

Artikel Ilmiah

HASIL PENELITIAN YANG TIDAK DI PUBLIKASIKAN

**APLIKASI *ROTARY ENCODER* DAN
MIKROKONTROLER ATMEGA8535 PADA
PERANGKAT PENGHITUNG KEKUATAN
GEMPA**

Bidang Kajian : Teknologi



Adhitya Sumardi Sunarya
Imam Maulana Nugraha
Setyawan Ajie Sukarno

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANDUNG

Jl. Kanayakan No.21 Bandung 40135 – Tlp.(022) 2500241

Faksimile(022) 2502649, Email: Sekretariat@polman-bandung.ac.id

Diedarkan melalui perpustakaan POLMAN Bandung

Februari 2012

APLIKASI ROTARY ENCODER DAN MIKROKONTROLER ATMEGA8535 PADA PERANGKAT PENGHITUNG KEKUATAN GEMPA

Adhitya Sumardi Sunarya, Imam Maulana Nugraha Setyawan Ajie Sukarno

Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Jl. Kanayakan 21 Bandung, Indonesia
adhitya@polman-bandung.ac.id

ABSTRAK

Indonesia berada dalam kawasan yang dilalui oleh tiga lempeng aktif yaitu lempeng Austrasia, Philipina dan Eurasia sehingga di Indonesia sering terjadi gempa dari yang berskala kecil hingga skala besar. Besar dan kecilnya skala yang dihasilkan dari gempa ini didasarkan pada alat pemantau gempa atau yang sering disebut dengan seismograf. Seismograf yang ada di Indonesia sebagian besar masih bersifat konvensional dimana sistem perekaman data masih menggunakan kertas dan dalam menentukan kekuatan gempa masih dikerjakan secara manual. Dalam menentukan kekuatan gempa selain menggunakan seismograf dapat juga dengan menggunakan rotary encoder, mikrokontroler ATMEGA 8535 yang terintegrasi satu sama lain.

Sensor incremental rotary encoder beresolusi 1024 pulsa menghasilkan pulsa yang diolah melalui mikrokontroler ATMEGA 8535 dan hasilnya ditampilkan pada perangkat lunak Visual Basic 6.0 dapat menghasilkan grafik yang menyerupai seismograf dan besarnya gempa itu sendiri. Sehingga dengan mengaplikasikan rotary encoder, mikrokontroler ATMEGA 8535 dan Visual Basic 6.0 yang terintegrasi satu sama lain dapat menggantikan seismograf yang masih konvensional. Hasil yang diperoleh dari perangkat tersebut berupa grafik pergerakan tanah arah Utara-Selatan dan grafik pergerakan tanah arah Barat-Timur. Data yang terukur, seperti waktu, amplitudo arah Utara-Selatan, amplitudo arah Barat-Timur, magnitudo arah Utara-Selatan, dan magnitudo arah Barat-Timur, disimpan pada sebuah basis data. Dari hasil percobaan, didapatkan nilai error magnitudo antara grafik khusus dengan hasil percobaan dengan rata-rata sebesar 2,37%. Dengan demikian, alat ini mampu menghitung besar amplitudo pergerakan tanah dan menginformasikannya melalui grafik yang menyerupai seismogram.

Kata kunci : gempa, seismograf, rotary encoder, ATMEGA 8535, Visual Basic 6.0.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang dilalui oleh 3 lempeng, yaitu lempeng Australia, Philipina, dan Eurasia. Oleh karena itu, Indonesia sering mengalami bencana gempa bumi. Gempa bumi merupakan suatu fenomena alam yang salah satunya terjadi akibat pergeseran lempeng pada permukaan bumi. Besarnya kekuatan gempa diukur dengan menggunakan seismograf. Seismograf yang ada di sebagian besar Indonesia bersifat konvensional dimana sistem perekaman aktivitas gempa masih menggunakan kertas dan perhitungan besarnya gempa masih dilakukan secara manual.

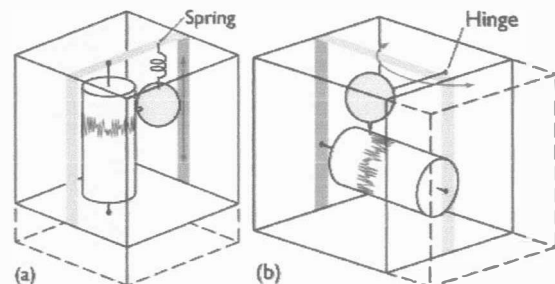
Pengaplikasian rotary encoder, mikrokontroler ATMEGA 8535 dan Visual Basic 6 yang terintegrasi satu sama lain dapat menggantikan peran dari seismograf sehingga hasil pergerakan tanah dan magnitudo gempa dapat disimpan dalam basis data. Perangkat ini diharapkan dapat membantu dalam merekam aktivitas seismik kegempaan sebagai langkah awal dari proses mitigasi bencana.

2. LANDASAN TEORI

Seismograf

Seismograf adalah sebuah perangkat yang merekam aktivitas seismik. Seismograf terdiri dari dua jenis yaitu :

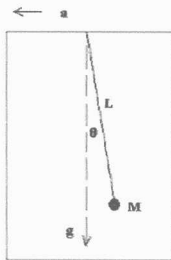
- Seismograf Vertikal
- Seismograf Horizontal



Gambar 1. (a) Seismograf vertikal (b) Seismograf horizontal [03]

Pada prinsipnya, seismograf horizontal terdiri dari sebuah bandul pemberat dengan ujung lancip seperti pensil. Dengan begitu, dapat diketahui kekuatan dan

arah gempa melalui aktivitas seismik yang dicatat dalam bentuk seismogram.



Gambar 2. Prinsip kerja seismograf horizontal [04]

$$\theta = \tan^{-1}(a/g)$$

θ = sudut [deg]

a = percepatan gempa [m/s^2]

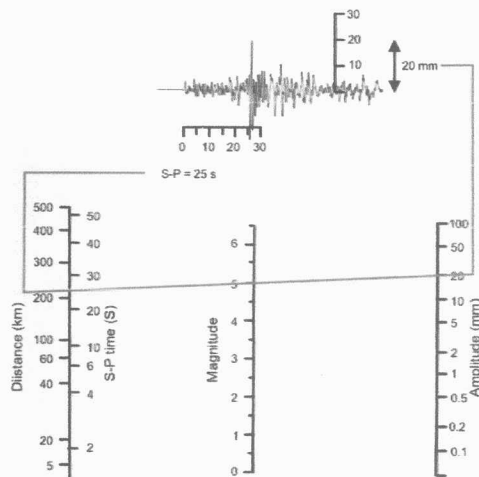
g = percepatan gravitasi [m/s^2]

Pada gambar di atas, percepatan gravitasi merupakan nilai konstan dan posisinya tidak berubah yaitu mengacu pada satu titik. Percepatan gempa dan sudut berubah-ubah sesuai dengan besarnya pergerakan tanah.

Seismogram adalah gambaran getaran gempa bumi yang dicatat pada seismograf. Gambaran getaran ini berbentuk garis patah-patah. Apabila getaran semakin kuat, maka garis patah-patah akan semakin lebar dan apabila semakin lama getaran gempa itu di satu tempat, maka semakin panjang pita seismograf yang menggambarkan seismogram.

Dari gambar grafik itulah, kita dapat menentukan besar magnitudo gempa yang dihasilkan. Adapun skala yang biasa digunakan adalah skala richter.

Berikut ini adalah gambaran sederhana mengenai bagaimana cara menghitung besar magnitudo gempa dari grafik seismograf.



Gambar 3. Menentukan magnitudo gempa dari diagram khusus [01]

Amplitudo yang dihitung adalah simpangan terbesar yang tercatat pada grafik seismogram. Selain itu, perbedaan waktu kedatangan gelombang P dan gelombang S juga diperhitungkan di mana perbedaan waktu tersebut menunjukkan jarak antara pusat gempa dengan tempat di mana alat ukur tersebut dipasang. Dari kedua nilai tersebut, tarik garis lurus lalu kita akan menemukan magnitudo gempa.

Magnitudo gempa didapatkan melalui persamaan:

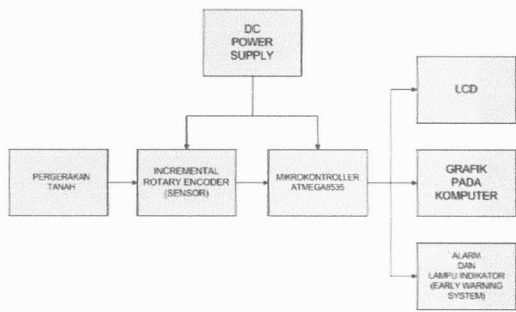
$$M_L = \log A - \log A_0$$

dimana A adalah amplitudo maksimum (dalam mikron) yang terekam pada *short period*. Sementara A_0 adalah nilai standar sebagai fungsi jarak dimana jarak ≤ 600 km.[05]

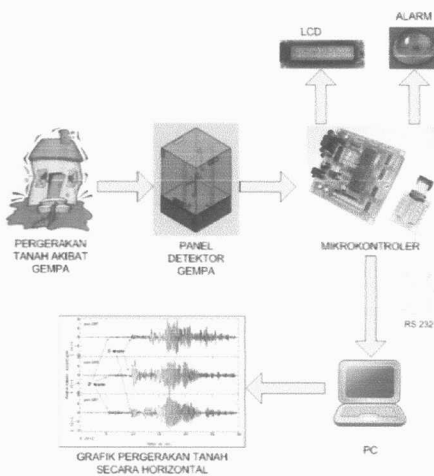
3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibagi dalam dua bagian yaitu :

- 1) Perancangan perangkat keras.
- 2) Perangkat lunak :
 - Perancangan komunikasi perangkat lunak antara PC dengan mikrocontroller.
 - Perancangan tampilan perangkat lunak



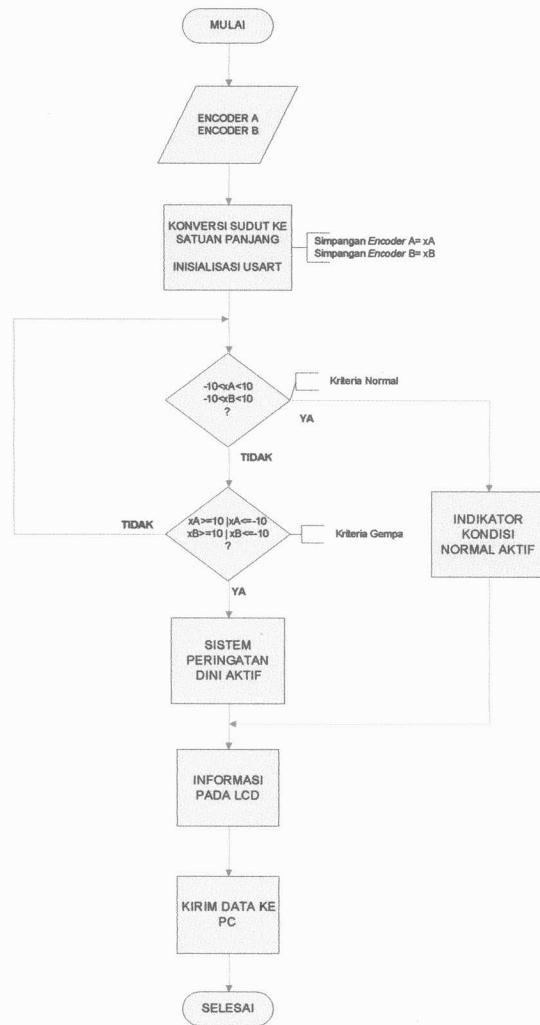
Gambar 4. Diagram Blok Sistem



Gambar 5. Arsitektur sistem detektor gempa

Pemrograman mikrokontroler

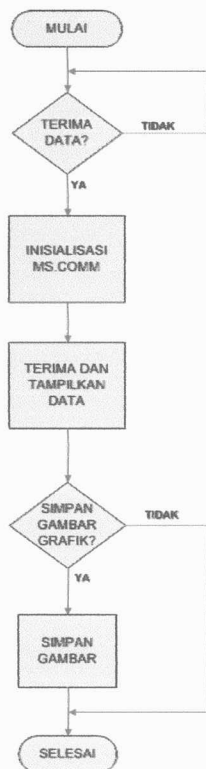
Tujuan penggunaan mikrokontroler adalah agar data yang dihasilkan oleh sensor *rotary encoder* dapat dibaca dan kemudian diolah dalam mikrokontroler serta dikirimkan ke PC dalam bentuk simpangan dengan satuan milimeter.



Gambar 6. Diagram alir program pada mikrokontroler

Pemrograman Visual Basic

Visual Basic 6.0 digunakan untuk menampilkan data yang telah diolah mikrokontroler. Adapun tampilan yang digunakan adalah grafik yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai seismogram. Selain grafik, terdapat informasi besaran magnitudo gempa hasil konversi simpangan.



Gambar 7. Diagram Alir Program Visual Basic 6.0

Sistem bandul sederhana

Bandul sederhana dapat digunakan untuk merepresentasikan seismograf horizontal. Dalam perancangannya, perhitungan panjang bandul perlu diperhatikan. Hal ini dikarenakan bahwa pada bandul, panjang tali bandul berpengaruh pada sensitifitas dan periode bandul.

Bandul yang telah dibuat selanjutnya akan dipasang pada poros *rotary encoder*. Bandul yang telah digabungkan dengan *rotary encoder* akan dipasang secara tegak lurus satu sama lain secara horizontal. Hal ini dilakukan agar bandul dapat menghitung kekuatan gempa pada dua aksis.

Perhitungan diperlukan dalam menentukan bandul yang akan digunakan. Bandul dirancang agar dapat bergerak pada periode kurang lebih 0.5 detik sehingga dapat bergerak dengan kecepatan yang sesuai. Pertimbangan 0,5 detik adalah untuk dapat berayun sebanyak 2 kali dalam satu detik. Untuk itu, digunakanlah rumus :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgL}}$$

Momen inersia dari batang bandul (berupa silinder) dirancang melalui persamaan :

$$I = \frac{1}{3}mL^2$$

Sehingga rumus akhir dari bandul yang dirancang adalah :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Dari persamaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa massa bandul dapat diabaikan.

Keterangan :

T = periode [s]

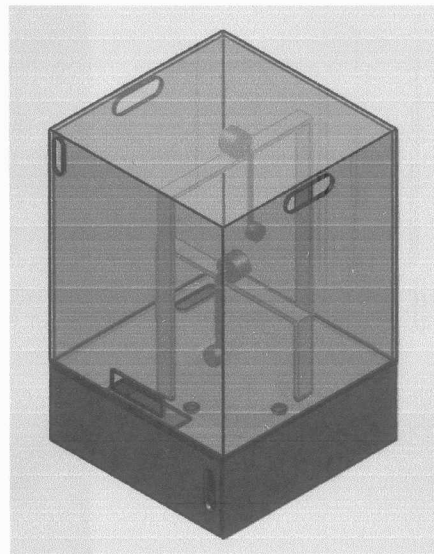
I = momen inersia [kg m²]

m = massa [kg]

g = percepatan gravitasi [m/s²]

L = panjang bandul [m]

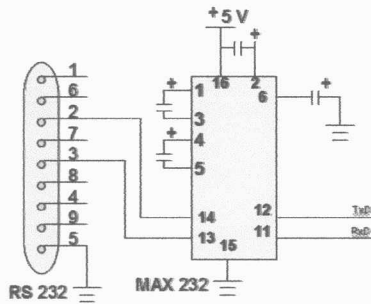
Dengan menentukan panjang bandul sebesar 120 mm atau 0.12 m, maka periode yang dihasilkan sebesar 0.5 detik.



Gambar 8. Sistem Bandul Sederhana

Max 232

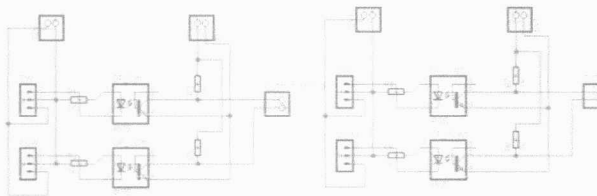
IC MAX232 digunakan sebagai pengubah level tegangan. IC MAX232 mempunyai 2 *receivers* yang berfungsi sebagai pengubah level tegangan dari level RS232 ke level *Transistor Transistor Logic* (TTL) dan mempunyai 2 *drivers* yang berfungsi mengubah level tegangan dari level TTL ke level RS232. Pasangan *driver/receiver* ini digunakan untuk TX dan RX, sedangkan pasangan yang lainnya digunakan untuk CTS dan RTS.



Gambar 9. Rangkaian pengubah level tegangan RS232

Driver rotary encoder

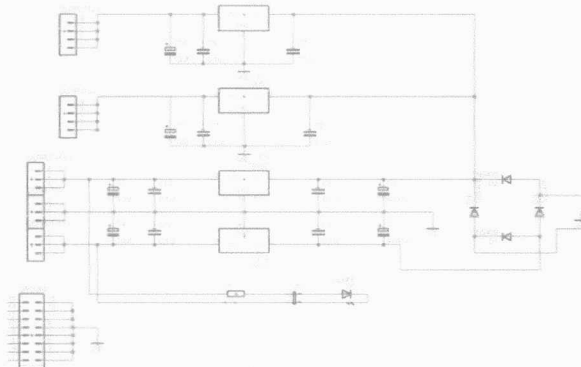
Driver rotary encoder digunakan untuk memberikan supply ke rotary encoder. Selain itu, perangkat ini juga berfungsi untuk mengubah level tegangan output yang dihasilkan rotary encoder sehingga pulsa yang dihasilkan rotary encoder dapat diproses oleh mikrokontroler.



Gambar 10. Driver Rotary Encoder

Catu daya DC

Catu daya ditambahkan pada alat detektor gempa untuk memudahkan pengaturan daya yang dibutuhkan komponen elektrik lainnya, seperti: sensor, mikrokontroler, rangkaian alarm, dan driver.

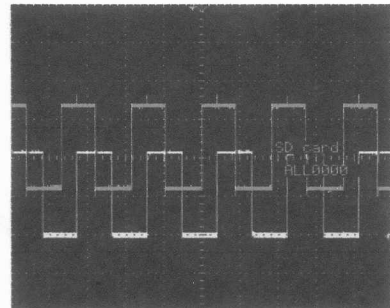


Gambar 11. Rangkaian Catu Daya DC

4. Hasil dan Analisis Penelitian

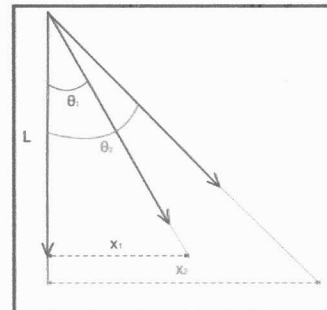
Pengujian Rotary Encoder

Rotary encoder mengeluarkan sinyal dalam bentuk pulsa. Dua keluaran rotary encoder digunakan untuk menguji arah putaran dan menghitung jumlah pulsa, yaitu keluaran A dan keluaran B. Kedua keluaran tersebut memiliki fasa yang berbeda sehingga arah putaran rotary encoder dapat ditentukan. Apabila fasa keluaran A lebih dahulu dari fasa keluaran B, arah putaran rotary encoder adalah searah jarum jam dan begitu juga sebaliknya.



Gambar 11. Gelombang keluaran A dan keluaran B

Sebelum diolah oleh mikrokontroler, tegangan output rotary encoder diubah oleh driver sehingga nilainya menjadi 5 Volt DC. Hal ini dilakukan karena nilai tegangan output dari rotary encoder tersebut adalah 12 Volt DC.



Gambar 12. Ilustrasi nilai simpangan pada bandul

Secara teori, nilai simpangan sebuah bandul didapatkan melalui persamaan :

$$x = \tan\theta \cdot L$$

x : simpangan [mm]

θ : sudut yang dihasilkan rotary encoder [deg]

L : panjang bandul [mm]

Dari persamaan di atas bahwa sudut θ dipengaruhi oleh rotary encoder. Untuk mengkonversikan nilai pulsa menjadi derajat sudut, dibuatlah persamaan :

$$\theta = \frac{360^\circ}{1024} \cdot n$$

θ : sudut [deg]
 1024 : nilai pulsa rotary encoder 1 putaran penuh
 n : jumlah pulsa

Berikut ini adalah perbandingan antar nilai teori dan hasil percobaan :

Tabel 1. perbandingan nilai data teori dan hasil pengujian rotary encoder

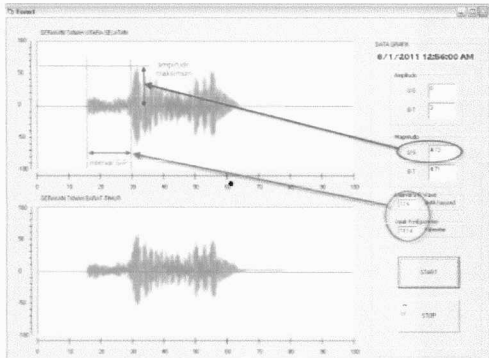
No	Jumlah Pulsa [n]	Data teori		Data Hasil Percobaan		Error	
		Sudut [deg]	Simpangan [mm]	Sudut [deg]	Simpangan [mm]	Sudut [deg]	Simpangan [mm]
1	10	3.516	7.369	3.52	7.37	0.004375	0.0014
2	20	7.031	14.793	7.03	14.79	0.001250	0.0030
3	40	14.063	30.043	14.06	30.04	0.002500	0.0026
4	60	21.094	46.263	21.09	46.26	0.003750	0.0034
5	80	28.125	64.103	28.12	64.10	0.005000	0.0029
6	100	35.156	84.458	35.16	84.46	0.003750	0.0023
7	120	42.188	108.680	42.19	108.68	0.002500	0.0001
8	160	56.250	179.399	56.25	179.40	0.000000	0.0007
9	180	63.281	238.067	63.28	238.07	0.001250	0.0030
10	250	87.891	319.563	87.89	319.56	0.000625	0.0026



Gambar 13. Tampilan data rotary encoder pada LCD

Pengujian perangkat lunak Visual Basic 6.0

Visual Basic 6.0 digunakan untuk memproses nilai dari mikrokontroler sehingga nilai tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk grafik. Selain itu, digunakan sebagai media konversi simpangan amplitudo gelombang menjadi magnitudo gempa.

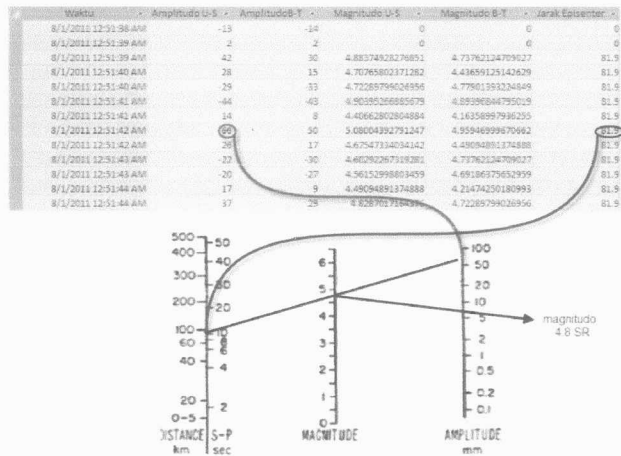


Gambar 18. Grafik hasil pembacaan sensor rotary encoder

Pada frame grafik, terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam menghitung kekuatan gempa yaitu :

- 1) Waktu
- 2) Amplitudo dalam satuan metrik.
- 3) Magnitudo dalam skala richter.
- 4) *Travel time* gelombang S-P dalam satuan detik.

Data yang telah dibuat, selain digambarkan dalam grafik, juga disimpan ke basis data. Dalam hal ini, Microsoft Access menjadi pilihan sebagai basis data. Berikut ini adalah perbandingan nilai magnitudo dari alat dan grafik khusus penghitung gempa:



Gambar 19. Hasil perbandingan keluaran alat dengan grafik khusus pada jarak 81.9 km

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. *Incremental rotary encoder* dapat difungsikan sebagai alat penghitung kekuatan gempa dimana *incremental rotary encoder* menghitung besarnya simpangan dari suatu bandul sederhana.
2. Simpangan yang terukur oleh *incremental rotary encoder* kemudian diproses dalam mikrokontroler yang selanjutnya ditampilkan dalam bentuk grafik pada Visual Basic 6.0.
3. Tampilan data yang ada pada Visual Basic 6.0 berupa waktu, amplitudo arah Utara-Selatan, amplitudo arah Barat-Timur, magnitudo arah Utara-Selatan, magnitudo arah Barat-Timur, dan jarak pusat gempa. Dimana data-data tersebut dapat disimpan pada sebuah basis data.
4. Nilai error magnitudo antara grafik khusus dan hasil percobaan memiliki rata-rata sebesar 2,37%.

5.2 Saran

1. Menggunakan system komunikasi data nirkabel agar monitoring PC terhadap alat dapat dilakukan pada jarak jauh.
2. Penyimpanan data pada Ms.Access dilakukan dengan memperhatikan besar memori yang diperlukan sehingga apabila kapasitas maksimum akan tercapai, program Visual Basic 6.0 akan otomatis membuat file baru.
3. Catu daya yang digunakan ditinjau kembali sehingga apabila terjadi pemutusan aliran listrik, alat akan tetap berfungsi.

7. Daftar Pustaka

- Dunia Elektronika. 2007. *Mikrokontroler ATMEGA 8535*. URL: <http://duniaelektronika.blogspot.com/2007/09/mikrokontroler-atmega8535.html>.
- Havskov, Jens.Lars Ottemöller. 2010. *Routine Data Processing in Earthquake Seismology*. URL: <http://gen.lib.rus.ec/get?nametype=orig&md5=54a5cecd9a4f5c19f24f9d4fa99bdec3>.
- Heryanto, M.Ary. Wisnu Adi P. 2008. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Prasetya, Retna. Catur Edi Widodo. 2004. *Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- Wahyono, Bagus Seto. *Sistem Deteksi Gempa Bumi Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel*. Institut Teknologi Surabaya : Surabaya.
- [01] www.its.caltech.edu/~heatont/Eng_Seism_Notes/Ge162_Kanamori.pdf
- [02] www.geophysik.uni-muenchen.de/~igel/downloads/sediseismometry.pdf
- [03] 88.247.142.194/makaleler/documents/4154-seismometry.pdf
- [04] http://www.rllinstruments.com/PDF_Files/VM%20II%20UM%20-%20App%201.pdf
- [05] <http://daily-sunardi.blogspot.com/2009/01/mengapa-magnitudo-gempa-sering-berbeda.html>
- [06] Rizqiawan, Arwindra. 2009. *Sekilas Rotary Encoder*. URL:<http://konversi.wordpress.com/2009/06/12/sekilas-rotary-encoder/>.