

**MONITORING GEMPA TREMOR GUNUNG MERAPI
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER BERBASIS MOBILE**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta



oleh :

Nama : Dedy Dwi Yunanto

No. Mahasiswa : 05 524 022

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
MONITORING GEMPA TREMOR GUNUNG MERAPI MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER BERBASIS MOBILE

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Nama : Dedy Dwi Yunanto

No. Mahasiswa : 05 524 022

Yogyakarta, November 2011



Pembimbing I

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'T' and 'Y'.

(Tito Yuwono,ST.M.Sc)

A handwritten signature in black ink, consisting of a horizontal line followed by a stylized 'M' and 'K'.

(Medilla Kusriyanto, ST, M.Eng)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**MONITORING GEMPA TREMOR GUNUNG MERAPI MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ATMEGA 16 BERBASIS MOBILE**

Oleh :

Nama : Dedy Dwi Yunanto

No. Mahasiswa : 05 524 022

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta,

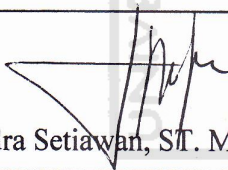
Tim Penguji

Ketua



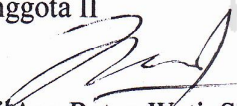
Tito Yuwono, ST. M.Sc

Anggota I



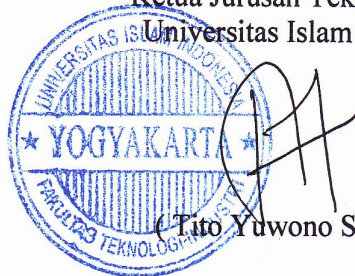
Dr.Eng. Hendra Setiawan, ST. MT

Anggota II



Dwi Ana Ratna Wati, ST,M.ENG

Mengetahui,
Fakultas Teknologi Industri
Ketua Jurusan Teknik Elektro
Universitas Islam Indonesia



(Tito Yuwono ST, M.Sc)

Halaman persembahan

Tugas akhir ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku yang telah memberikan seluruh apa yang dimilikinya demi masa depanku

Ayahanda Tercinta, atas bimbingan, ketauladanan, pengorbanan, kesabaran dan do'a ayahanda adalah motivator utama dalam hidupku.

Ibunda Tersayang, wujud kasih sayangmu, kesabaran dan ketabahan serta keselarasan hidup yang telah ibunda tunjukkan telah mendewasakanku.

Kakak dan adikku tercinta yang selalu membuat hidupku begitu bersemangat

Sahabat seperjuangan..eko dan teman-teman elektro angkatan 2005 semangat perjalanan kita masih panjang.

MOTTO

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum kaum itu sendiri mengubah apa yang ada pada diri mereka
 (QS. Ar-Ra'd [13]: 11)

Mimpi hari ini, adalah kerja sekarang, dan kenyataan esok
 (Hassan Al Bana)

Jika kamu sudah mengazamkan suatu urusan maka bertawakallah kepada Allah
 (QS. Ali Imran:159)

Allah tidak membebani seseorang melebihi kemampuan yang diberikan-Nya, dan sesudah kesukaran Allah pasti akan memberikan kelapangan."

(Qs. Ath Thalaq : 7)

KATA PENGANTAR



Assalamuālaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur ditunjukan hanya bagi Allah SWT, sang Esa pemilik alam semesta. Semoga kesejahteraan diberikan bagi rasulóNya , Muhammad SAW, sang mustofa. Atas rahmat dan taufikóNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **Monitoring Gempa Tremor Gunung Merapi Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Mobile** dengan lancar.

Adapun maksud dan tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah untuk melengkapi salah satu syarat dalam menempuh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Disamping itu untuk menambah pengetahuan terhadap ilmu yang telah dipelajari di bangku perkuliahan untuk diterapkan di masyarakat.

Pada kesempatan ini dengan segala rasa syukur dan kerendahan hati penulis sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta yang telah memberikan dorongan serta doa restu dalam menggapai cita-cita penulis.
2. Bapak Tito Yuwono,ST, M.Sc. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. Bapak Tito Yuwono, ST,M.Sc selaku dosen pembimbing I dan Bapak Medilla kusriyanto,ST , M.Eng selaku pembimbing II.
4. Kakakku Hetty dan adikku Fajar yang telah banyak memberi dorongan serta membantu saya dalam mengerjakan TA.
5. Temen saya sigit yang sudah lulus, perjuangan kita masih panjang,
6. Eko selamat berjuang dan teman-teman Elektro 2005.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah memberikan *support* dan doa.

Akhir kata penulis hanya dapat memanjatkan doa kehadiran Allah SWT, kiranya dapat melimpahkan rahmat dan kesejahteraan kepada semua pihak atas segala budi baik yang telah diberikan kepada penulis. Amien.

Wassalamuøalaikum Wr. Wb

Yogyakarta, November
2011

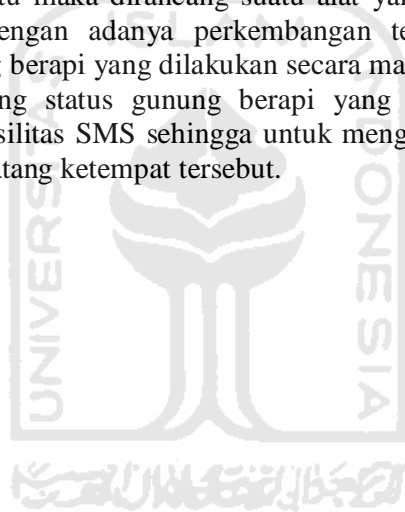
Penulis



Dedy Dwi Yunanto

ABSTRAK

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong manusia untuk melakukan otomatisasi dan digitalisasi pada perangkat - perangkat manual. Seiring dengan perkembangan instansi, organisasi, perusahaan dan tempat ó tempat lainnya yang menggunakan suatu sistem manual khususnya dibidang vulkanologi dan metigasi yang setiap saat harus memantau keadaan cuaca disuatu tempat dengan berada pada tempat tersebut. Untuk itu maka dirancang suatu alat yang dapat dikontrol dari jarak jauh, sehingga dengan adanya perkembangan teknologi maka sistem monitoring status gunung berapi yang dilakukan secara manual ini bisa digantikan dengan sistem monitoring status gunung berapi yang secara otomatis dapat dikirim menggunakan fasilitas SMS sehingga untuk mengetahui keadaan di suatu tempat kita tidak perlu datang ke tempat tersebut. Untuk itu maka dirancang suatu alat yang dapat dikontrol dari jarak jauh, sehingga dengan adanya perkembangan teknologi maka sistem monitoring status gunung berapi yang dilakukan secara manual ini bisa digantikan dengan sistem monitoring status gunung berapi yang secara otomatis dapat dikirim menggunakan fasilitas SMS sehingga untuk mengetahui keadaan disuatu tempat kita tidak perlu datang ketempat tersebut.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Batasan Masalah.....	7
1.4 Tujuan Penulisan	8
1.5 Sistematika Penulisan	9
BAB II STUDI PUSTAKA	
2.1. Karakter dan Gejala letusan	11
2.2. Proses terjadinya gempa vulkanik.....	14
2.3 Metode ó metode untuk mengetahui erupsi	15
2.4. Proses terjadinya erupsi	16
2.5 Pengertian seismik.....	18

2.5 Mikrokontroler AVR AT Mega 16	19
2.6. Sensor	25
2.7. Modem	26

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Sistem	28
3.2 Perancangan <i>Hardware</i>	29
3.2.1. Perancangan sensor <i>accelerometer</i> adxl 202	30
3.2.2 Perancangan system minimum mikrokontroler AT Mega 16	31
3.2.3 Perancangan <i>modem wavecom</i>	32
3.2.4 Catu Daya	33
3.3 Perancangan perangkat lunak	33

BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian pada sensor ADXL accelorometer	35
4.2 Pengujian modem pada layar handphone	36
4.3 Pengujian LCD sistem minimum terhadap modem	37
4.4 Hasil pengujian sistem	39

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar letusan, lamanya kegiatan dan masa istirahat	3
Tabel 2.1. Level gunung merapi.....	13
Tabel 2.2 Tipe gempa pada gunung Merapi.....	15
Tabel 2.3 Konfigurasi pin port	22
Tabel 4.1 Hasil pengujian percobaan pertama	40
Tabel 4.2 Tabel untuk mencari besar sudut sumbu X dan Y	41
Tabel 4.3 Nilai R untuk memperoleh T2.....	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta sebaran dan nama 129 gunung api di Indonesia	2
Gambar 1.2 Peta lokasi administratif merapi	2
Gambar 2.1 Kronologi erupsi menurut Hartmann	13
Gambar 2.2 Perbedaan rekaman getaran tremor dengan getaran gempa	18
Gambar 2.3 Pin ó pin ATMEGA 16 kemasan 40 pin	21
Gambar 2.4 Blok diagram <i>timer/counter</i>	23
Gambar 2.5 Timing diagram <i>timer/counter, tanpa prescaling</i>	23
Gambar 2.6 Timing diagram <i>timer /counter dengan prescaling</i>	24
Gambar 2.7 Timing diagram <i>timer/counter, menyeting OCFO, pengosongan data</i>	25
Gambar 2.8 Skematik sensor ADXL	26
Gambar 3.1 Diagram Blok perancangan sistem	28
Gambar 3.2 Skematik sensor ADXL 202	29
Gambar 3.3 Skematik sistem minimum mikrokontroler ATMEGA 16	31
Gambar 3.4 Diagram alir program utama	33
Gambar 4.1 pengujian sensor	36
Gambar 4.2 Pengujian <i>modem wavcom</i> pada layar <i>handphone</i>	37
Gambar 4.3 Pengujian sistem minimum yang terhubung	38
Gambar 4.4 Pengujian sistem minimum yang tidak terhubung dengan modem	38
Gambar 4.5 Pengujian sistem minimum yang terhubung dengan modem	39
Gambar 4.6 Tampilan sensor	42
Gambar 4.7 Grafik satu siklus	42

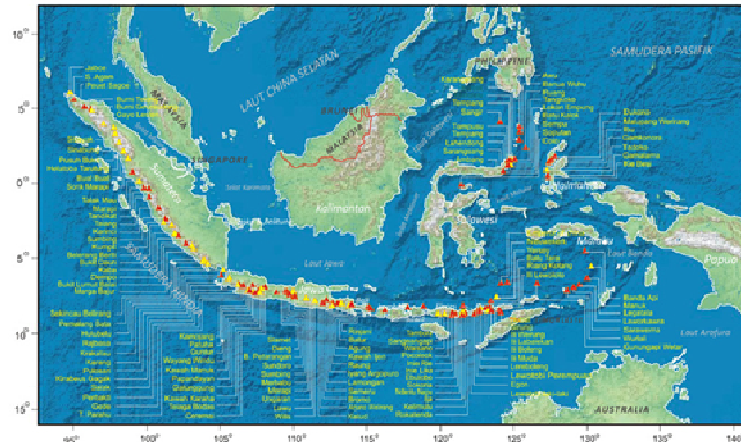
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 . Latar belakang

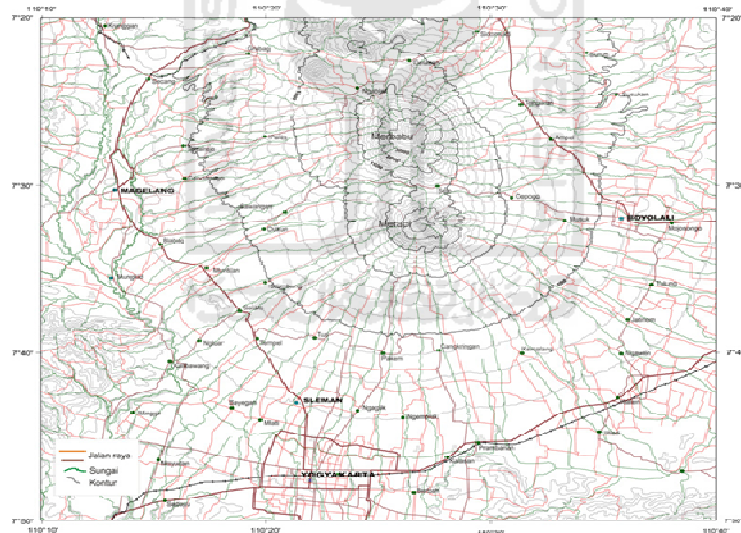
Gunung api Merapi merupakan gunung api tipe strato, dengan ketinggian 2980 meter dari permukaan laut (sebelum erupsi 2010). Secara geografis terletak pada posisi $7^{\circ} 32.5'$ Lintang Selatan dan $110^{\circ} 26.5'$ Bujur Timur, secara administratif terletak pada 4 wilayah kabupaten yaitu Kabupaten Sleman, Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Klaten.

Berdasarkan sejarah, Gunung Merapi mulai tampil sebagai gunung api sejak tahun 1006, ketika itu tercatat sebagai letusannya yang pertama (Data Dasar Gunung api Indonesia, 1979). Sampai Letusan Februari 2001, sudah tercatat meletus sebanyak 82 kejadian. Secara rata-rata Merapi meletus dalam siklus pendek yang terjadi setiap antara 2 ó 5 tahun, sedangkan siklus menengah setiap 5 ó 7 tahun. Siklus terpanjang pernah tercatat setelah mengalami istirahat selama >30 tahun, terutama pada masa awal keberadaannya sebagai gunungapi. Memasuki abad 16 catatan kegiatan Merapi mulai kontinyu dan terlihat bahwa, siklus terpanjang pernah dicapai selama 71 tahun ketika jeda antara tahun 1587 dan kegiatan 1658.



Gambar 1.1 Peta sebaran dan nama 129 gunung api di Indonesia.

Warna merah adalah gunung api tipe A(gunung berapi yang sudah mengalami erupsi magmatic sekurang ó kurangnya sekali) sedangkan warna kuning gabungan tipe B dan tipe C(gunung berapi yang belum mengalami erupsi magmatik namun ada kegiatan solfatara).



Gambar 1.2 Peta Lokasi Administratif Merapi

Di bawah ini ditampilkan tabel yang memuat waktu letusan dan lamanya letusan tersebut yang dihitung sejak masa awal proses erupsi hingga letusan puncak secara menyeluruh.

Tabel 1.1 Daftar masa letusan, lamanya kegiatan, dan masa istirahat Gunung Merapi sejak tahun 1871.

Tahun Kegiatan	Lamanya Kegiatan (tahun)	Masa Istirahat/ Lama Istirahat (tahun)	Waktu Letusan Puncak
1871-1872 (*)	1	1872-1878/6	15 April 1872
1878-1879	1	1878-1881/3	Dalam tahun 1879
1882-1885	3	1885-1886/1	Januari 1883
1886-1888	3	1888-1890/2	Dalam tahun 1885
1890-1891	1	1891-1892/1	Agustus 1891
1892-1894	2	1894-1898/4	Oktober 1894
1898-1899	1	1899-1900/1	Dalam tahun 1898
1900-1907	7	1907-1908/1	Terjadi tiap tahun
1908-1913	5	1913-1914/1	Dalam tahun 1909
1914-1915	1	1915-1917/2	Maret-Mei 1915
1917-1918	1	1918-1920/2	
1920-1924 (*)	4	1924-1930/6	Februari, April 1922
1930-1935 (*)	5	1935-1939/4	18 Des 1930, 27 Apr 1934
1939-1940	1	1940-1942/2	23 Des. 1939, 24 Jan 1940
1942-1943	1	1943-1948/5	Juni 1942
1948-1949	1	1949-1953/4	29 September 1948
1953-1954 (*)	1	1954-1956/2	18 Januari 1954

Tahun Kegiatan	Lamanya Kegiatan (tahun)	Masa Istirahat/ Lama Istirahat (tahun)	Waktu Letusan Puncak
1956-1957	1	1957-1960/3	3 Januari 1953
1960-1962	2	1962-1967/5	8 Mei 1961
1967-1969 (*)	2	1969-1972/3	8 Januari 1969
1972-1974	2	1974-1975/1	13 Desember 1972
1975-1985	10	1985-1986/7	15 Juni 1984
1986-1987	1	1986-1987/1	10 Oktober 1986
1992-1993	1	1987-1992/5	2 Februari 1992
1993-1994	1	1993/5 bln	22 November 1994
1996-1997	1	1994-1996/2	14,17 Januari 1997
1998	1 bln	1997-1998/1	11,19 Juli 1998
2000-2001	1	1998-2000/2	10 Februari 2001

Referensi Utama Direktorat Vulkanologi Data Dasar Gunung api Indonesia 1979, B. Voight, R.Sukhyar dan A.D. Wirakusumah Journal of volcanology and geothermal research Volume 100, 2000, J.A. Katili, Suparto S. Pemantauan Gunungapi di Indonesia dan Filipina, 1995.

Pada kenyataannya, terutama sejak dilakukan pemantauan yang teliti yang dimulai dalam tahun 1984, batasan setiap kronologi tersebut sering tidak jelas bahkan bisa jadi dalam satu siklus letusan berlangsung dua kronologi secara bersamaan, seperti pada Letusan 1984. Sejak 1984 ketika sinyal data dapat dikirim melalui pemancar radio (radio telemetri) sistem tersebut mulai dipergunakan dalam mengamati aktivitas gunungapi di Indonesia, termasuk di Gunung Merapi. Dan sejak saat itu gejala awal letusan lebih akurat karena semua sensor dapat ditempatkan sedekat mungkin dengan pusat kegiatan tergantung kekuatan pemancar yang dipergunakan, secara normal dapat menjangkau hingga jarak antara 25 ó 40 km.

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong manusia untuk melakukan otomatisasi dan digitalisasi pada perangkat - perangkat manual. Seiring dengan perkembangan instansi, organisasi, perusahaan dan tempat ó tempat lainnya yang menggunakan suatu sistem manual khususnya dibidang vulkanologi dan metigasi yang setiap saat harus memantau keadaan cuaca disuatu tempat dengan berada pada tempat tersebut. Untuk itu maka dirancang suatu alat yang dapat dikontrol dari jarak jauh, sehingga dengan adanya perkembangan teknologi maka sistem monitoring status gunung berapi yang dilakukan secara manual ini bisa digantikan dengan sistem monitoring status gunung berapi yang secara otomatis dapat dikirim menggunakan fasilitas SMS sehingga untuk mengetahui keadaan disuatu tempat kita tidak perlu datang ketempat tersebut. Pada saat ini penggunaan telepon seluler sebagai media

komunikasi baik dalam bentuk tulisan maupun suara sangat mendukung untuk menyalurkan berbagai informasi.

Salah satu fitur yang digunakan dalam penggunaan telepon seluler adalah *Short Message Service* (SMS), selain biaya yang cukup murah pesan yang disampaikan dapat diterima dengan cepat. Proses SMS sederhana saja, dengan mengetikkan pesan di layar, kirim ke nomor yang dituju, sampailah pesan yang ingin disampaikan. Selain cara tersebut SMS dapat dimanfaatkan untuk mengirimkan data dari mikrokontroler melalui modem ke telepon seluler lain. Dengan kecanggihan teknologi terutama dibidang telekomunikasi dicoba untuk mengaplikasikan kecanggihan SMS untuk mengirimkan data yang berasal dari pemantauan gunung berapi yang sebelumnya telah diproses dalam Mikrokontroler dan setiap beberapa periode akan mengirimkan data tersebut ke nomor yang telah diprogram untuk menerima data tersebut. Salah satu perangkat kontrol yang cukup praktis dan banyak digunakan adalah mikrokontroler ATmega yaitu sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan dapat menyimpan program di dalamnya. Kelebihan utama mikrokontroler Atmega 16 ialah tersedianya flash memori, RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga memiliki ukuran yang sangat ringkas dan lebih leluasa untuk dihubungkan dan melakukan pengontrolan terhadap perangkat lain

1.2 . Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat antarmuka yang bisa mengkomunikasikan *hand phone* dengan mikrokontroler melalui modem *Wavecoms* sebagai *server*.
2. Bagaimana mikrokontroler mengolah data getaran yang akan dikirimkan melalui *server modem Wavecom*.
3. Bagaimana cara pengolahan perintah yang dikirimkan dari handphone pengguna dalam memonitor keadaan getaran dalam per jam nya.

1.3 . Batasan masalah.

Dengan adanya batasan masalah penulis dapat lebih menyederhanakan dan mengarahkan penelitian dan pembuatan sistem agar tidak menyimpang dari apa yang diteliti dan dikembangkan. Batasan-batasannya adalah sebagai berikut Adapun spesifikasi alat yang dirancang adalah sebagai berikut:

1. Komunikasi antara handphone dengan mikrokontroler menggunakan Modem *Wavecom*
2. Menggunakan mikrokontroler AVR Atmega 16
3. Menggunakan perintah AT-Command untuk mengakses *HandPhone* melalui port data serialnya.

4. Monitoring jarak jauh menggunakan handphone melalui jaringan GSM dengan operator Indosat, Telkomsel, XL, atau 3.
5. Menggunakan *Modem Wavecom* sebagai *server* dalam monitoring.
6. Sensor getar menggunakan Axis Accelerometer yang memiliki 2 arah X.Y dalam setiap arah guncangan bumi.

Sehingga berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan diatas penulis mencoba untuk membuat suatu alat yaitu: monitoring status merapi berbasis sms menggunakan mikrokontroler AT mega16, dengan kelebihan dapat mengirim sms ke *handphone* client untuk mengetahui level ó level atau status gunung berapi dalam hitungan jam

1.4 . Tujuan dan manfaat.

Tujuan dalam penyusunan laporan ini adalah untuk memonitoring keadaan gunung api merapi. Manfaat dari penyusunan laporan ini adalah untuk memahami karakteristik gunung api merapi dan dapat sebagai referensi bagi mahasiswa teknik elektro pada umumnya.

Metodologi penulisan

Keberhasilan suatu pengembangan sistem akan tergantung pada teknik bagaimana menggunakan metode pengembangan sistem yang tepat yaitu bila metodologi tersebut mencakup seluruh aspek perancangan mulai dari tahap perumusan masalah yang dapat menentukan kebutuhan untuk merancang suatu sistem. Adapun metodologi penelitian yang diterapkan sebagai berikut :

1. Studi Pustaka.

Pengumpulan data ini digunakan untuk mendapatkan informasi-informasi yang berkaitan dengan materi tugas akhir, sehingga dapat digunakan sebagai acuan.

2. Perancangan *software* dan *hardware*.
3. Perakitan atau pembuatan *software* dan *hardware*.
4. Pengujian *software* dan *hardware*.
5. Analisa.

1.5. Sistematika penulisan.

Sistematika penulisan dari laporan akhir penelitian ini dibagi dalam lima bab, dengan isi masing masing bab diuraikan sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan.

Berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Studi Pustaka.

Menguraikan Tentang teori-teori yang menjadi acuan dalam pembuatan tugas akhir, diantaranya teori tentang sistem monitoring gunung merapi tentang gempa tremor, teori tentang mikrokontroler sebagai pengendali.

BAB III Perancangan Sistem.

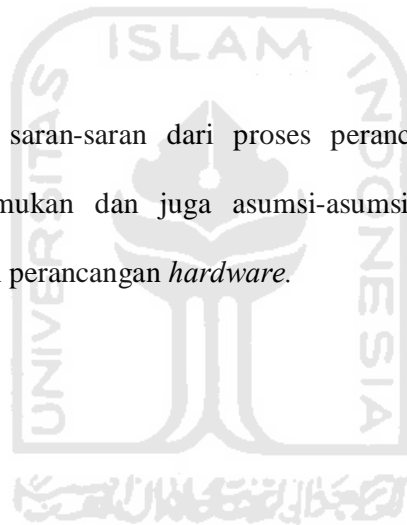
Berisi tentang perancangan dan pembuatan sistem monitoring gunung merapi mulai dari diagram blok, prinsip kerja, serta pembahasan mengenai *software* sebagai otak sistem pengendalinya.

BAB IV Pengujian, Analisis & Pembahasan.

Membahas tentang hasil pengujian dan analisis dari sistem yang dibuat .

BAB V Penutup.

Berisi kesimpulan dan saran-saran dari proses perancangan, keterbatasan - keterbatasan yang ditemukan dan juga asumsi-asumsi yang dibuat selama melakukan penulisan dan perancangan *hardware*.



BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Karakter dan Gejala Letusan

Sejak awal sejarah letusan Gunung Merapi sudah tercatat bahwa tipe letusannya adalah pertumbuhan kubah lava kemudian gugur dan menghasilkan awan panas guguran yang dikenal dengan Tipe Merapi (*Merapi Type*). Kejadiannya adalah kubah lava yang tumbuh di puncak dalam suatu waktu karena posisinya tidak stabil atau terdesak oleh magma dari dalam dan runtuh yang diikuti oleh guguran lava pijar. Dalam volume besar akan berubah menjadi awan panas guguran (*rock avalanche*), atau penduduk sekitar Merapi mengenalnya dengan sebutan wedhus gembel, berupa campuran material berukuran debu hingga blok bersuhu tinggi ($>700^{\circ}\text{C}$) dalam terjangan turbulensi meluncur dengan kecepatan tinggi (100 km/jam) ke dalam lembah. Puncak letusan umumnya berupa penghancuran kubah yang didahului dengan letusan eksplosif disertai awan panas guguran akibat hancurnya kubah. Secara bertahap, akan terbentuk kubah lava yang baru.

Hartman (1935) membuat simpulan tentang siklus letusan Gunung Merapi dalam 4 kronologi yaitu:

Kronologi 1.

Diawali dengan satu letusan kecil sebagai ekstrusi lava. Fase utama berupa pembentukan kubah lava hingga mencapai volume besar kemudian berhenti. Siklus ini berakhir dengan proses guguran lava pijar yang berasal dari kubah yang terkadang disertai dengan awan panas kecil yang berlangsung hingga bulanan.

Kronologi 2.

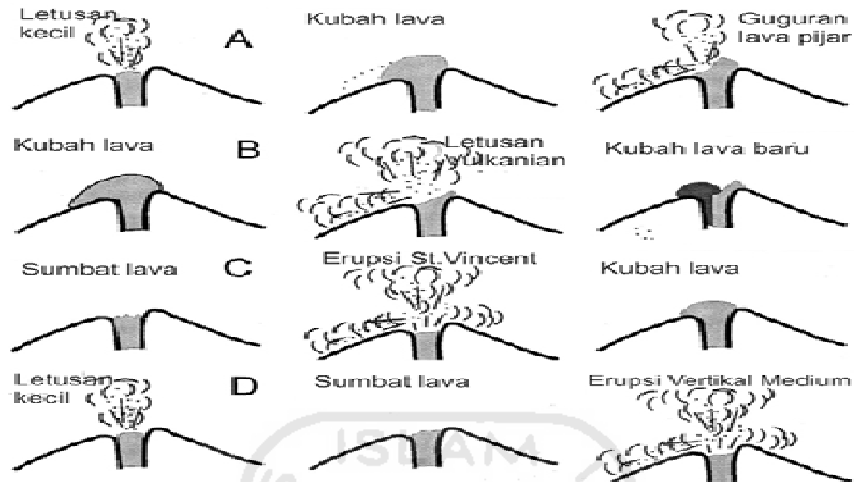
Kubah lava sudah sudah terbentuk sebelumnya di puncak. Fase utama berupa letusan bertipe vulkanian dan menghancurkan kubah yang ada dan menghasilkan awan panas. Kronologi 2 ini berakhir dengan tumbuhnya kubah yang baru. Kubah yang baru tersebut menerobos tempat lain di puncak atau sekitar puncak atau tumbuh pada bekas kubah yang dilongsorkan sebelumnya.

Kronologi 3.

Mirip dengan kronologi 2, yang membedakan adalah tidak terdapat kubah di puncak, tetapi kawah tersumbat. Akibatnya fase utama terjadi dengan letusan vulkanian disertai dengan awan panas besar (tipe St. Vincent). Sebagai fase akhir akan terbentuk kubah yang baru.

Kronologi 4.

Diawali dengan letusan kecil dan berlanjut dengan terbentuknya sumbat lava sebagai fase utama yang diikuti dengan letusan vertikal yang besar disertai awan panas dan asap letusan yang tinggi yang merupakan fase yang terakhir.



Gambar 2.1 Kronologi erupsi menurut Hartmann (1935) dibedakan atas empat macam dari yang dianggap paling lemah D sampai kecil A. Kolom kiri menunjukkan saat awal sebelum kejadian utama. Kolom tengah adalah kejadian utama dan kolom kanan adalah kejadian yang mengkhiri siklus aktivitas erupsi. Adapun level - level gunung merapi dibagi menjadi 4 yaitu pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1. Level gunung merapi

Tingkat isyarat gunung berapi di Indonesia		
Status	Makna	Tindakan
AWAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menandakan gunung berapi yang segera atau sedang meletus atau ada keadaan kritis yang menimbulkan bencana ▪ Letusan pembukaan dimulai dengan abu dan asap ▪ Letusan berpeluang terjadi dalam waktu 24 jam 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wilayah yang terancam bahaya direkomendasikan untuk dikosongkan ▪ Koordinasi dilakukan secara harian ▪ Piket penuh

SIAGA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menandakan gunung berapi yang sedang bergerak ke arah letusan atau menimbulkan bencana ▪ Peningkatan intensif kegiatan seismik ▪ Semua data menunjukkan bahwa aktivitas dapat segera berlanjut ke letusan atau menuju pada keadaan yang dapat menimbulkan bencana ▪ Jika tren peningkatan berlanjut, letusan dapat terjadi dalam waktu 2 minggu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sosialisasi di wilayah terancam ▪ Penyiapan sarana darurat ▪ Koordinasi harian ▪ Piket penuh
WASPADA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ada aktivitas apa pun bentuknya ▪ Terdapat kenaikan aktivitas di atas level normal ▪ Peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya ▪ Sedikit perubahan aktivitas yang diakibatkan oleh aktivitas magma, tektonik dan hidrotermal 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penyuluhan/sosialisasi ▪ Penilaian bahaya ▪ Pengecekan sarana ▪ Pelaksanaan piket terbatas
NORMAL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tidak ada gejala aktivitas tekanan magma ▪ Level aktivitas dasar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengamatan rutin ▪ Survei dan penyelidikan

2.2. Proses Terjadinya Gempa Vulkanik

Gempa bumi vulkanik terjadi karena adanya proses dinamik dari magma dan cairan yang bersifat *hidrotermal* (peka terhadap panas), sehingga dapat dipakai sebagai tanda-tanda awal peningkatan keaktifan gunung api. Proses *fluida* (cairan) dinamis yang terjadi karena adanya gradien suhu dan tekanan magma dapat menimbulkan gelombang gempa yang berasal dari proses resonansi retakan yang terisi cairan magma. Frekuensi gempa vulkanik yang dominan berkisar antara 1 sampai 5 Hz, selain frekuensi rendah lainnya.

Gempa vulkanik sebenarnya terdiri atas beberapa tipe seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.2 .Tipe gempa pada gunung merapi

Tipe Gempa	Keterangan
Frekuensi Tinggi	Frekuensi dominant berkisar antara 5-15 Hz. Disebabkan oleh sesar atau mendatar
Frekuensi Rendah	Frekuensi dominant antara 1-5 Hz. Penyebab karena proses tekanan cairan (<i>fluida</i>)
Multifase	Mengandung frekuensi rendah dan tinggi yang merupakan proses kombinasi
Ledakan	Disebabkan oleh letusan yang sifatnya <i>explosive</i> . Sinyal mengandung gelombang udara juga gelombang tanah.
Tremor	Tremor adalah sinyal yang kontinu dengan durasi menit sampai beberapa hari. Frekuensi dominant 1-5 Hz
Periode Sangat Panjang	Periodenya dari 3 sampai 20 detik yang disertai dengan letusan gas belerang
Dangkal	Proses bukan vulkanik yang dapat menimbulkan gelombang gempa. Contoh, gerakan salju,.

2.3. Metode – metode untuk mengetahui erupsi

Metode - metode yang dapat digunakan untuk mengetahui waktu terjadinya erupsi, lama erupsi, pusat letusan, serta karakteristiknya. Pemantauan aktivitas gunung berapi, apalagi pada saat aktivitasnya meningkat, harus melibatkan berbagai disiplin ilmu dengan berbagai macam peralatan. Secara

sederhana pemantauan dapat dikategorikan atas pemantauan dengan indra manusia langsung atau dengan peralatan instrumentasi. Pemantauan perubahan-perubahan yang muncul pada gunung berapi dengan cara melihat langsung melalui indra manusia disebut sebagai pemantauan visual. Beberapa perubahan yang biasanya diamati, antara lain kepulan asap dan perubahan warna, perubahan morfologi tubuh gunung berapi, munculnya kubah lava dan aktifitas *seismik* .

Aktivitas seismik yang terukur ada beberapa macam. Pertama, gempa volcano tectonic tipe A (VTA). Gempa itu berasal dari kedalaman 2 sampai 5 kilometer. Kedua, gempa volcano tectonic tipe B (VTB). Gempa jenis itu bersumber di kedalaman kurang dari 2 kilometer di bawah puncak. Ketiga, gempa multi phase (MP), merupakan gempa yang terjadi di kubah lava. Pada saat kubah lava tumbuh cepat, frekuensi gempa MP dapat mencapai 700 kali per hari. Tampaknya gempa itu terjadi pada kerak ó kerak kubah lava yang bergesekan pada saat kubah tumbuh. Aktivitas gempa lainnya ialah gempa *low frequencies (LF)*. Gempa LF mempunyai frekuensi dominan sekitar 1,5 hertz. Gempa LF mengindikasikan mulai terbentuknya kubah lava baru. Kelima, guguran lava atau material dari puncak Merapi yang menuju ke lereng terlihat pada rekaman seismogram sebagai sinyal gempa dengan durasi yang panjang. Keenam, tremor yang memiliki frekuensi tinggi berkaitan dengan kejadian erupsi. Sebelum letusan, sering tercatat adanya tremor dengan frekuensi tinggi

2.4. Proses Terjadinya Erupsi

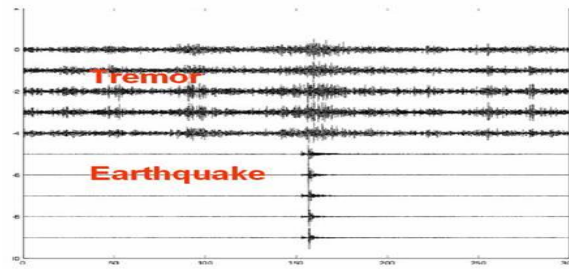
Erupsi adalah fenomena keluarnya magma dari dalam bumi. Erupsi dapat dibedakan menjadi erupsi letusan (*explosive eruption*) dan erupsi non-letusan

(*non-explosive eruption*). Jenis erupsi yang terjadi ditentukan oleh banyak hal seperti kekentalan magma, kandungan gas di dalam magma, pengaruh air tanah, dan kedalaman dapur magma (*magma chamber*). Kekentalan magma dan kandungan gas di dalam magma ditentukan oleh komposisi kimia magma.

Selain adanya erupsi gunung berapi juga melakukan deformasi. Deformasi gunung berapi adalah pembengkakan tubuh sebuah gunung berapi saat gunung tersebut beraktifitas. Deformasi ini disebabkan oleh aktifitas magma di dalam perut gunung tersebut, tekanan tinggi oleh magma yang bersangkutan. Deformasi ini biasanya disertai dengan gempa-gempa multiphase, gempa tremor di sekitar gunung tersebut.

Ada dua kategori gempa yang terjadi pada gunung api:

- a. Gempa vulkano-tekonik terjadi akibat perubahan tekanan pada batuan padat yang oleh injeksi atau tarikan magma. Gempa jenis ini dapat menimbulkan tanah longsor dan retakan tanah yang luas. Gempa ini dapat terjadi karena batuan bergerak untuk mengisi ruang-ruang dimana magma sudah kosong
- b. Gempa periode panjang ditimbulkan oleh injeksi magma ke dalam batuan di sekitarnya, sehingga timbul tekanan terhadap batuan yang pada akhirnya timbul gempa. Para ahli menggunakan seismograf untuk mencatat signal dari gempa-gempa yang disebut dengan tremor (getaran frekuensi tinggi).



Gambar 2.2. Perbedaan rekaman getaran tremor dengan getaran gempa
(*earthquake*).

Selain kejadian diatas gunung berapi merapi menghasilkan gempa vulkanik berupa gelombang seismik.

2.5 Pengertian Seismik

Gempa vulkanik yang dihasilkan gunung berapi berupa gelombang seismik. pengertian gelombang seismik adalah strain dinamik atau strain elastik yang berubah terhadap waktu yang merambat melalui material elastik seperti batuan sebagai tanggapan terhadap suatu gangguan dinamik. Gelombang seismik atau gelombang elastik terdiri atas dua jenis, yaitu gelombang tubuh (*body wave*) dan gelombang permukaan (*surface wave*).

Metode seismik memanfaatkan penjalaran gelombang seismik ke dalam bumi. Yang menjadi objek perhatian utama pada rekaman gelombang seismik dalam metode ini ialah *body wave*. Gelombang ini merupakan gelombang yang energinya ditransfer melalui medium di dalam bumi. Sedangkan pada *surface wave* transfer energinya pada permukaan bebas, tidak terjadi penetrasi ke dalam medium bumi dan hanya merambat di permukaan bumi saja.

Body wave dibagi menjadi dua macam, yaitu:

P-wave atau gelombang-P/gelombang primer. Gelombang ini adalah gelombang *longitudinal* dimana arah pergerakan partikel akan searah dengan arah rambat gelombang.

S-wave atau gelombang-S/gelombang sekunder. Gelombang ini adalah gelombang transversal dimana arah pergerakan partikel akan tegak lurus dengan arah rambat gelombang.

Kecepatan gelombang-P lebih besar daripada gelombang-S (jika merambat dalam medium yang sama). Gelombang-P merupakan gelombang yang pertama kali sampai dan terdeteksi oleh *receiver* (*hydrophone* atau *geophone*). Sedangkan gelombang-S kadang tidak terdeteksi oleh *receiver* untuk jarak yang dekat dengan sumber.

2.5. Mikrokontroler AVR AT Mega 16

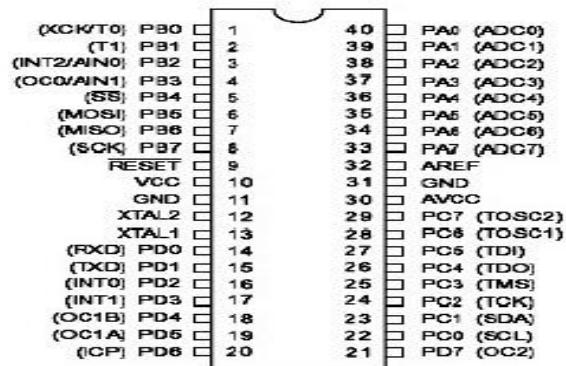
Mikrokontroler sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer hadir memenuhi kebutuhan pasar dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruangan yang sangat kecil serta dapat diproduksi secara massal (dalam jumlah banyak) sehingga harganya menjadi lebih murah

Mikrokontroler adalah suatu rangkaian terintegrasi (*IC*) yang bekerja untuk aplikasi-aplikasi pengendalian. Untuk mendukung fungsi pengendaliannya, maka suatu mikrokontroler memiliki bagian-bagian sebagai berikut :

1. *Central Processing Unit* (CPU)
2. *Read Only Memory* (ROM)
3. *Random Access Memory* (RAM)
4. *Pewaktu / Pencacah*
5. *Unit I/O* (Serial/Parallel)

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, timer/counter fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt internal* dan eksternal, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, *ADC* dan *PWM internal*.

AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATMega16. ATMega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses.



Gambar 2.3. Pin-pin ATmega16 kemasan 40-pin

Pin-pin pada ATmega16 dengan kemasan 40-pin DIP (*dual in-line package*) ditunjukkan oleh gambar 1. Guna memaksimalkan performa, AVR menggunakan arsitektur Harvard (dengan memori dan bus terpisah untuk program dan data). Port sebagai input/output digital ATmega16 mempunyai empat buah port yang bernama PortA, PortB, PortC, dan PortD. Keempat port tersebut merupakan jalur *bi-directional* dengan pilihan internal pull-up. Tiap port mempunyai tiga buah register bit, yaitu DDxn, PORTxn, dan PINxn. Huruf x mewakili nama huruf dari port sedangkan huruf n mewakili nomor bit. Bit DDxn terdapat pada I/O address DDRx, bit PORTxn terdapat pada I/O address PORTx, dan bit PINxn terdapat pada I/O address PINx. Bit DDxn dalam register DDRx (*Data Direction Register*) menentukan arah pin. Bila DDxn diset 1 maka Px berfungsi sebagai pin output. Bila DDxn diset 0 maka Px berfungsi sebagai pin input. Bila PORTxn diset 1 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin input, maka resistor pull-up akan diaktifkan. Untuk mematikan resistor pull-up, PORTxn harus diset 0 atau pin dikonfigurasi sebagai pin output.

Pin port adalah *tri-state* setelah kondisi reset. Bila PORT_{xn} diset 1 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin output maka pin port akan berlogika 1. Dan bila PORT_{xn} diset 0 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin output maka pin port akan berlogika 0. Saat mengubah kondisi port dari kondisi *tri-state* (DD_{xn}=0, PORT_{xn}=0) ke kondisi *output high* (DD_{xn}=1, PORT_{xn}=1) maka harus ada kondisi peralihan apakah itu kondisi *pull-up enabled* (DD_{xn}=0, PORT_{xn}=1) atau kondisi *output low* (DD_{xn}=1, PORT_{xn}=0). Biasanya, kondisi pull-up enabled dapat diterima sepenuhnya, selama lingkungan impedansi tinggi tidak memperhatikan perbedaan antara sebuah strong high driver dengan sebuah pull-up. Jika ini bukan suatu masalah, maka bit PUD pada register SFIOR dapat diset 1 untuk mematikan semua *pull-up* dalam semua port. Peralihan dari kondisi input dengan *pull-up* ke kondisi output low juga menimbulkan masalah yang sama. Kita harus menggunakan kondisi *tri-state* (DD_{xn}=0, PORT_{xn}=0) atau kondisi output high (DD_{xn}=1, PORT_{xn}=0) sebagai kondisi transisi.

Tabel 2.3. Konfigurasi pin port

DD _{xn}	PORT _{xn}	PUD (In SFIOR)	I/O	Pull-up	Comment
0	0	X	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
0	1	0	Input	Yes	Pxn will source current if ext. pulled low.
0	1	1	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
1	0	X	Output	No	Output Low (Sink)
1	1	X	Output	No	Output High (Source)

Bit 2 ó PUD : Pull-up Disable

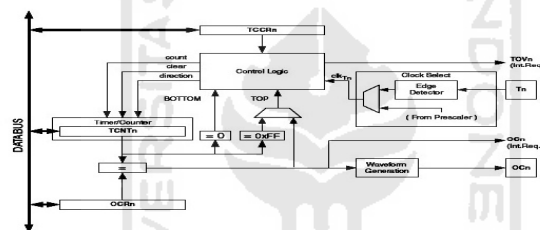
Bila bit diset bernilai 1 maka *pull-up* pada port I/O akan dimatikan walaupun register DD_{xn} dan PORT_{xn} dikonfigurasi untuk menyalakan *pull-up* (DD_{xn}=0, PORT_{xn}=1)

Timer

Timer/counter adalah fasilitas dari ATmega16 yang digunakan untuk perhitungan pewaktuan.

Gambaran Umum

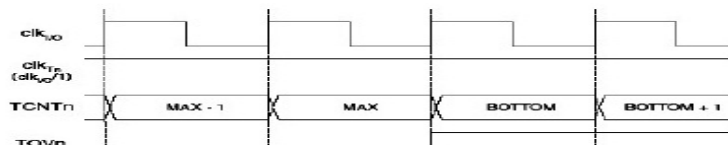
Gambar diagram block *timer/counter* 8 bit ditunjukkan pada gambar 2. Untuk penempatan pin I/O telah di jelaskan pada bagian I/O di atas. CPU dapat diakses register I/O, termasuk dalam pin-pin I/O dan bit I/O. *Device* khusus register I/O dan lokasi bit terdaftar pada deskripsi *timer/counter* 8 bit.



Gambar 2.4. Blok diagram *timer/counter*

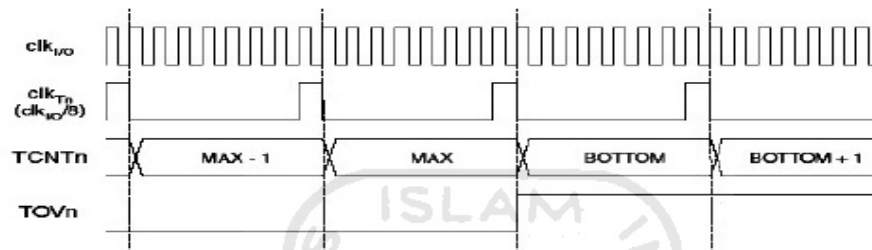
Timing Diagram Timer/Counter

Timer/counter didesain *sinkron clock timer* (clk_{T0}) oleh karena itu ditunjukkan sebagai sinyal *enable clock* pada gambar 3. Gambar ini termasuk informasi ketika *flag interrupt* dalam kondisi set. Data timing digunakan sebagai dasar dari operasi *timer/counter*.



Gambar 2.5 Timing diagram *timer/counter*, tanpa *prescaling*

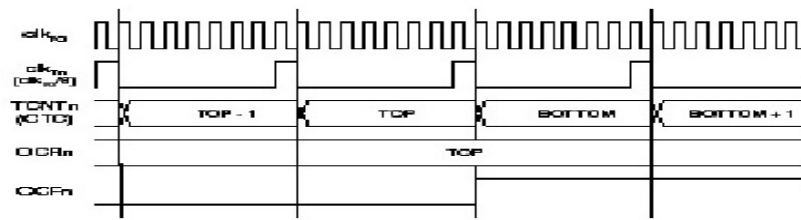
Sesuai dengan gambar 4 *timing diagram timer/counter* dengan *prescaling* maksudnya adalah counter akan menambahkan data counter (TCNTn) ketika terjadi pulsa *clock* telah m a telah mencapai nilai maksimal maka nilai TCNTn akan kembali ke nol. Dan kondisi encapai 8 kali pulsa dan sinyal *clock* pembagi aktif *clock* dan ketik *flag timer* akan aktif ketika TCNTn maksimal.



Gambar 2.6. *Timing diagram timer/counter*, dengan *prescaling*

Sama halnya timing timer diatas, *timing timer/counter* dengan seting OCFO *timer mode* ini memasukan data ORCn sebagai data *input timer*. Ketika nilai ORCn sama dengan nilai TCNTn maka pulsa *flag timer* akan aktif. TCNTn akan bertambah nilainya ketika pulsa *clock* telah mencapai 8 pulsa. Dan kondisi *flag* akan berbalik (komplemen) kondisi ketika nilai TCNTn kembali kenilai 0 (*overflow*).

Ketika nilai ORCn sama dengan nilai TCNTn maka pulsa *flag timer* akan aktif. TCNTn akan bertambah nilainya ketika pulsa *clock* telah mencapai 8 pulsa. Dan kondisi *flag* akan berbalik (komplemen) kondisi ketika nilai TCNTn kembali kenilai 0 (*overflow*).



Gambar 2.7. Timing diagram timer/counter, menyeting OCFO, pengosongan data timer.

2.6 .Sensor

Sensor adalah Suatu alat untuk mengukur atau mendeteksi kejadian alam seperti sesuatu yang bergerak, panas, sinar dan mengubahnya menjadi representasi digital atau analog yang menghubungkan antara fisik nyata dan industri elektrik dan piranti elektronika didunia industri berguna untuk monitoring, *controlling*, dan proteksi

Sensor sering disebut juga dengan *Transducer*. Piranti yang memberikan output (yang bisa dipakai) sebagai tanggapan terhadap (*measurand*) kondisi, kuantitas fisik masukan. Output berupa (didefinisikan sebagai) besaran elektris.

Ada 6 tipe isyarat

É *Mechanical*, contoh: panjang, luas, *mass flow*, gaya, *torque*, tekanan, kecepatan, percepatan, panjang gelombang akustik, dll

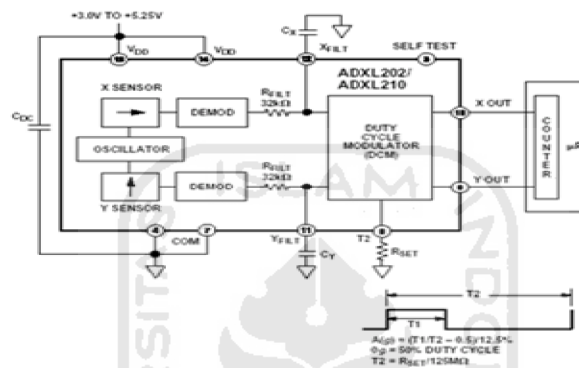
É *Thermal*, contoh: temperatur, panas, *entropy*, *heat flow*

Électrical, contoh: tegangan, arus, muatan, *resistance*, frekuensi, dll

ÉMagnetic, contoh: intensitas medan, *flux density*, dll

ÉRadiant, contoh: intensitas, panjang gelombang, polarisasi, dll

ÉChemical, contoh: komposisi, konsentrasi, pH, kecepatan reaksi, dll



Gambar 2.8 Skematik sensor ADXL

2.7. Modem

Modem berasal dari singkatan *MODulator DEModulator*. *Modulator* merupakan bagian yang mengubah sinyal informasi kedalam sinyal pembawa (*carrier*) dan siap untuk dikirimkan, sedangkan *Demodulator* adalah bagian yang memisahkan sinyal informasi (yang berisi data atau pesan) dari sinyal pembawa yang diterima sehingga informasi tersebut dapat diterima dengan baik. Modem merupakan penggabungan kedua-duanya, artinya modem adalah alat komunikasi dua arah. Setiap perangkat komunikasi jarak jauh dua-arah umumnya menggunakan bagian yang disebut "*modem*", seperti *VSAT*, *Microwave Radio*, dan lain sebagainya, namun umumnya istilah *modem* lebih dikenal sebagai Perangkat keras yang sering digunakan untuk komunikasi.

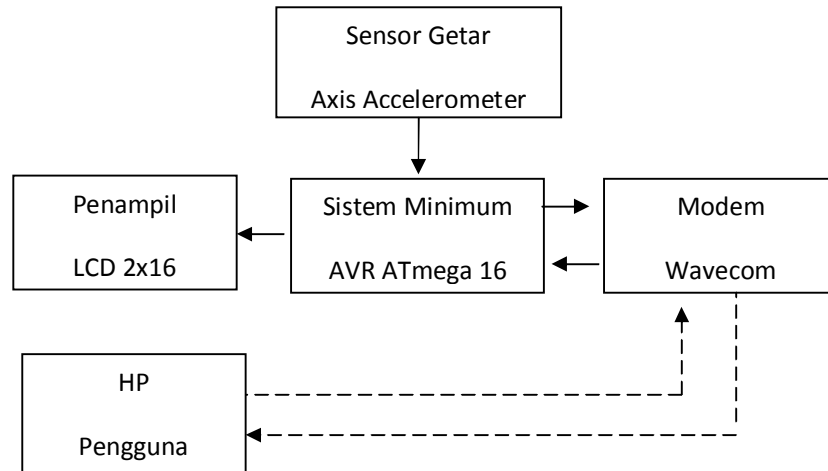
BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1. Perancangan Sistem.

Dalam Bab III ini akan dibahas tentang perancangan tentang Monitoring gempa tremor Gunung Merapi menggunakan Mikrokontroler ATmega 16 berbasis Mobile. Pada perancangan sistem ini meliputi dua perancangan, yaitu perancangan *hardware* (perangkat keras) dan perancangan *software* (perangkat lunak). Perancangan *hardware* meliputi perancangan dan pembuatan sistem minimum mikrokontroler, sensor getar *axis accelerometer*, LCD, *modem wavecom*. Sedangkan perancangan *software* meliputi perancangan *flowchart* – *flowchart* yang mendukung jalannya *hardware*.

Perhatikan blok diagram Monitoring Gempa Tremor Gunung Merapi Menggunakan Mikrokontroler berbasis mobile secara keseluruhan akan dijelaskan pada gambar 3.1 dibawah ini:



Keterangan :

----- Jaringan Telekomunikasi

Gambar 3.1 Diagram Blok Perancangan Sistem

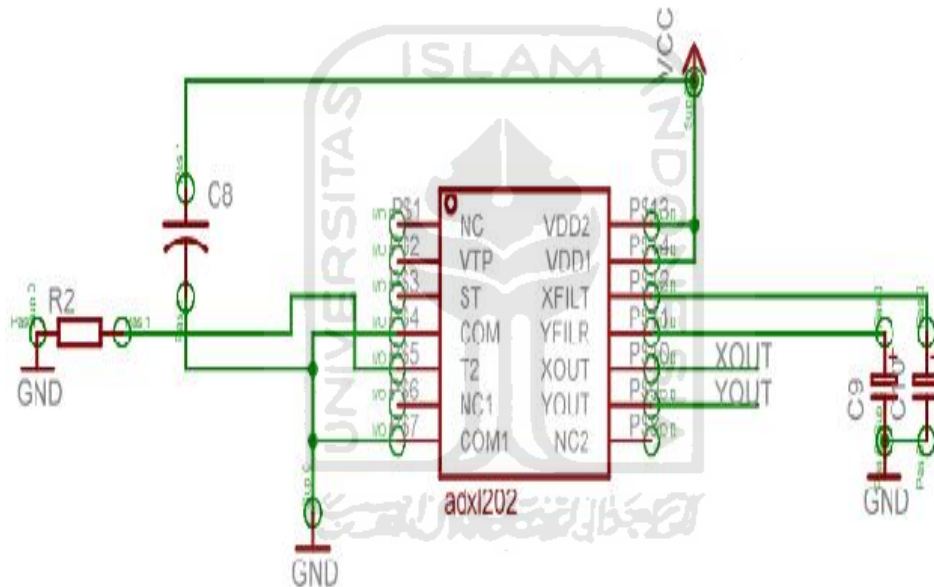
Proses bekerjanya sistem diawali dengan pendeteksian pada sensor getar yang dalam penelitian ini menggunakan sensor Accelerometer. Setelah sensor menghasilkan output maka data yang ada pada sensor akan diteruskan dan diolah melalui sistem minimum mikrokontroler ATmega 16 yang berfungsi sebagai pusat kontrol sistem. Setelah data diolah pada sistem minimum kemudian diteruskan ke *modem* yang kemudian disampaikan pada *handphone* pengguna.

3. 2. Perancangan *Hardware*

Pada perancangan *hardware* penelitian ini, seluruh rangkaian elektronika baik yang merupakan rangkaian kontroler maupun utilitas. Perancangan *hardware* ini didukung oleh rangkaian ó rangkaian listrik yang membantu kerja mikrokontroler sebagai pengendali utama, seperti : sistem minimum, catu daya serta rangkaian listrik lainnya yang menjalankan sistem secara keseluruhan.

3.2.1. Perancangan Sensor accelerometer ADXL 202

Sensor accelerometer merupakan suatu sensor yang memanfaatkan tingkat kemiringan. Cara kerja sensor accelerometer yaitu apabila sensor digoyang ó goyangkan maka sensor akan merespon adanya getaran ó getaran. Getaran ó getaran tersebut dibaca sebagai tegangan, dan tegangan inilah yang diinginkan sebagai output sensor. tegangan yang bisa dibaca sensor antara +3V DC sampai +5.25 V DC.

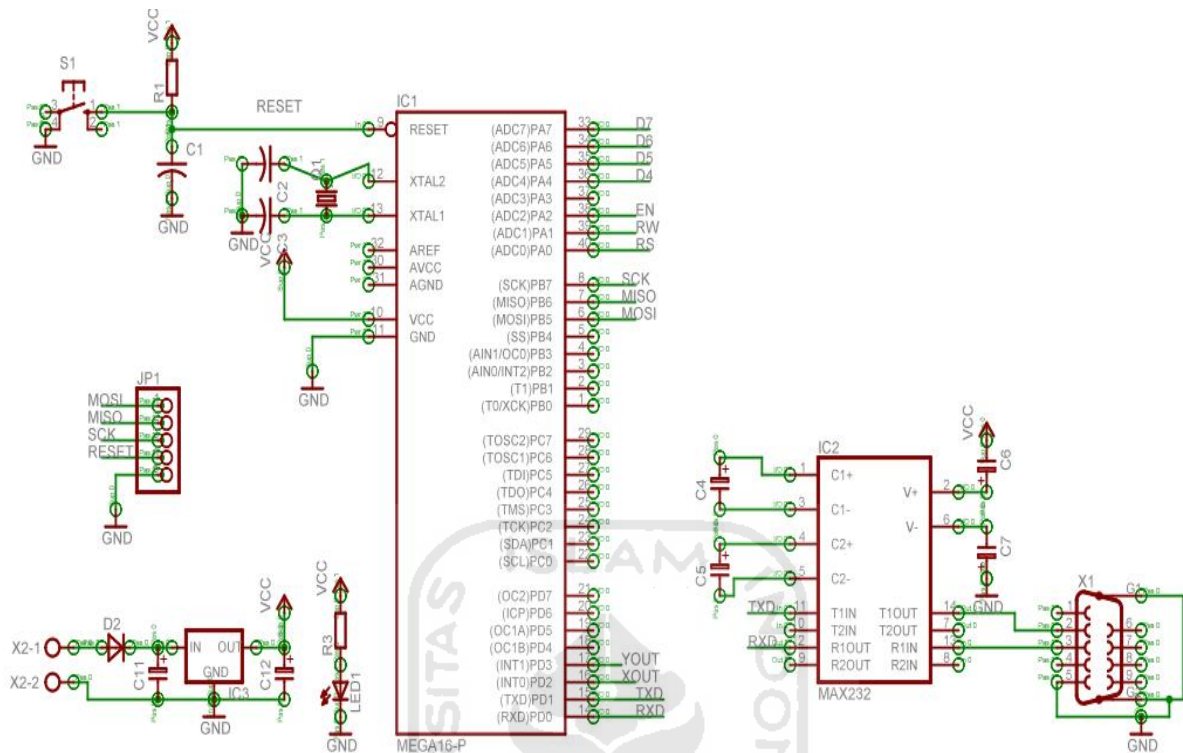


Gambar 3.2. Skematik sensor ADXL 202.

3.2.2. Perancangan sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler ATmega 16 memiliki arsitektur RISC 8bit, dimana semua intruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar intruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*. Frekuensi sinyal denyut inilah yang menentukan kecepatan eksekusi yang akan dijalankan.

Pada rangkaian osilator ini digunakan Kristal 11 MHz dengan 2 kapasitor. Rangkaian reset berfungsi untuk menjaga agar pin RST mikrokontroler selalu berlogika rendah saat mikrokontroler mengesekusi program. Mikrokontroler di *reset* pada transisi tegangan rendah ke tegangan tinggi oleh karena itu pada pin RST dipasang kapasitor yang terhubung ke *ground* dan resistor ke VCC yang menjaga RST bernilai 1 saat pengisian kapasitor dan bernilai 0 saat kapasitor penuh. Pada saat sumber tegangan diaktifkan kapasitor terhubung singkat sehingga arus mengalir dari VCC langsung ke pin RST sehingga reset berlogika 1. Kemudian kapasitor terisi hingga tegangan pada kapasitor sama dengan VCC pada saat ini kapasitor penuh. Sehingga tegangan *reset* akan turun menjadi 0 sehingga RST berlogika 0. Untuk dapat berkomunikasi, modem dengan mikrokontroler membutuhkan sebuah model komunikasi yang mampu mengatasi masalah tersebut. Model komunikasi tersebut adalah komunikasi pada *level* tegangan RS 232. Karena itu *prototype* ini juga membutuhkan *device* yang mampu mengakomodir permasalahan tersebut. *Device* tersebut adalah konektor sekaligus *converter* RS 232 yang dipasang pada sisi mikrokontroler, karena pada kabel data di sisi *modem* sudah terdapat IC MAX232.



Gambar 3.3 Skematik sistem minimum mikrokontroler ATmega 16

3.2.3. Perancangan Modem Wavecom

Modem wavecom merupakan modem yang di gunakan dalam penelitian ini. Modem ini menggunakan Sub HD 15 ó pin konektor dan mempunyai RTC (*Real Time Clock*) yaitu suatu piranti yang mana digunakan untuk memonitoring suatu data yang akan ditampilkan pada display yang mana dengan menggunakan alat ini kita dapat menyertakan waktu berupa tanggal, bulan, tahun, dan bahkan jam, menit, sampai detik.

3.2.4. Catu daya

Merupakan tegangan sumber dari PLN dengan tegangan 220 volt yang dikonversi menjadi +12 volt DC dan +7 Volt DC dengan menggunakan adaptor

3.3 Perancangan perangkat lunak

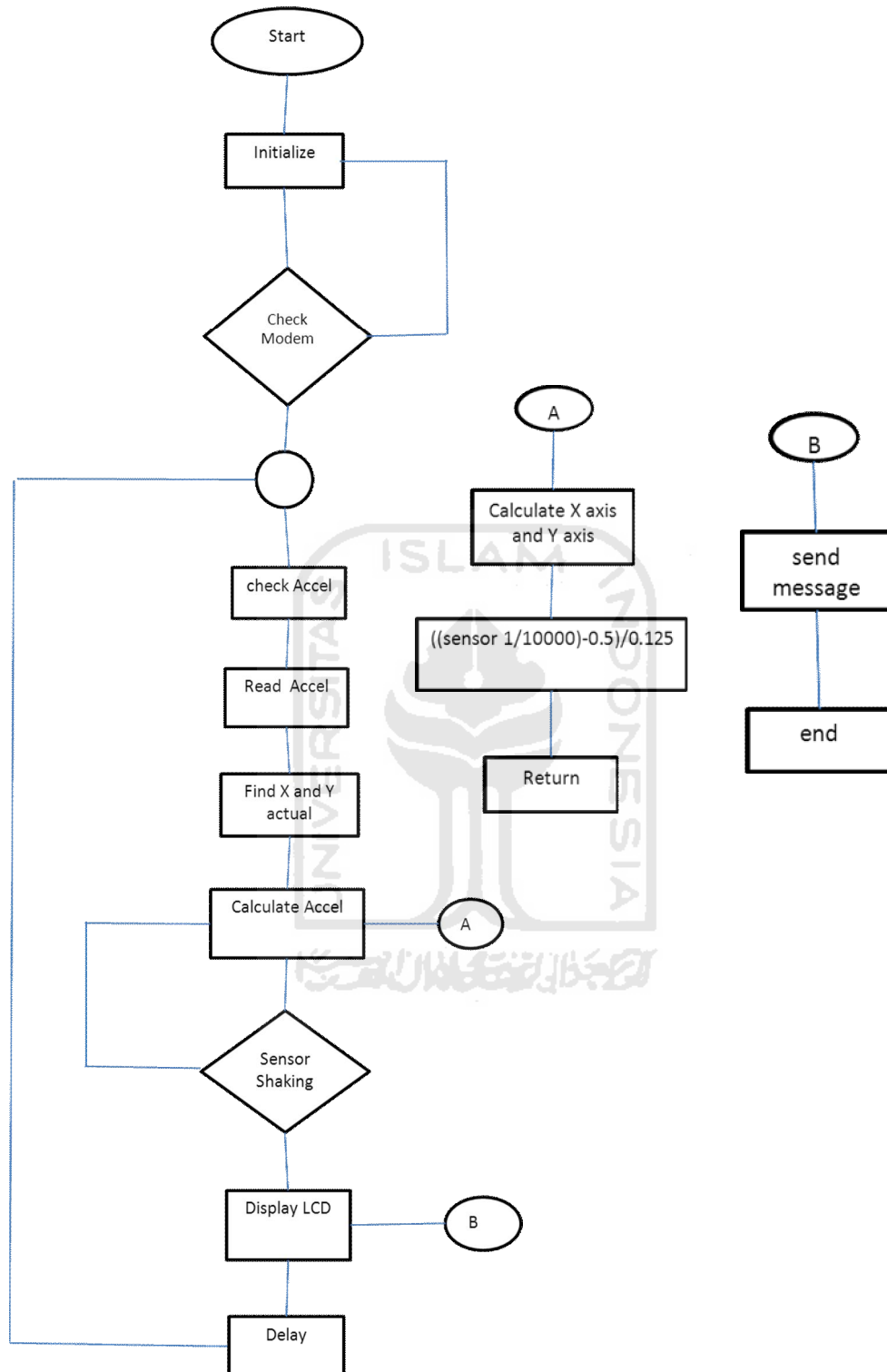
Pada tahap berikutnya adalah merancang perangkat lunak atau *software* yang berupa pemrograman dengan menggunakan bahasa C yaitu *software code vision AVR*.

Program pada mikokontroler ATmega 16

Untuk menjalankan sistem diperlukan perangkat lunak untuk mengendalikan perangkat keras. Perangkat lunak terdiri dari program utama yang didalamnya terdapat beberapa sub program.

Program pada mikrokontroler ini diawali dengan proses inialisasi terhadap port mikrokontroler, sensor, LCD, Serial dan *modem*.

Data input akan dikirim dari sensor ADXL, kemudian data akan diolah oleh mikrokontroler kemudian ditampilkan pada LCD 2x16 karakter dan juga data dikirim ke modem melalui *modem wavecom* yang telah terkoneksi dengan mikrokontroler. Adapun diagram alir (*flowchat*) dari program sebagai berikut:



Gambar 3.4 Diagram alir program utama

Potongan program untuk mengubah nilai sudut pada sensor.

```
void convert_g()
{
  sensor_x1=t2x;
  sensor_x=((sensor_x1/10000)-0.5)/0.125;
  sensor_x_sms=sensor_x;
  lcd_gotoxy(11,0);
  sprintf(temp_tampil,"%1.2f",sensor_x);
  lcd_puts(temp_tampil);
  lcd_putchar('g');
  sensor_y1=t2y;
  sensor_y=((sensor_y1/10000)-0.5)/0.125;
  sensor_y_sms=sensor_y;
  lcd_gotoxy(11,1);
  sprintf(temp_tampil,"%1.2f",sensor_y);
  lcd_puts(temp_tampil);
  lcd_putchar('g');
```



BAB IV

PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan spesifikasi sistem yang telah dijelaskan sebelumnya, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap sistem. Tujuan pengujian ini adalah untuk membuktikan apakah sistem yang diimplementasikan telah memenuhi spesifikasi yang telah direncanakan sebelumnya. Hasil kinerja sistem bertujuan untuk menyempurnakan kinerja sistem dan untuk pemanfaatan lebih lanjut.

Metode pengujian sistem dipilih berdasarkan fungsi yang ingin diketahui dari sistem tersebut. Data yang didapat dari pengujian sistem untuk mendapatkan informasi yang cukup untuk keperluan penyempurnaan sistem.

4.1. Pengujian pada sensor ADXL Accelorometer

Pengujian sensor ADXL merupakan pengujian kemampuan sensitifitas sensor dalam getaran minimum range dan maximum range yang terdapat pada sensor yaitu +3V DC s/d +5.25V DC dalam skala tegangan. Sensor akan mengirimkan sinyal berupa tegangan, kemudian sistem minimum akan menerima sinyal tersebut. Menentukan sensitivitas sensor pada pengujian ini dengan menggunakan akselerasi dinamis maupun akselerasi statis.



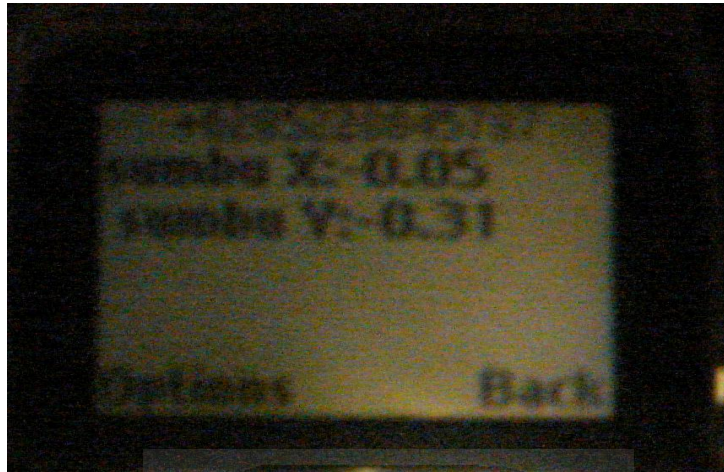
Gambar. 4.1. Pengujian sensor

Dari gambar 4.1 dapat diperoleh keterangan bahwa nilai T1 adalah status tingkat kemiringan sumbu X dan Y. sumbu X, Y merupakan nilai θ nilai sudut kemiringan yang didapat dari sensor dan nilai yang tampil dibelakang sumbu X,Y merupakan monitoring dalam pengiriman nilai sudut yang akan dikirim berupa sms.

4.2. Pengujian modem pada layar handphone

Modem ini bekerja ketika ada masukan tegangan sebesar (+7 Volt DC) dari adaptor dan kemudian akan terjadi perubahan kondisi dari tidak aktif ataupun sebaliknya. *Modem wavecom* ini terhubung dengan kabel serial dengan sistem minimum

Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar berikut

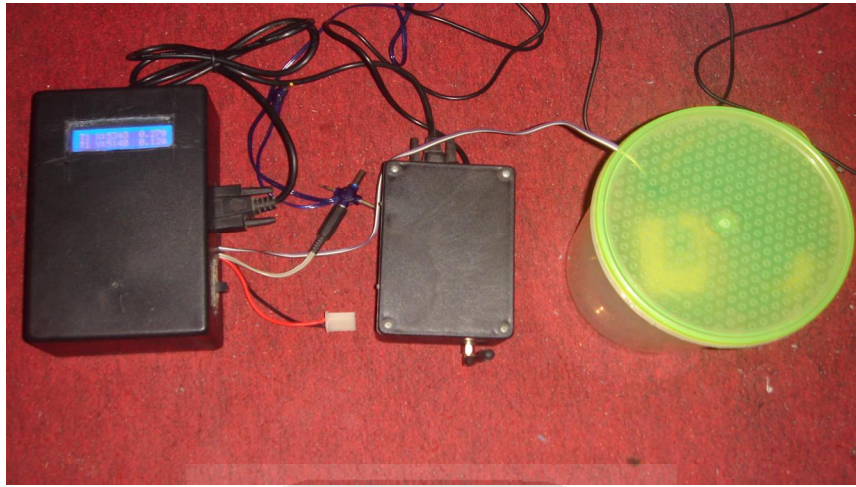


Gambar 4.2 Pengujian *modem wavecom* pada layar *handphone*

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa modem bekerja dengan baik sehingga dapat mengirimkan informasi yang berupa sms ke *handphone* pengguna yang dituju dengan menunjukkan nilai ϕ nilai kemiringan sumbu X dan sumbu Y

4. 3. Pengujian LCD Sistem minimum terhadap modem

Pengujian ini dilakukan dengan mengamati tampilan informasi pada LCD sebagai antar muka sistem dengan pengguna. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu menghidupkan alat. LCD akan menampilkan seperti gambar 4.3 sebagai tampilan awal informasi yaitu *Cek Komunikasi*, dengan maksud semua piranti alat yang dipakai semuanya harus terhubung.



Gambar.4.3 Sistem minimum yang terhubung

Jika ada alat yang belum terhubung maka tampilan LCD akan terus menerus menampilkan tulisan *Cek Komunikasi* seperti gambar 4.4



Gambar 4.4. Pengujian sistem minimum yang tidak terhubung dengan modem

Apabila semua alat terhubung dengan benar maka tampilan LCD akan menampilkan seperti gambar 4.5 dengan tampilan yaitu *Komunikasi OKE* .



Gambar. 4.5 Pengujian sistem minimum yang terhubung dengan *modem*

4.4. Hasil pengujian sistem

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengamati tanggapan sistem terhadap perubahan hasil sensor yang diberikan. Pengujian dilakukan dengan mensejajarkan sensor pada sumbu vertikal maupun sumbu horisontal. Hasil pengukuran akan langsung ditampilkan melalui LCD. Untuk mendapatkan data dilakukan percobaan dan perhitungan

Dari data yang telah diperoleh dalam percobaan dalam pengukuran diketahui berbeda-beda, karena dalam proses pembacaan sensor berbeda pada tingkat sumbu kemiringannya. Hal ini karena pengaruh guncangan atau getaran yang terjadi di dalam tanah sehingga pembacaan berubah-ubah.

Pengujian sistem monitoring gempa tremor keluaran dari sensor ADXL 202

Tabel 4.1 Hasil percobaan pengujian sistem monitoring

No	Nilai Sensor X	Nilai Sensor Y	Nilai informasi data sensor X (°)	Nilai informasi data sensor Y (°)
1	5466	5136	0.37	0.11
2	5259	5451	0.21	0.36
3	5004	5406	0.00	0.32
4	5001	5376	0.00	0.30
5	5211	5451	0.17	0.36
6	5382	5187	0.31	0.15

Uji Pembandingan Nilai sensor X dan nilai sensor Y

Rumus :

$$\text{nilai sensor} = ((\text{sensor}_1/10000)-0.5)/0.125$$

Penjelasan no 1

sensor X

sensor Y

$$5466 = ((\text{sensor X}/10000) - 0.5) / 0.125$$

$$5136 = ((\text{sensor 1}/10000) - 0.5) / 0.125$$

$$\text{Sensor X} = ((5466/10000) - 0.5) / 0.125$$

$$\text{sensor Y} = ((5136/10000) - 0.5) / 0.125$$

$$\text{Sensor X} = (0.5466 - 0.5) / 0.125$$

$$\text{sensor Y} = ((0.5136 - 0.5) / 0.125)$$

$$\text{Sensor X} = 0.0466 / 0.125$$

$$\text{sensor Y} = 0.0136 / 0.125$$

$$\text{Sensor X} = 0.3728$$

$$\text{sensor Y} = 0.1088$$

Kemudian nilai dari sensor X dan sensor Y dicari sudut θ sudutnya menggunakan tabel dibawah ini

Tabel 4.3 Tabel untuk mencari besar sudut sumbu X dan Y

X Axis Orientation to Horizon (°)	X Output		Y Output (g)	
	X Output (g)	Δ per Degree of Tilt (mg)	Y Output (g)	Δ per Degree of Tilt (mg)
-90	-1.000	-0.2	0.000	17.5
-75	-0.966	4.4	0.259	16.9
-60	-0.866	8.6	0.500	15.2
-45	-0.707	12.2	0.707	12.4
-30	-0.500	15.0	0.866	8.9
-15	-0.259	16.8	0.966	4.7
0	0.000	17.5	1.000	0.2
15	0.259	16.9	0.966	-4.4
30	0.500	15.2	0.866	-8.6
45	0.707	12.4	0.707	-12.2
60	0.866	8.9	0.500	-15.0
75	0.966	4.7	0.259	-16.8
90	1.000	0.2	0.000	-17.5

Keterangan



Gambar 4.6 Tampilan sensor

Nilai kemiringan sumbu X

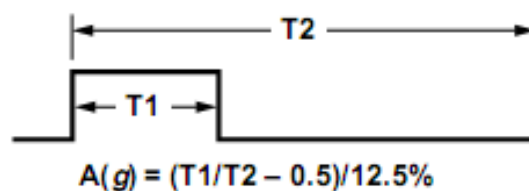
Nilai batas informasi yang akan dikirim dari sumbu X dalam bentuk sms.

Nilai kemiringan sumbu Y

Nilai batas informasi yang akan dikirim dari sumbu Y dalam bentuk sms.

Nilai yang diperoleh dari sumbu X dan sumbu Y merupakan tingkat kemiringan sensor terhadap suatu guncangan yang terjadi.

Perhitungan untuk memperoleh tingkat satu siklus



Gambar 4.7 Grafik satu siklus

Rumus yang diperoleh dari datasheet sensor ADXL: $A(g) = ((T1/T2) - 0.5) / 12.5\%$

Untuk memperoleh nilai sensor $X = ((\text{sensor}_1 / 10000) - 0.5) / 0.125$

Dan nilai sensor $Y = ((\text{sensor}_1 / 10000) - 0.5) / 0.125$

$T2 = 10000$

Nilai T2 diperoleh dengan perhitungan $T2(s) = R_{set} / 125 \text{M}\Omega$

Keterangan :

A= Nilai keluaran sensor

T1= panjang sebagian siklus

T2=panjang total satu siklus

Rset=nilai resistor yang dipakai dalam sistem minimum.

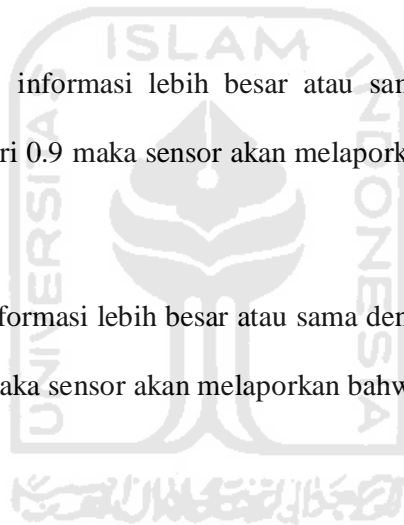
Nilai tersebut didapat dari Rset : 1.25Mega Ohm yang terpasang pada alat 1 Mega Ohm.

Tabel 4.4 Nilai R untuk memperoleh nilai T2

T2	R_{SET}
1 ms	125 k Ω
2 ms	250 k Ω
5 ms	625 k Ω
10 ms	1.25 M Ω

Nilai 6 nilai yang diperoleh pada tabel pengujian bahwa sensor akan melaporkan atau mengirim informasi apabila sumbu X dan sumbu Y mempunyai nilai:

1. Jika nilai batas informasi lebih besar atau sama dengan 0.3 sampai dengan kurang dari 0.5 maka sensor akan melaporkan bahwa status pada level 1
2. Jika Nilai batas informasi lebih besar atau sama dengan 0.5 sampai dengan kurang dari 0.7 maka sensor akan melaporkan bahwa status berada di level 2.
3. Jika Nilai batas informasi lebih besar atau sama dengan 0.7 sampai dengan kurang dari 0.9 maka sensor akan melaporkan bahwa status berada di level 3.
4. Jika nilai batas informasi lebih besar atau sama dengan 0.9 sampai dengan kurang dari 1.0 maka sensor akan melaporkan bahwa status berada di level 4.



BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian dari Monitoring gempa tremor gunung merapi menggunakan mikrokontroler ATmega 16 berbasis mobile, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahwa nilai yang diperoleh dari hasil pengujian menunjukkan nilai sensor diantara 0.11° sampai dengan 0.36° nilai tersebut diperoleh dari tingkat sudut kemiringan sensor.
2. Nilai yang diperoleh dari perhitungan uji pembandingan pada percobaan no 1 sensor X= 0.3728 dan sumbu Y =0.1088
3. Sms dapat dijadikan alternatif media untuk monitoring jarak jauh, selama ada sinyal yang dapat diterima oleh *modem* maupun *handphone user*

5.2. SARAN

Dalam penyempurnaan alat monitoring gempa tremor gunung merapi ini, maka beberapa saran berikut dapat digunakan dalam pengembangannya, yaitu:

1. Dudukan sensor pada tabung distabilkan untuk memperoleh nilai yang lebih akurat.
2. Dengan penggunaan sensor yang lebih canggih diharapkan alat ini dapat disempurnakan guna memperoleh nilai yang akurasi.



DAFTAR PUSTAKA

1. Analog device, 2000. *Low cost ± 2 g/ ± 10 g Dual Axis iMEMS Accelerometers with digital output*. (On - line) Available at <http://www.datasheetcatalog.com>.
2. AT Mega 16, 2000. *Datasheet ATmega 16*, ATMEL. (On- line) Available at <http://www.atmel.com>
3. BPPTK , 2000. *Informasi umum merapi*, BPPTK . (On ó line)Available at http://merapi.bgl.esdm.go.id/informasi_merapi.php?page=informasi-merapi&subpage=sekilas-merapi
4. BPPTK, 2000. *Karakteristik gunung api* . BPPTK. (On ó line)Available at http://arthagrahapeduli.org/index.php?option=com_content&view=article&id=657%3Asejarah-letusan-merapi&catid=40%3Aumum&Itemid=54&lang=in
5. Heri Andrianto, 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 16 menggunakan Bahasa C (Code vision AVR)*. Bandung : Informatika.
6. Ramalis, T.R, (2001). *Gelombang dan Optik*. Common Textbook pada Jurdik.Fisika FPMIPA UPI.
7. Sholihul Hadi, Mokh, 2003. *Mengenal Mikrokontroler AVR ATmega 16* (On- line) Available at <http://www.ilmukomputer.com>
8. Telford, W.M., Geldart, L.P dan Sheriff, R.E. (1990). *Applied Geophysics*. Second Edition. Cambridge University Press.
9. Wahyu ,2006, *erupsi gunung berapi*. (On ó line)Available at <http://wahyuancol.wordpress.com/2008/11/28/erupsi/>
10. Wavecom,2003. *Fastrack modem M1206 User Guide*.(On line) available at <http://www.wavecom.com>
11. Wikipedia,2000. *Gunung berapi* .(On ó line)Available at http://id.wikipedia.org/wiki/Gunung_berapi.