

PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI MAGNETOMETER PROTON

Agus Salim, Harri Bangkit, Moch. Andi Aries
Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN

ABSTRACT

Proton Magnetometer G-866, will be planed to install permanently in Tanjungsari observatory, so require is developed by system of acquitition base on PC in the place of system of acquitition conventional which owned by Proton Magnetometer G-866 itself. To develop system of acquitition base on this PC require to be made by hardware and software, Hardware which made cover serial communications interfacing through port of RS232, external trigger and cycle of power Proton Magnetometer G-866. Selection of software supply cover to operate the system of PC and making data logger programm use turbo basic as commando of aquisition. Developing of this aquisition system is expected, the data of Proton Magnetometer G-866 can be processed digitally. So that, the facilities could supporting reseachers to analyse daily data variation of Proton Magnetometer G-866.

ABSTRAK

Proton Magnetometer G-866, rencananya akan ditempatkan secara permanen di SPD Tanjungsari, sehingga perlu dikembangkan sistem akuisisi berbasis PC sebagai pengganti sistem akuisisi konvensional yang dimiliki oleh Proton Magnetometer G-866 itu sendiri. Untuk mengembangkan sistem akuisisi berbasis PC ini perlu dibuat perangkat keras dan lunak. Perangkat keras yang dibuat meliputi *interfacing* komunikasi serial melalui port RC232, *trigger* eksternal *cycle* dan *power supply* Proton Magnetometer G-866. Sedangkan perangkat lunak meliputi pemilihan sistem operasi PC dan pembuatan *Program Data Logger* menggunakan *Turbo basic* sebagai komando akuisisi. Dengan dikembangkannya sistem akuisisi ini diharapkan data Proton Magnetometer dapat langsung diolah secara digital, sehingga memudahkan para peneliti untuk menganalisa variasi data harian Proton Magnetometer G-866.

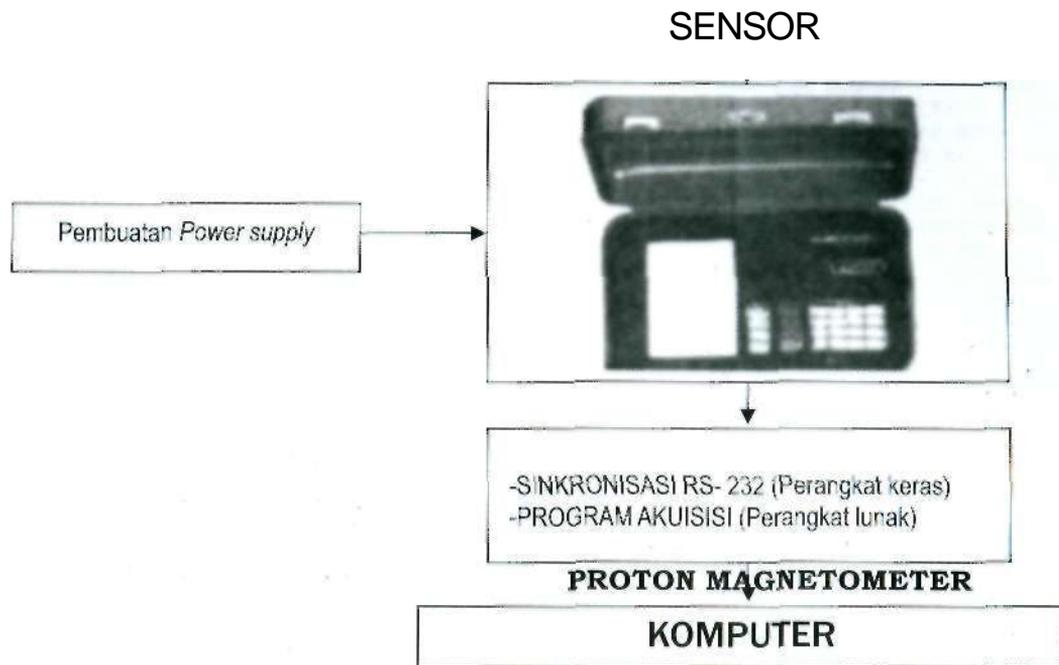
1 PENDAHULUAN

Sistem akuisisi Magnetometer Proton yang telah dioperasionalkan di LAPAN Bandung sangat membebani para peneliti dalam memperoleh dan mengolah datanya. Hal ini disebabkan data yang diperoleh masih dalam bentuk angka pada kertas *recorder*, di mana jika *roller* kertas telah penuh (kira-kira akuisisi selama 15 menit) membuat *roller* itu macet sehingga kertas yang berisi data akan terlipat-lipat (kusut), dan peneliti harus mengentri datanya ke dalam komputer untuk pengolahan selanjutnya.

Akuisisi analog konvensional sangat tidak cocok untuk akuisisi yang

dilakukan secara kontinu, apalagi jika Magnetometer Proton ingin ditempatkan secara permanen di SPD Tanjungsari, sehingga perlu dikembangkan sistem akuisisi digital berbasis komputer melalui port serial RS-232.

Blok diagram di bawah ini menunjukkan sebuah sistem yang lengkap sebagai pengukur variasi geomagnet yang direncanakan saat ini. *Output* sinyal dari keluaran sensor diolah Magnetometer Proton yang selanjutnya data serial yang dikeluarkan kita sinkronisasikan dulu level tegangannya dengan komputer, dan dengan program akuisisi (perangkat lunak) data dapat diproses di komputer.



Gambar 1-1: Blok diagram sistem pengukur variasi geomagnet lengkap

Pengembangan sistem akuisisi ini bertujuan menggantikan sistem akuisisi analog Magnetometer Proton yang telah berjalan menjadi sistem akuisisi digital berbasis komputer melalui port serial RS-232.

Sasaran yang diharapkan adalah dihasilkannya perangkat keras dan perangkat lunak untuk sistem akuisisi geomagnet Bumi menggunakan geometri.

Untuk mencapai sasaran yang direncanakan akan dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Studi literature,
- Membuat perancangan perangkat keras dan perangkat lunak,
- Survey dan pengadaan,
- bahan/komponen,
- Pembuatan perangkat keras,
- Pembuatan perangkat lunak,
- Uji coba,
- Pembuatan laporan.

2 DESKRIPSI SISTEM AKUISISI MAGNETOMETER PROTON G-866

2.1 Magnetometer Proton G-866

G-866 merupakan salah satu jenis magnetometer, bekerja berdasarkan prinsip "ketelitian proton" sebagai dasar pengukuran. Magnetometer lain ada yang

bekerja berdasarkan prinsip "*fluksgate*" atau "*optically pumped*". Untuk memahami prinsip "ketelitian proton" pada magnetometer, satu hal yang harus dipahami adalah apa yang terjadi dalam sensor magnetometer ini.

Struktur sensor ini terdiri atas tabung metal non magnetik yang diisi cairan (air, decane, minyak tanah) di mana terdapat sebuah lilitan terendam. Selama tidak diberikan arus listrik pada lilitan, proton dari cairan akan terposisi sesuai keadaan medan magnet Bumi di sekitarnya. Tetapi, ketika pada lilitan diberikan arus "*polarisaf*", proton akan terposisi menurut medan magnet induksi yang dihasilkan oleh lilitan. Saat arus pada lilitan dilepas, proton akan "berubah" dari posisi semula menjadi posisi yang sesuai dengan keadaan medan magnet Bumi di sekitarnya. Ketika posisi proton "berubah", tidak langsung tersusun baik tetapi melalui proses "*precess*" atau berjatuhan menuju pusat. Proses ini menyebabkan seolah-olah proton menjadi medan-medan magnet kecil yang dapat menginduksi lilitan. Sebagai akibatnya arus bolak-balik (AC) kecil terjadi pada lilitan. Sinyal ini dapat dikuatkan, frekuensinya dihitung. Frekuensi induksi dari proton kemudian dikonversi menjadi

nilai yang menggambarkan besar medan magnet Bumi yang terukur di sekitar sensor secara akurat.

G-866 dirancang untuk beroperasi dengan ketepatan, keandalan dan fleksibilitas. Resolusi medan setinggi 0.1 gamma dapat diharapkan (tergantung pada tingkat *sampling* yang dipilih, lihat Tabel2-1).

Tabel2-1: SENSITIFITAS VS SAMPLE INTERVAL

Sensitivity (gamma)	Sample Interval (sec)
10	0.5-0.9
0.5	1.0-1.7
0.2	1.8-2.9
0.1	3.0 or greater

Hasil pengukuran Proton Magnetometer G-866 ditampilkan pada BCD 7 segment yang terletak pada panel atas Proton Magnetometer G-866. Untuk perekaman data dicatat pada kertas yang terletak di dalam Proton Magnetometer G-866. Format rekamannya seperti Gambar 2-2.

Proton Magnetometer G-866 memiliki tiga konektor, terletak di sisi kirinya. Konektor ini terdiri dari konektor baterai (*power supply*), data dan sensor. Ketiga gambar (Gambar 2-3 s.d 2-5) menunjukkan susunan dan fungsi konektor-konektor tersebut.

Proton Magnetometer G-866 menyediakan fungsi keluaran dan masukan data melalui port RS-232. Setiap akhir siklus pengukuran, G-866 mengeluarkan data yang berisi informasi jenis magnetometer, hari Julian, waktu dan besar medan magnet terukur. Format datanya berbentuk %bb6bDDDbHHMMSSbbbb6bNNNNNN, di mana % menandakan data berasal dari Proton Magnetometer G-866, b adalah spasi atau kosong, DDD adalah hari Julian, HHMMSS adalah waktu, dan

NNNNNN adalah medan terukur dalam gamma.

Kami telah melakukan pengambilan data Proton Magnetometer G-866 melalui port RS232 di Bandung dan Tanjungsari, hasilnya seperti di bawah ini:

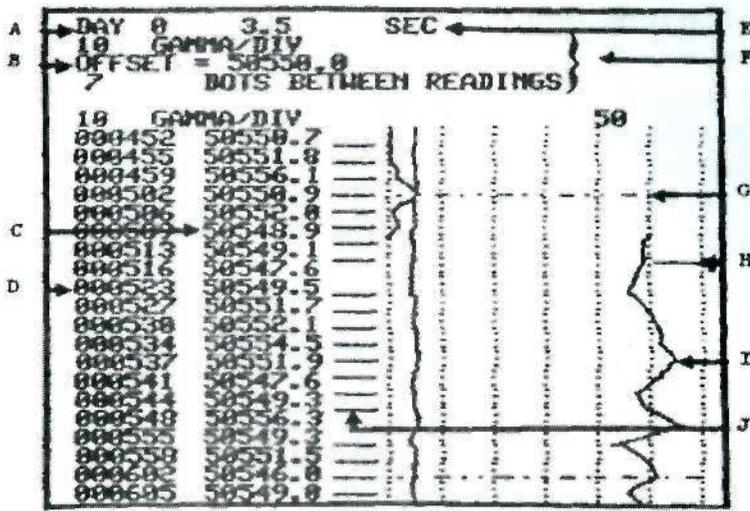
```
% 0 153 135253 0?427957
% 0 153 135303 07386944
% 0 153 135313 07458721
```

Setelah penulis mengkonfirmasi hasil ini ke geometrics.com, hasilnya benar dengan asumsi bahwa sensor tidak dipasang sesuai prosedur. Tanda ? menunjukkan di sekitar sensor terdapat gangguan magnetik yang dapat berasal dari logam baja atau bangunan yang terlalu dekat dengan sensor, sensor tidak dipasang sesuai prosedur atau struktur lokasi pengukuran terdapat gangguan magnetik.

2.2 Sinkronisasi Level Tegangan dan Parameter RS232

Untuk melakukan komunikasi serial antara Proton Magnetometer G-866 dengan PC melalui port RS232, perlu dibuat rangkaian sinkronisasi level tegangan. Hal ini perlu dilakukan sehubungan dengan perbedaan *protocol* level tegangan komunikasi serial yang memiliki dua keadaan, yaitu data berlevel 0 - 5 volt dan 0 - 12 volt. Selain itu untuk mencegah reduksi sinyal data akibat tahanan kabel pengantar yang besar. Geometric Inc merekomendasikan rangkaian sinkronisasi menggunakan Op-Amp LM741 seperti Gambar 2-6.

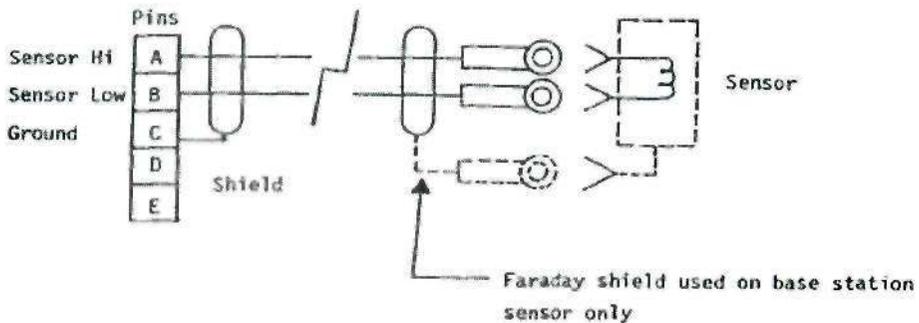
Rangkaian ini memiliki kesederhanaan namun juga memiliki kelemahan, yaitu perlu dibuat *power supply* tambahan dengan keluaran +12 volt. Penulis memecahkan masalah ini dengan mcngantikan rangkaian ini menggunakan IC Max232, sehingga tidak diperlukan tambahan *power supply*. Rangkaian sinkronisasi level tegangan Max232 dapat dilihat pada Gambar 2-7.



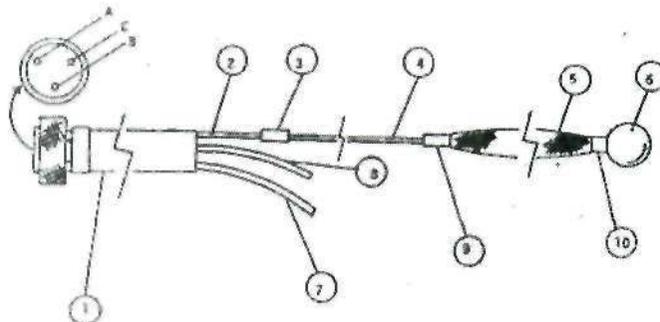
- Legend:
- A: Julian Date
 - B: Value of Baseline in Gammas
 - C: Value of Reading in Gammas
 - D: Time of Reading
 - E: Time Between Actual Readings
 - F: Data printed when **PARSER** is pressed.
 - FEED**
 - G: Timelines*
 - H: Event Mark
 - I: Point of Actual Reading (not a spacing dot)
 - J: Data Line: Aligns with actual data point on plot.

Gambar 2-2: Format recording

PT06A-14-5P SR (male) Connector

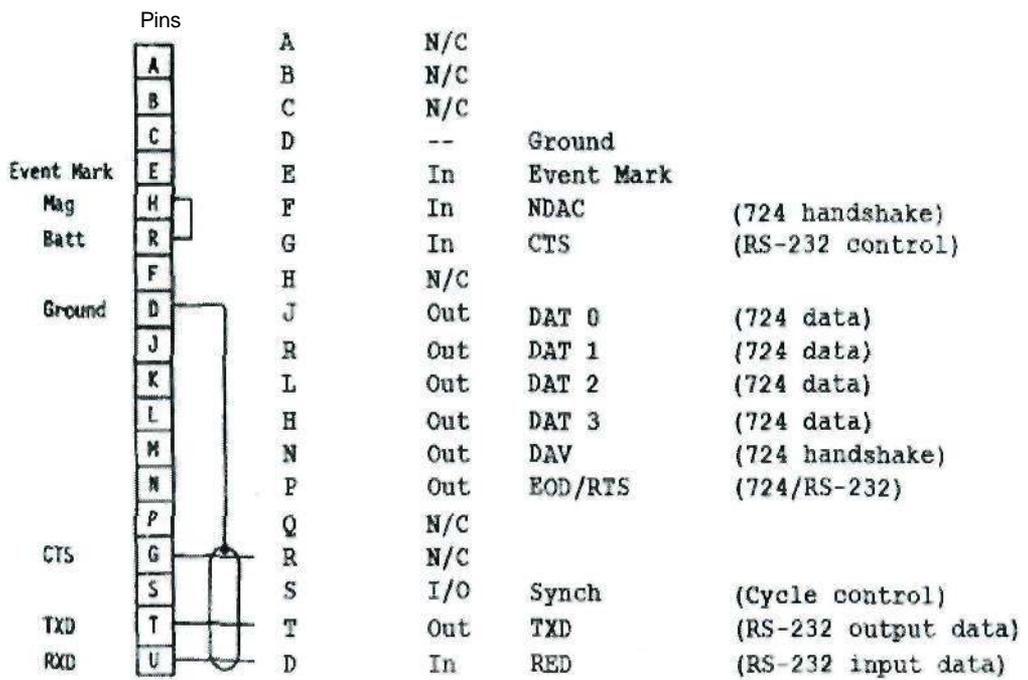


Gambar 2-3: Susunan konektor sensor

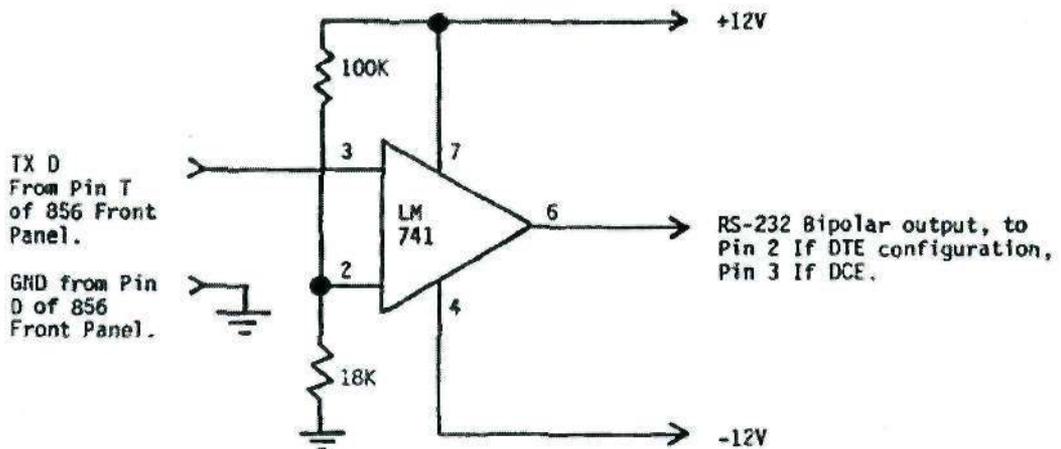


- LEGEND:
1. DC Power Cable, G-866
 2. Green Wire (ground, connects to 'C')
 3. Splice between ground and '4'
 4. 14-gauge Hookup wire
 5. 20-ft Copper Braid, 1" wide
 6. Lead Ball ("salmon ball")
 7. Black wire (negative DC supply wire, connects to '1')
 8. White wire (positive DC supply wire, connects to 'A')
 9. Splice for Hookup wire and Braided wire
 10. Crimp for attaching Braided wire to Lead Ball

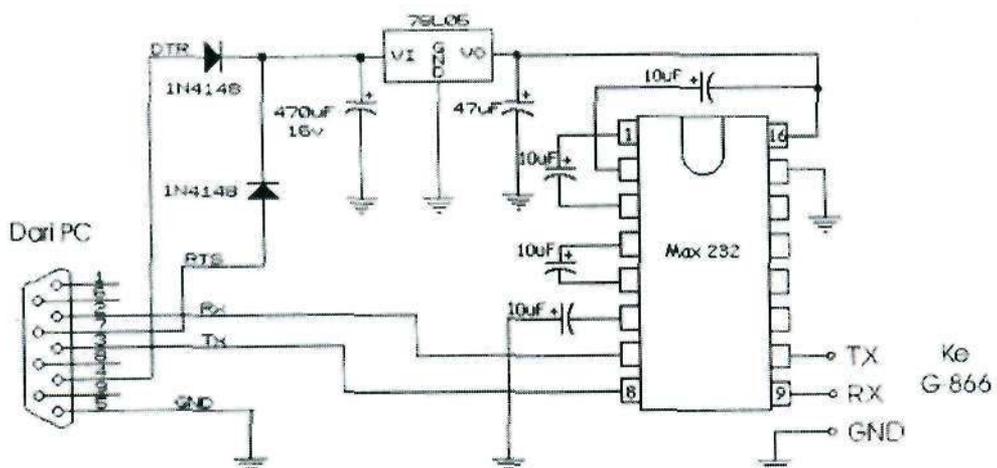
Gambar 2-4: Susunan konektor baterai



Gambar 2-5: Susunan konektor data



Gambar 2-6: Sinkronisasi level tegangan dengan Op-Amp LM741



Gambar 2-7: Sinkronisasi level tegangan dengan Max232

Parameter dalam komunikasi serial harus dikonfigurasi dengan benar sesuai protokol yang dipakai oleh tiap perangkat, jika tidak maka data tidak dapat diterima atau dikirim dengan benar. Parameter yang diset pada PC harus sesuai dengan parameter Proton Magnetometer G-866. Untuk *me-logging* data G-866 melalui PC harus memenuhi aturan dan parameter sebagai berikut:

- Port serial yang dipakai harus sama dengan port yang menghubungkan G-866 dengan PC (pada com1 atau com2). Gunakan port yang tidak terpakai.
- Saluran RX pada port serial PC harus menuju saluran TX G-866.
- *Band Rate* harus sama dengan G-866, penulis mengatur pada 9600 bps.
- Data Bits = 7, sesuai data bits G-866.
- *Parity* = 0.
- *Stop bit* = 1.

Saat ini kami masih menggunakan program dari aggsoft.com, yaitu *Advanced Serial Data Logger* dan *Advanced Serial Port Monitor*.

3 RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PENGEMBANGAN SISTEM AKUISISI MAGNETOMETER PROTON G-866

3.1 Perancangan dan Perakitan Interface Tambahan Magnetometer Proton G-866.

Rangkaian *interface* untuk Pengembangan Akuisisi data Proton Magnetometer G-866 terdiri dari rangkaian *sinkronisasi level* tegangan dan *trigger sinkronisasi external cycle*. Dari hasil studi literatur dan pengamatan Proton Magnetometer G-866 diketahui bahwa pengambilan data [*siklus*] dapat dilakukan melalui komando computer (PC) agar

data yang diinginkan dapat diset pada waktu-waktu tertentu.

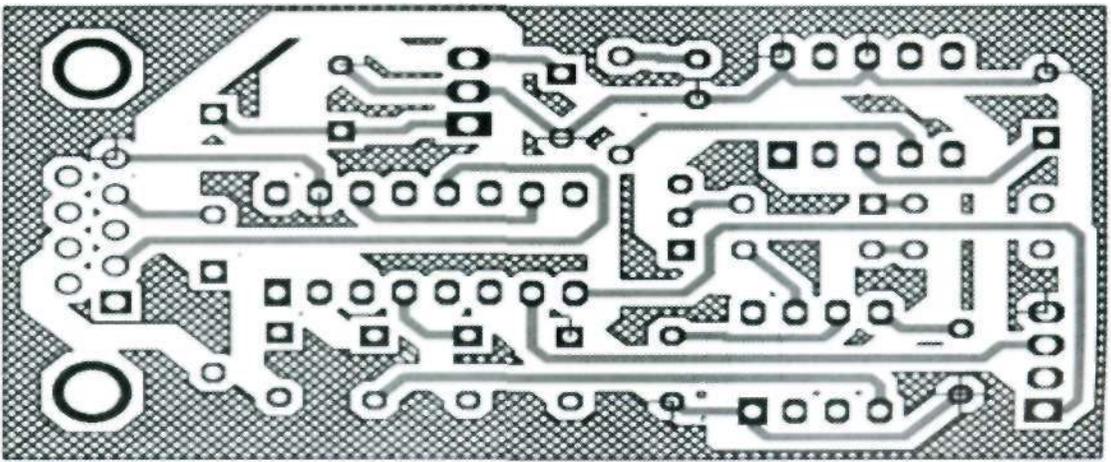
Pada mode *external cycle*, *cycle* terjadi ketika kaki S dari data *interface connector* diberi *trigger low* sesaat. Data hasil pengukuran medan magnet diterima oleh PC memerlukan waktu 3 detik setelah *trigger low* diberikan. Karena rangkaian *interface* mendapat *supply* tegangan dari COM1, maka diperlukan rangkaian *trigger timer* yang mempunyai periode lebih besar dari 3 detik dengan *duty cycle* yang kecil (<1 detik). Setelah data diterima PC, COM1 akan OFF sehingga *supply* tegangan terhenti, menyebabkan *timer* tidak mencapai pulsa *trigger* ke dua.

Trigger High dari *timer 555* diumpangkan ke IC *octocouple 4N25* yang bertindak sebagai saklar kaki S dari G-866 dengan ground, sehingga ketika *timer* memberi pulsa *High* maka kaki S akan terhubung dengan *ground*, menyebabkan terjadinya *cycle* pada G-866.

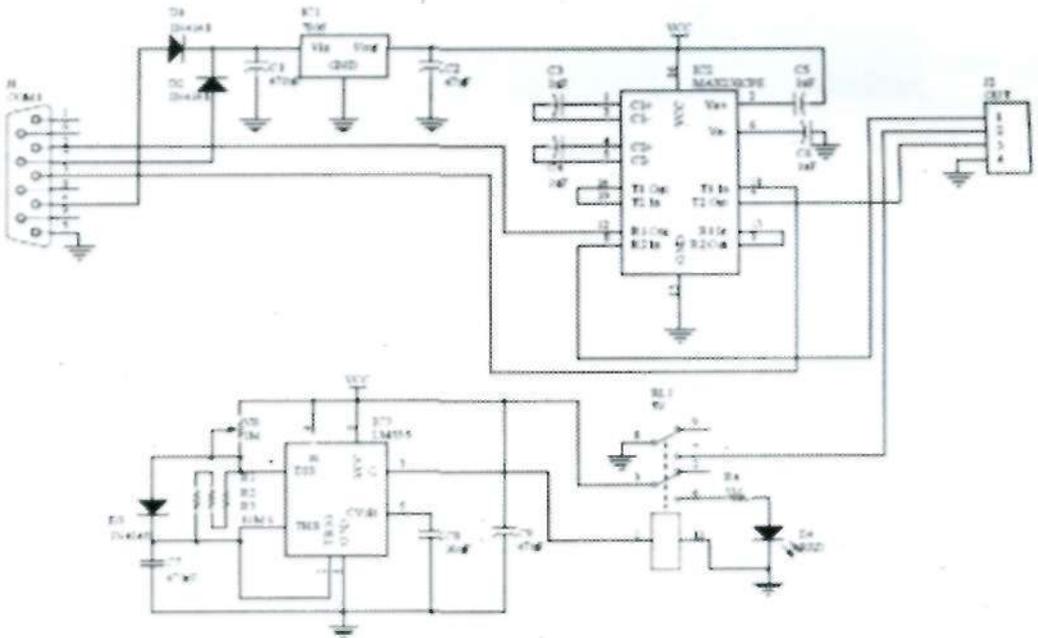
3.2 Perancangan Program Magnetometer Proton G-866 Data Logger berbasis DOS

Pada akhir perancangan berbasis DOS, program telah disertai tampilan grafik data, baik data *real time* (data cuplikan) maupun data harian yang telah tersimpan. Program ini juga telah dilengkapi fitur-fitur tambahan yang memudahkan peneliti dalam penanganan file data dan setting sistem. Program ini sangat cocok untuk sistem yang bekerja *stand alone* berbasis kernel DOS, di mana sistem ini memiliki beberapa keunggulan dibanding sistem berbasis Windows.

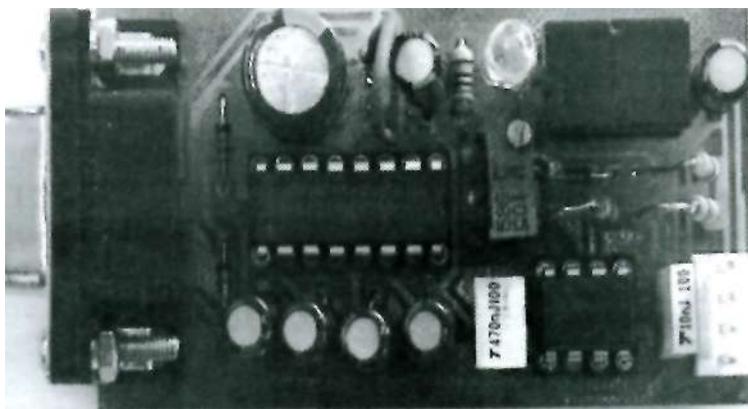
Gambar 3-5 menunjukkan struktur Program *Proton Magnetometer Data Logger* berbasis *kernel* DOS.



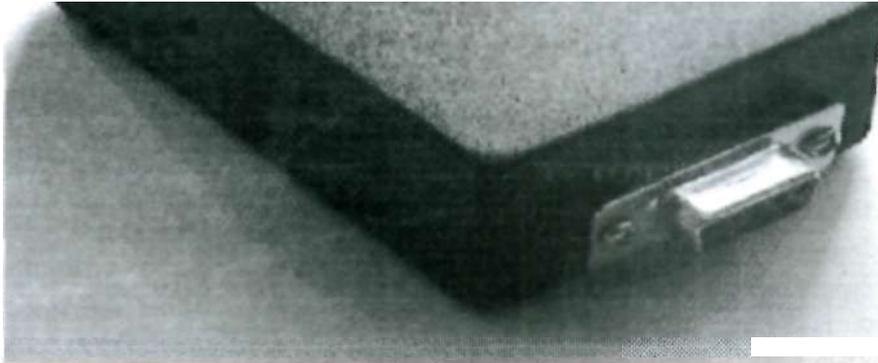
Gambar 3-1: Lay out PCB Interface RS 232



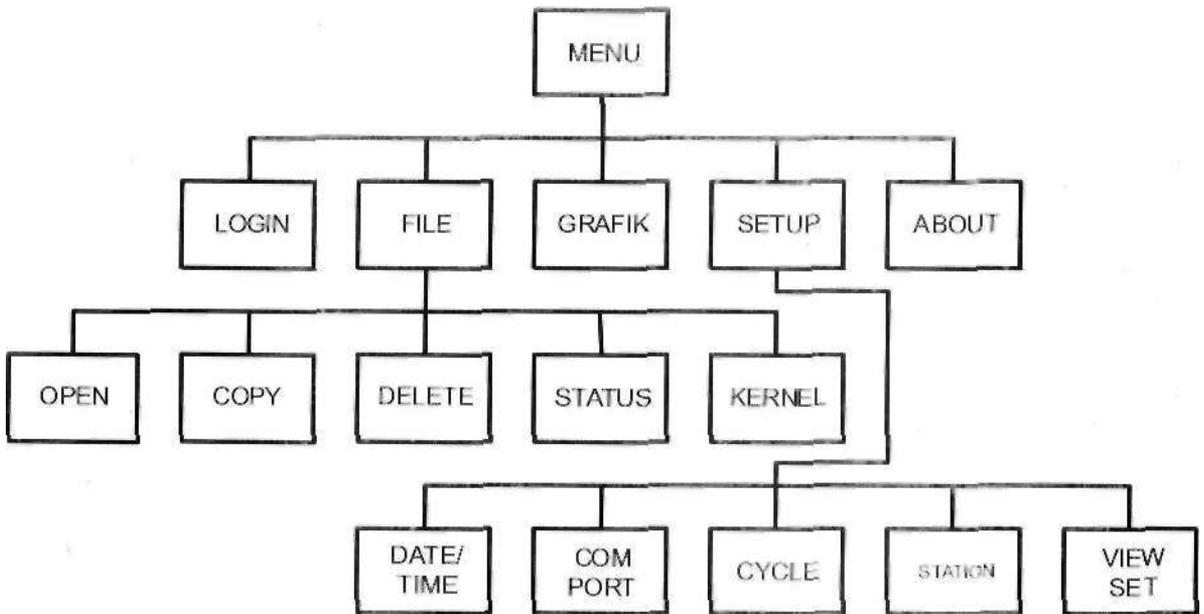
Gambar 3-2: Skematik Rangkaian Interface RS 232



Gambar 3-3: PCB dan tata letak komponen Interface RS 232



Gambar 3-4: Cashing Interface 232



Gambar 3-5: Struktur program proton magnetometer data logger

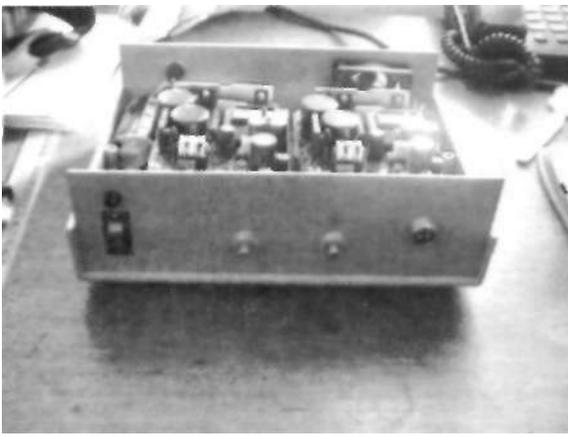
3-3 Perakitan *Power Supply Switching* Proton G-866

Pembuatan dan perakitan *power supply* untuk catu daya Proton G-866 menggunakan jenis pouter *supply DC switching* 24 volt dikarenakan untuk kondisi tempat yang berpindah-pindah, selain beratnya ringan dibanding jenis yang menggunakan *transformator* konvensional dengan keluaran ampere yang sama bisa mencapai 10 kali lipat lebih ringan dengan jenis *power supply*

switching dan dirancang tahan temperatur tinggi, karena sudah dipasang kipas pendingin yang optimal untuk menjaga temperatur tinggi dan bisa digunakan 24 jam tanpa henti.

Spesifikasi *power supply DC Switching* 24 volt (seperti ditunjukkan dalam Gambar 3-6) yaitu:

- Masukan AC 220 Volt,
- **Keluaran DC 24 volt,**
- Keluaran arus maksimal 20 Ampere.



Gambar 3-6: Power Supply Magnetometer Proton G866

4 UJI COBA AKUISISI MENGGUNAKAN SISTEM MAGNETOMETER PROTON G-866 YANG DIKEMBANGKAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Coba Akuisisi dan Grafik Harian di SPD Tanjungsari

Pengujian program dilakukan dengan mengukur medan magnet Bumi total di lingkungan SPD Tanjungsari Sumedang menggunakan Proton Magnetometer G866. Selain pengujian program data *logger*, kegiatan ini juga bertujuan menguji sistem akuisisi yang berhubungan dengan *interface* dan *power supply*.

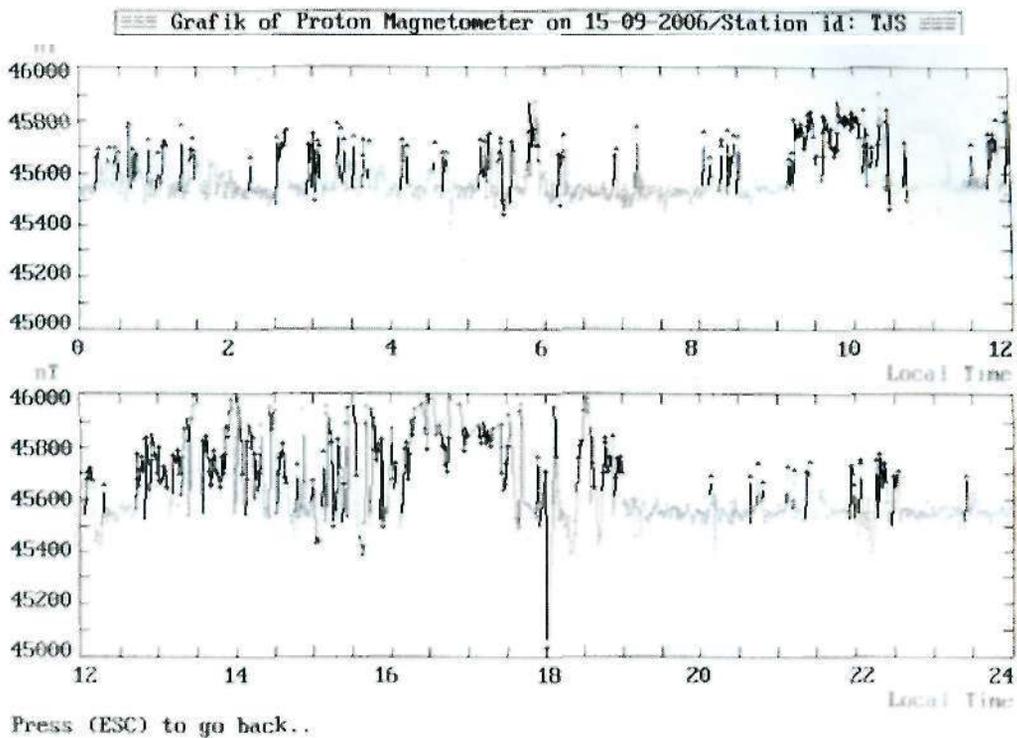
Setelah dicoba dioperasikan program data *logger*, *interface*, serta *power supply* berjalan normal dan tidak ada masalah sampai saat ini. Untuk menam-

pilkan hasil uji coba kami tampilkan dalam bentuk grafik yang bisa diatur kisaran besaran *nanno tesla* sesuai dengan daerah yang akan diukur medan magnet bumi totalnya.

Grafik-grafik harian hasil pengujian pengembangan Sistem Akuisisi Magnetometer Proton G-866 ditunjukkan dalam Gambar 4-2. Dari beberapa grafik harian tersebut terlihat pola-pola data geomagnet yang sangat berfluktuatif, rata-rata terjadi dari jam 08:00 sampai jam 20:00 waktu setempat. Penulis tidak dapat menyimpulkan arti fisis atau fenomena apa yang sedang terjadi, perlu kajian yang seksama dari peneliti yang berkompeten untuk melakukan hal ini.



Gambar 4-1: Peralatan proton magnetometer 866 pada uji coba di SPD Tanjungsari



Gambar 4-2: Grafik-grafik harian hasil pengujian pengembangan sistem akuisisi magnetometer proton G-866

5 KESIMPULAN

- Program data logger berbasis DOS serta perangkat kerasnya (Sistem Akuisisi Magnetometer Proton G-866) layak digunakan untuk pengukuran di stasiun pengamatan,
- Data hasil Uji coba di SPD Tanjungsari memperlihatkan sangat berfluktuasi, hal ini dikarenakan daerah sekitar sensor terdapat banyak gangguan magnetik,
- Validasi data Magnetometer Proton G-866 perlu dilakukan untuk menguji data instrumen tersebut, hal ini dapat dilakukan dengan mengkalibrasi atau

membandingkan data instrumen ini dengan data dari instrumen sejenis.

DAFTAR RUJUKAN

- Diehr; Barron; Munro, 1987. *Basic Programming For The IBM Personal Computer*, John Wiley & Sons, Inc.
- International Business Machines Corporation, Aug 1985. *Basic Language Reference*, IBM RT PC BASIC Interpreter and Compiler.
- International Business Machines Corporation, *Geometries Inc.* 2190 Fortune Drive San Jose, CA 95131 USA. Operator's Manual Model G-866 Recording Magnetometer.