

**SISTEM PENGHITUNG JARAK DAN KECEPATAN KERETA API
MENGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER MMA7361 SEBAGAI
SARANA INFORMASI BAGI PENUMPANG**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



DISUSUN OLEH :

ABU ISMAIL PRIBADI

NIM. 105060300111068-63

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

**SISTEM PENGHITUNG JARAK DAN KECEPATAN KERETA API
MENGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER MMA7361 SEBAGAI
SARANA INFORMASI BAGI PENUMPANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

ABU ISMAIL PRIBADI

NIM. 105060300111068-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Nurussa'adah, Ir., MT.
NIP. 19680706 199203 2 001

Akhmad Zainuri, ST., MT.
NIP. 19840120 201212 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM PENGHITUNG JARAK DAN KECEPATAN KERETA API
MENGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER MMA7361 SEBAGAI
SARANA INFORMASI BAGI PENUMPANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

ABU ISMAIL PRIBADI

NIM. 105060300111068-63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 12 Agustus 2014

DOSEN PENGUJI

Ir. M. Julius St., MS.
NIP. 19540720 198203 1 002

Dr-Ing. Onny Setyawati, ST., MT., M.Sc.
NIP. 19540720 198203 1 002

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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M Azis Muslim ST., MT
NIP. 19710615 199802 1 003

PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala petunjuk dan nikmat-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi berjudul “Sistem Penghitung Jarak dan Kecepatan Menggunakan Sensor *Accelerometer* MMA7361 Sebagai Sarana Informasi Bagi Penumpang” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Berdasarkan hal tersebut, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

- Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang telah diberikan,
- Rosulullah Muhammad SAW, semoga shalawat serta salam selalu tercurah kepada beliau,
- Ayah dan Ibu atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya didalam membesarkan dan mendidik penulis, serta telah banyak mendoakan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
- Kurnia Ida Cahyani, Dewi Kurnia Sari, Bilqis Putri Yuana dan Tri Ratna Mandasari tersayang atas motivasi dan doanya,
- Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Moch. Rif’an, ST., MT. selaku Ketua Prodi Strata Satu Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Ibu Ir. Nurussa’adah, MT. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya serta sebagai Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, pengarahan, saran, dan kritik yang telah diberikan,
- Bapak Akhmad Zainuri, ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, saran, dan kritik yang telah diberikan,
- Seluruh dosen pengajar Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Staff Jurusan Teknik Elektro,
- Teman – teman Magnet angkatan 2010,

- Para sahabat Faisol, Chanti, Laras, Wahyu, Dona, Erwin, Hifni, dan Habibi terima kasih atas motivasinya,
- Rekan seperjuangan dalam skripsi, Anas(anten), Tanshu(abah), Very, Basori, Agwin, Erwan, Ari, Adiyatma, Vicky, Rita, Zara, Erny, dan Nuni terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan,
- Rekan-rekan Tim Robot Kontes Robot Seni Indonesia, Tegar, Bustanul, Bayu(emon), Rony, Septian dan Firman terima kasih atas segala bantuan dan semangat yang telah diberikan,
- Seluruh Keluarga Besar Tim Robot UB Jurusan Teknik Elektro atas segala bantuan alat, bahan, dan masukan – masukan yang telah diberikan,
- Seluruh Keluarga Besar Anggota Laboratorium Sistem Digital Jurusan Teknik Elektro atas segala bantuan alat, bahan, dan masukan – masukan yang telah diberikan,
- Sekret KRAI, secret KRPAI, secret KRSI, dan Laboratorium Mekatronika yang selama ini telah menyediakan tempat bagi penulis dalam mengerjakan skripsi ini,
- Seluruh teman-teman serta semua pihak yang tidak mungkin bagi penulis untuk mencantumkan satu-persatu, terimakasih banyak atas bantuan dan dukungannya. Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi masyarakat.



DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
ABSTRAK	vii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Kontribusi penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mikrokontroler ATmega32	5
2.1.1 ADC Mikrokontroler	8
2.2 Sensor <i>Accelerometer</i>	9
2.2.1 Perhitungan Kecepatan	11
2.3 LCD (Liquid Crystal Display) M1632	12
2.4 Modul MP3 Player.....	13
2.5 Speaker	14
2.6 Komunikasi Serial	15
METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Studi Literatur.....	16
3.2 Penentuan Spesifikasi Alat	16
3.3 Perancangan Perangkat Keras	16
3.4 Pengujian Tiap – Tiap Blok.....	17
3.5 Perancangan Software	17

3.6	Pengujian Keseluruhan Sistem	17
3.7	Pengambilan Data dan Kesimpulan.....	17
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....		18
4.1	Perancangan Sistem.....	18
4.2	Perancangan Perangkat keras	20
4.2.1	Perancangan Rangkaian Regulator.....	20
4.2.2	Perancangan Rangkaian Mikrokontroler.....	21
4.2.3	Perancangan Sensor <i>Accelerometer</i>	22
4.2.4	Perancangan Modul MP3	23
4.2.5	Perancangan Penguat Suara.....	24
4.2.6	Perancangan Konfigurasi LCD.....	25
4.3	Perancangan Perangkat Lunak.....	25
PENGUJIAN DAN ANALISIS.....		28
5.1	Pengujian ADC Mikrokontroler	28
5.2	Pengujian Sensor <i>Accelerometer</i>	29
5.3	Pengujian Modul MP3 TDB380.....	32
5.4	Pengujian Penguat Suara	33
5.5	Pengujian LCD	34
KESIMPULAN DAN SARAN.....		37
6.1	Kesimpulan.....	37
6.2	Saran	37
LAMPIRAN I.....		39
LAMPIRAN II		40
LAMPIRAN III.....		41

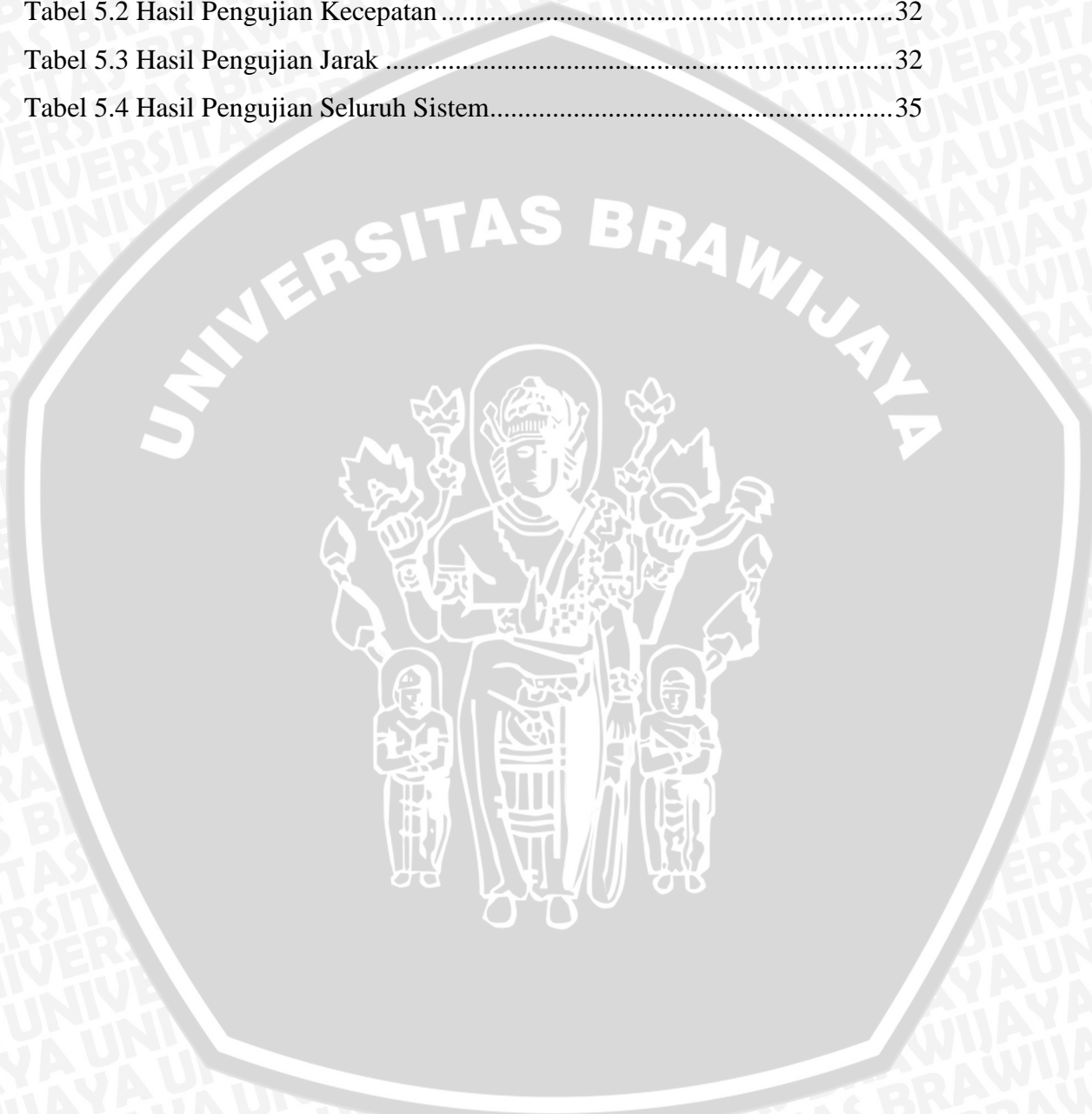


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ATmega 32 pin configuration	7
Gambar 2.2 Sensor <i>Accelerometer</i> MMA7361	9
Gambar 2.3 Model Transduser g-cell	10
Gambar 2.4 LCD (Liquid Crystal Display) 2x16	12
Gambar 2.6 Modul MP3 TDB380	13
Gambar 2. 3 Konfigurasi pin TDB380	14
Gambar 2.8 Bentuk Speaker	14
Gambar 2.9 Format frame data serial USART	15
Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem	18
Gambar 4.2 Desain 3D Sistem	19
Gambar 4.3 Skematik Regulator LM1117T 3.3V	20
Gambar 4.4 Skematik Rangkaian LM2576	21
Gambar 4.5 Skematik Rangkaian Mikrokontroler	21
Gambar 4.6 Skematik Sensor MMA7361	22
Gambar 4.7 Konfigurasi Pin TDB380	23
Gambar 4.8 Contoh Penamaan File pada <i>microSD</i>	24
Gambar 4.9 Skematik Rangkaian Penguat Suara	25
Gambar 4.10 Antarmuka LCD dengan ATmega32	25
Gambar 4.11 Diagram Alir Program Utama	26
Gambar 4.12 Diagram Alir Timer 1	27
Gambar 5.1 Konfigurasi Pengujian ADC mikrokontroler	28
Gambar 5.2 Tegangan Keluaran Sensor Saat Diam	30
Gambar 5.3 Metode Discriminating Window	30
Gambar 5.4 Hasil Pengujian Sensor Bergerak	31
Gambar 5.5 Tegangan Keluaran TDB380	33
Gambar 5.6 Sinyal Keluaran Penguat Suara	33
Gambar 5.7 Hasil Pengujian LCD	34
Gambar 5.8 Tampilan Aplikasi Sygic pada <i>Handphone</i>	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Pin LCD	13
Tabel 4.1 Sensitifitas Sensor.....	22
Tabel 5.1 Hasil Pengujian ADC	29
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kecepatan	32
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Jarak	32
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Seluruh Sistem.....	35



ABSTRAK

Abu Ismail Pribadi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2014, *Sistem Penghitung Jarak Dan Kecepatan Kereta Api Menggunakan Sensor Accelerometer MMA7361 Sebagai Sarana Informasi Bagi Penumpang*, Dosen Pembimbing: Ir. Nurussa'adah, MT dan Akhmad Zainuri, ST., MT

Kereta api merupakan alat transportasi darat yang digemari masyarakat karena dapat dinikmati berbagai kalangan dari ekonomi rendah sampai tinggi. Banyak kasus barang tertinggal karena terburu – buru dan tertidur hingga melewati stasiun yang dituju oleh penumpang kereta api. Salah satu solusinya adalah penggunaan teknologi informasi transportasi kereta api baik tulisan maupun lisan tentang berapa jarak, dan kecepatan untuk menuju ke stasiun berikutnya. Penelitian ini menggunakan sensor *accelerometer* MMA7361 sebagai sensor utama untuk menghitung kecepatan dan jarak yang telah ditempuh kereta api dari stasiun awal. Data keluaran sensor berupa tegangan analog yang akan disambungkan dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) pada mikrokontroler ATmega32. Informasi yang akan diterima penumpang ditampilkan melalui LCD (*Liquid Crystal Display*) dan suara dikeluarkan melalui *speaker*. Metode konversi dari nilai percepatan menjadi kecepatan dan jarak menggunakan integral dengan metode *Runge-Kutta* dengan pendekatan trapezoid. Pengujian sensor untuk menghitung kecepatan didapatkan hasil pengujian error rata – rata sebesar 1,17% dengan error terbesar pada kecepatan 20 km/h sebesar 1,92%. Pengujian sensor untuk menghitung jarak didapatkan *error* rata – rata sebesar 3,07% dengan *error* terbesar pada jarak 50 cm sebesar 6,20%. Pengujian keseluruhan sistem didapatkan *error* rata – rata sebesar 3,21 % untuk pengujian kecepatan dan sistem mampu memberikan informasi tepat 1 km dari jarak yang terukur sebelum mencapai stasiun tujuan.

Kata kunci : sensor *accelerometer* MMA7361, ATmega32, metode *Runge-Kutta*, jarak dan kecepatan Kereta Api.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia bukan makhluk stasioner (menetap), mereka perlu melakukan perpindahan dari satu tempat ke tempat lain untuk memenuhi kebutuhan mereka. Berdasarkan hal tersebut diciptakanlah alat transportasi untuk mempermudah manusia dalam memenuhi kebutuhan. Transportasi menurut KBBI adalah pengangkutan barang oleh berbagai jenis kendaraan sesuai dengan kemajuan teknologi. Alat transportasi tersebut ada yang beroperasi di darat, laut dan udara.

Kereta api merupakan salah satu sarana transportasi yang beroperasi di darat. Kereta api mempunyai daya angkut yang banyak sehingga menjadi salah satu solusi kemacetan di Indonesia. Dibandingkan dengan transportasi darat untuk jarak jauh lainnya, kereta api merupakan sarana transportasi yang tergolong ekonomis sesuai dengan kategorinya. Kategori pada kereta api dibagi menjadi tiga yaitu, ekonomi, bisnis, dan eksekutif. Adanya beberapa kategori dalam kereta api membuat penumpang dapat memilih tingkat harga yang sesuai dengan kemampuan penumpang. Berdasarkan hal itu, kereta api menjadi transportasi favorit dari berbagai kalangan masyarakat. Pada tahun 2013, penumpang kereta api mengalami peningkatan berkisar 24% dari bulan Januari hingga bulan November (BPS, 2014). Data tersebut menunjukkan bahwa jumlah pengguna transportasi kereta api mengalami peningkatan yang pesat.

Peningkatan jumlah penumpang kereta api seperti ini belum diiringi dengan peningkatan pelayanan bagi penumpang kereta api. Penerapan teknologi pada kereta api untuk informasi bagi penumpang masih kurang jika dibandingkan dengan transportasi darat lainnya. Informasi tentang keberadaan penumpang saat berada di dalam kereta api mengenai berapa jauh stasiun yang akan dituju dapat memudahkan penumpang untuk mengetahui apakah sudah waktunya turun dari kereta api atau belum. Apabila memang sudah waktunya untuk turun dari kereta api, penumpang tersebut bisa mempersiapkan terlebih dahulu barang bawaan mereka agar tidak tertinggal. Selama ini banyak sekali kasus-kasus barang bawaan yang tertinggal karena para penumpang tergesa-gesa keluar dari kereta api ketika mereka baru sadar kalau tujuan mereka sudah dekat. Kasus lainnya yaitu penumpang yang tertidur hingga terlewatkan stasiun yang dituju.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat, penulis membuat sebuah *prototype* yang dapat mengatasi masalah tersebut. Sensor *accelerometer* merupakan salah satu komponen dari IMU (*Inertial Measurement Unit*). Sensor *accelerometer* memiliki banyak fungsi yaitu sebagai *back-up* GPS, sistem navigasi, *map tracking*, *3-D gaming*, dan lain – lain. Pada sistem ini sensor *accelerometer* digunakan sebagai penghitung kecepatan dan jarak yang telah ditempuh kereta api. Pada penelitian sebelumnya sensor *accelerometer* digunakan sebagai alat untuk mengetahui karakteristik lari jarak pendek (Yuwono, 2010). Pada *application note freescale semiconductor AN3397* telah dijelaskan bagaimana mengimplementasikan posisi menggunakan sensor *accelerometer* (Seifert, 2007). Berdasarkan hal tersebut dalam skripsi ini dirancang dan dibuat suatu *prototype* yang bisa membantu penumpang kereta api memperoleh informasi mengenai kecepatan dan jarak dari stasiun awal kereta api ke stasiun terdekat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan pada latar belakang, dapat dibuat rumusan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merancang sistem antarmuka mikrokontroler sebagai pemroses utama dengan modul sensor *accelerometer* MMA7361.
- 2) Bagaimana menghitung kecepatan dan jarak dengan menggunakan modul sensor *accelerometer* MMA7361.
- 3) Bagaimana menguji dan konversi hasil pembacaan sensor ke data kecepatan dan jarak yang sebenarnya.
- 4) Bagaimana merancang sistem elektronika dari modul MP3 ke *speaker*.

1.3 Batasan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan penelitian akan diberi batasan sebagai berikut:

1. Alat ini hanya diuji pada jarak kurang dari 11 km yaitu pada stasiun Karangasem – Banyuwangi baru.
2. Sistem perangkat keras (*hardware*) terutama modul-modul sensor dikondisikan mendekati ideal sesuai anjuran *datasheet* sehingga dapat mengurangi pengaruh-pengaruh lingkungan yang mengganggu kinerja sistem.
3. Alat dirancang bekerja sejajar dengan satu sumbu yaitu sumbu – x sehingga tidak membahas sumbu lainnya pada sensor.

4. Keluaran mikrokontroler terhubung dengan LCD untuk tampilan informasi jarak dan kecepatan, dan terhubung dengan modul MP3 dan speaker untuk audio.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat *prototype* sistem informasi bagi penumpang kereta api menggunakan sensor *accelerometer* MMA7361 sebagai sistem navigasi yang terhubung dengan mikrokontroler sebagai pengolah utama.

1.5 Kontribusi penelitian

Kontribusi utama dalam perancangan dan pembuatan alat ini adalah untuk membantu penumpang kereta api mendapatkan informasi mengenai kecepatan, dan jarak yang ditempuh dengan memanfaatkan modul sensor *accelerometer* MMA7361.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Pendahuluan memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, kontribusi penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

BAB III Metode Penelitian

Metode penelitian berisi tentang langkah – langkah yang dipakai dalam melakukan perancangan, pengujian, dan analisis data.

BAB IV Perancangan

Perancangan dan perealisasiian alat meliputi perencanaan blok diagram, prinsip kerja, perancangan *hardware*, perancangan software (*flowchart*) dan realisasi alat.

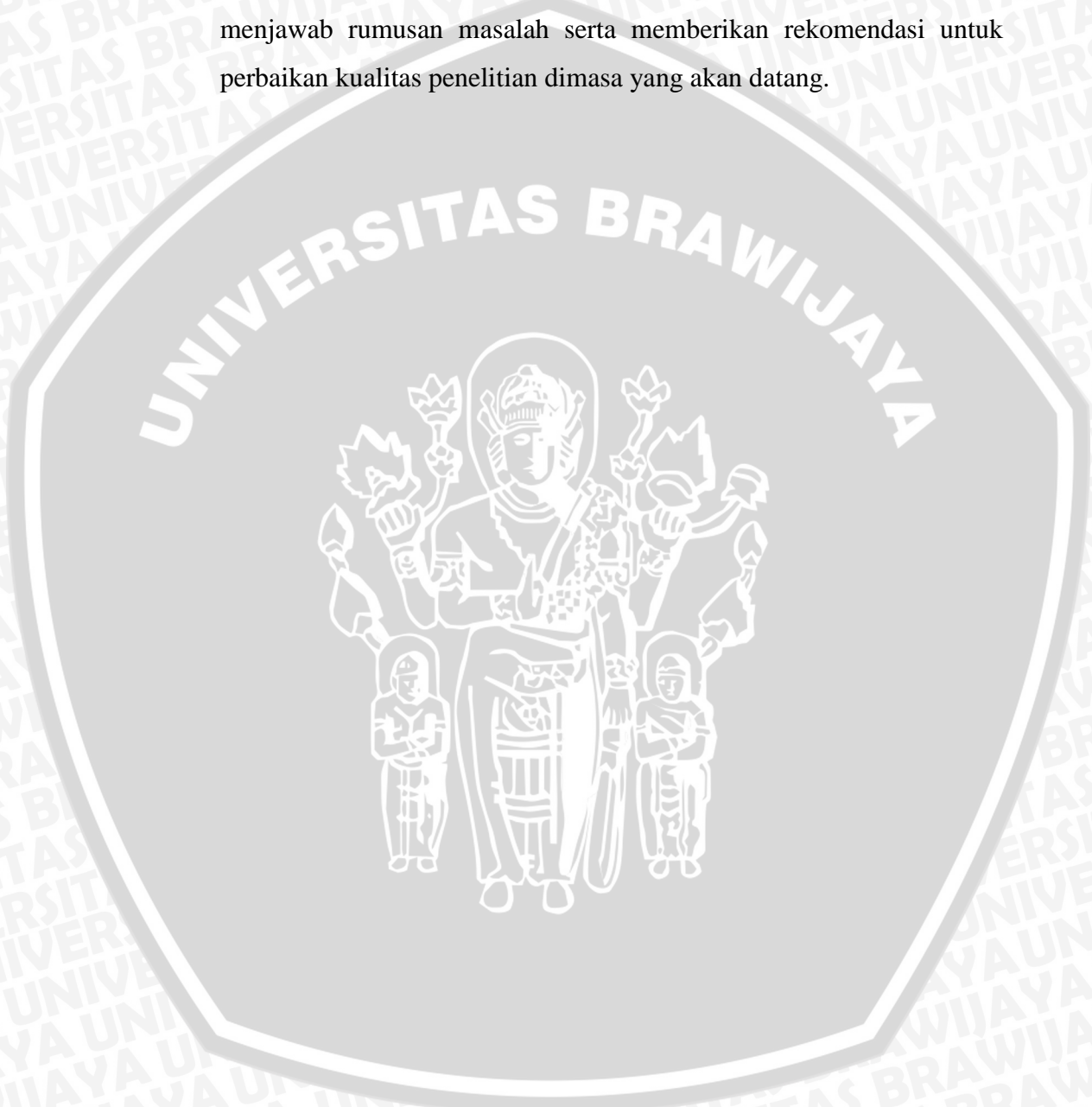
BAB V Pengujian dan Analisis

Pengujian dan analisi memuat aspek pengujian meliputi penjelasan tentang cara pengujian dan hasil pengujian. Aspek analisis

meliputi penilaian atau komentar terhadap hasil-hasil pengujian. Pengujian dan analisis ini terhadap alat yang telah direalisasikan berdasarkan masing-masing blok dan sistem secara keseluruhan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran memuat intisari hasil pengujian dan menjawab rumusan masalah serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan kualitas penelitian dimasa yang akan datang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini bertujuan untuk memudahkan dalam memahami prinsip kerja maupun dasar-dasar perancangan alat atau sistem yang akan dibuat berdasarkan hal itu perlu adanya penjelasan dan uraian mengenai teori penunjang yang digunakan dalam penelitian ini. Teori penunjang yang akan dijelaskan dalam bab ini adalah:

- Mikrokontroler ATmega32
- Sensor *Accelerometer*
- LCD (*Liquid Crystal Display*)
- Modul MP3 TDB380
- Speaker
- Komunikasi serial

2.1 Mikrokontroler ATmega32

Secara umum, mikrokontroler berfungsi sama dengan komputer. Bedanya adalah mikrokontroler memiliki desain dalam sebuah *single chip* (IC). Mikrokontroler terdapat di hampir semua peralatan elektronik di sekeliling kita, didalam tape, TV, radio, telepon genggam (*Hand Phone*). Mikrokontroler memiliki kemampuan yang diperlukan untuk membuat keputusan berdasarkan sinyal dari luar dengan kata lain mikrokontroler merupakan otak dari sebuah perangkat elektronik.

ATmega32 merupakan salah satu mikrokontroler buatan ATMEL keluarga ATmega yang mempunyai 32 kbyte Flash PEROM (*Flash Programmable and Erasable Read Only Memory*), 2 kbyte SRAM, 32 pin I/O (4 buah port I/O bit) yang mana tiap pin tersebut dapat diprogram secara paralel dan tersendiri, mempunyai dua buah *timer/counter* 8 bit dan satu buah *timer/counter* 16 bit, mempunyai 8 bit 10 channel ADC, mempunyai *watchdog timer*.

Pada dasarnya mikrokontroler adalah terdiri atas mikroprosesor, *timer*, dan *counter*, perangkat I/O dan internal memori. Mikrokontroler termasuk perangkat yang sudah didesain dalam bentuk chip tunggal. Mikrokontroler dikemas dalam satu chip (*single chip*). Mikrokontroler didesain dengan instruksi-instruksi lebih luas dan 8 bit instruksi yang digunakan membaca data instruksi dari *internal* memori ke ALU.

Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler ATmega32 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan

karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler ATmega32 adalah sebagai berikut :

- Sebuah CPU 8 bit dengan menggunakan teknologi dari Atmel.
- Memiliki memori baca-tulis sebesar 2 kbyte SRAM.
- Jalur dua arah (*bidirectional*) yang digunakan sebagai saluran masukan atau keluaran yang dikontrol oleh *register* DDR.
- Sebuah komunikasi serial USART yang dapat diprogram.
- Sebuah *master/slave* serial SPI yang dapat diprogram.
- Sebuah *Two Wire Serial Interface*.
- Dua buah *timer/counter* 8 bit dan sebuah *timer/counter* 16 bit.
- *Watcdog Timer* yang dapat diprogram.
- *Analog to Digital Converter (ADC)* 10-bit dan *Analog comparator* di dalam chip.
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- Flash PEROM yang besarnya 32 kbyte untuk memori program
- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi Boolean.
- Mampu beroperasi sampai 16 MHz.

ATmega32 mikrokontroler mempunyai kompatibilitas instruksi dan konfigurasi pin dengan mikrokontroler keluarga AVR seri ATmega16 dan ATmega8535.

Masing-masing kaki dalam mikrokontroler ATmega32 mempunyai fungsi tersendiri. Dengan mengetahui fungsi masing-masing kaki mikrokontroler ATmega32, perancangan aplikasi mikrokontroler ATmega32 akan lebih mudah. ATmega32 mempunyai 40 pin, susunan masing-masing pin ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

PDIP			
(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5 (TDI)
(TXD) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 2.1 ATmega 32 pin konfigurasi.

Sumber: Atmel (2007: 2)

Fungsi kaki-kaki ATmega32 adalah :

- *Port A* (Pin A0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus *Port A* adalah sebagai ADC (*input ADC channel 0..7*).
- *Port B* (Pin B0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus *Port B* diantaranya adalah : *Port B0* (*T0 (timer/counter0 eksternal counter input) & XCK (USART eksternal clock input/output)*), *Port B1* {*T1 (timer/counter eksternal counter input)*}, *Port B2* *AIN0 (Analog comparator positive input) & INT2 (External interrupt 2 input)*, *Port B3* *AIN1 (Analog comparator negative input) & {OC0 (Timer/counter0 output compare match output)}*, *Port B4* {*SS (SPI slave select input)*}, *Port B5* {*MOSI (SPI bus master output/slave input)*}, *Port B6* {*MISO (SPI bus master input/slave output)*}, *Port B7* {*SCK (SPI bus serial clock)*}.
- *Port C* (Pin C0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari *Port C* diantaranya adalah : *Port C0* {*SCL (Two-Wire serial bus clock line)*}, *Port C1* {*SDA (Two-Wire serial bus data input/output line)*}, *Port C6* {*TOSC1 (Timer Oscillator pin1)*}, *Port C7* {*TOSC2 (Timer oscillator pin2)*}.

- *Port D* (Pin D0..7), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari *Port D* diantaranya adalah : *Port D0* {RXD (*USART input pin*)}, *Port D1* {TXD (*USART output pin*)}, *Port D2* {INT0 (*Eksternal interupt 0 input*)}, *Port D3* {INT1 (*Eksternal interupt 1 input*)}, *Port D4* {OC1B (*Timer/counter 1 output compare B match output*)}, *Port D5* {OC1A (*Timer/counter 1 output compare A match output*)}, *Port D6* {ICP (*Timer/counter input capture pin*)}, *Port D7* {OC2 (*timer/counter 2 compare match output*)}.
- Pin 9 RESET, merupakan saluran dua masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika rendah.
- Pin 10 VCC, merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC.
- Pin 11 GND, merupakan Ground dari seluruh rangkaian.
- Pin 12 dan 13 (XTAL2 dan XTAL1), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan sistem. Untuk pewaktuan dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
- Pin 32 AREF, merupakan pin referensi analog untuk masukan ADC.
- Pin 33 GND, merupakan *ground* dari ADC.
- Pin 30 AVCC, merupakan catu untuk perangkat ADC.

2.1.1 ADC Mikrokontroler

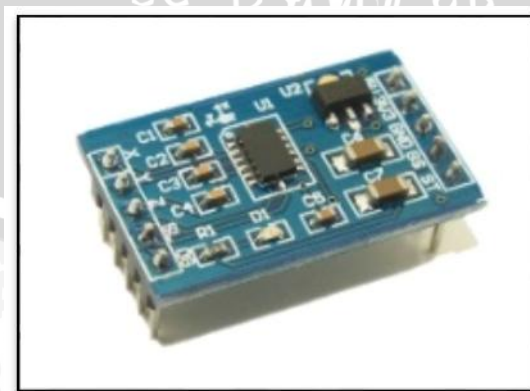
Mikrokontroler ATmega8535 memiliki fasilitas *Analog to Digital Converter* yang sudah tertanam dalam *chip*. Dengan adanya ADC internal ini kita tidak direpotkan lagi dengan kompleksitas hardware saat membutuhkan proses pengubahan sinyal analog ke digital seperti yang harus dilakukan jika kita memakai komponen IC ADC eksternal. ATmega8535 memiliki resolusi ADC 10-bit dengan 8 channel input dan mendukung 16 macam penguat beda. ADC ini bekerja dengan teknik *successive approximation*. Rangkaian internal ADC ini memiliki catu daya tersendiri yaitu pin AVCC. Data hasil konversi ADC dirumuskan pada Persamaan (2-1). (Agus Bejo, 2008:72).

$$ADC = \frac{V_{in}}{V_{reff}} \times (2^n - 1) \quad (2-1)$$

2.2 Sensor Accelerometer

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, *back up GPS*, *map tracking*, game 3-D. 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. (Kurt Seifert dan Oscar Camacho,2007:1)

Sensor *accelerometer* MMA7361 adalah sensor buatan *Freescale Semiconductor* ini mempunyai 6 buah fungsi yaitu untuk mengukur gerakan (*movement*), getaran (*vibration*), jatuh (*fall*), kemiringan (*tilt*), posisi (*positioning*) dan benturan (*shock*). Tegangan keluaran sensor *accelerometer* (mV/g) menunjukkan percepatan dari benda yang melekat padanya, dengan g adalah gravitasi bumi. *Accelerometer* tipe MMA7361 dapat digunakan untuk mengukur percepatan pada tiga sumbu pengukuran, yaitu terhadap sumbu - x, sumbu - y, dan sumbu - z. Gambar 2.2 menunjukkan bentuk fisik dari sensor *accelerometer* MMA7361.



Gambar 2.2 Sensor *accelerometer* MMA7361.
Sumber : 4tronix (2014)

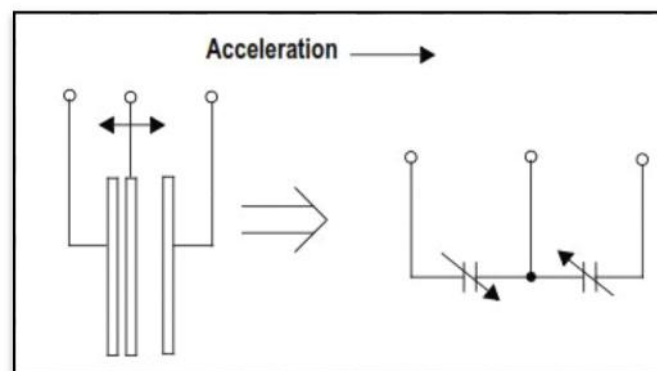
Sensor *accelerometer* MMA7361 dapat digunakan untuk mengukur percepatan positif maupun percepatan negatif. Ketika sensor dalam keadaan diam, keluaran sensor pada tiap sumbu akan menghasilkan tegangan *offset* yang besarnya setengah dari tegangan masukan sensor (V_{dd}). Apabila tegangan masukan sebesar 3,3 volt maka idealnya tegangan *offset* sebesar 1,65 volt. Tegangan *offset* ($V_{dd}/2$) *accelerometer* dipengaruhi oleh orientasi sensor dan percepatan statis tiap sumbu akibat gaya gravitasi bumi. Untuk percepatan positif maka tegangan keluaran akan meningkat di atas tegangan *offset*, sedangkan untuk percepatan negatif tegangan keluaran akan semakin menurun di bawah tegangan *offset*. Tegangan keluaran maksimal sensor dapat dihitung dengan Persamaan (2-2).

$$V_{o\ maks} = V_{offset} + (perc.maks \times sensitifitas) \quad (2-2)$$

Accelerometer MMA7361 ini bekerja menggunakan prinsip konversi kapasitansi (C) ke tegangan. Alat ini terdiri dari dua permukaan sel mesin mikro yang bersifat kapasitif atau disebut juga *g-cell*. Struktur mekanik *g-cell* terbuat dari bahan semikonduktor (*polysilicon*) dan dapat dimodelkan sebagai sisi tiang yang dipasang pada suatu benda yang bergerak diantara dua sisi tiang yang tetap. Benda tersebut akan bergerak ketika ada percepatan. Benda yang dimodelkan sebagai sisi tiang tengah yang bergerak, maka jarak antara benda dengan sisi tiang tetap pada satu sisi akan bertambah sejumlah berkurangnya jarak pada sisi yang lain. Hal ini menyebabkan berubahnya nilai masing – masing kapasitor yang dapat dirumuskan pada Persamaan (2-3).

$$C = (A/D) \quad (2-3)$$

A adalah luas bidang yang dipancarkan sinar, merupakan konstanta dielektrik, dan D adalah jarak antara sinar tetap dengan benda yang bergerak. Gambar 2.3 menunjukkan model transduser *g-cell*.(Freescale Semiconductor,2008:4)



Gambar 2.3 Model transduser *g-cell*.
Sumber : MMA7361 Freescale Semiconductor (2008:4)

2.2.1 Perhitungan Kecepatan

Sensor *Accelerometer* MMA7361 dapat menghitung kecepatan dan jarak dari hasil percepatan. Pengukuran kecepatan sesaat dan jarak tempuh didapatkan dengan melakukan integrasi terhadap data dari sensor *accelerometer* seperti pada Persamaan (2-4) dan(2-5). Salah satu metode untuk integral adalah metode Runge-Kutta menggunakan aturan trapezoid yang ditunjukkan pada Persamaan (2-6) dan (2-7). (Cahyo yuwono, Wahyudi, Andry Akhiruyanto, 2010:26).

$$v(t) = \int a(t) dt \quad (2-4)$$

$$s(t) = \int v(t) dt \quad (2-5)$$

Dalam persamaan diskrit menjadi

$$v(n) = v(n-1) + \frac{[a(n)+a(n-1)]\tau}{2} \quad (2-6)$$

$$s(n) = s(n-1) + \frac{[v(n)+v(n-1)]\tau}{2} \quad (2-7)$$

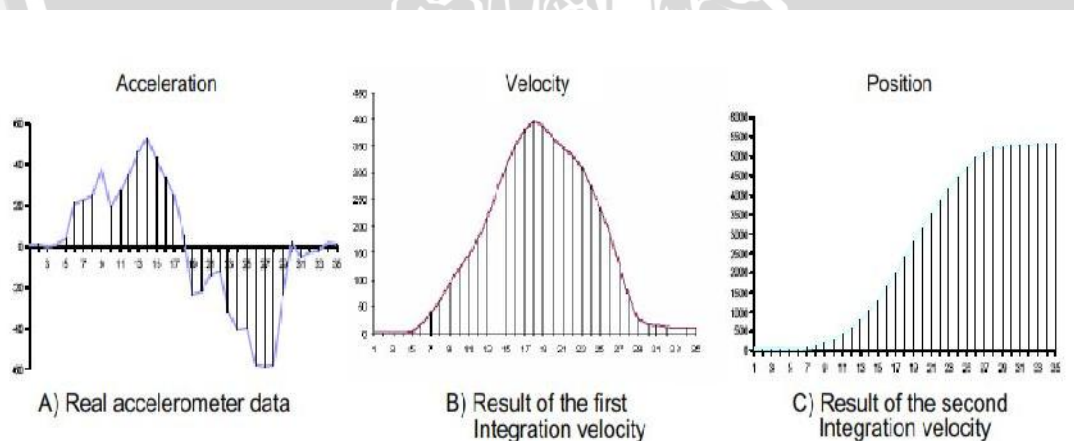
Dengan, v = kecepatan (m/s)

a = percepatan (m/s^2)

s = jarak (m)

n = sampling

τ = selisih waktu (s)



Gambar 2. 2 Grafik hasil integral dari data *accelerometer*.
Sumber: Kurt Seifert dan Oscar Camacho(2007:3)

Gambar 2.4 menunjukkan grafik hasil integral dari percepatan (Gambar 2.4a) menjadi kecepatan (Gambar 2.4b) dan dari kecepatan menjadi jarak (Gambar 2.4c).

2.3 LCD (Liquid Crystal Display) M1632

LCD M1632 merupakan modul *LCD* dot matrik dengan pengontrol *CMOS* untuk pemakaian daya rendah, sudut pandang yang lebar dan kontras yang tinggi. Di dalam pengontrol ini sudah terdapat *ROM/RAM* generator karakter dan *RAM* data tampilan. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh instruksi dan modul yang mudah bisa dihubungkan dengan sebuah mikroprosesor.

Menurut datasheet Seiko Instrument (1987) modul penampil *M1632* mempunyai berbagai fitur sebagai berikut:

- a) 16 karakter, dua baris dengan matrik 5 x 7, dan kursor.
- b) *Duty ratio*: 1/16
- c) *ROM* generator karakter dengan 192 tipe karakter.
- d) *RAM* generator karakter dengan 8 tipe karakter (oleh program).
- e) 80 x 8 bit *RAM* data tampilan.
- f) Antarmuka dengan 4 bit dan 8 bit mikroprosesor.
- g) *RAM* data tampilan dan *RAM* karakter generator bisa dibaca dari mikroprosesor.
- h) Mempunyai fungsi instruksi :
Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, and Display Shift.
- i) Mempunyai rangkaian *oscillator* sendiri.
- j) Catu daya tunggal +5V DC.
- k) *Power-on RESET* otomatis.
- l) Proses *CMOS*
- m) Suhu operasi dari 0° C sampai 50° C.

Gambar 2.5 menunjukkan bentuk fisik *LCD M1632* modul dan fungsi pin *LCD* ditunjukkan pada Tabel 2.1.



Gambar 2.4 LCD (Liquid Crystal Display) 2x16.
Sumber: Baskara (2013)

Tabel 2.1 Fungsi Pin LCD

Nama Pin	Fungsi
DB0-DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan.
E	Sinyal operasi awal. Sinyal ini mengaktifkan data tulis atau data baca.
R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 : tulis, 1 : baca
Rs	Sinyal pemilih register 0 : instruksi register (tulis) 1 : data register (tuli atau baca)
Vlc	Untuk mengendalikan kecerahan <i>LCD</i> dengan mengubah Vlc.
Vcc	Tegangan catu +5 volt.
Vss	Terminal ground.

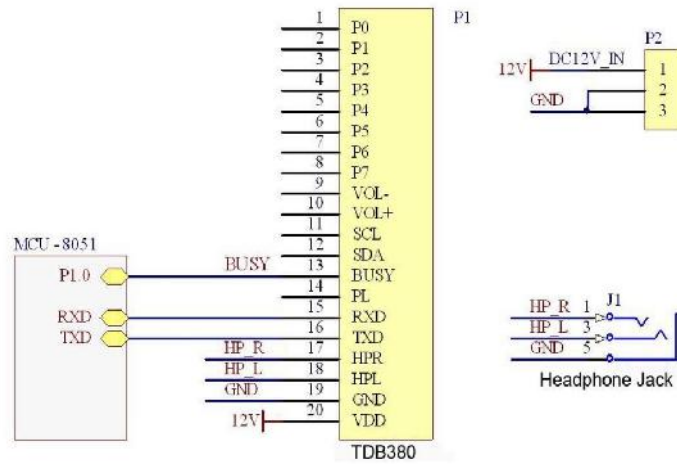
2.4 Modul MP3 Player

Modul MP3 Player merupakan sebuah modul yang dapat memutar file suara dalam bentuk .wav maupun .mp3. Modul ini sudah dilengkapi dengan SD card sebagai penyimpan file suara yang diinginkan. Gambar 2.6 menunjukkan salah satu contoh modul MP3 player tipe TDB380.



Gambar 2.6 Modul MP3 TDB380.
Sumber : Tenda Electronics (2008:3)

Modul MP3 player ini bisa diakses secara serial menggunakan komunikasi USART (*Universal Serial Asynchronous Receiver Transmitter*) dan komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*). Catu daya yang dibutuhkan untuk mensuplai modul ini sebesar 5 volt DC. Untuk konfigurasi pinnya dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 3 Konfigurasi pin TDB380.
 Sumber : edkitch (2008)

2.5 Speaker

Speaker adalah komponen elektronika yang terdiri dari kumparan, membran dan magnet sebagai bagian yang saling terkait. Tanpa adanya membran, sebuah speaker tidak akan mengeluarkan suara, demikian sebaliknya. Bagian-bagian speaker tersebut saling terkait dan saling melengkapi satu sama lain.

Fungsi speaker adalah mengubah gelombang listrik menjadi getaran suara. Proses perubahan gelombang listrik / elektromagnet menjadi gelombang suara terjadi karena adanya aliran listrik arus AC audio dari penguat audio kedalam kumparan yang menghasilkan gaya magnet sehingga akan menggerakkan membran, Kuat lemahnya arus listrik yang diterima, akan mempengaruhi getaran pada membran, bergetarnya membran inilah yang menghasilkan gelombang bunyi yang dapat kita dengar. Bentuk fisik speaker ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



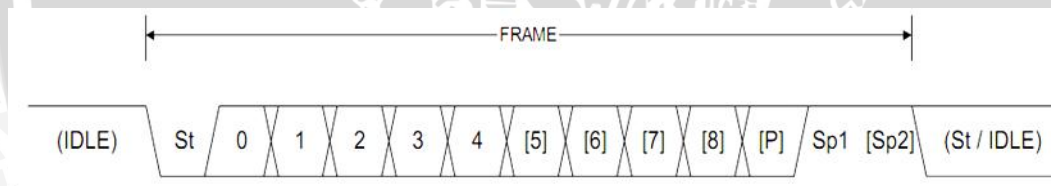
Gambar 2.8 Bentuk speaker.
 Sumber: Doni Aris (2013:1)



2.6 Komunikasi Serial

Pada prinsipnya, komunikasi serial ialah komunikasi dengan pengiriman data yang dilakukan per bit, sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel seperti pada port printer yang mampu mengirim 8 bit sekaligus dalam sekali waktu. Devais pada komunikasi serial port dibagi menjadi 2 (dua) kelompok yaitu *Data Communication Equipment* (DCE) dan *Data Terminal Equipment* (DTE). Pengiriman data secara serial dapat berupa sinkron, yaitu pengiriman clock dilakukan bersamaan dengan data, atau berupa asinkron, yaitu pengiriman clock tidak bersamaan dengan data namun secara dua tahap, saat data dikirim dan data diterima. Untuk istilah yang sering digunakan untuk mengirim dan menerima data secara asinkron biasa disebut *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART). Komunikasi data serial menggunakan UART sangat umum dan mudah penggunaannya, misalnya pada port serial PC. Pada UART jalur pengiriman dan penerimaan data serial dipisahkan.

Setiap pengiriman data pada UART menggunakan bit tanda *start* bit dan *stop* bit. Jalur data yang digunakan hanya satu untuk setiap pengiriman data. Data-data serial dikirim melewati jalur data satu persatu setiap satuan waktu. Format pengiriman data serial secara asinkron ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Format frame data serial USART.

Sumber: Atmel, 2007:137

Dengan :

St = *Bit start* selalu berlogika rendah

(n) = Banyaknya data yang dikirim (0-8)

P = *Bit* paritas (ganjil atau genap)

Sp = *Bit stop* selalu berlogika tinggi (*bit stop* bisa berjumlah 1 atau 2)

IDLE = Tidak ada data yang ditransfer pada RX dan TX, IDLE selalu berlogika tinggi

BAB III

METODE PENELITIAN

Penyelesaian rumusan masalah dan perealisasiian tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan memerlukan langkah - langkah untuk menyelesaikan masalah tersebut. Langkah - langkah yang digunakan diuraikan berikut ini.

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori penunjang sistem yang dibutuhkan dalam perencanaan dan pembuatan alat. Teori yang diperlukan antara lain berkaitan dengan rangkaian mikrokontroler ATmega32, modul sensor MMA7361, modul MP3 player, penguat suara, speaker, modul LCD karakter, dan komunikasi serial.

3.2 Penentuan Spesifikasi Alat

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

- 1) Alat yang akan dibuat berbahan dasar mika.
- 2) Dimensi alat berukuran 20cm x 15cm x 5cm.
- 3) Mikrokontroler yang digunakan ATmega32 sebagai pemroses data dari sensor.
- 4) Modul sensor yang digunakan adalah MMA7316.
- 5) Data yang diolah berupa data analog.
- 6) Suara yang akan dikeluarkan sudah tersimpan pada modul MP3 player melalui speaker.
- 7) LCD digunakan untuk menampilkan nama stasiun tujuan beserta waktu dan kecepatan yang dibutuhkan untuk mencapainya.
- 8) Alat akan mengeluarkan suara kurang dari sama dengan 1 km sebelum sampai di stasiun terdekat.

3.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian minimum sistem mikrokontroler, perancangan rangkaian regulator tegangan, perancangan sensor *accelerometer*, perancangan modul MP3, perancangan penguat suara, perancangan konfigurasi LCD.

3.4 Pengujian Tiap – Tiap Blok

Pengujian masing – masing blok untuk sistem ini meliputi:

1) Pengujian ADC Mikrokontroler.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa prosentase error konversi dari tegangan analog menjadi nilai digital pada mikrokontroler.

2) Pengujian sensor *accelerometer*.

Pengujian ini untuk mengetahui karakteristik sensor pada saat diam, bergerak, prosentase error perhitungan kecepatan dan jarak.

3) Pengujian modul MP3 TDB380.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui modul MP3 TDB380 bekerja dengan baik atau tidak dengan cara melihat sinyal keluaran pada sensor.

4) Pengujian penguat suara.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui rangkaian penguat suara bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan dengan cara melihat sinyal masukan dan kemudian dibandingkan dengan sinyal keluaran.

5) Pengujian LCD.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan karakter sesuai dengan data yang dikirim pada LCD.

3.5 Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak berupa *flowchart* (diagram alir). Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang nantinya dibuat dan dicompile menggunakan *software* CVAVR. Perancangan perangkat lunak ini meliputi pembacaan ADC, tampilan LCD, konversi dari percepatan ke kecepatan sesaat dan jarak.

3.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

Dalam pengujian keseluruhan sistem diharapkan sistem dapat bekerja sesuai yang diinginkan yaitu dapat menghitung kecepatan sesaat dan jarak yang telah ditempuh dari stasiun awal ke stasiun berikutnya.

3.7 Pengambilan Data dan Kesimpulan

Dalam proses pengambilan data dilakukan dengan cara mencatat kecepatan dan jarak yang ditampilkan pada LCD dan dibandingkan dengan kecepatan yang sebenarnya. Ketika data sudah diperoleh maka diambil suatu kesimpulan dari keseluruhan pengujian.

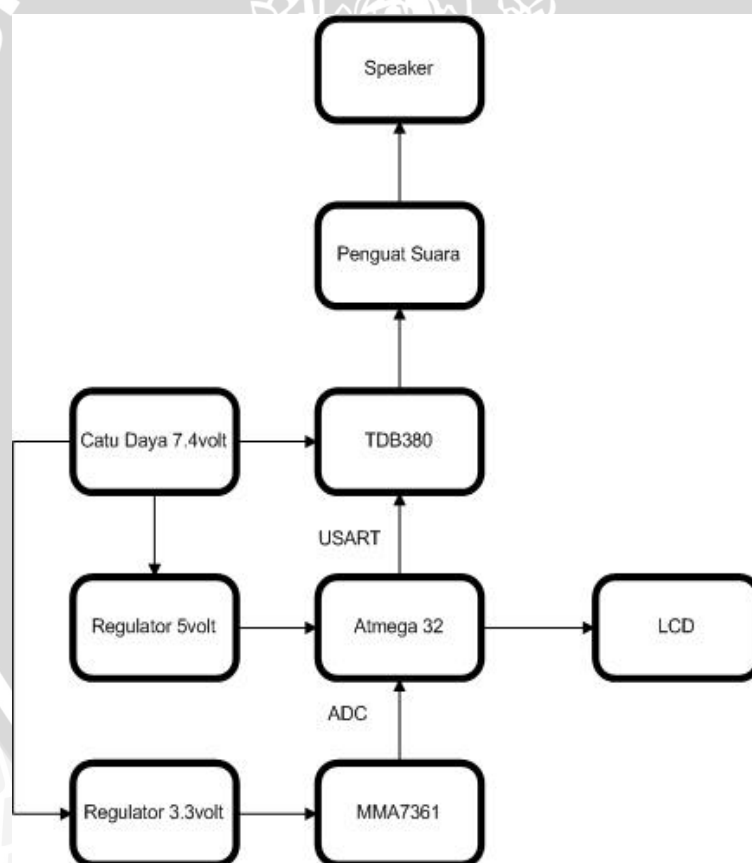
BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Penyusunan laporan ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan realisasi alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah – langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah studi literature, penentuan spesifikasi alat, perancangan dan pembuatan alat, pengujian alat, dan pengambilan kesimpulan. Perancangan alat ini dilakukan secara bertahap dalam bentuk blok sehingga akan memudahkan dalam analisis pada setiap bloknya maupun secara keseluruhan.

4.1 Perancangan Sistem

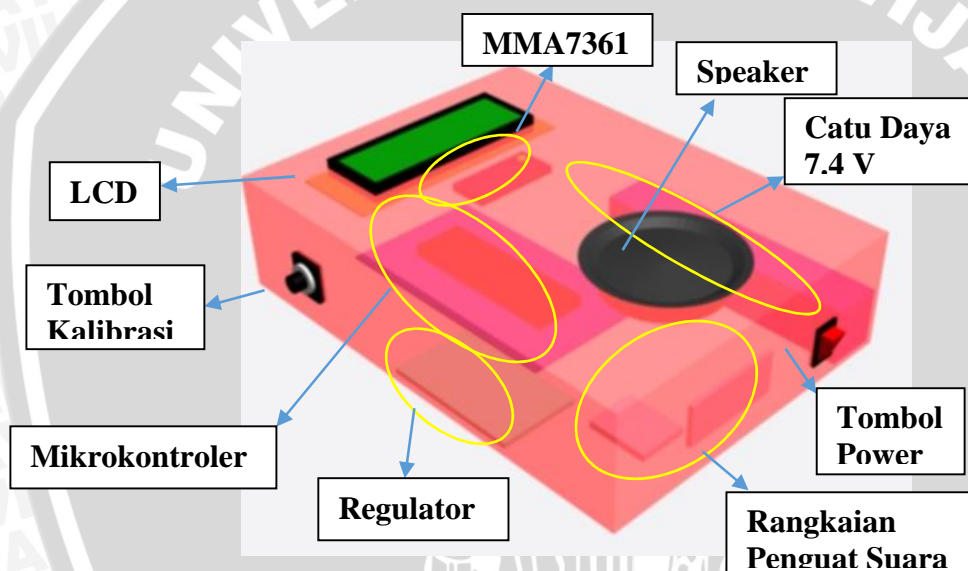
Diagram blok sistem penghitung kecepatan dan jarak pada kereta api ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram blok sistem.

Sistem ini dilengkapi dengan tampilan LCD dan speaker untuk informasi kepada pengguna. Catu daya sebesar 7.4 volt menggunakan baterai LiPo(Litium polimer) 2 cell sebagai masukan regulator tegangan 5 volt dan regulator tegangan 3,3

volt. Mikrokontroler yang digunakan dari keluarga AVR yaitu ATmega32. Sensor *accelerometer* yang digunakan yaitu MMA7361. Modul MP3 yang digunakan yaitu TDB380 dengan *microSD* sebesar 2GB. Regulator 5 volt berfungsi sebagai catu daya mikrokontroler sedangkan regulator 3,3 volt sebagai catu daya sensor *accelerometer*. Sensor *accelerometer* terhubung dengan pin ADC pada mikrokontroler. Modul MP3 TDB380 menggunakan komunikasi USART untuk menerima perintah dari mikrokontroler. Sedangkan PORT C pada mikrokontroler digunakan untuk LCD. Sistem dikalibrasi pada saat awal terpasang di kereta api dengan sumbu – x sensor searah dengan arah kereta api. Sistem menggunakan satu sumbu yaitu sumbu – x karena kereta api bergerak kearah satu sumbu. Gambar 4.2 menunjukkan desain 3D system dengan ukuran dimensi sistem 20 cm x 15 cm x 5 cm.



Gambar 4.2 Desain 3D sistem.

Cara kerja sistem ini pertama kali dinyalakan harus dikalibrasi dengan bidang datar dimana alat akan diletakkan. Fungsi kalibrasi yaitu untuk mengkondisikan sensor disaat dalam keadaan diam (0g). Setelah dikalibrasi, sumbu – x sensor dihadapkan sesuai dengan arah kereta api. Pada saat kereta berjalan atau mengalami percepatan, tegangan keluaran sensor yang masuk pin ADC diolah mikrokontroler. Mikrokontroler mengolah tegangan keluaran sensor menjadi percepatan yang kemudian dengan menggunakan metode *Runge – Kutta* diintegral menjadi kecepatan. Sedangkan nilai jarak didapatkan dari hasil integral dari kecepatan. Jika jarak kurang dari 1 km dari stasiun terdekat maka mikrokontroler akan mengirim data dengan komunikasi USART ke modul MP3 TDB380 untuk memberi peringatan kepada penumpang. Tampilan pada

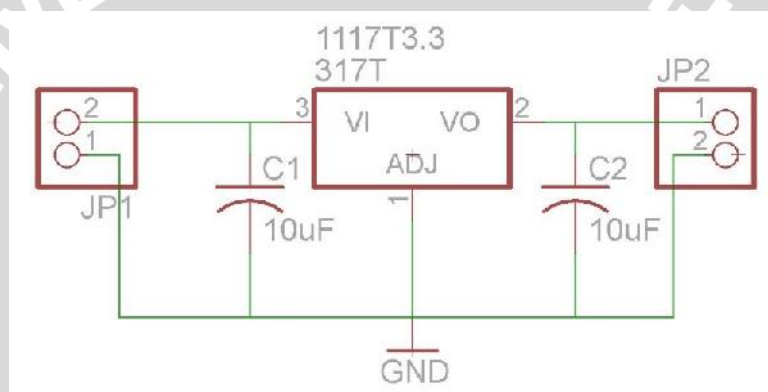
LCD menampilkan nama stasiun yang akan dituju serta kecepatan sesaat dan jarak yang telah ditempuh kereta api.

4.2 Perancangan Perangkat keras

Perancangan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian regulator, rangkaian mikrokontroler, sensor *accelerometer*, konfigurasi modul mp3, rangkaian penguat suara, konfigurasi LCD.

4.2.1 Perancangan Rangkaian Regulator

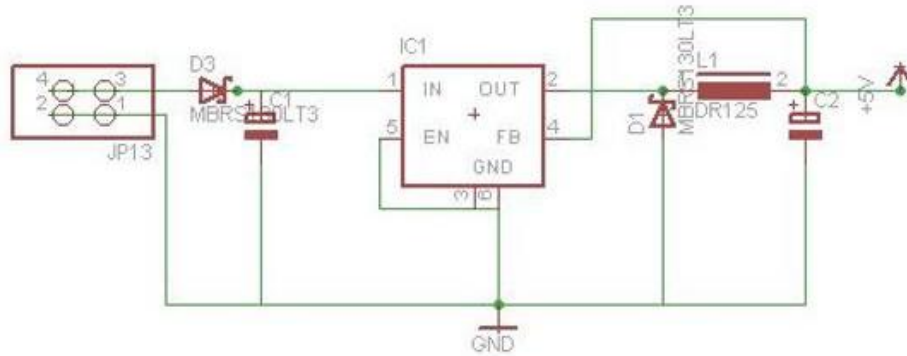
Catu daya sebesar 7.4 volt dari baterai LiPo perlu dimasukkan ke regulator untuk mendapatkan tegangan sebesar 3.3 volt untuk sensor dan 5 volt untuk mikrokontroler. Untuk regulator tegangan 3.3 volt menggunakan LM1117T. Skematik rangkaian regulator tegangan 3.3 volt ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Skematik regulator LM1117T 3.3V.
Sumber: LM1117T (2000:1)

LM1117T sebenarnya merupakan IC regulator dengan keluaran dapat diubah – ubah. Skematik rangkaian di atas merupakan rangkaian regulator 3.3 volt dengan dua buah kapasitor polar pada masukan dan keluaran. Fungsi dari kapasitor yaitu untuk mengurangi *ripple* dari masukan maupun keluaran. Besarnya nilai kapasitor 10uF didapatkan dari datasheet LM1117T.

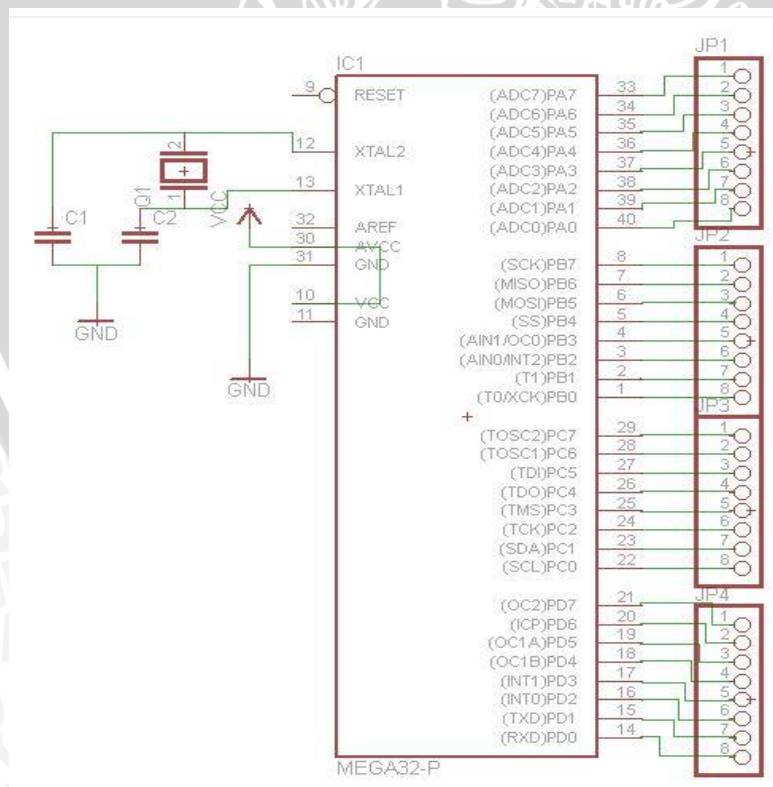
Rangkaian regulator 5 volt menggunakan LM2576 IC regulator switching dengan arus 3A. Masukan dari LM2576 dipasang diode sebagai pengaman rangkaian dan kapasitor sebesar 100uF untuk mengurangi *ripple* tegangan masukan. Pada keluaran LM2576 dipasang induktor sebesar 100uH, diode 1N5822, dan kapasitor sebesar 1000uF. Nilai komponen didapatkan dari datasheet LM2576. Skematik rangkaian LM2576 ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Skematik rangkaian LM2576.
Sumber: LM2576T (1990:1)

4.2.2 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler

Mikrokontroler ATmega32 beroperasi pada rentang tegangan antara 4,5 – 5 volt. Mikrokontroler ATmega32 sebagai pengolah utama dari sensor, LCD, dan modul MP3. Mikrokontroler ini menggunakan rangkaian crystal eksternal 16MHz dengan kapasitor sebesar 22pF. Pin AVCC dan VCC terhubung dengan tegangan 5 volt. Skematik rangkaian mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 4.5.

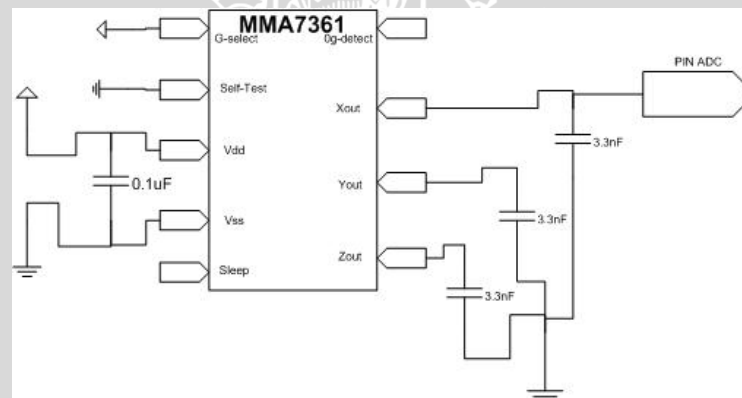


Gambar 4.5 Skematik rangkaian mikrokontroler.

4.2.3 Perancangan Rangkaian Sensor *Accelerometer*

Sensor *accelerometer* MMA7361 digunakan untuk mengukur percepatan suatu benda yang bergerak yang kemudian dikonversi menjadi kecepatan dan jarak. Sensor *accelerometer* beroperasi pada tegangan 2,2 – 3,6 volt dengan tegangan tipikal sebesar 3,3 volt. Keluaran sensor *accelerometer* MMA7361 berupa tegangan analog yang merepresentasikan data percepatan dalam satuan gravitasi (g).

Sensor *accelerometer* MMA7361 memiliki tingkat sensitifitas yang dapat dipilih yaitu 1.5g dan 6g. Tingkat sensitifitas dapat dipilih dengan pin *g-select*. Pemasangan kapasitor sebesar 0.1uF pada catu daya sensor bertujuan untuk meredam *noise* yang diakibatkan oleh rangkaian lainnya. Sedangkan pemasangan kapasitor 3.3nF pada pin keluaran sensor bertujuan untuk meminimalkan *clock noise*(dari pergantian rangkaian filter kapasitor). Pin keluaran sensor dalam sistem ini disambungkan ke pin ADC(*Analog to Digital Converter*) pada mikrokontroler. Gambar 4.6 menunjukkan skematik sensor *accelerometer* MMA7361.



Gambar 4.6 Skematik sensor MMA7361.

Pin output sumbu – x sensor terhubung dengan pin ADC mikrokontroler (PORTA.0). Pin *sleep* diberi logika HIGH agar sensor tidak mengaktifkan mode *sleep*. Pin *g – select* sensor diberikan logika HIGH (3,3 volt) karena menggunakan sensitifitas 6g. Tabel 4.1 menunjukkan penjelasan sensitifitas sensor MMA7361.

Tabel 4.1 Sensitifitas Sensor MMA7361

G - select	G - range	Sensitivity
0	1,5g	800mV/g
1	6g	206mV/g

Sumber : MMA7361 Freescale Semiconductor (2008:4)

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dengan sensitifitas 6g perubahan tiap 1g akan menghasilkan selisih tegangan keluaran sensor sebesar 206mV. Sedangkan untuk

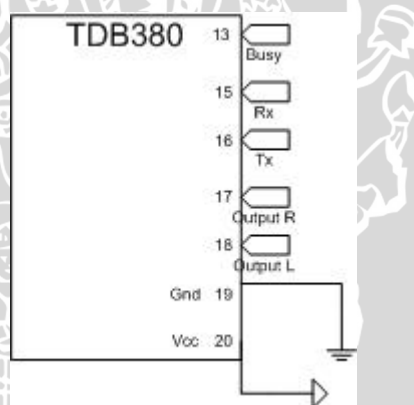
sensitifitas 1,5g perubahan tiap 1g akan menghasilkan selisih tegangan keluaran sensor sebesar 800mV. Resolusi ADC yang digunakan mikrokontroler sebesar 10 bit. Jadi, tiap 1 bit perubahan ADC dibagi dengan sensitifitas merupakan percepatan terkecil yang dapat diukur sensor.

$$V_{out} = \frac{1}{1024} \times 5 = 4,88mV$$

$$\text{Percepatan terkecil yang diukur} = \frac{4,88mV}{206mV/g} = 0,023 g$$

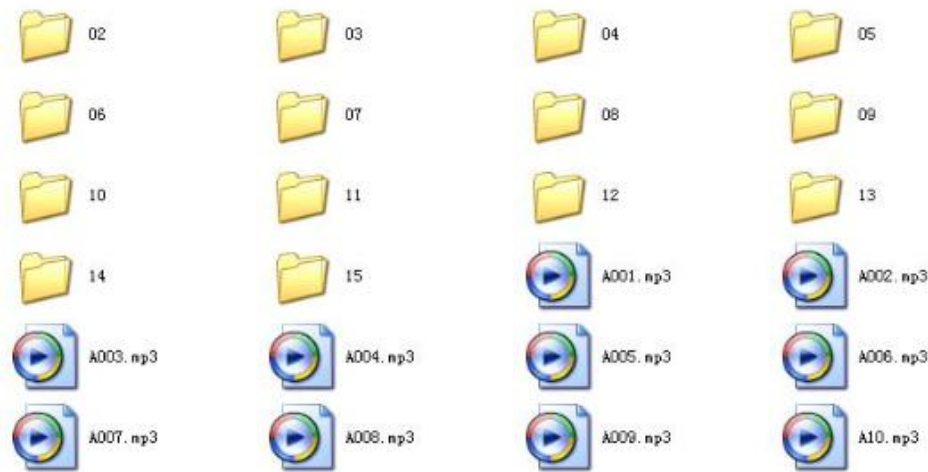
4.2.4 Perancangan Modul MP3

Rangkaian Modul MP3 TDB380 beroperasi pada tegangan 6 – 24 volt dengan tegangan tipikal 12 volt. Modul TDB380 ini menggunakan komunikasi USART (*Universal Serial Asynchronous Receiver Transmitter*). *MikroSD* 2GB sebagai penyimpanan suara yang akan menjadi informasi bagi penumpang. Gambar 4.7 menunjukkan gambar konfigurasi pin dari modul MP3 TDB380.



Gambar 4.7 Konfigurasi pin TDB380.

Pada perancangan modul MP3 TDB380 supply yang digunakan sebesar 7,4 volt yang didapatkan dari baterai Li-Po 2cell. Pin Rx TDB380 terhubung dengan pin Rx mikrokontroler dan pin Tx terhubung dengan pin Tx mikrokontroler. Salah satu pin keluaran TDB380 yaitu keluaran R atau keluaran L terhubung sebagai masukan dengan penguat suara. Pin busy tidak terhubung dengan perangkat lainnya. Penyimpanan file dengan ekstensi .mp3 pada *microSD* juga harus diperhatikan. Jika penamaan file tidak sesuai dengan ketentuan, maka file MP3 tidak dapat diakses oleh modul. Gambar 4.8 menunjukkan contoh dari penamaan file MP3 yang disimpan pada *microSD*.

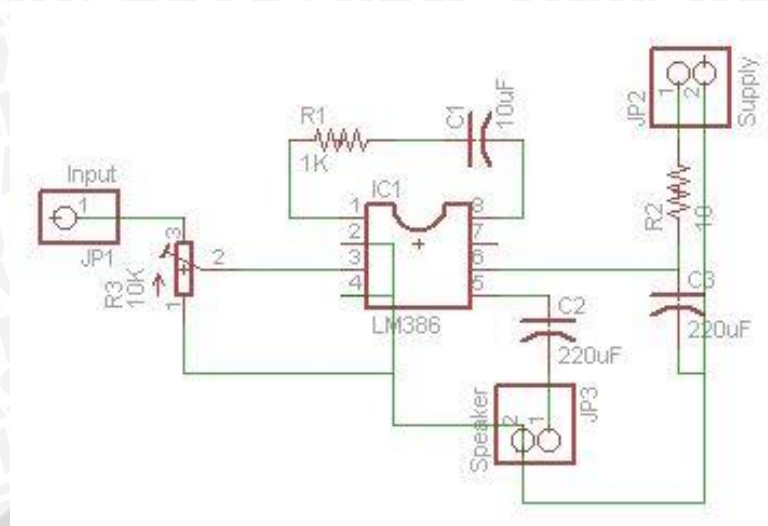


Gambar 4.8 Contoh penamaan file pada *microSD*.
Sumber : Tenda Electronics (2008:12)

4.2.5 Perancangan Penguat Suara

Rangkaian penguat suara digunakan untuk menguatkan sinyal audio dari modul MP3 TDB380 ke *speaker*. Rangkaian penguat suara ini menggunakan *ic op-amp* (*operational amplifier*) LM386 dengan penguatan sebesar 50 kali. *Op-amp* LM386 beroperasi pada tegangan 5 – 18 volt dengan penguatan tegangan 20 – 200 kali.

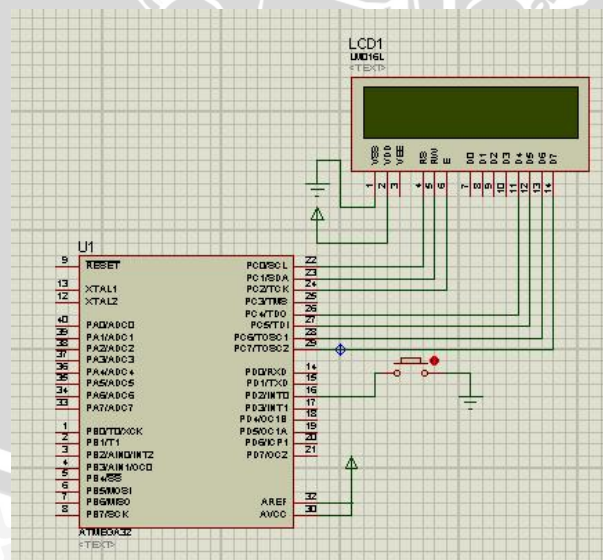
Catu daya untuk LM386 dipasang rangkaian low pass filter menggunakan resistor 10 dan kapasitor 220uF. Pada pin 1 dipasang resistor 1K diseri dengan kapasitor 10uF kemudian disambungkan dengan pin 8. Masukan rangkaian penguat suara dipasang variable resistor 10K untuk mengatur sinyal yang akan dikuatkan. Rangkaian ini menggunakan kapasitor sebesar 220uF sebelum *speaker* bertujuan untuk melewatkan sinyal informasi saja. Sehingga ketika keluaran *op-amp* berupa tegangan DC maka kapasitor akan open circuit dan tidak tersambung dengan *speaker*. Gambar 4.9 menunjukkan skematik rangkaian penguat suara menggunakan LM386.



Gambar 4.9 Skematik rangkaian penguat suara.
 Sumber: LM2386 (2011:5)

4.2.6 Perancangan Konfigurasi LCD

Catu daya yang digunakan LCD sebesar 5 volt. Port yang digunakan pada perancangan rangkaian antarmuka LCD adalah PORTC. Terdapat beberapa pin yang digunakan untuk antarmuka dengan mikrokontroler pada LCD di antaranya 3 pin yang digunakan sebagai pin kontrol yaitu pin 4 sebagai RS(*register select*), pin 5 sebagai R/W(*read/write*) dan pin 6 sebagai E(*enable*). Sedangkan untuk jalur data terdapat pada pin 11-14. Untuk rancangan antarmuka LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.10.

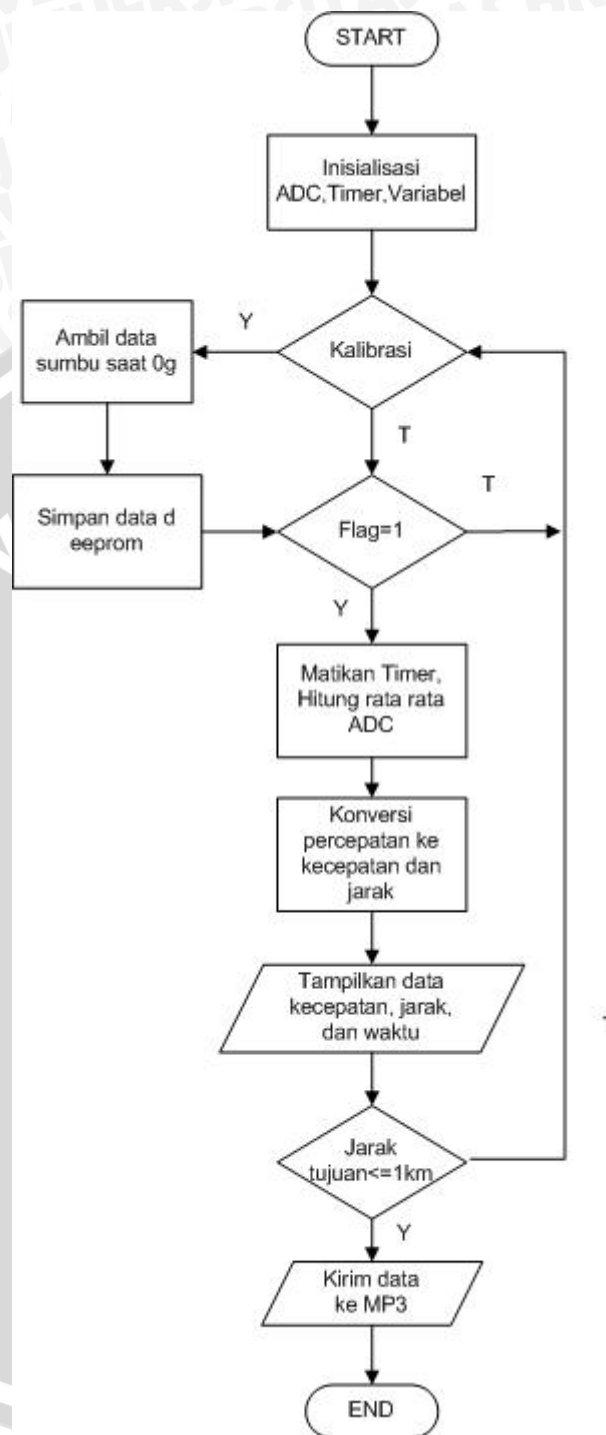


Gambar 4.10 Antarmuka LCD dengan ATmega32.
 Sumber: Baskara (2013)

4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat diagram alir program terlebih dahulu sebelum kemudian menuliskan dengan menggunakan bahasa C dalam

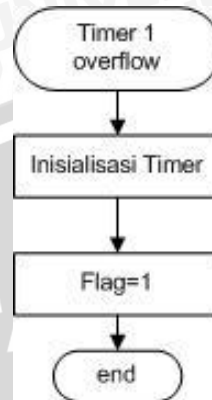
program kompiler CVAVR 2.05.3. Gambar 4.11 menunjukkan gambar diagram alir program.



Gambar 4.11 Diagram alir program utama.

Program dimulai dengan inisialisasi register *timer*, ADC, dan variabel yang dibutuhkan. Langkah selanjutnya dengan kalibrasi sensor untuk mengambil data pada saat posisi sensor dalam keadaan 0g atau diam. Data kalibrasi sensor disimpan pada *EEPROM* internal mikrokontroler supaya ketika alat digunakan di tempat yang sama

tidak diperlukan kalibrasi kembali. Ketika program dimulai maka register *timer* akan mencacah sampai terjadi *overflow* kemudian program akan melompat ke fungsi *timer overflow*. Pada fungsi *timer overflow* terdapat variabel *flag* yang diatur sama dengan satu. Gambar 4.12 menunjukkan gambar diagram alir untuk *timer*.



Gambar 4.12 Diagram alir timer 1.

Variabel *flag* sama dengan satu maka mikrokontroller memulai untuk mengambil data ADC sebanyak 100x dari sensor yang kemudian diambil rata – rata. Sampling pengambilan data ADC dilakukan tiap 500us. Setelah data ADC selesai diambil dilanjutkan dengan mengkonversi data ADC menjadi percepatan. Percepatan itulah yang nantinya dikonversi menjadi kecepatan dan jarak. Berikut ini merupakan program untuk mengkonversi data dari *accelerometer*.

$$\begin{aligned}
 A_x &= (\text{float})(V_{ox}-g_{0x})/(g_{1x}-g_{0x}); \\
 V_x &= V_x + (0.05/2.0)*(A_x + A_{x1}); \\
 A_{x1} &= A_x; \\
 S_x &= S_x + (0.05/2.0)*(V_x + V_{x1}); \\
 V_{x1} &= V_x;
 \end{aligned}$$

Program untuk menghitung percepatan pada sumbu - x (A_x) sama dengan hasil rata – rata ADC (V_{ox}) dikurangi dengan hasil kalibrasi sumbu - x saat keadaan 0g (g_{0x}) dibagi selisih dari hasil kalibrasi saat keadaan 1g (g_{1x}) dengan keadaan 0g (g_{0x}). Setelah itu data kecepatan (V_x), dan jarak (S_x) ditampilkan di LCD. Jika jarak stasiun tujuan kurang dari sama dengan 1 km maka mikrokontroller mengirim data ke modul MP3 dan akan diinformasikan ke penumpang melalui *speaker*.

BAB V

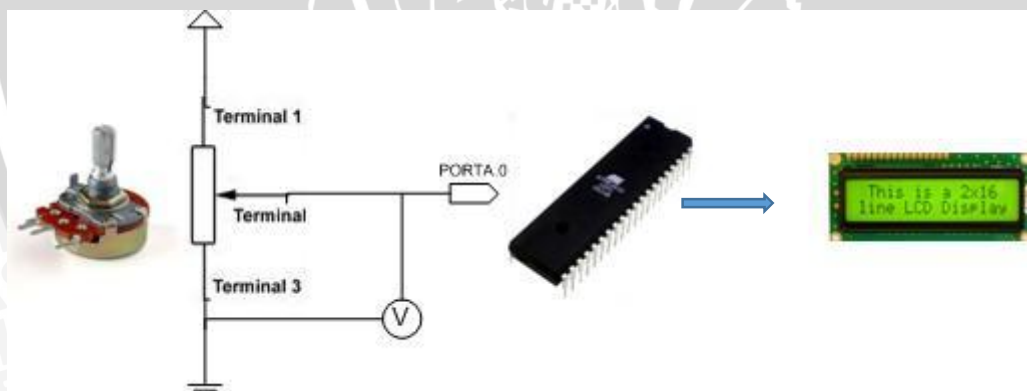
PENGUJIAN DAN ANALISIS

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

- 1) Pengujian ADC Mikrokontroler
- 2) Pengujian Sensor *Accelerometer*
- 3) Pengujian Modul MP3 TDB380
- 4) Pengujian Penguat Suara
- 5) Pengujian LCD
- 6) Pengujian Rangkaian Keseluruhan Sistem

5.1 Pengujian ADC Mikrokontroler

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah konversi tegangan analog ke nilai digital sesuai dengan perhitungan dan berapa prosentase *error* pada hasil konversi. Pengujian ini menggunakan variabel resistor untuk mengubah nilai resistansi sehingga nilai tegangan yang masuk pada pin ADC mikrokontroler dapat diatur. Gambar 5.1 menunjukkan konfigurasi pengujian ADC mikrokontroler.



Gambar 5.1 Konfigurasi pengujian ADC mikrokontroler.

Pada Pengujian ini, variabel resistor diberi tegangan 5 volt pada terminal 1, ground pada terminal 3, dan terminal 2 dihubungkan pada PORTA.0 sebagai ADC mikrokontroler. Cara mengetahui tegangan yang masuk pada PORTA.0 yaitu dengan mengukur menggunakan voltmeter pada terminal 2. Resolusi konversi ADC yang digunakan yaitu 10 bit. Tegangan referensi (V_{ref}) yang terukur pada mikrokontroler sebesar 5,08 volt. Pengujian dilakukan rentang tegangan 0 – 5 volt dengan selisih 0,25

volt. Nilai konversi ADC ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian ADC

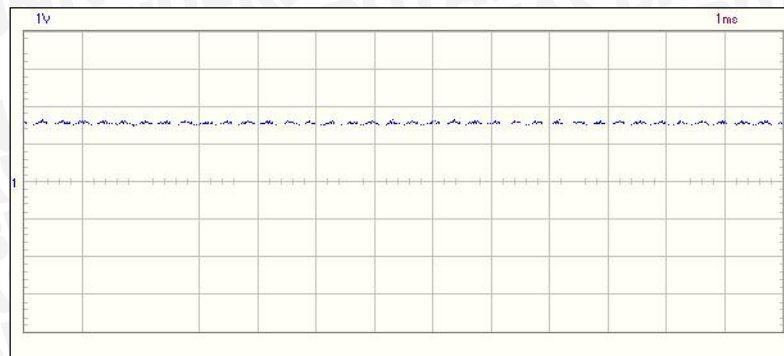
volt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	rata-rata	Perhitungan
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.25	49	47	51	46	45	50	55	49	51	49	49	50
0.5	100	97	97	100	101	97	98	104	101	108	100	101
0.75	151	147	142	152	144	143	146	151	148	153	148	151
1	204	199	207	211	201	207	207	204	184	186	201	201
1.25	251	248	255	252	252	253	251	253	252	246	251	252
1.5	300	298	303	305	304	302	306	302	300	300	302	302
1.75	351	348	350	352	350	358	351	352	351	348	351	352
2	400	403	401	403	396	396	403	404	406	407	402	403
2.25	451	451	454	451	451	452	449	451	448	449	451	453
2.5	500	502	500	500	504	504	504	504	502	502	502	503
2.75	551	558	555	556	551	553	558	558	556	556	555	554
3	601	603	607	608	614	614	611	608	603	604	607	604
3.25	652	652	655	655	647	648	654	655	652	652	652	654
3.5	704	703	707	711	707	704	704	705	707	703	706	705
3.75	752	753	752	752	755	752	760	760	755	755	755	755
4	803	807	819	820	814	816	804	802	807	811	810	806
4.25	854	856	851	857	859	852	855	862	855	861	856	856
4.5	904	900	904	907	903	908	904	902	908	903	904	906
4.75	958	952	958	963	959	960	958	961	955	959	958	957
5	1023	1022	1023	1023	1023	1020	1022	1023	1023	1022	1022	1007
<i>Error Rata - rata</i>												0,5%

Dari hasil pengujian ADC mikrokontroler yang dilakukan sepuluh kali pengujian didapatkan nilai *error* rata – rata sebesar 0,5%. Dapat disimpulkan konversi tegangan menjadi nilai digital memiliki presisi yang tinggi karena nilai *error* sangat kecil.

5.2 Pengujian Sensor Accelerometer

Pengujian sensor *accelerometer* ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor mulai dari keadaan diam maupun bergerak. Pengujian ini dilakukan hanya pada satu sumbu saja yaitu sumbu – x. Pengujian dilakukan dengan osiloskop PC lab 2000

SE dengan *time/div* sebesar 1ms dan *volt/div* sebesar 1 volt. Gambar 5.2 menunjukkan tegangan keluaran sensor pada saat diam.

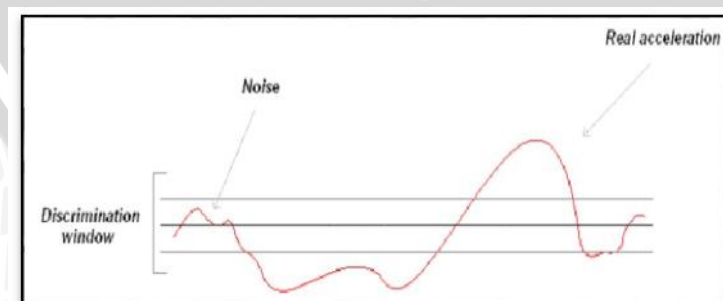


Gambar 5.2 Tegangan keluaran sensor saat diam.

Pada hasil pengujian tegangan keluaran sensor pada saat diam terdapat *noise* sehingga menyebabkan adanya ripple pada tegangan keluaran. Cara mengatasinya ada beberapa metode yang salah satunya yaitu metode *discriminating window*. Metode *discrimination window* diperlukan agar *noise* tidak dianggap sebagai percepatan pada saat sensor diam. Cara menentukan batas pada metode ini yaitu dengan mengetahui selisih *noise* dengan tegangan *offset* ($V_{dd}/2$). Hasil pengujian pada Gambar 5.2 menunjukkan selisih *noise* dengan tegangan *offset* sebesar 20 mV. Berdasarkan Persamaan 2.1 dapat dihitung nilai ADC dari 20 mV.

$$\text{Nilai ADC} = \frac{0.02}{5.08} \times 1023 = 4.03$$

Hasil dari perhitungan didapatkan nilai ADC sebesar 4,03. Program konversi ADC memiliki tipe data *unsigned int* sehingga nilai ADC dibulatkan menjadi 5. Jadi, batas atas dan bawah pada metode *discriminating window* sebesar 5. Gambar 5.3 menunjukkan prinsip metode *discriminating window*.



Gambar 5.3 Metode *discriminating window*.
Sumber: Kurt Seifert dan Oscar Camacho(2007:5)

Berikut ini merupakan program menggunakan metode *discriminating window*

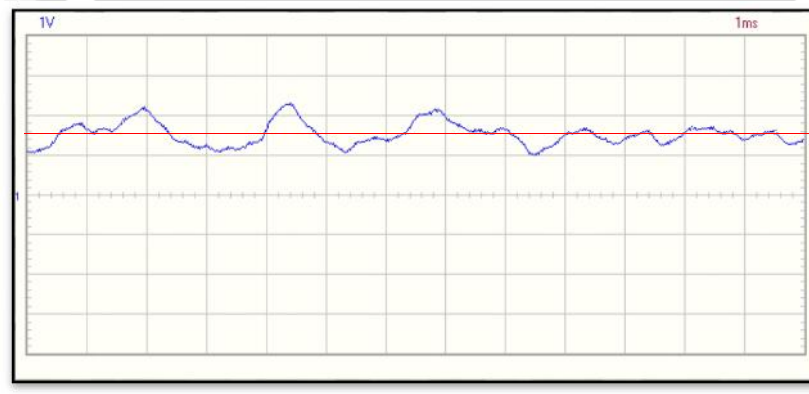

```

if( $V_{ox} > bts_1$  &&  $V_{ox} < bts_2$ )
{
 $V_{ox} = (float)g_{0x}$ ;
}

```

Program metode *discriminating window* jika tegangan keluaran sumbu - x (V_{ox}) lebih dari batas bawah (bts_1) dan kurang dari batas atas (bts_2) maka tegangan keluaran sama dengan tegangan *offset* sumbu - x (g_{0x}).

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan pengujian sensor *accelerometer* pada saat bergerak. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana tegangan keluaran pada sumbu - x. Gambar 5.4 menunjukkan hasil pengujian pada saat sensor bergerak.



Gambar 5.4 Hasil pengujian sensor bergerak.

Hasil pengujian saat sensor bergerak menunjukkan gambar yang sesuai dengan dasar teori sensor. Garis menunjukkan tegangan *offset* ($V_{dd}/2$) yaitu 1,65 volt. Tegangan keluaran sensor diatas garis merah menunjukkan percepatan (*acceleration*) dan yang dibawah garis merah menunjukkan perlambatan (*deceleration*). Pada gambar hasil pengujian dapat dilihat pada rentang 1 ms sudah terjadi percepatan. Berdasarkan hal tersebut maka ditentukan waktu sampling pengambilan ADC harus dibawah 1 ms.

Setelah mengetahui tegangan keluaran sensor saat bergerak kemudian dilanjutkan dengan pengujian sensor untuk menghitung kecepatan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa prosentase nilai *error* konversi dari percepatan menjadi kecepatan. Tabel 5.2 menunjukkan hasil pengujian konversi percepatan menjadi kecepatan.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kecepatan

Pengujian Kecepatan			
Sumbu	Rata - rata	Kec. Yang ditampilkan Speedometer	Error
X	9.94	10	0.57%
	19.62	20	1.92%
	30.31	30	1.02%
Error Rata - rata			1.17%

Pengujian dilakukan memakai motor dan mobil kemudian dibandingkan nilai kecepatan yang tampil pada LCD dengan kecepatan yang tampil pada speedometer. Pengujian dilakukan tiga kali yang kemudian diambil nilai *error* rata – rata. Hasil pengujian didapatkan nilai *error* rata – rata sebesar 1,17% dengan nilai *error* terbesar 1,92%.

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian untuk mendapatkan nilai jarak. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui prosentasi *error* pada konversi percepatan menjadi jarak. Tabel 5.3 menunjukkan hasil pengujian konversi percepatan menjadi jarak.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Jarak

Pengujian Jarak			
Sumbu	Rata - rata	Jarak Sebenarnya	Error
X	0.00	0	0.00%
	46.90	50	6.20%
	98.10	100	1.90%
	155.30	150	3.53%
	207.40	200	3.70%
Error rata-rata			3.07%

Pengujian dilakukan sepuluh kali pada jarak 0 – 200 cm dengan selisih 50 cm. hasil pengujian didapatkan nilai *error* rata – rata sebesar 3,07% dengan *error* terbesar 6,20%. Nilai *error* sangat besar karena pada saat konversi menjadi kecepatan terdapat *error*, sehingga pada saat konversi menjadi jarak terdapat penjumlahan nilai *error*.

5.3 Pengujian Modul MP3 TDB380

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah modul MP3 TDB380 bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan PC lab 2000SE dengan volt/div sebesar 0,2 volt dan time/div 1ms. Keluaran dari sensor berupa suara yang sudah disimpan pada *microSD* 2GB. Gambar 5.5 menunjukkan tegangan keluaran dari modul MP3.

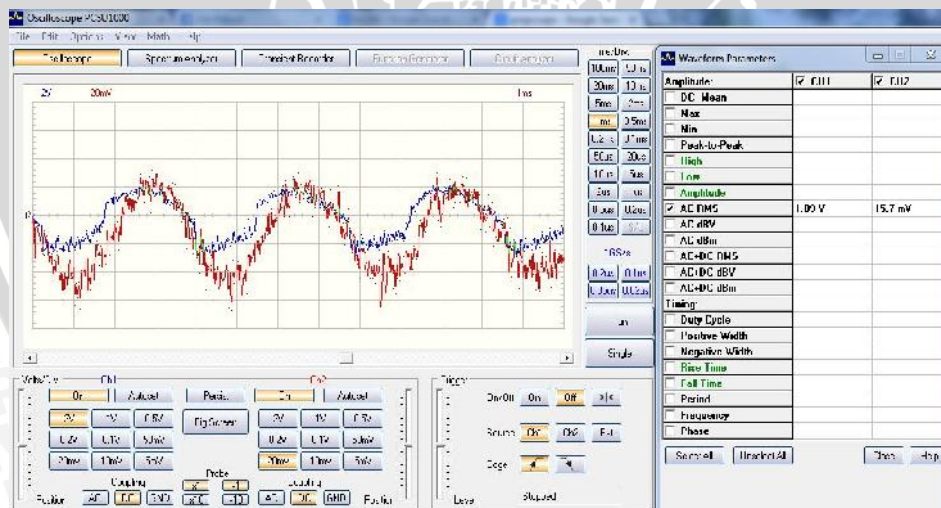


Gambar 5.5 Tegangan keluaran TDB380.

Hasil pengujian dilihat dari Gambar 5.5 modul MP3 bekerja dengan baik. Pada saat pengolah utama mengirim data ke TDB380 dengan komunikasi serial. Sinyal akustik keluaran modul TDB380 masih belum dapat didengar oleh pengguna. Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan penguat suara sebelum ke *speaker*.

5.4 Pengujian Penguat Suara

Pengujian penguat suara dilakukan untuk mengetahui apakah penguat suara bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan untuk melihat sinyal keluaran sebelum masuk ke *speaker* dan membuktikan penguatan sinyal sebesar 50 kali. Gambar 5.6 menunjukkan sinyal keluaran sebelum speaker.



Gambar 5.6 Sinyal keluaran penguat suara.

Hasil pengujian pada gambar menunjukkan sinyal masukan rangkaian penguat suara berwarna warna merah pada channel 2 dan sinyal keluaran berwarna biru pada channel 1. Pada datasheet menunjukkan bahwa penguatan sebesar 50 kali sedangkan pada gelombang parameter hasil pengujian menunjukkan nilai AC RMS (*Root Mean Square*) channel 1 sebesar 1,09 V dan channel 2 sebesar 15,7 mV.

$$\text{Penguatan} = \frac{1,09 \text{ V}}{15,7 \text{ mV}} = 69,42$$

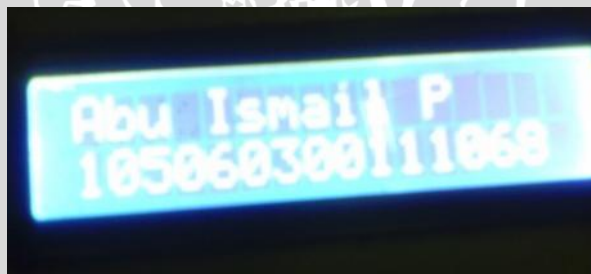
Pada perhitungan penguatan diatas didapatkan penguatan pada rangkaian penguat suara sebesar 69,42 kali. Penguatan ini tidak sesuai dengan apa yang tertulis pada datasheet. Hal ini disebabkan karena komponen yang dipakai memiliki nilai kompensasi misalnya pada resistor. Jika sinyal keluaran pada rangkaian diatas 5 volt maka sinyal akan terpotong pada titik 5 volt, karena catu daya pada LM386 sebesar 5 volt.

5.5 Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan informasi yang sesuai dengan apa yang dikirimkan oleh pengolah utama. Berikut ini merupakan *listing* program untuk menampilkan ke LCD.

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("Abu Ismail P");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("105060300111068");
delay_ms(2000);
```

Gambar 5.7 menunjukkan hasil pengujian tampilan pada LCD.



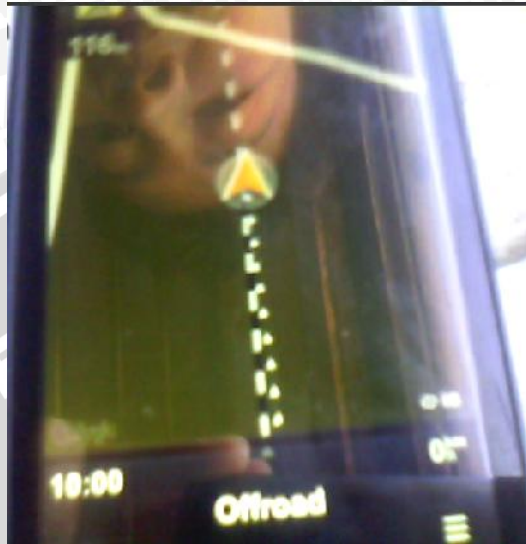
Gambar 5.7 Hasil pengujian LCD.

Hasil pengujian pada gambar 5.7 dapat dilihat LCD dapat menampilkan informasi dengan jelas.

5.6 Pengujian Rangkaian Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan dengan kereta api Pandanwangi dengan rute Karangasem – Banyuwangi baru. Pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem pada kereta api. Hasil pengujian kecepatan pada kereta api dibandingkan dengan menggunakan aplikasi sygic dari *handphone*. Aplikasi ini merupakan aplikasi untuk mencari jalan raya menggunakan GPS dengan tampilan map dan kecepatan. Jarak dari

stasiun Karangasem menuju stasiun Banyuwangi baru sepanjang 11 km. Pengujian dilakukan naik kereta pulang – pergi sebanyak 2 kali dengan penempatan sistem pada kursi penumpang dan handphone terletak disamping system sebagai nilai pembanding atau alat ukur. Gambar 5.7 menunjukkan gambar aplikasi sygic pada *handphone*.



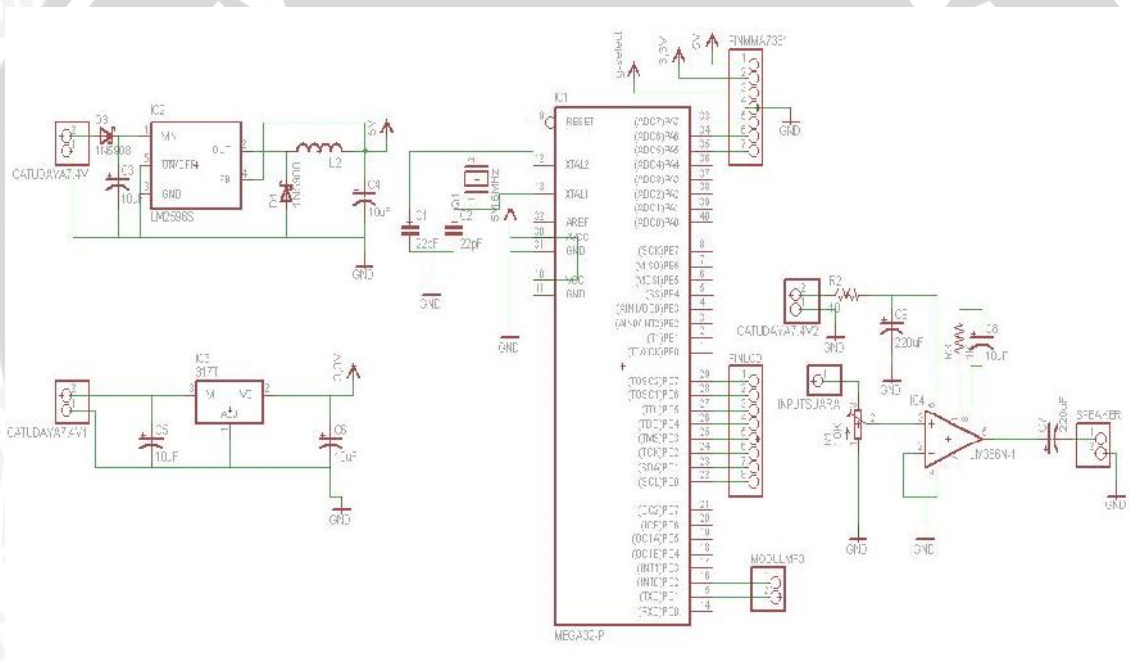
Gambar 5.8 Tampilan aplikasi sygic pada *handphone*.

Gambar panah menunjukkan posisi kereta pada map dan jalur hitam putih merupakan rel kereta api. Tulisan *offroad* menunjukkan bahwa kereta tidak pada jalur jalan raya. Pada pojok kanan bawah tertera kecepatan sesaat kereta api. Hasil pengujian kecepatan kereta api didapatkan dari pengujian sebanyak 2 kali. Tabel 5.4 menunjukkan hasil pengujian kecepatan pada kereta api.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kecepatan Pada Kereta Api

No	Kecepatan	Sygic	Error
1	43,82	42	4.33%
2	51,6	50	3.20%
3	53,18	55	3.31%
4	54,04	54	0.07%
5	57,80	62	6.77%
6	57,92	61	5.05%
7	61,55	61	0.90%
8	61,78	62	0.35%
9	66,70	63	5.87%
10	71,53	70	2.19%
Error Rata - rata			3.21%

Hasil pengujian kecepatan pada kereta api didapatkan *error* rata – rata sebesar 3,21%. Banyak pengaruh yang menyebabkan hasil pengujian kecepatan memiliki *error* rata – rata yang besar dibandingkan dengan hasil pengujian pada saat alat diuji dengan motor dan mobil. Pengaruhnya antara lain yaitu getaran pada saat kereta api bergerak dikarenakan sistem terletak di kursi penumpang. Pada datasheet MMA7361 tertulis salah satu penyebab gangguan kinerja dari sensor yaitu getaran mekanik. Hasil dari 2 kali pengujian dengan jarak tempuh 11 km alat dapat memberi informasi kepada penumpang pada jarak 10 km. Hal ini sesuai dengan perancangan awal dimana sistem diharapkan dapat memberi informasi 1 km sebelum mencapai stasiun tujuan. Skematik rangkaian untuk pengujian keseluruhan sistem ditunjukkan dalam Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Skematik rangkaian keseluruhan sistem

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem antarmuka pengolah utama dengan sensor *accelerometer* terhubung pin ADC mikrokontroler dengan resolusi 10 bit. Pengujian ADC didapatkan nilai *error* rata – rata sebesar 0,5 %. Berdasarkan hal itu konversi nilai ADC pada mikrokontroler dianggap sesuai dengan tegangan masukan karena nilai *error* sangat kecil.
2. Metode untuk mengurangi *noise* sensor menggunakan metode *discriminating window*. Metode konversi dari percepatan menjadi kecepatan dan jarak menggunakan metode *runge – kutta*.
3. Pengujian sensor untuk menghitung kecepatan pada mobil didapatkan hasil pengujian *error* rata – rata sebesar 1,17% dengan *error* terbesar pada kecepatan 20 km/h sebesar 1,92%.
4. Pengujian sensor untuk menghitung jarak dengan rentang 0 – 200 cm didapatkan *error* rata – rata sebesar 3,07% dengan *error* terbesar pada jarak 50 cm sebesar 6,20%.
5. Penambahan rangkaian penguat suara pada sistem informasi bagi penumpang dengan dua kali pengujian didapatkan penguatan sebesar 69,42 kali untuk menghasilkan suara yang dapat didengar oleh penumpang yang berada di radius 10 m dari system tersebut.
6. Pengujian keseluruhan sistem didapatkan *error* rata – rata sebesar 3,21 % pada kecepatan kereta api disebabkan karena getaran pada saat kereta api bergerak dan sistem mampu memberikan informasi tepat 1 km dari jarak yang terukur sebelum mencapai stasiun tujuan.

6.2 Saran

Beberapa saran yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini antara lain:

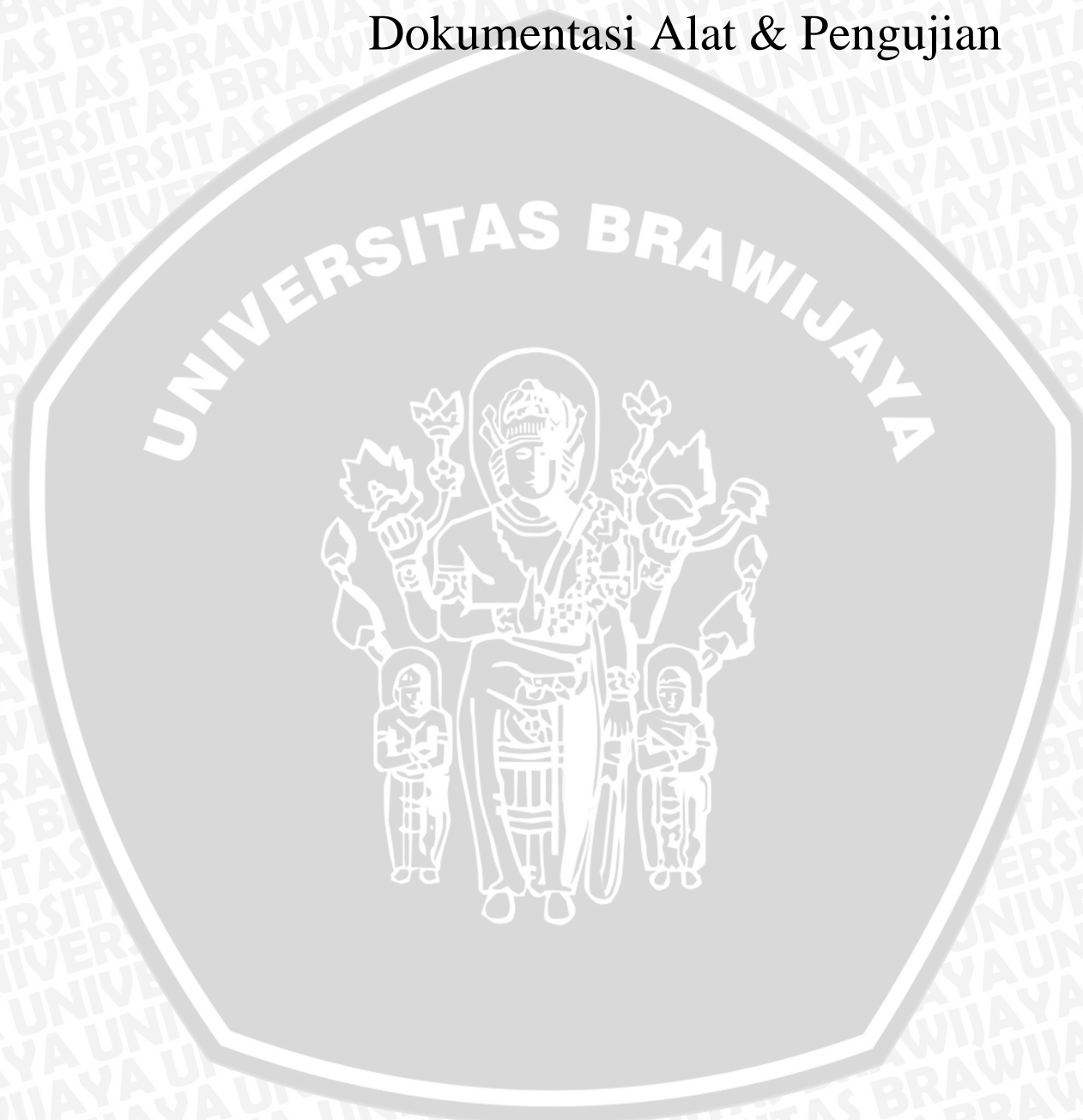
1. Solusi meredam *noise* pada tegangan keluaran sensor bisa menggunakan filter analog maupun digital.
2. Perlu pengembangan lagi untuk metode konversi dari percepatan menjadi kecepatan dan jarak.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris Doni. 2013. *Mengapa Speaker HP Tidak Bisa Ngebas?*. <http://detektif-fisika-doni.blogspot.com/2013/04/mengapa-speaker-hp-tidak-bisa-nge-bass.html>. (Diakses tanggal 24 juli 2014)
- Atmel. 2007. *ATMEGA32/ATMEGA32L, 8-bit AVR with 8 kbytes in Sistem Programable Flash*. www.atmel.com/literatur. (Diakses tanggal: 8 Mei 2013).
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Jumlah Penumpang Kereta Api, 2006-2014 (Ribuan Orang)*. http://bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=2&tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&no_tab=16. (Diakses tanggal: 2 Februari 2014).
- Bejo, Agus. 2008. *C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Edkitch. 2008. *Interfacing TDB380 Mp3 Module with Arduino*. <http://www.instructables.com/id/Interfacing-TDB380-MP3-Module-With-Arduino/>. (Diakses tanggal: 24 Juli 2014).
- Freescale Semiconductor. 2008. *±1,5g, ±6g Three Axis Low-g Micromachined Accelerometer*. www.sparkfun.com/datasheets. (Diakses tanggal: 5 Februari 2014).
- LM386 Datasheet. *LM386 Low Voltage Audio Amplifier*. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm386>. (Diakses tanggal: 5 Februari 2014).
- Seifert, K. dan Chamacho, O. 2007. *Implementing Position Algorithm Using Accelerometer*. Freescale Semiconductor.
- Sudjadi. 2005. *Teori dan Aplikasi Microcontroller*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutrisno. 1987. *Elektronika, Teori dan Penerapannya*. Bandung: ITB.
- Tenda Electronics. 2008. *Embedded MP3 Module*. www.tendaelectronics.com. (Diakses tanggal: 25 September 2013).
- Tuck, Kimberly. 2007. *Implementing Auto – Zero Calibration Technique for Accelerometers*. Freescale Semiconductor.
- Yuwono, Cahyo., Wahyudi., dan Akhiruyanto, Andry. 2010. *Pengembangan Accelerometer Berbasis Personal Computer Untuk Mengetahui Karakteristik Lari Jarak Pendek Menggunakan Teknologi Wireless*.
- 4tronik. 2010. *MMA7361 TRIPLE 3-AXIS ACCELEROMETER*. http://4tronix.co.uk/store/index.php?rt=product/product&product_id=146. (Diakses tanggal 23 juli 2014).

LAMPIRAN I

Dokumentasi Alat & Pengujian



LAMPIRAN II

Listing Program



LAMPIRAN III

Datasheet

