

PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI DATA FLUKSGATE MAGNETOMETER

Cucu Eman Haryanto, Setyanto Cahyo P., M. Sjarifudin, M. Bustomi
Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN

ABSTRACT

The fluxgate magnetometer equipment installed at observatories of LAPAN, up to now does not have a data acquisition system directed to personal computer (PC). In this system we will develop, a system to convert the analog data received by the fluxgate magnetometer (H component, D component and Z component) to be a digital data through a interface card. This data acquisition system will be integrated by the software to do data acquisition, visualization and transferring data.

ABSTRAK

Peralatan pengamatan geomagnet (*Fluxgate Magnetometer*) yang dimiliki LAPAN saat ini belum mempunyai sistem pendukung untuk melakukan akuisisi data yang dilakukan langsung ke dalam sebuah PC. Pada sistem yang akan dikembangkan dalam penelitian ini, data analog yang dideteksi oleh magnetometer (komponen H, D dan Z) akan diproses menjadi data digital secara paralel pada komputer melalui kartu antarmuka (*interface card*). Sistem akuisisi data ini akan diintegrasikan dengan suatu perangkat lunak yang dapat melakukan akuisisi, visualisasi dan transfer data.

Kata kunci : *Fluxgate magnetometer, Interface card*

1 PENDAHULUAN

LAPAN memiliki beberapa stasiun pengamatan geomagnet, antara lain di Tanjung Sari Sumedang, Biak dan Pontianak. Pengambilan/pengamatan dilakukan dalam tempo cepat, yaitu setiap detik untuk masing masing komponen H, D, Z, dH/dt , dD/dt , dan dZ/dt . Perekaman ini dilakukan dengan menggunakan media MO (*Magnetic Optical*) Disk yang dilakukan dengan program *microcontroller* yang sudah terintegrasi pada peralatan *fluxgate* magnetometer tersebut. Sistem ini masih memiliki keterbatasan dan kurang efisien karena jika kita ingin melihat dan mengolah data tersebut kita terlebih dahulu harus menghentikan sistem atau menunggu sampai MO Disk yang kita gunakan penuh.

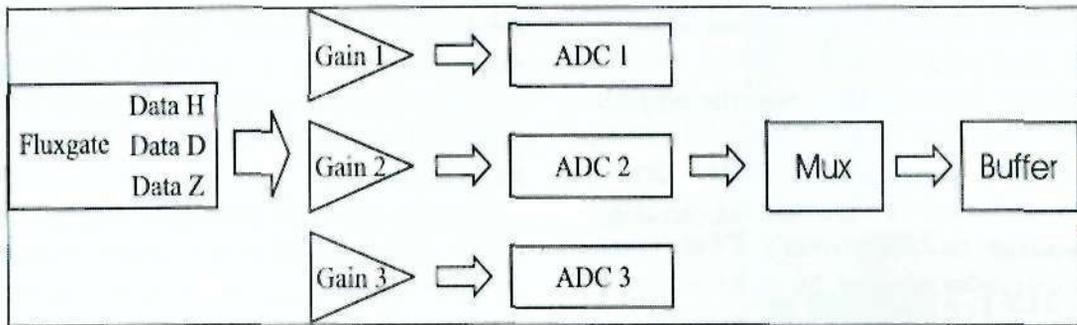
Untuk memecahkan permasalahan tersebut diperlukan suatu sistem akuisisi data yang dilakukan oleh komputer (PC). Penanganan ataupun pengolahan data yang dilakukan oleh komputer akan lebih interaktif, di mana dengan kemampuan sistem yang bisa *multitasking* raemungkinkan untuk dilakukan pengolahan

data, bersamaan dengan perekaman atau akuisisi data. Untuk menunjang keperluan tersebut, dalam makalah ini akan dikembangkan (rancang bangun) suatu sistem akuisisi data *fluxgate* magnetometer meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras akan menggunakan sistem *interfacing* melalui paralel *printer port* dan perangkat lunaknya akan menggunakan bahasa pemograman Pascal/Delphi. Diharapkan, melalui sistem yang akan dibangun ini akan meningkatkan kemampuan sistem akuisisi data yang telah ada sebelumnya dan tentunya meningkatkan performa peralatan ini.

Rancang bangun sistem monitoring ini terdiri dari 2 sasaran pokok yaitu:

- Rancang bangun sistem interfacing ADC (*Analog to Digital Converter*) melalui *parallel printer port*,
- Rancang bangun perangkat lunak sistem akuisisi dan visualisasi data berbasis Pascal.

Gambar 1-1 menunjukkan blok diagram dari rancangan *hardware* yang dibuat.



Gambar 1-1: Blok diagram sistem akuisisi data sistem monitoring *real time* data geomagnet

2 DESKRIPSI SISTEM

2.1 Konversi Sinyal Analog ke Digital

Sinyal analog adalah suatu besaran yang berubah secara kontinyu terhadap waktu. Sehingga, walaupun sinyal hanya berubah-ubah pada suatu daerah yang terbatas, tetapi nilai sesaat yang dapat dicapai sinyal tidaklah terbatas. Sedangkan sinyal digital adalah suatu besaran yang berubah secara diskret, di mana untuk daerah kerja sinyal yang terbatas, harga yang dapat dicapai sinyal juga terbatas.

Secara garis besar proses perubahan sinyal analog menjadi sinyal digital adalah sebagai berikut: mula-mula sinyal analog tersebut dicuplik (*sample*) pada suatu laju periodik, setelah itu sinyal cuplikan tadi dikonversi lebih lanjut ke dalam cuplikan beramplitudo diskret dengan proses kuantisasi. Selanjutnya dikodekan dalam kode biner.

Harga cuplikan dari sinyal analog tidak akan memberikan informasi mengenai bentuk sesungguhnya dari sinyal analog tersebut, maka sinyal cuplikan tadi dikumpulkan agar membentuk sinyal analog tersebut. Agar dapat menghasilkan sinyal analog yang tepat maka sinyal analog tersebut harus dicuplik lebih sering. Dengan kata lain laju pencuplikan minimum dua kali frekuensi tertinggi yang terdapat pada sinyal analog tersebut. Jadi apabila suatu sinyal analog mempunyai frekuensi tertinggi F_m maka laju pencuplikan minimum harus $2 \times f_m$ cuplikan/detik.

Konverter ADC adalah suatu rangkaian elektronik yang mampu

merubah sinyal analog menjadi sinyal digital dilukiskan dengan kode bilangan, umumnya dari sistem bilangan berbasis dua atau biner, untuk menyatakan digit-digit yang membentuk kode bilangan hanya diperlukan dua level tegangan saja. Misalnya bit 1 untuk level tegangan tinggi dan 0 untuk level tegangan rendah.

Waktu Konversi

Secara umum, waktu konversi adalah waktu yang dibutuhkan konverter untuk menghasilkan sinyal digital dari sinyal masukan analog. Untuk konverter yang diprogram, waktu konversi adalah selang waktu antara datangnya perintah untuk melaksanakan konversi dan munculnya sinyal digital. Sedangkan konverter yang bersifat '*continoues tracking*', waktu konversi adalah selang waktu antara saat terjadinya perubahan pada level sinyal masukan dan saat sinyal digital mencapai nilai baru. Untuk sinyal analog dengan laju perubahan yang besar, digunakan konversi IC ADC dengan tipe HI 741 AJD.

Level Kuantisasi

Pada suatu konverter ADC dengan keluaran sinyal digital n bit, akan ada 2^n bentuk keluaran yang berbeda. Bila daerah kerja sinyal masukan analog dibagi menjadi 2^n bagian, maka tiap bagian tersebut menyatakan suatu level kuantisasi. Jadi, daerah kerja sinyal analog dikuantisasi menjadi 2^n level kuantisasi, di mana setiap level kuantisasi dinyatakan oleh salah satu dari 2^n keluaran biner. Digital out put n bit \rightarrow ada 2^n bentuk output digital

Daerah sinyal analog di kuantisasi/dibagi menjadi $2n-1$ bagian

Untuk $n=12 \rightarrow$ ada **212** bentuk *output* digital

jika daerah sinyal analog $\pm 10 \text{ V} = 20\text{V}$, maka perubahan **1 bit** sinyal analog akan sebesar

$$20 \text{ volt}/212-1 = 0.004484 \text{ volt}$$

$$\frac{1}{2} \text{ LSB di atas negative full scale} = -10\text{V} \pm 0.004484/2 = -9.997558 \text{ V}$$

$$1\frac{1}{2} \text{ LSB di bawah negative full scale} = 10\text{V} \pm 1.5(0.004484) = 9.992674 \text{ V}$$

2.2 Struktur Dasar Sistem Personal Computer (PC)

Struktur dasar sistem PC terdiri atas tiga bagian yaitu : mikroprocessor, sistem memori, dan input/output.

Adapun fungsi dari masing-masing adalah:

a. Mikroprocessor

Mikroprocessor merupakan otak dari komputer yang melaksanakan sebagian fungsi (*Control Processing Unit, CPV*) dan unit aritmatika dan logika (*Arithmetic and Logical Unit, ALU*). Unit aritmatika dan logika melaksanakan operasi aritmatika. Fungsi aritmatika yang lazim termasuk penjumlahan dan pengurangan operasi logika yang lazim termasuk logika AND, OR dan operasi penggeseran.

b. Sistem memori terdiri atas *Random Access Memory (RAM)* dan *Read Only Memory (ROM)*

RAM adalah memori baca/tulis. Isinya dapat ditulis atau dibaca. Pembacaan dari sebuah RAM adalah tidak merusak (nondestruktif), artinya tidak merusak informasi yang dibaca. RAM adalah memori yang mudah terhapus (*volatile*) artinya bilamana daya dimatikan, isi yang terdapat pada RAM akan hilang. RAM dipakai untuk menyimpan program dan data.

c. *Input/Output (I/O)*

Bagian yang merupakan sarana komunikasi dengan dunia luar. Salah satu sarana *input* biasanya sebuah keyboard.

Keyboard merupakan perangkat untuk memasukkan data ke PC, sedangkan monitor, printer merupakan sarana *output* yaitu perangkat untuk menampilkan hasil ke pemakai.

Memori dan perangkat *input/output (I/O)* dihubungkan ke mikroprocessor melalui tiga buah bus yaitu: address bus, data bus, dan control bus.

Perangkat *input/output* dapat dikendalikan oleh PC melalui ke tiga bus tersebut.

Perangkat *input* memberi data ke PC melalui data bus, selanjutnya dari data tersebut PC mengolah/memproses sehingga menghasilkan keluaran.

2.3 Sistem Pengendali Berbasis PC

Sistem pengendali berbasis PC pada umumnya terdiri atas : sensor, penguat instrumentasi, *interface card* dan pengendali (perangkat lunak). Sensor sebagai alat masukkan berfungsi mengukur besaran yang akan diatur, lalu mengubah besaran tadi menjadi keluaran dalam bentuk tegangan. Keluaran sensor mempunyai sinyal yang kecil dalam orde mV sehingga harus dikuatkan agar dapat terbaca oleh perangkat *interface*, penguatan ini dilaksanakan oleh penguat instrumentasi yang menjadi *input* dari perangkat *interface*, lalu *interface card* mengubah sinyal dalam bentuk analog diubah ke bentuk keluaran digital yang mewakili harga untuk setiap harga sinyal analog yang dicuplik, kemudian PC membaca sinyal digital tersebut, hasil dari pembacaan kemudian dibandingkan dengan data yang tersimpan di RAM.

Pengaturan atau pengendalian *interface* tersebut dilaksanakan oleh PC melalui beberapa koneksi yang ada diantaranya melalui konektor serial, konektor paralel, PCI, ISA atau pun konektor USB.

2.4 Komponen yang Dibutuhkan

Pada rancangan ini pengendalian akan dilakukan melalui konektor *Parallel Port Printer* dengan menggunakan bahasa

pemrograman Pascal dan komponen yang dibutuhkan adalah:

- ADC beserta komponen pendukungnya untuk mengubah sinyal analog ke digital,
- OP-Amp beserta komponen pendukungnya untuk penguatan sinyal yang masuk,
- t Buffer,
- Rangkaian Power Supply.

Printer Port (Paralel Port)

Printer port pada komputer pribadi sering disebut pula sebagai *parallel port* karena komunikasi data pada port ini adalah menggunakan format paralel. Pada printer port terdapat beberapa buah jenis sinyal yang mempunyai fungsi spesifik yang pada mulanya digunakan untuk menghubungkan komputer dengan mesin pencetak (*printer*). Sinyal tersebut adalah: sinyal Data, sinyal *Printer Control* (PC), dan sinyal *Printer Status*(PS).

Namun pada sinyal data sebenarnya mampu bekerja dua arah, sehingga port ini dapat digunakan sebagai port masukan dan keluaran (*input/output*) pada komputer.

Nama *printer port* ini pada BIOS (*Basic Input Output System*) di komputer adalah port LPT 1 yang mempunyai alamat dan nama register yang dapat dilihat pada Tabel 2-1.

Tabel 2-1: ALAMAT DAN FUNGSI REGISTER PADA LPT 1

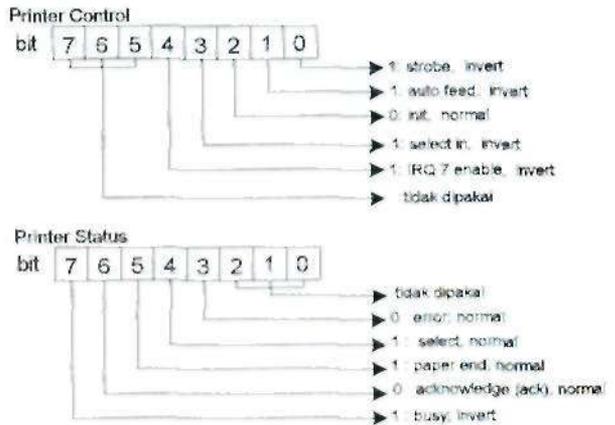
Alamat	Sifat	Nama Register
\$378	R/W	Data Port (DP) , 8 bit
\$37A	R/W	Printer Control (PC), 5 bit
\$ 379	R	Printer Status (PS), 5 bit

Keterangan:

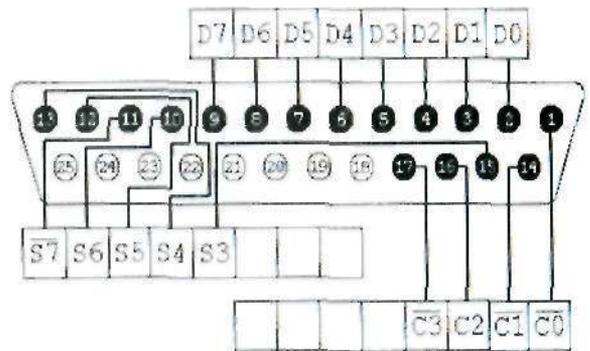
R = read, bisa dibaca; W = write, dapat ditulis

Untuk register *Printer Control* hanya 4 dari 5 bit PC yang mempunyai keluaran di konektor DB - 25, yaitu bit

ke-5. Sedang bit 0, 1, dan 3 keluarannya bersifat invert. Artinya bit 0, 1, dan 3 berlogika 0 jika sedang aktif. Begitu juga pada bit ke-7 pada register *Printer Status* yang mempunyai sifat invert (<http://www.logyx4you.com>). Gambar 2-2 dan Tabel 2-2 menunjukkan susunan pin konektor DB - 25 beserta tabel deskripsi pin-pin dari *printer port*.



Gambar 2-1: Skema bit pada PC dan PS



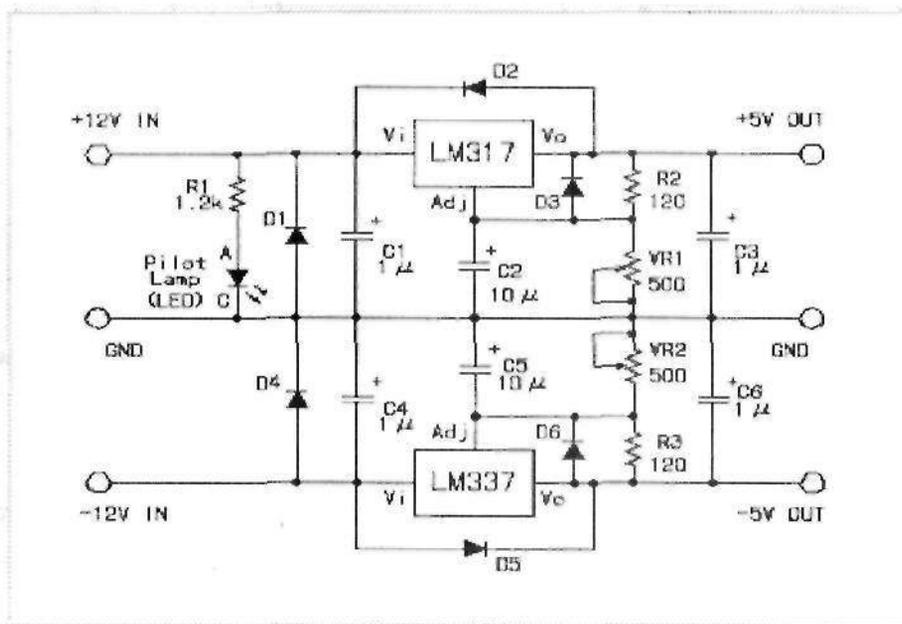
Gambar 2-2: Pin out port printer

Power Supply

Supply tegangan yang dibutuhkan untuk sistem ini adalah tegangan +5V, -5V, +12V dan -12V, dimana $\pm 5V$ untuk konsumsi ADC dan tegangan referensinya, sedangkan $\pm 12V$ di butuhkan untuk rangkaian Op-Amp. Untuk keperluan tegangan tersebut kami mendapatkan rangkaiannya dari alamat <http://www.interq.or.jp> dan pada Gambar 2-3 adalah contoh rangkaian lengkap power supply untuk tegangan referensi -5 V dan + 5V yang bisa di atur sampai -12V dan +12V.

Tabel 2-2: DESKRIPSI PIN PORT PRINTER

Pin No (DB25)	Signal Name	Direction	Register - bit	Inverted
1	nStrobe		Control-0	Yes
2	Data0	In/Out	Data-0	No
3	Data1	In/Out	Data-1	No
4	Data2	In/Out	Data-2	No
5	Data3	In/Out	Data-3	No
6	Data4	In/Out	Data-4	No
7	Data5	In/Out	Data-5	No
8	Data6	In/Out	Data-6	No
9	Data7	In/Out	Data-7	No
10	nAck	In	Status-6	No
11	Busy	In	Status-7	Yes
12	Paper-Out	In	Status-5	No
13	Select	In	Status-4	No
14	Linefeed	Out	Control-1	Yes
15	nError	In	Status-3	No
16	nlInitialize	Out	Control-2	No
17	nSelect-Printer	Out	Control-3	Yes
18-25	Ground	-	-	-



Gambar 2-3: Rangkaian power supply ± 5 V

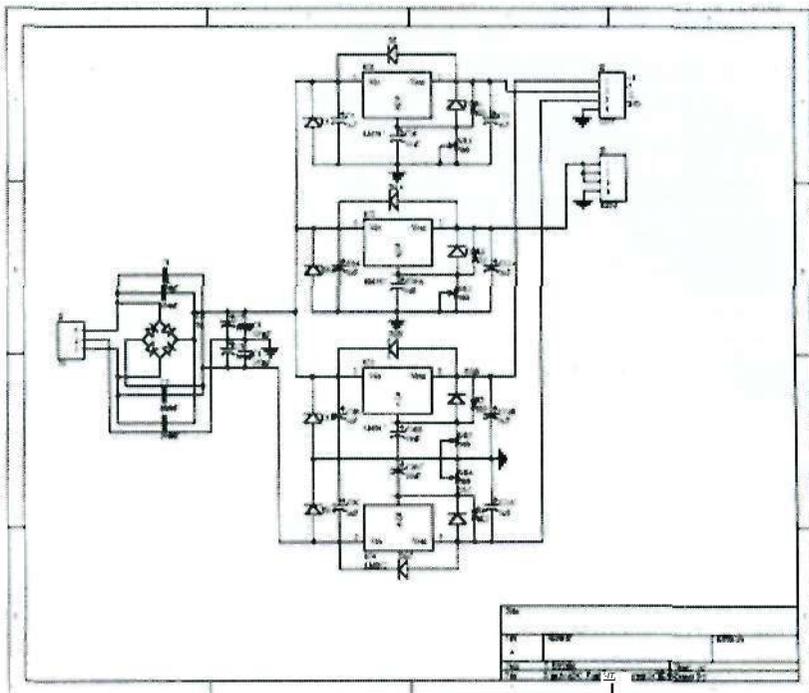
3 IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Perancangan Perangkat Keras

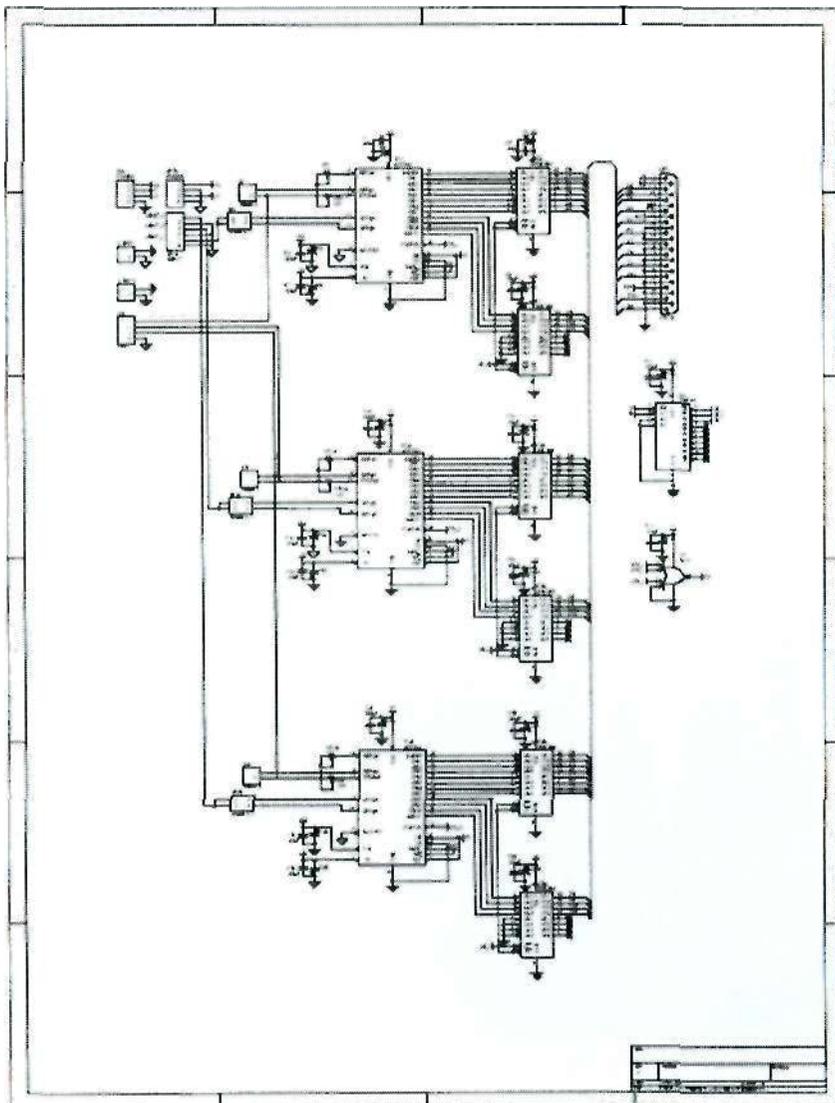
Pada perancangan *hardware* ini ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu pembuatan skematik diagram, pembuatan *lay Out* PCB, pencetakan PCB pada papan PCB serta pengujian koneksi PCB, di bawah ini adalah penjelasan lengkapnya.

Pembuatan skematik diagram

Untuk membuat *lay out* peb di-
perluken rancangan skematiknya ter-
lebih dahulu, pembuatan skematik
diagram ini dikerjakan dengan meng-
gunakan S/W EDA Client, dan di bawah
ini adalah skematik diagram yang telah
di buat untuk *Power Supply*, Sistem
Akuisisi Data dan Rangkaian Op-Amp.



Gambar 3-1: Skematik diagram *power supply*

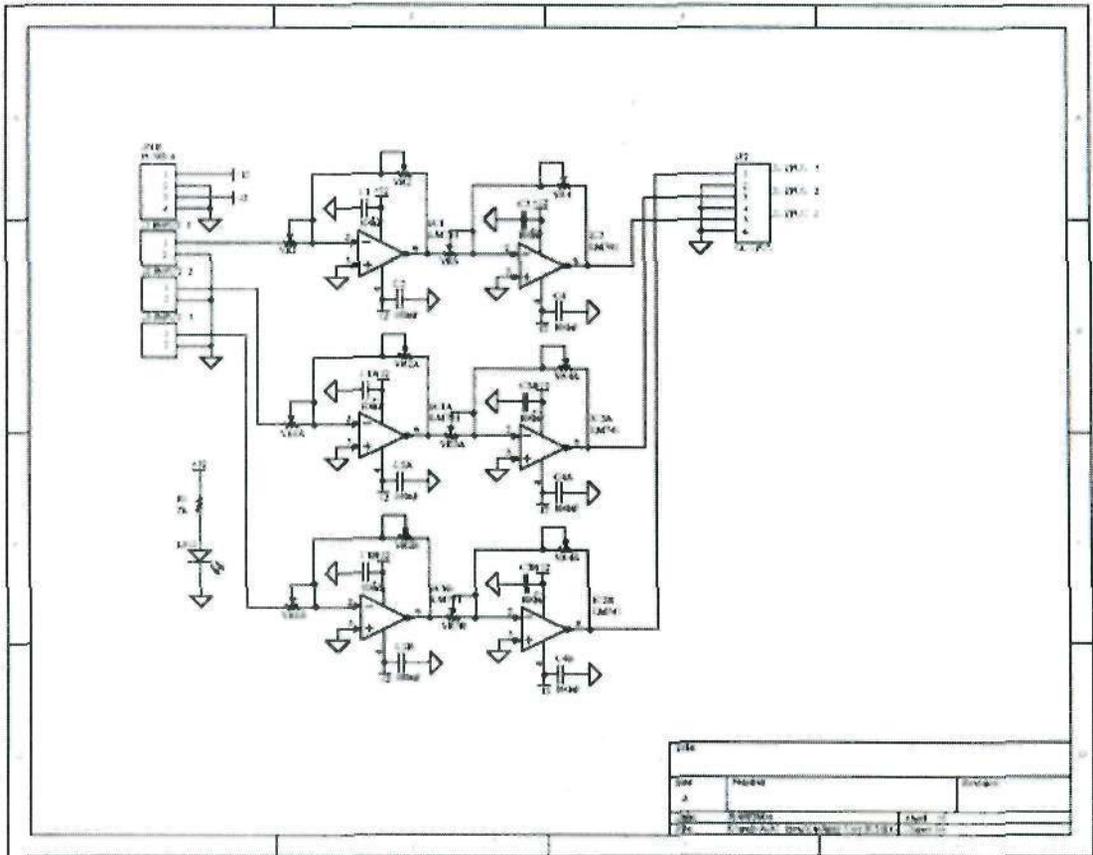


Gambar 3-2: Skematik sistem akuisisi

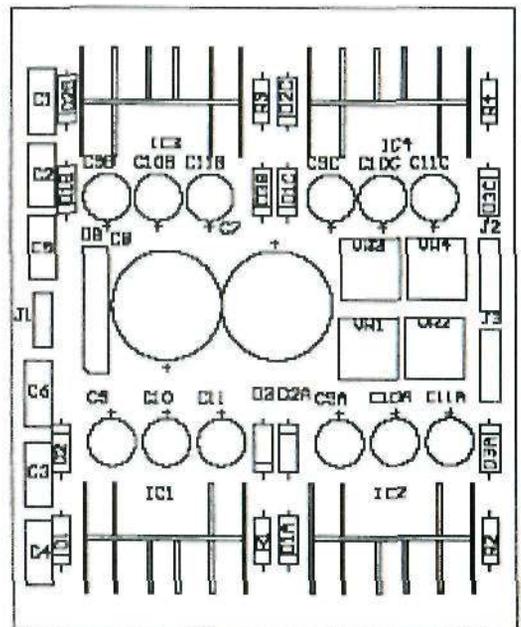
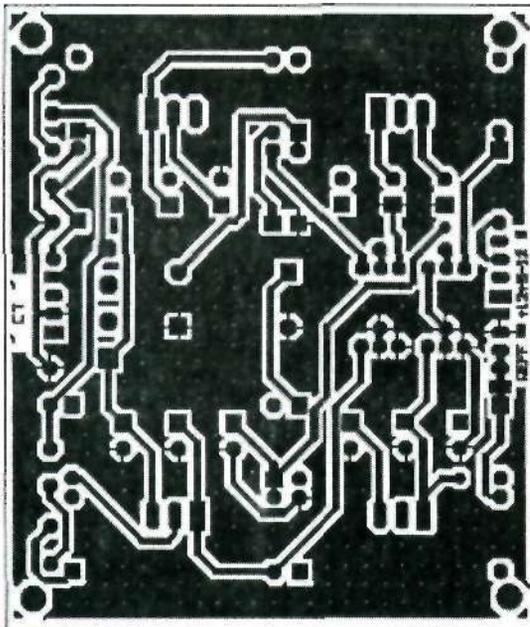
Pembuatan Lay Out Pcb

Dari skematik diagram tersebut kemudian dibuat *layout* Pcb-nya dengan menggunakan S/W Protel, untuk kemu-

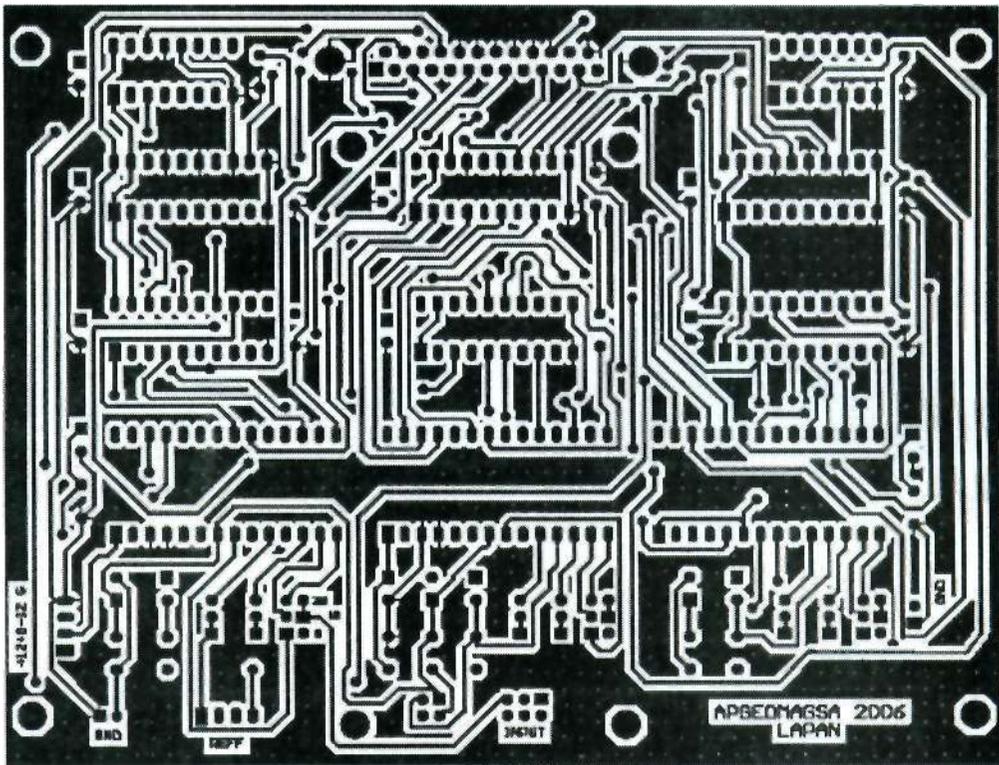
dian dicetak pada papan PCB yang sebenarnya. Di bawah ini adalah gambar *layout* PCB dari Power Supply dan salah satu PCB Akuisisi data.



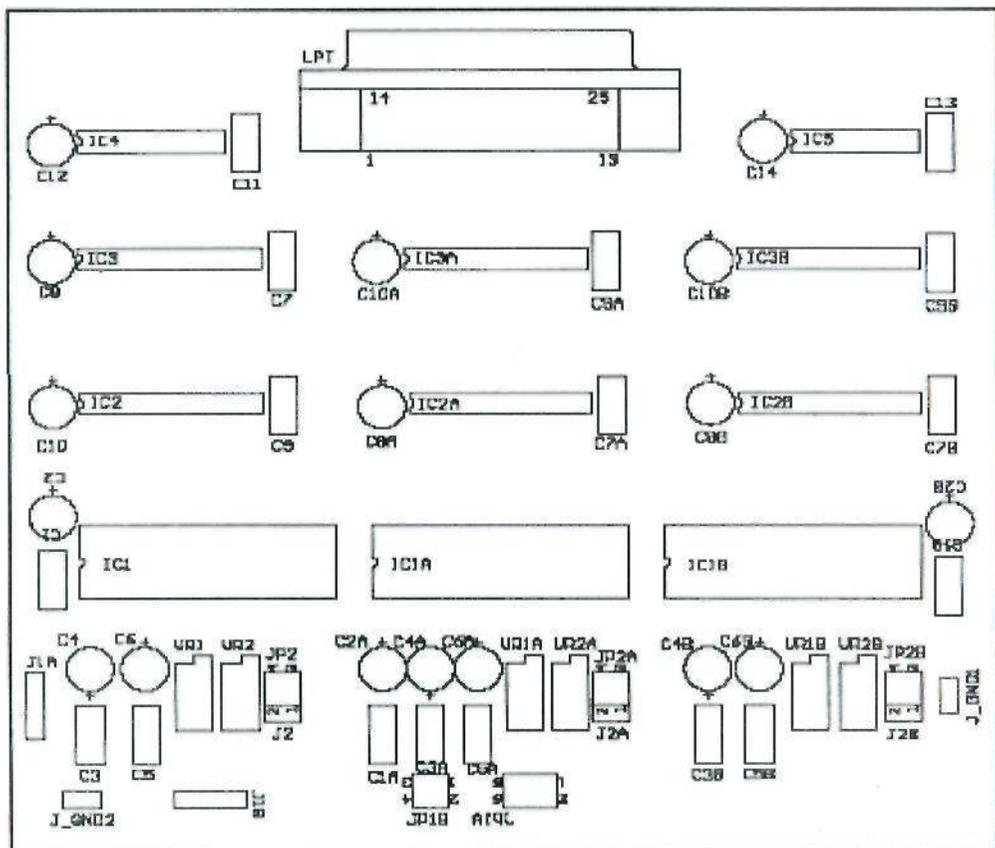
Gambar 3-3: Skematik ap-amp



Gambar 3-4: LayOut PCB dan tata letak komponen modul *power supply*



Gambar 3-5a: Layout PCB modul akuisisi data

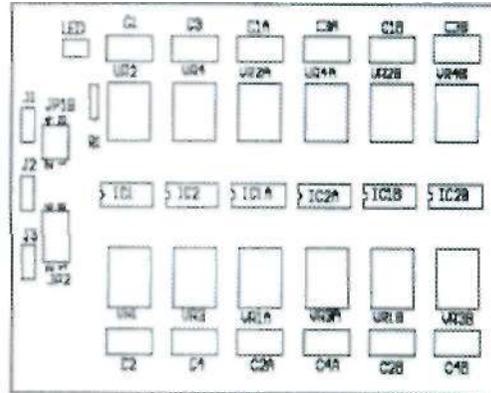
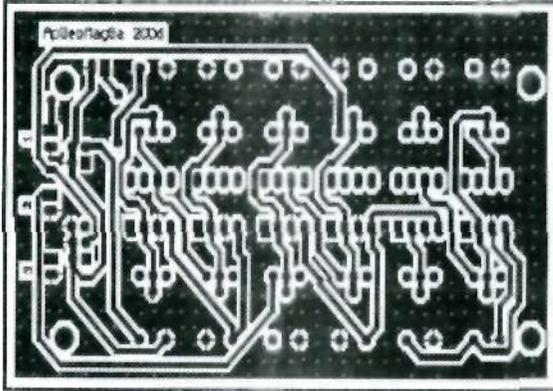


Gambar 3-5b: Tata letak komponen modul akuisisi data

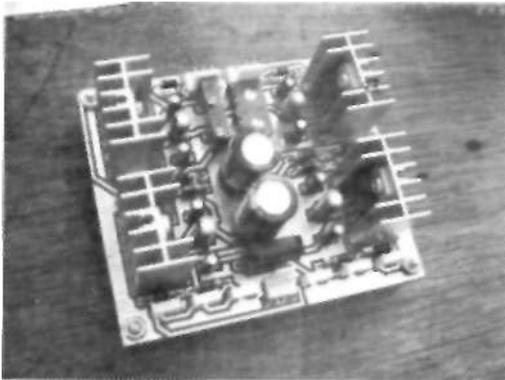
Perakitan Komponen dan penempatan modul pada casing

Pada tahapan ini rancangan *hardware* sudah direalisasi ke dalam bentuk modul-modul PCB (Modul Power Supply 317, Modul Op-Amp dan Modul Akuisisi Data) seperti yang terlihat pada Gambar 3-7a, b, dan c.

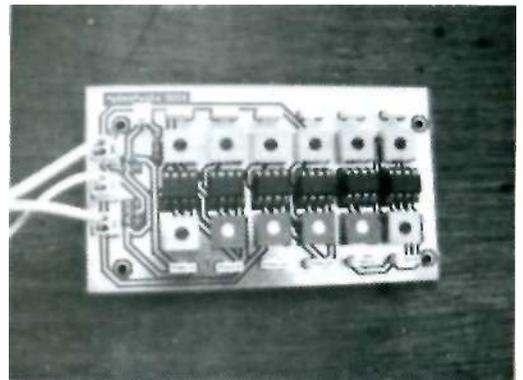
Kemudian modul-modul PCB yang telah dibuat tersebut (Modul PWS317, Modul Aquisisi Data, Modul Op-Amp) diatur penempatannya pada casing yang tersedia dengan posisi yang telah dirancang sebelumnya seperti tampak pada Gambar 3-8a, dan b.



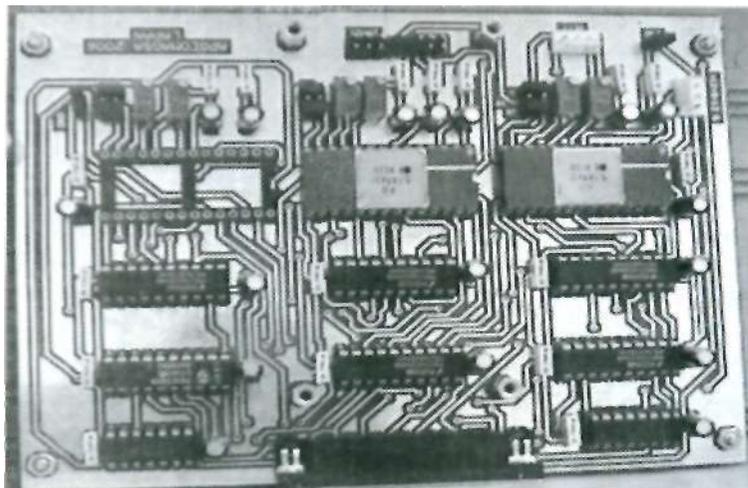
Gambar 3-6:Lay out PCB tata letak komponen modul op-amp



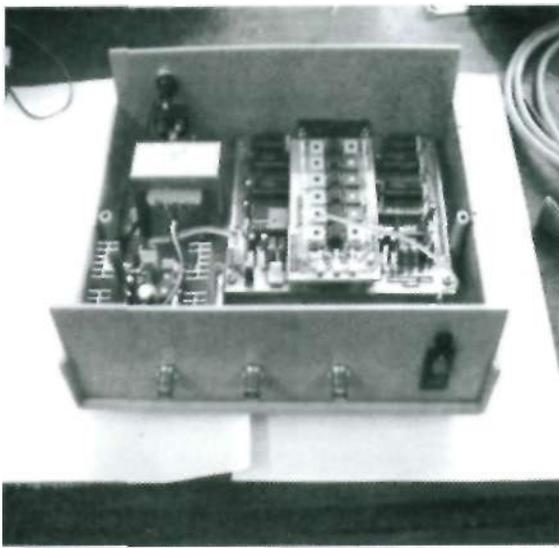
3-7a:Modul power supply



3-7b:Modul Op-Amp



3-7c:Modul akuisisi data



(a)



(b)

Gambar 3-8: Real time monitoring data sistem HW

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi* di mana pada aplikasi ini terdiri dari beberapa unit di antaranya; *Main Unit*, *Maintenance Unit*, *Running Unit*, *Input Output Unit*, dan *Thread Unit*

Main Unit

Main unit merupakan unit utama dalam *software* ini yang berfungsi untuk melakukan koordinasi antara unit-unit yang lain. *Unit* ini merupakan awal dari jalannya aplikasi, dan merupakan bagian utama dari *Integrated Development Environment (IDE)* aplikasi. Desain *form* dari unit ini terdiri atas beberapa *object* di antaranya *form*, *ADO Connection*, *menu*, *timer*, dan *statusbar*.

Maintenance Unit

Maintenance unit merupakan unit yang berfungsi untuk melakukan *setting* terhadap beberapa *parameter* yang dibutuhkan pada saat *runtime* aplikasi terutama pada saat pembacaan data. Dan parameter-parameter itu antara lain adalah:

- Parameter untuk pembacaan data
 - Tanggal,
 - ⁿ Periode pengambilan data,
 - ^a Batas pengukuran.

◦ Periode pembuatan file

^D Kode stasiun pengamatan hal ini berhubungan dengan pembuatan file

Running Unit

Running unit merupakan unit yang berfungsi untuk melakukan pembacaan data, penyimpanan data, menampilkan data (dalam bentuk grafik) serta *upload* data.

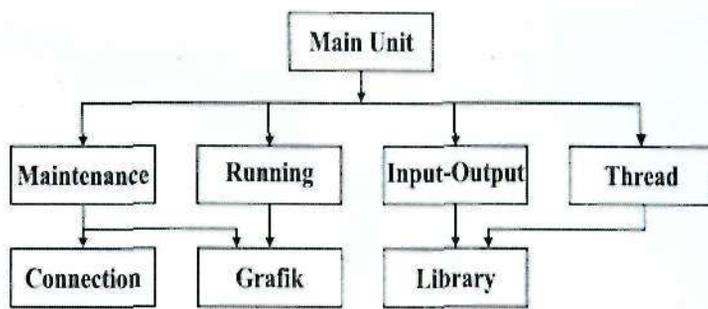
Input Output Unit

Input-Output Unit merupakan unit yang berfungsi untuk melakukan komunikasi antara komputer (*port Ipt*) dengan alat akuisisi. Untuk dapat melakukan akses (*port Ipt*) pada suatu komputer tergantung juga dari *Operating System* yang digunakan.

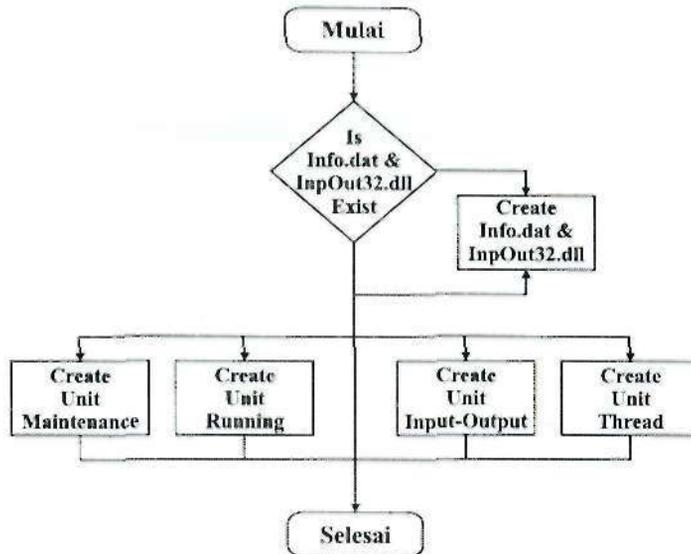
Thread Unit

Thread Unit merupakan unit yang berfungsi untuk menangani masalah *multitasking* dengan penjadwalan waktu prosesor. Dengan adanya penjadwalan ini kerja dari suatu aplikasi/unit tidak akan terganggu oleh aplikasi/unit lain yang sedang berjalan pada waktu bersamaan, dengan kata lain adanya *multitasking*.

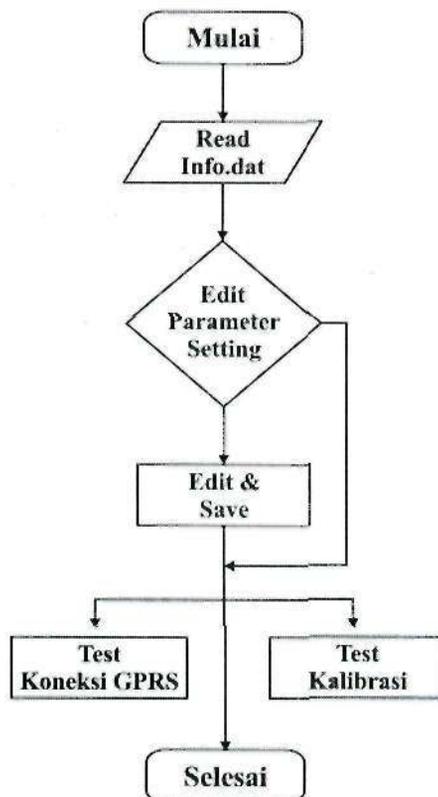
Thread unit ini sangat diperlukan pada aplikasi terutama pada proses pembacaan data agar tidak terjadi kehilangan data.



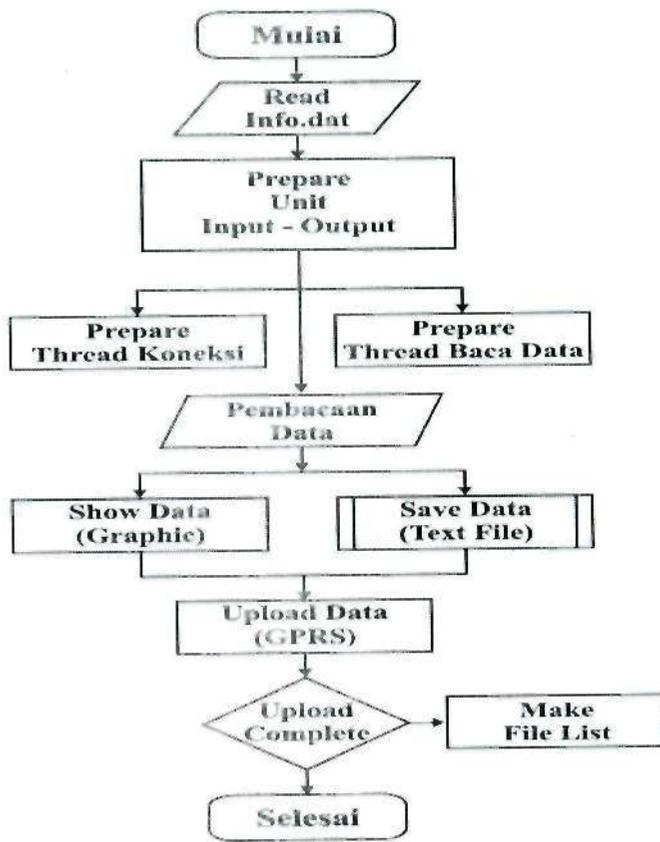
Gambar 3-9: Blok diagram perangkat lunak



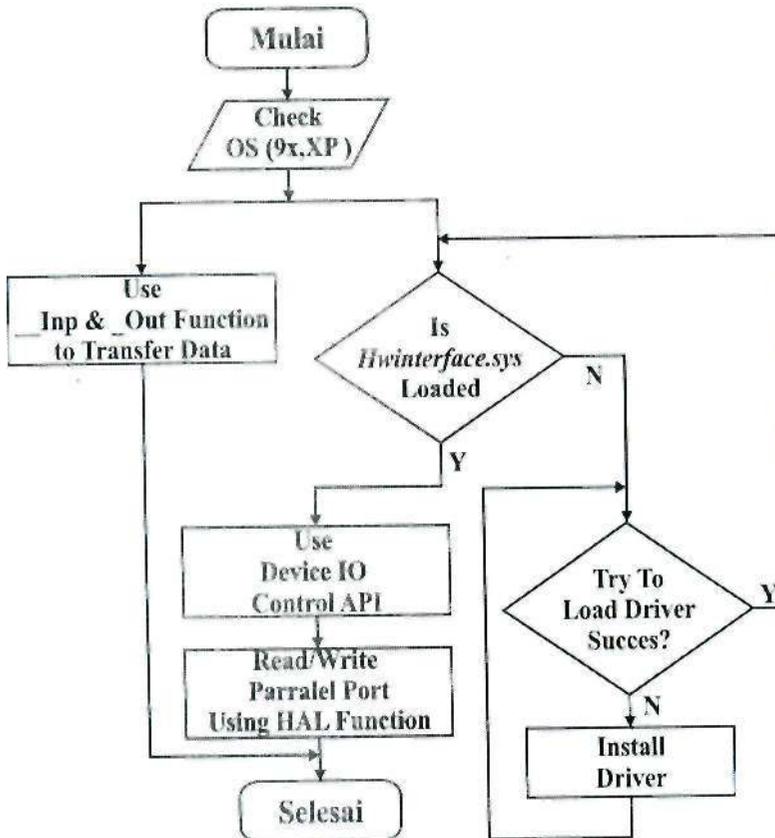
Gambar 3-10: Blok diagram main program



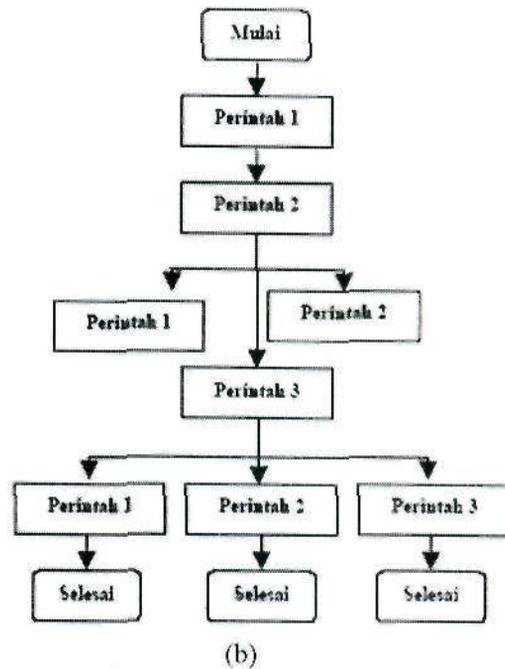
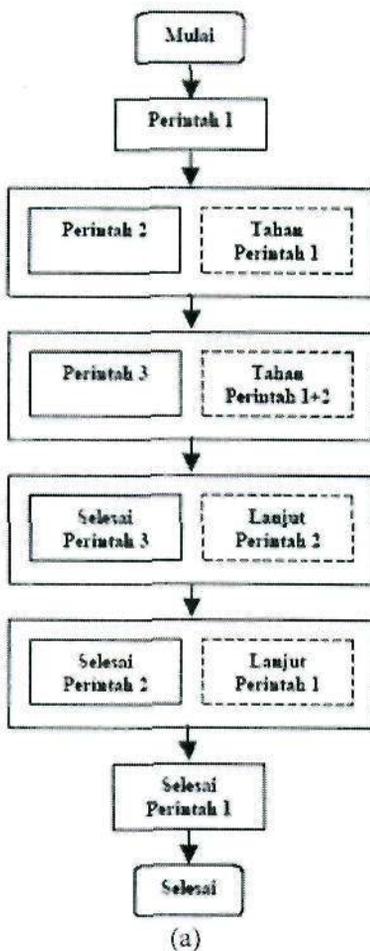
Gambar 3-11: Blok diagram *maintenance unit*



Gambar 3-12: Blok diagram *running unit*



Gambar 3-13: Blok diagram I/O Unit



Gambar 3-14: a. Alur tanpa thread, b. Alur dengan thread

Gambaran Umum Software

Bagian-bagian pokok dalam *software* ini antara lain:

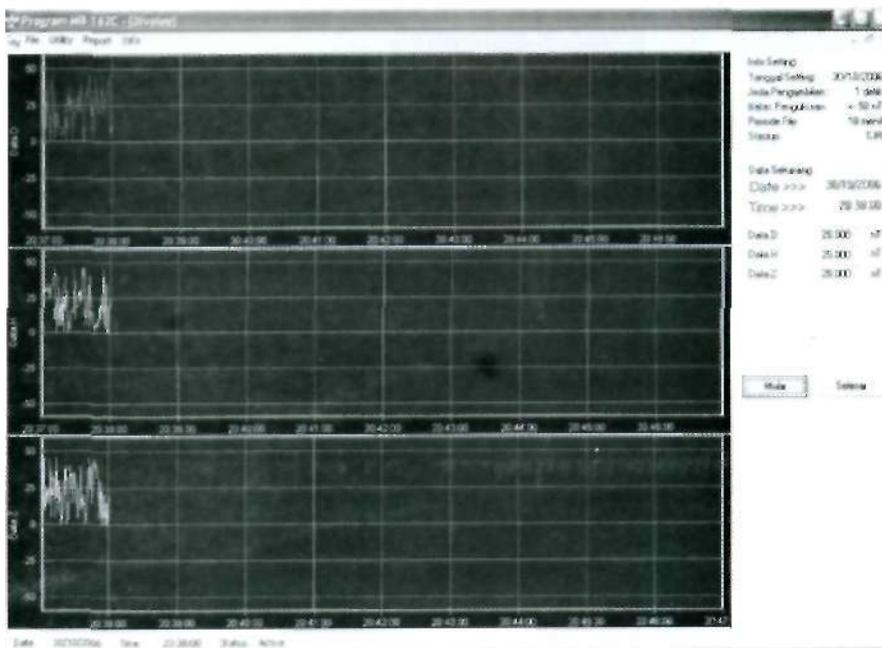
- Dapat melakukan komunikasi antara komputer (*port Ipt*) dengan *interface*,
- Dapat melakukan penyimpanan data dalam format text file,
- Dapat melakukan pengolahan data yang telah tersimpan (menampilkan dan mengedit data),
- Dapat melakukan koneksi GPRS, untuk *upload* data.

Secara *package* *software* ini terdiri atas beberapa file antara lain:

- Folder Data : Untuk menyimpan file-file pembacaan data.
- Folder Image : Untuk menyimpan image yang dibutuhkan

oleh *software* di antaranya icon, bmp.

- Info.dat File untuk menyimpan parameter setting dari alat.
- Help.chm File help untuk keperluan tutorial pengoperasian *software*.
- Inpout32.dll Library untuk melakukan pembacaan port terutama pada OS *Windows XP*.
- BuffFile.ini Digunakan sebagai file inialisasi untuk menyimpan list file yang akan di *upload*.
- BuffConn.ini Digunakan sebagai file inialisasi untuk menyimpan setting parameter koneksi GPRS.
- MB162C.Exe File execute.



Gambar 3-15: *Running form*

HASIL

Dari rangkaian kegiatan tersebut diperoleh suatu sistem akuisisi data (*hardware*), perangkat lunak dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi, serta file data dalam bentuk file biner (*binary file*).

Secara umum sistem dengan 3 buah ADC ini melakukan sampling 3 buah data masukan (komponen H, D dan Z) secara bersamaan kemudian dibaca secara bergantian melalui multiplexer yang diatur dengan perangkat lunak yang sudah terintegrasi.

Gambar 3-8a, dan b adalah alat yang telah berhasil dibuat dan di bawah ini adalah spesifikasi teknis yang telah dibuat

Karakteristik/spesifikasi alat

Kondisi Operasi

Temperatur : 0 s.d + 50°C
 Temperatur Penyimpanan: -30 s.d + 60°C
 Konsumsi Daya

Power Supply

AC 220V ±20V 50/60 Hz 20VA
 DC ± 5V, ± 12V 5W

Karakteristik Pengukuran:

Kanal Pengukuran : 3 kanal

Range Medan magnet 0 - 500 nT
 Range Pengukuran ±10Vdc
 Resolusi 12 Bit
 Akurasi ± 0.0044884 Vdc pada setiap kenaikan bit

Waktu pengambilan data : per 1 detik

Operator Console

Dimensi : 6.5 x 16.5 x 20 cm

Berat : 850 gr

Dari hasil percobaan tersebut data-data yang terekam disimpan dalam file biner dalam bentuk file 10 menit dengan kapasitas memori untuk setiap filenya sekitar 4 Kb dengan format nama file GyyMMddHHn. Ext dimana :

G : Kode Geomagnet

yy : Format tahun

MM: Format bulan

dd : Format tanggal

HH : Format Jam

n : Format menit (periode menit untuk pembuatan file per 10 menit n akan bernilai 0-5).

Di bawah ini adalah contoh dari isi file data yang telah tersimpan dari file 061215100.TJR.

```

File Edit Options Help
00000000: 54 4A 52 20 20 20 20 20|20 32 30 30 36 20 31 32 | TJR      2006 12
00000010: 20 31 35 20 4C 54 3D 20|20 20 39 20 44 54 3D 20 | 15 LT=  9 DT=
00000020: 20 31 20 43 50 4D 20 00|0A 48 3D 20 20 37 2E 36 | 1 CPH H=  7.6
00000030: 33 65 2D 30 33 20 44 3D|20 20 37 2E 36 33 65 2D | 3e-03 D=  7.63e-
00000040: 30 33 20 5A 3D 20 20 37|2E 36 33 65 2D 30 33 20 | 03 Z=  7.63e-03
00000050: 6E 54 2F 4C 53 42 20 20|0D 0A 67 70 73 20 39 39 | nT/LSB H=  ggs 99
00000060: 39 39 00 0A 1A 00 00 00|00 00 00 00 F0 BE 90 01 | 99 H=  ggs 99
00000070: C0 06 00 BF 70 01 A0 06|00 BF 80 01 70 06 A0 BC | H=  ggs 99
00000080: 90 01 F0 06 00 BF 30 01|70 06 F0 BE 80 01 A0 06 | H=  ggs 99
00000090: 10 BF 50 01 80 06 F0 BE|70 01 90 06 20 BF 40 01 | H=  ggs 99
000000A0: 70 06 F0 BE 50 01 90 06|10 BF 40 01 80 06 00 BF | H=  ggs 99
000000B0: 80 01 70 06 10 BF 40 01|A0 06 00 BF 90 01 90 06 | H=  ggs 99
000000C0: 10 BF 50 01 80 06 00 BF|80 01 80 06 10 BF 40 01 | H=  ggs 99
000000D0: 80 06 00 BF 80 01 90 06|10 BF 40 01 70 06 20 BF | H=  ggs 99
000000E0: 90 01 A0 06 10 BF 40 01|70 06 10 BF A0 01 A0 06 | H=  ggs 99
000000F0: 20 BF 50 01 60 06 10 BF|C0 01 A0 06 20 BF 50 01 | H=  ggs 99
00000100: 70 06 00 BF A0 01 C0 06|10 BF 60 01 80 06 00 BF | H=  ggs 99
00000110: 90 01 80 06 10 BF 60 01|70 06 10 BF 80 01 80 06 | H=  ggs 99
00000120: 20 BF 70 01 70 06 20 BF|A0 01 90 06 20 BF 70 01 | H=  ggs 99
00000130: 70 06 20 BF A0 01 A0 06|20 BF 70 01 90 06 20 BF | H=  ggs 99
00000140: 80 01 80 06 20 BF 70 01|A0 06 10 BF 90 01 70 06 | H=  ggs 99
00000150: 10 BF 70 01 A0 06 20 BF|60 01 A0 06 20 BF A0 01 | H=  ggs 99
00000160: 70 06 20 BF 50 01 80 06|10 BF 80 01 80 06 F0 BE | H=  ggs 99
00000170: 80 01 80 06 80 BE 60 01|80 06 20 BF A0 01 80 06 | H=  ggs 99
00000180: 30 BF 70 01 70 06 20 BF|80 01 A0 06 20 BF 60 01 | H=  ggs 99
00000190: 80 06 20 BF 80 01 80 06|20 BF 70 01 90 06 20 BF | H=  ggs 99
000001A0: A0 01 80 06 20 BF 80 01|A0 06 50 BE 80 01 90 06 | H=  ggs 99
000001B0: 20 BF A0 01 80 06 20 BF|60 01 80 06 20 BF 80 01 | H=  ggs 99
000001C0: C0 06 30 BF 70 01 80 06|20 BF A0 01 80 06 40 BF | H=  ggs 99
000001D0: 70 01 80 06 30 BF 80 01|A0 06 C0 BE 90 01 C0 06 | H=  ggs 99
000001E0: F0 BC 80 01 C0 06 20 BF|90 01 80 06 30 BF 70 01 | H=  ggs 99
000001F0: 80 06 20 BF 80 01 C0 06|30 BF 60 01 70 06 30 BF | H=  ggs 99
00000200: C0 01 C0 06 40 BF 60 01|90 06 30 BF C0 01 C0 06 | H=  ggs 99
00000210: 40 BF 60 01 90 06 20 BF|C0 01 80 06 50 BF 60 01 | H=  ggs 99
00000220: 80 06 30 BF 80 01 A0 06|30 BF 60 01 80 06 40 BF | H=  ggs 99
00000230: C0 01 A0 06 30 BF 60 01|80 06 30 BF 00 02 80 06 | H=  ggs 99
00000240: 40 BF 80 01 90 06 40 BF|D0 01 90 06 40 BF 70 01 | H=  ggs 99
    
```

Gambar 4-1: Contoh isi file biner

Hasil perbandingan data pengukuran dan data yang terbaca oleh sistem dapat dilihat pada Tabel 5-1.

5 KESIMPULAN

Dari hasil pengetesan secara keseluruhan dari alat yang terkoneksi dengan PC maka dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring realtime* data geomagnet ini dapat digunakan untuk melakukan akuisisi data geomagnet dari sistem *fluksgate magnetometer* MB-162C dan melakukan *upload* data dengan menggunakan koneksi GPRS secara *real time*

DAFTAR RUJUKAN

<http://www.beyondlogic.com>, PC Serial and Parallel Port. Perangkat lunak and Interfaces. Interfacing the Enhanced Parallel Port.

<http://www.logix4you.com>, *Parallel Port Interfacing Tutorial*.

<http://www.alldatasheet.com>. Garrison, P., 1989. *Turbo Pascal untuk Pemrograman Basic*.

Haryanto, C. E., 2004, *Pengembangan Interface Fluksgate Magnetometer*, Laporan Teknis Intern Pustafsainsa.