-teori dasar yang menunjang dan dapat menjelaskan tentang karakteristik komponen-komponen yang digunakan maupun masalah yang dibahas, sehingga dapat diperkirakan prinsip dan cara kerja secara umum dari sistem ini. Selain itu dengan dasar teori yang ada dapat menambah pemahaman yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat ini.

2.1 Sensor Accelerometer MMA7361

Accelerometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran (vibrasi), dan mengukur percepatan akibat gravitasi (inklinasi). Sensor *accelerometer* mengukur percepatan akibat gerakan benda yang melekat padanya. *Accelerometer* dapat digunakan untuk mengukur getaran pada mobil, mesin, bangunan, dan instalasi pengamanan. Sensor *accelerometer* juga dapat diaplikasikan pada pengukuran aktivitas gempa bumi dan peralatan-peralatan elektronik, seperti permainan 3 dimensi, *mouse* komputer, dan telepon. Untuk aplikasi yang lebih lanjut, sensor ini banyak digunakan untuk keperluan navigasi.

Percepatan merupakan suatu keadaan berubahnya kecepatan terhadap waktu. Bertambahnya suatu kecepatan dalam suatu rentang waktu disebut juga percepatan (*acceleration*). Jika kecepatan semakin berkurang daripada kecepatan sebelumnya, disebut *deceleration*. Percepatan juga bergantung pada arah/orientasi karena merupakan penurunan kecepatan yang merupakan besaran vektor. Berubahnya arah pergerakan suatu benda akan menimbulkan percepatan pula ^[4].



Gambar 2.1 Sensor Accelerometer ^[5]

Pada sensor *accelerometer* MMA7361 ini memiliki fasilitas *g-select* yang memungkinkan sensor bekerja pada tingkat sensitivitas yang berbeda-beda. Penguatan internal pada sensor akan berubah sesuai dengan tingkat sensitivitas yang dipilih, yaitu 1,5 atau 6 g. Pemilihan tingkat sensitivitas ini dilakukan dengan memberikan input logika pada pin *g-select1*. Deskripsi pemilihan tingkat sensitivitas pada sensor *accelerometer* MMA7361 dapat diamati pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Deskripsi tingkat sensitivitas *accelerometer* MMA7361^[5]

g-Select	g-Range	Sensitivity
0	1.5g	800 mV/g
1	6g	206 mV/g

Sensor *accelerometer* MMA7361Q dapat digunakan untuk mengukur baik percepatan positif maupun percepatan negatif. Ketika sensor dalam keadaan diam, keluaran sensor pada sumbu x akan menghasilkan tegangan *offset* yang besarnya setengah dari tegangan masukan sensor (V). Tegangan *offset accelerometer* dipengaruhi oleh orientasi sensor dan percepatan statis tiap sumbu akibat gaya gravitasi bumi. Untuk percepatan positif maka sinyal keluaran akan meningkat di atas tegangan *offset*, sedangkan untuk percepatan negatif sinyal keluaran akan semakin menurun di bawah tegangan *offset*^[5].

2.2 Mikrokontroler AVR ATmega 16

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit (16-bit word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock* karena AVR berteknologi RISC (*reduced instruction Set Computing*). Selain itu, mikrokontroler AVR memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM Internal, *Timer/Counter*, *watchdog Timer*, PWM, *Port I/O*, komunikasi serial, Komparator dan lain-lain), sehingga dengan fasilitas yang ada, programmer dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomasi industri, peralatan telekomunikasi dan berbagai keperluan lainnya^[6].



Gambar 2.2 ATmega 16^[6]

2.2.1 Arsitektur ATmega16

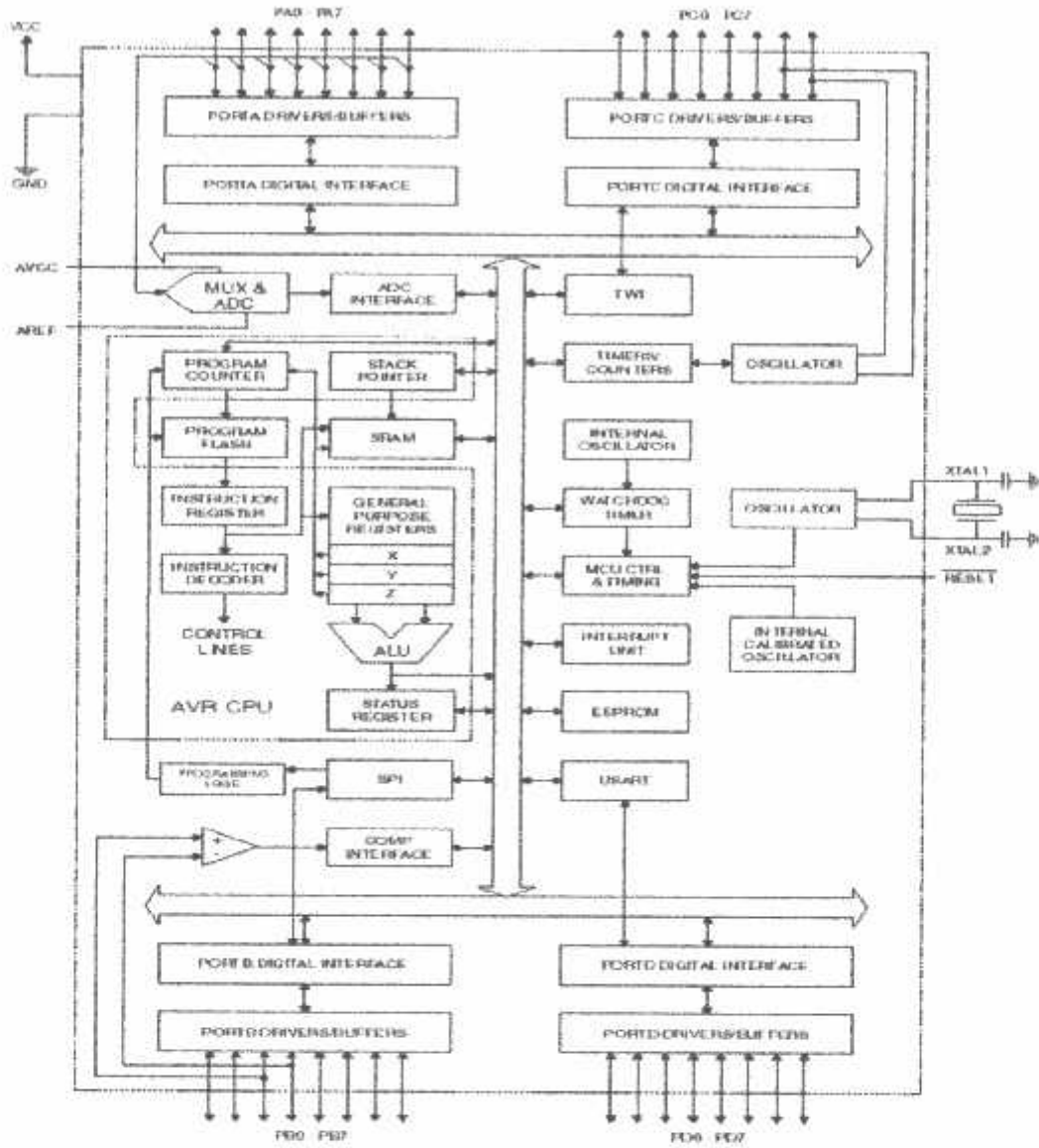
Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*).

Gambar 2.3 menunjukkan diagram blok mikrokontroler ATmega16 yang memiliki bagian sebagai berikut :

1. Mikrokontroler AVR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.
 2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
 3. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 KByte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte.
 4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C dan Port D.
 5. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
 6. Unit interupsi internal dan eksternal.
 7. Port USART untuk komunikasi serial.
-

8. Fitur Peripheral

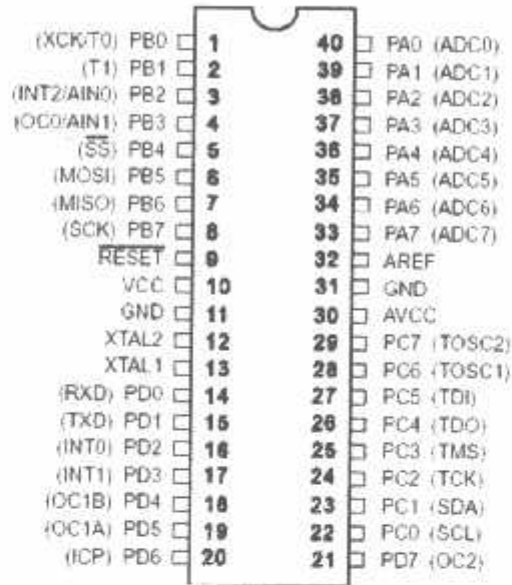
- a. Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan pembandingan.
 - a) 2 (dua) buah Timer / Counter 8 bit dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
 - b) 1 (satu) buah Timer/Counter 16 bit dengan *Prescaler* terpisah, mode *compare* dan *ModeCapture*.
 - b. *Real time counter* dengan *oscillator* tersendiri.
 - c. 4 channel PWM.
 - d. 8 channel, 10 bit ADC .
 - a) 8 *Single-ended Channel*.
 - b) 7 *Differential Channel* pada kemasan TQFP.
 - c) 2 *Differential Channel Programmable gain* 1X, 10X atau 200X.
 - e. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*.
 - f. *Programmable Serial USART*.
 - g. Antarmuka SPI
 - h. *Watchdog Timer* dengan *oscillator internal*.
 - i. *On-chip Analog Comparator*⁽⁶⁾.
-



Gambar 2.3 Diagram Blok Mikrokontroler ATmega 16^[6]

2.2.2 Konfigurasi Pin ATmega 16

Konfigurasi pin ATmega16 ditunjukkan dalam Gambar 2.4 yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin IC Atmega16^[6]

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
2. GND merupakan pin ground.
3. Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
4. Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, ditunjukkan dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2. Fungsi Khusus Port B^[6]

Pin	Fungsi Khusus
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB5	MOSI (SPI Bus Master output/Slave Input)
PB4	SS (SPI Bus Master Output/Slave Input)

Tabel 2.4. Fungsi Khusus Port D^[6]

Pin	Fungsi Khusus
PD7	OC2 (Timer/counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP (Timer/Counter1 Input capture Pin)
PD5	CC1A (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)

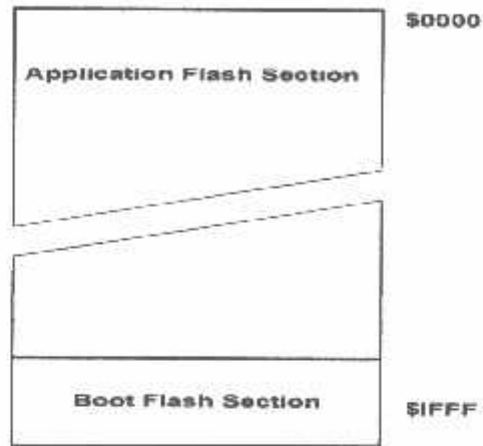
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal.
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC^[6].

2.2.3 Peta Memori AVR ATmega 16.

Organisasi memori pada mikrokontroler ATmega16 dibagi menjadi dua bagian utama yaitu memori program (Flash memori) dan memori data. Pembagian didasarkan atas fungsi dari penyimpanan data maupun program. Mikrokontroler ATmega16 telah dilengkapi dengan EEPROM yang digunakan sebagai media penyimpanan data. Berikut penjelasan memori pada mikrokontroler ATmega16 sebagai berikut:

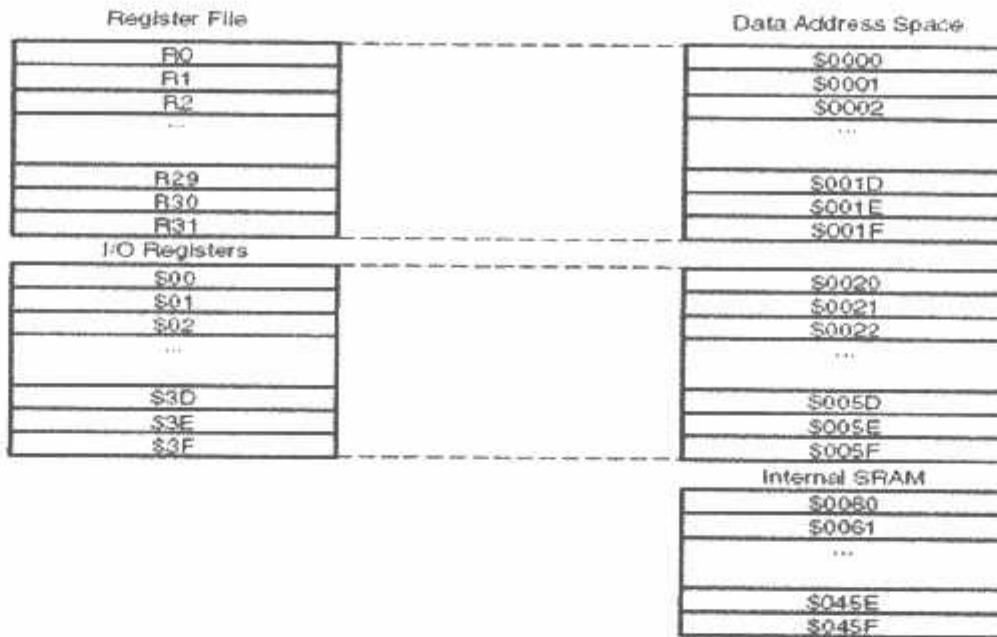
1. *Flash Memory*. Mikrokontroler ATmega16 memiliki 16 Kb sistem *Reprogrammable Flash Memory* untuk penyimpanan data, selama semua instruksi pada *MCU* menggunakan data 16 atau 32 bit maka *Flash Memory* terorganisasi atas 4 K X 16. Untuk pengamanan program, *Flash*

Memory terbagi menjadi 2 bagian yaitu *Boot Program* dan *Application Program* ditunjukkan dalam Gambar 3.4.



Gambar 2.5 Map Memori Program *Flash Memori*^[6]

2. Data Memory. Terdapat 608 lokasi data memori yang dialamatkan pada *register file*, I/O memory dan internal data SRAM, 96 lokasi memori tersebut terletak pada *register file* dan I/O memory sisanya terdapat pada internal data SRAM ditunjukkan dalam Gambar 2.6^[6].

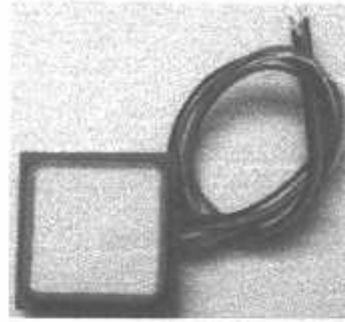


Gambar 2.6 Konfigurasi Memori Data AVR ATmega16^[6]

2.3 Modul GPS VK16U6

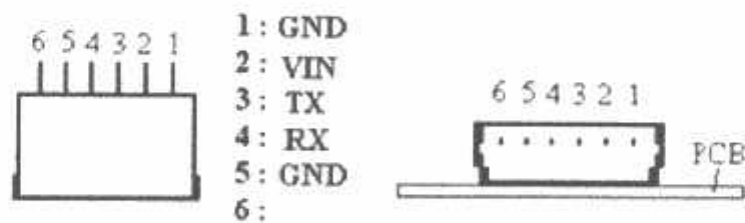
Cara kerja sistem GPS menggunakan sejumlah satelit yang berada di atas bumi. Masing-masing satelit memancarkan sinyalnya ke bumi dan diterima oleh alat penerima seperti modul GPS. Masing-masing satelit memancarkan data waktupengiriman, data emphemeric dan data almanak. Data almanak berisi perkiraanlokasi satelit (*approximate location*) yang dipancarkan secara terus-menerus oleh satelit. Data empheremis dipancarkan oleh satelit, dan valid untuk sekitar 4-6 jam. Modul GPS memanfaatkan data waktu pengiriman sebagai data ketinggian terhadap satelit. Jika kita memiliki data tiga buah satelit berbeda yang masing-masing memancarkan data posisi dan ketinggian, maka kita akan mendapatkan posisi dimana modul GPS itu berada. Proses perhitungan posisi tersebut menggunakan konsep perhitungan *trilateration*, dengan algoritma perhitungan berbeda-beda setiap modul GPS. Namun, tiga buah satelit tersebut dianggap masih kurang memberikan akurasi yang sesuai. Dibutuhkan minimal empat buahsatelit sehingga posisi modul GPS tepat

seperti yang sesungguhnya. Selain posisi, bisa diperoleh data ketinggian, kecepatan dan arah pergerakan^[7].



Gambar 2.7 Modul GPS VK16U6^[7]

Kemampuan yang sangat baik. VK16U6 dilengkapi dengan enam buah kaki yang terdiri dari dua buah kaki *ground*, *supply*, RX, TX, dan satu pin kosong. Kaki RX dan TX digunakan pada sistem komunikasi serial / *USART*. Sistem komunikasi ini mengirimkan datanya secara serial, dengan kata lain data I/O dikirimkan dengan menggunakan satu kabel data. Sehingga untuk dapat mengirim dan menerima data cukup menggunakan dua buah kabel data. Kaki *supply* diberi tegangan positif 4,5-6,5V dan kaki *ground* digunakan sebagai tegangan referensi 0V^[7].



Gambar 2.8 Konfigurasi Pin^[8]

Instruksi input atau output pada VK16U6 menggunakan instruksi *National Marine Educators Association* (NMEA). NMEA merupakan protokol standar pada pengiriman dan penerimaan data GPS.

Contoh data output NMEA VK16U6L:

`$GPGGA,161229.487,3723.2475,N,12158.3416,W,1,07,1.0,9.0,M,0000*18(8)`

Tabel 2.5. Keterangan data output NMEA⁽⁸⁾

Nama	Contoh	Satuan	Deskripsi
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Time	161.229.487		hhmmss.sss
Latitude	37.232.475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	121.583.416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	w		E=east or W=west
Position Fix Indicator	1		Lihat Tabel 2
Satellites Used	7		Range 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	9.0	meters	
Units	M	meters	
Geoid Separation			
Units	M	meters	
Age of Diff. Corr.		second	Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID	0		
Checksum	*18		
<CR><LF>			End of message termination

Tabel 2.6 Keterangan Indikator Posisi^[8]

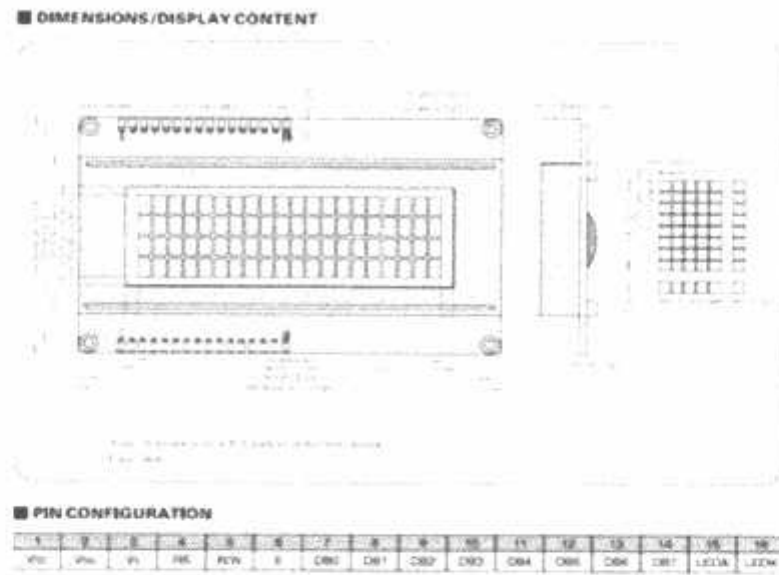
Nilai	Deskripsi
0	Fix not available or invalid
1	GPS SPS Mode, fix valid
2	Differential GPS, SPS Mode , fix valid
3	GPS PPS Mode, fix valid

2.4 LCD 16 x 4

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada bab ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 4 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. LCD dikontrol oleh ROM/RAM generator karakter dan RAM data display. Kontroller tersebut sebagai pembangkit dari karakter ROM/RAM dan display data RAM.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan back light^[9].



Gambar 2.9 Konfigurasi pin LCD 16x4^[9]

Tabel 2.7 Keterangan Pin LCD^[9]

Pin	Deskripsi
1	Ground
2	Vcc
3	Pengatur kontras
4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7-14	Data I/O Pins
15	Vcc
16	Ground

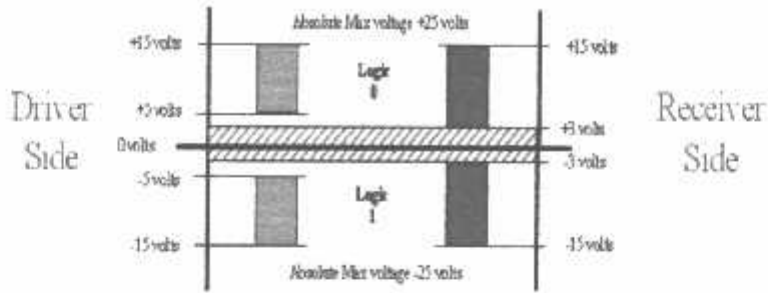
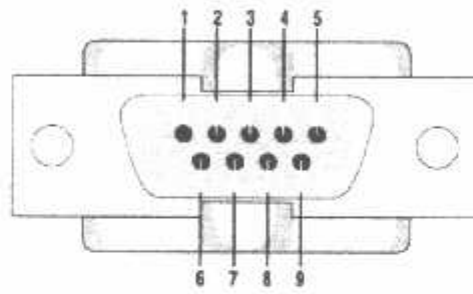
2.5 Interface RS 232

RS-232 adalah standar *interfacing I/O serial* yang paling banyak digunakan tetapi karena standar itu ditetapkan lama sebelum kemunculan TTL Logic maka level tegangan input dan outputnya tidak kompatibel TTL. Dalam RS-232 logika 1 direpresentasikan dengan -3 sampai dengan -25 volt. Tetapi karena standar itu ditetapkan lama sebelum kemunculan TTL Logic level tegangan input dan outputnya tidak kompatibel TTL. Dalam RS-232 logika 1 direpresentasikan dengan -3 sampai dengan -25 volt, sedangkan logika 0 adalah +3 sampai dengan +25 volt, sehingga tegangan antara -3 sampai dengan +3 volt tidak didefinisikan, karena itu untuk menghubungkan RS-232 ke sistem berbasis mikroprosesor kita harus menggunakan konverter tegangan seperti HIN232CP atau MAX232^[10].



Gambar 2.10 IC Max 232^[10]

Disebabkan tidak semua pin digunakan dalam mikrokontroler modern IBM memperkenalkan versi DB-9 dari standar I/O serial yang hanya menggunakan 9 pin.

Gambar 2.11 Level tegangan pada RS-232^[10]Gambar 2.12 Konektor DB-9^[10]Tabel 2.8. Deskripsi pin konektor DB-9^[11]

NO	NAMA
1	Data carrier detect (\overline{DCD})
2	Received data (RxD)
3	Transmitted data (TxD)
4	Data terminal ready (\overline{DTR})
5	Signal ground (GDN)
6	Data set ready (\overline{DSR})
7	Request to send (\overline{RTS})

8	Clear to send (\overline{CTS})
9	Ring indicator (RI)

Jalur data (TxD dan RxD) untuk transport data, TxD adalah jalur output pada komputer, data dikirim dari pin ini. Sedangkan RxD adalah penerima untuk komputer, data yang datang akan diterima oleh pin ini. Pin ke empat adalah output (RTS) di mana sebuah sinyal akan diberikan pada alat yang dihubungkan dengan maksud meminta kiriman data. CTS adalah sinyal masukan yang menunggu sinyal dari alat yang terhubung. Ketika alat tersebut menerima sinyal RTS dan bisa menerima data maka ia akan mengirimkan sinyal balik yang merupakan CTS. DTR adalah sinyal keluaran yang memberi tanda bahwa ada alat yang terhubung dan akan mengirimkan data. DSR merupakan sinyal input yang mana jika alat yang terhubung menerima sinyal DTR ia akan memberi sinyal balik kemudian diterima sebagai sinyal DSR.

Beberapa protokol dalam interface RS 232 adalah:

- Start Bit

Merupakan sebuah bit dengan logic "0" bit ini yang menandakan bahwa akan ada karakter atau data yang mengikutinya. Bit ini langsung diberikan oleh sinyal device tanpa harus mensetnya terlebih dahulu.

- Data Bit

Merupakan bit yang mewakili dari karakter yang diikutinya data bit ini dapat diset sepanjang antara 5 sampai 8 bit.

- Pariti Bit

Merupakan bit yang digunakan sebagai *error checking* pada *receiver*, apabila terjadi kesalahan maka *receiver* akan menset *error flag* (parity error) pada special register. *Parity bit* ini menghitung jumlah data yang berlogic '1' pada data bit. Perhitungan jumlah data bit tersebut tergantung dari jenis *parity* yang diset. Untuk parity *EVEN* maka jumlah data bit yang berlogic '1' ditambah

dengan *parity bit* akan menghasilkan jumlah yang ganjil. Sedangkan untuk *parity MARK* merupakan *parity bit* selalu berlogik '1' begitu pula pada space, *parity bit* selalu berlogik '0' dan *parity NONE* disini *parity bit* yang diabaikan.

- *Stop Bit*

Merupakan bit yang menandakan akhir dari suatu paket data (biasanya 1 *byte* data). Seperti pada start bit, bit ini langsung diberikan dari serial device. *Stop bit* ini dapat diset panjangnya menjadi satu bit, satu setengah dan dua bit.

- *Baud Rate*

Sebenarnya *baud rate* berarti pergantian kondisi tiap detik (*State Change of the Line persecond*), tetapi karena hanya ada 2 kondisi pada serial (*logic 0 dan 1*) maka dapat juga digunakan untuk menunjukkan kecepatan dari transmisi (*bits per second*)⁽¹¹⁾.

2.6 Modem GSM Wavecom

Modem GSM Wavecom berfungsi sebagai bagian pengirim data. Modem GSM digunakan, karena dapat diakses menggunakan komunikasi data serial dengan baudrate yang dapat disesuaikan mulai dari 9600 sampai dengan 115200. Selain itu, modem GSM ini menggunakan catu daya DC 12 V dan tidak memerlukan tombol ON untuk mengaktifkannya, sehingga sangat cocok untuk digunakan pada sistem yang berjalan secara terus menerus. Berikut adalah gambar dari modem GSM wavecom⁽¹²⁾.



Gambar 2.13 Modem GSM Wavecom⁽¹²⁾

Spesifikasi modem GSM Wavccom adalah:

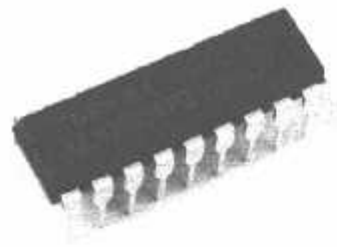
1. Dual Band GSM/GPRS 900/1800 MHz;
2. GSM/GPRS (cl. 10) Data, SMS, Voice dan Fax;
3. Open AT: menanamkan program langsung pada modem;
4. Keluaran daya maksimum: 2W untuk GSM 900/ 1W untuk GSM 1800
5. Masukan tegangan : 5,5 volt s/d 32 volt;
6. Antarmuka SIMCard 3volt;
7. Dimensi : 73mm x 54,5mm x 25,5 mm;
8. Bobot: 80g;
9. Suhu operasi : -25 °C s/d 70 °C.

GSM Modem ini, menggunakan ATCommand standar, sebagai protokolnya. Yaitu Standad ETSI GSM 07.07¹²¹.

2.7 IC ULN 2803

IC ULN2803 adalah IC yang didalamnya merupakan susunan transistor NPN yang terpasang secara *darlington* untuk *driver* sebuah beban yang terkontrol dan dapat menangani/mengalirkan arus sebesar 500mA. Setiap ULN2803 terdapat delapan buah susunan *darlington* yang dapat bekerja secara individu atau terpisah sehingga beban yang dapat dipasang pada ULN2803 sebanyak 8 buah. ULN2803 dapat bekerja pada tegangan 50 volt. IC ULN2803 ini dapat digunakan untuk mengaktifkan beban yang terpasang dari sumber tegangan positif (VCC).

Aplikasi IC ULN2803 sebagai *driver* adalah untuk *driver* relay, lampu DC atau LED, dan untuk sistem pensaklaran yang lain. Berikut ini merupakan konfigurasi pin ULN2803 beserta susunan transistor *darlington* yang terdapat di dalamnya¹³¹.



Gambar 2.14 IC ULN 2803^[13]

2.8 Relay

Relay adalah saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain. Sebuah relay tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektronik (*normally close dan normally open*).

- a. *Normally close (NC)* : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay tidak aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.
- b. *Normally open (NO)* : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.

Berdasarkan pada prinsip dasar cara kerjanya, relay dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak *NC* ke kontak *NO* atau sebaliknya. Jika tegangan pada kumparan dimatikan maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak ke posisi semula^[14].

Berikut adalah contoh gambar bentuk fisik relay:

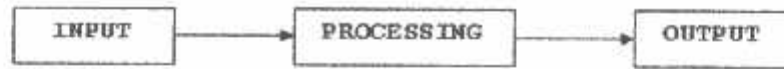


Gambar 2.15 Relay 8 pin^[14]

2.9. Personal computer (PC)

Komputer adalah suatu alat elektronik yang dapat menerima *input* data, mengolah data, memberikan informasi, menggunakan suatu program yang tersimpan di memori komputer (*stored program*), dapat menyimpan program dan hasil pengolahan, serta bekerja secara otomatis. (Jogiyanto, 1989)

Suatu proses pengolahan data terdiri dari 3 tahapan dasar, yaitu *input*, *processing* dan *output*. Ketiga tahap ini disebut dengan siklus pengolahan data (*data processing cycle*). Pada Gambar 2.16 dalam siklus pengolahan data, *input* merupakan tahap awal dimana data dimasukkan ke dalam proses komputer lewat alat *input* (*input device*). *Processing* merupakan tahap berikutnya yaitu proses pengolahan terhadap data yang sudah masuk yang dilakukan oleh alat pemroses (*processing device*), yang dapat berupa proses menghitung, membandingkan, mengklasifikasikan, mengurutkan, mengendalikan atau mencari di *storage*. Kemudian tahap terakhir adalah *Output* yang merupakan proses menghasilkan *output* dari hasil pengolahan data ke alat *output* (*output device*), yaitu berupa informasi dan lainnya. (Jogiyanto, 1989)



Gambar 2.16 Siklus Pengolahan Data ^[15]

Peralatan yang digunakan pada input (*input device*) berfungsi untuk memasukkan data dan program dalam komputer. Bisa berupa keyboard, mouse, sensor dan sebagainya.

Central Processing Unit (CPU) pada umumnya terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *Control Unit* (CU), *Arithmetic and Logic Unit* (ALU) dan Register (Memori internal). CU bertugas mengendalikan kerja komputer dalam melakukan pengolahan data seperti mengontrol pekerjaan *input/output* dan mengontrol kerja operasi ALU. ALU bertugas melaksanakan semua proses pengolahan data, meliputi perhitungan matematika dan perbandingan logika. Register adalah memori berkapasitas kecil, berfungsi sebagai penyimpan perintah dan data yang sudah waktunya diproses oleh ALU.

Peralatan yang digunakan pada *output* berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan data, seperti monitor, printer dan lain sebagainya. Memori (*Storage*) adalah unit untuk menyimpan data dan program yang masuk ke komputer. Memori induk terdiri dari dua bagian yaitu *Random Access Memory* (RAM) dan *Read Only Memory* (ROM) (Lipschutz, 1981) ^[15].

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Pada bab ini akan membahas tentang perencanaan dan pembuatan alat. Pembahasan di bab ini akan dilakukan setiap blok rangkaian, cara kerja masing-masing blok rangkaian, perhitungan dan fungsi masing-masing blok rangkaian tersebut. Secara garis besar terdapat tiga bagian perangkat pada alat tersebut :

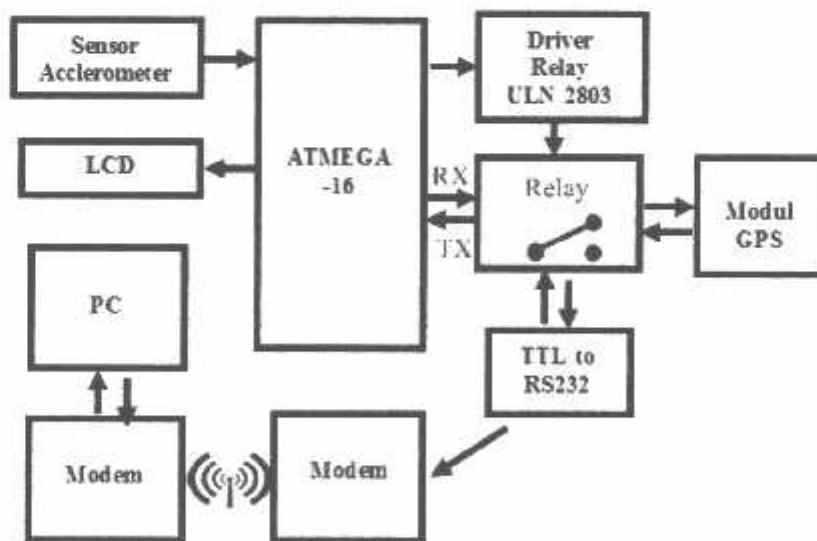
1. Perancangan perangkat keras (Hardware)
2. Perancangan perangkat lunak (Software)

Pada perancangan perangkat keras akan meliputi control sistem Atmega 16 sedangkan perancangan perangkat lunak akan meliputi program pengolahan data dari modem, pembacaan data dari sensor accelerometer dan monitoring posisi koordinat taksi tersebut.

3.1 Perancangan perangkat keras (Hardware)

3.1.1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan

diagram blok keseluruhan sistem yang secara umum terdiri dari masukan-masukan dan keluaran-keluaran yang diproses oleh mikrokontroler.



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem

Fungsi dari setiap blok di atas akan di jelaskan sebagai berikut :

1. Sensor Accelerometer
Berfungsi untuk mendeteksi seberapa besar getaran dan penurunan kecepatan yang didapat oleh taksi ketika kecelakaan
 2. Modul GPS
Berfungsi sebagai penentu koordinat lokasi kecelakaan pada taksi tersebut.
 3. LCD 16 x 4
Untuk menampilkan angka sumbu X, Y, Z, dan g force
 4. TTL to RS232
Adalah rangkaian converter tegangan logika dari logika ttl dan rs 232. Berfungsi untuk menghubungkan antara mikrokontroler dengan modem. Karena tegangan logika mikrokontroler adalah ttl sedangkan modem tegangan logikanya rs 232
 5. Mikrokontroler
Berfungsi sebagai otak dari seluruh rangkaian agar berkerja sesuai dengan fungsinya.
 6. Modem pada mikrokontroller
Mengirimkan *Short Message Service (SMS)* data lokasi berupa koordinat kecelakaan taksi tersebut.
 7. Modem pada PC
Menerima *Short Message Service (SMS)* dari modem mikrokontroller dan diolah PC.
 8. PC
Berfungsi untuk mengolah data koordinat kecelakaan taksi kemudian di tampilkan dalam bentuk Maps oleh software Delphi.
-

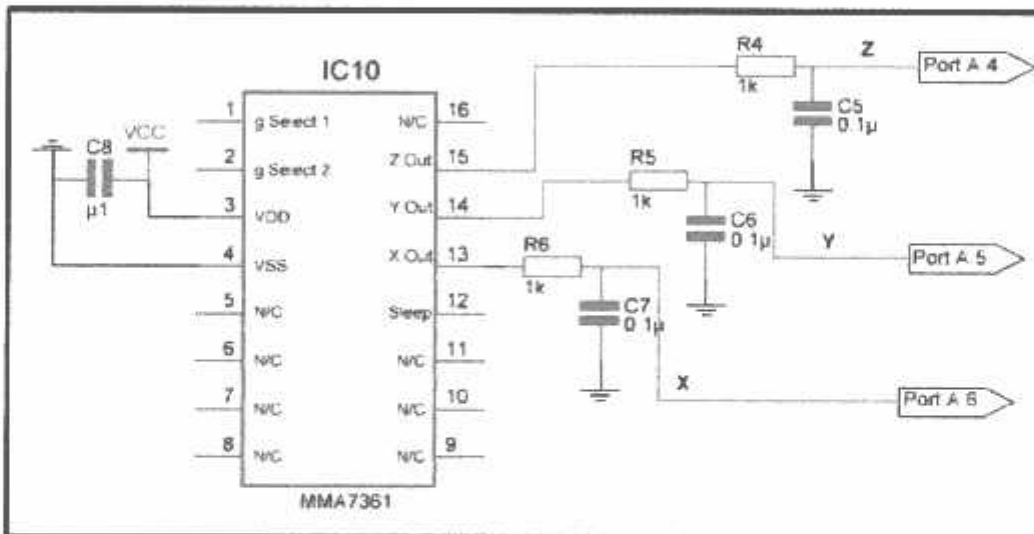
3.1.2 Cara Kerja Sistem

Dari diagram blok tersebut dapat dijelaskan bahwa alat ini bekerja saat sensor Accelerometer. Sensor accelerometer mendapat nilai g force yang tinggi karena disebabkan oleh pengereman taksi secara mendadak dan mendeteksi getaran tersebut kemudian data dari sensor tersebut diolah oleh mikrokontroler dengan mengolah gelombang analog karena output dari sensor accelerometer adalah sinyal analog. Kemudian mikrokontroler memberi perintah modul gps untuk mengambil posisi koordinat kecelakaan dan kecepatan taksi tersebut. Data dari koordinat posisi itu kemudian dikirimkan oleh modem dalam bentuk *Short Message Service (SMS)* dan diterima oleh modem pada taksi data koordinat tersebut kemudian di tampilkan dalam bentuk peta lokasi kecelakaan taksi tersebut dalam data akurat dan cepat.

3.1.3 Perancangan Sensor Accelerometer

Pada perancangan sensor acclerometer ini MMA7361 digunakan untuk mengetahui percepatan mobil. Saat mobil berjalan maupun saat mobil berhenti tiba-tiba. Sensor acclerometer MMA7361 beroperasi pada tegangan 2.2-3.6 volt. Setiap sumbu pada sensor acclerometer ini mempunyai nilai ADC yang berbeda-beda sesuai dengan percepatan mobil.

Pada sensor *accelerometer* MMA7361 ini memiliki fasilitas *g-select* yang memungkinkan sensor bekerja pada tingkat sensitivitas yang berbeda-beda. Penguatan internal pada sensor akan berubah sesuai dengan tingkat sensitivitas yang dipilih, yaitu 1,5 g dan 6 g. Pemilihan tingkat sensitivitas ini dilakukan dengan memberikan input logika pada pin *g-select1* dan *gselect2*. Deskripsi pemilihan tingkat sensitivitas pada sensor *accelerometer* MMA7361



Gambar 3.2. Acclerometer

Tabel 3.1 ini merupakan tingkat pemilihan sensitifitas sensor. Jadi misal untuk kita memilih sensitifitas 1 g maka perubahan data analog adalah 800 mv. Sctiap perubahan 1 g = 800 mv

Tabel 3.1 Tabel Sensitifitas Acclerometer

g-Select	g-Range	Sensitivity
0	1.5g	800 mV/g
1	6g	206 mV/g

Cara kerja sensor acclerometer :

1. Sensor ini bekerja pada saat ada perubahan gaya gravitasi yang tiba-tiba berubah karena pengereman secara mendadak dari sumbu X, Y, dan Z.
2. Sensor akan mendapat nilai dari perubahan gaya gravitasi. Dengan perubahan itu data tersebut diolah dan dikeluarkan dengan mengeluarkan nilai analog.

Tegangan output dari sensor Acclerometer merupakan tegangan yang berubah-ubah secara linear karena perubahan getaran. Maka untuk mengkondisikan agar pada saat $V_{out} < 2.5$ volt yang diberikan adalah logika '0' dan pada saat $V_{out} > 2.5$ volt yang diberikan adalah logika '1'

Jika salah satu sumbu V_{out} sudah mempunyai $V_{output} > 2,5$ V itu sudah memenuhi logika 1 tanpa harus V_{out} dari sumbu lain juga bernilai $V_{out} > 2,5$ karena setiap sumbu mengeluarkan tegangan yang berbeda-beda sesuai sumber getaran. Untuk sumbu x dari arah depan, sumbu y dari arah samping dan sumbu z dari arah bawah.

Maka didapat batas logika 1 jika salah satu sensor mendapat tegangan $> 2,5$ jika blum memenuhi $V_{out} < 2,5$ berlogika 0

Sumbu X berlogika 1 jika $V_{out} > 2,5$ V jika $V_{out} < 2,5$ logika 0

Sumbu Y berlogika 1 jika $V_{out} > 2,5$ V jika $V_{out} < 2,5$ logika 0

Sumbu Z berlogika 1 jika $V_{out} > 2,5$ V jika $V_{out} < 2,5$ logika 0

Ketiga sumbu mempunyai batas sama karena data output tegangan setiap selalu berubah sehingga diperlukan V_{out} perancangan. Untuk menentukan terjadinya getaran setiap sumbu.

Dari perancangan di atas cara kerja sensor acclerometer ini akan menganggap kecelakaan atau berlogika 1 jika :

Nilai dari ketiga sumbu tersebut mempunyai batas tegangan referensi karena tegangan output sensor acclerometer data berubah-ubah dibutuhkan batas atas pengkondisian logika "1". Jika V_{output} sensor $> 2,5$ v adalah logika "1".

Perancangan nilai g maksimum berdasarkan output ADC

Nilai ADC maksimal dari atmega 16 adalah 1023

$$V_{ADC} = \frac{\text{nilai ADC} \times V_{ref}}{1023}$$

$$\text{Nilai } g = \frac{V_{ADC} \times 1000 - \text{zero } g}{\text{sensitifitas}}$$

$$V_{ADC} = \frac{1023 \times 5}{1023}$$

$$= 5 \text{ v}$$

$$\text{Nilai } g = \frac{5 \times 1000 - 1650}{206}$$

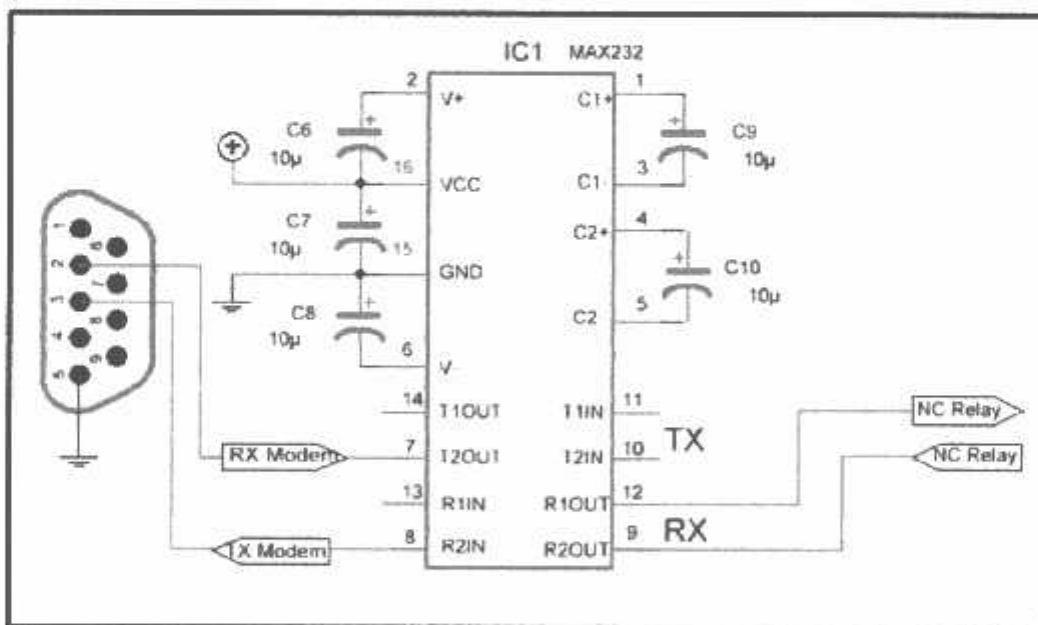
$$= 16,26$$

Jadi nilai g maksimum dari acclerometer 10 bit dengan data ADC maksimal 1023 sebesar 16,26 g.

3.1.4 Perancangan Rangkaian RS 232

Pada perancangan hubungan antara *Modem* dan *mikrokontroller* menggunakan komunikasi data *serial*. Adapun kaki atau pin-pin yang dipakai pada kabel data serial modem sms gateway adalah pada pin no.2 sebagai *received data*, dan pin no.3 sebagai *transmitted data* dan pin no.5 untuk *signal ground*. Level tegangan dari RS-232 harus disesuaikan ke level tegangan TTL menggunakan IC MAX 232. Kecepatan transfer data per *bit* menggunakan 115200 bps.

Data biner yang berasal dari kabel data modem mempunyai level tegangan antara +3 V sampai +15 V dan -3 V sampai -15 V, sebelum masuk pada mikrokontroler terlebih dahulu tegangannya melalui sebuah IC MAX 232, dan diubah menjadi tegangan TTL sebesar 0 Volt sampai 5 Volt yang sesuai dengan tegangan untuk mencatu kerja rangkaian mikrokontroler tersebut. Rangkaian interface RS-232 diperlihatkan pada gambar 3.3

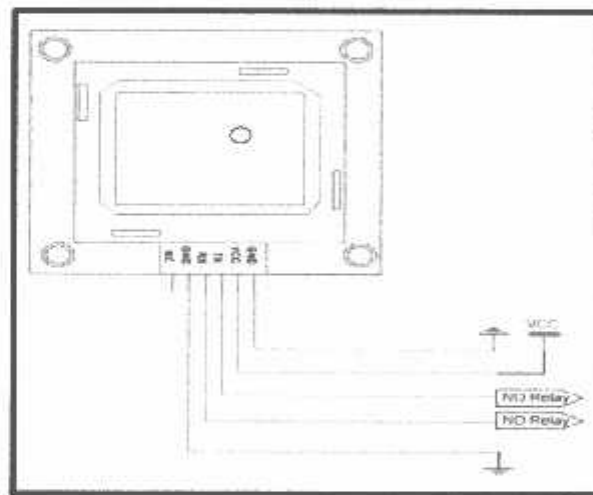


Gambar 3.3. Rangkaian TTL to RS232

3.1.5 Perancangan Modul GPS VK16U6

Perancaan modul GPS VK16U6 mehubungkan beberapa satelit untuk mengetahui koordinat longitude dan latitude kejadian. Modul GPS ini berkomunikasi secara serial yaitu menggunakan pin rx dan tx atmega16. Penyambungan pin rx dan tx GPS ini melewati dulu driver relay di pin NO (*normally open*) relay karena modul GPS ini bekerja pada saat ada respon yang terjadi pada sensor ketika ada perubahan yang tidak wajar dan ada sms dari operator untuk meminta koordinat latitude dan longitude dimana kendaraan itu berada saat ini.

Modul ini mempunyai 6 pin yaitu rx, tx, vcc, ground dan *Not Connected*. Level tegangan operasi modul GPS VK16U6 antara 3-5 volt. Rx dan tx berfungsi sebagai pengirim dan penerima data koordinat dan pin *Not Connected* tidak perlu disambungkan ke port berapapun.

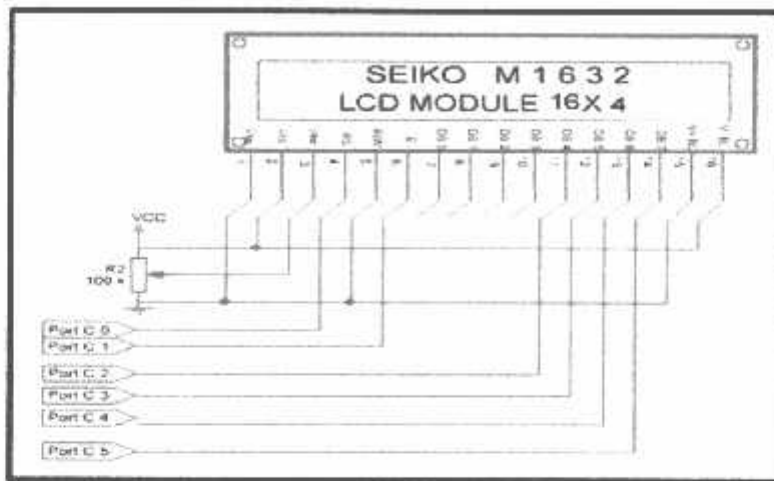


Gambar 3.4. Modul GPS

3.1.6 Perancangan LCD 16x4

Rangkaian LCD ditunjukkan dalam Gambar 3.14. saluran data DB4..DB7 dihubungkan dengan Port C.2-C.5 pada mikrokontroler ATmega 16. Pin R/W dihubungkan pada Vcc, Pin RS dan E dihubungkan pada Port C.0-C.1

mikrokontroler ATmega 16, sedangkan Pin Vee dihubungkan pada trimport untuk mengatur kecerahan layar LCD



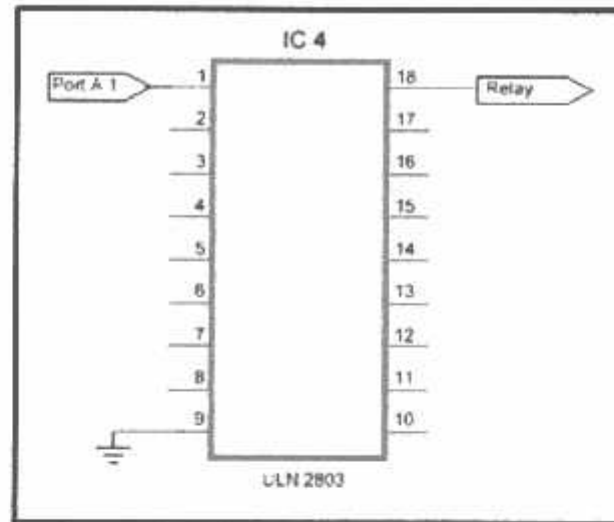
Gambar 3.5. Perancangan LCD

3.1.7 Perancangan IC ULN 2803

Perancangan ini IC ULN 2083 digunakan sebagai driver relay. Driver relay ini digunakan untuk menswitch antara rx dan tx karena pada pin atmega16 hanya memiliki 1 pasang kaki rx dan tx sehingga pada modem dan GPS bisa mengirim dan menerima sinyal secara bergantian sesuai perintah yang dikirimkan modem atau GPS.

Perancangan ULN 2803 menggunakan pin 1 ULN untuk memberi logika pada program serta pada dan pin 18 ULN untuk output ke relay nya dan pada pin 9 ULN disambungkan ke ground

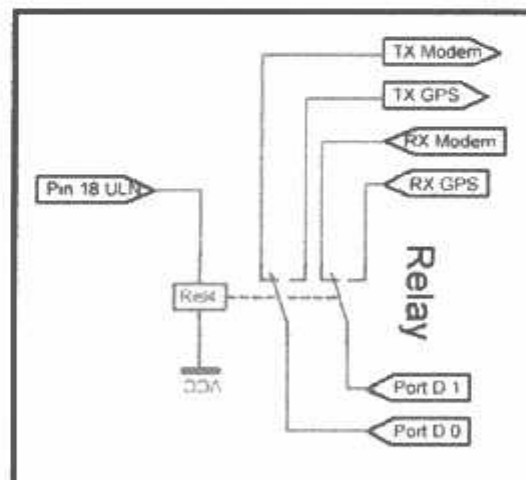
Pada perancangan ini, tiap bagian pasangan darlington ini akan berfungsi sebagai rangkaian saklar bagi relay, sehingga apabila pada kaki input driver (IC ULN 2803) di supply dengan tegangan maka akan menyebabkan pasangan transistor dan darlington dalam IC menjadi saturasi dan mengakibatkan kaki terhubung dengan ground ULN 2803 dapat di bebani sampai 500 mA. Serta dilengkapi dengan dioda. Dioda ini berfungsi untuk mencegah tegangan kembali ke ic ULN 2803 karena terjadi pada koil relay (*beban induktif*) saat relay di matikan.



Gambar 3.6. ULN 2803

3.1.8 Perancangan Relay RX dan TX

Pada perancangan driver relay ini digunakan untuk menswitch RXTX Modem dengan RXTX GPS karena port pada Atmega 16 hanya mempunyai 1 pin RX dan 1 pin TX. Relay yang digunakan beroperasi atau batas maksimal tegangan AC 1 A 120 V. Sedangkan tegangan DC 1 A 24 V. Penggunaan relay ini digunakan sesuai dengan kebutuhan tegangan output yang akan di saklar oleh relay tersebut. Semakin tinggi nilai maksimum semakin besar pula fisik dari relay tersebut.

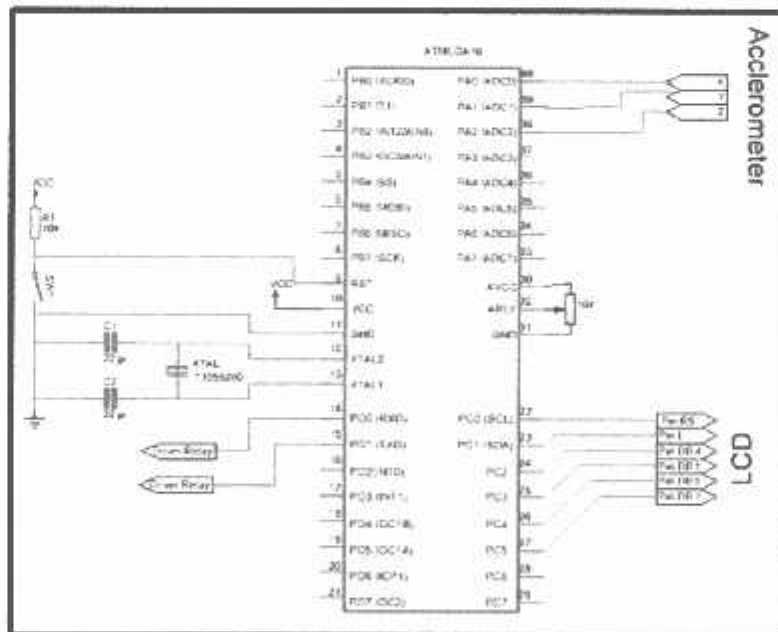


Gambar 3.7. Relay RXTX

Relay ini memiliki 8 pin. Pin 1 grond dari relay tersebut. Pin 2 digunakan sumber yang akan di saklarkan, untuk perancangan ini pin 2 pada relay merupakan pin tx dari mikrokontroller. Pin 3 dan 6 adalah NC (*Normally Close*) dan menyambung ke tx dan rx modem, Sedangkan merupakan NO (*Normally Open*) 4 dan 7 untuk rx dan tx modul GPS

3.1.9 Perancangan Mikrokontroler ATmega 16

Pada perancangan ini saya menggunakan Atmega 16. Dipilih mikrokontroller Atmega 16 karena memory yang disediakan sudah mencukupi untuk menampung keseluruhan program. mikrokontroller Atmega 16 berfungsi sebagai controller dan modem untuk mengirim pesan. LCD pada port C.0-C.5 berfungsi sebagai menampilkan data X, Y, dan Z serta latitude dan longitude. Driver relay digunakan untuk menyambungkan secara bergantian RXTX Modem dengan RXTX GPS. Modul GPS pada port D.0-D.1 berfungsi menentukan latitude dan longitude. IC max232 pada port D.0-D.1 berfungsi mengubah ke serial melalui DB9 dengan menyambungkan modem wavecom. Piezoelektrik pada port A.0-A.3 berfungsi sensor acclerometer sensor acclerometer membaca grafik X, Y, dan Z. Untuk pembacaan setiap port dapat kita lihat pada gambar 3.15 konfigurasi *PORT* Atmega 16 yang digunakan.



Gambar 3.8. Konfigurasi PORT Atmega 16

Mikrokontroler Atmega 16 mempunyai 4 *PORT* dan 32 jalur yang dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran. Pada perancangan ini pin-pin yang digunakan adalah:

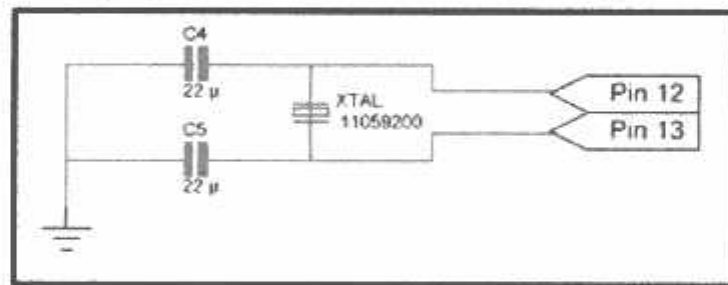
PORTB. 0-6 = LCD.

PORTD.0-D.1 = Driver relay untuk rxtx modem dan GPS

PORTA. 0-3 = Sensor Acclerometer

Mikrokontroler Atmega 16 mempunyai *clock* (rangkaiannya osilator) di dalam chipnya sendiri yang disebut *on-chip osilator*. Cara untuk mengakses clock internal yang terdapat pada chip mikrokontroler yaitu dengan memberikan sebuah kristal pada pin XTAL1 dan XTAL2 dengan 2 buah kapasitor yang dihubungkan ke ground. Pada minimum sistem mikrokontroler alat ini menggunakan kristal 11.0592 MHz dan 2 buah kapasitor yang masing-masing bernilai 22 pF. Nilai kapasitor ini diperoleh dari tabel *datasheet* tentang penggunaan kapasitor untuk rangkaian *osilator/sistem clock* pada ATmega 16.

Penggunaan kristal 11,0592 MHz ini bertujuan agar perhitungan *baudrate* tidak mengalami *error* yang disebabkan karena selisih perhitungan.



Gambar 3.9. Rangkaian Kristal

Perhitungan *baudrate* pada AVR Atmega 16 dengan menggunakan kristal 11,0592 MHz, dimana *baudrate* yang diinginkan ialah 38400 *bps*, maka nilai pada *UBRR* (*USART Baud Rate Register*) dapat ditentukan dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 UBRR &= (f_{osc} / 16 \cdot Baud) - 1 \\
 UBRR &= (11059200 / 16 \cdot 38400) - 1 \\
 UBRR &= (11059200 / 614400) - 1 \\
 UBRR &= 18 - 1 \\
 &= 17 \\
 &= 11 \text{ MHz}
 \end{aligned}$$

Dimana :

UBRR : *USART Baud Rate Register*.

Fosc : Kristal yang digunakan.

Baud : *Baudrate* yang diinginkan.

Penggunaan kristal 11,0592MHz memungkinkan hasil perhitungan *baudrate* tidak sisa dan *error* dari selisih perhitungan tidak ada. Sehingga dengan menggunakan nilai kristal 11.0592 MHz maka dapat dihitung waktu yang diperlukan untuk satu siklus mesin, yaitu

Diketahui : $f = 11,0592 \text{ MHz}$

Sehingga : $T = \frac{1}{f \text{ kristal}}$

$$T = \frac{1}{11,0592 \text{ Mhz}}$$

$$T = 9,0422$$

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

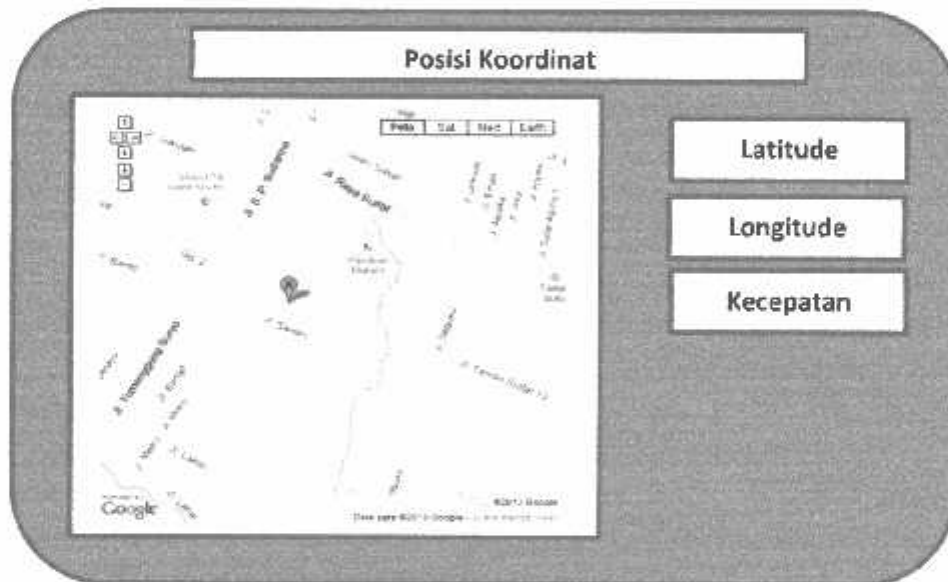
3.2.1 Bascom

Perancangan perangkat lunak (software) yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan alat akan di paparkan dalam flowchart sistem secara keseluruhan. Pembuatan software hanya di lakukan pada mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman BASCOM AVR.

3.2.2 Delphi

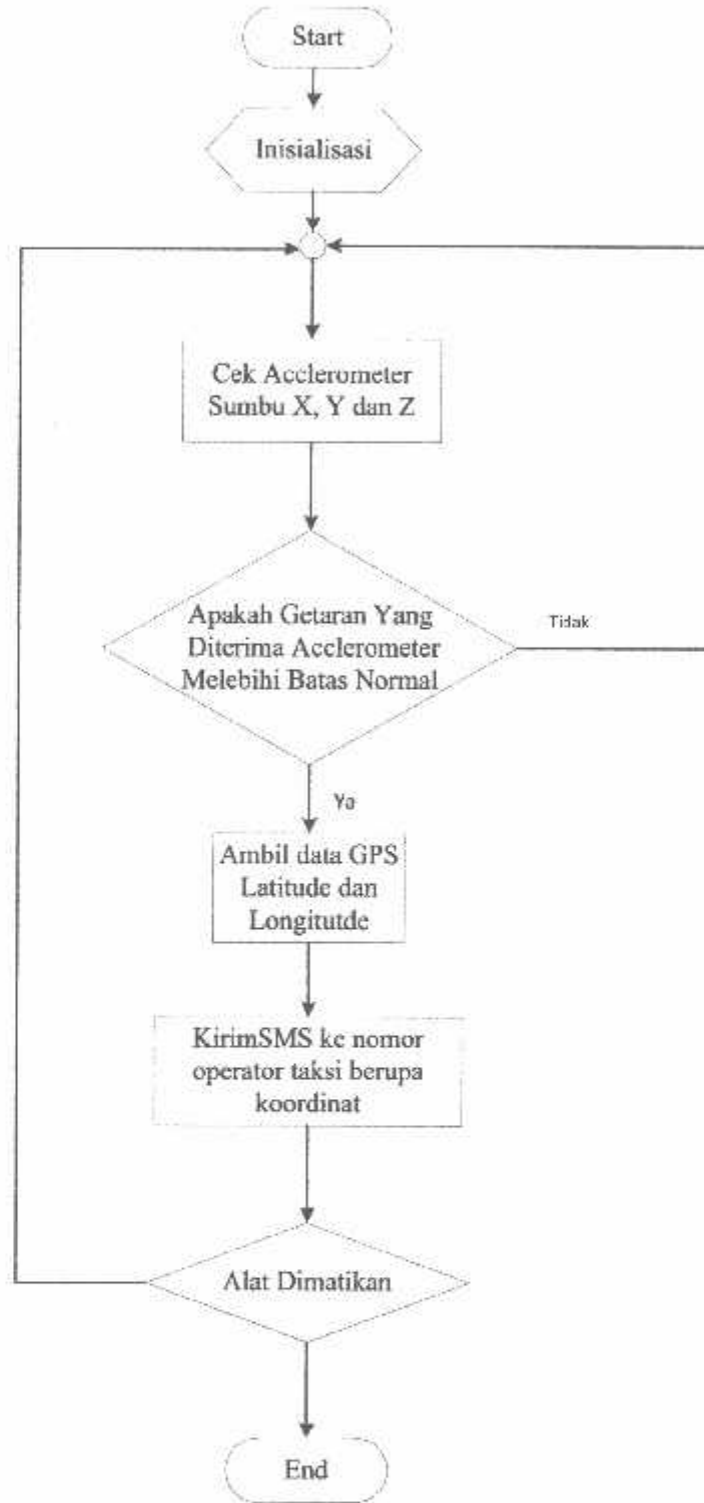
Perancangan perangkat lunak (software) digunakan untuk tampilan interface data koordinat dengan komputer. Pembuatan program delphi ini dipaparkan dalam flowchart sistem proses pembacaan koordinat latitude dan longitude.

Gambar 3.10 Merupakan perencana aplikasi software tampilan yang akan kita buat.



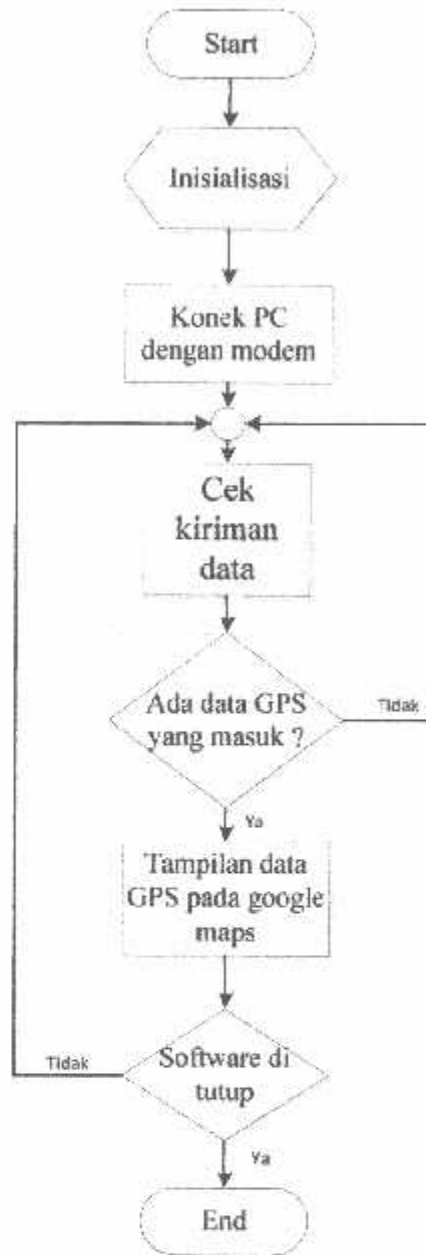
Gambar 3.10 Perencanaan Tampilan

3.4 Flowchart Sistem



Gambar 3.11. Flowchart Sistem

3.5 Flowchart Delphi



Gambar 3.12. Flowchart Delphi

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Dalam bab ini akan dibahas mengenai pengujian alat yang telah dibuat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kekurangan kerja sistem yang telah dibuat, sehingga dapat diketahui apakah alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan. Dalam rangka pengujian alat tersebut diuraikan percobaan yang telah dilakukan untuk mengetahui respon dari keseluruhan alat yang telah dirancang.

4.1 Pengujian Sensor Acclerometer

4.1.1 Tujuan

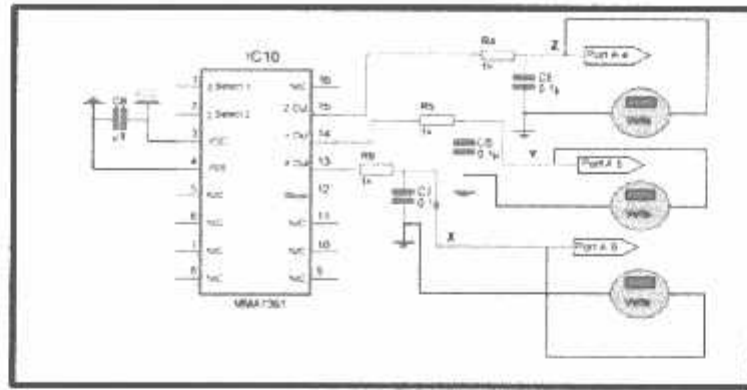
Untuk mengetahui respon tegangan V_{out} acclerometer sumbu x,y dan z saat diuji getaran.

4.1.2 Peralatan yang digunakan

1. Sensor acclerometer
2. Power Supply 5V
3. Multimeter
4. Mobil Mainan 1:12
5. *Personal Computer (PC)*
6. *Minimum System*

4.1.3 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan sensor acclerometer dengan power supply 5v
2. Menggerakkan sensor
3. Sambungkan bergantian positif multi meter dengan sumbu x, y dan z
4. Mengamati hasil pengujian sensor acclerometer.



Gambar 4.1 Sensor Accelerometer

4.1.4 Analisis dan hasil pengujian

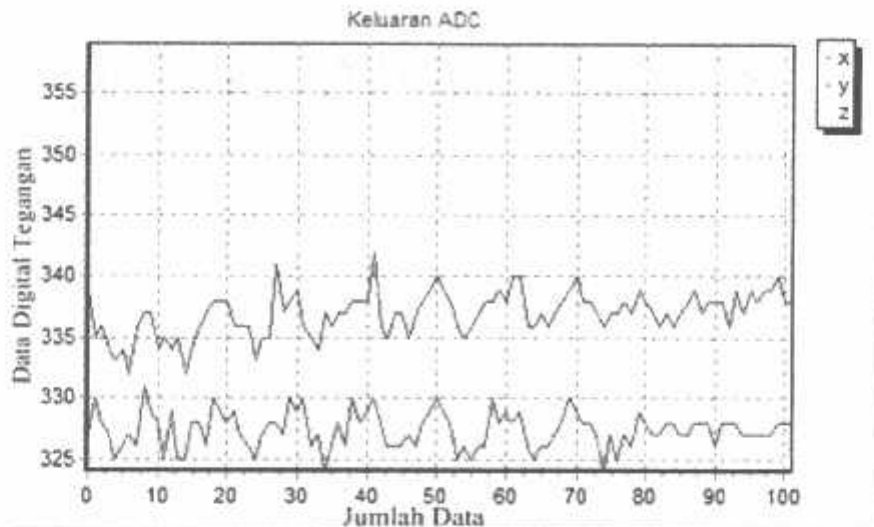
Pengujian sensor accelerometer MMA7361 dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran sumbu X, Y, dan Z dengan menggunakan Voltmeter.

Tabel 4.1 Nilai Output Tegangan Sumbu X dan Y

Sumbu	Kondisi	Vout
X	Diam	1,60
Y	Diam	1,65



Gambar 4.2 Sensor Diam



Grafik 4.1 Respon output ADC Accelerometer Ketika Diam

Dilihat dari grafik tersebut nilai ADC pada sumbu x, y dan z memiliki nilai rata-rata yang berbeda

Nilai sumbu X = 327

Nilai Sumbu Y = 337

Nilai sumbu Z = 355

Untuk mengetahui nilai V_{out} pada sensor accelerometer digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{\text{Nilai ADC} \times V_{ref}}{1023}$$

Rata-rata sumbu X :

Nilai Rata-rata sumbu X adalah 327

$$V_{out} = \frac{327 \times 5}{1023} = 1,6 V$$

Jadi V_{out} sumbu X ketika diam sebesar 1,6 V

Rata-rata sumbu Y :

Nilai Rata-rata sumbu Y adalah 337

$$V_{out} = \frac{337 \times 5}{1023} = 1,64 V$$

Jadi V_{out} sumbu X ketika diam sebesar 1,64 V

Nilai Rata-rata sumbu Z adalah 355

$$V_{out} = \frac{355 \times 5}{1023} = 1,7 \text{ V}$$

Jadi Vout sumbu Z ketika diam sebesar 1.6 V

Dari pengujian tegangan output dan data digital tegangan yang ditampilkan dalam bentuk grafik di dapat data sebagai berikut.

Tabel 4.2 Nilai Perbandingan Sensor Acclerometer

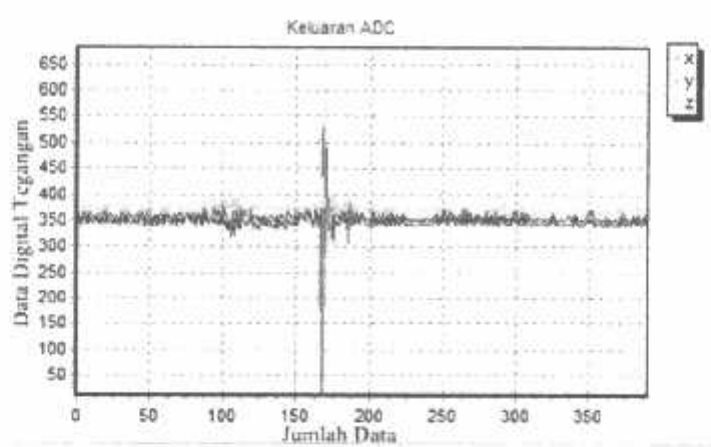
Sumbu	Pengukuran	Perhitungan	Error (%)
X	1,6	1,6	0
Y	1,65	1,64	0,6
Z	1,65	1,65	0

$$\begin{aligned} \%Error &= \frac{[D_{pengukuran} - D_{perhitungan}]}{D_{perhitungan}} \times 100\% \\ &= \frac{[1,6 - 1,6]}{1,6} \times 100\% \\ &= \frac{[0]}{1,6} \times 100\% \\ &= 0 \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata error} &= \frac{[0+0,6+0]}{3} \times 100\% \\ &= \frac{0,6}{3} \times 100\% \\ &= 0,2\% \end{aligned}$$

Dari data pengujian error diatas didapat error rata-rata sensor sebesar 0,2 %

Untuk menghitung Vout X dan Y ketika bergetar menggunakan ADC karena Vout pada acclerometer sangat cepat jadi tidak bisa terbaca oleh multimeter.



Grafik 4.2 Getaran Arah Depan

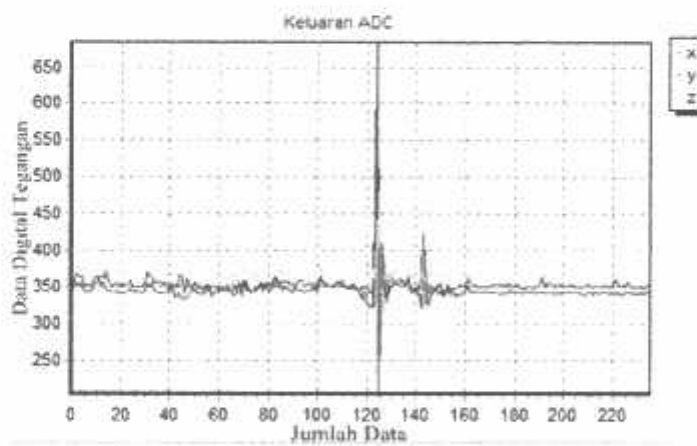
Nilai ADC ketika ada getaran dari arah depan adalah 25.

Untuk mengetahui nilai V_{out} pada sensor acceleometer digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{\text{Nilai ADC} \times V_{ref}}{1023}$$

$$V_{out} = \frac{25 \times 5}{1023} = 0,1 \text{ V}$$

Jadi V_{out} saat ada getaran dari arah depan sebesar 0,1 V



Grafik 4.3 Getaran Arah Belakang

Nilai ADC ketika ada getaran dari arah depan adalah 675.

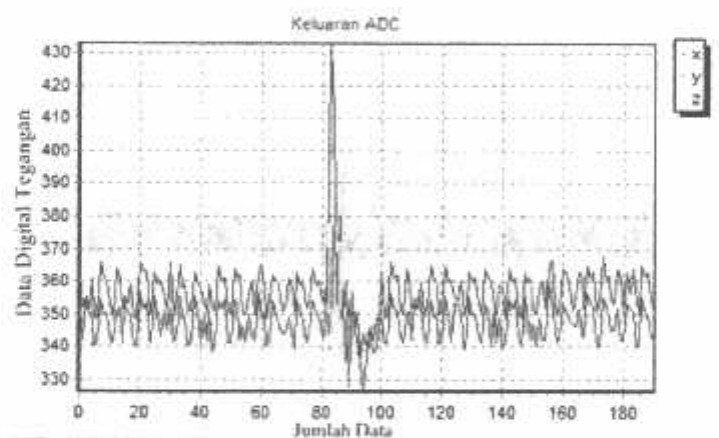
Untuk mengetahui nilai V_{out} pada sensor acclerometer digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{\text{Nilai ADC} \times V_{ref}}{1023}$$

$$V_{out} = \frac{675 \times 5}{1023} = 3,3 \text{ V}$$

Jadi V_{out} saat ada getaran dari arah belakang sebesar 3,3 V

Pada grafik 4.1 dapat dijelaskan penurunan output ADC turun dikarenakan sensor yang menempel pada mobil RC 1:12 mengalami percepatan penurunan mendadak dan mengakibatkan getaran bolak-balik pada sensor sedangkan pada grafik 4.2 sumbu x tinggi dahulu karena getaran dari arah belakang. Dengan kedua grafik tersebut disimpulkan sensor accelerometer dapat membaca getaran dari arah depan dan belakang.



Grafik 4.4 Getaran Arah Samping Kanan

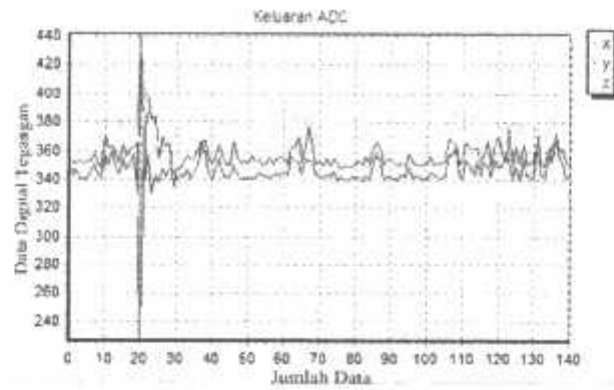
Nilai ADC ketika ada getaran dari arah depan adalah 430.

Untuk mengetahui nilai V_{out} pada sensor accelerometer digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{\text{Nilai ADC} \times V_{ref}}{1023}$$

$$V_{out} = \frac{430 \times 5}{1023} = 2,1 \text{ V}$$

Jadi V_{out} saat ada getaran dari arah Samping Kanan sebesar 2,1 V



Grafik 4.5 Getaran Arah Samping Kiri

Nilai ADC ketika ada getaran dari arah depan adalah 235.

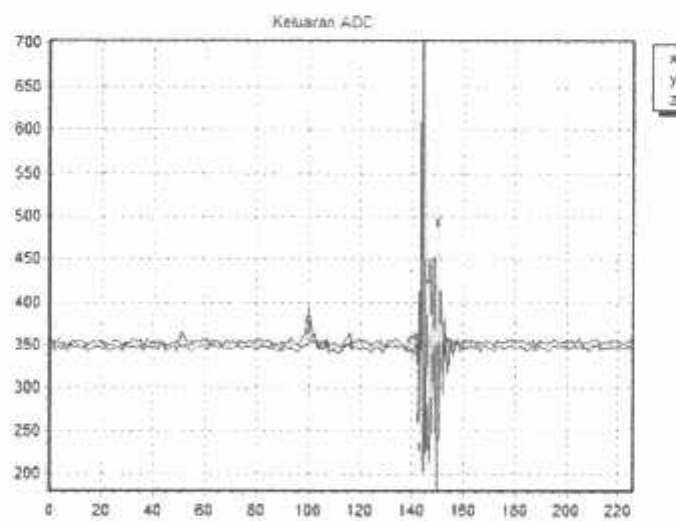
Untuk mengetahui nilai V_{out} pada sensor accelerometer digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{\text{Nilai ADC} \times V_{ref}}{1023}$$

$$V_{out} = \frac{235 \times 5}{1023} = 1,14 \text{ V}$$

Jadi V_{out} saat ada getaran dari arah Samping Kiri sebesar 1,14 V

Pengujian Sumbu Z



Grafik 4.6 Getaran Arah Bawah

Sudut Z diukur sebagai ketika objek mobil jatuh dari ketinggian mencari arah getaran karena sumbu Z merupakan sumbu kebalikan, dan berguna ketika sensor MMA7361 berada pada posisi terbalik.

Tabel 4.3 Nilai Output Tegangan Sumbu Z

Sumbu Z	Keadaan Normal (V)	Keadaan Terbalik (V)
0	1,65	0,53
Bergerak	3,1	2,6

Dari kedua tabel diatas sensor acclerometer dapat mendeteksi perubahan dengan mendeteksi nilai sumbu x,y dan z yang berbeda-beda

4.2. Pengujian Modem Wavecom

4.2.1. Tujuan

Untuk mengetahui bahwa modem *wavecom* dapat menerima dan mengirim sms ke no tujuan yang telah ditentukan.

4.2.2. Peralatan yang digunakan

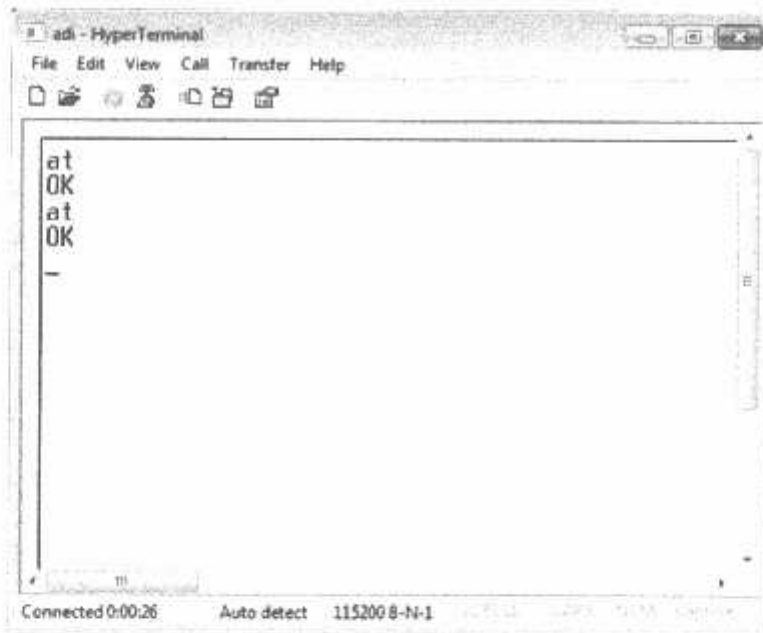
1. *Personal computer (PC)* yang dilengkapi dan port serial.
2. Software aplikasi windows *HyperTerminal*.
3. Modem *wavecom*.
4. *Power supply 5V*.

4.2.3. Prosedur Pengujian

1. Menuliskan syntax program pada hyperterminal sebagai berikut:
 - b. Untuk mengecek koneksi modem dengan port serial dengan memberikan syntax "AT" kemudian enter.
 - c. Untuk mengirim SMS "pengujian test sms" dengan cara menuliskan syntax, AT+CMGS=082213825361, kemudian enter , berikutnya isi SMS berupa "Pengujian Test SMS".

4.2.4. Analisis Hasil Pengujian

1. Saat diberikan perintah "AT" modem merespon dengan memberikan data serial "OK" seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.10
-



Gambar 4.3 Tampilan Respon Modem Untuk Mengecek Koneksi Kabel Data

2. Saat diberikan perintah "AT+CMGS-082141599152" kemudian enter modem merespon dengan memberikan data serial ">", kemudian diberikan syntax "pengujian test sms" modem memberikan respon "+CMGS: 145" dan OK.



Gambar 4.4 Tampilan Respon Modem Saat Mengirimkan SMS



Gambar 4.5 Tampilan SMS pengujian test sms Word Berhasil Dikirimkan Ke Hp Tujuan.

4.3. Pengujian RS232

4.3.1. Tujuan

Untuk mengetahui bahwa RS232 dapat mengirimkan data serial ke mikrokontroler dan dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya.

4.3.2. Peralatan Yang Digunakan

1. *Personal computer (PC)* yang dilengkapi port LPT1 dan port serial.
2. Minimum sistem Atmega 16.
3. Software aplikasi windows *HyperTerminal*.
4. *ASP programmer* dengan *connector LPT1*
5. Rangkaian serial *interface*.
6. *Power supply 5V*,

4.3.3. Prosedur Pengujian

1. Mempersiapkan rangkaian pengujian dan merangkainya dengan mikrokontroler.
2. Mengisikan program kedalam mikrokontroler.
3. Memberikan tegangan 5 Volt.
4. Menyetting konfigurasi serial pada program aplikasi hyperterminal windows.
5. Membuka hyperterminal (start > all program > accessories > communication > hyperterminal).
6. Memberi nama dan memilih *icon* pada Connection
7. mengamati hasil pengujian

4.3.4. Analisis Hasil Pengujian

1. Saat hyperterminal mengirimkan data serial ke mikrokontroler dengan menuliskan nama "Adi Purnomo dan nim 1112214", seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6.
-



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Ketika Hyperterminal Mengirimkan Data Serial Dengan Menuliskan Nama dan Nim.

2. Saat hyperterminal menerima data serial dari mikrokontroler dengan menuliskan nama dan nim "Adi Purnomo 1112214" dengan tambahan kalimat Hello , seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil Pengujian Ketika Hyperterminal Menerima Data Serial Berupa Nama dan Nim Dengan Tambahan Hello.

3. Dari serangkaian pengujian RS232, dapat disimpulkan bahwa RS232 dapat bekerja dengan baik, mampu mengirimkan data serial sesuai dengan apa yang diinginkan.

4.4 Pengujian GPS

4.4.1. Tujuan

Untuk mengetahui bahwa modul GPS dapat menerima *sinyal* koordinat dan menampilkan longitude dan latitude

4.4.2. Peralatan yang digunakan

1. *Personal computer* (PC) yang dilengkapi port usb.
2. Software aplikasi windows *HyperTerminal*.
3. Modul GPS.
4. *USB TTL*.

4.4.3. Prosedur Pengujian

1. Menghubungkan USBTTL dengan pin Rx Tx Modul GPS
2. Mengamati hasil pengujian

4.4.4. Analisis Hasil Pengujian

1. Saat hyperterminal menerima data dari GPS dengan menghubungkan pc dengan GPS melalui USBTTL, muncul gambar seperti berikut:

```

ada - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
$GPVTG,T,M,0.294,M,0.544,K,A=29
$GPGGA,101257.00,0.754,94622,S,11237.91295,E,1.09,1.05,531.7,M,14.7,M,,-44
$GPGSA,A,3,30,07,10,06,28,09,03,23,17,...,2,29,1.05,2.04=00
$GPGSV,3,1,10,02,17,246,19,03,27,049,25,06,41,284,29,07,45,176,23=70
$GPGSV,3,2,10,09,29,144,22,10,47,200,20,17,10,338,21,23,14,112,20=70
$GPGSV,3,3,10,28,39,001,34,30,61,231,18=73
$GPGLL,0.754,94622,S,11237.91295,E,101257.00,A,A=7E
$GPRMC,101258.00,A,0.754,94622,S,11237.91291,E,0.145,.140615,...,A=68
$GPVTG,T,M,0.145,M,0.268,K,A=2F
$GPGGA,101258.00,0.754,94622,S,11237.91291,E,1.09,1.05,531.6,M,14.7,M,,-40
$GPGSA,A,3,30,07,10,06,28,09,03,23,17,...,2,29,1.05,2.04=00
$GPGSV,3,1,10,02,17,246,19,03,27,049,25,06,41,284,29,07,45,176,24=7C
$GPGSV,3,2,10,09,29,144,22,10,47,200,20,17,10,338,20,23,14,112,21=70
$GPGSV,3,3,10,28,39,001,35,30,61,231,18=72
$GPGLL,0.754,94622,S,11237.91291,E,101258.00,A,A=7E
$GPRMC,101259.00,A,0.754,94622,S,11237.91281,E,0.077,.140615,...,A=68
$GPVTG,T,M,0.077,M,0.145,K,A=23
$GPGGA,101259.00,0.754,94622,S,11237.91281,E,1.09,1.05,531.8,M,14.7,M,,-47
$GPGSA,A,3,30,07,10,06,28,09,03,23,17,...,2,29,1.05,2.04=00
$GPGSV,3,1,10,02,17,246,19,03,27,049,25,06,41,284,29,07,45,176,24=7C
$GPGSV,3,2,10,09,29,144,23,10,47,200,20,17,10,338,19,23,14,112,20=7A
$GPGSV,3,3,10,28,39,001,34,30,61,231,18=73
$GPGLL,0.754,94622,S,11237.91281,E,101259.00,A,A=72
-
Disconnected Auto detect 9600 8-N-1
  
```

Gambar 4.8 Output Data Di Tempat Pengujian Pertama

Tabel 4.4 NMEA Output Message

Option	Description
GGA	Time, position and fix type data.
GGL	Latitude, longitude, UTC timme of position fix and status
GSA	GPS receiver operating mode, satelits used in the position Solution, and DOP values
GSV	The number of GPS satellites in view satellite ID numbers elevation, azimuth, and SNR values
RMC	Time, date, position, course and speed data
VTG	Magnetic, and measuring horizontal speed

Kita menggunakan data \$GPRMC karena data tersebut sudah dilengkapi dengan *longitude*, *latitude* dan kecepatan atau *velocity* :

```
$GPRMC,101258.00,A,0754.94626,S,11237.91291,E,0.145,,140615,,,A*68
$GPRMC,101259.00,A,0754.94622,S,11237.91281,E,0.077,,140615,,,A*6C
```

Yang ada pada data mentah GPS masih berupa degree minute, kita harus merubah data tersebut ke degree, minute dan second tapi sebelum itu kita merubahnya ke degree,degree baru bisa kita rubah ke degree, minute dan second untuk bisa di baca oleh google earth.

Data dari GPS adalah :

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Modul GPS

	Data GPS	Keterangan (dd,mmm)
Latitude	0754.94626	7 54.94626
Longitude	11237.91291	112 37.91291

Latitude 7 54.9426 (dd,mmmm)

Untuk merubahnya dengan cara :

$$\frac{54.9426}{60} = 0.91577$$

Jadi perubahannya dalam bentuk dd,dddd menjadi 7.91577

Untuk longitude caranya juga sama :

$$\frac{37.91291}{60} = 0.63188$$

Jadi perubahannya dalam bentuk dd,dddd menjadi 112.63188

Tabel 4.6 Hasil Perubahan Data dd,mmm Ke dd,dddd

	dd,mmm	dd,dddd
Latitude	7 54.94626	7.91577
Longitude	112 37.91291	112.63188

Tabel 4.4 Hasil Perubahan Data dd,dddd Ke dd,mm,ss

Data longitude dan latitude pada google earth adalah :

$$7^{\circ} 54' 56,12 \text{ S dan } 112^{\circ} 37' 55,89 \text{ E}$$



Gambar 4.9. Tempat Pengambilan Data GPS

Untuk membandingkan kita juga memasukan data koordinat yang ditangkap GPS ke dalam software google earth.



Gambar 4.10 Jarak Error GPS dengan Tempat Pengujian 1

Dari dua data tersebut kita bisa membuktikan modul GPS sudah berfungsi dengan baik.dengan jarak eror sebesar 5,06 meter dengan menggunakan aplikasi google earth.

Pengujian GPS kedua

```

E:\dfl - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
[Icons]
$GPVTG , T , M , 0.312 , N , 0.577 , K , A=26
$GPRMC , 093824.00 , A , 0756.47145 , S , 11241.60347 , E , 1.06 , 4.64 , 519.5 , M , 14.9 , M , , +47
$GPGGA , 093824.00 , 0756.47145 , S , 11241.60347 , E , 1.06 , 4.64 , 3.72 , 06
$GPGSV , 3 , 1 , 09.02 , 14.317 , 16.05 , 51.250 , 26.07 , , 17.00 , , 20-7E
$GPGSV , 3 , 2 , 09.10.52 , 359 , 11.13 , 22.202 , 25.20 , 06.224 , 18.28 , 58.159 , 17-70
$GPGSV , 3 , 3 , 09.30.23 , 152 , 13-46
$GPGGA , 093825.00 , 0756.47204 , S , 11241.60336 , E , 1.06 , 4.64 , 520.7 , M , 14.9 , M , , +4E
$GPRMC , 093825.00 , A , 0756.47204 , S , 11241.60336 , E , 0.245 , , 300715 , , , A=60
$GPVTG , T , M , 0.245 , N , 0.454 , K , A=25
$GPRMC , 093825.00 , A , 0756.47204 , S , 11241.60336 , E , 1.06 , 4.64 , 520.7 , M , 14.9 , M , , +4E
$GPGGA , 093825.00 , 0756.47204 , S , 11241.60336 , E , 1.06 , 4.64 , 3.72 , 06
$GPGSV , 3 , 1 , 09.02 , 14.317 , 14.05 , 51.250 , 26.07 , , 13.00 , , 18-73
$GPGSV , 3 , 2 , 09.10.52 , 359 , 12.13 , 22.202 , 25.20 , 06.224 , 19.28 , 58.159 , 19-75
$GPGSV , 3 , 3 , 09.30.23 , 152 , 15-48
$GPGGA , 093826.00 , 0756.47272 , S , 11241.60285 , E , 1.06 , 4.64 , 522.1 , M , 14.9 , M , , +41
$GPRMC , 093826.00 , A , 0756.47272 , S , 11241.60285 , E , 0.153 , , 300715 , , , A=62
$GPVTG , T , M , 0.153 , N , 0.284 , K , A=20
$GPRMC , 093826.00 , A , 0756.47272 , S , 11241.60285 , E , 1.06 , 4.64 , 522.1 , M , 14.9 , M , , +41
$GPGGA , 093826.00 , 0756.47272 , S , 11241.60285 , E , 1.06 , 4.64 , 3.72 , 07
$GPGSV , 3 , 1 , 09.02 , 14.317 , 14.05 , 51.250 , 26.07 , , 10.00 , , 16-7E
$GPGSV , 3 , 2 , 09.10.52 , 359 , 13.13 , 22.202 , 25.20 , 06.224 , 19.28 , 58.159 , 18-74
$GPGSV , 3 , 3 , 09.30.23 , 152 , 17-42
$GPGGA , 093826.00 , 0756.47272 , S , 11241.60285 , E , 093826.00 , A , A=7C

```

Gambar 4.11 Output Data Di Tempat Pengujian Kedua

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Modul GPS Di Pengujian 2

	Data GPS	Keterangan (dd,mmm)
Latitude	0756.47272	7 56.47272
Longitude	11241.60285	112 41.60285

Latitude 7 54.9426 (dd,mmmm)

Untuk merubahnya dengan cara :

$$\frac{56.47272}{60} = 0.941212$$

Jadi perubahannya dalam bentuk dd,dddd menjadi 7.91577

Untuk longitude caranya juga sama :

$$\frac{41.60285}{60} = 0.69338083$$

Jadi perubahannya dalam bentuk dd,dddd menjadi 112.63188

Tabel 4.8 Hasil Perubahan Data dd,mmm Ke dd,dddd

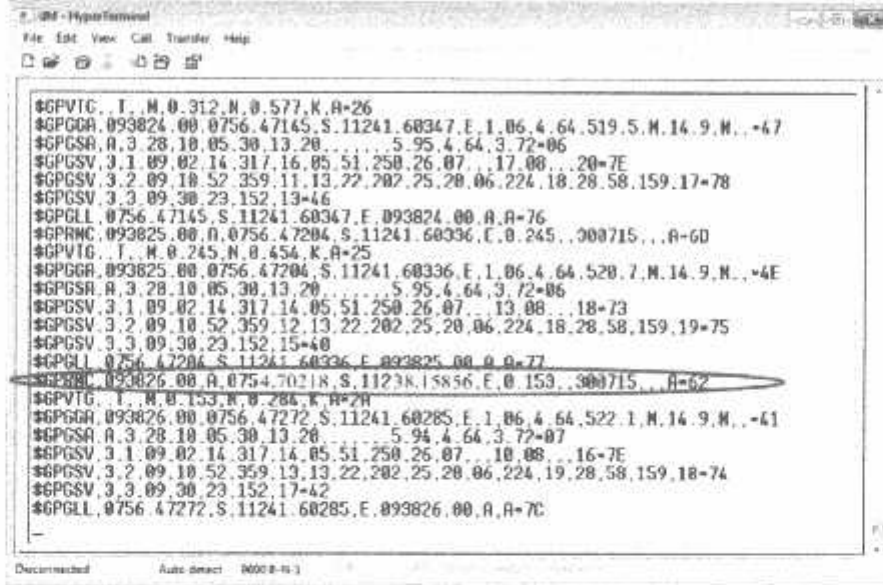
	dd,mmm	dd,dddd
Latitude	7 54.94626	7.941212
Longitude	112 37.91291	112.69338083



Gambar 4.12 Jarak Error GPS dengan Tempat Pengujian 2

Dari dua data tersebut kita bisa membuktikan modul GPS sudah berfungsi dengan baik.dengan jarak eror sebesar 5,46 meter dengan menggunakan aplikasi google earth.

Pengujian GPS ketiga



Gambar 4.13 Output Data Di Tempat Pengujian Ketiga

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Modul GPS

	Data GPS	Keterangan (dd,mmm)
Latitude	0754.70218	7 54.70218
Longitude	11238.15856	112 38.15856

Latitude 7 54.9426 (dd,mmmm)

Untuk merubahnya dengan cara :

$$\frac{54.70218}{60} = 0.911703$$

Jadi perubahannya dalam bentuk dd,dddd menjadi 7.91577

Untuk longitude caranya juga sama :

$$\frac{38.15856}{60} = 0.635976$$

Jadi perubahannya dalam bentuk dd,dddd menjadi 112.63188

Tabel 4.10 Hasil Perubahan Data dd,mmm Ke dd,dddd

	dd,mmm	dd,dddd
Latitude	7 54.70218	7. 911703
Longitude	112 38.15856	112. 635976



Gambar 4.14 Jarak Error GPS dengan Tempat Pengujian 3

Dari dua data tersebut kita bisa membuktikan modul GPS sudah berfungsi dengan baik.dengan jarak error sebesar 10,43 meter dengan menggunakan aplikasi google earth.

Dari ketiga pengujian data GPS didapat jarak sebenarnya sebagai berikut

Tabel 4.11 Pengujian Keseluruhan

Pengujian	Jarak Kesalahan GPS (meter)
Pengujian 1	5,06
Pengujian 2	5,46
Pengujian 3	10,43

Didapat rata-rata error sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Rata - rata error} &= \frac{5,06+5,46+10,43}{3} \\
 &= \frac{20,95}{3} = 6,983 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

4.5 Pengujian Driver Relay ULN 2803

4.5.1 Tujuan

Pengujian driver relay ini bertujuan untuk mengetahui bahwa kondisi driver relay uln 2803 dapat berfungsi saat input high dan low.

4.5.2 Peralatan yang digunakan

1. Driver ULN 2803
2. Power supply 5V
3. Multimeter Digital

4.5.3 Prosedur Pengujian

1. Memberi tegangan 5 Volt input IC ULN 2803
2. Menghubungkan pin coil 1 relay ke tegangan 5 Volt dan pin 2 coil terhubung dengan pin out ULN 2803
3. Mengamati kondisi output IC ULN 2803 menggunakan multimeter
4. Mengukur tegangan output (IC) ketika input diberi tegangan 5 V

4.5.4 Hasil Pengujian

Pengujian relay saat diberi 5 V dan 0 V

Tabel 4.12 Hasil Input Tegangan Relay

VCC	Input ULN 2803 Pin (V)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0 Volt	0	0	0	0	0	0	0	0
5 Volt	5	5	5	5	5	5	5	5
	Output ULN 2803 Pin (V)							
	18	17	16	15	14	13	12	11
0 Volt	4,45	4,6	4,76	4,45	4,7	4,67	4,8	4,6
5 Volt	0,1	0,05	0,5	0,3	0,2	0,6	0,5	0,3



Gambar 4.15 Tegangan Output Saat Input ULN Diberi Tegangan 5 V



Gambar 4.16 Tegangan Output Saat Input ULN Diberi Tegangan 0 V

Dari tabel tersebut disimpulkan bahwa ULN 2803 aktif ketika diberi logika high atau 5 V

4.6 Pengujian Relay

4.6.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian modul relay adalah untuk mengetahui apakah relay dapat berfungsi dengan baik sehingga dapat melakukan proses switching untuk Pin Rx dan Tx .

4.6.2 Alat Yang Digunakan

1. Relay
2. Power Supplay 5 volt
3. Multimeter

4.6.3 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan kaki koil relay dengan 5 volt
2. Pada kaki Tegangan sumber dihubungkan dengan 5 volt
3. Menghubungkan kaki output relay ke multimeter untuk mengetahui relay aktif atau tidak aktif

4.6.4 Hasil Pengujian

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Relay

Relay	Input	Output	
	Coil	NO	NC
I	0 volt	Tidak Aktif	Aktif
	5 volt	Aktif	Tidak Aktif

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa relay dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diinginkan.

4.7 Pengujian LCD

4.7.1 Tujuan

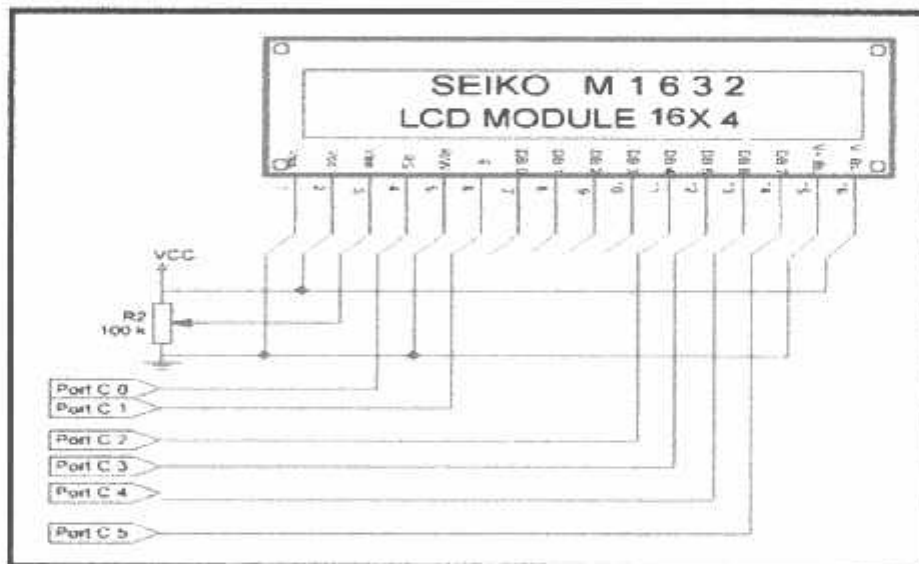
Pengujian LCD bertujuan untuk mengetahui apakah LCD sudah dapat berfungsi dengan baik atau tidak

4.7.2 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian LCD 16x4
2. Minimum sitem Atmega 16
3. Power supply 5V

4.7.3 Prosedur Pengujian

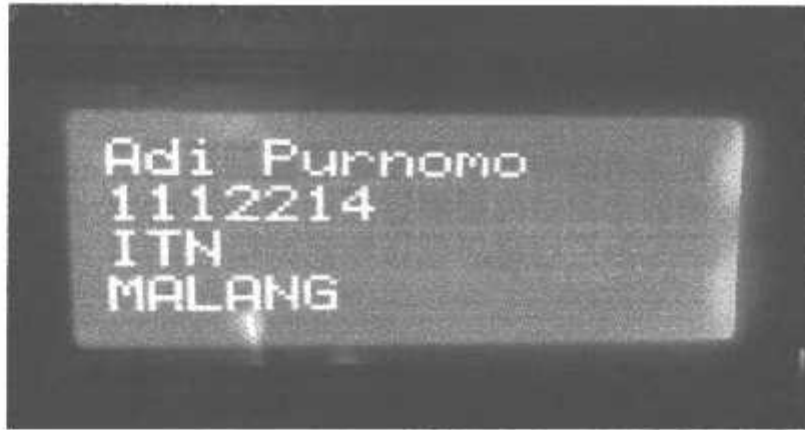
1. Merangkai LCD dengan mikrokontroller.
2. Memberi Tegangan 5V
3. Mengisi program ke dalam mikrokontroller.



Gambar 4.17 Rangkaian LCD

4.7.4 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian diketahui tampilan LCD sesuai dengan program yang dimasukan kedalam mikrokontroller. Sehingga hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan perencanaan.



Gambar 4.18 Pengujian LCD

Dari gambar LCD tersebut diketahui LCD dapat menampilkan karakter dengan baik dan jelas.

4.8 Pengujian Mikrokontroller

4.8.1 Tujuan

Pengujian rangkaian mikrokontroller bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran dari masing-masing pin tiap port yang ada pada mikrokontroller yang digunakan sebagai I/O.

4.8.2 Peralatan yang digunakan

1. Minimum sistem Atmega 16
2. Power supply 5V
3. Downloader
4. Rangkaian LED
5. Multimeter

4.8.3 Prosedur Pengujian

1. Merangkai LED dengan mikrokontroller.
2. Memberi Tegangan 5V.
3. Mengukur tegangan tiap keluaran port mikrokontroller.
4. Mengisi program ke dalam mikrokontroller.



Gambar 4.19 Hasil Pengukuran Tegangan Output Port Mikrokontroller

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Port-Port Pada Mikrokontroler

No.	PORT	LOGIC MASUKAN (1/0)	TEGANGAN OUTPUT
1.	A.0	1	4.93
		0	0.12
2.	A.1	1	4.90
		0	0.25
3.	A.2	1	4.87
		0	0.22
4.	A.3	1	4.89
		0	0.26
5.	A.4	1	4.89
		0	0.14
6.	A.5	1	4.85
		0	0.12
7.	A.6	1	4.90
		0	0.22
8.	A.7	1	4.89
		0	0.22
9.	B.0	1	4.87
		0	0.12
10.	B.1	1	4.87
		0	0.12
11.	B.2	1	4.90
		0	0.22

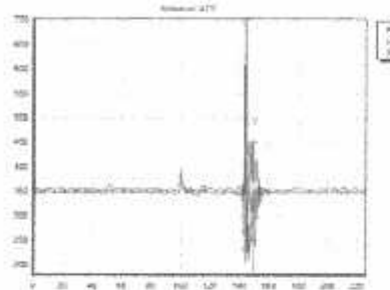
12.	B.3	1	4.84
		0	0.12
13.	B.4	1	4.89
		0	0.02
14.	B.5	1	4.90
		0	0.04
15.	B.6	1	4.87
		0	0.04
16.	B.7	1	4.87
		0	0.04
17.	C.0	1	4.85
		0	0.13
18.	C.1	1	4.87
		0	0.12
19.	C.2	1	4.89
		0	0.02
20.	C.3	1	4.84
		0	0.04
21.	C.4	1	4.89
		0	0.12
22.	C.5	1	4.89
		0	0.11
23.	C.6	1	4.93
		0	0.04

24.	C.7	1	4.90
		0	0.06
25.	D.0	1	4.95
		0	0.02
26.	D.1	1	4.92
		0	0.04
27.	D.2	1	4.95
		0	0.10
28.	D.3	1	4.90
		0	0.12
29.	D.4	1	4.89
		0	0.10
30.	D.5	1	4.87
		0	0.06
31.	D.6	1	4.89
		0	0.12
32.	D.7	1	4.92
		0	0.04

Dari pengujian output data mikrokontroller di semua port bisa mengeluarkan input logika high dan low. Jika logika high mempunyai output tegangan sebesar 5 V dan jika low sebesar 0 V

4.9 Pengujian Keseluruhan

Setelah melakukan pengujian terhadap masing-masing blok rangkaian, selanjutnya adalah melakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menggabungkan seluruh blok rangkaian menjadi satu, sehingga sistem dapat diuji dengan lengkap.



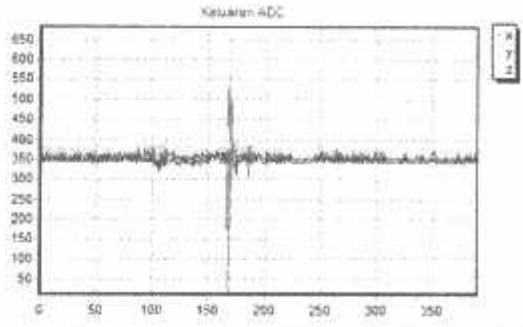
Grafik 4.7 Respon Acclerometer Jatuh Dari Ketinggian

Nilai ADC			Jatuh Ketinggian (cm)	SMS Bahaya
X	Y	Z		
400	500	658	10	Terkirim
500	550	680	15	Terkirim
450	680	700	20	Terkirim
450	650	759	25	Terkirim
470	500	800	30	Terkirim

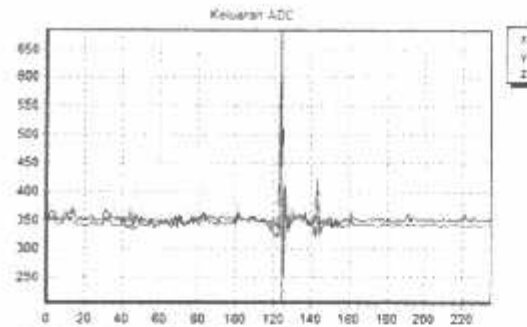
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Terjatuh

Nilai G			Ketinggian (cm)
X	Y	Z	
1,48	3,85	7,6	10
3,85	5,03	8,12	15
2,66	8,12	8,59	20
2,66	7,48	9,99	25
2,87	3,85	10,57	30

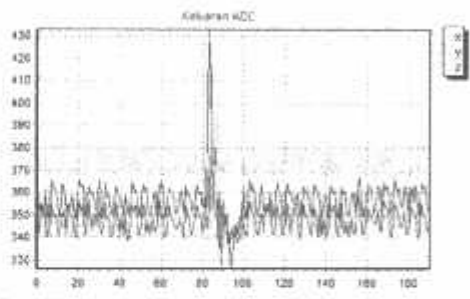
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Nilai g Saat Terjatuh



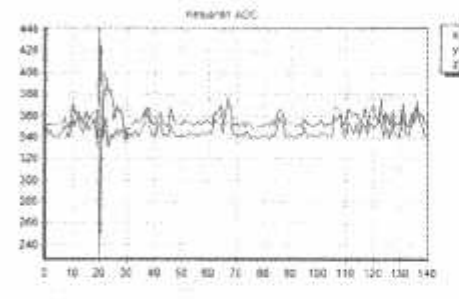
Grafik 4.8 Respon Dari Belakang



Grafik 4.9 Respon Dari Belakang



Grafik 4.10 Respon Dari Samping



Grafik 4.11 Respon Dari Samping

Nilai ADC			Keterangan	Terkirim
X	Y	Z		
660	480	500	Ditabrak Arah Depan	Ya
370	435	400	Ditabrak Arah Samping	Ya
50	400	650	Ditabrak dari Belakang	Ya
650	500	400	Menabrak bahan keras	Ya
550	400	400	Menabrak Sterofome	Ya

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Nilai ADC Acclerometer

Nilai G			Keterangan
X	Y	Z	
7,58	2,69	3,85	Ditabrak Arah Depan
1,49	7,8	1,48	Ditabrak Arah Samping
-1,5	1,48	7,48	Ditabrak dari Belakang
7,48	3,85	1,48	Menabrak bahan keras
5,03	1,48	1,48	Menabrak Sterofome

Tabel 4.18 Hasil Pengujian Nilai g Acclerometer

Sistem ini mendeteksi arah tabrakan dari depan, belakang, samping kiri dan samping kanan, dan getaran yang sudah di tetapkan ketika kecelakaan pada pengujian mobil RC 1:12 yaitu 7g. Sensor juga akan mengirimkan logika 1 ketika ada getaran melebihi 7 g kategori tersebut termasuk kategori tertabrak.

Jika syarat tersebut sudah dipenuhi maka gps akan mengirimkan koordinat lokasi tersebut. Kemudian modem wavecom mengirimkan sms koordinat ke operator taksi.

Pengujian keseluruhan ini dilakukan di tiga tempat yaitu :

1. Jalan Terusan ITN Losawi desa Tasikmadu dengan data pengambilan data koordinat : Longitude 7.914802 dan Latitude 112.632169
2. Gerbang ITN kampus 2 Malang dengan koordinat : Longitude 7.9125 dan Latitude 112.635875
3. Perumahan Pondok Indah Estate Pakis-Malang dengan koordinat pengambilan data : Longitude 7.94079 dan Latitude 112.508438

Tabel 4.19 Tabel Pengujian Keseluruhan Longitude

Tempat	Longitude				
	Pengambilan Data	Alat	Error (%)	Handphone	Tampilan Software
Jalan Terusan	7.914802	7.915534	0,009	7.915838	7.915789
Gerbag ITN Kampus 2	7.9125	7.9123	0,002	7.9127	7.9130
Pakis Malang	7.94079	7.94090	0,001	7.94082	7.94080

$$\begin{aligned}
 \%Error &= \frac{|Data - Alat|}{Data} \times 100\% \\
 &= \frac{|7.914802 - 7.915534|}{7.914802} \times 100\% \\
 &= \frac{0,000732}{7.914802} \times 100\% \\
 &= 0,000009 \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,009 \% \\
 \text{Rata - rata \%Error} &= \frac{[0,009+0,002+0,001]}{3} \% \\
 &= \frac{[0,012]}{3} \% \\
 &= 0,004 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.20 Tabel Pengujian Keseluruhan Latitude

Tempat	Latitude				
	Pengambilan Data	Alat	Error (%)	Handphone	Tampilan Software
Jalan Terusan	112.632169	112.632078	0,00008	112.631844	112.631767
Gerbag ITN Kampus 2	112.635875	112.635895	0,00007	112.635878	112.635775
Pakis Malang	112.508438	112.508458	0,00004	112.508432	112.508538

$$\begin{aligned}
 \%Error &= \frac{[Data - Alat]}{Data} \times 100\% \\
 &= \frac{[112.632169 - 112.632078]}{112.632169} \times 100\% \\
 &= \frac{[0.000091]}{112.632169} \times 100\% \\
 &= 0,000000807 \times 100\% \\
 &= 0,00008 \%
 \end{aligned}$$

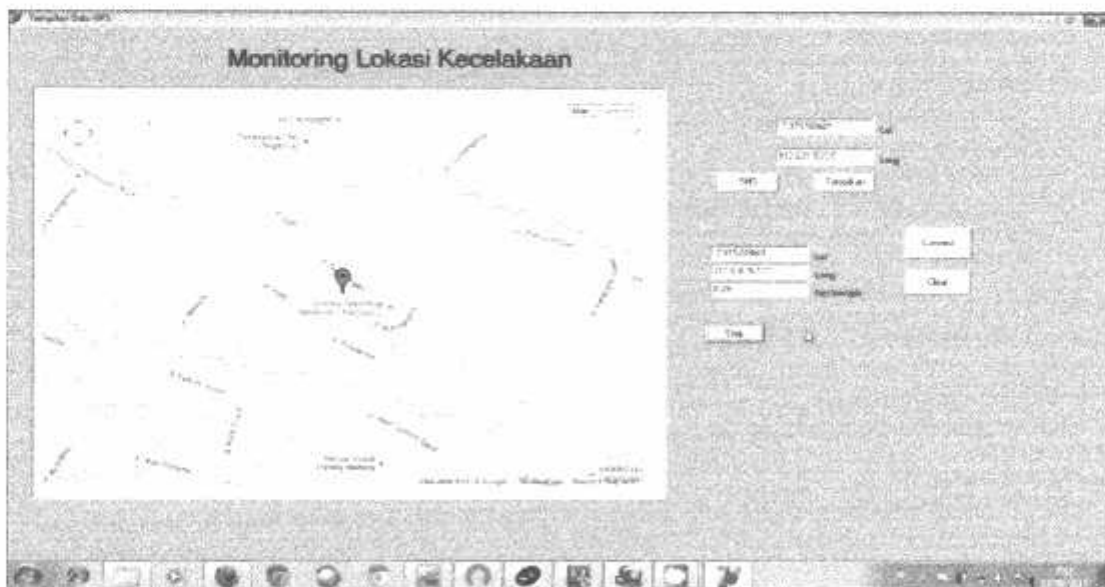
$$\begin{aligned}
 \text{Rata - rata \%Error} &= \frac{[0,00008+0,00007+0,00004]}{3} \% \\
 &= \frac{[0,00019]}{3} \% \\
 &= 0,000006 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 4.20 Koordinat Dikirim Dari Alat



Gambar 4.21 Koordinat Dari Handphone



Gambar 4.22 Koordinat Diterima

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Selama dalam perencanaan dan pengujian dari keseluruhan sistem yang telah di buat maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dari hasil pengujian acclerometer dapat mendeteksi percepatan negatif maupun getaran dengan baik.
2. Pengujian Modul GPS dapat mendeteksi tempat dimana kejadian terjadi dengan membaca latitude dan longitude dengan presentase kesalahan tempat 6,983 meter
3. Pengujian sensor untuk acclerometer untuk batas atas untuk mendeteksi kecelakaan adalah 7 g yang di uji di mobil RC dengan skala 1:12.
4. Sensor acclerometer dapat mendeteksi nilai dari sumbu x dan sumbu y dari mana arah getaran ketika saat terjadi getaran baik dari depan belakang maupun samping kiri dan kanan.
5. Pengujian modem wavecom dapat berfungsi mengirimkan SMS dengan baik melalui RS232.

5.2 Saran

Dengan kesimpulan yang tertera di atas untuk itu di harapkan penelitian ini dapat disempurnakan kedepannya antara lain dengan :

1. Menggunakan GPS yang memiliki range jangkauan yang luas
2. Menggunakan sensor acclerometer yang memiliki nilai g yang tinggi supaya dapat mendeteksi tingkat keparahan kecelakaan
3. Sistem *SMS pascabayar* agar tidak kehabisan pulsa saat sistem berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chua, C.S, " Impact Mesurement Using Accelerometers", Freescale Semiconductor Aplication, Note AN1611, 2004.
- [2] Nanda Fathurrahman, Akhmad Hendriawan.Sigit Wasista, "Rancang Bangun Smart Vehicle Untuk Mendeteksi Dini Kecelakaan Dan Keadaan Darurat", Teknik Elektro, PENS-ITS,Oktober 2010.
- [3] Akhmad Kholidin, "Sistem Pemantauan Aktivitas Manusia Berbasis akselerometer Dengan Pemantauan Data Secara Wireless" , Fisika, Universitas Indonesia, :11, Juli 2010.
- [4] Acclerometer , "WIKIPEDIA" [Online] Available: [Http://id.wikipedia.org/wiki/Akselerometer](http://id.wikipedia.org/wiki/Akselerometer) [Diakses tanggal 2 4 2015]
- [5] Alldatasheet, MMA7361 [Online] Available : http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MMA7361L.pdf. [Diakses tanggal 30 3 2015].
- [6] ATMEL, Atmega16 [Online] Available: [www.ATMEL data sheet ATMega16.Pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-8813-Atmega16-Data-Sheet.pdf) [Diakses tanggal 30 3 2015].
- [7] Hafzah Halidah, Reza Narindra, Kalam Ilham," Vehicle Security And Locator (Very-Lo) Sebagai Aplikasi Sms Center Dan Global Positioning System (Gps) Untuk Alternatif Alat Pengaman Kendaraan Yang Murah Dan Efektif Dengan Handphone Bekas". PKM K-C.ITB, September 2010.
- [8] UBLOK, Gps VK16U6 [Online] Available: <http://www.futurlec.com/Pdf/VK16U6.pdf> [Diakses tanggal 30 3 2015].
- [9] P. Andi, Panduan Praktis Penggunaan dan Antarmuka Modul LCD, Yogyakarta, 2006.
- [10] C.M Gilimore, "Vademekum Elektronik", Penerbit PT Erlangga, Jakarta.Usb to ttl, 1995.

- [11] Iswanto, *Design Dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroler ATMEGA 8532 Dengan Bahasa Basic*, Gava Media, Jogjakarta, 2008.
 - [12] Siemens AG, "AT Command Set for Siemens Mobile Phone and Modems," Munich, www.siemens.com, 2001.
 - [13] Teddy Marcus Zakaria Josef Widiadhi, "Aplikasi SMS untuk Berbagai Keperluan", Informatika, Bandung, 2006.
 - [14] Alldatasheet, Huigang, [Online] Available : <http://www.futurlec.com/Pdf/Relay.pdf> [Diakses tanggal 30 3 2015].
 - [15] Jogyanto, "Interface Personal Komputer". PT Jaya Karya, Jakarta, 1989.
-

LAMPIRAN



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Adi Purnomo Tri Handoko
 NIM : 1112214
 Semester : 8
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-I
 Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
TEKNIK ELEKTRONIKA
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
TEKNIK KOMPUTER
TEKNIK TELEKOMUNIKASI
 Alamat : Padinyan - Bojonegoro

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI Tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:

- | | |
|--|---------|
| 1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya | (.....) |
| 2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja | (.....) |
| 3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB)sesuai konsentrasinya | (.....) |
| 4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E | (.....) |
| 5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan | (.....) |
| 6. Memenuhi persyaratan administrasi | (.....) |

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenarannya data tersebut diatas

Recording Teknik Elektro S-I

[Handwritten signature]


Malang,.....201

Pemohon

[Handwritten signature]

BERITA ACARA RAPAT PERSETUJUAN JUDUL/PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika SI




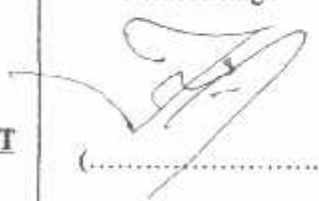
Tanggal :

1.	NIM	112214
2.	Nama	Adi Rumania T.
3.	Judul yang diajukan	Rancangan Bangun prototype simulasi Desain kea pb tansi by pelapak koordinat berbasis ACME54
4.	Disetujui/Ditolak	
5.	Catatan	
6.	Pembimbing yang diusulkan:	
	1.	Keliana S
	2.	Imalia
Menyetujui		
1. Koordinator Dosen Kelompok Keahlian		
		
2. Dosen Kelompok Keahlian (Terlampir)		

* : Coret yang tidak perlu



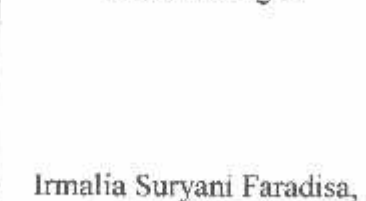


**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika**

1.	Nim	: 1112214	
2.	Nama	: ADI PURNOMO TRI HANDOKO	
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Elektronika	
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat
	09 April 2015	09.00	III.1.5
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	RANCANG BANGUN PROTOTYPE SIMULATOR POSISI KECEPATAN PADA TAXI DENGAN PELAPOR KOORDINAT BERBASIS ATMEGA	
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	Kecepatan	
7.	Catatan :		
8.	Catatan :		
	Persetujuan judul Skripsi		
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III
	 (.....)	 (.....)	(.....)
Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
	Pembimbing I	Pembimbing II	
 M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358	 (.....)	(.....)	



BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

KONSENTRASI		Elektronika		
1	Nama Mahasiswa	ADI PURNOMO TRI HANDOKO	NIM	1112214
2	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
	Pelaksanaan			
3	Judul Skripsi	RANCANG BANGUN PROTOTYPE SIMULATOR POSISI KECELAKAANDINI PADA TAKSI DENGAN PELAPORAN KOORDINAN BERBASIS Atmega 16		
4	Perubahan Judul			
5	Catatan :			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
6	Mengetahui, Ketua Jurusan  M. Ibrahim Ashari, ST, MT	Disetujui, Dosen Pembimbing		
		Pembimbing I	Pembimbing II	
		 Dr. Eng I Komang Somawirata, ST, MT	 Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT	



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-184/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI
Tanggal, 28 Mei 2015
Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Dr. Eng. I Komang Soma Wirata, ST, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **ADI PURNOMO TRI HANDOKO**
Nim : **1112214**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**


Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015”

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


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



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417638 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-184/EL-FTI/2015
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI
Tanggal, 28 Mei 2015
Kepada : Yth. Bapak/Ibu Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **ADI PURNOMO TRI HANDOKO**
Nim : **1112214**
Fakultas : **Teknologi Industri**
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

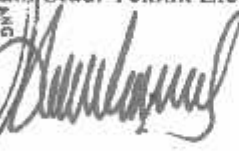
Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“ Semester Genap Tahun Akademik Genap 2014 - 2015 “

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui
Kepada Program Studi Teknik Elektro S-1


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



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus II - Jl. Raya Karangrejo Km. 2 T. Plo. 65111-117936 Malang

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nim : 1112214
Nama : Adi Purnomo Tri Handoko
Masa Bimbingan : April - Agustus
Judul : Rancang Bangun Prototype Simulator Posisi Kecelakaan Pada Taksi Dengan Pelaporan Kordinat Berbasis Atmega 16

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	1/05 ¹⁵	Konsultasi Bab 1 & 2 Bab II	
2	20/05 ¹⁵	Konsultasi Bab 1 & 2 Bab III	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Malang, 2015

Dosen Pembimbing

Dr. Eng. I Komang Soma Wirata, ST, MT

P.10301000361



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2014-2015

Nama Mahasiswa : Adi Purnomo Tri Handoko
NIM : 11.12.214
Nama Pembimbing : Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT
Judul Skripsi : Rancang Bangun Prototype Simulator Posisi Kecelakaan
Dini Pada Taksi dengan Pelaporan Koordinat Berbasis
Atmega 16

No	Hari, Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf
1	Senin 9/08 15	Acc Judul	
2	Kamis 26/08 15	Pembinaan Bab I & II	
3	Rabu 2/09 15	Acc Bab I & II	
4	Sabtu 21/09 15	Pembinaan Bab III & IV	
5	Sabtu 23/09 15	Revisi bab III & IV	
6	Sabtu 2/10 15	Acc bab III & IV, Material Simulas	
7	Kam 13/10 15	Acc Ujian Kompre	

Malang, 19 September 2015

Pembimbing

Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT
NIP.P. 1030000365



Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata I Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T.Energi Listrik, /
T. Elektronika, /T. Komputer, / T.Telekomunikasi, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

Nama : Ady Purwono
NIM : 1112214
Perbaikan Meliputi :

- Pengujian dituliskan:
 - ditambahkan sk 2
 - Ada keterangan pengujian (mis: faktor dan ketelitian loop ditabrak dll)
- Ditambahkan keterangan yg merupakan pengujian dan referensi sebelumnya / yg ada.
- Bagaiman merancang nilai ADC / ke bentuk yg maksimum.

Malang, 19/8/.....2015


(.....)
Anggota



Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T.Energi Listrik,
T. Elektronika, /T. Komputer, / T.Telekomunikasi, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

Nama : Ady Purwan
NIM : 1112214
Perbaikan Meliputi :

- Pengujian dilengkap:
 - ditamb or sk z
 - Ada ketrayan pengujian (mis: gambar dr ketinyan bap ditabrak dll
- Ditambahkan ketrayan yg merupakan pengujian dr reformasi sebelumnya / yg ada.
- Bagaimana merancang atau ADC / ke bab 4 g mahasiswa.

Malang, 19/8/.....2015


(.....)
Anggota



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Program studi Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :


Hari : Rabu
Tanggal : 19 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :


Nama : Ady Purnomo Tri Handoko
NIM : 1112214
Perogram Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SIMULATOR POSISI KECELAKAAN PADA TAKSI DENGAN PELAPORAN KOORDINAT BERBASIS ATMega 16

No	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Pengujian Dilengkapi - Penambahan Sumbu Z - Ada keterangan pengujian	
2	Ditambahkan keterangan yang merupakan pengembangan sebelumnya atau yang ada	
3	Bagaimana merancang nilai ADC terkait g maksimum	

Dosen Penguji I


Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT
NIP. P. 1030800417

Dosen Pembimbing I


Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP. P. 1030100361

Dosen Pembimbing II


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



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Program studi Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 19 Agustus 2015

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : Ady Purnomo Tri Handoko
NIM : 1112214
Perogram Studi : Teknik Elektro S-1
Komsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SIMULATOR POSISI KECELAKAAN PADA TAKSI DENGAN PELAPORAN KOORDINAT BERBASIS ATMega 16

No	Materi Perbaikan	Keterangan
I.	Penulisan Refrensi	

Dosen Penguji II

Dr. F. Yudi Limpraptono, ST, MT
NIP. Y. 1039500274

Dosen Pembimbing I

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP. P. 1030100361

Dosen Pembimbing II

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



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp.(0341)551431 (hunting), Fax. (0341)553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Tel. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : Ady Purnomo Tri Handoko
2. NIM : 1112214
3. Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA

Judul : **RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SIMULATOR
POSISI KECELAKAAN DINI PADA TAKSI
DENGAN PELAPORAN KOORDINAT BERBASIS
ATMEGA 16**

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 19 Agustus 2015

Dengan Nilai : 82 (A)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Majelis Penguji



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

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT
NIP. P. 1030100361

Anggota Penguji

Penguji I

Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT
NIP. Y. 1030800417

Penguji II

Dr. F. Yudi Limpraptono, ST, MT
NIP. Y. 1039500274

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ady Purnomo Tri Handoko

NIM : 1112214

Program Studi : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

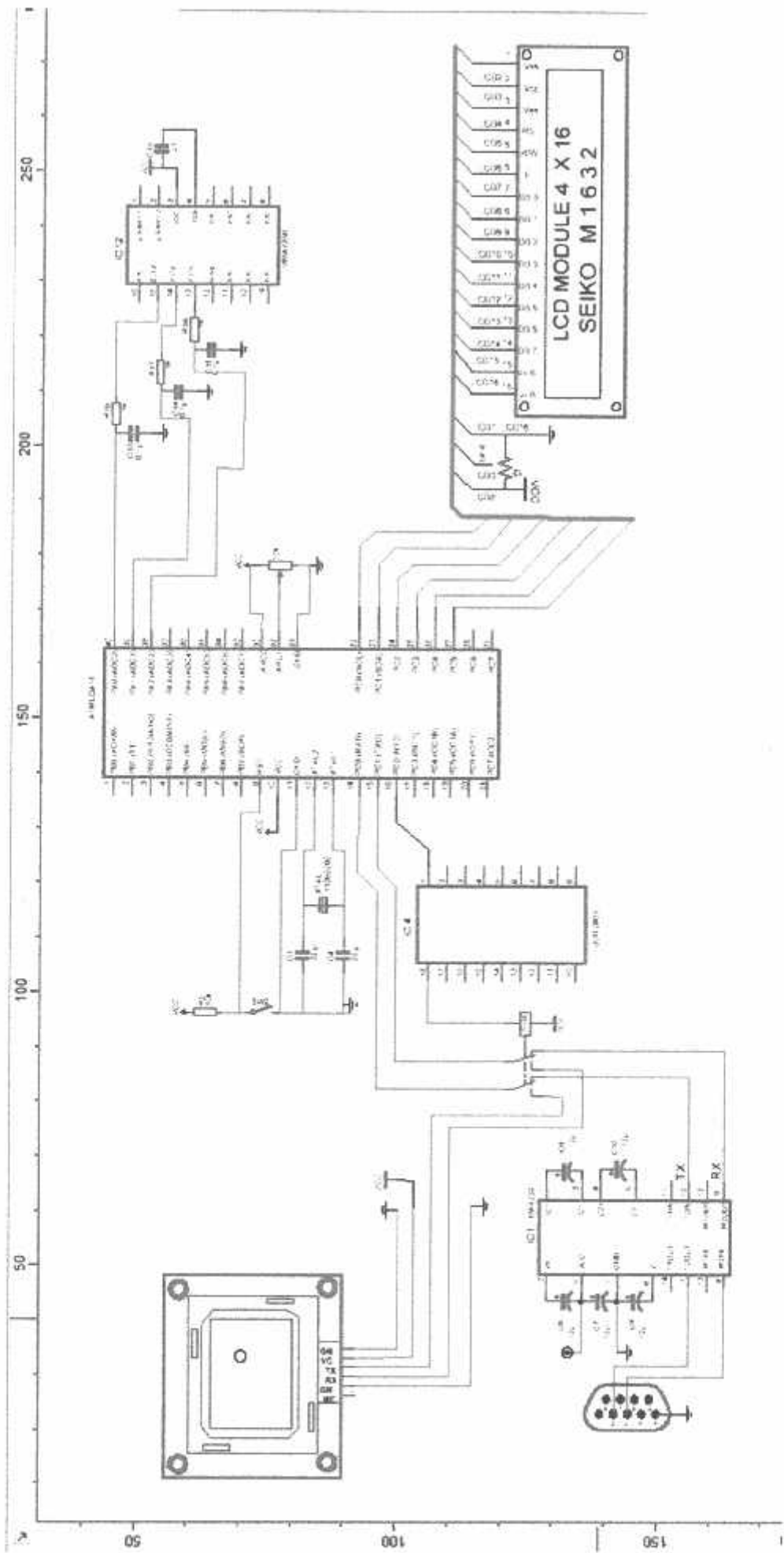
Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 21 September 2015

Yang membuat Pernyataan,



Ady Purnomo Tri Handoko
NIM : 1112214



Gambar Rangkaian keseluruhan

```
$regfile "m16def.dat"

Scrystal = 11059200

$baud = 9600

Config Lcdpin = Pin , Rs = Portc.2 , E = Portc.3 , Db4 = Portc.4 , Db5 = Portc.5 ,
Db6 = Portc.6 , Db7 = Portc.7

Config Lcd = 16 * 4

Config Adc = Single , Prescaler – Auto

Config Portb.0 = Output

Config Porta.3 = Output

Config Porta.4 = Output

Dim Inputgps As String * 100

Dim Terima As String * 100

Dim Datpsh(10) As String * 15

Dim Count As Byte

Dim Velo As Single

Dim Panjanglong As Byte

Dim Panjanglat As Byte

Dim Panjangvelo As Byte

Dim Longdd As String * 10

Dim Longmm As String * 10

Dim Latdd As String * 10

Dim Longddangka As Byte

Dim Latddangka As Byte

Dim Latmm As String * 10

Dim Longjadi As Single

Dim Latjadi As Single
```

Echo Off
Cls
Cursor Off
Relay Alias Portb.0
Ledx Alias Porta.3
Ledy Alias Porta.4

Relay = 0
Wait 1
Print "ate0"
Wait 3

Relay = 1
Locate 1 , 7
Lcd "ITN"
Locate 2 , 6
Lcd "Malang"
Locate 3 , 7
Lcd "2015"

Wait 1
Print "\$PSRF103,00,00,00,01*24" 'gga
Wait 1
Print "\$PSRF103,01,00,00,01*25" 'GGL
Wait 1
Print "\$PSRF103,02,00,00,01*26" 'GSa
Wait 1

Print "\$PSRF103,03,00,00,01*27" 'GSV

Wait 1

Print "\$PSRF103,05,01,01,01*21" 'VTG

Wait 1

Dim Nilaiadx As Word

Dim Nilaiady As Word

Dim Nilaiadc As Word

Dim Vinx As Single

Dim Viny As Single

Dim Vinz As Single

Dim Gx As Single

Dim Gy As Single

Dim Gz As Single

Dim Minx As Single

Dim Maxx As Single

Dim Maxy As Single

Dim Maxz As Single

Start Adc

Maxx = 0

Maxy = 0

Maxz = 0

Minx = 1023

Relay = 0

Ledx = 1

Ledy = 1

Do

Nilaiadcx = Getadc(0)

NilaiadcY = Getadc(1)

NilaiadcZ = Getadc(2)

Vinx = Nilaiadcx * 4.88

Vinx = Vinx / 1023

Vinx = Vinx * 1000

Vinx = Vinx - 1650

Gx = Vinx / 206 '206

Viny = NilaiadcY * 4.88

Viny = Viny / 1023

Viny = Viny * 1000

Viny = Viny - 1650

Gy = Viny / 206 '206

Vinz = NilaiadcZ * 4.88

Vinz = Vinz / 1023

Vinz = Vinz * 1000

Vinz = Vinz - 1650

Gz = Vinz / 206 '206

If Gy >= 7 Then

Ledy = 0

Relay = 1

Do

Input Inputgps

Inputgps = Mid(inputgps , 2 , 100)

Count = Split(inputgps , Datpsh(1) , ",")

Panjanglong = Len(datpsh(4))

Panjanglat = Len(datpsh(6))

Panjangvelo = Len(datpsh(8))

If Datpsh(1) = "SGPRMC" Then

 If Panjanglong >= 9 And Panjanglat >= 9 And Panjangvelo >= 3 Then

 Gosub Tampilled

 Locate 1 , 6

 Lcd Datpsh(4)

 Locate 2 , 6

 Lcd Datpsh(6)

 Velo = Val(datpsh(8))

 Velo = Velo * 1.852

 Locate 3 , 6

 Lcd Fusing(velo , "#.#")

 Longmm = Mid(datpsh(6) , 4 , 10)

 Longdd = Mid(datpsh(6) , 1 , 3)

 Longjadi = Val(longmm)

 Longjadi = Longjadi / 60

 Longddangka = Val(longdd)

 Longjadi = Longjadi + Longddangka

 Latmm = Mid(datpsh(4) , 3 , 10)

 Latdd = Mid(datpsh(4) , 1 , 2)

 Latjadi = Val(latmm)

 Latjadi = Latjadi / 60

```
Latddangka = Val(latdd)
```

```
Latjadi = Latjadi + Latddangka
```

```
Goto Sms
```

```
End If
```

```
End If
```

```
Loop
```

```
Sms:
```

```
Relay = 0
```

```
Wait 1
```

```
Print "at+cmgs=082213825462"
```

```
Wait 1
```

```
Print "-" ; Latjadi ; "," ; Longjadi ; "," ; Fusing(velo , "#.#") ; Chr(26)
```

```
Wait 7
```

```
Print "at+cmgs=085231691841"
```

```
Wait 1
```

```
Print Datpsh(4) ; "," ; Datpsh(6) ; "," ; Fusing(velo , "#.#") ; Chr(26)
```

```
Wait 7
```

```
End If
```

```
If Gx >= 7 Then
```

```
Ledx = 0
```

```
Relay = 1
```

```
Do
```


Input Inputgps

Inputgps = Mid(inputgps , 2 , 100)

Count = Split(inputgps , Datpsh(1) , ",")

Panjanglong = Len(datpsh(4))

Panjanglat = Len(datpsh(6))

Panjangvelo = Len(datpsh(8))

If Datpsh(1) = "\$GPRMC" Then

If Panjanglong >= 9 And Panjanglat >= 9 And Panjangvelo >= 3 Then

Gosub Tampilled

Locate 1 , 6

Lcd Datpsh(4)

Locate 2 , 6

Lcd Datpsh(6)

Velo = Val(datpsh(8))

Velo = Velo * 1.852

Locate 3 , 6

Lcd Fusing(velo , "#.#")

Longmm = Mid(datpsh(6) , 4 , 10)

Longdd = Mid(datpsh(6) , 1 , 3)

Longjadi = Val(longmm)

Longjadi = Longjadi / 60

Longddangka = Val(longdd)

Longjadi = Longjadi + Longddangka

Latmm = Mid(datpsh(4) , 3 , 10)

```

        Latdd = Mid(datpsh(4), 1, 2)
        Latjadi = Val(latmm)
        Latjadi = Latjadi / 60
        Latddangka = Val(latdd)
        Latjadi = Latjadi + Latddangka

        Goto Sms2
    End If
End If

Loop
Sms2:
    Relay = 0
    Wait 1

    Print "at+cmgs=082213825462"
    Wait 1
    Print "-" ; Latjadi ; "," ; Longjadi ; "," ; Fusing(velo, "#.#") ; Chr(26)
    Wait 7

    Print "at+cmgs=085231691841"
    Wait 1
    Print Datpsh(4) ; "," ; Datpsh(6) ; "," ; Fusing(velo, "#.#") ; Chr(26)
    Wait 7
End If

If Gz >= 9 Then
    Relay = 1

```

Do

Input Inputgps

Inputgps = Mid(inputgps , 2 , 100)

Count = Split(inputgps , Datpsh(1) , ",")

Panjanglong = Len(datpsh(4))

Panjanglat = Len(datpsh(6))

If Datpsh(1) = "\$GPRMC" Then

If Panjanglong >= 9 And Panjanglat >= 9 And Panjangvelo >= 3 Then

Gosub Tampilled

Locate 1 , 6

Lcd Datpsh(4)

Locate 2 , 6

Lcd Datpsh(6)

Velo = Val(datpsh(8))

Velo = Velo * 1.852

Locate 3 , 6

Lcd Fusing(velo , "#.##")

Longmm = Mid(datpsh(6) , 4 , 10)

Longdd = Mid(datpsh(6) , 1 , 3)

Longjadi = Val(longmm)

Longjadi = Longjadi / 60

Longddangka = Val(longdd)

Longjadi = Longjadi + Longddangka

Latmm = Mid(datpsh(4) , 3 , 10)

```
Latdd = Mid(datpsh(4), 1, 2)
```

```
Latjadi = Val(latmm)
```

```
Latjadi = Latjadi / 60
```

```
Latddangka = Val(latdd)
```

```
Latjadi = Latjadi + Latddangka
```

```
Goto Sms3
```

```
End If
```

```
End If
```

```
Loop
```

```
Sms3:
```

```
Relay = 0
```

```
Wait 1
```

```
Print "at+cmgs=082213825462"
```

```
Wait 1
```

```
Print "-" ; Latjadi ; "," ; Longjadi ; "," ; Fusing(velo , "#.##") ; Chr(26)
```

```
Wait 7
```

```
Print "at+cmgs=085231691841"
```

```
Wait 1
```

```
Print Datpsh(4) ; "," ; Datpsh(6) ; "," ; Fusing(velo , "#.##") ; Chr(26)
```

```
Wait 7
```

```
End If
```

Loop

Tampilled:

Cls

Locate 1 , 1

Lcd "Lat"

Locate 2 , 1

Lcd "Long"

Locate 3 , 1

Lcd "Kec"

Locate 3 , 11

Lcd " KM/S"

Return

End



±1.5g, ±6g Three Axis Low-g Micromachined Accelerometer

The MMA7361L is a low power, low profile capacitive micromachined accelerometer featuring signal conditioning, a 1-pole low pass filter, temperature compensation, self test, 0g-Detect which detects linear freefall, and g-Select which allows for the selection between 2 sensitivities. Zero-g offset and sensitivity are factory set and require no external devices. The MMA7361L includes a Sleep Mode that makes it ideal for handheld battery powered electronics.

Features

- 3mm x 5mm x 1.0mm LGA-14 Package
- Low Current Consumption: 400 μ A
- Sleep Mode: 3 μ A
- Low Voltage Operation: 2.2 V – 3.6 V
- High Sensitivity (800 mV/g @ 1.5g)
- Selectable Sensitivity (\pm 1.5g, \pm 6g)
- Fast Turn On Time (0.5 ms Enable Response Time)
- Self Test for Freefall Detect Diagnosis
- 0g-Detect for Freefall Protection
- Signal Conditioning with Low Pass Filter
- Robust Design, High Shocks Survivability
- RoHS Compliant
- Environmentally Preferred Product
- Low Cost

Typical Applications

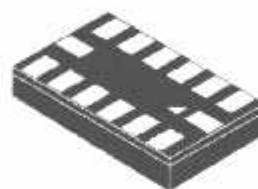
- 3D Gaming: Tilt and Motion Sensing, Event Recorder
- HDD MP3 Player: Freefall Detection
- Laptop PC: Freefall Detection, Anti-Theft
- Cell Phone: Image Stability, Text Scroll, Motion Dialing, E-Compass
- Pedometer: Motion Sensing
- PDA: Text Scroll
- Navigation and Dead Reckoning: E-Compass Tilt Compensation
- Robotics: Motion Sensing

ORDERING INFORMATION				
Part Number	Temperature Range	Package Drawing	Package	Shipping
MMA7361LT	-40 to +85°C	1977-01	LGA-14	Tray
MMA7361LR1	-40 to +85°C	1977-01	LGA-14	7" Tape & Reel
MMA7361LR2	-40 to +85°C	1977-01	LGA-14	13" Tape & Reel

MMA7361L

MMA7361L: XYZ AXIS
 ACCELEROMETER
 ±1.5g, ±6g

Bottom View



14 LEAD
 LGA
 CASE 1977-01

Top View

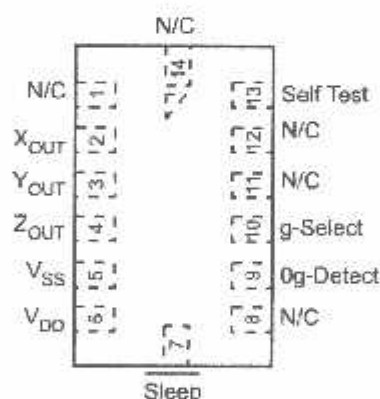


Figure 1. Pin Connections

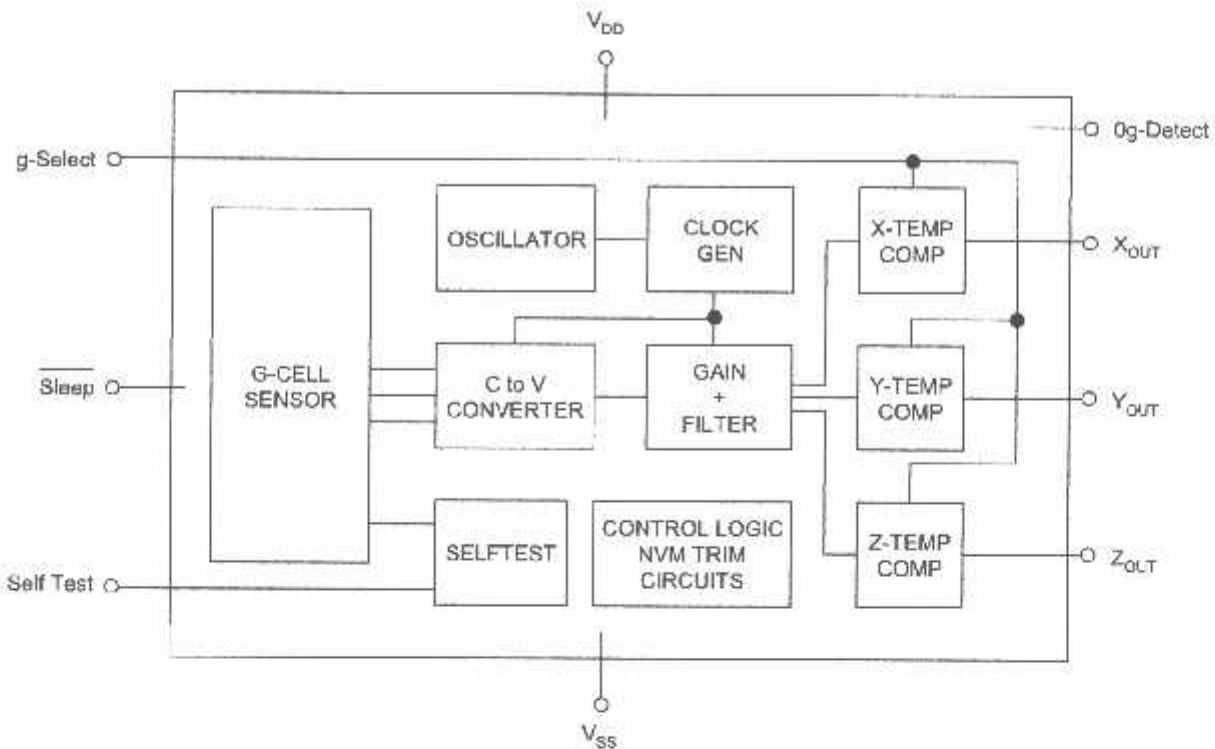


Figure 2. Simplified Accelerometer Functional Block Diagram

Table 1. Maximum Ratings

(Maximum ratings are the limits to which the device can be exposed without causing permanent damage.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum Acceleration (all axis)	g_{max}	±5000	g
Supply Voltage	V_{DD}	-0.3 to +3.6	V
Drop Test ¹⁾	D_{drop}	1.8	m
Storage Temperature Range	T_{stg}	-40 to +125	°C

1. Dropped onto concrete surface from any axis.

ELECTRO STATIC DISCHARGE (ESD)

WARNING: This device is sensitive to electrostatic discharge.

Although the Freescale accelerometer contains internal 2000 V ESD protection circuitry, extra precaution must be taken by the user to protect the chip from ESD. A charge of over 2000 volts can accumulate on the human body or associated test equipment. A charge of this magnitude can

alter the performance or cause failure of the chip. When handling the accelerometer, proper ESD precautions should be followed to avoid exposing the device to discharges which may be detrimental to its performance.

Table 2. Operating Characteristics

 Unless otherwise noted: $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$, $2.2\text{ V} \leq V_{\text{DD}} \leq 3.6\text{ V}$, Acceleration = 0g, Loaded output⁽¹⁾

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Operating Range ⁽²⁾					
Supply Voltage ⁽³⁾	V_{DD}	2.2	3.3	3.6	V
Supply Current ⁽⁴⁾	I_{DD}	—	400	600	μA
Supply Current at Sleep Mode ⁽⁴⁾	I_{DD}	—	3	10	μA
Operating Temperature Range	T_A	-40	—	+85	$^{\circ}\text{C}$
Acceleration Range, X-Axis, Y-Axis, Z-Axis					
g-Select: 0	g_{FS}	—	± 1.5	—	g
g-Select: 1	g_{FS}	—	± 6.0	—	g
Output Signal					
Zero-g ($T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{DD}} = 3.3\text{ V}$) ^{(5), (6)}	V_{OFF}	1.485	1.65	1.615	V
Zero-g ⁽⁴⁾	V_{OFF}, T_A	-2.0	± 0.5	+2.0	$\text{mg}/^{\circ}\text{C}$
Sensitivity ($T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{DD}} = 3.3\text{ V}$)					
1.5g	$S_{1.5g}$	740	800	860	mV/g
6g	S_{6g}	190.6	206	221.5	mV/g
Sensitivity ⁽⁴⁾	S, T_A	-0.0075	± 0.002	-0.0075	$\%/^{\circ}\text{C}$
Bandwidth Response					
XY	f_{3dBXY}	—	400	—	Hz
Z	f_{3dBZ}	—	300	—	Hz
Output Impedance	Z_{O}	—	32	—	$\text{k}\Omega$
0g-Detect	D_{Detect}	-0.4	0	+0.4	g
Self Test					
Output Response					
$X_{\text{OUT}}, Y_{\text{OUT}}$	Δg_{STXY}	+0.05	-0.1	—	g
Z_{OUT}	Δg_{STZ}	+0.8	+1.0	+1.2	g
Input Low	V_{IL}	V_{SS}	—	$0.3 V_{\text{DD}}$	V
Input High	V_{IH}	$0.7 V_{\text{DD}}$	—	V_{DD}	V
Noise					
Power Spectral Density RMS (0.1 Hz – 1 kHz) ⁽⁴⁾	ρ_{PSD}	—	350	—	$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
Control Timing					
Power-Up Response Time ⁽⁷⁾	t_{RESPONSE}	—	1.0	2.0	ms
Enable Response Time ⁽⁸⁾	t_{ENABLE}	—	0.5	2.0	ms
Self Test Response Time ⁽⁹⁾	t_{ST}	—	2.0	5.0	ms
Sensing Element Resonant Frequency					
XY	f_{GCELLXY}	—	6.0	—	kHz
Z	f_{GCELLZ}	—	3.4	—	kHz
Internal Sampling Frequency	f_{CLK}	—	11	—	kHz
Output Stage Performance					
Full-Scale Output Range ($I_{\text{OUT}} = 3\ \mu\text{A}$)	V_{FSO}	$V_{\text{SS}} + 0.1$	—	$V_{\text{DD}} - 0.1$	V
Nonlinearity, $X_{\text{OUT}}, Y_{\text{OUT}}, Z_{\text{OUT}}$	NL_{OUT}	-1.0	—	+1.0	%FSO
Cross-Axis Sensitivity ⁽¹⁰⁾	$V_{\text{XY}, \text{XZ}, \text{YZ}}$	-5.0	—	+5.0	%

1. For a loaded output, the measurements are observed after an RC filter consisting of an internal 32k Ω resistor and an external 3.3nF capacitor (recommended as a minimum to filter clock noise) on the analog output for each axis and a 0.1 μF capacitor on $V_{\text{DD}} - \text{GND}$. The output sensor bandwidth is determined by the Capacitor added on the output. $f = 1/2\pi * (32 \times 10^3) * C$. $C = 3.3\text{ nF}$ corresponds to $\text{BW} = 1507\text{Hz}$, which is the minimum to filter out internal clock noise.

2. These limits define the range of operation for which the part will meet specification.

3. Within the supply range of 2.2 and 3.6 V, the device operates as a fully calibrated linear accelerometer. Beyond these supply limits the device may operate as a linear device but is not guaranteed to be in calibration.

4. This value is measured with g-Select in 1.5g mode.

5. The device can measure both + and - acceleration. With no input acceleration the output is at midsupply. For positive acceleration the output will increase above $V_{\text{DD}}/2$. For negative acceleration, the output will decrease below $V_{\text{DD}}/2$.

6. For optimal 0g offset performance, adhere to AN3484 and AN3447.

7. The response time between 10% of full scale V_{DD} input voltage and 90% of the final operating output voltage.

8. The response time between 10% of full scale Sleep Mode input voltage and 90% of the final operating output voltage.

9. The response time between 10% of the full scale self test input voltage and 90% of the self test output voltage.

10. A measure of the device's ability to reject an acceleration applied 90° from the true axis of sensitivity.

MMA7361L

PRINCIPLE OF OPERATION

The Freescale accelerometer is a surface-micromachined integrated-circuit accelerometer.

The device consists of a surface micromachined capacitive sensing cell (g-cell) and a signal conditioning ASIC contained in a single package. The sensing element is sealed hermetically at the wafer level using a bulk micromachined cap wafer.

The g-cell is a mechanical structure formed from semiconductor materials (polysilicon) using semiconductor processes (masking and etching). It can be modeled as a set of beams attached to a movable central mass that move between fixed beams. The movable beams can be deflected from their rest position by subjecting the system to an acceleration (Figure 3).

As the beams attached to the central mass move, the distance from them to the fixed beams on one side will increase by the same amount that the distance to the fixed beams on the other side decreases. The change in distance is a measure of acceleration.

The g-cell beams form two back-to-back capacitors (Figure 3). As the center beam moves with acceleration, the distance between the beams changes and each capacitor's value will change, ($C = \epsilon A/\epsilon D$). Where A is the area of the beam, ϵ is the dielectric constant, and D is the distance between the beams.

The ASIC uses switched capacitor techniques to measure the g-cell capacitors and extract the acceleration data from the difference between the two capacitors. The ASIC also signal conditions and filters (switched capacitor) the signal, providing a high level output voltage that is ratiometric and proportional to acceleration.

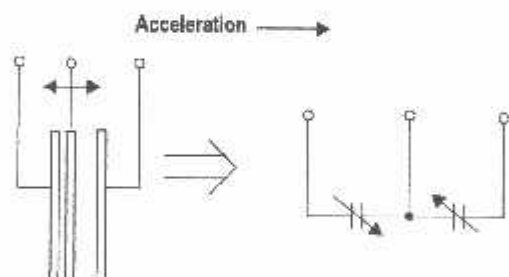


Figure 3. Simplified Transducer Physical Model

SPECIAL FEATURES

0g-Detect

The sensor offers a 0g-Detect feature that provides a logic high signal when all three axes are at 0g. This feature enables the application of Linear Freefall protection if the signal is connected to an Interrupt pin or a poled I/O pin on a microcontroller.

Self Test

The sensor provides a self test feature that allows the verification of the mechanical and electrical integrity of the accelerometer at any time before or after installation. This feature is critical in applications such as hard disk drive

protection where system integrity must be ensured over the life of the product. Customers can use self test to verify the solderability to confirm that the part was mounted to the PCB correctly. To use this feature to verify the 0g-Detect function, the accelerometer should be held upside down so that the z-axis experiences -1g. When the self test function is initiated, an electrostatic force is applied to each axis to cause it to deflect. The x- and y-axis are deflected slightly while the z-axis is trimmed to deflect 1g. This procedure assures that both the mechanical (g-cell) and electronic sections of the accelerometer are functioning.

g-Select

The g-Select feature allows for the selection between two sensitivities. Depending on the logic input placed on pin 10, the device internal gain will be changed allowing it to function with a 1.5g or 6g sensitivity (Table 3). This feature is ideal when a product has applications requiring two different sensitivities for optimum performance. The sensitivity can be changed at anytime during the operation of the product. The g-Select pin can be left unconnected for applications requiring only a 1.5g sensitivity as the device has an internal pull-down to keep it at that sensitivity (800mV/g).

Table 3. g-Select Pin Description

g-Select	g-Range	Sensitivity
0	1.5g	800 mV/g
1	6g	206 mV/g

Sleep Mode

The 3 axis accelerometer provides a Sleep Mode that is ideal for battery operated products. When Sleep Mode is active, the device outputs are turned off, providing significant reduction of operating current. A low input signal on pin 7 (Sleep Mode) will place the device in this mode and reduce the current to 3 μ A typ. For lower power consumption, it is recommended to set g-Select to 1.5g mode. By placing a high input signal on pin 7, the device will resume to normal mode of operation.

Filtering

The 3 axis accelerometer contains an onboard single-pole switched capacitor filter. Because the filter is realized using switched capacitor techniques, there is no requirement for external passive components (resistors and capacitors) to set the cut-off frequency.

Ratiometricity

Ratiometricity simply means the output offset voltage and sensitivity will scale linearly with applied supply voltage. That is, as supply voltage is increased, the sensitivity and offset increase linearly; as supply voltage decreases, offset and sensitivity decrease linearly. This is a key feature when interfacing to a microcontroller or an A/D converter because it provides system level cancellation of supply induced errors in the analog to digital conversion process.

BASIC CONNECTIONS

Pin Descriptions

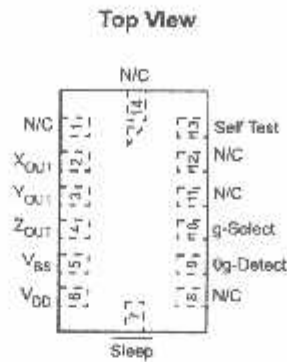


Figure 4. Pinout Description

Table 4. Pin Descriptions

Pin No.	Pin Name	Description
1	N/C	No internal connection Leave unconnected
2	X _{OUT}	X direction output voltage
3	Y _{OUT}	Y direction output voltage
4	Z _{OUT}	Z direction output voltage
5	V _{SS}	Power Supply Ground
6	V _{DD}	Power Supply Input
7	Sleep	Logic input pin to enable product or Sleep Mode
8	NC	No internal connection Leave unconnected
9	0g-Detect	Linear Freefall digital logic output signal
10	g-Select	Logic input pin to select g level
11	N/C	Unused for factory trim Leave unconnected
12	N/C	Unused for factory trim Leave unconnected
13	Self Test	Input pin to initiate Self Test
14	N/C	Unused for factory trim Leave unconnected

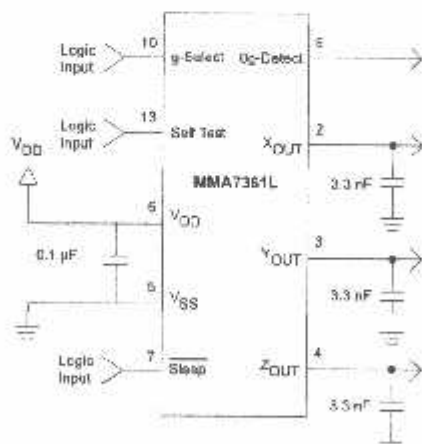


Figure 5. Accelerometer with Recommended Connection Diagram

PCB Layout

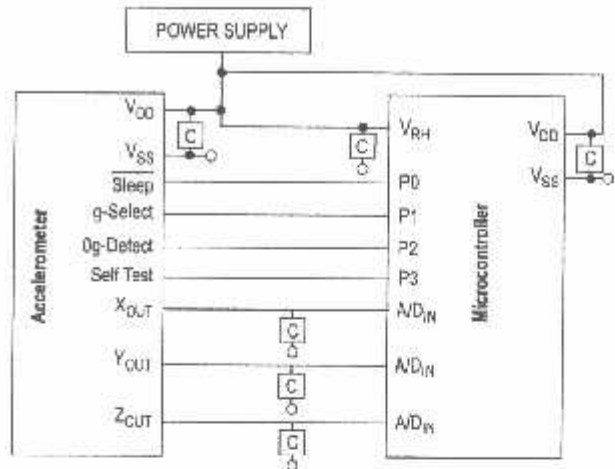
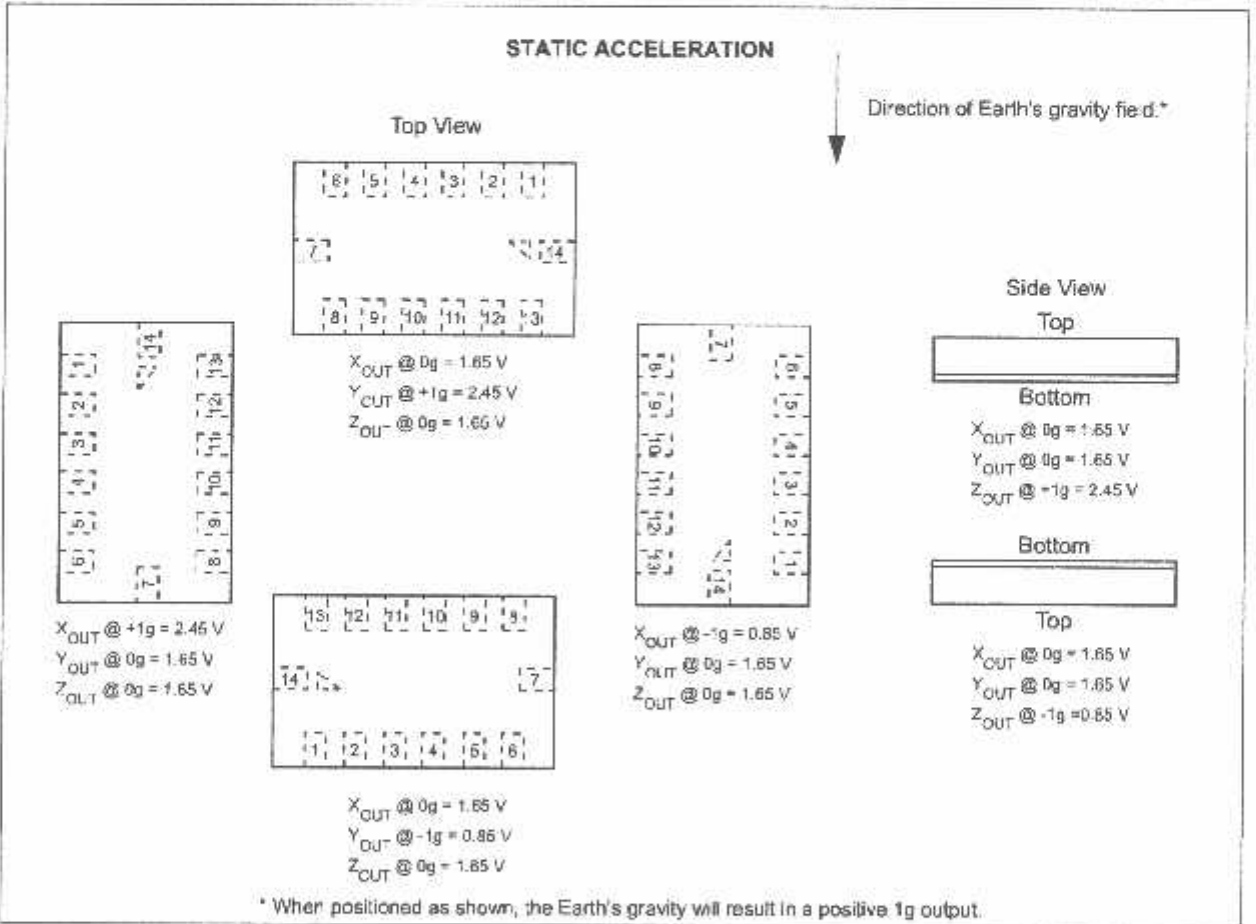
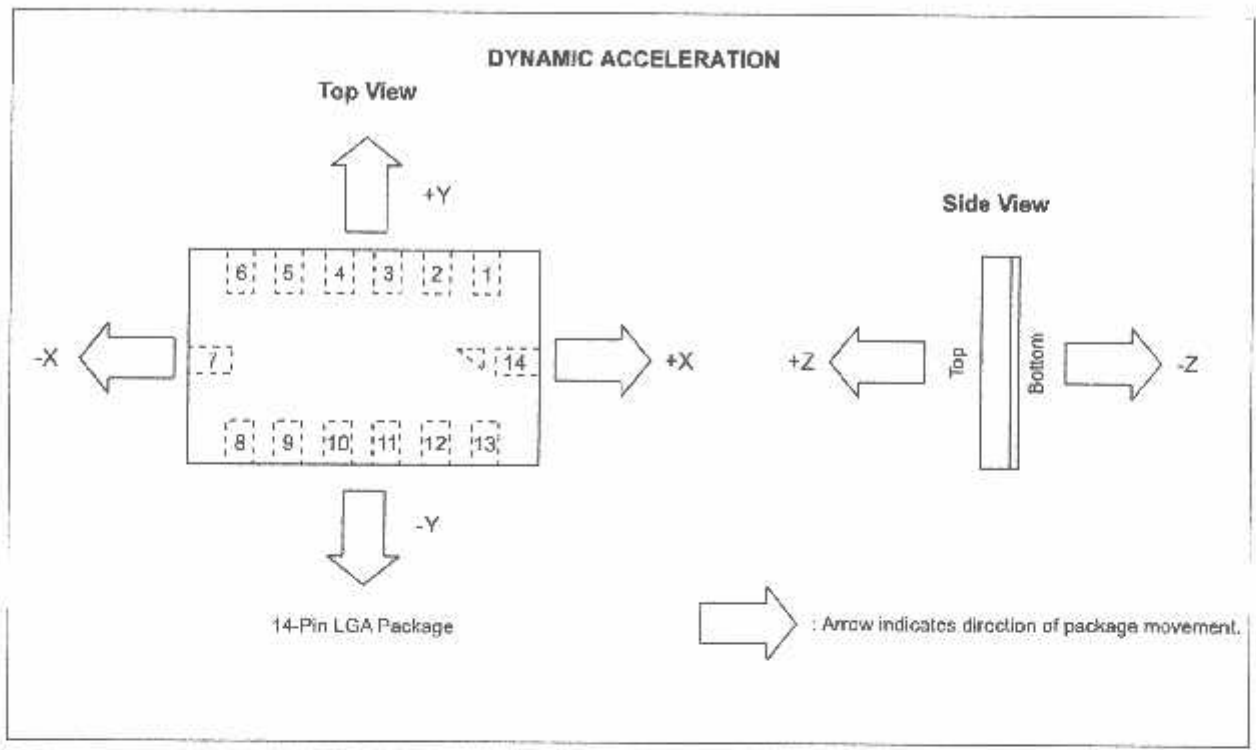


Figure 6. Recommended PCB Layout for Interfacing Accelerometer to Microcontroller

NOTES:

1. Use 0.1 μF capacitor on V_{DD} to decouple the power source.
2. Physical coupling distance of the accelerometer to the microcontroller should be minimal.
3. Place a ground plane beneath the accelerometer to reduce noise, the ground plane should be attached to all of the open ended terminals shown in Figure 6.
4. Use a 3.3nF capacitor on the outputs of the accelerometer to minimize clock noise (from the switched capacitor filter circuit).
5. PCB layout of power and ground should not couple power supply noise.
6. Accelerometer and microcontroller should not be a high current path.
7. A/D sampling rate and any external power supply switching frequency should be selected such that they do not interfere with the internal accelerometer sampling frequency (11 kHz for the sampling frequency). This will prevent aliasing errors.
8. 10M Ω or higher is recommended on X_{OUT}, Y_{OUT} and Z_{OUT} to prevent loss due to the voltage divider relationship between the internal 32 k Ω resistor and the measurement input impedance.

MMA7361L



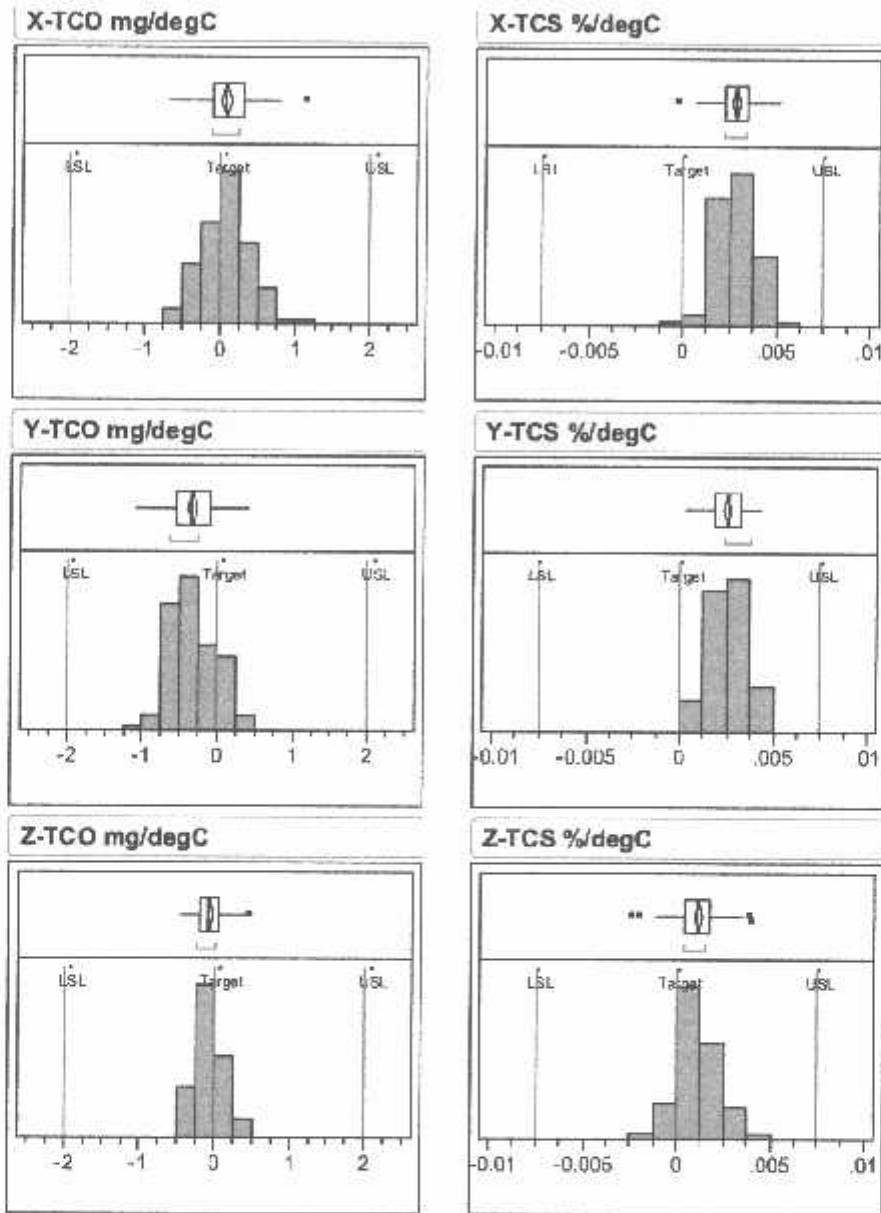


Figure 7. MMA7361L Temperature Coefficient of Offset (TCO) and Temperature Coefficient of Sensitivity (TCS) Distribution Charts

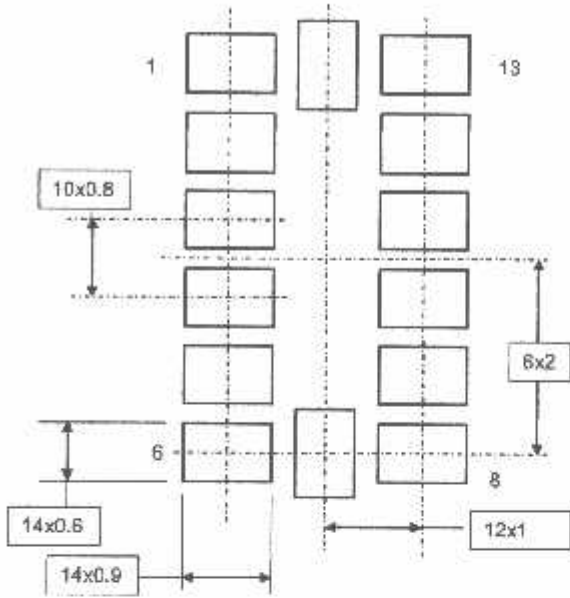
MINIMUM RECOMMENDED FOOTPRINT FOR SURFACE MOUNTED APPLICATIONS

PCB Mounting Recommendations

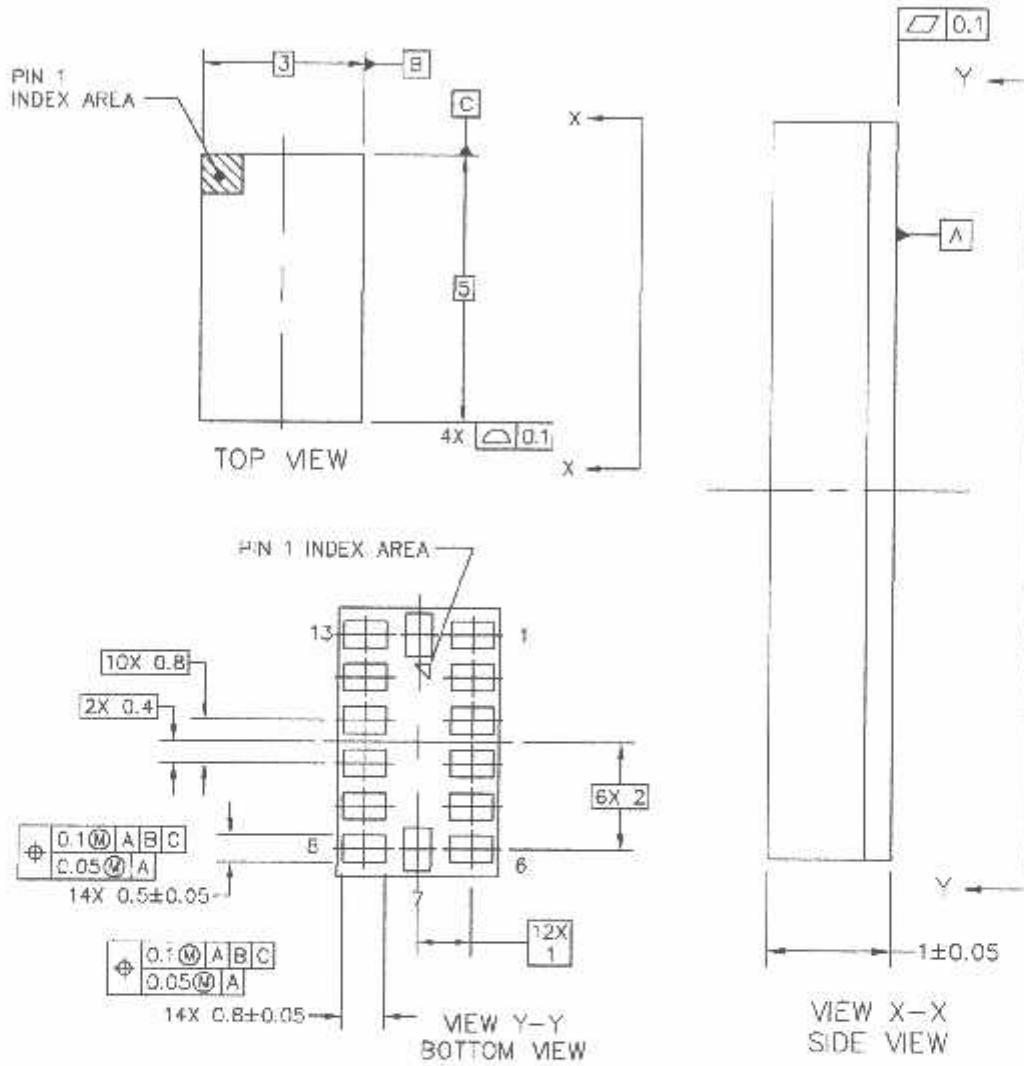
MEMS based sensors are sensitive to Printed Circuit Board (PCB) reflow processes. For optimal zero-g offset after PCB mounting, care must be taken to PCB layout and reflow conditions. Reference application note AN3484 for best practices to minimize the zero-g offset shift after PCB mounting.

Surface mount board layout is a critical portion of the total design. The footprint for the surface mount packages must be the correct size to ensure proper solder connection interface between the board and the package.

With the correct footprint, the packages will self-align when subjected to a solder reflow process. It is always recommended to design boards with a solder mask layer to avoid bridging and shorting between solder pads.



PACKAGE DIMENSIONS



© FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC. ALL RIGHTS RESERVED.	MECHANICAL OUTLINE		PRINT VERSION NOT TO SCALE	
	TITLE: LGA 14 I/O, 3 X 5 X 1 PITCH 0.8, SENSOR 1.0MM PKG		DOCUMENT NO: 98ASA10801D	REV: A
			CASE NUMBER: 1977-C1	09 JAN 2008
			STANDARD: NON-JEDEC	


**CASE 1977-01
 ISSUE A
 14-LEAD LGA**

MMA7361L

PACKAGE DIMENSIONS

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS.
2. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M-1994.

 FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC. ALL RIGHTS RESERVED.	MECHANICAL OUTLINE	PRINT VERSION NOT TO SCALE	
TITLE: LGA 14 I/O, 3 X 5 X 1 PITCH 0.8, SENSOR 1.0MM PKG	DOCUMENT NO: 98ASA10801D	REV. A	
	CASE NUMBER: 1977-01	09 JAN 2008	
	STANDARD: NON-JEDEC		

**CASE 1977-01
ISSUE A
14-LEAD LGA**

MMA7361L

How to Reach Us:

Home Page:

www.freescale.com

Web Support:

<http://www.freescale.com/support>

USA/Europe or Locations Not Listed:

Freescale Semiconductor, Inc.
Technical Information Center, EL516
2100 East Elliot Road
Tempe, Arizona 85284
+1-800-521-6274 or +1-480-768-2130
www.freescale.com/support

Europe, Middle East, and Africa:

Freescale Halbleiter Deutschland GmbH
Technical Information Center
Schatzbogen 7
81829 Muenchen, Germany
+44 1296 380 456 (English)
+46 8 52200080 (English)
+49 89 92103 559 (German)
+33 1 69 35 48 48 (French)
www.freescale.com/support

Japan:

Freescale Semiconductor Japan Ltd.
Headquarters
ARCO Tower 15F
1-8-1, Shimo-Meguro, Meguro-ku,
Tokyo 153-0064
Japan
0120 191014 or +81 3 5437 9125
support.japan@freescale.com

Asia/Pacific:

Freescale Semiconductor Hong Kong Ltd.
Technical Information Center
2 Dal King Street
Tai Po Industrial Estate
Tai Po, N.T., Hong Kong
+800 2666 8060
support.asia@freescale.com

For Literature Requests Only:

Freescale Semiconductor Literature Distribution Center
P.O. Box 5405
Denver, Colorado 80217
1-800-441-2447 or 303-675-2140
Fax: 303-675-2150
LDCForFreescaleSemiconductor@hibbertgroup.com

Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use Freescale Semiconductor products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits or integrated circuits based on the information in this document.

Freescale Semiconductor reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Freescale Semiconductor makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Freescale Semiconductor assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in Freescale Semiconductor data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals", must be validated for each customer application by customer's technical experts. Freescale Semiconductor does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Freescale Semiconductor products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Freescale Semiconductor product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Freescale Semiconductor products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Freescale Semiconductor and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Freescale Semiconductor was negligent regarding the design or manufacture of the part.

Freescale™ and the Freescale logo are trademarks of Freescale Semiconductor, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners.

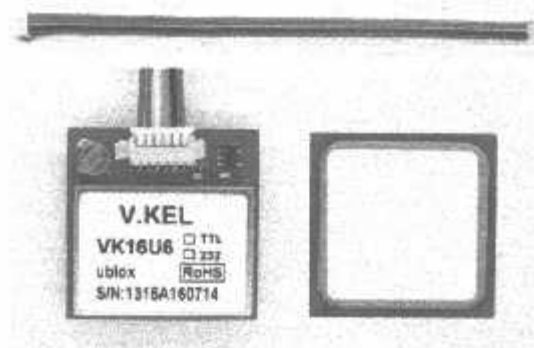
© Freescale Semiconductor, Inc. 2008. All rights reserved.

RoHS-compliant and/or Pb-free versions of Freescale products have the functionality and electrical characteristics of their non-RoHS-compliant and/or non-Pb-free counterparts. For further information, see <http://www.freescale.com> or contact your Freescale sales representative.

For information on Freescale's Environmental Products program, go to <http://www.freescale.com/ep>.



GPS-VK16U6 (ROM base)



65 channels with ultra-high sensitive

Smart GPS Antenna module

Technical Data Sheet

Version 1.4

1 Functional Description

1.1 Introduction

GPS-VK16U6 is a highly integrated smart GPS module with a ceramic GPS patch antenna. The antenna is connected to the module via an LNA. The module is with 51 channel acquisition engine and 14 channel track engine, which be capable of receiving signals from up to 65 GPS satellites and transferring them into the precise position and timing information that can be read over either UART port or RS232 serial port. Small size and high-end GPS functionality are at low power consumption, Both of the LVTTTL-level and RS232 signal interface are provided on the interface connector, supply voltage of 3.6V-6.0V is supported. The smart GPS antenna module is available as an off-the-shelf component, 100% tested. The smart GPS antenna module can be offered for OEM applications with the versatile adaptation in form and connection. Additionally, the antenna can be tuned to the final systems' circumstances.

1.2 Features

- **65 channels** to acquire and track satellites simultaneously
- Industry-leading TTFF speed
- Tracking sensitivity reaches **-161 dBm**
- 0.5 PPM TCXO for quick cold start
- Integral LNA with low power control
- SBAS (WAAS/EGNOS) capable
- Cold start \approx **29 sec** under clear Sky
- Hot start \approx **1 sec** under clear Sky
- Accuracy 5m CEP
- Operable at 3.6V-6V
- Both of RS232 and UART interface at CMOS level
- Small form factor of 32 mm W x 32 mm L x 8 mm H
- Mountable without solder process
- 6 pins wafer connector

1.3 Applications

- Automotive and Marine Navigation
- Automotive Navigator Tracking
- Emergency Locator
- Geographic Surveying
- Personal Positioning

2 Characteristics

2.1 General Specification: The smart GPS antenna modules are characterized by the following parameters.

Parameter	Specification
Receiver Type	65 Channels GPS L1 frequency, C/A Code
Time-To-First-Fix	Cold Start (Autonomous) 29s (Average, under open sky) Warm Start (Autonomous) 28s (Average, under open sky) Hot Start (Autonomous) 1s (Average, under open sky)
Sensitivity	Tracking & Navigation -161 dBm Reacquisition -158 dBm Cold Start (Autonomous) -148 dBm
Accuracy	Autonomous 2.5 m CEP Velocity 0.1 m/sec (without aid) Time 300 ns
Update Rate	Supports 1 / 2 / 4 / 5 / 8 / 10 Hz update rate (1Hz default, ROM base only supports 1Hz)
Velocity Accuracy	0.1m/s
Heading Accuracy	0.5 degrees
Dynamics	4 G (39.2 m/sec)
Operational Limits	Velocity 515 m/s (1000 knots) Altitude <18000 meters (COCOM limit, either may be exceeded but not both)
Serial Interface	Both RS232 and LVTTTL level
Datum User definable	Default WGS-84 User definable
Input Voltage	3.6V ~ 6V
Input Current	~23mA tracking
Dimension	32 mm L x 32 mm W x 8 mm H
Weight	28g

2.2 Serial Port Settings

The default configuration within the standard GPS firmware is:

c Standard configuration of serial port:

i Supporting 4800/9600 baud rate (**Default Value : 9600**), 8 data bits, no parity, 1 stop bit, no flow Control

2.3 Improved TTFF

In order to improve the TTFF (Time To First Fix), has been built with the back-up battery (SEIKO) to support the RTC with a back-up power when no system power is available.

2.4 Operating Conditions

Description	Min	Typical	Max
Vcc	3.6V		6V
Enhanced-mode Acquisition Current		70 mA	
Low power Acquisition Current		50mA	
Tracking Current		23mA	

Table 2: Operating Conditions

2.5 DC Electrical Characteristics

	Item	Min.	Max	Unit
VCC	Voltage	3.6	6	V
	Current	23-	70	mA

Table 3: DC Electrical characteristics

2.6 GPS Status Indicator

- Non-Fixed mode : LED is always on
- Fixed mode : LED toggle every second

3. Communication Specifications

Item	Description
Interface	Full duplex serial interface
Bit rate	4800/9600/38400/115200bps
Start bit	1bit
Stop bit	1bit
Data bit	8bit
Parity	None
Transmission data	SACII NMEA0183 Ver:3.01
Update rate	1Hz
Output sentence	GPGGA, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG (typ)

Table 5: Communication Specifications

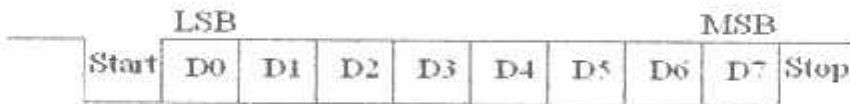


Fig. 1. Transmitting data stream

4. Connector

The connector mounted on the **GPS-634R** is the **Molex's** connector type, the part number is 51021-0600. The mating plugs part number is 53261-0671.

5. Pin Assignments Information

Pin	Pin Name	Type	Function description
1	FTXD0	O	Serial Data output UART
2	FRXD0	I	Serial Data input UART
3	TXD0	O	Serial Data output RS-232
4	RXD0	I	Serial Data Input RS-232
5	VIN	I	3.6~6 supply input
6	GND	O	GND

I: Input O: Output



Table 6: Pin Assignments

9 NMEA protocol

The serial interface protocol is based on the National Marine Electronics Association's NMEA 0183 ASCII interface specification. This standard is fully define in "NMEA 0183, Version 3.01" The standard may be obtained from NMEA, www.nmea.org

9.1 GGA-GLOBAL POSITIONING SYSTEM FIX DATA

Time, position and fix related data for a GPS receiver.

Structure:

\$GPGGA,hhmmss.sss,ddmm.mmmm,a,dddmm.mmmm,a,x,xx,x,x,x,x,M,x,x,M,x,x,xxxx*hh<CR><LF>
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Field	Name	Example	Description
1	UTC Time	060932.448	UTC of position in hhmmss.sss format. (000000.00 - 235959.99)
2	Latitude	2447.0959	Latitude in ddmm.mmmm format Leading zeros transmitted
3	N/S Indicator	N	Latitude hemisphere indicator, 'N' = North, 'S' = South
4	Longitude	12100.5204	Longitude in dddmm.mmmm format Leading zeros transmitted
5	E/W Indicator	E	Longitude hemisphere indicator, 'E' = East, 'W' = West
6	GPS indicator quality	1	GPS quality indicator 0: position fix unavailable 1: valid position fix, SPS mode 2: valid position fix, differential GPS mode 3: GPS PPS Mode, fix valid 4: Real Time Kinematic. System used in RTK mode with fixed integers 5: Float RTK. Satellite system used in RTK mode. Floating integers 6: Estimated (dead reckoning) Mode 7: Manual Input Mode 8: Simulator Mode
7	Satellites Used	08	Number of satellites in use, (00 - 12)
8	HDOP	1.1	Horizontal dilution of precision, (00.0 - 99.9)
9	Altitude	108.7	mean sea level (geoid), (-9999.9 - 17999.9)
10	Geoid Separation		Geoid separation in meters according to WGS-84 ellipsoid (-999.9 - 9999.9)
11	DGPS Age		Age of DGPS data since last valid RTCM transmission in xxx format (seconds) NULL when DGPS not used
12	DGPS Station ID	0000	Differential reference station ID. 0000 - 1023 NULL when DGPS not used
13	Checksum	0E	

9.2 GLL - LATITUDE AND LONGITUDE, WITH TIME OF POSITION FIX AND STATUS

Latitude and longitude of current position, time, and status.

Structure:

```
$GPGLL,ddmm.mmmm,a,dddmm.mmmm,a,hmmss.sss,A,a*hh<CR><LF>  
1 2 3 4 5 6 7 8
```

Example:

```
SGPGLL,4250.5589,S,14718.5084,E,092204.999,A,A*2D<CR><LF>
```

Field	Name	Example	Description
1	Latitude	4250.5589	Latitude in ddmm.mmmm format Leading zeros transmitted
2	N/S Indicator	S	Latitude hemisphere indicator 'N' = North 'S' = South
3	Longitude	14718.5084	Longitude in dddmm.mmmm format Leading zeros transmitted
4	E/W Indicator	E	Longitude hemisphere indicator 'E' = East 'W' = West
5	UTC Time	092204.999	UTC time in hmmss.sss format (000000.00 ~ 235959.99)
6	Status	A	Status, 'A' = Data valid, 'V' = Data not valid
7	Mode Indicator	A	Mode indicator 'N' = Data not valid 'A' = Autonomous mode 'D' = Differential mode 'E' = Estimated (dead reckoning) mode 'M' = Manual input mode 'S' = Simulator mode
8	Checksum	2D	

9.3 GSA - GPS DOP AND ACTIVE SATELLITES

GPS receiver operating mode, satellites used in the navigation solution reported by the GGA or GNS sentence and DOP values.

Structure:

```
$GPGSA,A,x,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,xx,x,x,x,x,x*hh<CR><LF>
1 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 5 6 7
```

Example:

```
$GPGSA,A,3,01,20,19,13,,,,,,40.4,24.4,32.2*0A<CR><LF>
```

Field	Name	Example	Description
1	Mode	A	Mode 'M' = Manual, forced to operate in 2D or 3D mode 'A' = Automatic, allowed to automatically switch 2D/3D
2	Mode	3	Fix type 1 = Fix not available 2 = 2D 3 = 3D
3	Satellite used 1~12	01,20,19,13,....	Satellite ID number, 01 to 32, of satellite used in solution, up to 12 transmitted
4	PDOP	40.4	Position dilution of precision (00.0 to 99.9)
5	HDOP	24.4	Horizontal dilution of precision (00.0 to 99.9)
6	VDOP	32.2	Vertical dilution of precision (00.0 to 99.9)
7	Checksum	0A	

9.4 GSV - GPS SATELLITE IN VIEW

Numbers of satellites in view, PRN number, elevation angle, azimuth angle, and C/No. Four satellites details are

transmitted per message. Additional satellite in view information is send in subsequent GSV messages.

Structure:

```
$GPGSV,x,x,xx,xx,xx,xxx,xx,...,xx,xx,xxx,xx *hh<CR><LF>
1 2 3 4 5 6 7 4 5 6 7 8
```

Example:

```
$GPGSV,3,1,09,28,81,225,41,24,66,323,44,20,48,066,43,17,45,338,41*78<CR><LF>
$GPGSV,3,2,09,07,36,321,45,04,36,257,39,11,20,050,41,08,18,208,43*77<CR><LF>
```

Field	Name	Example	Description
1	Number of message	3	Total number of GSV messages to be transmitted (1-3)
2	Sequence number	1	Sequence number of current GSV message
3	Satellites in view	09	Total number of satellites in view (00 ~ 12)
4	Satellite ID	28	Satellite ID number, GPS: 01 ~ 32, SBAS: 33 ~ 64 (33 = PRN120)
5	Elevation	81	Satellite elevation in degrees, (00 ~ 90)
6	Azimuth	225	Satellite azimuth angle in degrees, (000 ~ 359)
7	SNR	41	C/No in dB (00 ~ 99) Null when not tracking
8	Checksum	78	

9.5 RMC - RECOMMENDED MINIMUM SPECIFIC GPS/TRANSIT DATA

Time, date, position, course and speed data provided by a GNSS navigation receiver.

Structure:

```
$GPRMC,hhmmss.sss,A,dddmm.mmmm,a,dddmm.mmmm,a,x.x,x.x,ddmmyy,x.x,a*hh<CR>
```

><LF>

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Example:

```
$GPRMC,092204.999,A,4250.5589,S,14718.5084,E,0.00,89.68,211200,,A*25<CR>><LF>
```

Field	NAME	Example	Description
1	UTC time	092204.999	UTC time in hhmmss.sss format (000000.00 - 235959.999)
2	Status	A	Status 'V' = Navigation receiver warning 'A' = Data Valid
3	Latitude	4250.5589	Latitude in dddmm.mmmm format Leading zeros transmitted
4	N/S indicator	S	Latitude hemisphere indicator 'N' = North 'S' = South
5	Longitude	14718.5084	Longitude in dddmm.mmmm format Leading zeros transmitted
6	E/W Indicator	E	Longitude hemisphere indicator 'E' = East 'W' = West
7	Speed over ground	000.0	Speed over ground in knots (000.0 - 999.9)
8	Course over ground	000.0	Course over ground in degrees (000.0 - 359.9)
9	UTC Date	211200	UTC date of position fix, ddmmyy format
10	Magnetic variation		Magnetic variation in degrees (000.0 - 180.0)
11	Magnetic Variation		Magnetic variation direction 'E' = East 'W' = West
12	Mode indicator	A	Mode indicator 'N' = Data not valid 'A' = Autonomous mode 'D' = Differential mode 'E' = Estimated (dead reckoning) mode 'M' = Manual input mode 'S' = Simulator mode
13	checksum	25	

9.6 VTG - COURSE OVER GROUND AND GROUND SPEED

The Actual course and speed relative to the ground.

Structure:

GPVTG,x.x,T,x.x,M,x.x,N,x.x,K,a*hh<CR><LF>
1 2 3 4 5 6

Example:

\$GPVTG,89.68,T,,M,0.00,N,0.0,K,A*5F<CR><LF>

Field	Name	Example	Description
1	Course	89.68	True course over ground in degrees (000.0 ~ 359.9)
2	Course		Magnetic course over ground in degrees (000.0 ~ 359.9)
3	Speed	0.00	Speed over ground in knots (000.0 ~ 999.9)
4	Speed	0.00	Speed over ground in kilometers per hour (0000.0 ~ 1800.0)
5	Mode	A	Mode indicator 'N' = not valid 'A' = Autonomous mode 'D' = Differential mode 'E' = Estimated (dead reckoning) mode 'M' = Manual input mode 'S' = Simulator mode
6	Checksum	5F	

9.7 ZDA- TIME AND DATE

Structure:

\$GPRMC,hhmmss.sss,dd,mm,yyyy,.,.xxx<CR><LF>
1 2 3 4 5 6 7

Example:

\$GPZDA,104548.04,25,03,2004.,*6C<CR><LF>

Field	Name	Example	Description
1	UTC time	104548.04	UTC time in hhmmss.ss format, 000000.00 ~ 235959.99
2	UTC time: day	25	UTC time day (01 ... 31)
3	UTC time: month	03	UTC time: month (01 ... 12)
4	UTC time: year	2004	UTC time: year (4 digit year)
5			Local zone hour Not being output by the receiver (NULL)
6			Local zone minutes Not being output by the receiver (NULL)
7	6C	6C	Checksum

MAX232x Dual EIA-232 Drivers/Receivers

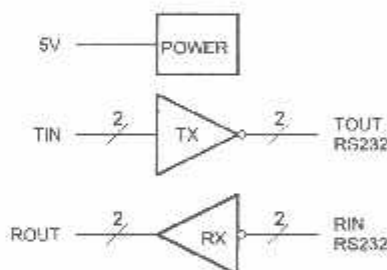
1 Features

- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operates From a Single 5-V Power Supply With 1.0- μ F Charge-Pump Capacitors
- Operates up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- \pm 30-V Input Levels
- Low Supply Current: 8 mA Typical
- ESD Protection Exceeds JESD 22
 - 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Upgrade With Improved ESD (15-kV HBM) and 0.1- μ F Charge-Pump Capacitors is Available With the MAX202 Device

2 Applications

- TIA/EIA-232-F
- Battery-Powered Systems
- Terminals
- Modems
- Computers

4 Simplified Schematic



3 Description

The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply TIA/EIA-232-F voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts TIA/EIA-232-F inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V, a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept \pm 30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into TIA/EIA-232-F levels.

Device Information⁽¹⁾

ORDER NUMBER	PACKAGE (PIN)	BODY SIZE
MAX232x	SOIC (16)	9.90 mm × 3.91 mm
	SOIC (16)	10.30 mm × 7.50 mm
	PDIP (16)	19.30 mm × 6.35 mm
	SOP (16)	10.3 mm × 5.30 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the datasheet.

Table of Contents

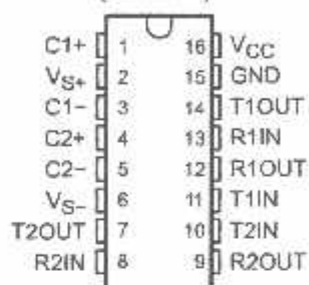
1	Features	1	9.1	Overview	9
2	Applications	1	9.2	Functional Block Diagram	9
3	Description	1	9.3	Feature Description	9
4	Simplified Schematic	1	9.4	Device Functional Modes	9
5	Revision History	2	10	Application and Implementation	10
6	Pin Configuration and Functions	3	10.1	Application Information	10
7	Specifications	4	10.2	Typical Application	10
	7.1 Absolute Maximum Ratings	4	11	Power Supply Recommendations	11
	7.2 Handling Ratings	4	12	Layout	11
	7.3 Recommended Operating Conditions	4	12.1	Layout Guidelines	11
	7.4 Thermal Information	4	12.2	Layout Example	11
	7.5 Electrical Characteristics — Device	4	13	Device and Documentation Support	12
	7.6 Electrical Characteristics — Driver	5	13.1	Related Links	12
	7.7 Electrical Characteristics — Receiver	5	13.2	Trademarks	12
	7.8 Switching Characteristics	5	13.3	Electrostatic Discharge Caution	12
	7.9 Typical Characteristics	0	13.4	Glossary	12
8	Parameter Measurement Information	7	14	Mechanical, Packaging, and Orderable Information	12
9	Detailed Description	9			

5 Revision History

Changes from Revision L (March 2004) to Revision M	Page
• Removed Ordering Information table	1
• Added Handling Rating table, Feature Description section, Device Functional Modes, Application and Implementation section, Power Supply Recommendations section, Layout section, Device and Documentation Support section, and Mechanical, Packaging, and Orderable Information section	1
• Moved T_{wg} to Handling Ratings table	4

6 Pin Configuration and Functions

Top View
 MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
 MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
 (TOP VIEW)



Pin Functions

PIN		TYPE	DESCRIPTION
NAME	NO.		
C1+	1	—	Positive lead of C1 capacitor
VS+	2	O	Positive charge pump output for storage capacitor only
C1-	3	—	Negative lead of C1 capacitor
C2+	4	—	Positive lead of C2 capacitor
C2-	5	—	Negative lead of C2 capacitor
VS-	6	O	Negative charge pump output for storage capacitor only
T2OUT, T-OUT	7, 14	O	RS232 line data output (to remote RS232 system)
R2IN, R1IN	8, 13	I	RS232 line data input (from remote RS232 system)
R2OUT, R1OUT	9, 12	O	Logic data output (to UART)
T2IN, T1IN	10, 11	I	Logic data input (from UART)
GND	15	—	Ground
V _{CC}	16	—	Supply Voltage. Connect to external 5V power supply

7 Specifications

7.1 Absolute Maximum Ratings⁽¹⁾

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

		MIN	MAX	UNIT
V_{CC}	Input supply voltage range ⁽²⁾	-0.3	8	V
V_{S+}	Positive output supply voltage range	$V_{VCC} - 0.3$	15	V
V_{S-}	Negative output supply voltage range	-0.3	-15	V
V_I	Input voltage range	T1IN, T2IN	$V_{CC} + 0.3$	V
		R1IN, R2IN	± 30	
V_O	Output voltage range	T1OUT, T2OUT	$V_{S-} - 0.3$ $V_{S+} + 0.3$	V
		R1OUT, R2OUT	-0.3 $V_{CC} + 0.3$	
	Short-circuit duration		Unlimited	
T_J	Operating virtual junction temperature		150	°C

- (1) 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.
- (2) All voltages are with respect to network GND.

7.2 Handling Ratings

		MIN	MAX	UNIT	
T_{stg}	Storage temperature range	-65	150	°C	
$V_{(ESD)}$	Electrostatic discharge	Human body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001, all pins ⁽¹⁾	0	2000	V
		Charged device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101, all pins ⁽²⁾	0	1000	

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.
- (2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

7.3 Recommended Operating Conditions

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

7.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾	MAX232xD	MAX232xDW	MAX232xDN	MAX232xNS	UNIT	
	SOIC	SOIC wide	PDIP	SOP		
	16 PINS	18 PINS	16 PINS	16 PINS		
$R_{\theta JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance	73	57	67	64	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *IC Package Thermal Metrics* application report (SPRA953).

7.5 Electrical Characteristics — Device

over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Figure 6)

PARAMETER	TEST CONDITIONS ⁽¹⁾	MIN	TYP ⁽²⁾	MAX	UNIT
		I_{CC}	Supply current		8

- (1) Test conditions are C1–C4 = 1 μ F at $V_{CC} = 5 \text{ V} \pm 0.5 \text{ V}$
- (2) All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$, and $T_A = 25^\circ\text{C}$.

7.6 Electrical Characteristics — Driver

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

PARAMETER		TEST CONDITIONS ⁽¹⁾		MIN	TYP ⁽²⁾	MAX	UNIT
V _{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	R _L = 3 kΩ to GND	5	7		V
V _{OL}	Low-level output voltage ⁽³⁾	T1OUT, T2OUT	R _L = 3 kΩ to GND		-7	-5	V
r _O	Output resistance	T1OUT, T2OUT	V _{S+} = V _{S-} = 0, V _O = ±2 V	300			Ω
I _{OS} ⁽⁴⁾	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	V _{CC} = 5.5 V, V _O = 0 V		±10		mA
I _{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN	V _I = 0			200	μA

 (1) Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

 (2) All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

(3) 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.

(4) Not more than one output should be shorted at a time.

7.7 Electrical Characteristics — Receiver

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

PARAMETER		TEST CONDITIONS ⁽¹⁾		MIN	TYP ⁽²⁾	MAX	UNIT
V _{OH}	High-level output voltage	R1OUT, R2OUT	I _{OH} = -1 mA	3.5			V
V _{OL}	Low-level output voltage ⁽³⁾	R1OUT, R2OUT	I _{OL} = 3.2 mA			0.4	V
V _{I+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C		1.7	2.4	V
V _{I-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	0.8	1.2		V
V _{HYS}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V	0.2	0.5	1	V
r _I	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	3	5	7	kΩ

 (1) Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

 (2) All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

(3) 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.

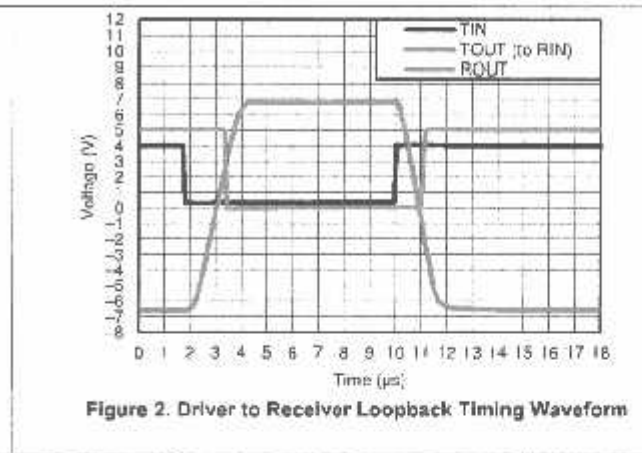
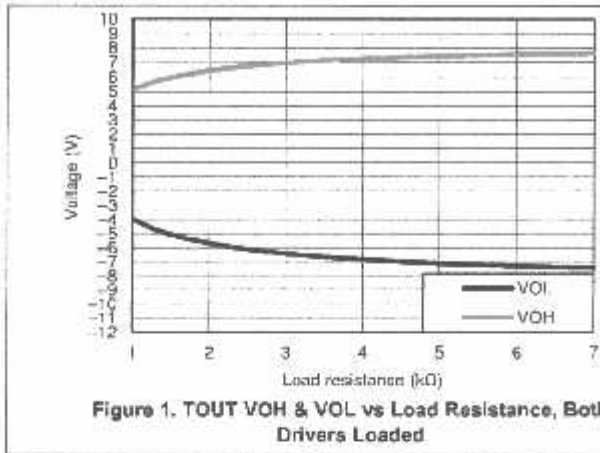
7.8 Switching Characteristics

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

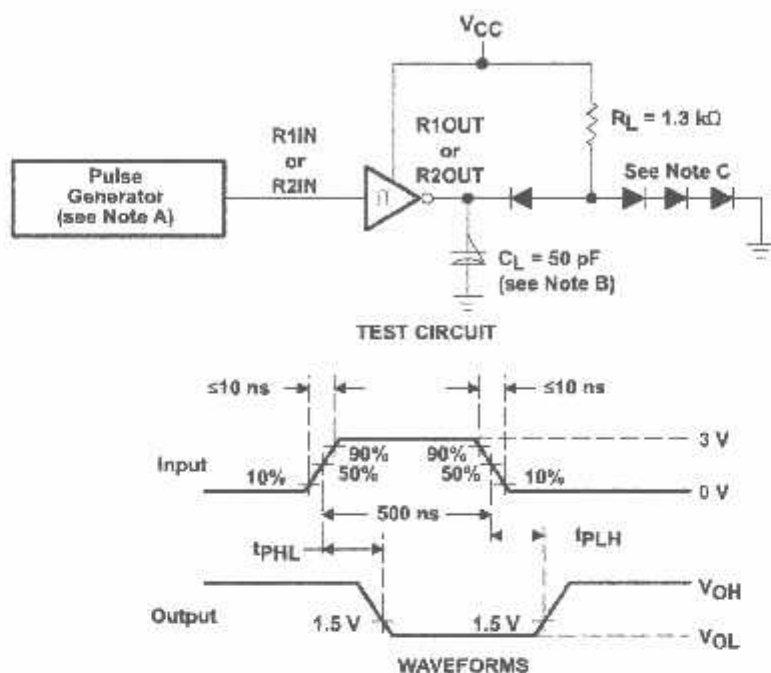
PARAMETER		TEST CONDITIONS ⁽¹⁾		MIN	TYP ⁽¹⁾	MAX	UNIT
SR	Driver slew rate	RL = 3 kΩ to 7 kΩ, see Figure 4				30	V/μs
SR(t)	Driver transition region slow rate	see Figure 5			3		V/μs
	Data rate	One TOUT switching			120		kbit/s
t _{PLH(s)}	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	TTL load, see Figure 3			500		ns
t _{PHL(s)}	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	TTL load, see Figure 3			500		ns

 (1) Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

7.9 Typical Characteristics



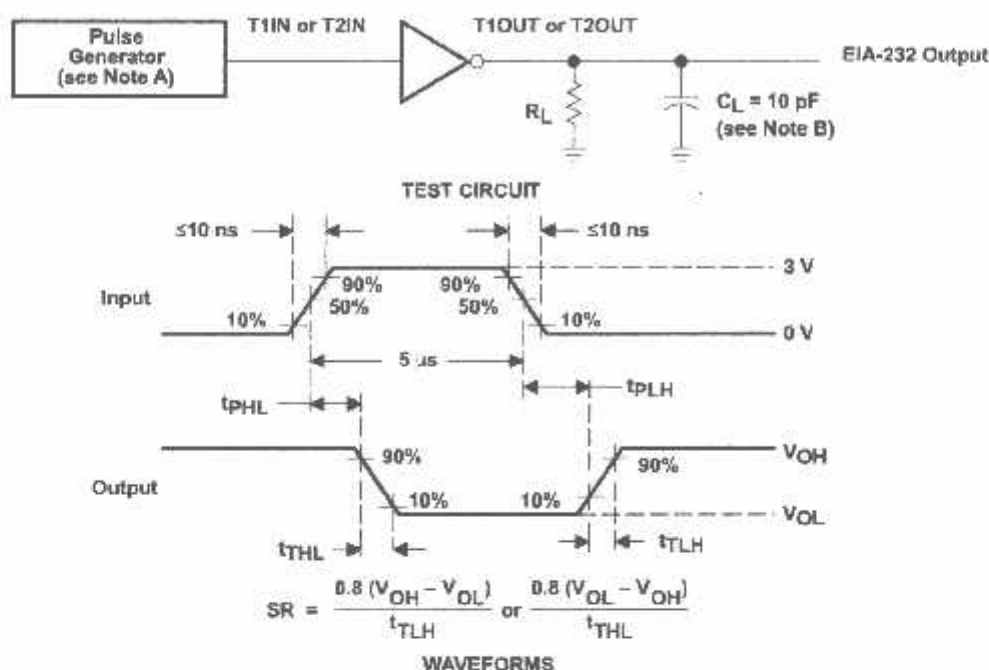
8 Parameter Measurement Information



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

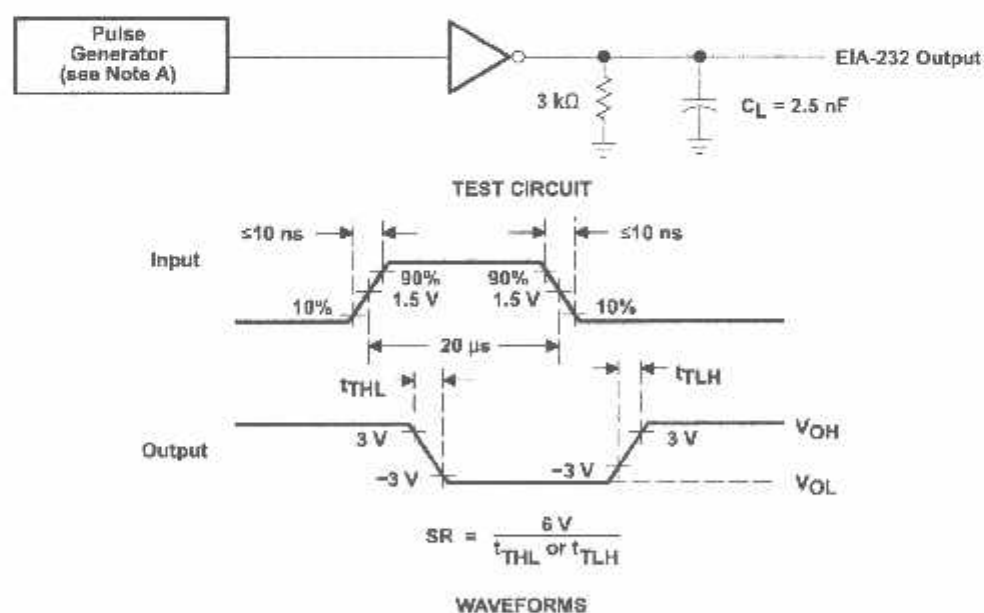
Figure 3. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements

Parameter Measurement Information (continued)



- 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 4. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5- μ s Input)



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

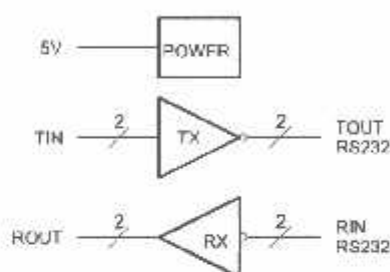
Figure 5. Test Circuit and Waveforms for t_{THL} and t_{TLH} Measurements (20- μ s Input)

9 Detailed Description

9.1 Overview

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

9.2 Functional Block Diagram



9.3 Feature Description

9.3.1 Power

The power block increases and inverts the 5V supply for the RS232 driver using a charge pump that requires four 1- μ F external capacitors.

9.3.2 RS232 Driver

Two drivers interface standard logic level to RS232 levels. Internal pull up resistors on TIN inputs ensures a high input when the line is high impedance.

9.3.3 RS232 Receiver

Two receivers interface RS232 levels to standard logic levels. An open input will result in a high output on ROUT.

9.4 Device Functional Modes

9.4.1 V_{CC} powered by 5V

The device will be in normal operation.

9.4.2 V_{CC} unpowered

When MAX232 is unpowered, it can be safely connected to an active remote RS232 device.

Table 1. Function Table Each Driver⁽¹⁾

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

(1) H = high level, L = low level, X = irrelevant, Z = high impedance

Table 2. Function Table Each Receiver⁽¹⁾

INPUTS		OUTPUT	
R1N	R1P	R2N	R2P
L	H	H	L
H	L	L	H
Open	Open	H	H

(1) H = high level, L = low level, X = irrelevant, Z = high impedance (off),
Open = disconnected input or connected driver off

10 Application and Implementation

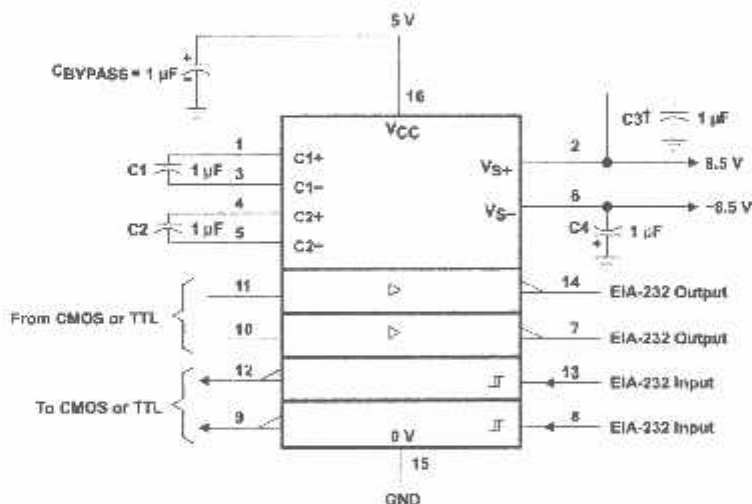
NOTE

Information in the following applications sections is not part of the TI component specification, and TI does not warrant its accuracy or completeness. TI's customers are responsible for determining suitability of components for their purposes. Customers should validate and test their design implementation to confirm system functionality.

10.1 Application Information

For proper operation add capacitors as shown in Figure 6. Pins 9 through 12 connect to UART or general purpose logic lines. EIA-232 lines will connect to a connector or cable.

10.2 Typical Application



† C3 can be connected to V_{CC} or GND.

NOTES: A. Resistor values shown are nominal.

B. Nonpolarized ceramic capacitors are acceptable. If polarized tantalum or electrolytic capacitors are used, they should be connected as shown. In addition to the 1- μ F capacitors shown, the MAX232 can operate with 0.1- μ F capacitors.

Figure 6. Typical Operating Circuit

10.2.1 Design Requirements

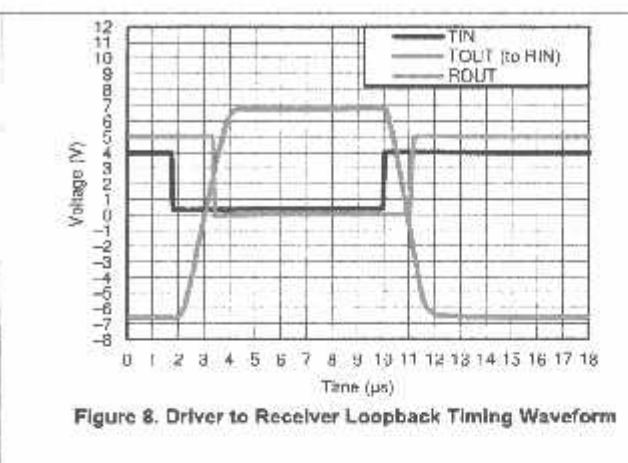
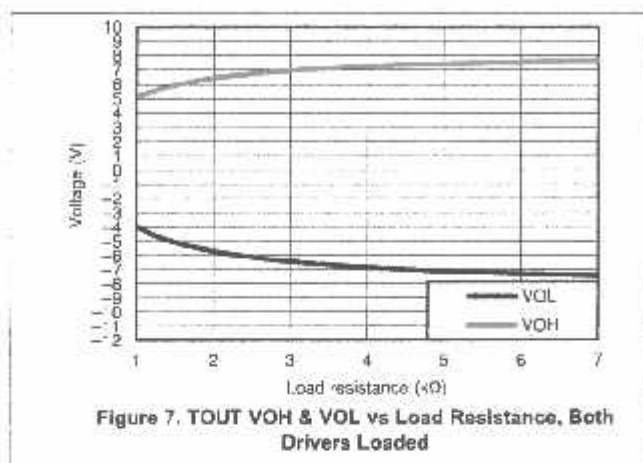
- V_{CC} minimum is 4.5 V and maximum is 5.5 V.
- Maximum recommended bit rate is 120 kbps.

10.2.2 Detailed Design Procedure

Use 1 μ F tantalum or ceramic capacitors.

Typical Application (continued)

10.2.3 Application Curves



11 Power Supply Recommendations

The V_{CC} voltage should be connected to the same power source used for logic device connected to TIN pins. V_{CC} should be between 4.5V and 5.5V.

12 Layout

12.1 Layout Guidelines

Keep the external capacitor traces short. This is more important on C1 and C2 nodes that have the fastest rise and fall times.

12.2 Layout Example

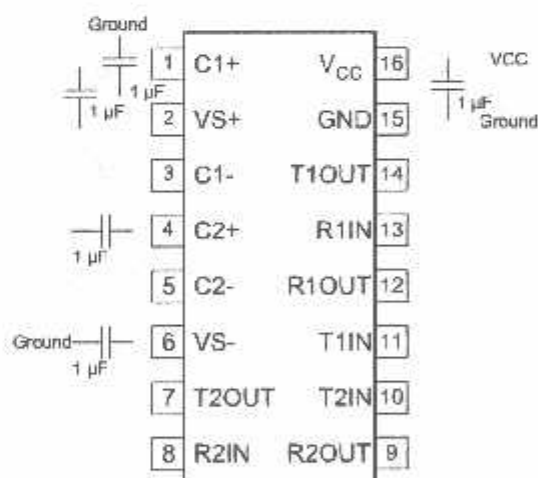


Figure 9. Layout Schematic

13 Device and Documentation Support

13.1 Related Links

The table below lists quick access links. Categories include technical documents, support and community resources, tools and software, and quick access to sample or buy.

Table 3. Related Links

PARTS	PRODUCT FOLDER	SAMPLE & BUY	TECHNICAL DOCUMENTS	TOOLS & SOFTWARE	SUPPORT & COMMUNITY
MAX232	Click here	Click here	Click here	Click here	Click here
MAX232I	Click here	Click here	Click here	Click here	Click here

13.2 Trademarks

All trademarks are the property of their respective owners.

13.3 Electrostatic Discharge Caution



These devices have limited built-in ESD protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

13.4 Glossary

SLYZ022 — *Ti Glossary*.

This glossary lists and explains terms, acronyms and definitions.

14 Mechanical, Packaging, and Orderable Information

The following pages include mechanical packaging and orderable information. This information is the most current data available for the designated devices. This data is subject to change without notice and revision of this document. For browser based versions of this data sheet, refer to the left hand navigation.

8-bit Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash**DATASHEET SUMMARY**

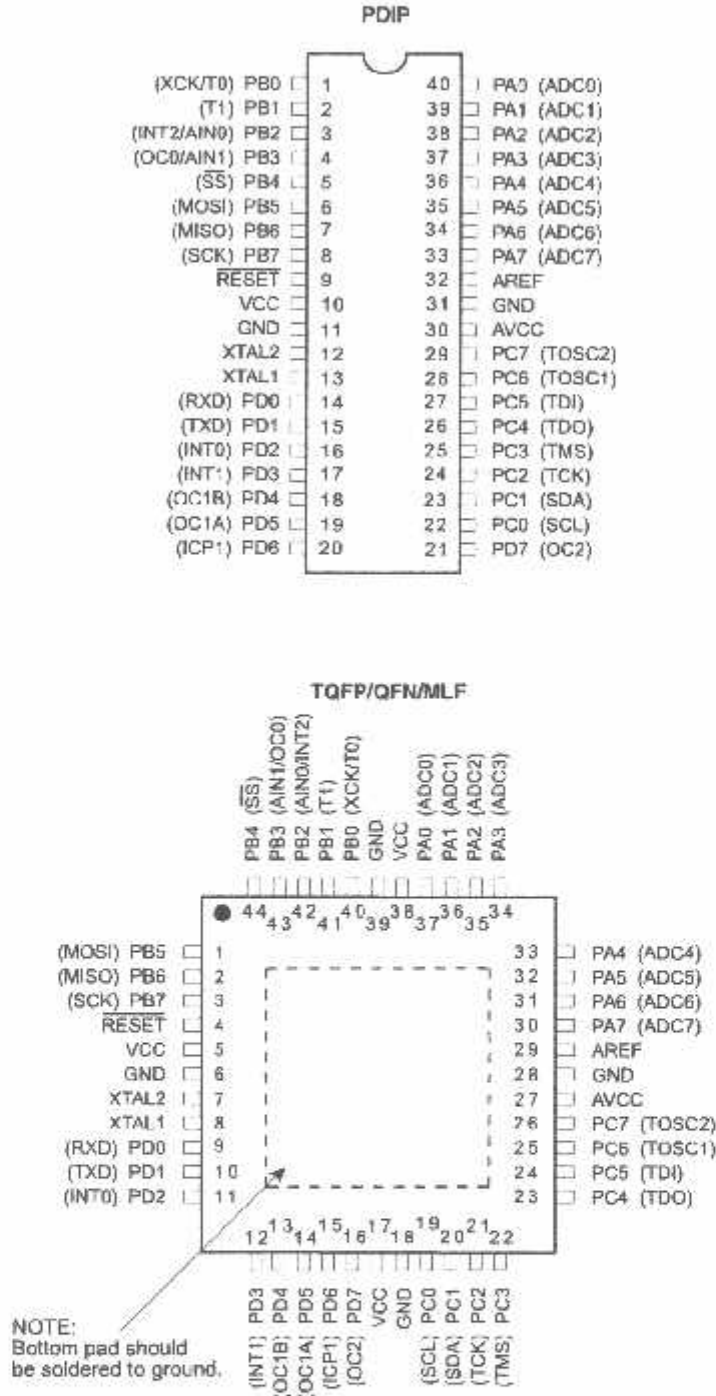
Features

- High-performance, Low-power Atmel AVR 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16MIPS Throughput at 16MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 16KBytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512Bytes EEPROM
 - 1KByte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- 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 in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - 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, and 44-pad QFN/MLF
- **Operating Voltages**
 - 2.7 - 5.5V
- **Speed Grades**
 - 0 - 16MHz
- **Power Consumption @ 1MHz, 3V, and 25°C**
 - Active: 0.6mA
 - Idle Mode: 0.2mA
 - Power-down Mode: < 1µA

1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega16A

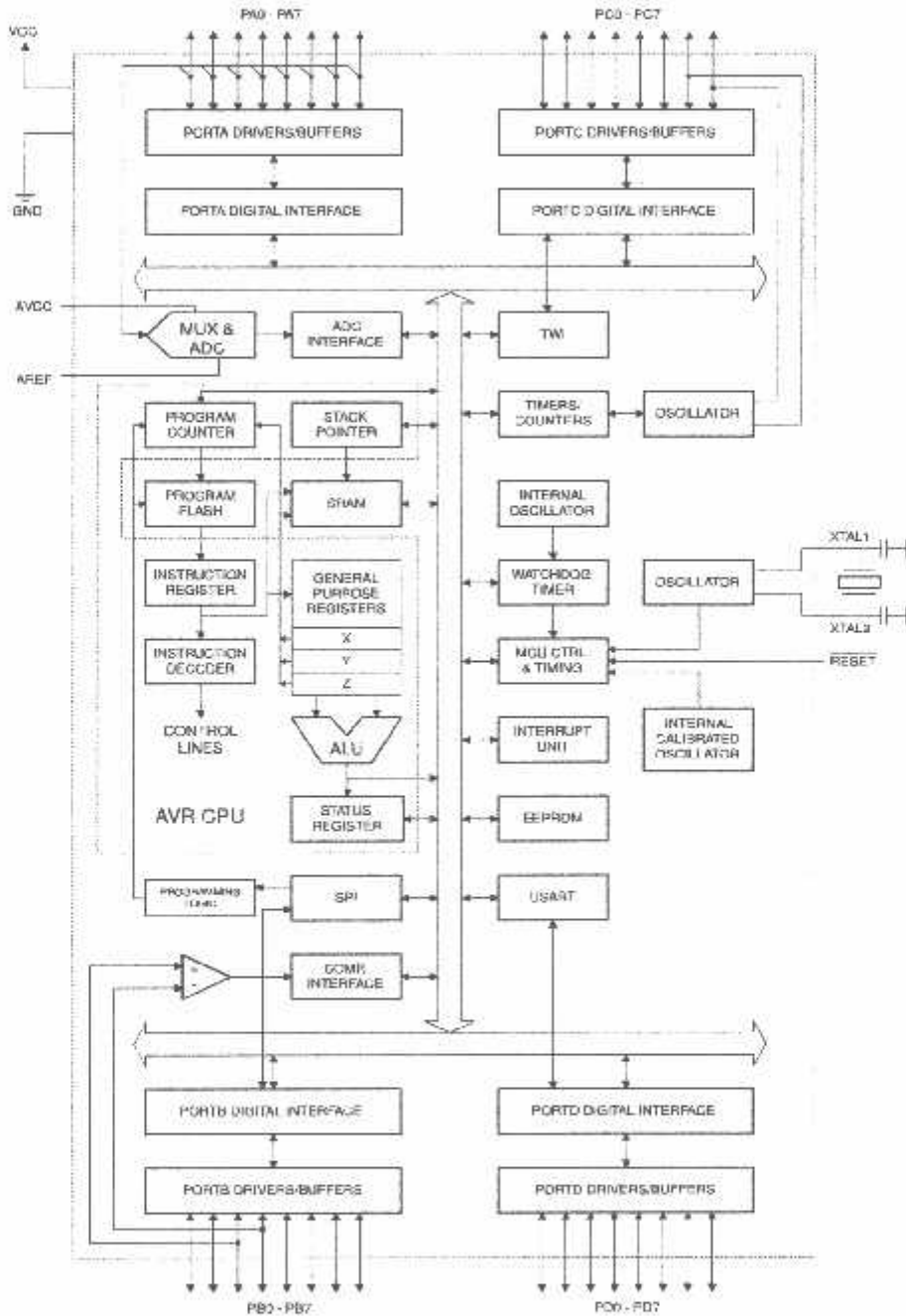


2. Overview

The ATmega16A is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the Atmel AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16A achieves throughputs approaching 1MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



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

The ATmega16A provides the following features: 16Kbytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities; 512bytes EEPROM; 1Kbyte SRAM; 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers; a JTAG Interface for Boundary-scan; On-chip Debugging support and programming; three flexible Timer/Counters with compare modes; Internal and External Interrupts; a serial programmable USART; a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only); a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator; an SPI serial port; and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART; Two-wire interface; A/D Converter; SRAM; Timer/Counters; SPI port; and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmels high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega16A is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega16A is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

2.2 Pin Descriptions

2.2.1 VCC

Digital supply voltage.

2.2.2 GND

Ground.

2.2.3 Port A (PA7:PA0)

Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

2.2.4 Port B (PB7:PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16A as listed on [page 57](#).

2.2.5 Port C (PC7:PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.

Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16A as listed on [page 59](#).

2.2.6 Port D (PD7:PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16A as listed on [page 62](#).

2.2.7 $\overline{\text{RESET}}$

Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in [Table 27-2 on page 281](#). Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

2.2.8 XTAL1

Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the Internal clock operating circuit.

2.2.9 XTAL2

Output from the inverting Oscillator amplifier.

2.2.10 AVCC

AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.

2.2.11 AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

3. Resources

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

4. Data Retention

Reliability Qualification results show that the projected data retention failure rate is much less than 1 PPM over 20 years at 85°C or 100 years at 25°C.

5. About Code Examples

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

6. Register Summary

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
\$3F (\$5F)	SREG	I	T	H	S	V	N	Z	C	9
\$3E (\$5E)	SPH	-	-	-	-	-	SP10	SP9	SP8	11
\$3D (\$5D)	SPL	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0	11
\$3C (\$5C)	OCR0	Timer/Counter0 Output Compare Register								81
\$3B (\$5B)	ICR	INT1	INT0	INT2	-	-	-	IVSEL	IVCE	47, 67
\$3A (\$5A)	GIFR	INTF1	INTF0	INTF2	-	-	-	-	-	86
\$39 (\$59)	TIMSK	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	82, 109, 128
\$38 (\$58)	TIFR	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0	82, 110, 128
\$37 (\$57)	SPMDR	SPMIE	RWWSB	-	RWWSRE	BLBSE1	PGWRT	HGBE5	SPMEN	242
\$36 (\$56)	TWCR	TWINT	TWEA	TWSTA	TWSTO	TWWC	TWEN	-	TWIE	189
\$35 (\$55)	MCUCR	SM2	SE	SM1	SM0	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00	35, 66
\$34 (\$54)	MCUCSR	JTD	ISC2	-	JTRF	WDRF	BORF	EXTRF	PORF	41, 67, 236
\$33 (\$53)	TCCR0	FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00	79
\$32 (\$52)	TCNT0	Timer/Counter0 (8 Bits)								81
\$31 (\$51)	OSCCAL	Oscillator Calibration Register								30
	CCDR	On-Chip Debug Register								218
\$30 (\$50)	SFIOR	ADTS2	ADTS1	ADTS0	-	ACME	PUD	PSR2	PSR10	64, 84, 129, 194, 212
\$2F (\$4F)	TCCR1A	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	105
\$2E (\$4E)	TCCR1B	ICNC1	ICES1	-	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	107
\$2D (\$4D)	TCNT1H	Timer/Counter1 - Counter Register High Byte								106
\$2C (\$4C)	TCNT1L	Timer/Counter1 - Counter Register Low Byte								106
\$2B (\$4B)	OCR1AH	Timer/Counter1 - Output Compare Register A High Byte								109
\$2A (\$4A)	OCR1AL	Timer/Counter1 - Output Compare Register A Low Byte								109
\$29 (\$49)	OCR1BH	Timer/Counter1 - Output Compare Register B High Byte								109
\$28 (\$48)	OCR1BL	Timer/Counter1 - Output Compare Register B Low Byte								109
\$27 (\$47)	ICR1H	Timer/Counter1 - Input Capture Register High Byte								109
\$26 (\$46)	ICR1L	Timer/Counter1 - Input Capture Register Low Byte								109
\$25 (\$45)	TCCR2	FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20	125
\$24 (\$44)	TCNT2	Timer/Counter2 (8 Bits)								127
\$23 (\$43)	OCR2	Timer/Counter2 Output Compare Register								127
\$22 (\$42)	ASSR	-	-	-	-	AS2	TCN2UB	OCR2UB	TCR2UB	127
\$21 (\$41)	WDTCR	-	-	-	WDTOE	WDF	WDFP	WDFP1	WDFP0	41
\$20 (\$40)	UBRRH	URSEL	-	-	-	-	UBRR[1:5]			162
	UCSR0C	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCS21	UCS20	UCPOL	161
\$1F (\$3F)	EEARH	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8	20
\$1E (\$3E)	EEARL	EEPROM Address Register Low Byte								20
\$1D (\$3D)	EEDR	EEPROM Data Register								20
\$1C (\$3C)	EEDR	-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EEMWE	EERE	20
\$1B (\$3B)	PORTA	PORTA7	PORTA6	PORTA5	PORTA4	PORTA3	PORTA2	PORTA1	PORTA0	64
\$1A (\$3A)	DDRA	DDA7	DDA6	DDA5	DDA4	DDA3	DDA2	DDA1	DDA0	64
\$19 (\$39)	PINA	PINA7	PINA6	PINA5	PINA4	PINA3	PINA2	PINA1	PINA0	64
\$18 (\$38)	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	64
\$17 (\$37)	DDRB	DDB7	DDB6	DDB5	DDB4	DDB3	DDB2	DDB1	DDB0	64
\$16 (\$36)	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	65
\$15 (\$35)	PORTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	65
\$14 (\$34)	DDRC	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	65
\$13 (\$33)	PINC	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	65
\$12 (\$32)	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	65
\$11 (\$31)	DDRD	DDD7	DDD6	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0	65
\$10 (\$30)	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	65
\$0F (\$2F)	SPDR	SPI Data Register								138
\$0E (\$2E)	SPSR	SPIF	WCOL	-	-	-	-	-	SP1X	138
\$0D (\$2D)	SPCR	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	137
\$0C (\$2C)	UDR	USART I/O Data Register								158
\$0B (\$2B)	UCGRA	RXC	TXC	JDRE	FE	DDR	PE	U2X	MPCM	169
\$0A (\$2A)	UCSRB	RXCIE	TXCIE	JDRE	RXEN	TXEN	UCS21	RXB8	TXB8	169
\$09 (\$29)	UBRR0L	USART Baud Rate Register Low Byte								162
\$08 (\$28)	ACSR	ACD	ACBG	ACD	ACI	ACIE	ACIC	ACIS1	ACIS0	184
\$07 (\$27)	ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	208
\$06 (\$26)	ADCSRA	ADFN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	210
\$05 (\$25)	ADCH	ADC Data Register High Byte								211
\$04 (\$24)	ADCL	ADC Data Register Low Byte								211
\$03 (\$23)	IWDNR	Two-wire Serial Interface Data Register								191
\$02 (\$22)	TWAR	TWA6	TWA5	TWA4	TWA3	TWA2	TWA1	TWA0	TWGFCE	192
\$01 (\$21)	TWSR	TWS7	TWS6	TWS5	TWS4	TWS3	-	TWPS1	TWPS0	191
\$00 (\$20)	TWBR	Two-wire Serial Interface Bit Rate Register								189

- Notes:
1. When the OCDEN Fuse is unprogrammed, the OSCCAL Register is always accessed on this address. Refer to the debugger specific documentation for details on how to use the OCDR Register.
 2. Refer to the USART description for details on how to access UBRRH and UCSRC.
 3. For compatibility with future devices, reserved bits should be written to zero if accessed. Reserved I/O memory addresses should never be written.
 4. Some of the Status Flags are cleared by writing a logical one to them. Note that the CBI and SBI instructions will operate on all bits in the I/O Register, writing a one back into any flag read as set, thus clearing the flag. The CBI and SBI instructions work with registers \$00 to \$1F only.

7. Instruction Set Summary

Mnemonic	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
ARITHMETIC AND LOGIC INSTRUCTIONS					
ADD	Rd, Rr	Add two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	Z,C,N,V,H	1
ADC	Rd, Rr	Add with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	Z,C,N,V,H	1
ADIW	Rd, K	Add Immediate to Word	$RdH:RdL \leftarrow RdH:RdL + K$	Z,C,N,V,S	2
SUB	Rd, Rr	Subtract two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	Z,C,N,V,H	1
SUBI	Rd, K	Subtract Constant from Register	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z,C,N,V,H	1
SBC	Rd, Rr	Subtract with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	Z,C,N,V,H	1
SBCI	Rd, K	Subtract with Carry Constant from Reg.	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	Z,C,N,V,H	1
SBIW	Rd, K	Subtract Immediate from Word	$RdH:RdL \leftarrow RdH:RdL - K$	Z,C,N,V,S	2
AND	Rd, Rr	Logical AND Registers	$Rd \leftarrow Rd \& Rr$	Z,N,V	1
ANDI	Rd, K	Logical AND Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \& K$	Z,N,V	1
OR	Rd, Rr	Logical OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	Z,N,V	1
ORI	Rd, K	Logical OR Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
EOR	Rd, Rr	Exclusive OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	Z,N,V	1
COM	Rd	One's Complement	$Rd \leftarrow \text{SFF} - Rd$	Z,C,N,V	1
NEG	Rd	Two's Complement	$Rd \leftarrow \text{S00} - Rd$	Z,C,N,V,H	1
SBR	Rd, K	Set Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
CBR	Rd, K	Clear Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \& (\text{SFF} - K)$	Z,N,V	1
INC	Rd	Increment	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z,N,V	1
DEC	Rd	Decrement	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z,N,V	1
TST	Rd	Test for Zero or Minus	$Rd \leftarrow Rd \& Rd$	Z,N,V	1
CLR	Rd	Clear Register	$Rd \leftarrow Rd \& \text{C.Rd}$	Z,N,V	1
SER	Rd	Set Register	$Rd \leftarrow \text{SFT}$	None	1
MUL	Rd, Rr	Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
MULS	Rd, Rr	Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
MULSU	Rd, Rr	Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
FMUL	Rd, Rr	Fractional Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
FMULS	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
FMULSU	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
BRANCH INSTRUCTIONS					
RJMP	k	Relative Jump	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	2
IJMP		Indirect Jump to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	2
JMP	k	Direct Jump	$PC \leftarrow k$	None	3
RCALL	k	Relative Subroutine Call	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	2
ICALL		Indirect Call to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	3
CALL	k	Direct Subroutine Call	$PC \leftarrow k$	None	4
RET		Subroutine Return	$PC \leftarrow \text{STACK}$	None	4
RETI		Interrupt Return	$PC \leftarrow \text{STACK}$	I	4
CPSR	Rd, Rr	Compare, Skip if Equal	$\text{if } (Rd = Rr) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
CP	Rd, Rr	Compare	$Rd - Rr$	Z, N, V, C, H	1
CPC	Rd, Rr	Compare with Carry	$Rd - Rr - C$	Z, N, V, C, H	1
CFI	Rd, K	Compare Register with Immediate	$Rd - K$	Z, N, V, C, H	1
SBRC	Rr, b	Skip if Bit in Register Cleared	$\text{if } (Rr[b] = 0) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
SBRS	Rr, b	Skip if Bit in Register is Set	$\text{if } (Rr[b] = 1) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
SBIC	P, b	Skip if Bit in I/O Register Cleared	$\text{if } (P[b] = 0) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
SBIS	P, b	Skip if Bit in I/O Register is Set	$\text{if } (P[b] = 1) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
BRBS	s, k	Branch if Status Flag Set	$\text{if } (\text{SREG}[s] = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRBC	s, k	Branch if Status Flag Cleared	$\text{if } (\text{SREG}[s] = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BREQ	k	Branch if Equal	$\text{if } (Z = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRNE	k	Branch if Not Equal	$\text{if } (Z = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRCS	k	Branch if Carry Set	$\text{if } (C = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRCC	k	Branch if Carry Cleared	$\text{if } (C = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRSH	k	Branch if Same or Higher	$\text{if } (C = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRLO	k	Branch if Lower	$\text{if } (C = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRMI	k	Branch if Minus	$\text{if } (N = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRPL	k	Branch if Plus	$\text{if } (N = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRGE	k	Branch if Greater or Equal, Signed	$\text{if } (N \oplus V = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRLT	k	Branch if Less Than Zero, Signed	$\text{if } (N \oplus V = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRHS	k	Branch if Half Carry Flag Set	$\text{if } (H = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRHC	k	Branch if Half Carry Flag Cleared	$\text{if } (H = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRTS	k	Branch if T Flag Set	$\text{if } (T = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRTC	k	Branch if T Flag Cleared	$\text{if } (T = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2

Mnemonics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
BRVS	k	Branch if Overflow Flag is Set	$f(V=1)$ then $PC \leftarrow PC+k-1$	None	1/2
BRVC	k	Branch if Overflow Flag is Cleared	$f(V=0)$ then $PC \leftarrow PC+k+1$	None	1/2
BRIE	k	Branch if Interrupt Enabled	$f(I=1)$ then $PC \leftarrow PC+k+1$	None	1/2
BRID	k	Branch if Interrupt Disabled	$f(I=0)$ then $PC \leftarrow PC+k+1$	None	1/2
DATA TRANSFER INSTRUCTIONS					
MOV	Rd, Rr	Move Between Registers	$Rd \leftarrow Rr$	None	1
MOVW	Rd, Rr	Copy Register Word	$Rd+1:Rd \leftarrow Rr+1:Rr$	None	1
LDI	Rd, K	Load Immediate	$Rd \leftarrow K$	None	1
LD	Rd, X	Load Indirect	$Rd \leftarrow (X)$	None	2
LD	Rd, X+	Load Indirect and Post-Inc	$Rd \leftarrow (X), X \leftarrow X+1$	None	2
LD	Rd, -X	Load Indirect and Pre-Dec	$X \leftarrow X-1, Rd \leftarrow (X)$	None	2
LD	Rd, Y	Load Indirect	$Rd \leftarrow (Y)$	None	2
LD	Rd, Y+	Load Indirect and Post-Inc	$Rd \leftarrow (Y), Y \leftarrow Y+1$	None	2
LD	Rd, -Y	Load Indirect and Pre-Dec	$Y \leftarrow Y-1, Rd \leftarrow (Y)$	None	2
LDD	Rd, Y+q	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow (Y+q)$	None	2
LD	Rd, Z	Load Indirect	$Rd \leftarrow (Z)$	None	2
LD	Rd, Z+	Load Indirect and Post-Inc	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z+1$	None	2
LD	Rd, -Z	Load Indirect and Pre-Dec	$Z \leftarrow Z-1, Rd \leftarrow (Z)$	None	2
LDD	Rd, Z+q	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow (Z+q)$	None	2
LDS	Rd, k	Load Direct from SRAM	$Rd \leftarrow (k)$	None	2
ST	X, Rr	Store Indirect	$(X) \leftarrow Rr$	None	2
ST	X+, Rr	Store Indirect and Post-Inc	$(X) \leftarrow Rr, X \leftarrow X+1$	None	2
ST	-X, Rr	Store Indirect and Pre-Dec	$X \leftarrow X-1, (X) \leftarrow Rr$	None	2
ST	Y, Rr	Store Indirect	$(Y) \leftarrow Rr$	None	2
ST	Y+, Rr	Store Indirect and Post-Inc	$(Y) \leftarrow Rr, Y \leftarrow Y+1$	None	2
ST	-Y, Rr	Store Indirect and Pre-Dec	$Y \leftarrow Y-1, (Y) \leftarrow Rr$	None	2
STD	Y+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$(Y+q) \leftarrow Rr$	None	2
ST	Z, Rr	Store Indirect	$(Z) \leftarrow Rr$	None	2
ST	Z+, Rr	Store Indirect and Post-Inc	$(Z) \leftarrow Rr, Z \leftarrow Z+1$	None	2
ST	-Z, Rr	Store Indirect and Pre-Dec	$Z \leftarrow Z-1, (Z) \leftarrow Rr$	None	2
STD	Z+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$(Z+q) \leftarrow Rr$	None	2
STS	k, Rr	Store Direct to SRAM	$(k) \leftarrow Rr$	None	2
LPM		Load Program Memory	$R0 \leftarrow (Z)$	None	3
LPM	Rd, Z	Load Program Memory	$Rd \leftarrow (Z)$	None	3
LPM	Rd, Z+	Load Program Memory and Post-Inc	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z+1$	None	3
SPM		Store Program Memory	$(Z) \leftarrow R0:R0$	None	-
IN	Rd, P	In Port	$Rd \leftarrow P$	None	1
OUT	P, Rr	Out Port	$P \leftarrow Rr$	None	1
PLSH	Rr	Push Register on Stack	$STACK \leftarrow Rr$	None	5
POP	Rd	Pop Register from Stack	$Rd \leftarrow STACK$	None	2
BIT AND BIT-TEST INSTRUCTIONS					
SBI	P, b	Set Bit in I/O Register	$(IOP, b) \leftarrow 1$	None	2
CBI	P, b	Clear Bit in I/O Register	$(IOP, b) \leftarrow 0$	None	2
LSL	Rd	Logical Shift Left	$Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), Rd(0) \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
LSR	Rd	Logical Shift Right	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), Rd(7) \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
ROL	Rd	Rotate Left Through Carry	$Rd(0) \leftarrow C, Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), C \leftarrow Rd(7)$	Z, C, N, V	1
ROR	Rd	Rotate Right Through Carry	$Rd(7) \leftarrow C, Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), C \leftarrow Rd(0)$	Z, C, N, V	1
ASR	Rd	Arithmetic Shift Right	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), n=0:6$	Z, C, N, V	1
SWAP	Rd	Swap Nibbles	$Rd(3:0) \leftarrow Rd(7:4), Rd(7:4) \leftarrow Rd(3:0)$	None	1
BSET	s	Flag Set	$SREG(s) \leftarrow 1$	SREG(s)	1
BCLR	s	Flag Clear	$SREG(s) \leftarrow 0$	SREG(s)	1
BST	Rr, b	Bit Store from Register to T	$T \leftarrow Rr(b)$	T	1
BLD	Rd, b	Bit Load from T to Register	$Rd(b) \leftarrow T$	None	1
SEC		Set Carry	$C \leftarrow 1$	C	1
CLC		Clear Carry	$C \leftarrow 0$	C	1
SEN		Set Negative Flag	$N \leftarrow 1$	N	1
CIN		Clear Negative Flag	$N \leftarrow 0$	N	1
SEZ		Set Zero Flag	$Z \leftarrow 1$	Z	1
CLZ		Clear Zero Flag	$Z \leftarrow 0$	Z	1
SEI		Global Interrupt Enable	$I \leftarrow 1$	I	1
CLI		Global Interrupt Disable	$I \leftarrow 0$	I	1
SEs		Set Signed Test Flag	$S \leftarrow 1$	S	1
CLs		Clear Signed Test Flag	$S \leftarrow 0$	S	1
SEV		Set Twos Complement Overflow	$V \leftarrow 1$	V	1
CLV		Clear Twos Complement Overflow	$V \leftarrow 0$	V	1
SET		Set T in SREG	$T \leftarrow 1$	T	1

Mnemon-ics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
CLT		Clear T in SREG	$T \leftarrow 0$	T	1
SEH		Set Half Carry Flag in SREG	$H \leftarrow 1$	H	1
CLH		Clear Half Carry Flag in SREG	$H \leftarrow 0$	H	1
MCU CONTROL INSTRUCTIONS					
NOP		No Operation		None	1
SLEEP		Sleep	(see specific descr. for Sleep function)	None	1
WDR		Watchdog Reset	(see specific descr. for WDR/timer)	None	1
BREAK		Break	For On-Chip Debug Only	None	N/A

8. Ordering Information

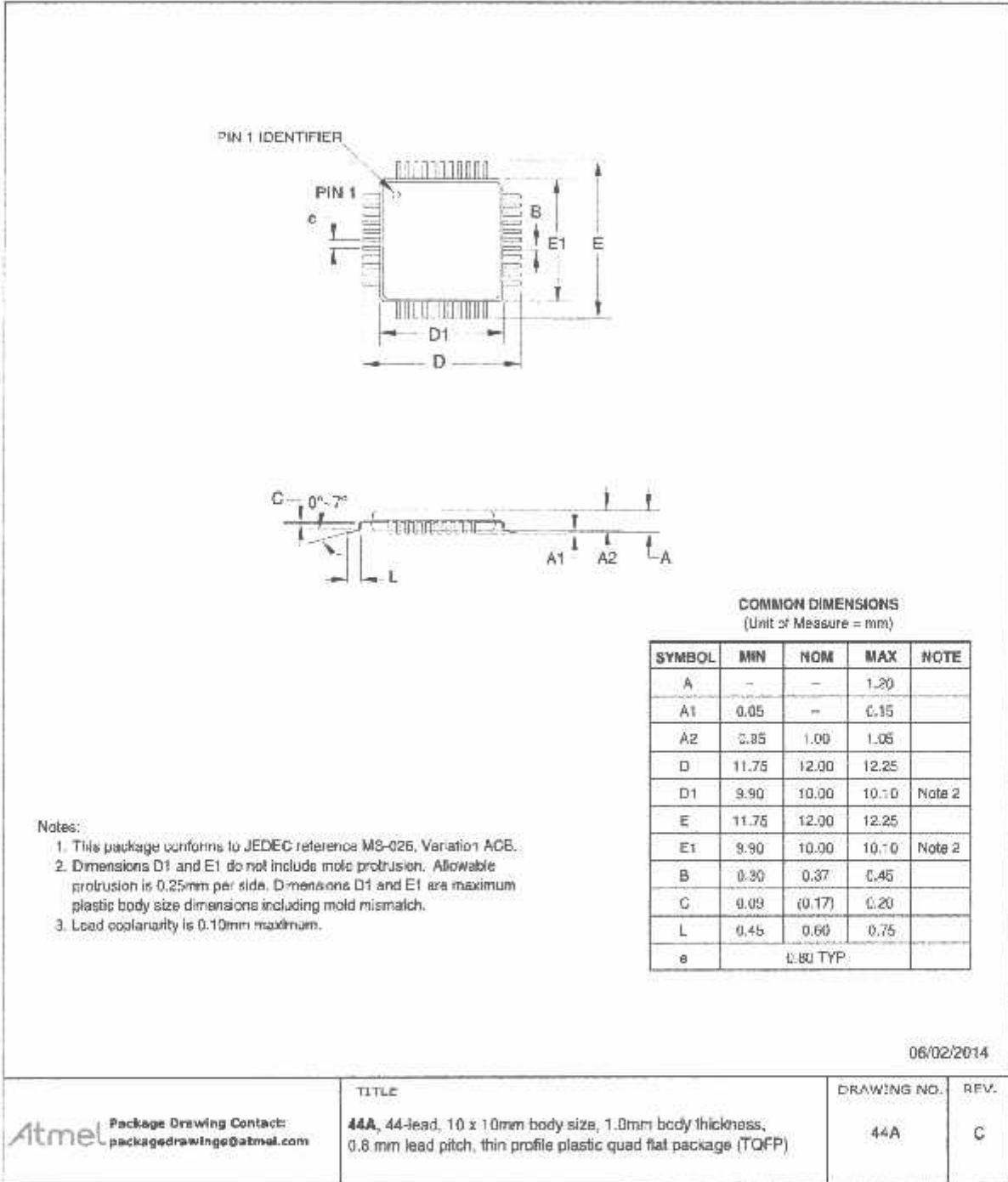
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code ⁽¹⁾	Package	Operation Range
16	2.7 - 5.5V	ATmega16A-AU ATmega16A-AUR ⁽²⁾ ATmega16A-PU ATmega16A-MU ATmega16A-MUR ⁽²⁾	44A 44A 40P6 44M1 44M1	Industrial (-40°C to 85°C)

- Notes: 1. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
2. Tape & Reel.

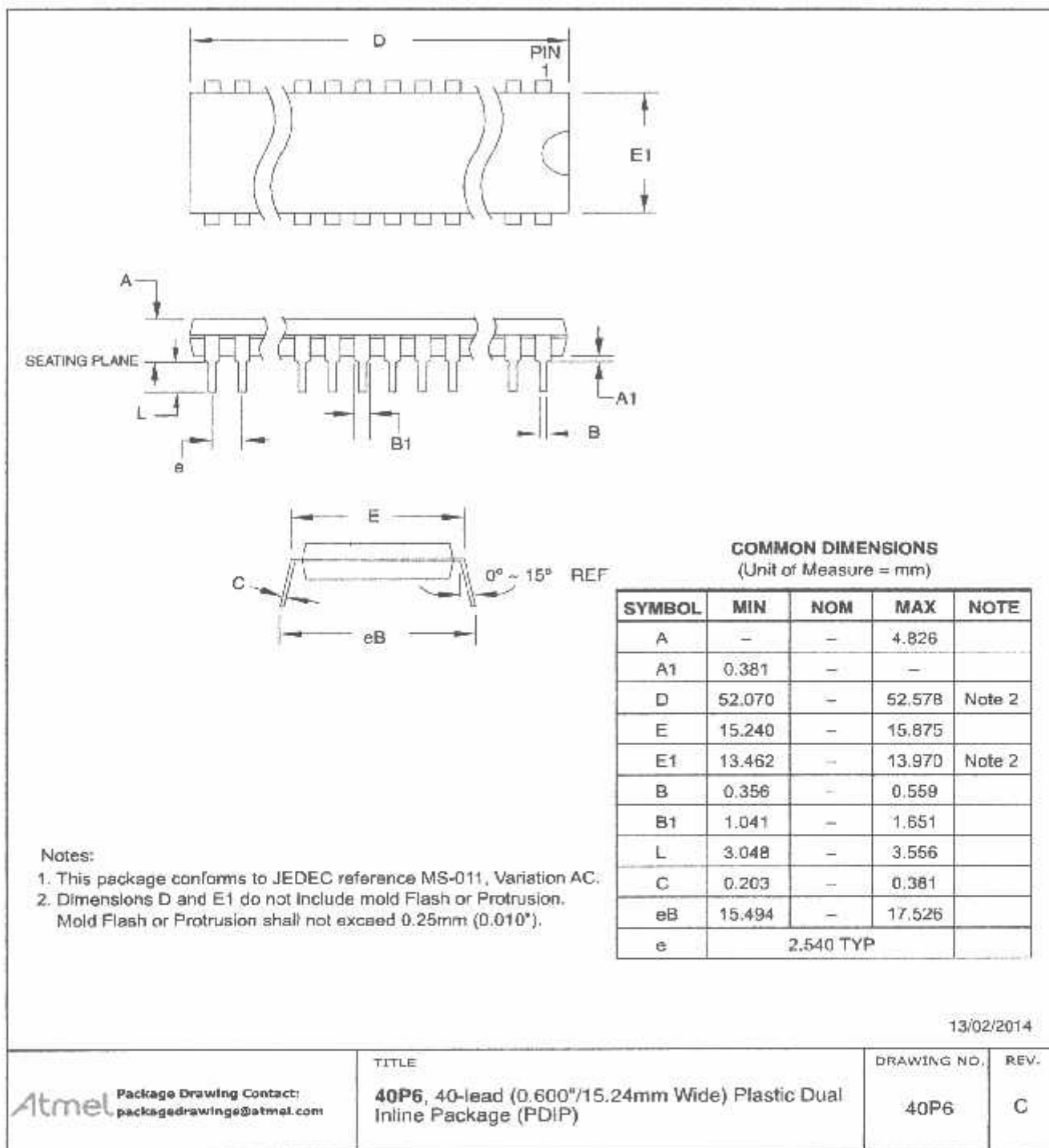
Package Type	
44A	44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
40P6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44M1	44-pad, 7 x 7 x 1.0mm body, lead pitch 0.50mm, Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)

9. Packaging Information

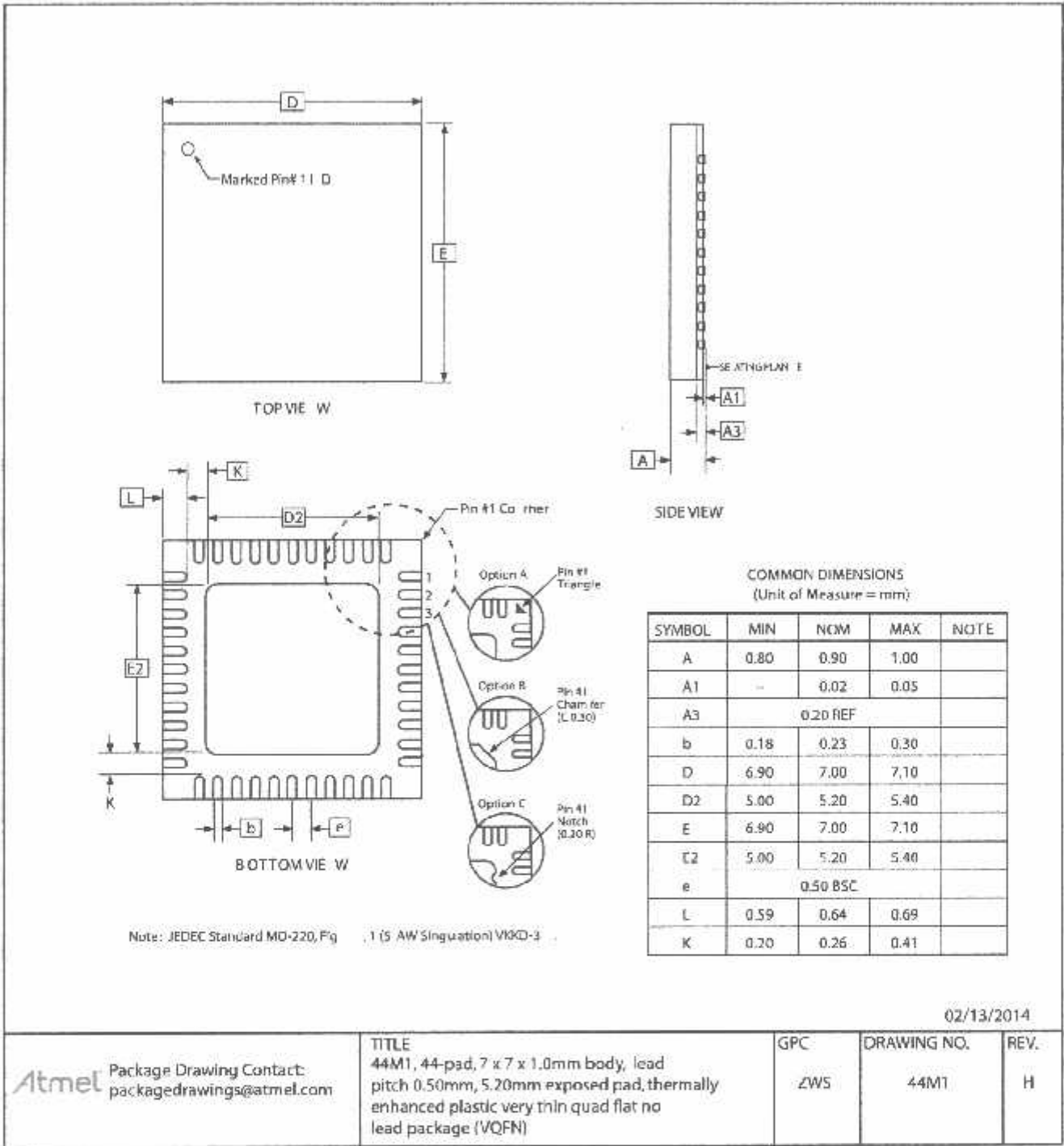
9.1 44A



9.2 40P6



9.3 44M1



10. Errata

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega16A device.

10.1 ATmega16A rev. N to rev. Q

- First Analog Comparator conversion may be delayed
- Interrupts may be lost when writing the timer registers in the asynchronous timer
- IDCODE masks data from TDI input
- Reading EEPROM by using ST or STS to set EERE bit triggers unexpected interrupt request

1. First Analog Comparator conversion may be delayed

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

Problem Fix/Workaround

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

2. Interrupts may be lost when writing the timer registers in the asynchronous timer

The interrupt will be lost if a timer register that is synchronous timer clock is written when the asynchronous Timer/Counter register (TCNTx) is 0x00.

Problem Fix/Workaround

Always check that the asynchronous Timer/Counter register neither have the value 0xFF nor 0x00 before writing to the asynchronous Timer Control Register (TCCRx), asynchronous Timer Counter Register (TCNTx), or asynchronous Output Compare Register (OCRx).

3. IDCODE masks data from TDI input

The JTAG instruction IDCODE is not working correctly. Data to succeeding devices are replaced by all-ones during Update-DR.

Problem Fix / Workaround

- If ATmega16A is the only device in the scan chain, the problem is not visible.
- Select the Device ID Register of the ATmega16A by issuing the IDCODE instruction or by entering the Test-Logic-Reset state of the TAP controller to read out the contents of its Device ID Register and possibly data from succeeding devices of the scan chain. Issue the BYPASS instruction to the ATmega16A while reading the Device ID Registers of preceding devices of the boundary scan chain.
- If the Device IDs of all devices in the boundary scan chain must be captured simultaneously, the ATmega16A must be the first device in the chain.

4. Reading EEPROM by using ST or STS to set EERE bit triggers unexpected interrupt request.

Reading EEPROM by using the ST or STS command to set the EERE bit in the EECR register triggers an unexpected EEPROM interrupt request.

Problem Fix / Workaround

Always use OUT or SBI to set EERE in EECR.

11. Datasheet Revision History

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

Rev. 8154C –07/2014

1. Atmel brand style guide and datasheet template of 2014-0502 updated in datasheet including the last page.
2. Updated the Ordering Code to include Tape & Reel part numbers.
3. Removed notes 6 and 7 concerning actual low period in Table 27-4 on page 282.
4. Changed notes 3, 4 and 5, removed note 6 concerning TQFP/MLF packages in Section 27.2, "DC Characteristics" on page 278.

Rev. 8154B – 07/09

1. Updated "Errata" on page 17.
2. Updated the last page with Atmel's new addresses.

Rev. 8154A – 06/08

1. Initial revision (Based on the ATmega16/L datasheet revision 2466R-AVR-05/08)
Changes done compared ATmega16/L datasheet revision 2466R-AVR-05/08:
 - Updated description in "Stack Pointer" on page 11.
 - All Electrical characteristics is moved to "Electrical Characteristics" on page 278.
 - Register descriptions are moved to sub sections at the end of each chapter.
 - Added "Speed Grades" on page 280.
 - New graphs in "Typical Characteristics" on page 289.
 - New "Ordering Information" on page 13.

Atmel[®] : Enabling Unlimited Possibilities[™]



Atmel Corporation | 1600 Technology Drive, San Jose, CA 95110 USA | T: (+1)(408) 441.0311 | F: (+1)(408) 436.4200 | www.atmel.com

© 2014 Atmel Corporation. / Rev.: Atmel-8154CS-8-bit-AVR-ATmega16A_Datasheet Summary-07/2014.

Atmel[®], Atmel logo and combinations thereof, Enabling Unlimited Possibilities[™], AVR[®] and others are registered trademarks or trademarks of Atmel Corporation in U.S. and other countries. Other terms and product names may be trademarks of others.

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

SAFETY-CRITICAL, MILITARY, AND AUTOMOTIVE APPLICATIONS DISCLAIMER: Atmel products are not designed for and will not be used in connection with any applications where the failure of such products would reasonably be expected to result in significant personal injury or death ("Safety-Critical Applications") without an Atmel officer's specific written consent. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Atmel products are not designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments unless specifically designated by Atmel as military-grade. Atmel products are not designed nor intended for use in automotive applications unless specifically designated by Atmel as automotive-grade.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Bojonegoro pada tanggal 17 April 1993 dari ayah Nursyam dan ibu Nanik Purwaningsih. Penulis merupakan putra Ketiga dari 3 bersaudara. Penulis memulai pendidikan pada tahun 1999 di SDN 1 Padangan Kecamatan Padangan Kabupaten Bojonegoro. Pertengahan tahun 2005 penulis menempuh pendidikan di SMP Negeri 1 Padangan Kecamatan Padangan Kabupaten Bojonegoro sampai tahun 2008. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Padangan Kecamatan Padangan Kabupaten Bojonegoro mulai tahun 2008 dan lulus tahun 2011, kemudian pada tahun yang sama penulis melanjutkan studi di perguruan tinggi Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis memilih Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika, Fakultas Teknologi Industri dan diwisuda tanggal 26 September 2015, dengan judul Skripsi “ Rancang Bangun Prototipe Posisi Kecelakaan Dini Pada Taksi Dengan Pelaporan Koordinat Berbasis ATMega 16”. Selama menjadi mahasiswa, penulis menjadi asisten Laboratorium Rangkaian Listrik dan Pengukuran pada tahun 2012 sampai 2015.
