



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**SISTEM PEMANTAUAN AKTIVITAS MANUSIA  
BERBASIS AKSELEROMETER  
DENGAN PENGIRIMAN DATA SECARA WIRELESS**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Strata Satu Fisika**

**AHMAD KHOLIDIN**

**0305020055**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**PROGRAM STUDI FISIKA**

**DEPOK**

**JUNI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Ahmad Kholidin

NPM : 0305020055

Tanda tangan :

Tanggal : 22 Juni 2010

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Ahmad Kholidin  
NPM : 0305020055  
Program Studi : Fisika Instrumentasi  
Judul Skripsi : Sistem Pemantauan Aktivitas Fisik Manusia Berbasis  
Akselerometer dengan Pengiriman Data Secara Wireless

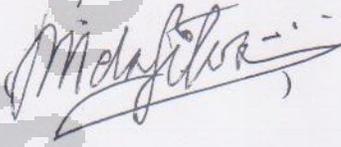
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

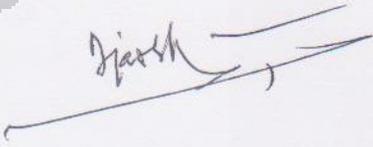
Pembimbing : Dr.Sastra Kusumawijaya

(  )

Penguji : Dr.BEF Da Silva

(  )

Penguji : Prof. Dr. Djarwani S. Soedjoko

(  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 22 Juni 2010

## KATA PENGANTAR

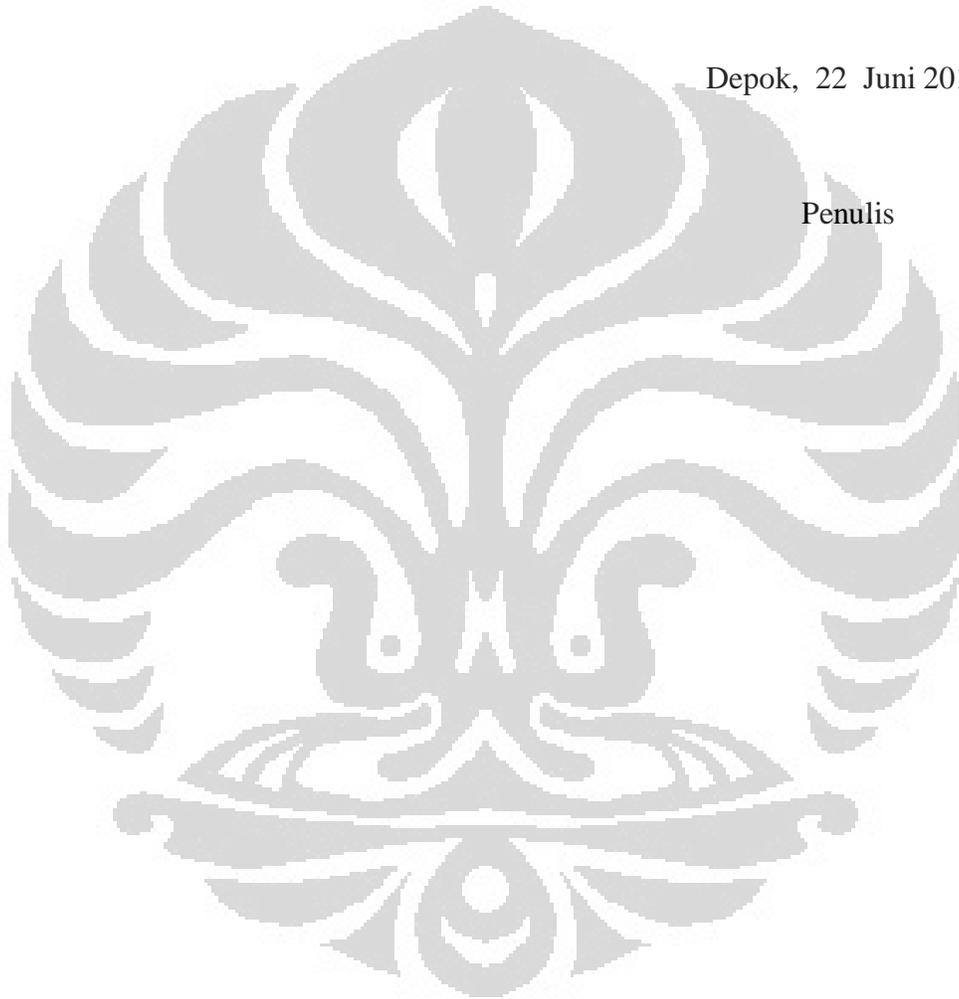
Segala puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah Subhana Wa Ta'ala, atas berkat rahmat, nikmat dan karuniaNYA-lah Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Pada kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini,

- (1) Ayah, Ibu, Kakak dan AdikKu Tercinta atas doa, kasih sayang, perhatian, pengertian, dorongan semangat yang diberikan, dan semua pengorbanan yang telah diberikan.
- (2) Dr. Sastra Kusuma Wijaya, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Dr.BEF Da Silva dan Prof. Dr. Djarwani S. S. selaku penguji, atas saran dan kritiknya;
- (4) Partner terbaik penulis, Idha Rakhmawati yang selalu membantu pada saat penulis mengalami kesulitan;
- (5) Maria Theodora Rosary, atas dorongan, perhatian serta kasih sayangnya;
- (6) Teman seperjuangan, Imam Haromain, Fandi Akhmad dan Helmi Indra yang dengan senang hati berbagi informasi dan pengetahuan;
- (7) Kak Sugi dan Kak Budi yang telah banyak membantu dan berdiskusi pada saat proses penelitian serta berbagi “new folder”nya.
- (8) Franki yang telah bersedia meluangkan waktu untuk berdiskusi membantu ketika penulis mengalami kesulitan dalam proses pembuatan program;
- (9) Risza Putri Elburdah dan Nursiti Radityani, atas pengalaman berharganya;

(10) Terima kasih untuk semua pihak yang secara sadar ataupun tidak, telah banyak membantu dalam proses penyusunan skripsi ini.  
Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 22 Juni 2010

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Kholidin  
NPM : 0305020055  
Program Studi : Fisika Instrumentasi  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Noneksklusif (*NON-exclusif Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Sistem Pemantauan Aktivitas Manusia Berbasis Akselerometer dengan Pengiriman  
Data Secara Wireless

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada Tanggal : 22 Juni 2010

Yang menyatakan

( Ahmad Kholidin )

## ABSTRAK

Nama : Ahmad Kholidin  
Program Studi : S1 Fisika  
Judul : Sistem Pemantauan Aktivitas Fisik Manusia Berbasis Akselerometer dengan Pengiriman Data Secara Wireless

Sistem pemantauan aktivitas fisik manusia berhasil dibuat dengan menggunakan tiga buah sensor akselerometer 3-sumbu MMA7260Q yang diaplikasikan sebagai pedometer, penentu gerak tubuh, pemantau kecepatan gerak dan jarak tempuh. Dengan menggunakan pengendali mikro ATmega128 data percepatan dikonversi oleh ADC (*Analog to Digital Conversion*) internal dari pengendali mikro kemudian hasilnya disimpan dalam kartu memori tipe SD yang dilengkapi oleh tampilan waktu dan tanggal pengambilan data dengan menggunakan RTC (*Real Time Clock*), DS1307 serta mengirim datanya ke PC secara wireless dengan menggunakan Zigbee sebagai wireless adapter. Pemantauan aktivitas dilakukan dengan cara memasang akselerometer di betis, paha dan pinggang pasien. Penentuan gerak tubuh dilakukan dengan melihat keluaran tegangan setiap sensor akselerometer dari masing-masing gerakan. Pengiriman data secara wireless membuat alat ini menjadi *portable* dengan maksimal jarak antara transmitter dan receiver pada suatu gedung tertutup 20 meter dengan asumsi transmitter berada 1 lantai dibawah receiver dan memiliki 1 sekat penghalang.

Kata kunci: akselerometer, aktivitas fisik, pengendali mikro ATmega128, kartu memori, zigbee

## ABSTRACT

Name : Ahmad Kholidin  
Study Program : Physics  
Title : Monitoring System of Human Physical Activities Based on Accelerometer With Wireless Data Sending.

Monitoring system of human physical activities has been successfully constructed using three sensors 3-axis accelerometer MMA7260Q applied as pedometer, decisive gesture, observer velocity, stride, and travelled distance. Using microcontroller Atmel AVR ATmega128 series acceleration data is converted by the internal ADC (Analog to Digital Conversion) and the results are stored in SD card and sending it wirelessly using Zigbee as wireless adapter. Data complemented by the display time and date of data acquisition by using the RTC (Real Time Clock), DS1307. Physical activities monitored by placing accelerometer sensor at the waist, thighs, and calves. Determination of body movements performed by determining the acceleration data ranges for each movement. Sending data wirelessly make this system more portable with maximum distance between receiver and transmitter in the building are 20 metres. It using the assumption that receiver located 1 floor below and have 1 barrier.

Keywords: accelerometer, physical activities, microcontroller ATmega128, memory card, zigbee

## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Pembatasan Penelitian .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Metodologi Penelitian .....	3
1.4.1. Studi Literatur .....	3
1.4.2. Studi Alat dan Komponen .....	4
1.4.3. Penelitian Laboratorium .....	4
1.5. Sistematika Penulisan .....	6
1.5.1. Bab 1 Pendahuluan .....	6
1.5.2. Bab 2 Landasan Teori .....	6
1.5.3. Bab 3 Perancangan Sistem .....	7
1.5.4. Bab 4 Pembahasan .....	7
1.5.5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran .....	7
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>8</b>
2.1. Akselerometer MMA7260Q .....	8
2.1.1. <i>Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)</i> .....	9
2.1.2. Prinsip Akselerometer .....	10
2.1.3. MMA7260Q .....	11
2.2. Mikrokontroler Atmega 128 .....	14
2.3. Kartu Memori SD ( <i>Secure Digital</i> ) .....	16
2.4. Format Data FAT ( <i>File Allocation Table</i> ) .....	17
2.5. RTC ( <i>Real Time Clock</i> ) DS1307 .....	19
2.6. Aktifitas Fisik dan Penggunaan Energi .....	20
2.7. Pedometer .....	22
2.8. Kompas Magnetik .....	22
2.9. Zigbee .....	24

<b>BAB 3 PERANCANGAN SISTEM</b> .....	26
3.1. Perancangan Perangkat Keras .....	26
3.1.1. Perancangan Minimum Sistem ATmega128.....	26
3.1.2. Perancangan Antarmuka Sensor Akselerometer .....	28
3.1.3. Perancangan Modul Kartu Memori SD (SD Card).....	29
3.1.4. Modul RTC ( <i>Real Time Clock</i> ) dan Sensor Kompas .....	30
3.1.5. Perancangan Modul Zigbee .....	32
3.2. Perancangan Perangkat Lunak .....	34
3.3. Prinsip Kerja Rancangan Secara Umum .....	36
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	38
4.1. Kalibrasi Sensor Kompas CMPS03 .....	38
4.2. Pengujian Modul Zigbee .....	41
4.3. Pengukuran Posisi .....	43
4.4. Jarak Tempuh .....	46
4.4. Pedometer.....	47
<b>BAB 5 PENUTUP</b> .....	49
5.1. Kesimpulan .....	49
5.2. Saran.....	49
DAFTAR REFERENSI .....	51
DAFTAR LAMPIRAN.....	53

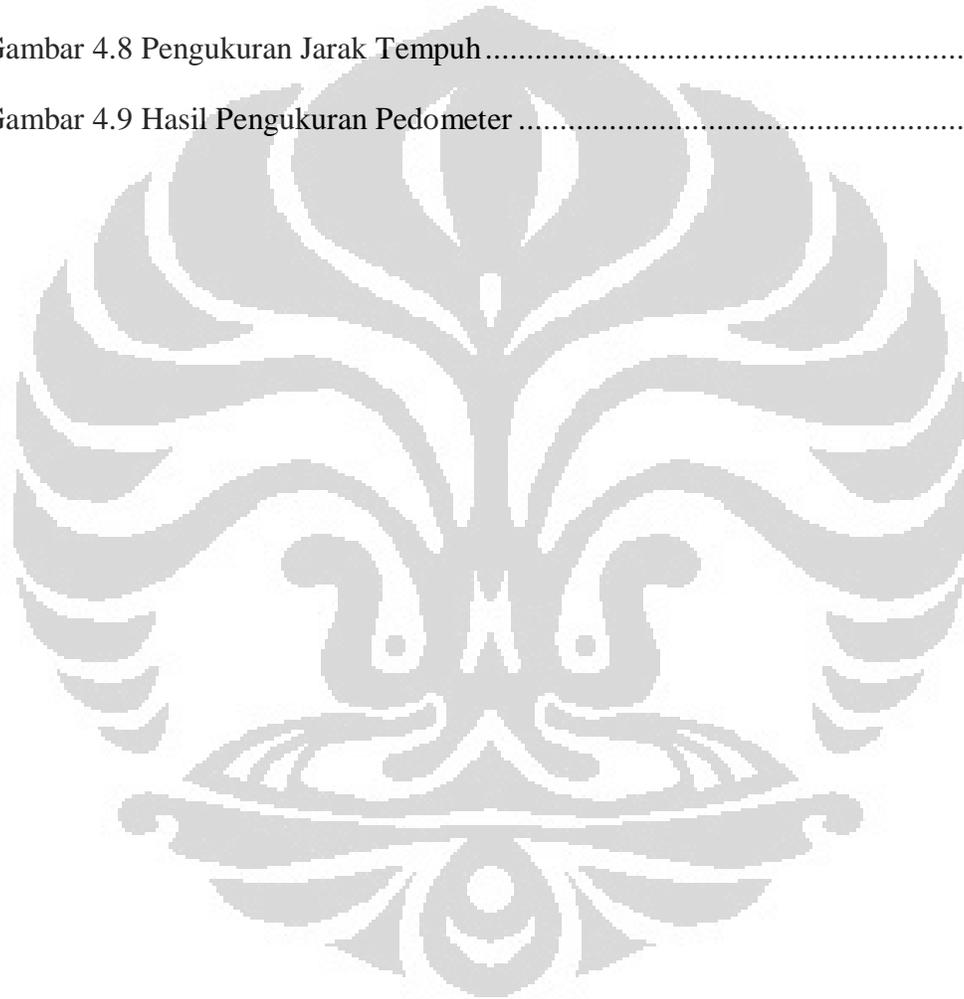
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Blok Diagram Perancangan Alat .....	5
Gambar 2.1 Prinsip akselerometer.....	10
Gambar 2.2 Koneksi Pin MMA7260Q .....	11
Gambar 2.3 Blok Diagram Fungsi Akselerometer MMA7260Q .....	13
Gambar 2.4 Model Transduser yang disederhanakan.....	14
Gambar 2.5 Struktur Partisi FAT16.....	18
Gambar 2.6 Konfigurasi Pin DS1307 .....	20
Gambar 2.7 Gerakan Persendian Pinggul pada Saat Berjalan.....	22
Gambar 2.8 Blok Diagram Sensor KMZ51 .....	23
Gambar 3.1 Skematik Koneksi Port ATmega128 .....	27
Gambar 3.2 Diagram Sistem MMA7260Q .....	28
Gambar 3.3 Antarmuka Akselerometer dengan Mikrokontroler .....	29
Gambar 3.4 Koneksi EMS SD MMC FRAM dengan Mikrokontroler ATmega128 ..	30
Gambar 3.5 Koneksi Antara Sensor Kompas CMPS03 dengan ATmega128 .....	31
Gambar 3.6 Koneksi Zigbee dengan ATmega128 .....	32
Gambar 3.7 Rangkaian Adapter Serial Zigbee.....	33
Gambar 3.8 Mengkonfigurasi Zigbee dengan X-CTU .....	34
Gambar 3.9 (a).Diagram alir program pengambilan data percepatan, (b). Diagram alir program pengolahan data percepatan .....	36
Gambar 4.1 Rangkaian Tactile Switch Untuk Kalibrasi.....	38
Gambar 4.2 Orientasi Arah Utara CMPS03.....	39

## DAFTAR TABEL

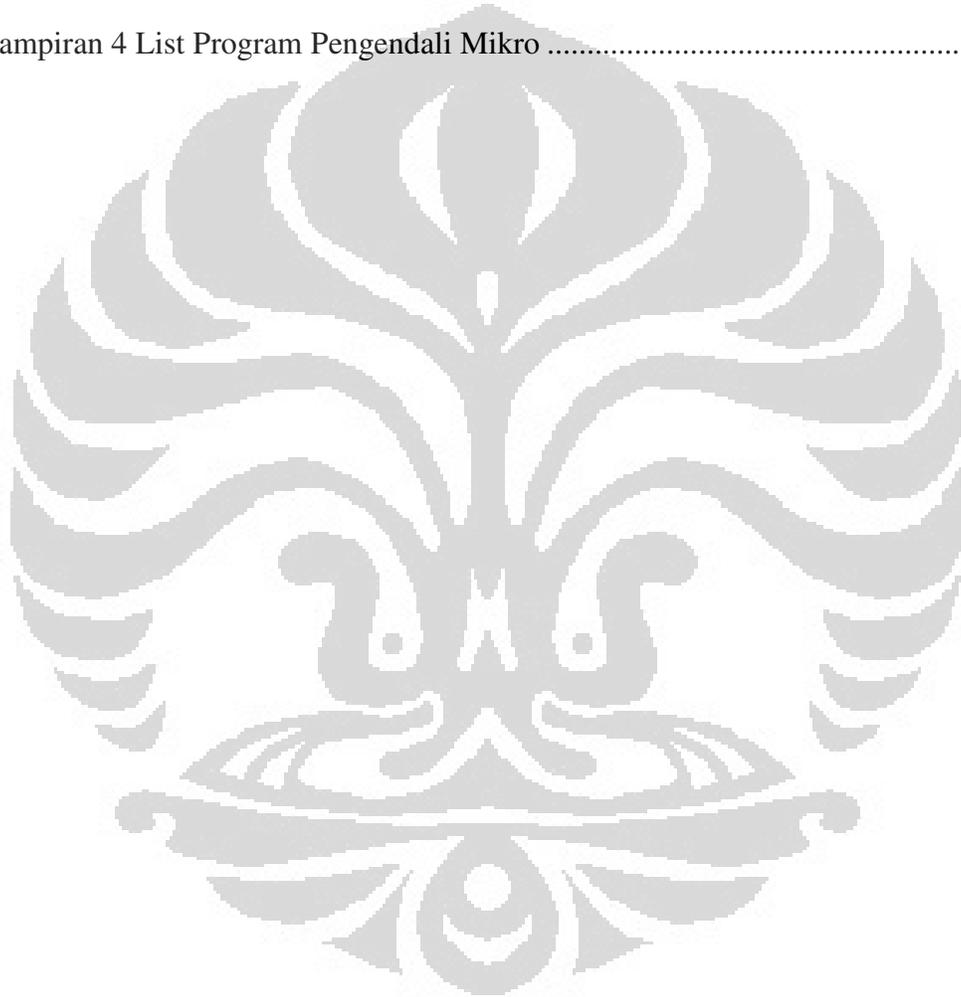
Tabel 2.1 Contoh Kejadian dalam satuan gravitasi (g).....	11
Tabel 2.2 Pilihan Sensitivitas .....	13
Tabel 2. 1 Ukuran <i>Cluster</i> Pada FAT .....	18
Tabel 2. 2 Beberapa aktivitas yang terdaftar dalam <i>Compendium</i> .....	21
Tabel 2.5 Spesifikasi XBEE PRO .....	25
Tabel 3.1 Fungsi Port ATmega128 yang digunakan .....	27
Tabel 4.1 Rentang Tegangan untuk Berbagai Posisi yang Berbeda.....	43

Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Sensor Kompas .....	40
Gambar 4.4 Salah Satu Hasil Pembacaan Arah CMPS03 Setelah Kalibrasi .....	40
Gambar 4.5 Ilustrasi Pengujian Modul Zigbee.....	41
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Posisi.....	44
Gambar 4.7 Tampilan Program Untuk Receiver .....	45
Gambar 4.8 Pengukuran Jarak Tempuh.....	46
Gambar 4.9 Hasil Pengukuran Pedometer .....	47



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Penentu Gerak Tubuh .....	54
Lampiran 2 Rangkaian Level Konverter Untuk Zigbee.....	55
Lampiran 3 Rangkaian Receiver Serial .....	56
Lampiran 4 List Program Pengendali Mikro .....	70



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kanker merupakan penyakit yang tidak diketahui penyebabnya secara pasti, tetapi dipengaruhi oleh banyak faktor risiko, seperti merokok, diet yang tidak sehat, faktor lingkungan, obesitas, kurang aktivitas fisik, dan stress. Berdasarkan estimasi WHO, faktor obesitas dan kurang aktivitas fisik menyumbang 30% risiko terjadinya kanker. Berdasarkan penelitian, terdapat hubungan antara kanker dengan berat badan berlebih, diet tidak sehat, dan kurangnya aktivitas fisik. Jenis penyakit kanker yang timbul akibat faktor risiko ini adalah kanker kerongkongan (oesophagus), ginjal, rahim (endometrium), pankreas, payudara, dan usus besar. Saat ini, 1,6 miliar orang dewasa di seluruh dunia mengalami berat badan berlebih (overweight), dan sekurang-kurangnya 400 juta diantaranya mengalami obesitas [1]. Pada tahun 2015, diperkirakan 2,3 miliar orang dewasa akan mengalami overweight dan 700 juta di antaranya obesitas [1].

Aktivitas fisik (*physical activity*) merupakan segala aktivitas yang disebabkan oleh kontraksi otot yang mengakibatkan pengeluaran energi dalam bentuk panas dan kerja luar yang sangat penting bagi pemeliharaan kesehatan fisik dan mental, serta mempertahankan kualitas hidup agar tetap sehat dan bugar sepanjang hari [2]. Oleh karena itu, perlu adanya pemantauan aktifitas fisik agar kondisi tubuh dapat terkontrol dengan baik. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memantau aktifitas fisik tersebut adalah dengan menggunakan perangkat monitor aktivitas fisik yang terdiri dari berbagai sensor, salah satunya adalah sensor akselerometer yang berfungsi untuk menentukan jenis aktivitas fisik yang dilakukan seseorang dengan cara mengukur percepatan tubuh. Setiap pergerakan tubuh berkaitan dengan

percepatan maupun perlambatan. Oleh karena itu, pengukuran terhadap percepatan tubuh menghasilkan perkiraan yang cukup baik terhadap aktivitas fisik dan penggunaan energi.

Banyak negara maju yang sudah tidak menggunakan konsep manual pada rumah sakit, dimana sistem perawatan dan pelayanan kesehatan masih menggunakan kertas yang berisi informasi pasien untuk berkomunikasi. Akibatnya informasi tentang pasien sering tidak tiba tepat waktu saat diperlukan dan terkadang informasi yang diberikan tidak lengkap dan tak terbaca dengan jelas. Penggunaan alat perangkat monitor aktivitas fisik secara wireless akan mempermudah pemantauan kondisi pasien, sehingga dokter tidak perlu repot berada setiap saat dengan pasien.

Pada penelitian ini akselerometer hanya digunakan untuk menentukan orientasi posisi dalam ruang dua dimensi ataupun tiga dimensi yaitu sumbu x, y, dan z. Dimana sumbu tersebut mampu merepresentasikan hentakan, bergerak maju atau mundur, dan bentuk kaki. Akan tetapi, untuk arah pergerakan ke arah depan, belakang, samping kiri atau kanan tidak dapat diketahui, untuk itu digunakan sensor kompas yang memiliki dua buah sumbu yaitu x dan y sehingga, arah pergerakan pasien dapat diketahui. Pada penelitian sebelumnya, input data dikirim ke PC melalui *Bluetooth* akan tetapi proses pengiriman datanya agak lambat dan maksimal jarak transmisinya kurang lebih sekitar 100 meter sehingga untuk pemantauan jarak jauh tidak dapat dilakukan dengan menggunakan *Bluetooth*. Oleh karena itu, pada penelitian ini pengiriman data dilakukan dengan menggunakan *Zigbee* yang dapat mengirimkan data sejauh 1.5 km (*Line of Sight*). Data tersebut nantinya diolah pada PC sehingga diperoleh informasi dari pasien secara *real-time*. Untuk pengolahan lebih lanjut maka data tersebut tidak hanya disimpan secara *real time*, tetapi juga disimpan ke dalam kartu SD.

## 1.2. Pembatasan Penelitian

Pada penelitian ini alat yang digunakan untuk memantau arah pergerakan manusia adalah sensor kompas Devantech CMPS03, dimana sensor ini hanya mempunyai dua sumbu yaitu sumbu x dan y saja sehingga arah pergerakan yang dapat diketahui hanya arah depan, belakang, samping kanan dan samping kiri saja sedangkan untuk arah atas dan bawah tidak dapat diketahui, dengan kata lain orientasi arah geraknya hanya dua dimensi saja. Kemudian pengiriman data dilakukan dengan menggunakan *Zigbee* sehingga informasi yang diperoleh dapat dilihat secara langsung pada *PC*. Dengan demikian, penelitian ini hanya sebatas pemantauan aktivitas manusia dengan arah gerak dua dimensi dan pengiriman data yang dilakukan secara *real-time*.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pemantauan aktivitas manusia dengan mempelajari gerakan-gerakan manusia berdasarkan masukan dari sensor-sensor yang digunakan dengan pengiriman data secara wireless.

## 1.4. Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan terdiri atas tiga metode utama, antara lain:

### 1.4.1. Studi Literatur

Metode ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian ini baik dari literatur, internet, *data sheet*, buku-buku yang berhubungan, serta penjelasan yang diberikan oleh pembimbing penelitian maupun mahasiswa dan alumni yang kompeten dibidang tertentu yang berkaitan dengan penelitian.

#### 1.4.2. Studi Alat dan Komponen

Metode ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik dan spesifikasi alat yang akan digunakan pada saat penelitian baik berdasarkan *data sheet* maupun uji coba, diantaranya adalah akselerometer, sensor kompas, serta perangkat lainnya. Sehingga diperoleh informasi mengenai fungsi dan cara penggunaan dari masing-masing alat tersebut. Dengan demikian dapat dirancang alat yang benar-benar sesuai untuk penelitian ini.

#### 1.4.3. Penelitian Laboratorium

Metode ini dilakukan untuk membuat alat sesuai dengan hasil perancangan yang telah dibuat, meneliti cara kerjanya, dan mengaplikasikan program *monitoring* yang telah dibuat menggunakan software LabVIEW 8.5 dan BASCOM-AVR.

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan pada saat penelitian antara lain meliputi:

##### a. Studi Literatur

Pada tahap ini digunakan berbagai sumber pustaka seperti buku-buku panduan, artikel-artikel maupun jurnal-jurnal serta informasi yang diperoleh dari internet. Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh berbagai informasi penting yang berkaitan dengan penelitian.

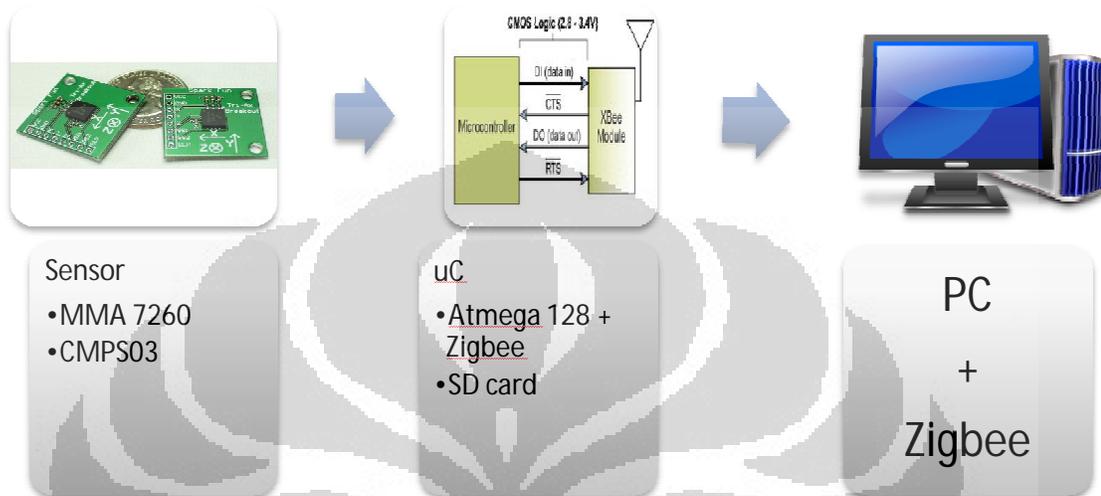
##### b. Diskusi

Diskusi bertujuan untuk memperoleh solusi dari berbagai permasalahan yang ditemukan pada saat penelitian berlangsung. Adapun diskusi dilakukan baik dengan pembimbing penelitian maupun mahasiswa dan alumni yang kompeten dibidang tertentu yang berkaitan dengan penelitian.

##### c. Perancangan Alat

Perancangan alat pada penelitian yang terdiri dari pengendali mikro ATMEL Atmega128, akselerometer MMA7260Q, Sensor kompas Devantech CMPS03,

kartu SD, Zigbee dan sebuah PC. Adapun *software* yang digunakan adalah LabVIEW 8.5 dan Bascom-AVR. Perancangan alat disusun sebagai berikut:



Gambar 1.1 Blok Diagram perancangan alat

d. Pembuatan Alat

Alat yang akan digunakan pada saat penelitian dibuat berdasarkan perancangan yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya.

e. Pembuatan Sistem Pemrograman

Sistem pemrograman dilakukan menggunakan perangkat lunak LabVIEW™ versi 8.5 dari National Instruments Corp. (Texas, USA) yang merupakan bahasa pemrograman grafis dengan menggunakan sistem *icon*. Adapun untuk memprogram mikrokontroler pada sistem alat *monitoring* menggunakan perangkat lunak Bascom-AVR.

f. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa alat yang dipakai pada saat penelitian dapat berkerja dengan baik sesuai dengan fungsinya

sehingga tidak menimbulkan permasalahan pada saat dilakukan pengambilan data.

g. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah semua alat pada sistem *monitoring* teruji dengan baik sehingga data yang diperoleh adalah data yang *valid*. Dengan demikian dapat memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan.

h. Pembuatan Laporan Akhir

Laporan akhir dibuat berdasarkan hasil pengujian dan pengambilan data disertai dengan analisa terhadap proses yang berlangsung selama penelitian.

i. Kesimpulan

Kesimpulan secara keseluruhan yang merupakan tahap akhir dari penelitian ini diambil setelah pembuatan laporan akhir selesai beserta hasil analisa mengenai semua proses yang telah dilakukan selama penelitian berlangsung.

## 1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan untuk laporan akhir dari penelitian ini terdiri atas lima bab yang secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut:

### 1.5.1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini merupakan penjelasan secara umum yang menjelaskan latar belakang permasalahan, pembatasan masalah yang ingin diselesaikan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan. pada penelitian yang dilakukan.

### 1.5.2. Bab 2 Landasan Teori

Bab ini berisi pembahasan mengenai teori dasar yang berhubungan dengan penelitian secara garis besar.

#### 1.5.3. Bab 3 Perancangan Sistem

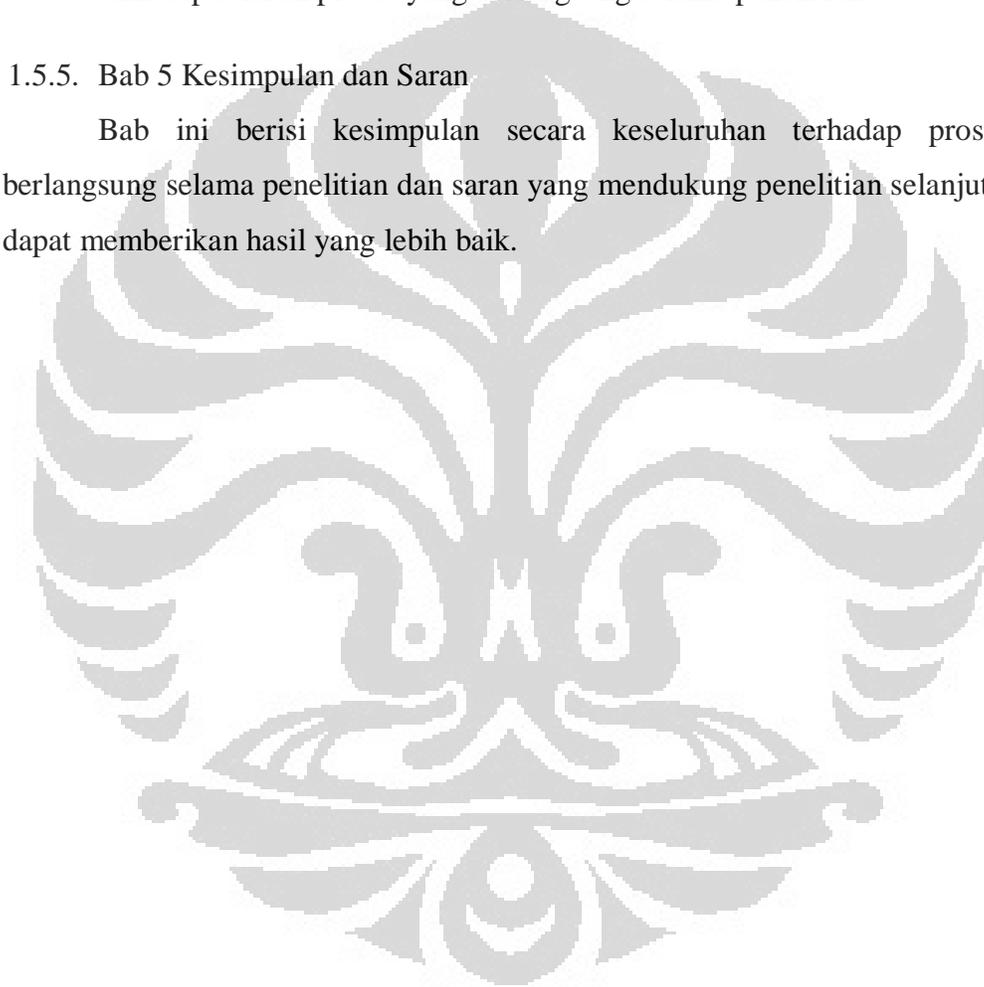
Bab ini membahas perancangan dan penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung sistem selama penelitian berlangsung.

#### 1.5.4. Bab 4 Pembahasan

Bab ini berisi penjelasan mengenai pembahasan hasil penelitian dan analisa terhadap seluruh proses yang berlangsung selama penelitian.

#### 1.5.5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan secara keseluruhan terhadap proses yang berlangsung selama penelitian dan saran yang mendukung penelitian selanjutnya agar dapat memberikan hasil yang lebih baik.



## BAB 2

### LANDASAN TEORI

Sistem pemantauan aktivitas fisik (*physical activity*) yang dirancang dalam penelitian ini utamanya ditujukan untuk memantau aktivitas dari pasien yang mempunyai masalah kesehatan. Namun, dalam pemakaiannya sistem ini dapat digunakan untuk mengukur tingkat kebugaran seseorang yang dapat kita ketahui dari banyaknya energy yang dibakar dengan aktivitas fisik [3]. Sistem ini tersusun atas komponen - komponen berikut yaitu akselerometer MMA7260Q, mikrokontroller Atmel ATmega128, kartu memori (mikro SD) dan RTC (Real Time Clock) serta Wireless adapter agar dapat dipakai portable.

#### 2.1 Akselerometer MMA7260Q

Akselerometer tersusun atas kata *acceleration* yang artinya akselerasi dan *meter* yang berarti mengukur. Akselerometer digunakan untuk mengukur percepatan, baik statis maupun dinamis menjadi sinyal listrik. Penggunaan akselerometer sudah tidak asing lagi, banyak sekali kegunaan dari sensor ini. Motorola memproduksi sensor akselerasi pada awalnya digunakan untuk aplikasi *front* dan *side-impact airbags* pada mobil, tetapi sekarang aplikasi penggunaannya juga pada bidang medis, peralatan konsumen seperti mesin cuci, alat permainan (*games*), laptop/notebook, robotik, dan peralatan kebugaran. Akselerometer bukan untuk mengukur gaya internal seperti gravitasi. Sebuah akselerometer diletakkan diatas meja dan membaca percepatan sebesar 1 g, artinya akselerometer mengalami percepatan yang sama dengan percepatan yang dialami oleh meja [4].

### 2.1.1 *Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*

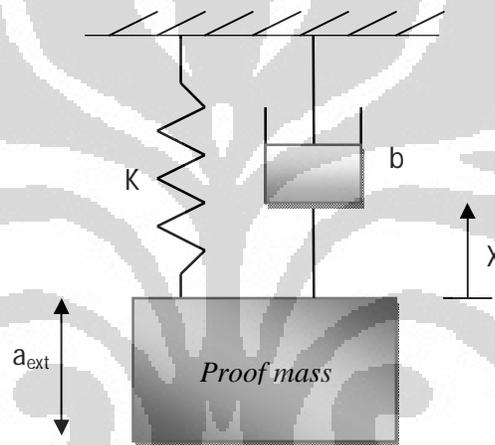
Kemajuan teknologi *Micro Electro Mechanical System (MEMS)* memproduksi komponen mikro dengan standar fabrikasi IC yang memungkinkan pembuatan berbagai perangkat sistem mekanis secara portable dengan biaya murah. Teknologi ini menghasilkan sensor dan aktuator beserta pengkondisi sinyal yang sudah terdapat dalam sebuah *chip*. Ada beberapa jenis sensor yang dibuat berdasarkan teknologi MEMS, salah satunya adalah sensor percepatan (akselerometer). *Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)* [7, 8] yaitu perangkat yang mengintegrasikan komponen-komponen kecil atau sistem yang menggabungkan antara komponen listrik dengan komponen mekanik yang difabrikasi pada sebuah substrat silikon dengan menggunakan teknologi *micromachine*, sistem ini dapat merasakan, mengendalikan, dan mengaktifkan proses mekanik pada skala mikro sedangkan fungsi secara individual atau dalam array adalah untuk menghasilkan efek pada skala makro [7].

Dengan teknologi ini, sebuah IC didalamnya terdapat komponen mekanik seperti halnya pegas yang merupakan prinsip dasar dari akselerometer, sehingga kita mempunyai sebuah sistem mekanik yang terdiri dari pegas dan suatu massa tetapi dalam bentuk yang sangat kecil yaitu skala mikro. Sistem mekanik ini kemudian dihubungkan dengan komponen listrik yang menyebabkan kita dapat merasakan proses mekanik yang terjadi.

### 2.1.2 Prinsip Akselerometer

Akselerometer dibuat berdasarkan prinsip mekanika, dengan komponen utama yakni massa yang di sanggah oleh pegas terdiri dari sebuah *proof mass* yang dilekatkan pada bidang referensi oleh sebuah elemen pegas [10], seperti ditunjukkan pada Gambar 2. 1 Pada model ini,  $K$  adalah sebuah konstanta pegas efektif dari elemen pegas dan  $b$  adalah faktor damping. Kerja alat ini berdasarkan Hukum Newton yang kedua tentang gerak [10]:

$$F = ma \quad (2.1)$$



Gambar 2. 1 Prinsip akselerometer.

dengan  $F$  adalah gaya yang bekerja pada massa dan  $a$  adalah akselerasi benda. Kerja dinamik dari sistem dapat dianalisis dengan mempertimbangkan persamaan diferensial:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + Kx = F_{eks} \quad (2.2)$$

dengan  $F_{eks}$  adalah gaya eksternal yang bekerja pada kerangka acuan massa yang ditempelkan.

### 2.1.3 MMA7260Q

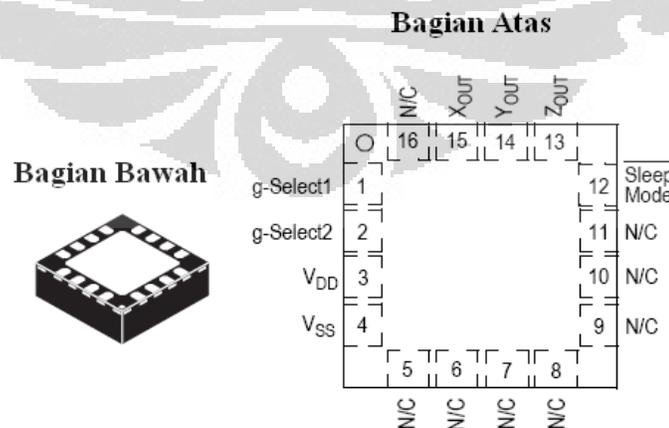
Akselerometer yang beredar di pasaran memiliki daerah pengukuran dari 1 g hingga 50 g. Percepatan umumnya diukur dalam satuan konstanta gravitasi (g), dengan  $1 \text{ g} \approx 9,8 \text{ m/s}^2$ . Tabel 2. 1 memperlihatkan contoh kejadian dalam satuan g.

Tabel 2. 1 Contoh kejadian dalam satuan gravitasi (g).

Orde	Contoh
1 g	Percepatan gravitasi bumi pada sebuah benda
0 – 2 g	Percepatan gerak manusia
5 – 30 g	Percepatan yang dialami pengemudi dalam kecelakaan mobil
100 – 2000 g	Percepatan benda yang dijatuhkan dari ketinggian 3 kaki ke permukaan beton
10000 g	Percepatan benda yang ditembakkan dari sebuah meriam

Tabel diatas menunjukkan kemungkinan kejadian dengan melihat berapa besar percepatan yang dialami pada seseorang atau benda yang dipasangkan akselerometer untuk mengukur percepatan yang terjadi.

Pada penelitian ini sensor akselerometer yang digunakan adalah jenis MMA7260Q dengan 16 pin konektor seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

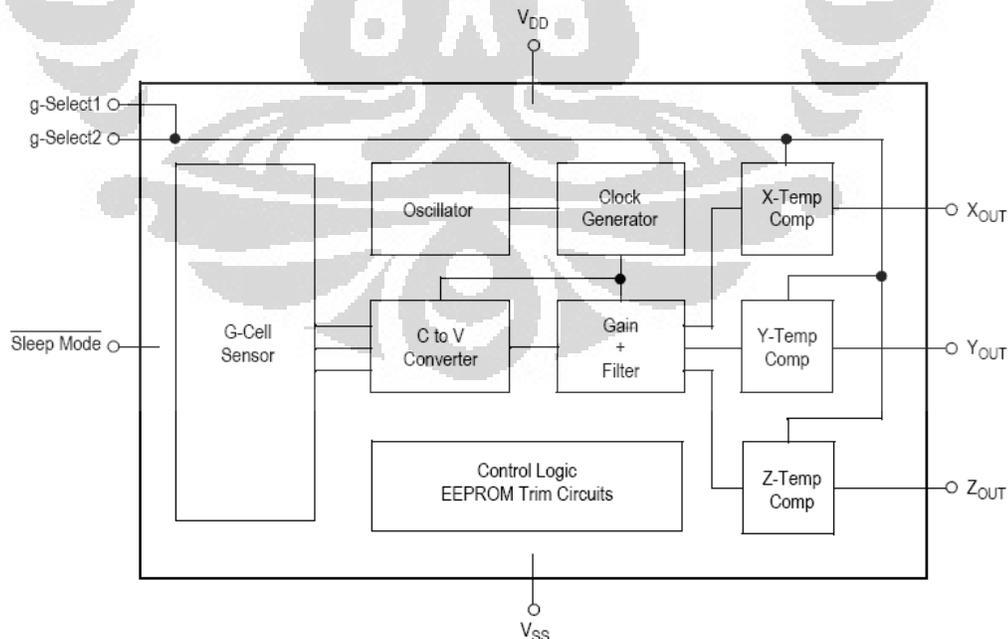


Gambar 2. 2 Koneksi Pin MMA7260Q

Keistimewaan dari sensor yang digunakan diantaranya adalah sebagai berikut:

- Sensitivitasnya dapat dipilih dengan empat pilihan, yaitu 1.5 g, 2 g, 4 g, dan 6 g.
- Konsumsi arusnya rendah : 500  $\mu$ A
- Sleep Mode : 3  $\mu$ A
- Tegangan operasinya rendah : 2.2 V – 3.6 V
- Ukurannya kecil : 6 mm x 6 mm x 1.45 mm
- Sensitifitas yang tinggi mencapai 800 mV/g (pada pilihan sensitivitas 1.5 g)
- Pengkondisi sinyal integral dengan *low pass filter*

Sensor yang digunakan mempunyai tiga sumbu yaitu sumbu x, y, dan z. Akselerasi pada masing-masing sumbu menghasilkan suatu tegangan dari 0 - 3.3V [5]. Ketika tidak akselerasi pada sumbu yang telah ditentukan, maka keluaran untuk sumbu tersebut setengah dari tegangannya, yaitu sekitar 1.65V. Jika akselerasi di dalam suatu arah positif pada sumbu sekitar, maka keluaran tegangan pada sumbu tersebut akan naik. Begitu juga dengan akselerasi negatif pada sumbu, maka tegangan turun. Dapat disimpulkan bahwa pada posisi diam tegangan adalah 1.65V, jika tegangan tinggi maka akselerasi rendah, begitu juga sebaliknya.



Gambar 2.3 Blok Diagram Fungsi Akselerometer MMA7260Q.

Gambar 2.3 menunjukkan pin-pin koneksi dari sensor MMA 7260Q, dimana g-Select1 dan g-Select2 adalah untuk menentukan sensitivitas sensor tersebut, tergantung pada aplikasinya. Untuk aktivitas dengan gaya kecil seperti mengukur kemiringan maka aturannya pada yang terendah yaitu 1,5g. Karena kemiringan hanya mengukur dalam nilai G yang kecil, sedangkan pada test tabrakan maka sensitivitas yang paling baik adalah 6g. Karena benda akan mengalami percepatan yang besar saat terjadi benturan yang cukup keras. Untuk lebih lengkapnya, berikut adalah Tabel 2. 2. merupakan pilihan sensitivitas.

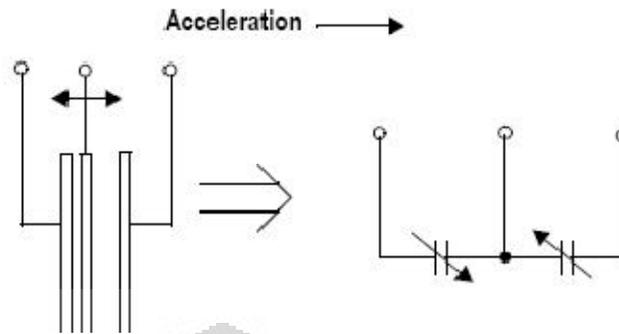
Tabel 2. 2 Pilihan Sensitivitas

g-Select1	g-Select2	G-range	Sensivitas (V/g)
Gnd	Gnd	1.5g	800mV/g
Gnd	3,3V	2g	600mV/g
3,3V	Gnd	4g	300mV/g
3,3V	3,3V	6g	200mV/g

Karena sensor MMA7260Q ini menggunakan tegangan DC maka untuk mengkalibrasi sensor tersebut dilakukan dengan metode pengujian gravitasi bumi, diantaranya adalah:

- Menguji sensor pada +1g dan -1g untuk mengkalibrasi *offset* dan sensitivitas menggunakan gaya gravitasi bumi.
- Menguji sensor pada Tidak perlu mengkalibrasi referensi
- Hanya bekerja pada tipe sensor DC
- Tidak menguji keseluruhan *scale* pada perangkat g tinggi

Akselerometer yang digunakan merupakan sensor kapasitif, artinya sensor ini memanfaatkan perubahan kapasitansi untuk mendeteksi adanya perubahan akselerasi. Sensor ini dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 2. 4 Model Transduser yang disederhanakan

Seperti kita ketahui hubungan antara kapasitansi dan jarak serta luas penampangnya ditunjukkan oleh persamaan berikut.

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \quad (2.3)$$

dimana

A : Luas area lempeng

$\epsilon$  : Konstanta dielektrik

d : Jarak antar lempeng

Ketika terjadi percepatan maka akan terjadi perubahan jarak antara lempeng yang ditengah dan yang diujung. Perbedaan jarak antara lempeng dengan ujung lempeng lainnya membawa perubahan kapasitansi karena lempeng bergerak mendekati dan menjauhi lempeng lainnya. Kapasitansi ini kemudian dikonversi menjadi tegangan.[5]

## 2.2 Mikrokontroler Atmega 128

Mikrokontroler adalah sebuah piranti terintegrasi yang ditujukan sebagai pengontrol rangkaian elektronik diluarnya. Mikrokontroler merupakan pengembangan lebih lanjut dari penggunaan mikroprosesor. Mikrokontroler umumnya terdiri dari CPU, memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya.

Mikrokontroler AVR, secara umum, dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka hampir sama

Mikrokontroler yang digunakan pada pembuatan alat ini adalah Atmega128, yang merupakan mikrokontroler 8-bit berdasarkan arsitektur AVR RISC yang dapat menjalankan sebuah intruksi dalam satu clock. Sehingga ATmega128 dapat mencapai kecepatan hampir 1 juta intruksi per detik per MHz. Mikrokontroler ATmega128 memiliki spesifikasi sebagai berikut [6]:

- Catu daya 4.5V- 5.5V
- 128 Kbytes *flash memory*
- Frekuensi maksimum 16 MHz
- 4Kbytes EEPROM
- 4Kbytes SRAM
- *In - System Programming by On-chip boot Programming*
- 53 programmable I/O
- Dua buah 16 bit *timer* dan dua buah 8 bit *timer*
- *Programmable watchdog timer*
- Dua 8 bit PWM channel
- *On chip analog comparator*
- Dua *programmable serial USART*
- Port antarmuka SPI
- RTC
- 10 bit ADC (8 *channel*)
- *Write/Erase cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM*

### 2.3 Kartu Memori SD (*Secure Digital*)

Pada tahun 1980-an, Toshiba menemukan memori flash sebagai teknologi baru yang dapat menyimpan data meskipun alat memori tersebut telah terputus dari sumber daya. Sejak itu, teknologi memori flash telah menjadi media penyimpanan yang diminati untuk kebutuhan konsumen dan industri. Secure Digital, diperkenalkan pada akhir tahun 2001. SD merupakan generasi kedua dari MultiMediaCard (MMC) standar.

Salah satu jenis dari kartu memori adalah kartu SD (Secure Digital), yaitu jenis kartu memori *non-volatile* yang dikembangkan oleh Matsushita, SanDisk, dan Toshiba untuk digunakan dalam alat-alat *portable*. Secure Digital (SD) seringkali digunakan sebagai sarana penyimpan data pada Personal Digital Assistant (PDA), kamera digital, dan telepon seluler (ponsel). Beberapa perintah dasar untuk kartu SD juga dapat digunakan untuk MMC sehingga kita dapat menggunakan SD atau MMC.

Modul SD *Card* pada penelitian ini adalah menggunakan EMS SD/MMC/FRAM yang merupakan suatu modul untuk mempermudah antarmuka antara kartu SD (atau MMC) dan mikrokontroler dengan tegangan kerja +5 VDC. Kartu SD (atau MMC) dapat digunakan sebagai memori yang dapat diganti dengan mudah sehingga memudahkan dalam ekspansi ke kapasitas memori yang lebih besar. Terdapat Ferroelectric Nonvolatile RAM (FRAM) yang dapat digunakan sebagai buffer sementara dalam mengakses Kartu SD (atau MMC) atau sebagai tempat penyimpanan data lain [9]. Format data pada SD umumnya menggunakan format FAT. FAT12 digunakan untuk kapasitas 16 MB ke bawah. FAT16 digunakan untuk kapasitas 32 MB hingga 2 GB. FAT32 digunakan untuk kapasitas di atas 2 GB (SDHC).

Modul EMS SD/MMC/FRAM mempunyai spesifikasi sebagai berikut ini

- Tegangan supply +5 VDC.
- Jenis kartu yang didukung: kartu SD (dan MMC).
- Antarmuka Kartu SD(dan MMC) dengan mikrokontroler secara SPI.

- Tersedia 2 KByte Ferroelectric Nonvolatile RAM FM24C16.
- Antarmuka FRAM dengan mikrokontroler secara *Two-Wire Interface*.
- Tersedia contoh aplikasi untuk DT-51™ *Rendah Cost Series* dan DT-AVR *Rendah Cost Series* dalam bahasa BASIC untuk MCS-51® (BASCOM-8051©) dan bahasa C untuk AVR® (CodeVisionAVR©).

Kompatibel dengan DT-51™ *Rendah Cost Series* dan DT-AVR *Rendah Cost Series*. Mendukung DT-51™ Minimum System (MinSys) ver 3.0, DT-51™ PetraFuz, dan lain-lain.

#### 2.4 Format Data FAT (*File Allocation Table*)

FAT merupakan singkatan dari *File Allocation Table* merupakan sebuah sistem file yang menggunakan tabel untuk beroperasi, sistem ini pertama kali dikenalkan dengan sistem operasi MS-DOS, dimana ukuran harddisk belum begitu besar seperti sekarang ini. Ada beberapa versi dari sistem *file* FAT, yang dibedakan dari berapa banyak unit alokasi yang didukungnya, yaitu FAT12, FAT16, FAT32, dan exFAT.

Elemen terkecil dari suatu tempat penyimpanan pada disket atau harddisk disebut dengan sector (*sector*), dimana sebuah sector terdiri dari 512 bytes. Karena beberapa files mempunyai ukuran yang lebih besar dari sebuah sector, maka dibuatlah sebuah tempat penyimpanan lebih besar yang menjadi tempat untuk sebagian data. Tempat ini disebut sebagai *cluster*.

Alokasi tempat pada suatu alat penyimpanan terkadang acak (*random*), pada sebuah alat penyimpanan yang baru, file disimpan secara berurutan, dimana kita mengetahui awal sektor, akhir sektor serta panjang datanya. Setelah beberapa lama pemakaian dan beberapa file dihapus serta file mempunyai ukuran yang menjadi lebih besar, maka file tersebut tidak lagi berada pada sektor yang berurutan. Sebuah metode dibutuhkan untuk mengidentifikasi sektor mana saja yang kosong dan yang sudah terisi. Jika kita menggunakan metode ini untuk mengidentifikasi setiap sektor yang ada, maka kita membutuhkan sebuah tabel yang berisi setiap sektor. Karena file

terdiri dari beberapa sektor, maka tabel ini tidak akan cukup untuk menampungnya. Untuk itu dibuatlah kumpulan dari sektor yang dikenal sebagai *cluster*.

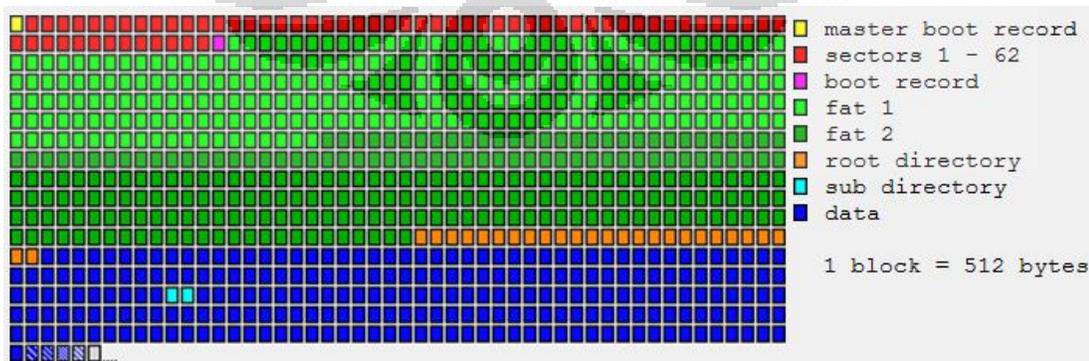
Tabel 2. 3 Ukuran *Cluster* Pada FAT menunjukkan ukuran *cluster* pada sebuah FAT, dimana ukuran cluster akan bertambah seiring dengan besarnya ukuran kapasitas suatu alat penyimpanan.

Tabel 2. 3 Ukuran *Cluster* Pada FAT

Cluster Size (bytes)	FAT 12	FAT 16	FAT32
1024 (1K)	41MB	67MB	4.398TB
4096 (4K)	16.7MB	268MB	17.59TB
8192 (8K)	33.4MB	536MB	35.18TB
16384 (16K)	66.8MB	1.07GB	70.36TB
32768 (32K)	134.2MB	2.14GB	140.7TB

Masalah paling besar dari FAT adalah mempunyai kapasitas tetap jumlah cluster dalam partisi , jadi semakin besar harddisk maka ukuran cluster akan semakin besar, artinya file sekecil apapun tetap akan memakan 32Kb dari harddisk.

*Harddisk* tersusun dari sektor-sektor dimulai dari sektor 0, 1, 2, dan seterusnya. Sektor 0 ditempati oleh MBR seperti terlihat pada Gambar 2. 5 berikut ini.



Gambar 2. 5 Struktur Partisi FAT16

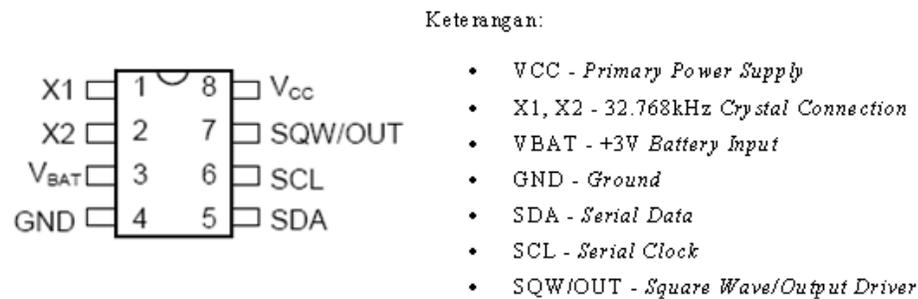
Struktur dari FAT16 terdiri dari :

- Boot Sector pada partisi sistem, berisi informasi Boot Signature, partisi yang aktif dan daftar tabel partisi.
- Primary FAT, berfungsi untuk menyimpan nama file dan directory.
- Duplikat FAT, merupakan cadangan ketika suatu waktu terjadi *crash*.
- Folder *Root*, berisi informasi folder utama.
- Folder lain dan semua file, berisi sub folder dan data-data dari file yang ada.

## 2.5 RTC (*Real Time Clock*) DS1307

*Real-time clock* (RTC) adalah rangkaian terpadu yang berfungsi sebagai pemelihara waktu. RTC umumnya memiliki catu daya terpisah dari catu daya komputer (umumnya berupa baterai litium) sehingga dapat tetap berfungsi ketika catu daya komputer terputus, dan waktu yang disimpan tetap berjalan.

DS1307 merupakan IC serial *Real Time Clock* (RTC) dimana alamat dan data ditransmisikan secara serial melalui sebuah jalur data dua arah I<sup>2</sup>C. Karena menggunakan Jalur data I<sup>2</sup>C maka hanya memerlukan dua buah pin saja untuk komunikasi, yaitu pin untuk data dan pin untuk sinyal *clock* [6]. Pada dasarnya, sistem I<sup>2</sup>C terbagi atas dua bagian, yaitu suatu *device* yang bertindak sebagai pengontrol atau *Master* dan suatu *device* yang dikontrol atau *Slave*. *Master* dan *Slave* saling berkomunikasi melalui jalur data bus I<sup>2</sup>C. Alat yang mengendalikan komunikasi data disebut *Master* dan alat yang dikendalikan oleh *Master* dikenal sebagai *Slave*. Pada satu jalur data I<sup>2</sup>C yang sama dapat terdapat *slave* lebih dari satu oleh karena itu I<sup>2</sup>C Bus harus dikendalikan *Master* yang dapat membangkitkan serial *clock* (SCL), mengontrol sistem komunikasi data (SDA), dan dapat menghasilkan kondisi-kondisi “START” dan “STOP”. Pada hal ini DS1307 beroperasi sebagai *slave* pada I<sup>2</sup>C bus. DS1307 terdiri dari delapan kaki pin dengan konfigurasi seperti terlihat pada Gambar 2. 6 ini [11].



Gambar 2. 6 Konfigurasi Pin DS1307

Pada umumnya IC Real Time Clock menggunakan jalur data paralel akan tetapi DS1307 menggunakan jalur data serial I<sup>2</sup>C bus. DS1307 mempunyai spesifikasi sebagai berikut [11]:

- *Real-time clock* (RTC) menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100.
- 56-byte, *battery-backed*, RAM nonvolatile (NV) RAM untuk penyimpanan.
- Antarmuka serial *Two-wire* (I2C).
- Sinyal keluaran gelombang-kotak terprogram (*Programmable squarewave*).
- Deteksi otomatis kegagalan-daya (*power-fail*) dan rangkaian *switch*.
- Konsumsi daya kurang dari 500nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator.
- Tersedia fitur industri dengan ketahanan suhu: -40°C hingga +85°C.
- Tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC.

## 2.6 Aktivitas Fisik dan Penggunaan Energi

Aktivitas fisik (*physical activity*) merupakan segala aktivitas yang disebabkan oleh kontraksi otot yang mengakibatkan pengeluaran energi dalam bentuk panas dan kerja luar yang sangat penting bagi pemeliharaan kesehatan fisik dan mental, serta mempertahankan kualitas hidup agar tetap sehat dan bugar sepanjang hari [2]. Oleh karena itu, perlu adanya pemantauan aktifitas fisik agar kondisi tubuh dapat terkontrol dengan baik. Kesehatan seseorang dapat kita ukur dari banyaknya

intensitas aktivitas yang dilakukannya. Semakin banyak intensitas aktivitas, maka dapat dikatakan orang tersebut dalam keadaan sehat.

Jumlah aktivitas yang dilakukan manusia berbanding lurus dengan jumlah konsumsi energi yang diperlukan untuk melakukan aktivitas tersebut. *Compendium of Physical Activities* dikembangkan untuk memfasilitasi kode dari aktivitas fisik. *Compendium* menyediakan skema kode yaitu 5 digit kode yang mempresentasikan aktivitas fisik yang dilakukan dalam berbagai situasi dan banyaknya energi yang dikonsumsi untuk melakukan aktivitas tersebut (MET).

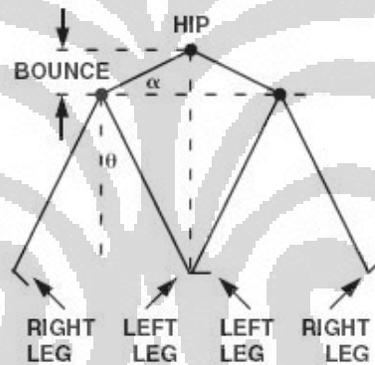
*Metabolic equivalent* (MET) merupakan perbandingan *work metabolic rate* (nilai metabolis pada saat melakukan kerja) terhadap *resting metabolic rate* (nilai metabolis pada saat istirahat). Dalam *The Compendium of Physical Activities Tracking Guide*, aktivitas dengan nilai MET = 1 (seperti duduk perlahan-lahan dan membaca atau menonton TV) akan menghabiskan energi 1 kilokalori per kilogram berat badan per jam ( $1 \frac{\text{Kkal}}{\text{Kg.Jam}}$ ).

Tabel 2. 4 Beberapa aktivitas yang terdaftar dalam *Compendium*

Kode	MET	Kategori	Keterangan
18360	10,0	aktivitas air	polo air
19075	7,0	aktivitas musim dingin	ski (secara umum)
15580	5,0	Olahraga	<i>skateboarding</i>
08150	4,5	Berkebun	menanam pohon
15370	4,0	Olahraga	berkuda (secara umum)
17190	3,3	Berjalan	berjalan dengan langkah sedang pada kecepatan 3 mph, permukaan datar dan kasar
04001	3,0	memancing dan berburu	memancing (secara umum)
10070	2,5	bermain music	piano atau organ
05110	2,0	pekerjaan rumah	merapikan tempat tidur
07020	1,0	Diam	duduk diam dan menonton televisi

## 2.7 Pedometer

Pedometer merupakan perangkat yang dikenakan pada pinggang ataupun pinggul untuk mengukur seberapa jauh seseorang telah berjalan dengan cara mendeteksi banyaknya langkah yang telah ditempuh seseorang. Lebar langkah rata-rata ini di-*input* terlebih dahulu oleh pengguna sebelum mengenakan perangkat ini. Pada proses berjalan maka persendian pinggul akan mengalami gerakan vertikal berupa hentakan kecil ketika salah satu kaki mendarat pada permukaan tanah sebagaimana terlihat pada Gambar 2. 7. Prinsip dasar pedometer adalah memanfaatkan hentakan ini sebagai sinyal untuk mendeteksi sebuah langkah. Metode ini disebut *peak detection* di mana banyaknya *peak* sinyal input mewakili banyaknya langkah yang telah ditempuh seseorang.



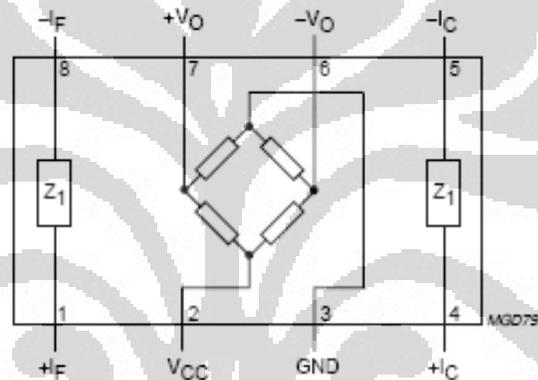
Gambar 2. 7 Gerakan Persendian Pinggul pada Saat Berjalan

## 2.8 Kompas Magnetik

Kompas merupakan salah satu alat yang penting dalam navigasi untuk menentukan arah berdasarkan posisi kutub bumi. Hubungan antara listrik dan kemagnetan dapat dilihat pada fenomena *Oersted*, dimana sebuah jarum kompas apabila diletakkan dekat kawat yang dialiri oleh arus listrik, ternyata jarum akan menyimpang. Bumi adalah sebuah magnet besar, yang memiliki medan magnet cukup kecil yaitu sebesar 0.6 Gauss pada lingkungan terbuka tanpa adanya pengaruh medan magnet lain. Garis-garis medan magnet bergerak keluar dari kutub utara dan

memasuki ke kutub selatan, dimana kutub utara bumi sendiri berlaku sebagai kutub selatan magnet dan kutub selatan bumi sebagai kutub utara dari magnet bumi.

Modul sensor kompas yang digunakan pada pembuatan alat ini adalah CMPS03 yang merupakan buatan *Devantech Ltd.* Modul sensor ini menggunakan sensor magnet KMZ51 buatan *Phillips*. Sensor magnet KMZ51 sendiri merupakan sensor *magnetoresistive*, artinya resistansi dari sensor akan berubah bergantung pada besar medan magnet yang dideteksi oleh sensor tersebut. Sensor ini memanfaatkan bahan *thin film permalloy* yang disusun menjadi sebuah jembatan *wheatstone*. Blok diagram sensor ini ditunjukkan oleh Gambar 2. 8



Gambar 2. 8 Blok diagram Sensor KMZ51

Modul kompas magnet yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut ini:

- Catu daya : +5 VDC
- Konsumsi arus : 15 mA
- Antarmuka : I2C atau PWM
- Akurasi : 3-4 derajat
- Resolusi : 0,1 derajat

## 2.9 Zigbee

Zigbee ada sebuah teknologi nirkabel yang dikembangkan sebagai standar global terbuka untuk kebutuhan mengatur jaringan sensor yang murah dan berdaya rendah. Standar spesifikasi zigbee mengacu pada IEEE 802.15.4 dan beroperasi pada pita ISM (International Science & Medicine) 2.400–2.484 GHz, 902-928 MHz dan 868.0–868.6 MHz.

ZigBee merupakan padanan kata Zig dan Bee. Zig berarti gerakan zig-zag dan Bee berarti lebah. Karena memiliki sifat komunikasi yang mirip dengan komunikasi diantara lebah yang melakukan gerakan-gerakan tidak menentu dalam menyampaikan informasi adanya madu ke lebah yang satu ke lebah yang lainnya. Hal ini dikarenakan pada saat pengiriman data, zigbee menerapkan metode *Direct Sequence Channel*, yang berarti frekuensi radio pada saat pengiriman data akan berubah-ubah secara sekuensial mengikuti pola tertentu. Saat ini trade mark logo ZigBee digunakan oleh Koninklijke Philips Electronics N.V.

Modul zigbee yang digunakan yaitu *MaxstreamXbee Pro*, modul *Xbee* ini memiliki kelebihan, diantaranya adalah:

- Konsumsi arus yang cukup kecil
- Sensitivitas yang cukup tinggi
- Beroperasi pada pita ISM (*Industry, Scientific and Medicine*)
- Jangkauan pemancar outdoor tanpa penghalang (*LOS*) 1.5 Km
- Enkripsi data yang dikirim

Spesifikasi dari zigbee ditunjukkan oleh Tabel 2. 5 dibawah ini

Tabel 2. 5 Spesifikasi XBEE PRO

Specification	XBEE PRO
<b>Performance</b>	
Indoor/Urban Range	Up to 300' (100 m)
Outdoor RF Line of Sight Range	Up to 1 mile (1500 m)
Transmit Power Output	60 mW (18 dBm) conducted, 100 mW (20 dBm) EIRP*
RF Data Rate	250 Kbps
Serial Interface Data Rate	1200 - 115200 bps
Receiver Sensitivity	-100 dBm
<b>Power Requirements</b>	
Supply Voltage	2.8 - 3.4 V
Transmit Current (Typical)	if PL=0 (10 dBm); 137 mA@3.3V; 139mA @3.0 V
Idle/Receive Current (Typical)	55 mA (@3.3V)
Power Down Current	< 10 $\mu$ A
<b>General</b>	
Operating Frequency	ISM 2.4 GHz
Dimensions	0.960' x 1.297' (2.438 cm x 3.294 cm)
Operating Temperature	-40 to 85 $^{\circ}$ C
Antenna Options	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector
<b>Networking &amp; Security</b>	
Supported Network Topologies	Point to point; point to multipoint & peer to peer
Number of Channels	12 Direct Sequence Channel
Addressing Options	PAN ID, Channel Adresses

Dalam pengoperasiannya, modul ini dapat dihubungkan langsung menggunakan port serial. Dengan serial port, modul ini dapat berkomunikasi dengan logika dan tegangan kompatibel dengan UART, atau dapat menggunakan penerjemah level seperti RS-232 [12].

## **BAB 3**

### **PERANCANGAN SISTEM**

#### **3.1. Perancangan Perangkat Keras**

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini kemudian akan dirancang menjadi sebuah sistem yang dapat mengukur aktivitas fisik. Perangkat keras yang digunakan antara lain adalah sebuah minimum sistem pengendali mikro ATmega128, dimana minimum sistem ini akan menjadi papan induk untuk menghubungkan semua sensor yang digunakan dengan pengendali mikro. Akselerometer MMA7260Q, kartu memori SD, Modul RTC, Sensor kompas CMPS03 serta Zigbee.

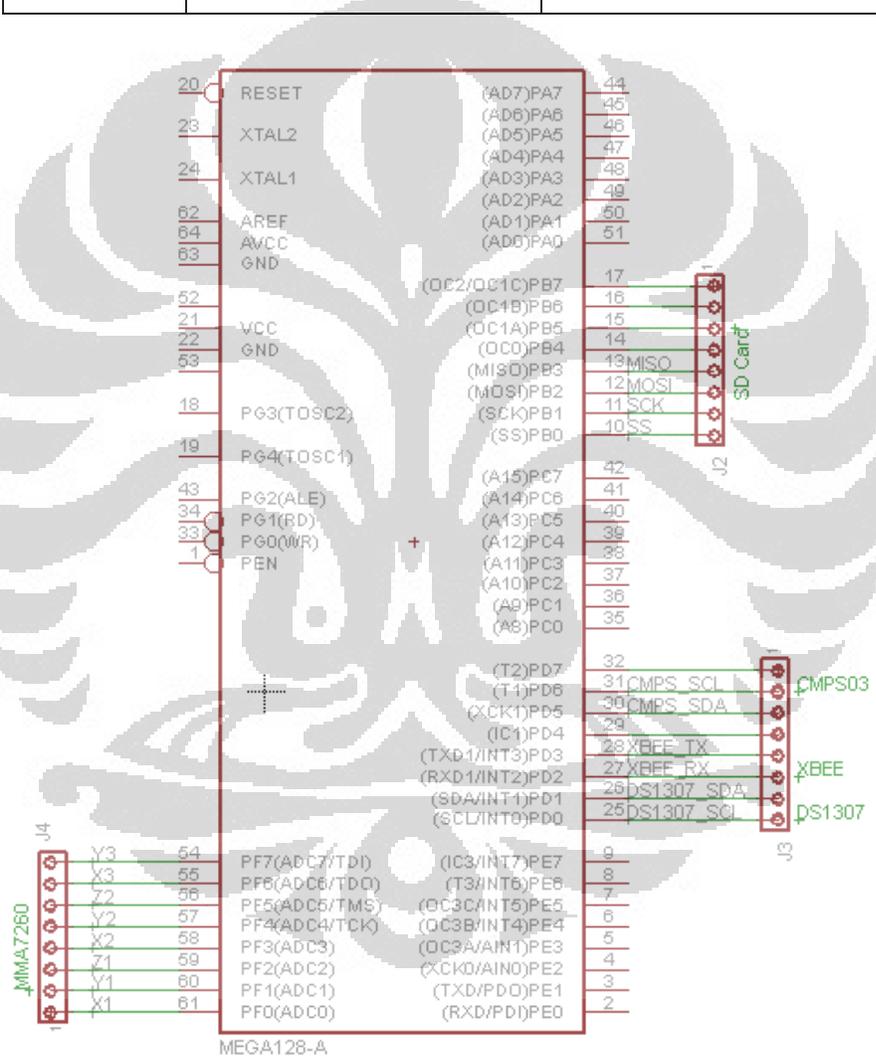
##### **3.1.1. Perancangan Sistem minimum ATmega128**

Pada penelitian ini, pengendali mikro Atmega128 merupakan otak dari keseluruhan sistem, selain untuk mengatur sistem agar berjalan dengan baik, pengendali mikro juga mempunyai tugas untuk mengolah input yang berasal dari sensor yang digunakan.

Rangkaian minimum sistem ini terdiri dari 6 port yaitu port A, B, C, D, E dan F, akan tetapi pada penelitian ini hanya tiga port digunakan, dengan fungsi masing-masing dari tiap-tiap port seperti dijelaskan dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Fungsi Port ATmega128 yang digunakan.

Port	Fungsi	Interface
PF0 - PF7	Input	MMA7260Q (3 buah)
PB0 – PB3	Output	Kartu SD/MicroSD
PD5 – PD6	Input dan Output	DS1307
PD5 – PD6	Input dan Output	CMPS03 & Zigbee



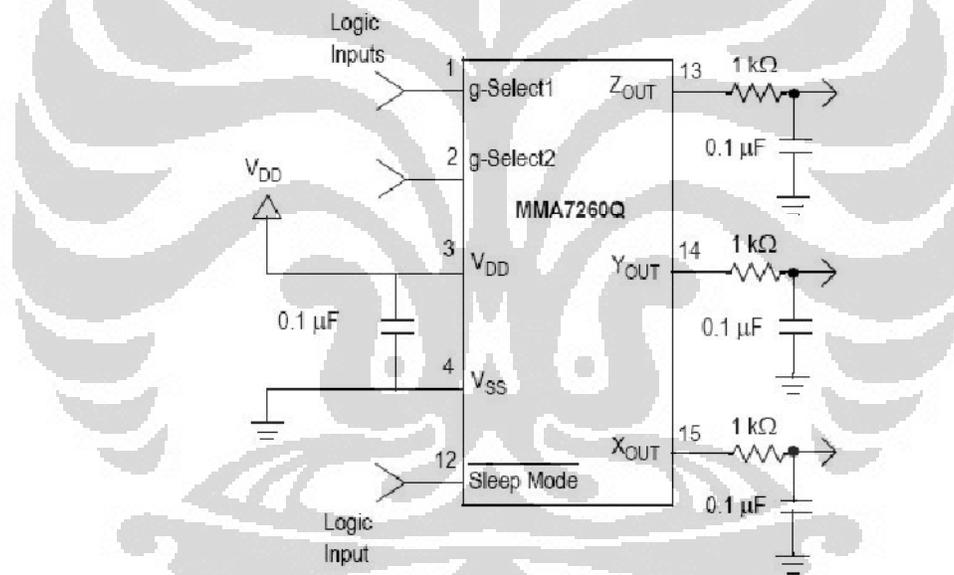
Gambar 3. 1 Skematik Koneksi Port ATmega128

Alasan penggunaan pengendali mikro ATmega128 ini adalah karena kapasitas penyimpanan program yang cukup besar, yaitu 128 Kbyte. Program yang dibuat

memerlukan flash program sebesar 32 Kbyte. Untuk catu daya, pengendali mikro ini dapat beroperasi pada tegangan antara 4.5 – 5.5 V. Untuk catu dayanya penulis menggunakan regulator tegangan, agar tegangan yang dibutuhkan pengendali mikro tidak jatuh, yang akan menyebabkan pengendali mikro akan *restart* dirinya sendiri sampai tegangan untuk level logikanya sesuai.

### 3.1.2. Perancangan Antarmuka Sensor Akselerometer

Dalam penelitian ini sensor akselerometer yang digunakan adalah MMA7260Q. Untuk sensitivitas, penulis memilih 1.5g, karena aktivitas yang akan dimonitor nantinya tidak memerlukan sensitivitas tinggi, karena terbatas pada aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari seperti duduk, berjalan dan tidur.

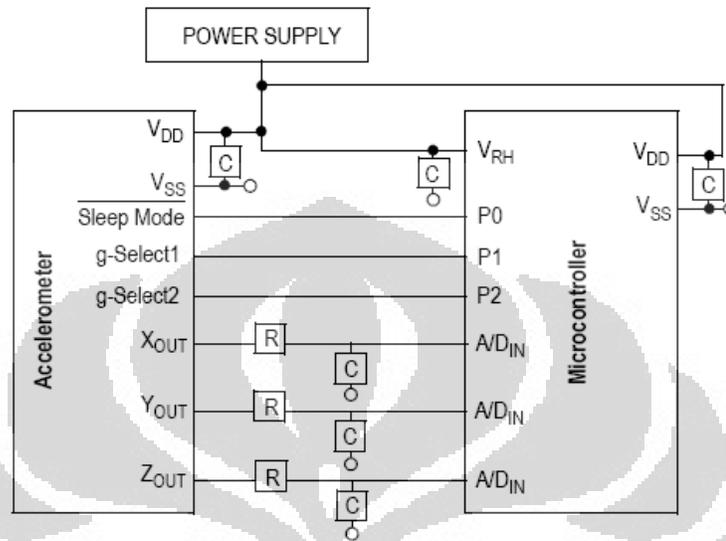


Gambar 3. 2 Diagram Sistem MMA7260Q.

Gambar 3. 2 di atas merupakan diagram sistem MMA7260Q. Modul ini beroperasi pada tegangan 2,2 – 3,6 VDC dengan arus sebesar 500  $\mu$ A [5].

Sinyal *output* dari sensor ini berupa sinyal analog, oleh karena itu sinyal ini nantinya harus diubah dulu menjadi sinyal digital agar dapat diolah menggunakan pengendali mikro. Untuk itu sinyal tersebut akan dikonversi terlebih dahulu dengan menggunakan ADC (Analog to Digital Converter) internal yang dimiliki oleh

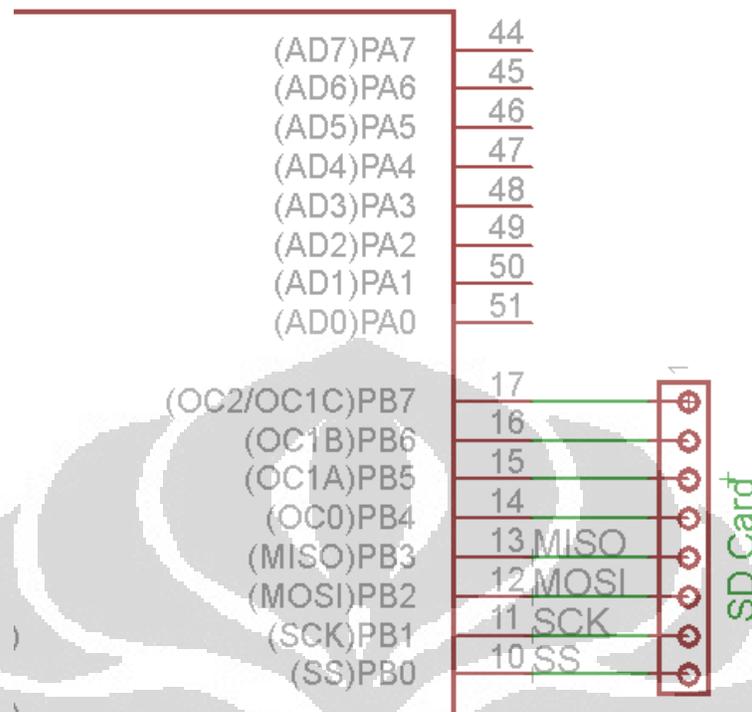
pengendali mikro Atmega128. Hubungan antara pin sensor akselerometer dan pengendali mikro ditunjukkan oleh Gambar 3. 3 berikut ini.



Gambar 3. 3 Antarmuka Akselerometer dengan Mikrokontroler.

### 3.1.3. Perancangan Modul Kartu Memori SD (SD Card)

EMS SD MMC FRAM merupakan modul untuk kartu SD dan MMC. Untuk komunikasi dengan pengendali mikro digunakan metode SPI (Serial Peripheral Interface), dimana hanya membutuhkan 4 pin saja untuk berkomunikasi dengan pengendali mikro yaitu SCK, MISO, MOSI dan CS. Pin yang tersisa di EMS SD MMC FRAM tidak digunakan yakni pin SCL dan SDA yang berfungsi untuk mengakses FRAM, pin CD untuk mendeteksi ada atau tidak adanya kartu SD di slot dan pin WP untuk mendeteksi kunci proteksi di kartu SD.



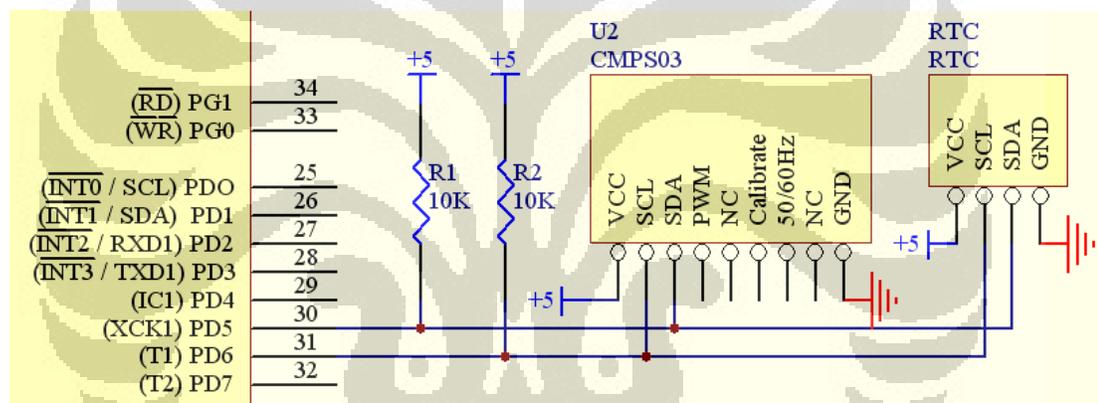
Gambar 3. 4 Koneksi EMS SD MMC FRAM dengan Mikrokontroler ATmega128.

#### 3.1.4. Modul RTC (*Real Time Clock*) dan Sensor Kompas

Modul RTC (*Real Time Clock*) yang digunakan adalah DT-I/O I<sup>2</sup>C Peripheral buatan innovative electronics, yang merupakan suatu modul yang tersusun atas RTC (*Real Time Clock*) sebagai penghitung waktu, dan EEPROM yang kesemuanya menggunakan antarmuka I<sup>2</sup>C.

Pada penelitian ini, sistem yang digunakan dari modul DT-I/O I<sup>2</sup>C Peripheral ini hanya modul RTC (*Real Time Clock*) yang berfungsi sebagai pencatat tanggal dan waktu pengambilan data, sehingga dapat diketahui kapan data diambil walaupun penelitian ini tidak bersifat *real time*. Karena menggunakan protocol I<sup>2</sup>C dalam berkomunikasi dengan pengendali mikro, maka jumlah pin yang diperlukan untuk komunikasi hanya dua buah pin saja, yaitu SDA dan SCL yang masing-masing dihubungkan dengan PIND.5 dan PIND.6 dari ATmega128.

Modul sensor kompas yang digunakan pada penelitian ini adalah modul kompas buatan *Devantech Ltd* yaitu CMPS03, modul ini memanfaatkan sensor magnet KMZ51 buatan *Phillips*. Sensor ini memanfaatkan bahan *thin film permalloy* yang disusun menjadi sebuah jembatan *wheatstone*. Modul ini dapat berkomunikasi dengan pengendali mikro melalui dua cara, yaitu metode PWM atau I<sup>2</sup>C. Namun pada penelitian ini metode yang digunakan adalah I<sup>2</sup>C. Karena lebih efisien, dan pembacaan dengan metode PWM sudut pembacaan maksimumnya hanya 357<sup>0</sup> yang disebabkan adanya faktor frekuensi osilator yang digunakan pada pengendali mikro ATmega128. Koneksi antara modul kompas CMPS03 dan pengendali mikro ATmega128 ditunjukkan oleh Gambar 3. 5



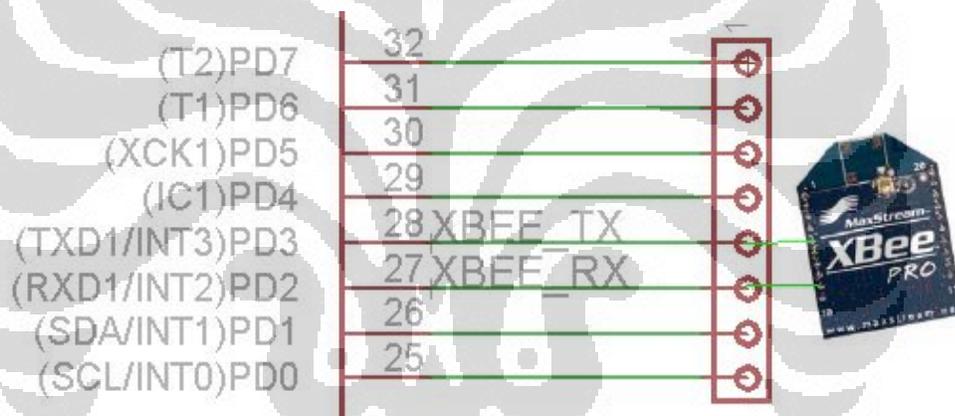
Gambar 3. 5 Koneksi Antara Sensor Kompas CMPS03 dengan ATmega128.

Hubungan antara RTC dan sensor kompas dapat diparalel, karena kedua modul menggunakan metode komunikasi I<sup>2</sup>C dengan pengendali mikro, sehingga menghemat penggunaan PIN pada pengendali mikro. Resistor pull up dibutuhkan agar level logika tidak jatuh (drop) karena kabel penghubung yang cukup panjang.

### 3.1.5. Perancangan Modul Zigbee

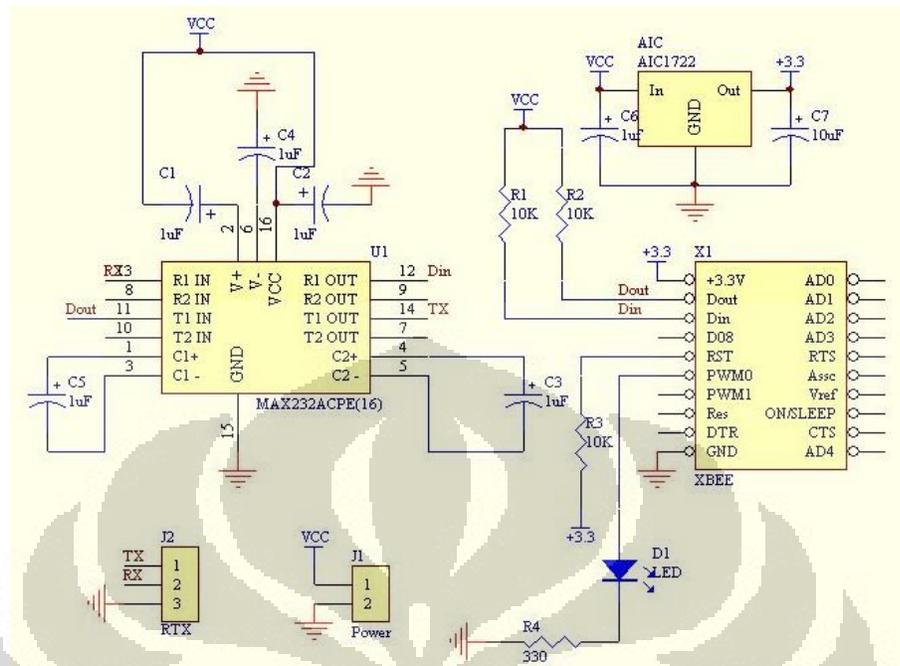
Dalam pengoperasiannya, modul ini dapat dihubungkan langsung menggunakan port serial. Dengan serial port, modul ini dapat berkomunikasi dengan logika dan tegangan kompatibel dengan UART, atau dapat menggunakan penerjemah level seperti RS-232 [12].

Untuk itu PIN yang digunakan hanya dua buah saja, yaitu PIN.2 dan PIN.3 dari zigbee, masing-masing berfungsi sebagai UART Data Out dan UART Data In, dihubungkan dengan PIND.2 serta PIND.3 dari pengendali mikro ATmega128. Hubungan antara modul zigbee dengan pengendali mikro ATmega128 ditunjukkan oleh Gambar 3. 6 berikut ini.



Gambar 3. 6 Koneksi Zigbee dengan ATmega128.

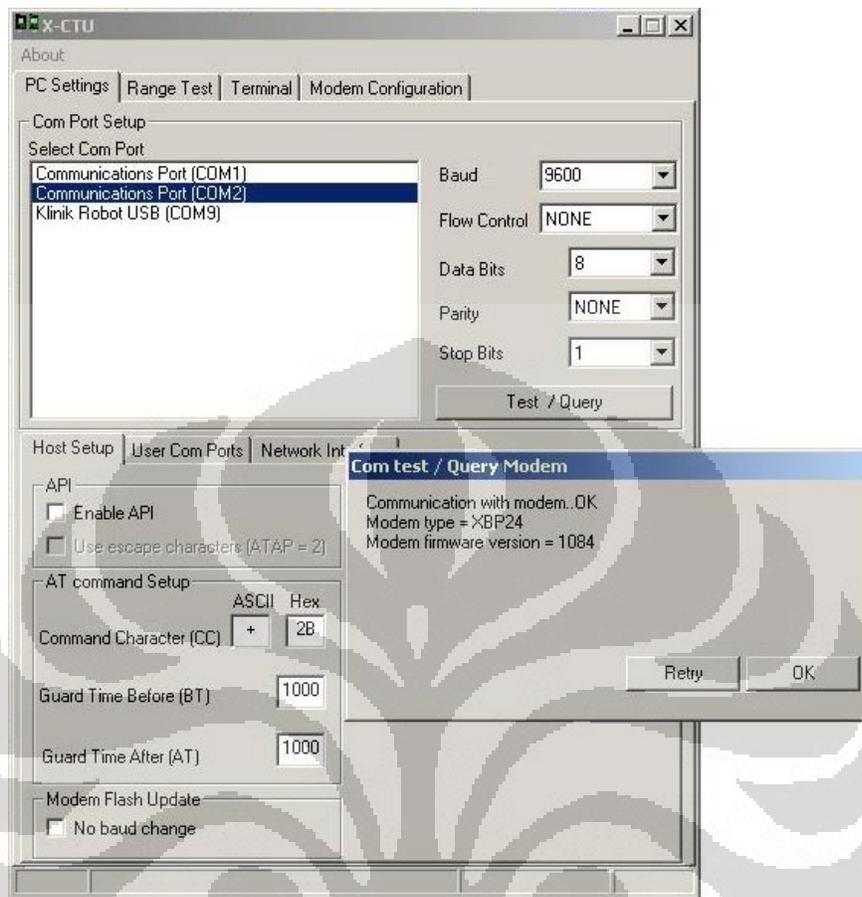
Pada bagian receiver modul zigbee dihubungkan dengan komputer melalui port serial, karena zigbee mempunyai level logika 3.3V maka modul zigbee dihubungkan dengan level konverter yaitu dengan menggunakan IC MAX232 agar dapat berkomunikasi dengan PC. Selain itu penulis menggunakan IC AIC1722 yang merupakan regulator tegangan 3.3V sebagai supply tegangan zigbee. Rangkaian tersebut ditunjukkan oleh Gambar 3. 7



Gambar 3. 7 Rangkaian Adapter Serial Zigbee.

Sebelum zigbee dapat dipakai sebagai transceiver dalam sistem yang dibuat, maka terlebih dahulu kita mengkonfigurasi zigbee. Ada dua buah cara untuk mengkonfigurasi zigbee yaitu dengan menggunakan *AT Command* atau *API*, pada pembuatan alat ini penulis menggunakan software X-CTU buatan *Maxstream Corp*. Pertama-tama kita harus menghubungkan zigbee dengan PC melalui rangkaian yang ditunjukkan Gambar 3. 7.

Setelah terhubung maka kita menjalankan software X-CTU yang sudah diinstal terlebih dahulu, untuk memastikan modul sudah terhubung dengan baik kita harus menjalankan test koneksi dengan cara mengkonfigurasi koneksi serial yang digunakan. Secara default, zigbee menggunakan konfigurasi serial 8-N-1 dengan baud rate 9600 [12]. Kemudian kita menekan tombol “Test/Query”, apabila zigbee sudah terhubung dengan baik maka akan didapatkan tampilan awal seperti Gambar 3. 8.



Gambar 3. 8 Mengkonfigurasi Zigbee dengan X-CTU

Kemudian kita harus mengkonfigurasi parameter radio yang dibutuhkan untuk berkomunikasi seperti Identitas Jaringan (ID), Address Radio (MY) serta Parameter Radio Tujuan (DL,DH).

### 3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini bahasa pemrograman perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa Basic yaitu BASCOM AVR dan LabVIEW™ 8.5.

Program BASCOM-AVR digunakan untuk membuat program yang akan digunakan oleh pengendali mikro untuk mengatur dan mengendalikan sensor. Sedangkan LabVIEW™ 8.5 merupakan sebuah bahasa pemrograman grafis yang

menggunakan sistem *icon* sebagai pengganti barisan teks untuk membuat program aplikasi di bidang pengujian dan pengukuran [26, 27]. LabView™ 8.5 digunakan sebagai *user interface* pada komputer.

Dalam membuat program, ada baiknya kita membuat langkah-langkahnya terlebih dahulu, agar program yang dibuat akan lebih baik. Untuk itu dirancanglah sebuah diagram alir, agar setiap langkah yang akan dilakukan kita lebih gampang mengetahui instruksi yang digunakan dalam program. Diagram alir alat ini dapat dilihat pada Gambar 3. 9. Tahap selanjutnya setelah pembuatan diagram alir program adalah pembuatan program dengan perangkat lunak di komputer.

Pada penelitian ini program untuk pengendali mikro dibagi menjadi beberapa program, antara lain adalah:

a. Main.bas

Pada program ini berisi sub rutin untuk setiap sensor yang digunakan untuk kemudian diatur dan diolah datanya. Selain itu program utama ini akan mengikutsertakan dua buah modul program lainnya yaitu Config\_SD.bas dan Config\_AVR-DOS.bas.

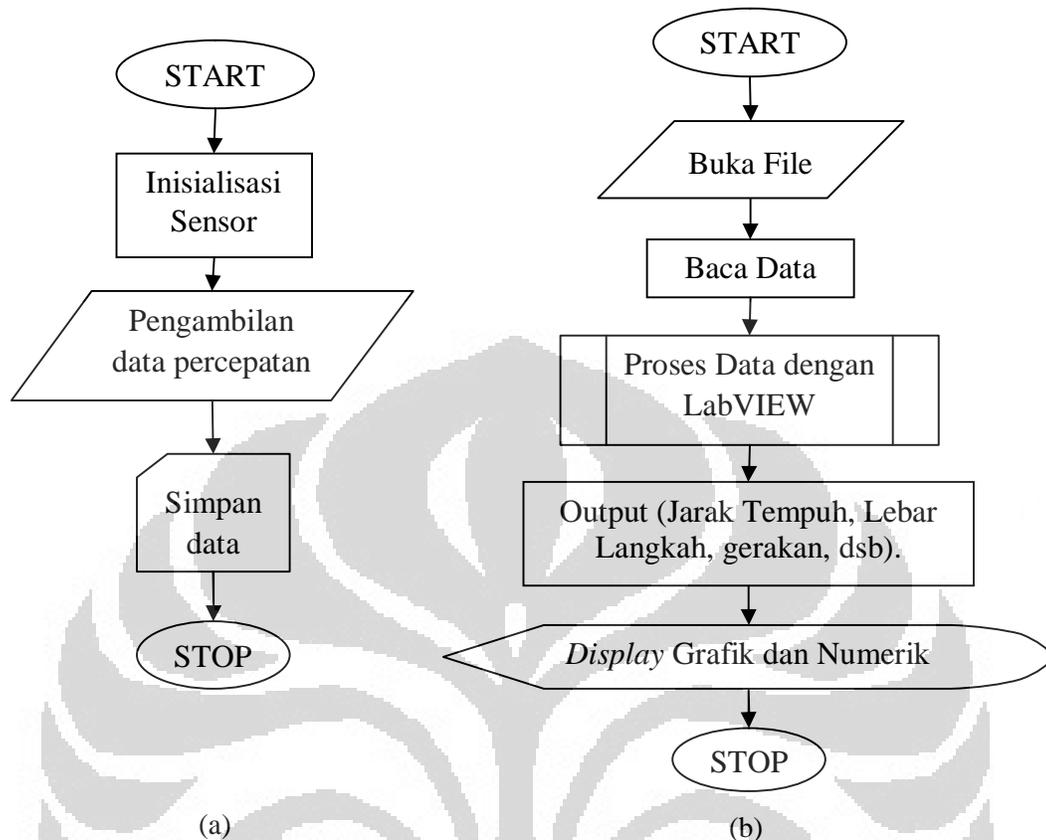
b. Config\_SD.bas

Program ini mempunyai isi konfigurasi untuk berkomunikasi dengan kartu memori SD (SD card).

c. Config\_AVR-DOS.bas

Program ini berfungsi untuk mengatur penyimpanan data dari pengendali mikro ke kartu memori SD agar kompatibel dengan penyimpanan data yang dilakukan pada PC sehingga PC dapat mengenali file yang dibuat oleh pengendali mikro.

Secara umum diagram alir program dari pengambilan data percepatan dan pengolahan data yang dilakukan ditunjukkan oleh Gambar 3. 9



Gambar 3. 9 (a).Diagram alir program pengambilan data percepatan, (b). Diagram alir program pengolahan data percepatan.

### 3.3. Prinsip Kerja Rancangan Secara Umum

Pada sistem ini, sensor akselerometer yang digunakan yaitu sebanyak tiga buah. Sensor yang pertama dipasang pada bagian pinggang, sensor kedua dipasang pada bagian paha, dan sensor ketiga dipasang pada bagian betis. Ketika sistem dinyalakan, maka sistem akan mulai mencuplik data percepatan berupa data tegangan analog yang kemudian tegangan analog tersebut akan dikonversi menjadi data tegangan digital oleh ADC internal pada mikrokontroler Atmega128. Selanjutnya data hasil konversi tersebut disimpan dalam kartu memori SD dalam bentuk *file* “\*.txt” yang berisi tanggal, waktu, data tegangan hasil konversi (yang berasal dari

tiga buah sensor akselerometer), serta pembacaan arah dari sensor kompas. Selain disimpan dalam kartu memori SD, data tersebut juga dikirim secara wireless ke PC.

Setelah semua data tersimpan dalam kartu memori SD, maka sistem akan dimatikan. Kemudian data tersebut diambil dan diolah dengan menggunakan LabVIEW™ 8.5 sehingga diperoleh besaran-besaran yang diinginkan seperti jarak tempuh, kecepatan gerak, dan sebagainya.

Untuk memperoleh jarak tempuh, data yang digunakan adalah data yang berasal dari sumbu x sensor ke dua yaitu sensor yang di pasang pada bagian paha beserta data waktu yang telah ditempuh. Sebelum memasuki program utama, data tegangan tersebut terlebih dahulu dikonversi menjadi data percepatan, kemudian diinterpolasikan untuk memperoleh persamaan percepatan fungsi waktu. Selanjutnya persamaan tersebut diintegrasikan sehingga diperoleh persamaan kecepatan fungsi waktu. Dari persamaan tersebut dapat diperoleh persamaan jarak dengan cara mengintegrasikan kembali persamaan kecepatan sehingga dapat diketahui seberapa jauh jarak yang telah ditempuh pada saat berjalan.

Sebelum diolah, data tersebut kita harus mengetahui terlebih dahulu karakteristik datanya. Karena adanya kemungkinan sinyal input bercampur dengan *noise*, maka kita harus menghilangkan *noise* tersebut dengan menggunakan filter. Filter yang digunakan adalah jenis *High Pass Filter*, sebab *noise* yang tercampur pada sinyal input adalah *noise* dengan frekuensi rendah. Hal ini dikarenakan pada saat objek tidak bergerak, maka sensor akselerometer tetap mengambil data percepatan, dimana data percepatan ini mempunyai frekuensi yang sangat rendah atau hampir mendekati nol. Untuk melihat *noise* tersebut kita dapat menggunakan *Power Spectral Density* yang sudah terintegrasi pada LabView.

## BAB 4

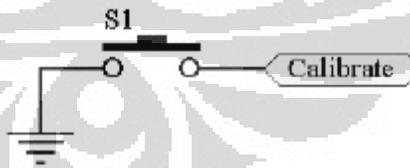
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas tentang pengujian sistem yang telah dibuat serta analisisnya. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengakuisi data dari sensor yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan perancangan yang telah dibuat sebelumnya atau tidak. Sedangkan analisa akan menyempurnakan pengujian sistem apabila terjadi kesalahan atau mungkin kegagalan dalam pembuatan sistem.

#### 4.1 Kalibrasi Sensor Kompas CMPS03

Proses kalibrasi CMPS03 dilakukan agar pembacaan arah yang didapat sesuai dengan arah utara dan selatan kutub bumi. Adapun metode dalam melakukan kalibrasi menggunakan metode PIN adalah sebagai berikut:

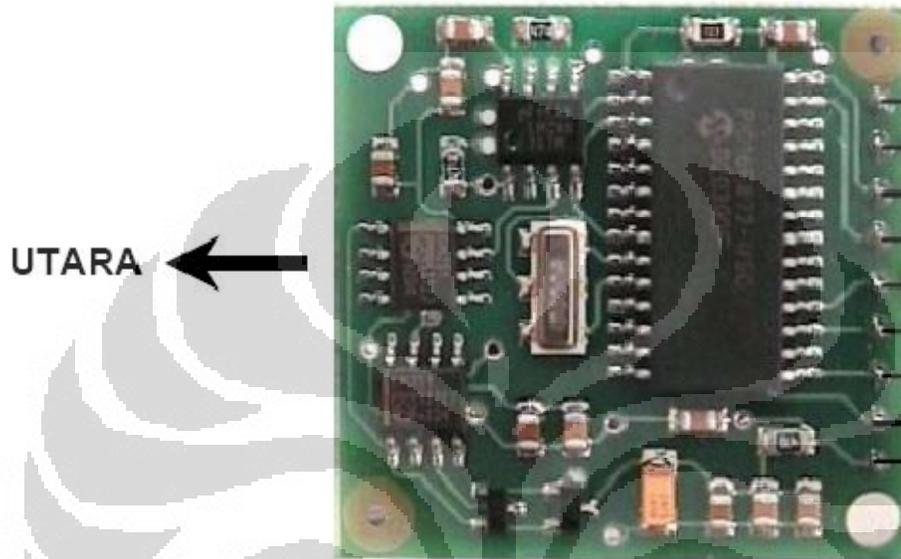
- Menghubungkan tactile switch seperti Gambar 4. 1 ke PIN kalibrasi CMPS03.



Gambar 4. 1 Rangkaian Tactile Switch Untuk Kalibrasi.

- Memposisikan arah utara CMPS03 paralel dengan arah utara kutub bumi, lalu menekan tactile switch.
- Memutar perlahan-lahan sampai orientasi utara CMPS03 menghadap arah timur bumi, lalu menekan switch.

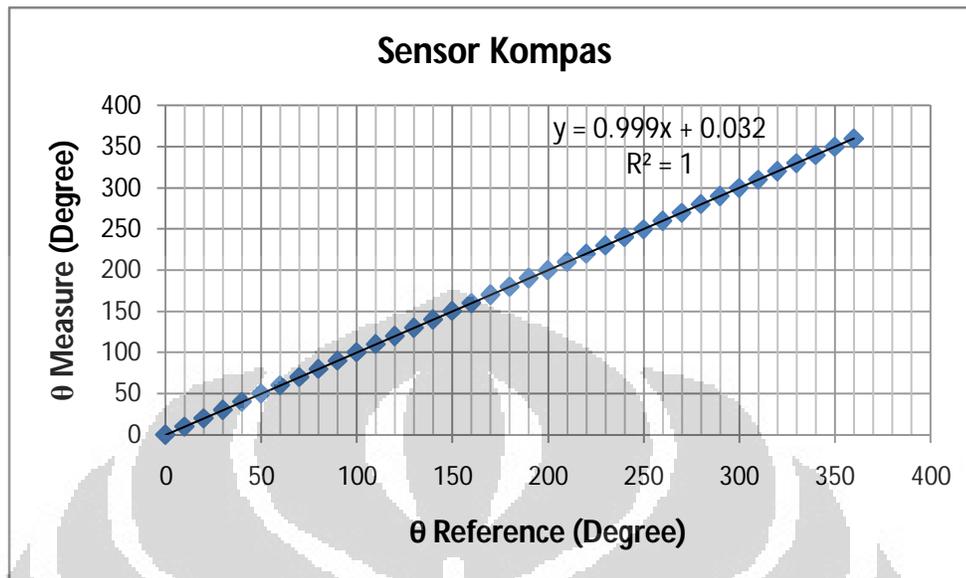
- Memutar perlahan-lahan sampai orientasi Utara CMPS03 menghadap arah selatan bumi, lalu menekan switch.
- Memutar perlahan-lahan sampai orientasi Utara CMPS03 menghadap arah timur barat, lalu menekan switch.



Gambar 4. 2 Orientasi Arah Utara CMPS03

Kalibrasi cukup dilakukan sekali saja, karena hasil kalibrasi akan disimpan didalam EEPROM yang terdapat pada CMPS03. Pada saat kalibrasi dilakukan, pada saat memutar orientasi arah utara sensor kompas menuju keempat arah kutub bumi dilakukan secara perlahan-lahan. Hal ini dimaksudkan agar sensor kompas pada modul CMPS03 ini memperoleh magnetisasi dari bumi yang homogen pada setiap komponen jembatan wheatstonenya, sehingga didapatkan hasil kalibrasi yang benar-benar sesuai. Selain itu pada saat kalibrasi sebaiknya kompas sebagai referensi arah utara bumi tidak diletakkan terlalu dekat dengan modul CMPS03, hal ini akan berpengaruh pada pembacaan arah yang dilakukan karena medan magnet dari kompas yang digunakan sebagai referensi dapat terkopling.

Pengujian dari sensor kompas CMPS03 menggunakan metode I<sup>2</sup>C didapatkan hasil pembacaan sebagai berikut.



Gambar 4. 3 Grafik Hasil Pengukuran Sensor Kompas

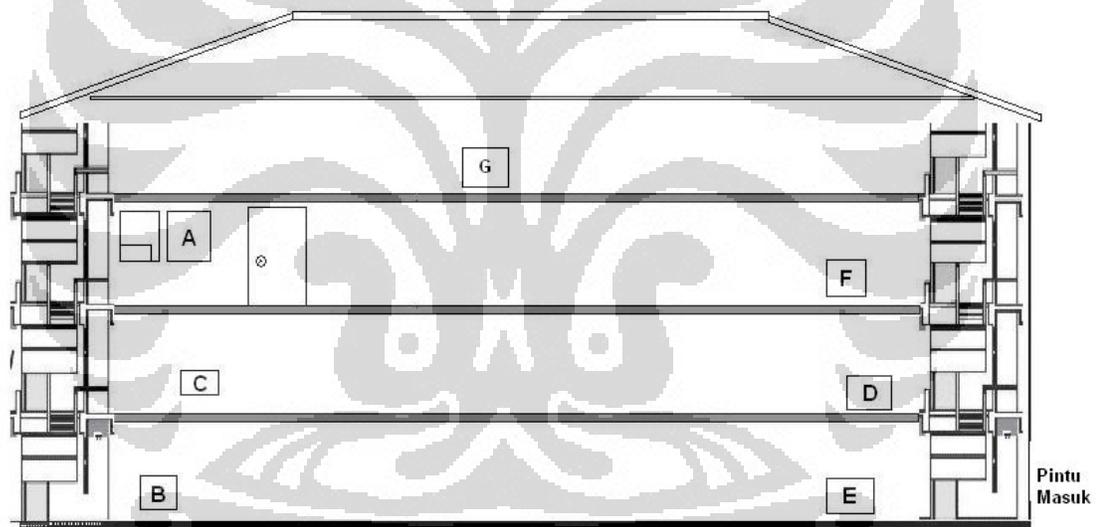


Gambar 4. 4 Salah Satu Hasil Pembacaan Arah CMPS03 Setelah Kalibrasi

## 4.2 Pengujian Modul Zigbee

Pengujian modul zigbee ditujukan untuk mengukur seberapa jauh jarak yang masih dapat dijangkau dengan menggunakan modul ini, karena pengiriman data pada alat ini dilakukan secara nirkabel. Pada sisi receiver, zigbee dihubungkan langsung ke PC dengan menggunakan koneksi serial (DB9). Pada transmitter zigbee dihubungkan dengan pengendali mikro melalui sebuah level konverter, karena pengendali mikro yang digunakan mempunyai level logika yang berbeda dengan zigbee.

Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi jarak antara receiver dan transmitter. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan software X-CTU.



Gambar 4. 5 Ilustrasi Pengujian Modul Zigbee

Gambar di atas menunjukkan ilustrasi pengujian yang dilakukan, huruf A menunjukkan dimana receiver diletakkan pada suatu ruangan tertutup yang mempunyai sebuah tembok tidak tebal. Sedangkan B,C,D,E dan F menunjukkan lokasi transmitter yang divariasikan. Gedung ini memiliki panjang kurang lebih 30 meter, dengan tebal beton disetiap lantainya kurang lebih 20 cm. Peletakkan

transmitter pada titik B,C,F dan G memiliki hasil yang cukup baik, karena semua data yang ditransmisikan dapat diterima oleh zigbee, sedangkan pengujian pada titik D dan E menunjukkan hasil yang kurang baik, karena data yang diterima tidak seluruhnya diterima. Sedangkan untuk pengujian open area didapatkan hasil yang sangat baik, dimana pada saat pengujian dilakukan data dapat diterima seluruhnya oleh receiver dengan jarak pengujian antara receiver dan transmitter 200 meter.

Dari pengujian tersebut, maka jarak transmisi maksimal pada suatu gedung hanya 20 meter saja. Dengan asumsi transmitter berada 1 lantai dibawah receiver. Semakin tebal tembok gedung, maka jarak tersebut akan berkurang. Selain itu zigbee tidak terpengaruh dengan interferensi sinyal yang mempunyai pita frekuensi sama. Karena pada saat pengujian dilakukan, terdapat beberapa *access point* yang aktif di dalam gedung. Hal ini dikarenakan zigbee dan *access point* memiliki acuan spesifikasi yang berbeda, zigbee memiliki spesifikasi acuan IEEE 802.15.4 sedangkan *access point* memiliki spesifikasi acuan IEEE 802.11.x sehingga kecil kemungkinan untuk terjadi interferensi.

Jarak penerimaan zigbee sebenarnya dapat dimaksimalkan dengan menggunakan antenna eksternal, penulis menggunakan *Xbee-Pro* yang menggunakan chip antenna. Pada antenna jenis ini keunggulannya ada lebih kecil dan dapat digunakan untuk portable [12], namun hal ini berakibat pada respon antenna tersebut yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan antenna jenis dipole atau jenis lainnya sesuai dengan spesifikasi zigbee itu sendiri. Untuk itu jika diperlukan, pada receiver dapat menggunakan antenna eksternal.

Kemudian untuk menambah jarak penerimaan pada suatu gedung tertutup, receiver dapat diletakkan diluar ruangan server agar jarak transmitter dapat lebih dekat, karena pada gedung yang mempunyai tembok beton jarak penerimaan zigbee akan berkurang. Selain itu, hal ini dapat diwujudkan karena zigbee menggunakan interface serial dengan konektor DB9 dimana dapat digunakan kabel yang cukup panjang untuk berkomunikasi dengan PC.

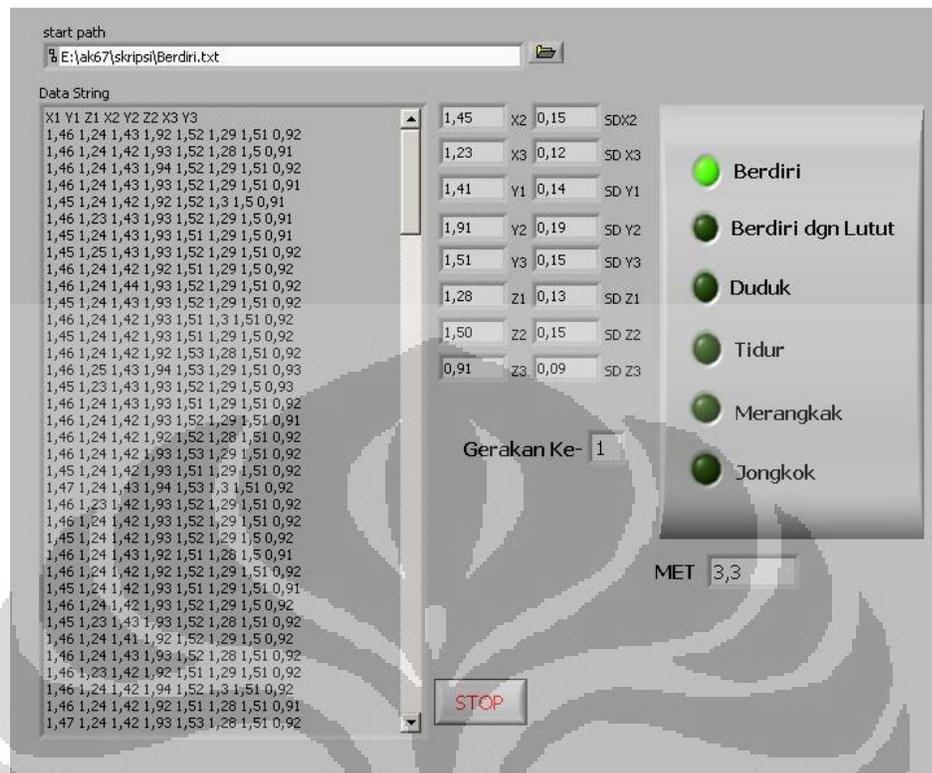
### 4.3 Pengukuran Posisi

Untuk pengukuran posisi, ketiga buah sensor akselerometer diletakkan pada pinggang, paha dan betis. Sensor ini berada pada sisi tubuh bagian kanan. Setiap sensor akan memberikan hasil output yang berbeda sesuai dengan arah orientasi yang terjadi masing-masing sumbu sensor. Karena pada saat pengukuran data yang diperoleh berubah-ubah maka dibuat rentang (*range*) tegangan untuk masing-masing posisi seperti terlihat pada Tabel 4.1, dimana dalam penelitian ini posisi terdapat 10 posisi yang berbeda.

Tabel 4. 1 Rentang Tegangan untuk Berbagai Posisi yang Berbeda

POSISI		X1 (Volt)	Y1 (Volt)	Z1 (Volt)	X2 (Volt)	Y2 (Volt)	Z2 (Volt)	X3 (Volt)	Y3 (Volt)
Berdiri	Min	1.45	1.23	1.41	1.91	1.51	1.27	1.5	0.9
	Max	1.49	1.25	1.44	1.94	1.53	1.3	1.53	0.93
Berdiri dengan Lutut	Min	1.51	1.23	1.45	1.85	1.52	1.32	0.9	1.51
	Max	1.54	1.25	1.48	1.88	1.54	1.35	0.92	1.53
Jongkok	Min	1.99	2.21	1.19	1.64	1.60	1.49	1.25	0.95
	Max	2.04	2.26	1.23	1.69	1.65	1.53	1.30	0.97
Merangkak	Min	1.50	1.22	1.41	1.32	2.04	1.34	0.91	1.61
	Max	1.53	1.24	1.43	1.36	2.10	1.39	0.93	1.63
Duduk	Min	2.15	1.8	1.44	1.95	1.51	1.33	1.69	0.93
	Max	2.18	1.82	1.47	1.97	1.54	1.36	1.71	0.95
Tidur	Min	2.16	1.88	1.36	2.49	2.01	1.51	2.14	1.52
	Max	2.19	1.9	1.4	2.51	2.03	1.53	2.16	1.54

Data percepatan diambil dan disimpan dalam kartu memori SD. Data tersebut kemudian dipanggil dan diproses dengan menggunakan program LabVIEW untuk pengukuran posisi dengan blok diagram seperti terlihat pada lampiran 3. Data yang masuk berupa *array* karena data yang diambil cukup banyak dan berubah-ubah, selanjutnya data tersebut diambil nilai rata-ratanya yang kemudian data tersebut dicocokkan dengan nilai range tegangan yang cocok untuk setiap posisi dan hasilnya akan muncul pada *front panel*. Berikut ini adalah tampilan hasil pengukuran posisi pada *front panel*.



Gambar 4. 6. Hasil Pengukuran Posisi

Gambar 4. 6. di atas memperlihatkan hasil pengukuran posisi pada saat duduk dan hasilnya sesuai dengan yang sebenarnya, begitu pula untuk posisi lainnya, pada front panel terdapat data string yang berasal dari file yang ada dalam kartu memori SD. Pada pengukuran posisi ini sulit dilakukan jika pengguna melakukan gerakan yang terlalu cepat karena ketika pengguna bergerak cepat maka pada saat data dirata-ratakan maka hasil rata-ratanya itu akan sulit untuk dimasukkan ke dalam rentang tegangan untuk setiap posisi. Oleh karena itu, pada saat pengukuran diperlukan gerakan yang perlahan agar perpindahan posisi dapat terdeteksi dengan baik.

Setelah dilakukan pengukuran posisi, maka hasil tersebut akan dimasukkan ke dalam program receiver, agar posisi dari pasien dapat dipantau secara *real-time*. Pada penelitian sebelumnya, pemantauan posisi dari pasien tidak dapat dipantau secara *real-time*, melainkan posisi dari pasien akan di simpan terlebih dahulu di dalam kartu memori SD (SD card) lalu kemudian akan di olah hasil penyimpanan data tersebut

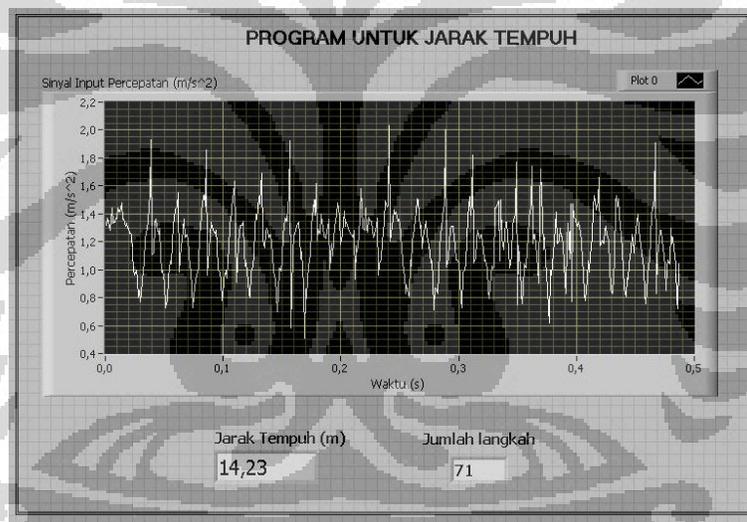
untuk diketahui posisi apa saja yang telah dilakukan oleh pasien. Selain itu terdapat beberapa kekurangan dalam menentukan posisi dari pasien tersebut, antara lain gerakan yang dilakukan oleh pasien tidak boleh terlalu cepat, dikarenakan sistem tidak dapat mendeteksi perubahan output tegangan dari sensor yang terlalu cepat atau tiba-tiba. Sistem terdahulu mampu mendeteksi gerakan yang dilakukan setelah melampaui waktu 10 detik. Sehingga gerakan yang dilakukan harus perlahan-lahan, dan gerakan tersebut harus dilakukan kurang lebih selama 10 detik agar sistem dapat mendeteksinya terlebih dahulu. Sedangkan pada sistem yang sekarang dibuat, gerakan pasien dapat dideteksi dengan lebih cepat, yaitu sekitar 3 detik. Akan tetapi, pada awal sistem dijalankan terdapat jeda waktu yang cukup lama agar sistem berjalan dengan baik yaitu sekitar 3 detik. Hal ini disebabkan sistem harus membuka komunikasi serial dengan receiver, sehingga memerlukan waktu agar sistem dapat berjalan dengan baik.



Gambar 4. 7 Tampilan Program Untuk Receiver

#### 4.4 Jarak Tempuh

Untuk memperoleh jarak tempuh, data yang digunakan adalah data yang berasal dari sumbu x sensor ke dua yaitu sensor yang di pasang pada bagian paha beserta data waktu yang telah ditempuh. Sebelum memasuki program utama, data tegangan tersebut terlebih dahulu dikonversi menjadi data percepatan, kemudian diinterpolasikan untuk memperoleh persamaan percepatan fungsi waktu. Selanjutnya persamaan tersebut diintegrasikan sehingga diperoleh persamaan kecepatan fungsi waktu. Dari persamaan tersebut dapat diperoleh persamaan jarak dengan cara mengintegrasikan kembali persamaan kecepatan sehingga dapat diketahui seberapa jauh jarak yang telah ditempuh pada saat berjalan.



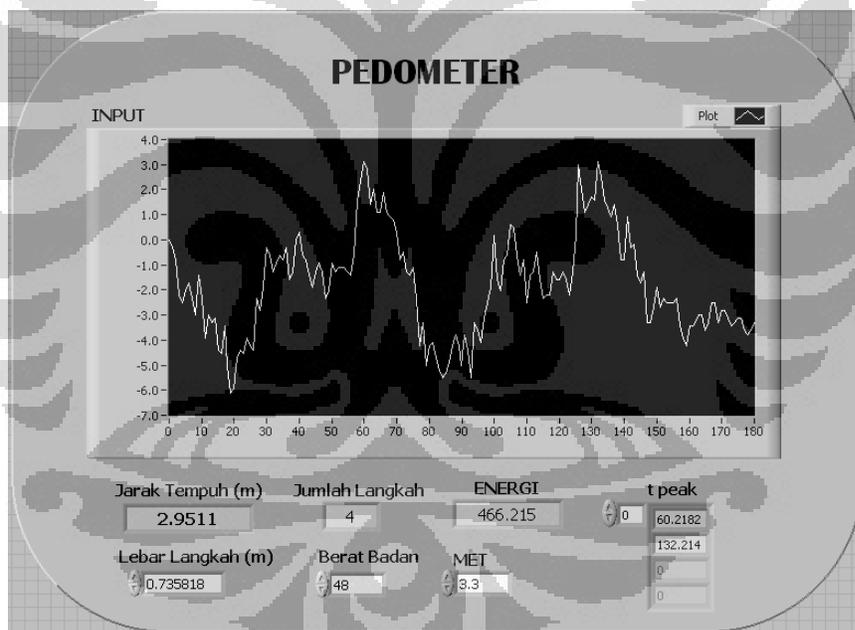
Gambar 4. 8 Pengukuran Jarak Tempuh

Selain jarak tempuh, kita dapat menghitung jumlah langkah. Jumlah langkah ini dapat diperoleh dari data sinyal input diatas, yaitu dengan cara menggunakan *threshold* kapan data atau sinyal tersebut dihitung sebagai suatu langkah. Pada saat orang berjalan biasanya akan terjadi suatu hentakan kaki pada saat kaki menyentuh bidang jalan. Hentakan ini akan muncul sebagai suatu *peak* sinyal. Dengan menentukan *threshold* dimana suatu sinyal tersebut dihitung sebagai hentakan, maka kita dapat mengetahui berapa jumlah langkah dari pergerakan pasien tersebut.

Sedangkan jarak antarlangkah tidak dicari, karena sistem ini menganggap langkah dilakukan untuk jalan santai, yaitu 0,78 m.

#### 4.5 Pedometer

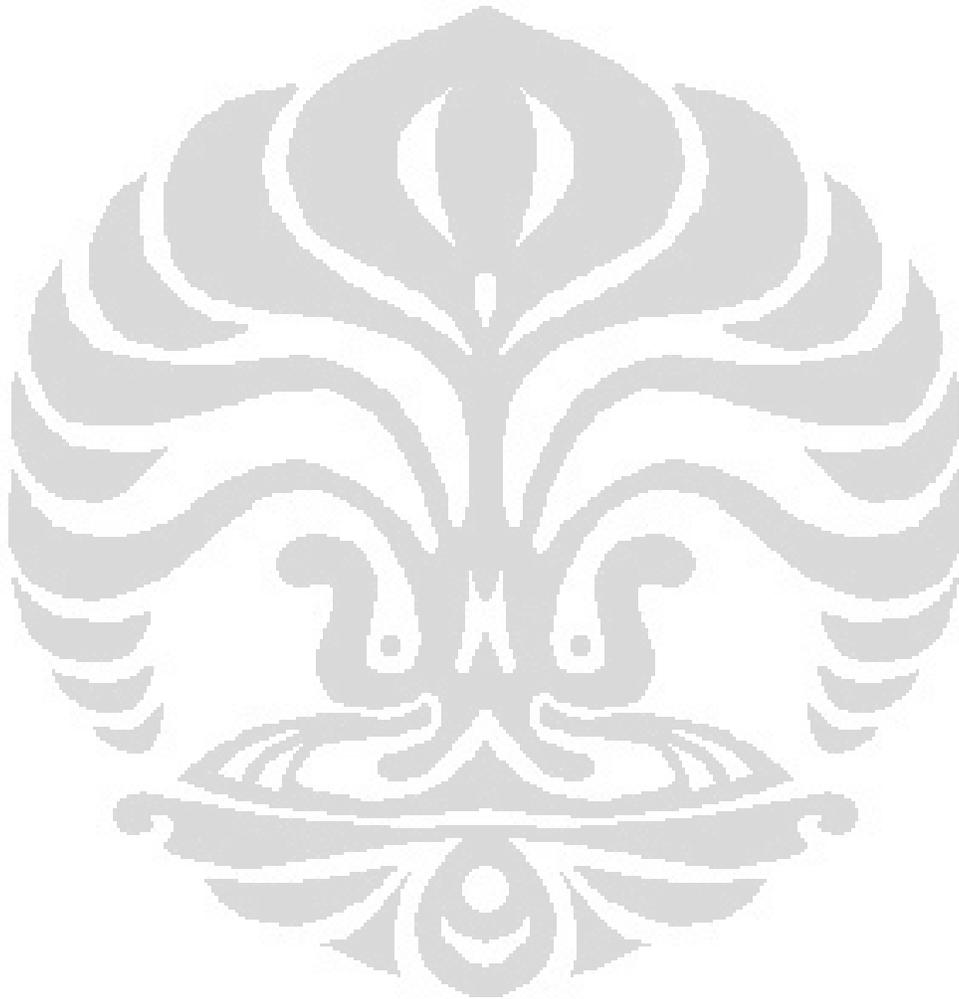
Pada pengukuran ini, program dijalankan dengan memasang *threshol peak* pada sumbu energi yang berarti setiap sinyal di atas *threshol peak* akan dideteksi sebagai peak dan dihitung sebagai satu langkah. Sedangkan penggunaan energi dihitung berdasarkan banyaknya langkah yang terdeteksi dengan mengukur nilai MET untuk aktivitas berjalan dengan langkah sedang pada kecepatan 3.3 mph di atas permukaan datar sebesar  $3,3 \frac{KKal}{Kg.Jam}$  atau  $3,84 \frac{J}{Kg.Jam}$ . Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan hentakan kecil pada MMA7260Q dari posisi awal tersebut.



Gambar 4. 9. Hasil Pengukuran Pedometer

Gambar 4. 9 memperlihatkan grafik percepatan yang terukur dari pengujian sistem pedometer ini, dimana nilai konsumsi energi (*energy expenditure*) yang dihasilkan dari pengukuran adalah sebesar  $466 \frac{KKal}{Kg.Jam}$ . Di samping itu, dari data tersebut diperoleh hasil yang cukup baik di mana terdapat ketepatan antara jumlah langkah yang terdeteksi dengan banyaknya hentakan yang dilakukan. Nilai

penggunaan energi yang terukur sebanding dengan banyaknya langkah yang terdeteksi dan hentikan yang dilakukan.



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

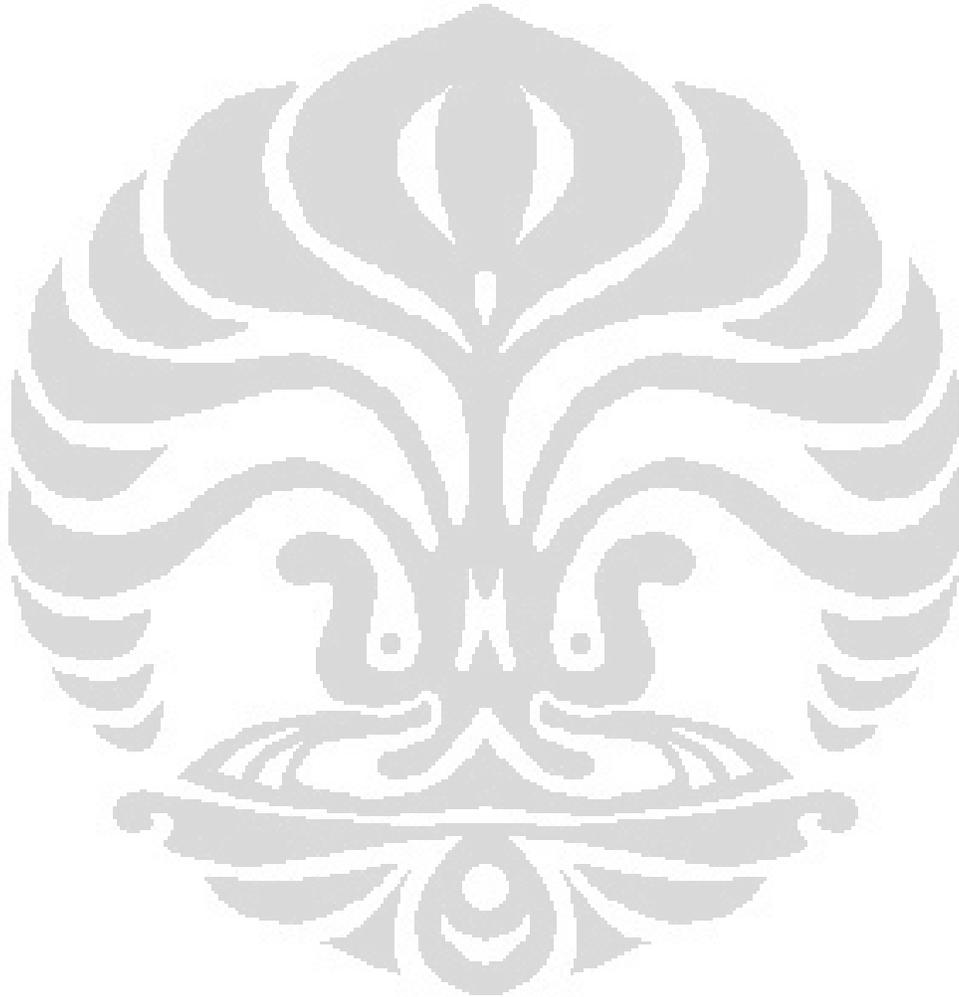
Dari penelitian ini yaitu mengenai sistem pemantauan aktivitas fisik manusia berbasis akselerometer, diperoleh beberapa hasil sebagai berikut:

- Sensor kompas elektronik CMPS03 dapat berfungsi dengan baik, dengan penyimpang sudut tidak lebih dari 1%.
- Sistem ini dapat digunakan secara portable dengan maksimal jarak pengiriman dari transmitter ke receiver pada suatu gedung tertutup hingga 20 meter.
- Sistem penentu gerak tubuh diperoleh hasil yang sesuai untuk semua gerakan, akan tetapi transisi perubahan gerak tubuh tidak dapat langsung dideteksi dan membutuhkan waktu sekitar 3 detik untuk mendeteksi berbagai gerakan tubuh. Kecuali untuk penentuan gerak tubuh pada saat awal setelah sistem dijalankan, karena perlu ada proses komunikasi data (*handshaking*).
- Dari pengujian pedometer diperoleh hasil yang memuaskan, yaitu setiap langkah yang dilakukan dapat dideteksi oleh akselerometer. Sedangkan jarak antarlangkah tidak dicari, karena sistem ini menganggap langkah dilakukan untuk jalan santai, yaitu 0,78 m. Dari asumsi ini diperoleh konsumsi energi yang dilakukan pada pengukuran adalah sebesar  $466 \frac{\text{Kkal}}{\text{Kg.Jam}}$ .

#### 5.2 Saran

Pengembangan sistem pemantauan aktivitas tubuh dengan *human machine interface*, yang dapat dikalibrasi dalam penghitungan energi, karena jumlah energi yang dikeluarkan setiap orang berbeda-beda, sehingga dapat menghitung konsumsi energi dengan akurat.

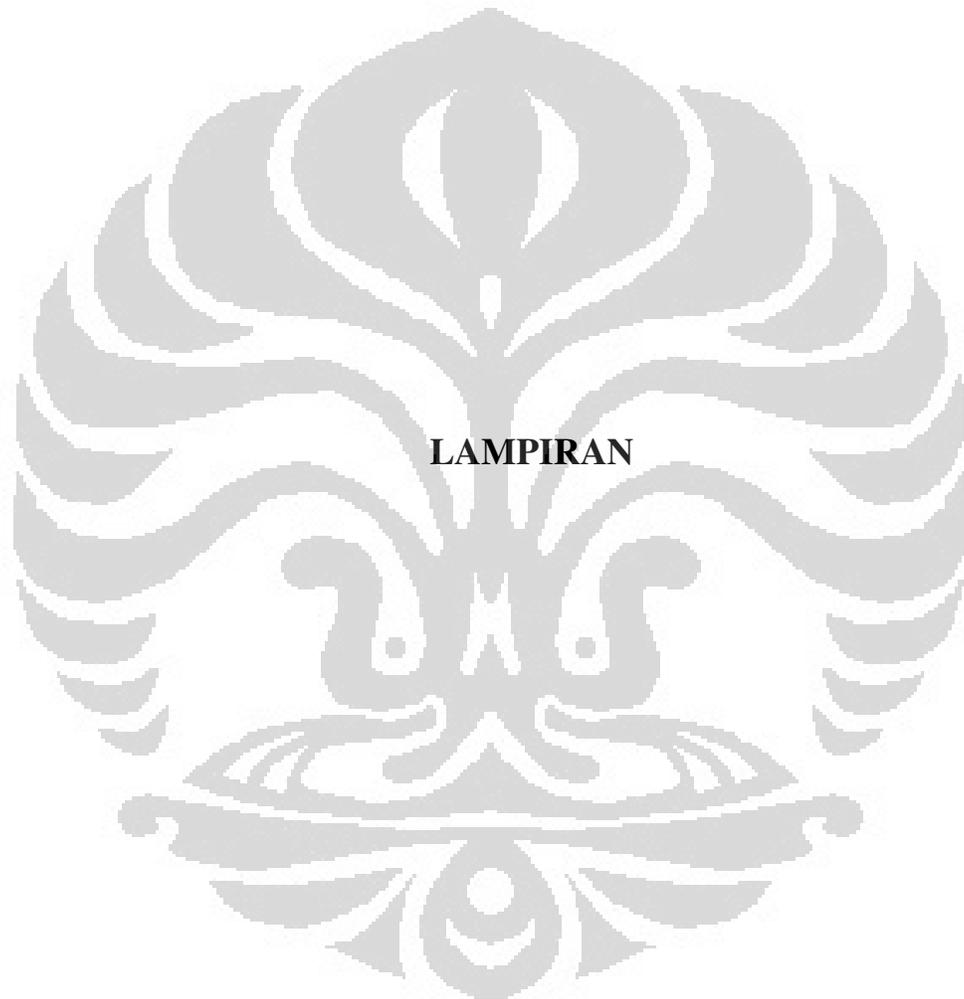
Perancangan alat pemantauan aktivitas manusia lebih lanjut mungkin dapat digabungkan dengan *Electro Cardio Graph* (ECG) sehingga didapat data gerak tubuh dan detak jantung subjek sekaligus. Hal ini untuk mengetahui lebih lanjut kondisi yang dialami oleh objek pada saat dilakukan pemantauan. Kemudian untuk pengiriman data secara wireless, hendaknya dibuat suatu jaringan agar jarak pengiriman data dapat diterima dari semua ruangan pada sebuah gedung.



## DAFTAR REFERENSI

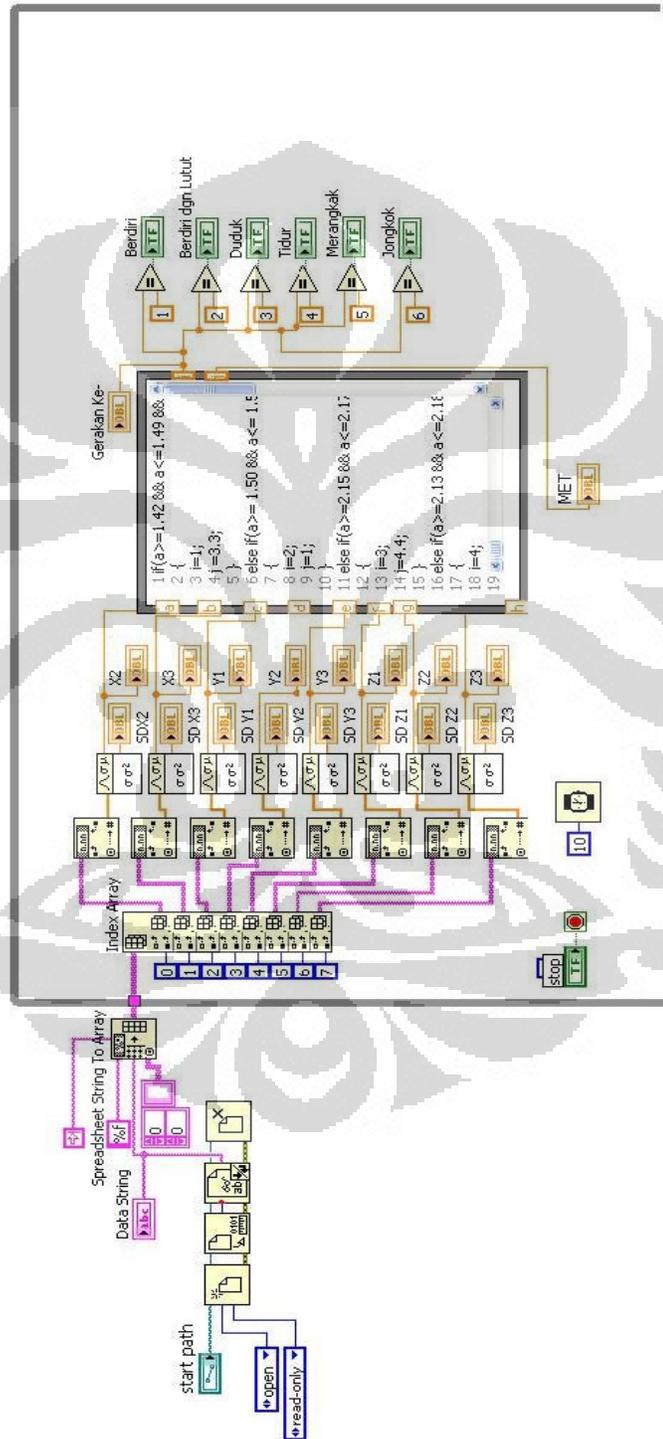
- [1]. Departemen Kesehatan, *Obesitas Dan Kurang Aktivitas Fisik Menyumbang 30% Kanker*,  
<http://www.depkes.go.id/index.php?option=news&task=viewarticle&sid=33>  
28, 14 April 2010, Pukul 22.22 WIB.
- [2]. Departemen Kesehatan RI. 2006. *Buku Saku Gaya Hidup Sehat*. Pusat Promosi Kesehatan Departemen Kesehatan RI.
- [3]. Chen, K.Y. dan M. Sun. 1997. *Improving energy expenditure estimation by using a triaxial accelerometer*. *J. Appl. Physiol.* 83(6): 2112-2122.
- [4]. Rakhmawati, Idha. 2009. *Sistem Pemantauan Aktivitas Fisik Manusia Menggunakan Akselerometer Berbasis Kartu Memori SD dan Mikrokontroller AVR*. Departemen Fisika FMIPA UI.
- [5]. MMA7260Q. 2005. *Freescale Semiconductor Technical Data*. Freescale Semiconductor, Inc.
- [6]. Atmel Corporation. 2008. *Datasheet ATmega128(L)*. Diunduh dari <http://www.atmel.com/dyn/resources/proddocuments/doc2467.pdf>. 16 Mei 2009, pukul 10:06 WIB.
- [7]. Vittorio, Salvatore A. 2001. *Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*. <http://www.csa.com/discoveryguides/mems/overview.php>. 12 Juli 2009, pukul 12:29 WIB.
- [8]. Luo, H., G. Zhang, L.R. Carley, dan G.K. Fedder. 2002. *A post-CMOS micromachined lateral accelerometer*. *J. MEMS.* 11(3): 188-195.
- [9]. Innovative Electronics. 2008. *Datasheet EMS SD/MMC/FRAM*. [http://www.innovativeelectronics.com/innovative\\_electronics/download\\_files/artikel/AN\\_SD\\_CVAVR.pdf](http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/artikel/AN_SD_CVAVR.pdf). 04 Februari 2009, pukul 11:17 WIB.

- [10]. Novotny, Marek. *Silicon micro accelerometers*. 9 hlm. [www.ad.tut.fi/aci/courses/7606010/pdf/Microaccelerometers.pdf](http://www.ad.tut.fi/aci/courses/7606010/pdf/Microaccelerometers.pdf). 17 Oktober 2009, pukul 11:04 WIB.
- [11]. Innovative Electronics. 2005. *Datasheet DT-I/O I<sup>2</sup>C Peripheral*. [http://www.innovativeelectronics.com/innovative\\_electronics/download\\_files/artikel/Manual\\_DT-IO\\_I2C\\_Peripheral.pdf](http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/artikel/Manual_DT-IO_I2C_Peripheral.pdf). 22 Oktober 2009, pukul 09:14 WIB.
- [12]. Maxstream. 2007. *XBee™/XBee-PRO™ OEM RF Modules Product Manual v1.xAx - 802.15.4 Protocol*. Maxstream, Inc.
- [13]. [http://bahbots.com/wp-content/uploads/2009/12/Bahbots-644P-xBeeSD\\_UserGuide-v0.5.pdf](http://bahbots.com/wp-content/uploads/2009/12/Bahbots-644P-xBeeSD_UserGuide-v0.5.pdf). diakses tgl 12 Februari 2010, pkl 15.00 WIB.
- [14]. [http://www.innovativeelectronics.com/innovative\\_electronics/download\\_files/artikel/AN95.pdf](http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/artikel/AN95.pdf). diakses tgl 12 Februari 2010, pkl 15.00 WIB.
- [15]. <http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=651255&page=16>. diakses tgl 12 Februari 2010, pkl 15.00 WIB.
- [16]. <http://zephyreyeye.googlecode.com/svn/trunk/bascom/>. diakses tgl 12 Februari 2010, pkl 15.00 WIB.
- [17]. Soebhakti, Hendawan. 2008. *Digital Compass CMPS03*.
- [18]. M.G Lee, S.J Song, H.C Jung. 2008. *A new monitoring system for an emergency state of the aged using 3-axis accelerometer*. Korea Advanced Institute of Technology.
- [19]. H.Veltink, Peter & J.Luinge, Henk.. 2004. *Inclination Measurement of Human Movement Using a 3-D Accelerometer With Autocalibration*. IEEE. Vol 12. No.1.
- [20]. H.Veltink, Peter. 1996 *Detection of Static and Dynamic Activities Using Uniaxial Accelerometers*. IEEE Vol 4. No.4.



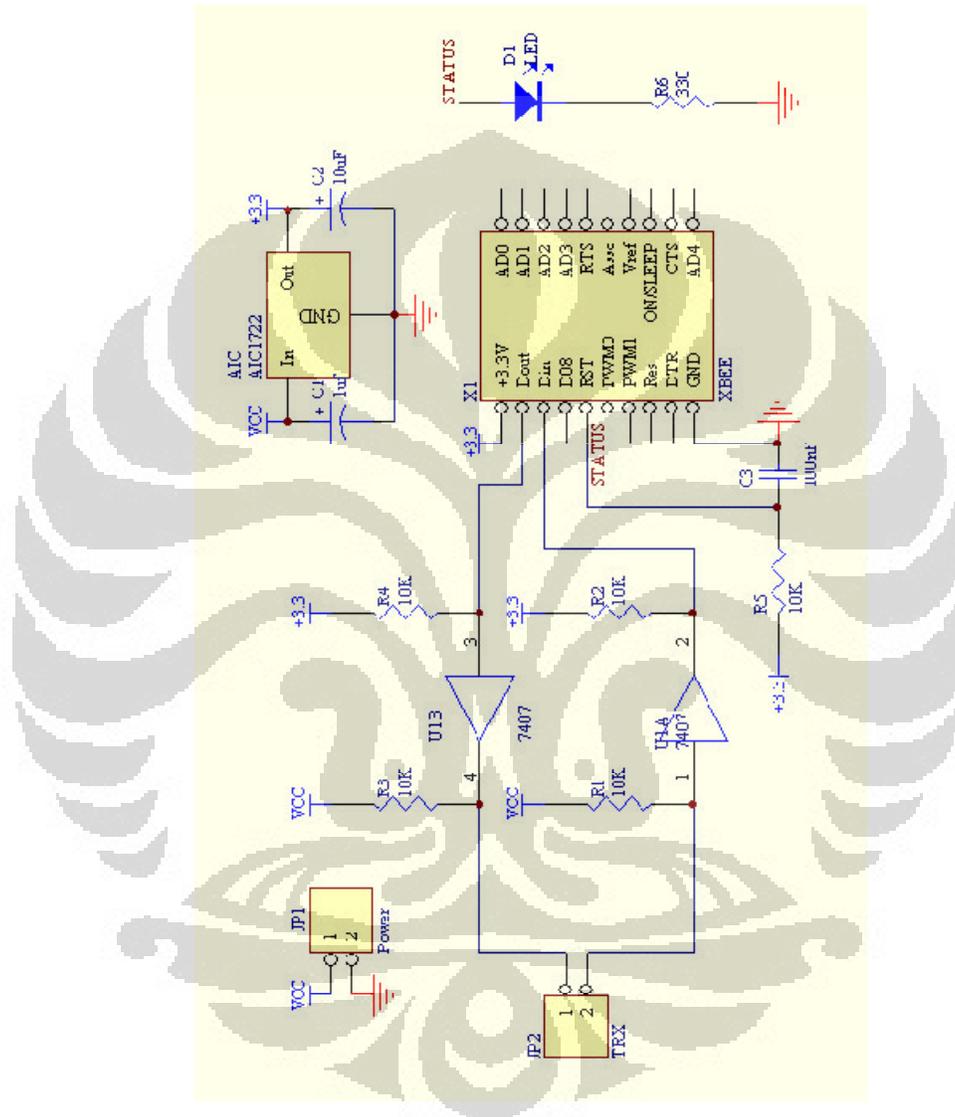
LAMPIRAN 1

Blok Diagram Program Penentu Gerak Tubuh



## LAMPIRAN 2

## Rangkaian Level Konverter Untuk Zigbee





## LAMPIRAN 4

**List Program Pengendali Mikro**

```

$regfile = "M128def.dat "
$crystal = 16000000
$swstack = 64
$hstack = 128
$framesize = 128

Open "come.1:9600,8,n,1" For Output As #1
Config Sda = Portd.5
Config Scl = Portd.6

'address of ds1307
Const Ds1307w = &HD0
Const Ds1307r = &HD1

'address dari kompas
Const Addressw = 192
Address dari sensor kompas untuk write (hC0) '
Const Addressr = 193
Address dari sensor kompas untuk read (hC1) '
Config Clock = User
Dim Weekday As Byte
Time$ = "11:35:55"
Date$ = "22-05-10"

Dim B As Byte
$include "Config_AVR-DOS.BAS"
$include "Config_SD.bas"
B = Initfilesystem(1)

Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Internal
Start Adc

Dim Can1 As Word , Z1 As String * 10 , Z2 As String * 10 , Z3 As
String * 10 , Z4 As String * 10 , Z5 As String * 10 , Z6 As String *
10 , Z7 As String * 10 , Z8 As String * 10
Dim Channela As Byte , Channelb As Byte , Channelc As Byte ,
Channeled As Byte , Channele As Byte , Channelf As Byte , Channelg As
Byte , Channelh As Byte
Dim Can2 As Word , Can3 As Word , Can4 As Word , Can5 As Word , Can6
As Word , Can7 As Word , Can8 As Word
Dim Teg1 As Single , Teg2 As Single , Teg3 As Single , Teg4 As
Single , Teg5 As Single , Teg6 As Single , Teg7 As Single , Teg8 As
Single
Channela = 0
Channelb = 1
Channelc = 2
Channeled = 3
Channele = 4
Channelf = 5
Channelg = 6

```

```

Channelh = 7

Declare Sub Tulis()
Dim K As Byte
Dim Adres As Byte
Dim Value As Byte
Dim L_value As Byte
Dim Ab As Word
Dim Y As String * 8
Dim S As Single
Dim M As Byte
Dim Second As Byte
Dim Banyak As Byte
Second = 0

$include "Config_AVR-DOS.BAS"
$include "Config_SD.bas"

K = Initfilesystem(1)                                     'init
file system
'-----
Dim Nama As Word

Data 0
$data
For M = 1 To 255
Call Tulis()
Print #1 , Second
Wait 1
Next
Print #1 , "selesai"

Sub Tulis()

Local Filename As String * 12
Filename = Str(second)
K = Initfilesystem(1)
Filename = "data" + Filename + ".txt"
Open Filename For Output As #12
Print #12 , "Tanggal" ; " " ; "Jam" ; " " ; "Z1" ; " " ;
"Z2" ; " " ; "Z3" ; " " ; "Z4" ; " " ; "Z5" ; " " ; "Z6" ; " " ;
; "Z7" ; " " ; "Z8" ; " " ; "Arah"
For Banyak = 1 To 250
Can1 = Getadc(channela)
Can2 = Getadc(channelb)
Can3 = Getadc(channelc)
Can4 = Getadc(channeld)
Can5 = Getadc(channele)
Can6 = Getadc(channelf)
Can7 = Getadc(channelg)
Can8 = Getadc(channelh)
Teg1 = Can1 / 1023
Teg2 = Can2 / 1023
Teg3 = Can3 / 1023

```

```

Teg4 = Can4 / 1023
Teg5 = Can5 / 1023
Teg6 = Can6 / 1023
Teg7 = Can7 / 1023
Teg8 = Can8 / 1023
Teg1 = Teg1 * 2.56
Teg2 = Teg2 * 2.56
Teg3 = Teg3 * 2.56
Teg4 = Teg4 * 2.56
Teg5 = Teg5 * 2.56
Teg6 = Teg6 * 2.56
Teg7 = Teg7 * 2.56
Teg8 = Teg8 * 2.56
Z1 = Fusing(teg1 , "#.##")
Z2 = Fusing(teg2 , "#.##")
Z3 = Fusing(teg3 , "#.##")
Z4 = Fusing(teg4 , "#.##")
Z5 = Fusing(teg5 , "#.##")
Z6 = Fusing(teg6 , "#.##")
Z7 = Fusing(teg7 , "#.##")
Z8 = Fusing(teg8 , "#.##")

Call Read_compass(2 , Value)
Ab = Value
Call Read_compass(3 , Value)
L_value = Value
Shift Ab , Left , 8
Ab = Ab Or L_value
S = Ab / 10
Y = Fusing(s , " ###.#")

'Tulis di SD Card
Print #12 , Date$ ; " " ; Time$ ; " " ; Z1 ; " " ; Z2 ; "
" ; Z3 ; " " ; Z4 ; " " ; Z5 ; " " ; Z6 ; " " ; Z7 ; " " ; Z8
'; " " ; Y
'Kirim Via Wireless
Print #1 , Date$ ; " " ; Time$ ; " " ; Z1 ; " " ; Z2 ; " "
; Z3 ; " " ; Z4 ; " " ; Z5 ; " " ; Z6 ; " " ; Z7 ; " " ; Z8
'; " " ; Y

Next
Close #12
Second = Second + 1
End Sub

Getdatetime:
I2cstart
I2cwbyte Ds1307w
I2cwbyte 0
I2cstart
I2cwbyte Ds1307r
I2crbyte _sec , Ack
I2crbyte _min , Ack

```

```

I2crbyte _hour , Ack
I2crbyte Weekday , Ack
I2crbyte _day , Ack
I2crbyte _month , Ack
I2crbyte _year , Nack
I2cstop
_sec = Makedec(_sec) : _min = Makedec(_min) : _hour =
Makedec(_hour)
_day = Makedec(_day) : _month = Makedec(_month) : _year =
Makedec(_year)
Return

Setdate:
_day = Makebcd(_day) : _month = Makebcd(_month) : _year =
Makebcd(_year)
I2cstart
I2cwbyte Ds1307w
I2cwbyte 4
I2cwbyte _day
I2cwbyte _month
I2cwbyte _year
I2cstop
Return

Settime:
_sec = Makebcd(_sec) : _min = Makebcd(_min) : _hour =
Makebcd(_hour)
I2cstart
I2cwbyte Ds1307w
I2cwbyte 0
I2cwbyte _sec
I2cwbyte _min
I2cwbyte _hour
I2cstop
Return

Sub Read_compass(byval Adres As Byte , Byval Value As Byte)
I2cstart
I2cwbyte Addressw
I2cwbyte Adres
I2cstart
I2cwbyte Addressr
I2crbyte Value , 9
I2cstop
End Sub

```