

# MONITORING GEMPA TREMOR GUNUNG MERAPI MENGUNAKAN MIKROKONTROLER BERBASIS MOBILE

Oleh:

DEDY DWI YUNANTO  
05524022

Tugas Akhir

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia  
Jalan Kaliurang km.14,5 Sleman, Yogyakarta 55501  
Telp. (0274) 895007, 895287 Faks. (0274) 895007 Ext. 131  
E – mail: [dedydwiyunanto@ymail.com](mailto:dedydwiyunanto@ymail.com)*

*Abstrak*

*With advanced science and technology have encouraged people to do the automation and digitization of the device – the device manually. Along with the development of institutions, organizations, companies and places? Other places that use a manual system, especially in the field of volcanology and mitigation that every moment should monitor the weather in one place to be in place. For that it is designed a tool that can be controlled remotely, so that with the development of the technological status of the volcano monitoring systems that do this manually can be replaced with the status of volcano monitoring system that can automatically be sent using SMS facility so as to know the state of disaster where we do not need to come to the place is. At this time cell phone use as a medium of communication both in writing and sound is very supportive to distribute a variety of information. One feature that is used in cell phone use is the Short Message Service (SMS), in addition to costs that are reasonably priced the message can be received quickly. SMS process simply by typing a message on the screen, send to the destination number, came the message to be conveyed. Besides these ways SMS can be used to transmit data from the microcontroller via modem to another cellular phone.*

*Key words: microcontroller, volcano, modem, short message service, cellular phone.*

*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 – tempat lainnya yang menggunakan suatu sistem manual khususnya dibidang vulkanologi dan mitigasi 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 dilayar, send 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.*

*Kata kunci: mikrokontroler, gunung berapi, modem, short message servis, telepon seluler*

## **1. Pendahuluan**

Gunung api Merapi merupakan gunung api tipe strato, dengan ketinggian 2980 meter dari permukaan laut (sebelum erupsi 2010). Secara geografis terletak pada posisi  $7^{\circ} 32.5\phi$  Lintang Selatan dan  $110^{\circ} 26.5\phi$  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 Gung 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 gunung api. 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.

## 2. Tinjauan 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*),

### 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 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.

### 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.

### 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*).

### 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.

### 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

## 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.

## 3. Perancangan sistem

Secara keseluruhan sistem akan dibahas tentang perancangan tentang  $\phi$  Monitoring gempa tremor Gunung Merapi menggunakan Mikrokontroler ATmega 16 berbasis Mobileö. 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*.

### 3.1. Perancangan perangkat keras

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

### 3.1.1. Perancangan sensor

#### accelerometer adxl 202

Sensor accelerometer merupakan suatu sensor yang memanfaatkan tingkat kemiringan. Cara kerja sensor accelerometer yaitu apabila sensor digoyang  $\phi$  goyangkan maka sensor akan merespon adanya getaran  $\phi$  getaran. Getaran  $\phi$  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.

### 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.

### 3.2.3. Perancangan Modem

#### Wavecom

Modem wavecom merupakan modem yang di gunakan dalam penelitian ini. Modem ini menggunakan Sub HD 15  $\phi$  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 AT Mega 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 inisialisasi 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.

## 4. Pengujian, analisa dan pembahasan.

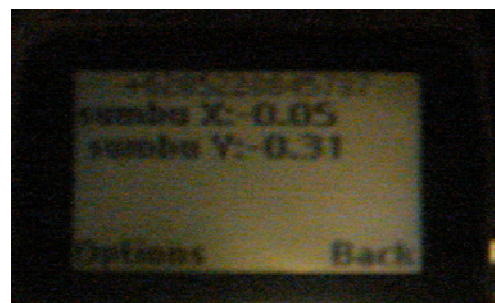
### 4.1. Pengujian pada sensor ADXL Accelorometer

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

### 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 4.1 Pengujian modem wavecom pada layar handphone.

### 4.3. 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

#### 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 Pembeding Nilai sensor X dan nilai sensor Y

Rumus :

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

sensor X

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

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

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

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

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

sensor Y

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

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

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

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

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

Kemudian nilai dari sensor X dan sensor Y dicari sudut  $\theta$  sudutnya menggunakan tabel dibawah ini

Tabel 4.2 Tabel untuk mencari besar sudut sumbu X dan Y

X Axis Orientation to Horizon (°)	X Output		Y Output (g)	
	X Output (g)	$\Delta$ per Degree of Tilt (mg)	Y Output (g)	$\Delta$ 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

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

$$T2(s)=Rset(\acute{a})/125Má$$

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 4.3 Nilai R untuk memperoleh nilai T2

T2	RSET
1 ms	125 kΩ
2 ms	250 kΩ
5 ms	625 kΩ
10 ms	1.25 MΩ

Nilai ó 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.

## 5. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian system yang dilakukan, 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 akurat.

## Daftar pustaka

1. Analog device, 2000. *Low cost  $\pm 2$  g/ $\pm 10$  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](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](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](http://id.wikipedia.org/wiki/Gunung_berapi).