



UNIVERSITAS INDONESIA

**DATA AKUISISI SISTEM OBSERVATORI
MEDAN MAGNET BUMI**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Fisika

**BAMBANG S. PRAYITNO
NPM : 0706172084**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA
KEKHUSUSAN INSTRUMENTASI
JAKARTA
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : BAMBANG S. PRAYITNO

NPM : 0706172084

Tanda Tangan :

Tanggal : 7 Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : BAMBANG S. PRAYITNO

NPM : 0706172084

Program Studi : FISIKA INSTRUMENTASI

Judul Tesis : Data Akuisisi Sistem Observatori Medan Magnet Bumi.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Fisika pada Program Studi Fisika Instrumentasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Prawito (.....)

Pembimbing II : Dr.Eng. Supriyanto,M.Sc. (.....)

Penguji I : Dr. Santoso Sukirno (.....)

Penguji II : Dr. Martarizal (.....)

Penguji III : Dr. Sastra Kusuma Wijaya (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 7 Juli 2009

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

DENGAN NAMA ALLAH YANG MAHA PENGASIH DAN PENYAYANG.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas izinnya, tesis yang berjudul *Data Akuisisi Sistem Observatori Medan Magnet Bumi*, dapat penulis selsesaikan sebagai tugas akhir pada Program Studi Magister Fisika di Program Pascasarjana FMIPA Universitas Indonesia.

Pertimbangan yang mendasari menulis penelitian ini adalah peralatan system akuisisi yang dimiliki oleh BMKG terutama dalam hal ini adalah di bidang geofisika masih tergantung dari produk luar negeri dengan biaya yang tidak murah, untuk itu penulis mencoba untuk membuat sistem akuisisi yang mendekati sistem yang dibuat dari luar negeri dengan harapan akan menekan biaya pemeliharaan peralatan di lingkup Geofisika apabila mengalami kerusakan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

- Bapak Dr. Prawito dan Dr.Eng. Supriyanto, M.Sc., selaku pembimbing ke 1 dan 2 yang telah banyak membantu dan memberikan pengarahan dan saran-sarannya selama kuliah, penelitian dan penyelesaian tesis ini.
- Bapak Dr. Dedi Suyanto, selaku Ketua Program Magister Fisika FMIPA UI dan pembimbing akademik yang berkenan memberikan masukan dan saran dalam menyelesaikan studi di Program Magister Fisika FMIPA Universitas Indonesia.
- Bapak Dr. Santoso Sukirno, Dr. Martarizal dan Dr. Sastra Kusuma wijaya selaku penguji dalam sidang tugas akhir.
- Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika yang telah memberikan ijin, kesempatan dan dukungan untuk melanjutkan pendidikan Program Magister Fisika di Universitas Indonesia.

- Seluruh dosen dan staf Administrasi (Parman) atas layanan yang diberikan selama menimba ilmu di jurusan Magister Fisika FMIPA UI.
- Istriku Anna Setyawati,S.Si dan anak-anakku tercinta yang selalu mendorong dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tesis ini.
- Seluruh Pimpinan dan staf di Bidang Sistem Instrumentasi dan Kalibrasi Geofisika BMKG Jakarta yang telah banyak membantu dalam proses pengambilan data di stasiun Observatori Magnet Bumi Pelabuhan Ratu.
- Seluruh rekan-rekan di deputi Geofisika BMKG Jakarta atas dukungannya dalam menyelesaikan tesis ini.
- Rekan-rekan mahasiswa Pasca Sarjana Fisika Instrumentasi angkatan 2007 dan rekan-rekan di ruang Work Shop dan Cisco yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaian tesis.

Semoga Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang membalas budi baik dan pahala yang setimpal atas semua bantuannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih banyak kekurangannya, sehingga penulis selalu terbuka untuk menerima saran dan kritik yang bersifat membangun.

Jakarta, Juli 2009

Penulis,

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bambang Setiyo Prayitno
NPM : 0706172084
Program Studi : Instrumentasi
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak **Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

DATA AKUISISI SISTEM OBSERVATORI MEDAN MAGNET BUMI

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengambil alih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 7 Juli 2009
Yang menyatakan

(Bambang Setiyo Prayitno)

ABSTRAK

Nama : Bambang Setiyo Prayitno
Program Studi : Magister Fisika
Judul : Data Akuisisi Sistem Observatori Medan Magnet Bumi

Telah dibuat prototipe *Data Akuisisi Sistem Observatori Medan Magnet Bumi* berbasis PC dengan mikrokontroler AVR Atmega32 sebagai unit akuisisi data. Tujuan dari pembuatan alat ini untuk mempermudah dalam proses pengamatan, pengambilan data Medan Magnet Bumi untuk diolah lebih lanjut oleh Data logger, komunikasi serial dengan komputer dilakukan melalui USART. Program pengendali mikrokontroler dibuat menggunakan bahasa pemrograman Bascom dan C, disisi komputer menggunakan program Labview untuk menampilkan data real time. Selanjutnya data diproses untuk mendapatkan tingkat gangguan yang terjadi selama proses pengamatan Medan Magnet Bumi dinyatakan dalam K indeks, Sehingga pengamatan Observatori Medan Magnet Bumi akan lebih efisien.

Kata kunci:

Data Akuisisi, K indek

ABSTRACT

Name : Bambang Setiyo Prayitno

Study Program : Magister of Physics

Title : Data Acquisition System Observatory of Earth Magnetic Field

It has been made Data Acquisition System of Observatory Earth Magnetic Field base on PC with microcontroller AVR ATmega32 as data acquisition unit. The purposed of this project is easily in processing for data observation and collecting of earth magnetic field for analyzing more advances by data logger. Serial communication with computer using USART. The Programming of microcontroller using Bascom and C language, other side of computer using LAB View to display real time data. The data whose stored can be processed to get degree of disturbance on going as long as observation of magnetic earth field which obviously in K index until more efficient.

Key word:

Data Acquisition, K index

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Sistematika Penulisan	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sensor Magnet Bumi	4
2.2. Data Logger	12
2.3. Mikrokontroler ATmega32.....	13
2.4. ADC 16 bit LTC1859	18
2.5. Komunikasi Port Serial Komputer	19
2.6. Sensor temperatur LM35	20
2.7. Time Sistem RTC dan GPS	21
2.7.1. Real Time Clock (RTC)	21
2.7.2. Global Positioning System (GPS).....	22

3. METODA PENELITIAN	26
3.1. Alat dan Bahan	26
3.2. Prosedur Kerja	27
3.2.1. Blok Diagram Rancangan Sistem	28
3.2.2. Pembuatan Perangkat Keras	29
3.2.3. Pembuatan Perangkat Lunak	35
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Hasil Proses Kalibrasi	39
4.1.1. Kalibrasi Pembacaan Tegangan Oleh ADC LTC1859	39
4.1.2. Kalibrasi Pembacaan Temperatur LM35	42
4.2. Hasil Uji Coba Pengukuran Sistem	43
5. KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran	54
DAFTAR REFERENSI	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1, Sensor Fluxgate Magnetometer.....	4
Gambar 2.2, Signal dari pick up Coil.....	5
Gambar 2.3, Kompensasi untuk Medan Eksitasi	5
Gambar 2.4, Sinyal Keluaran dari pick-up coil pada batang ganda magnetometer dengan tidak ada medan luar	6
Gambar 2.5, Signal keluaran dari pick up coil pada batang ganda magnetometer dengan medan luar	7
Gambar 2.6, Frame referensi kalibrasi menggunakan sistem koordinat orthogonal	8
Gambar 2.7, Arah Vektor gaya medan magnet	10
Gambar 2.8, Gambar vektor gaya magnet terhadap sensor magnet.....	11
Gambar 2.9, Penentuan a) Deklinasi b)inklinasi.....	12
Gambar 2.10, Konfigurasi sistem data logger	13
Gambar 2.11, Arsitektur Mikrokontroler ATMega32	17
Gambar 2.12, Konfigurasi LTC1859	18
Gambar 2.13, Resistor Pembagi	19
Gambar 2.14, Blok Diagram LTC1859	19
Gambar 2.15, Basic Centrigate Temperatur Sensor	21
Gambar 2.16, RTC DS1307	21
Gambar 2.17, Orbit Satelit GPS	23
Gambar 2.18, Triangulasi GPS	23
Gambar 3.1, Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2, Blok diagram system monitoring variasi medan magnet bumi	28
Gambar 3.3, Rangkaian A/D Converter LTC1859	29
Gambar 3.4, Diagram waktu ADC LTC 1859	32
Gambar 3.5, Skema Rangkaian sistem logger	33
Gambar 3.6, Rangkaian RTC DS1307	34
Gambar 3.7, Timing diagram RTC DS1307.....	34
Gambar 3.8, Diagram Alir Program pada ATMega32	37

Gambar 3.9, Diagram Alir Pemograman LabView	37
Gambar 4.1, Grafik Kalibrasi ADC untuk kanal 1,2 dan 3	41
Gambar 4.2, Grafik Kalibrasi LM35	43
Gambar 4.3, Pengambilan data menggunakan function generator.....	43
Gambar 4.4, Input dari function Generator pada $f= 0.9$ Hz	44
Gambar 4.5, Input dari function Generator pada $f=1$ Hz.....	44
Gambar 4.6, Input dari function Generator pada $f=2$ Hz.....	45
Gambar 4.7, Hasil rekaman data variasi medan magnet bumi dan K-Indek.....	45
Gambar 4.8, Tampilan data hasil rekaman pengamatan	46
Gambar 4.9, Lokasi sensor Observatori Medan Magnet bumi BMKG Di Pelabuhan Ratu, Jawa Barat.....	46
Gambar 4.10, Skema rangkaian peralatan Sistem Observatori Medan Magnet Bumi.....	47
Gambar 4.11, Sistem Data Logger.....	47
Gambar 4.12, Real Time Sistem Akuisisi.....	47
Gambar 4.13, Data hasil rekaman medan magnet bumi.....	48
Gambar 4.14, Pembacaan hasil rekaman alat untuk komponen X/H...	52
Gambar 4.15, Pembacaan hasil rekaman alat untuk komponen Y/D...	53
Gambar 4.16, Pembacaan hasil rekaman alat untuk komponen Z	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1, Koneksi A/D Konverter ke Sensor Magnet	30
Tabel 3.2, Pemilihan MUX Address dan input range	30
Tabel 3.3, Pemilihan Input Range	31
Tabel 4.1, Data Kalibrasi ADC LTC1859	39
Tabel 4.2, Data Kalibrasi LM35	42
Tabel 4.3, Tabel rata-rata hasil pengukuran alat setiap 5 detik.....	49
Tabel 4.4, Hasil Pengukuran oleh alat referensi.....	50
Tabel 4.5, Selisih Pengukuran alat uji dan referensi.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1, Listing Program Mikrokontroler ATmega32

Lampiran 2, Listing Program RTC DS1307

Lampiran 3, Program Akuisisi LabView

Lampiran 4, Skema Datalogger (ATmega32)

Lampiran 5, Skema RTC DS1307

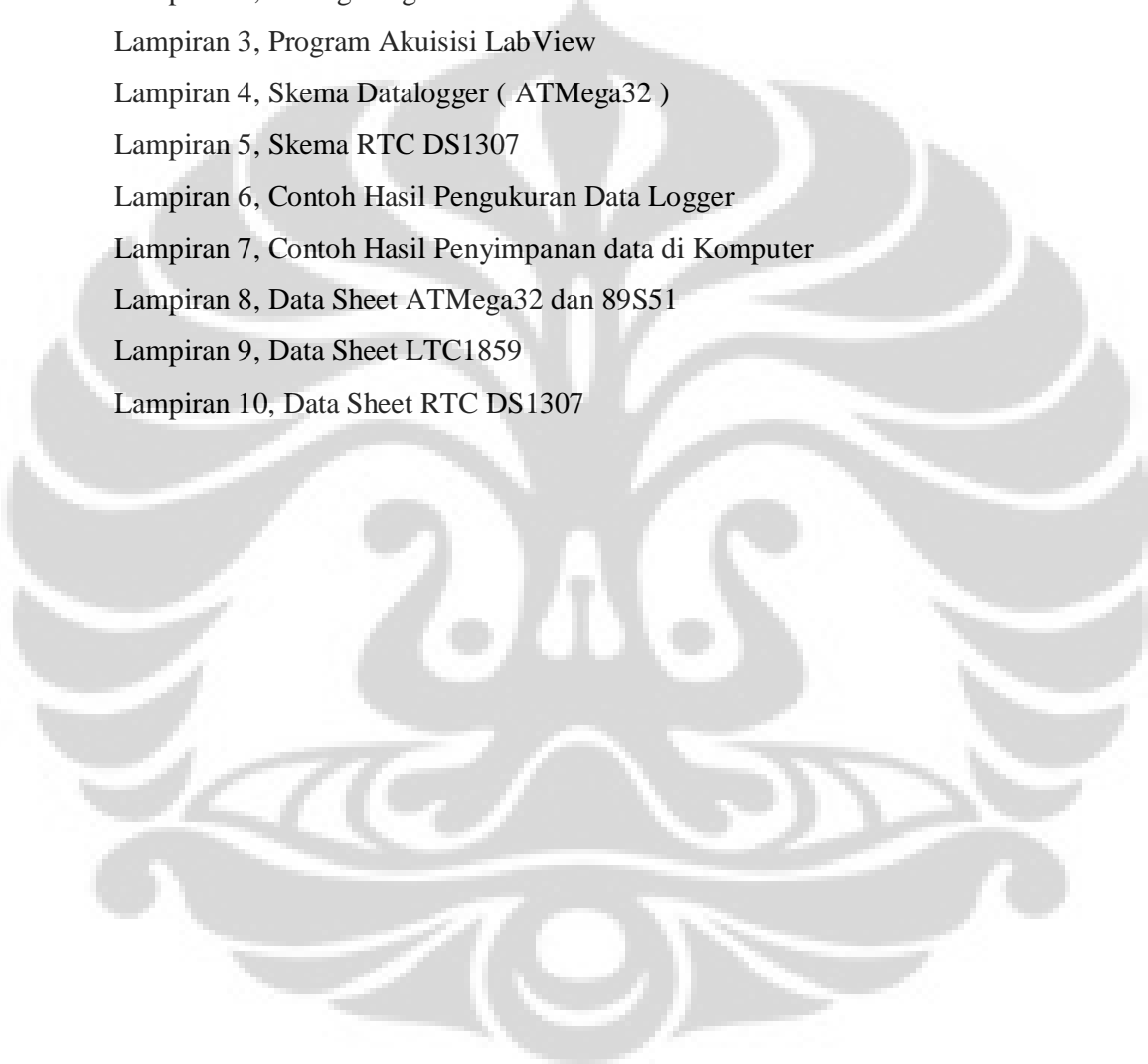
Lampiran 6, Contoh Hasil Pengukuran Data Logger

Lampiran 7, Contoh Hasil Penyimpanan data di Komputer

Lampiran 8, Data Sheet ATmega32 dan 89S51

Lampiran 9, Data Sheet LTC1859

Lampiran 10, Data Sheet RTC DS1307



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Indonesia adalah Negara kepulauan yang terdiri dari 5 pulau utama (Sumatra, Kalimantan, Jawa, Sulawesi dan Papua) dan 30 kelompok pulau-pulau kecil, secara keseluruhan kurang lebih 13.000 pulau. Secara geografis Indonesia berada pada busur antara 90° E dan 141° E . wilayah yang luas membuat variasi declinasi magnet bumi dari 1° hingga 5° , meskipun beberapa wilayah tidak memiliki variasi magnetic secular. Dan juga medan magnet total bervariasi dari 40000 hingga 46000 nT (standart WHO untuk kesehatan manusia batas maksimum 0.1 mT), Situasi ini membuat observasi geomagnetik sangat penting untuk mengetahui fenomena geofisika yang berhubungan dengan sifat kemagnetan bumi di wilayah Indonesia[6]. Aplikasi data magnet di gunakan untuk keperluan diantaranya adalah:

A. Nasional

A.1. Navigasi penerbangan dan pelayaran.

Untuk arah navigasi diperlukan data declinasi magnet untuk koreksi jarum kompas terhadap arah utara geografis maka peta isomagnetik diperlukan.

A.2. Peta Topografi

Peta topografi dalam skala besar harus termasuk notasi pada deklinasi magnetik pada masing-masing bagian peta. Informasi isomagnetik dan data dibutuhkan untuk melengkapi peta.

A.3. Survey geologi dan geofisika.

Setiap survey geologi dan geofisika menggunakan metoda magnet memerlukan data variasi geomagnetik yang dicatat/direkam pada observatori geomagnetik. Data digunakan untuk koreksi data medan selama survey. Data observatori juga digunakan dalam daerah seismik aktif untuk prediksi gempabumi.

A.4. Komunikasi Radio.

Ionosfer berisikan konsentrasi ion yang mempengaruhi penjalaran gelombang radio yang dipantulkan oleh lapisan ini. Badai magnet mengganggu konsentrasi ion dalam lapisan ini.

B. Internasional.

Untuk mendukung International Geomagnetic Reference Field (IGRF) dalam kerangka pertukaran data internasional dengan International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) and World Data Center (WDC) dan Australian Geological Survey Organisation (AGSO).

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika salah satu tugas dalam observasi di bidang geofisika adalah mengamati kemagnetan bumi, yang saat ini memiliki stasiun pengamat magnet bumi di 4 lokasi, yaitu: Tuntungan(Medan), Tangerang (Banten), Pelabuhan Ratu (sukabumi), Manado (sulawesi Utara) dan Kupang (NTT).Aktivitas monitoring medan magnet bumi terdiri dari komponen horizontal (H), Vertikal (Z), total intensitas (F) dan Declinasi magnet (D) yang selalu berubah akibat aktivitas sunspot.

Di stasiun pengamatan magnet bumi umumnya menggunakan dua jenis sensor magnet, yaitu fluxgate dan proton magnetometer yang merekam komponent X,Y,Z dan medan total. Ke semua komponen di simpan dalam komputer akuisisi.. Selanjutnya untuk analisa parameter indeks K (menyatakan adanya gangguan medan magnet luar) masih secara manual yang dibuat berdasarkan nilai rata-rata maksimum dan minimum dalam tiap jam pengamatan.

1.2. Tujuan Penelitian.

Membuat sistem monitoring dalam pengamatan observatori medan magnet bumi, penentuan parameter indeks K secara otomatis dan pengembangan sistem perekaman data dengan buatan sendiri.

1.3. Batasan Masalah.

Dalam penulisan ini dibatasi hanya dalam sistem perekaman perubahan data medan magnet akibat gangguan dari medan luar serta pembuatan analisa secara otomatis dalam penentuan indek K untuk mengetahui tingkat gangguan medan magnet bumi.

Sistem akan diuji cobakan untuk proses monitoring variasi gangguan medan magnet bumi di stasiun observatori medan magnet bumi di Pelabuhan Ratu.

1.4. Sistematika Penulisan.

Penulisan diawali BAB I (Pendahuluan) yang berisi tujuan dan pembatasan masalah, BAB II (Tinjauan Pustaka) yang berisi teori-teori yang terkait dengan rancangan sistem yang akan dibuat. BAB III (Metoda Penelitian) berisikan alat dan bahan yang digunakan serta prosedur kerja yang dilakukan. Kemudian BAB IV (Hasil dan Pembahasan) merupakan hasil yang didapat beserta analisa-analisa yang dilakukan dari unjuk kerja sistem yang dibuat. Dan terakhir BAB V (Kesimpulan dan Saran) berisi tentang kesimpulan yang didapat setelah melakukan percobaan serta saran yang diperlukan untuk pengembangan selanjutnya.

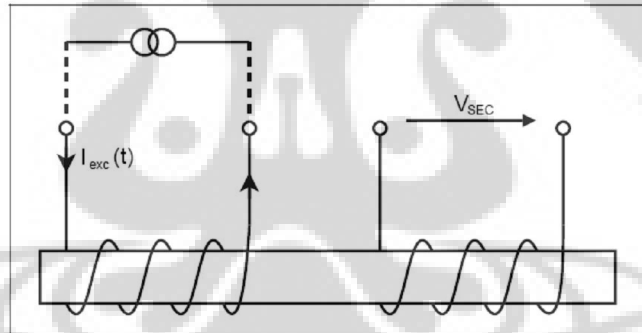
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sensor Magnet Bumi.

Magnetometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat dan arah medan magnet. Pertama kali dibuat oleh Carl Friedrich Gauss menggunakan magnet batang secara horizontal digantung dari tali emas. Di era modern magnetometer telah diproduksi dengan berbagai prinsip kerja seperti Overhauser magnetometer, Caesium Vapor Magnetometer, Proton Precession magnetometer dan fluxgate magnetometer [1].

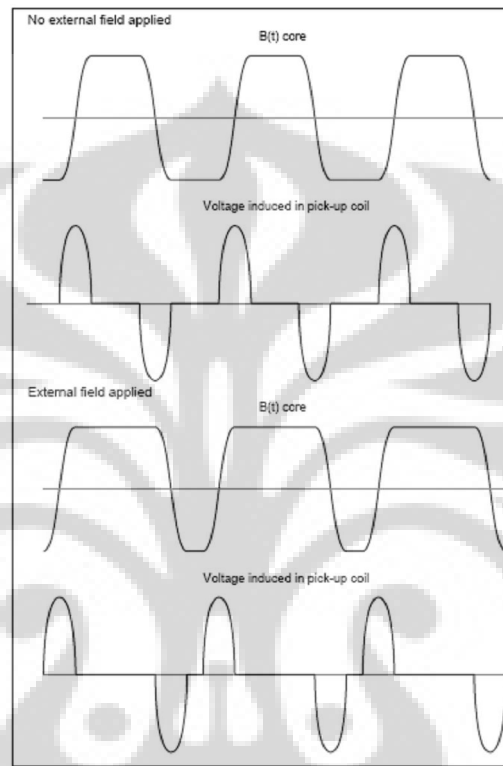
Dalam penulisan ini penulis menggunakan sensor medan magnet bumi dengan prinsip fluxgate magnetometer. Secara mendasar terdiri dari inti ferromagnetic dalam sebuah eksitasi coil seperti pada gambar 1. geometri pada inti dapat berbeda dari banyak design.



Gambar 2.1 , Sensor fluxgate magnetometer[1].

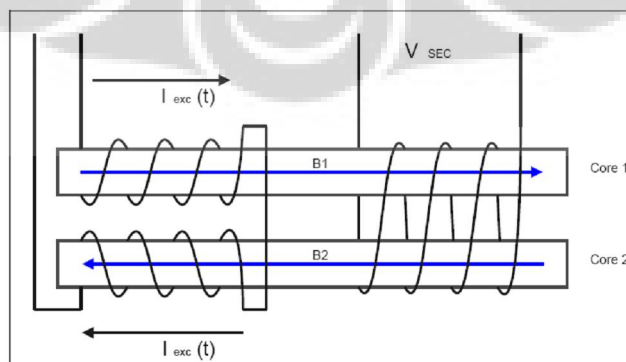
Dengan memberikan arus AC terhadap lilitan kawat dan inti magnet maka magnet akan mengalami saturasi. Perubahan flux magnet melalui pick-up coil akan mengakibatkan naiknya tegangan V_{sec} . Hal ini akan menggerakkan medan magnet yang menginduksi tegangan pada pick-up coil. Sebagai contoh signal dari pick-up coil pada gambar 2.1,tanpa sebuah medan luar. Tanpa sebuah medan luar flux magnetik dalam inti hanya tergantung pada medan yang dibentuk oleh pick up coil. Inti akan berada pada keadaan saturasi pada beberapa waktu dengan dua arah saturasi yang sama pada perioda exitasi. Perubahan flux magnet antara dua keadaan saturasi akan menginduksi tegangan dalam pick up coil. Jika komponen

pada medan luar berada pada sumbu inti, waktu yang dibutuhkan untuk satu saturasi akan meningkat. Ini akan menggeser tegangan induksi pada pick-up coil. Seperti pada gambar 2.2, pergeseran ini dapat dideteksi dan bentuk ukuran pergeseran flux medan luar dapat diperoleh.



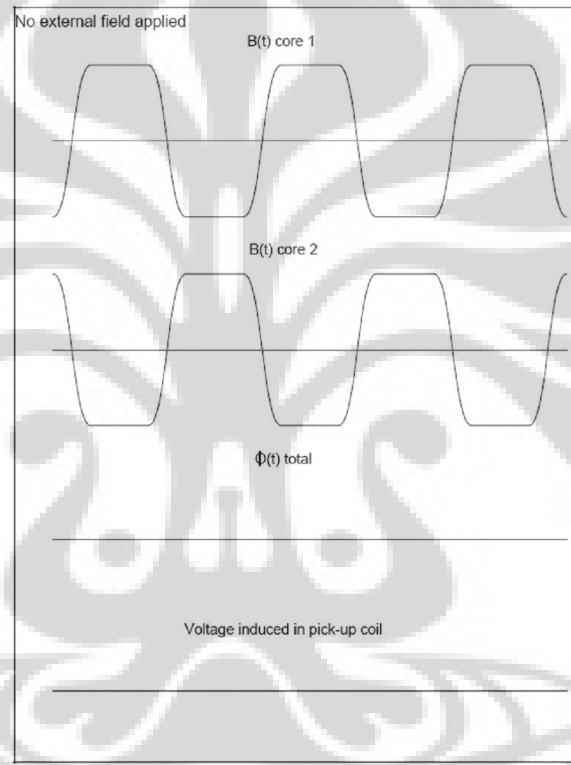
Gambar 2.2, signal dari pick-up coil [1]

Untuk mencegah signal besar yang dihasilkan oleh eksitasi coil ditambahkan inti pada pick-up coil dengan sebuah lilitan coil/kawat yang berlawanan arah dari yang pertama seperti pada gambar 2.3. untuk menjamin bahwa kedua coil digerakan oleh arus yang sama coil dihubungkan secara seri.

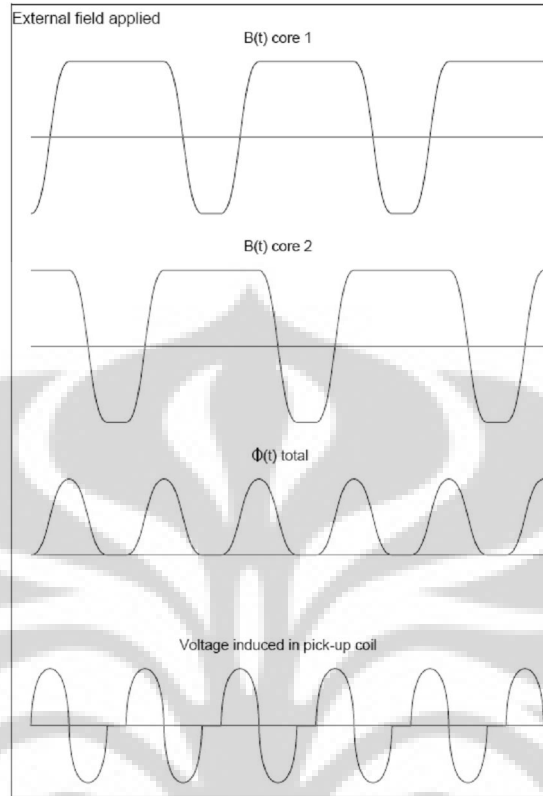


Gambar 2.3., kompensasi untuk medan eksitasi[1]

Coil yang dililitkan berlawanan arah dan menghasilkan medan magnet pada arah yang berlawanan dengan inti. Dengan adanya medan magnet luar maka fluk magnetik yang berlawanan inti masing-masing akan meniadakan sehingga tidak ada tegangan yang diinduksi oleh pick-up coil. (gambar 2.4.) Jika ada medan luar, signal dari pick-up coil akan meningkat karena pergeseran relative pada perubahan fluk di masing-masing inti (gambar 2.5.). Itu akan didominasi oleh harmonik yang kedua pada frekuensi exitasi.



Gambar 2.4., sinyal keluaran dari pick-up coil pada batang ganda magnetometer dengan tidak ada medan luar.



Gambar 2.5, sinyal keluaran dari pick-up coil pada batang ganda magnetometer dengan medan luar.

Mekanisme dari fluxgate adalah bahwa pada keadaan AC saturasi akan menyebabkan munculnya permeabilitas (μ_a) bervariasi antara 0 dan μ_{max} . Saat eksitasi medan melalui nol, signal hanya akan tergantung pada medan luar dapat terlihat sebagai phase pergeseran waktu dari signal yang tergantung pada kemagnetan inti. Ini berarti bahwa informasi pada medan luar dapat diamati pada dua gerakan frekuensi.

Tegangan induksi pada pick-up coil dinyatakan sebagai berikut:

$$V_{SEC} = na \cdot \frac{dB}{dT} \quad (2.1)$$

Dimana n adalah jumlah lilitan dalam pick-up coil, a adalah luasan dan B adalah medan luar B_{ex} .

$$B = \mu_a \cdot B_{ex} \quad (2.2)$$

$$\frac{V_{SEC}}{B_{ex}} = na \frac{d\mu_a}{dt} \quad (2.3)$$

Dimana μ_a adalah permeabilitas yang berbeda dari permeabilitas (μ_r) material tertentu karena factor demagnetisasi D:

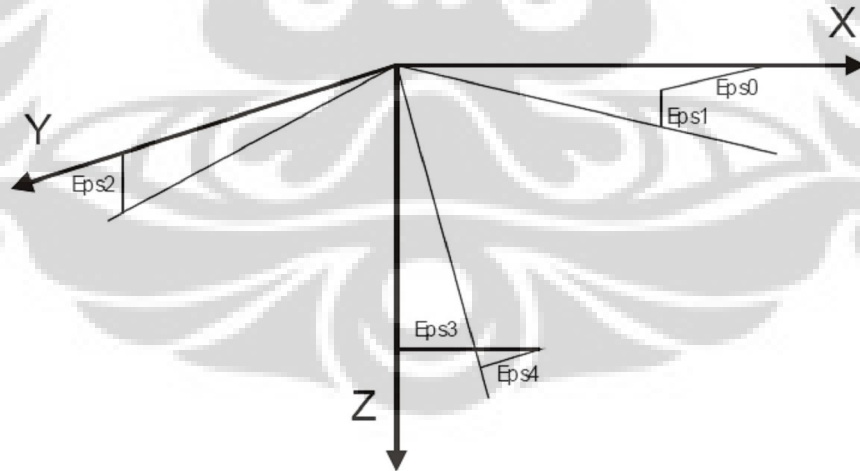
$$\mu_a = \frac{\mu_r}{1 + D(\mu_r + 1)} \quad (2.4)$$

Factor demagnetisasi D bervariasi dengan bentuk geometri dari intinya. Maka dapat dituliskan sebagai persamaan dasar fluxgate dan sebagai fungsi permeabilitas relative pada inti

$$V_{SEC} = naB_{ex} \frac{(1-D)(d\mu_r/dt)}{(1+D(\mu_r-1))^2} \quad (2.5)$$

Pada persamaan (5) memberikan output tegangan V_{SEC} sebagai fungsi pada B_{ex} dan perubahan permeabilitas terhadap waktu.

Dalam penulisan ini penulis menggunakan sensor fluxgate magnetometer model FGE merupakan tri-axial magnetometer. Masing-masing sensor dikalibrasi pada Danish magnetic observatory Brorfelde untuk menentukan sensitivitasnya.



Gambar 2.6., Frame referensi Kalibrasi menggunakan sistem koordinat orthogonal.[3]

Sebagai frame referensi untuk kalibrasi menggunakan sebuah sistem koordinat orthogonal X,Y,Z. Dimana sumbu Y adalah horizontal dan berada pada

bidang vertikal yang sama sebagai sumbu magnet pada Y. Sumbu X juga horizontal dan tegak lurus Y. Z adalah titik ke arah bawah. Pada gambar menunjukkan frame referensi dan 5 sudut penyimpangan. Dalam instrument yang standar sudutnya adalah lebih kecil dari 2 mrad atau & min pada busurnya.

Menggunakan sudut penyimpangan diperoleh persamaan untuk magnetometer sebagai berikut:

$$\left. \begin{aligned} S_X * V_X &= O_X + B_X + \varepsilon_0 B_Y + \varepsilon_1 B_Z - X_{BIAS} \\ S_Y * V_Y &= O_Y + B_Y + \varepsilon_2 B_Z - Y_{BIAS} \\ S_Z * V_Z &= O_Z + B_Z + \varepsilon_3 B_X + \varepsilon_4 B_Y - Z_{BIAS} \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

Dimana S adalah sensitivitas instrumen dalam nT/V, dan O adalah offset instrumen dalam nT, B_x, B_y dan B_z adalah komponen medan magnet sepanjang sumbu referensi sistem koordinat dan epsilon adalah sudut pergeseran. BIAS menandakan bahwa medan magnet konstan dikurangi oleh arus BIAS stabil. Keduanya offset dan sudut pergeseran adalah kecil sehingga diabaikan, sehingga persamaannya dapat disederhanakan sebagai berikut:

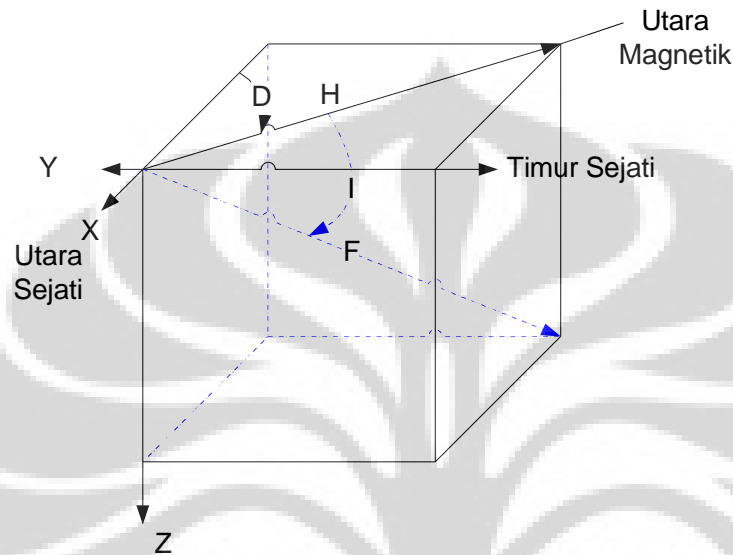
$$\left. \begin{aligned} S_X * V_X &= B_X - X_{BIAS} \\ S_Y * V_Y &= B_Y - Y_{BIAS} \\ S_Z * V_Z &= B_Z - Z_{BIAS} \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

.Sensitivitas instrument ditentukan oleh sensitivitas sensor coil dan resistor pembagi dalam rangkaian elektronik, maka :

$$S_X = \frac{C_X}{R} nT / mA \quad (2.8)$$

Dimana R adalah tiga resistor dalam bok elektronik untuk setting sensitivitas intrument dan C adalah sensitivitas sensor (nT/mA) yang disertakan dalam sertifikat kalibrasi. Formulasi ini sangat penting dalam proses instalasi (DMI,2005). Stasiun observatory magnetometer modern menggunakan fluxegate sensor yang mengukur variasi gangguan medan magnet bumi berdasarkan tiga komponen pengukuran arah, yaitu X (arah Utara-Selatan), Y (arah Timur-Barat) dan Z (vertical). Dalam komponen polar dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 H &= (X^2 + Y^2)^{1/2} \\
 D &= \arctan(Y/X) \\
 Z &= Z \\
 F &= (X^2 + Y^2 + Z^2)^{1/2}
 \end{aligned}
 \tag{2.9}$$



Gambar 2.7., arah vektor gaya medan magnet [3].

Keterangan:

H = Kuat medan pada arah Utara Magnet Bumi.

F = Kuat Medan Magnet Total.

D = Deklinasi Magnet, sudut antara Utara magnet dan Utara Sejati bumi.

K-Indeks.

Adalah suatu kode yang dihubungkan terhadap komponen horizontal pada pengamatan medan magnet bumi dengan integer dalam range 0 – 9 dengan nilai 1 kondisi kalem dan 5 atau lebih menandakan badai magnetic. Nilai K indeks tersebut diperoleh dari fluktuasi maksimum pada komponen horizontal yang diamati pada magnetometer relative terhadap hari tenang, selama interval tiga jam. [9,10].

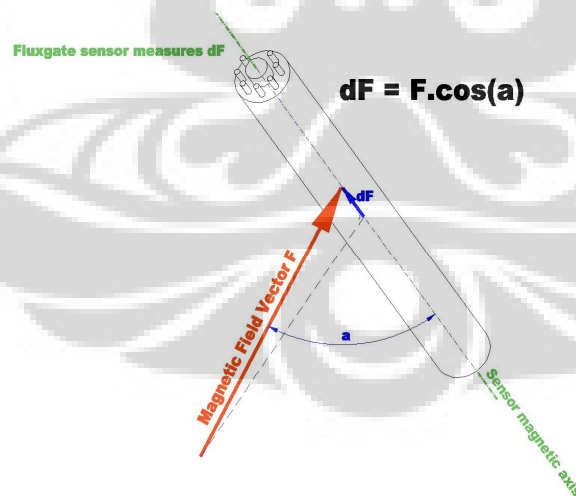
Tabel konversi dari fluktuasi maksimum (nT) terhadap K-indek berbeda dari setiap stasiun observatori. Dalam prakteknya bahwa observatory pada latitude yang lebih tinggi memerlukan level lebih tinggi pada fluktuasinya yang dinyatakan dalam K-indeks. Real time K-indek diperoleh setelah interval waktu

tiga jam ditentukan (0000-0300,0300-0600,.....,2100-2400). Deviasi maksimum positive dan negative selama perioda 3 jam di jumlahkan untuk menentukan fluktuasi total maksimum. Deviasi maksimum mungkin terjadi kapan saja selama perioda 3 jam.

DI-FLUX

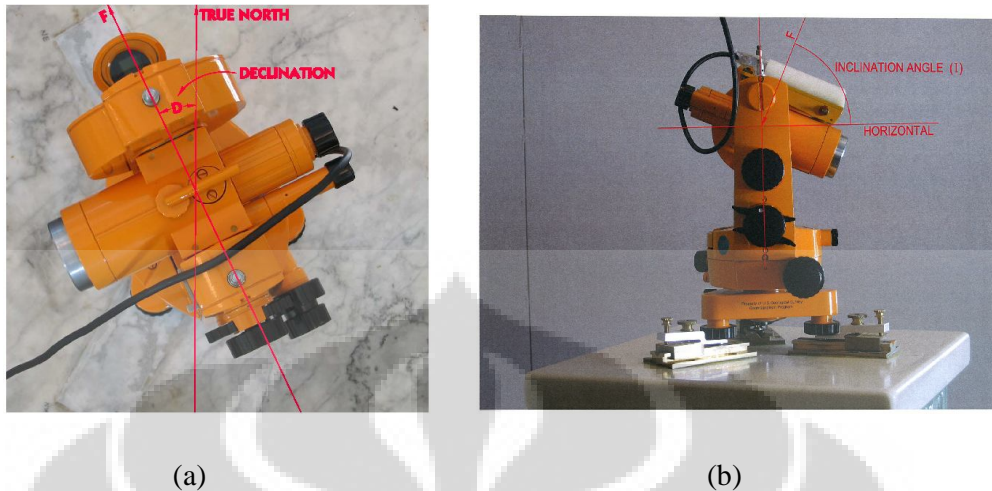
Adalah alat yang digunakan untuk menentukan sudut deklinasi dan inklinasi magnet bumi, prinsip kerja alat juga berdasarkan fluxgate magnetometer hanya menggunakan single core. Pertama menempatkan sensor magnet ke arah utara geografis bumi lalu sensor digerakan ke arah kiri-kanan (untuk penentuan deklinasi) atau atas bawah (untuk penentuan inklinasi), hingga penunjukkan indikator perubahan medan magnet bumi menunjukkan nol, yang berarti tidak ada perubahan medan magnet yang bekerja pada sensor fluxgate akibat medan magnet bumi melainkan adalah medan magnet yang dihasilkan oleh coil dan bahan didalam intinya.

Fluxgate adalah sensor yang sensitif terhadap perubahan arah dengan merepons arah medan magnet bumi. Sensitifitas tertinggi terjadi ketika sensor magnet tegak lurus terhadap medan magnet bumi \perp



Gambar 2.8, Gambar vektor gaya magnet terhadap sensor magnet

Hal ini dilakukan masing-masing dalam 4 kali pengukuran, lalu nilainya dirataratakan.



(a) (b)
Gambar 2.9, Penentuan (a) Deklinasi dan (b) Inklinasi

PROTON MAGNETOMETER

Untuk mengukur absolut medan magnet bumi total digunakan proton magnetometer menggunakan prinsip memperhitungkan frekuensi gerak presisi proton dalam pengaruh suatu medan magnet. Pers Larmour :

$$\omega = g \cdot H \quad (2.10)$$

dengan : ω = frekuensi Larmour

g = percepatan gravitasi

H = Kuat medan

Bila medan magnet induksi pada kumparan dihilangkan maka inti atom hidrogen akan mengalami gerak presisi kembali ke keadaan semula. Frekuensi yang timbul akan sesuai dengan besarnya medan magnet bumi yang mempengaruhinya.

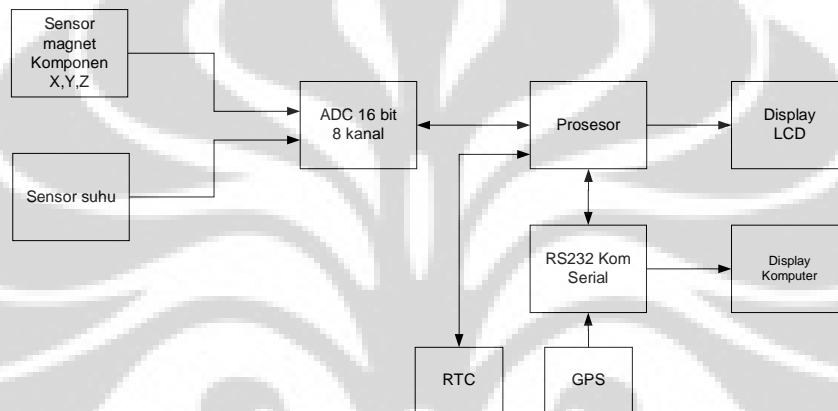
2.2. Data Logger

Secara umum datalogger merupakan suatu piranti yang dapat menyimpan data. Piranti tersebut dapat membaca sinyal listrik sebagai masukannya dan menyimpannya di internal memori serta mengirimkannya ke komputer. Bagian utama dari sistem data logger terdiri atas akuisisi data, perekaman data dan pengiriman data.

Adapun beberapa parameter yang perlu diperhatikan, antara lain:

- Jenis Input : merupakan jenis sinyal listrik yang mampu diterima sebagai masukan oleh data logger seperti tegangan/ arus AC/DC.

- Jumlah Input : Umumnya data logger dirancang untuk masukan tunggal (single channel) atau masukan jamak (multi channel), dengan teknik multiflexing mampu menangani beberapa sinyal input sekaligus.
- Kecepatan sampling : merupakan ukuran kemampuan pengambilan data dalam interval waktu tertentu atau kecepatan pencuplikan data. Sampling yang semakin cepat maka semakin banyak data sehingga dibutuhkan ruang penyimpanan yang besar.



Gambar 2.10., Konfigurasi sistem data logger

Gambar 2.10 merupakan rancangan sistem data logger yang dibuat dimana input yang menuju AD Converter terdiri dari Komponen pengukuran variasi medan magnet (pada sumbu x, y dan z) dan komponen pengukuran temperatur ruang, yang selanjutnya di ubah kedalam bentuk digital oleh AD Converter. Mikroprosesor merupakan komponen yang mengontrol proses pencuplikan data, pencatatan data dan pengiriman data ke piranti lainnya seperti komputer.

2.3. Mikrokontroler Atmega32.

Mikrokontroler merupakan pengembangan lebih lanjut dari penggunaan mikroprosesor, dimana pada mikroprosesor membutuhkan ROM, RAM untuk membuat suatu alat sederhana, sedangkan dalam mikrokontroler piranti-piranti tersebut telah terdapat didalamnya.

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi diproses dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, time/counter fleksible dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watcdog timer dan mode power saving, memiliki sebuah SPI serial port, enam software selctable power saving modes. Idle mode memberhentikan kerja CPU ketika mengijinkan USART, Two-wire interface, A/D Converter, SRAM, timer/Counters, SPI port dan interrupt system to continue functioning.

AVR kaya akan kombinasi set instruksi dengan 32 general purpose working register. Ke 32 register tersebut langsung dihubungkan ke Aritmetic Logic Unit (ALU) dan diberikan dua register independen untuk di akses dalam satu instruksi eksekusi dalam satu siklus waktu (clock cycle). Arsitekturnya lebih efisien sehingga kecepatannya 10 kali lebih cepat dari microcontroller CISC konvensional. AVR Atmega32 di dukung dengan penuh oleh program dan sistem development tool termasuk : C compiler, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulator dan evaluation kits.

Dari arsitektur, mikrokontroler Atmega32 mempunyai beberapa kelebihan diantaranya:

- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier

- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits In-System Programming by On-chip Boot Program True Read-While-Write Operation

- 1024 Bytes EEPROM Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 2K Byte Internal SRAM
- Programming Lock for Software Security

- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface

- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator

- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources

- Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby

- I/O and Packages

- 32 Programmable I/O Lines
- 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad MLF

- Operating Voltages

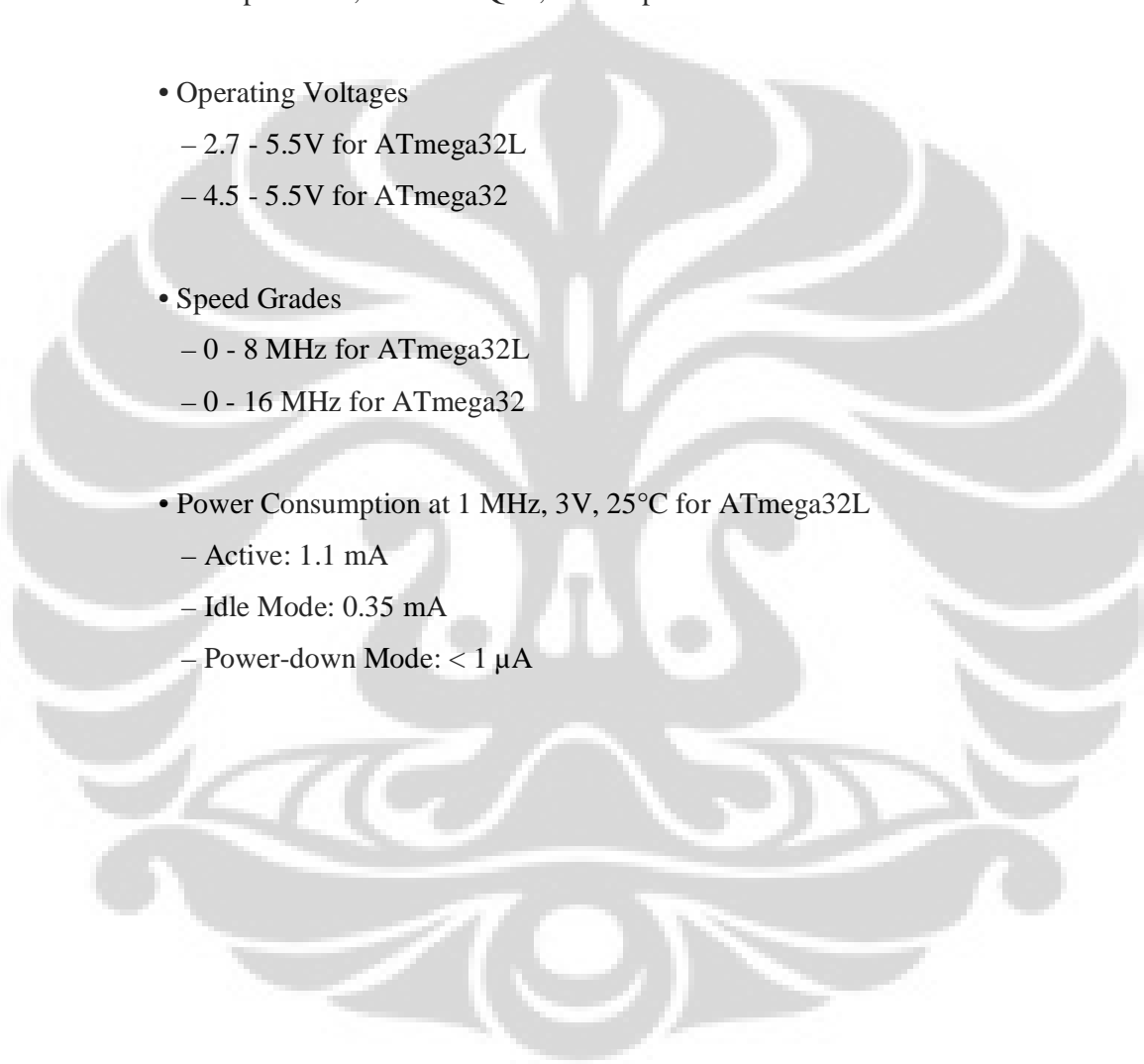
- 2.7 - 5.5V for ATmega32L
- 4.5 - 5.5V for ATmega32

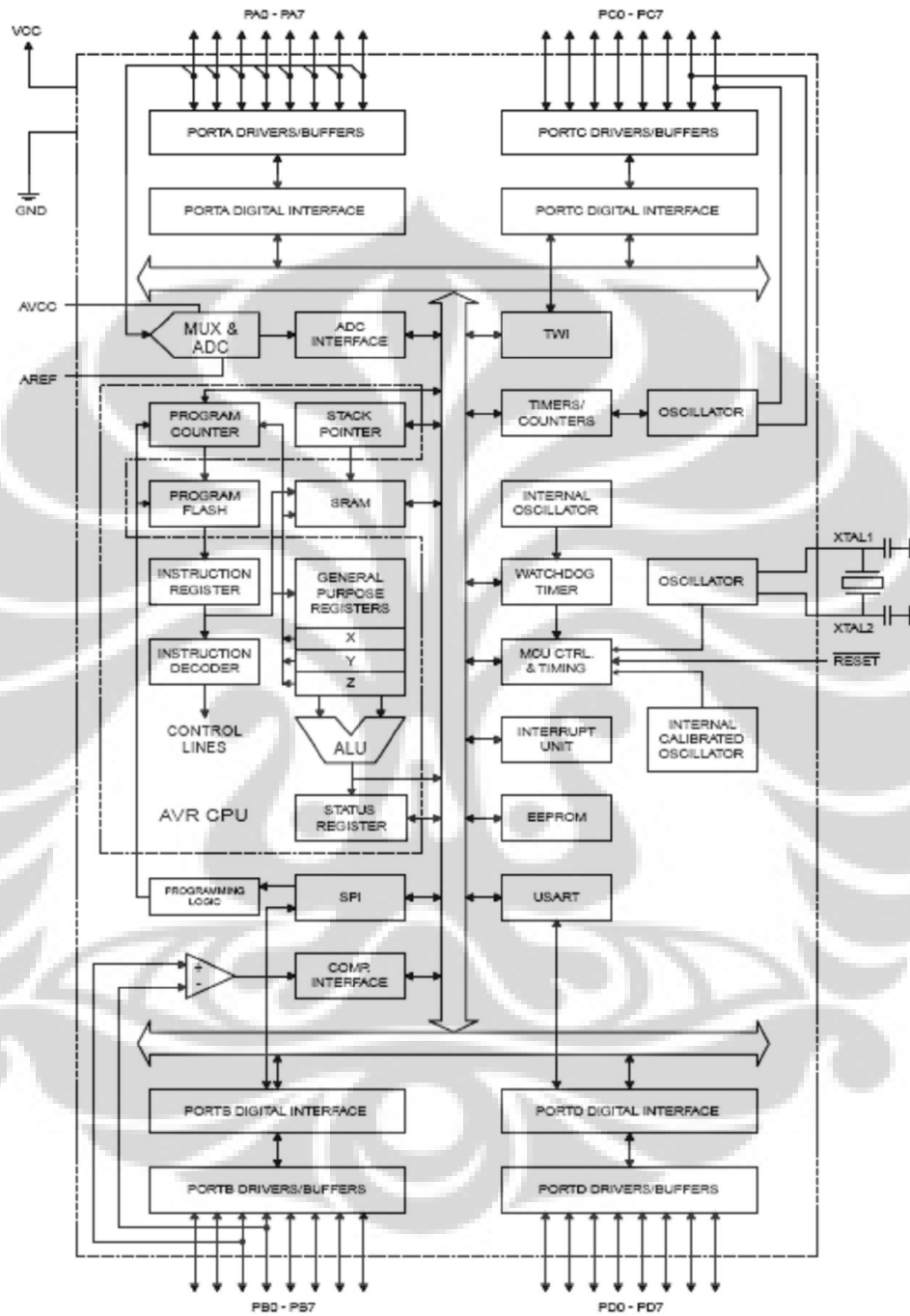
- Speed Grades

- 0 - 8 MHz for ATmega32L
- 0 - 16 MHz for ATmega32

- Power Consumption at 1 MHz, 3V, 25°C for ATmega32L

- Active: 1.1 mA
- Idle Mode: 0.35 mA
- Power-down Mode: $< 1 \mu\text{A}$



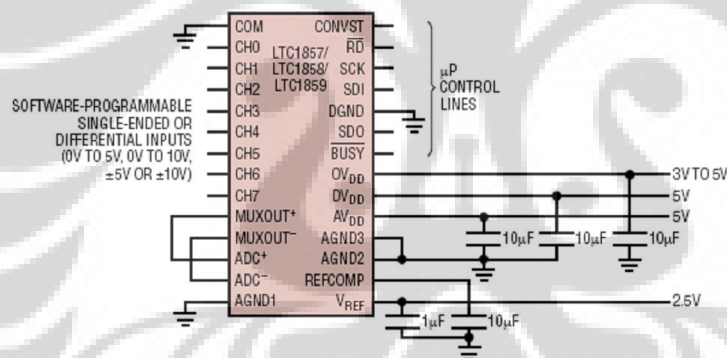


Gambar 2.11, Arsitektur Mikrokontroler ATmega32 [2]

2.4. ADC 16 bit LTC1859.

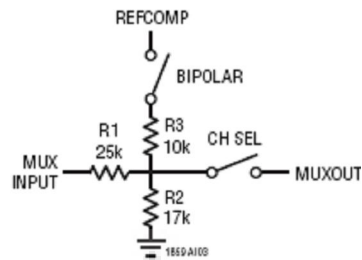
AD Converter LTC1859 adalah AD Converter 16 bit produk linear technology yang memiliki 8 channel input, input range dapat diprogram dengan fault protected hingga $\pm 25V$. LTC1859 mudah diprogram melalui serial interface untuk input 0V - 5V, 0V - 10V, $\pm 5V$ atau $\pm 10V$. Semua channel memiliki fault protected hingga $\pm 25V$. Sebuah tegangan overvoltage fault hingga $\pm 25V$ pada satu atau lebih channel yang tidak digunakan tidak akan mempengaruhi akurasi pada channel yang dipilih. [5]

Multiflexer dapat diprogram untuk masukan 8 single ended input, 4 differensial input atau kombinasi dari keduanya. LTC1859 adalah ideal untuk aplikasi multichannel dengan resolusi tinggi seperti instrumentasi, sistem data akuisisi dan proses control dalam industri. Catu daya yang dibutuhkan untuk AD Converter ini adalah 5 V. Clock internal yang ditrim untuk waktu maximum conversi adalah 5 μs dan sampling rate 100 ksp/s.



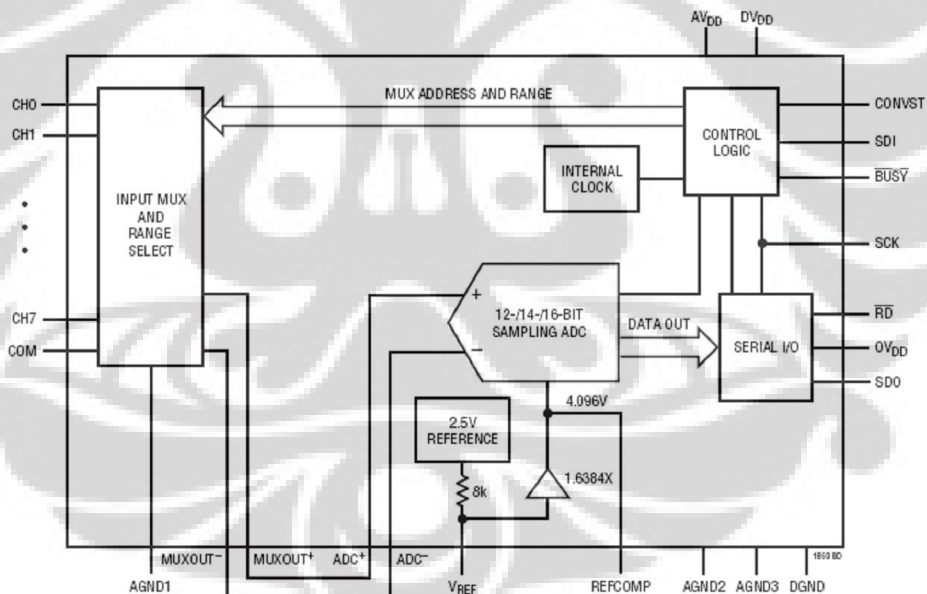
Gambar 2.12, konfigurasi LTC1859[5]

LTC1859 menggunakan algoritma successive approximation dan sebuah rangkaian internal sample and hold untuk merubah signal analog ke 16 bit serial, dan dilengkapi dengan tegangan referensi presisi dan sebuah internal clock. Kontrol logik memberikan kemudahan interface terhadap mikroprosesor dan DSP. Signal analog diumpankan pada kanal MUX input yang di skalakan oleh pembagi resistor R1, R2 dan R3 seperti ditunjukkan di bawah ini:



Gambar 2.13, resistor pembagi

Signal rescaled tampak pada MUXOUT (pin 10, 11) dimana dihubungkan ke ADC input (pin 12, 13) pada operasi normal. Sebelum proses konversi dimulai 8 bit data word di clock dalam SDI input pada first eight rising SCK edges untuk memilih alamat MUX, range input dan mode power down. ADC pada mode akuisisi berada pada falling edge pada enam clock dalam 8 bit data word dan akhir pada rising edge pada signal CONVST yang mengawali konversi.



Gambar 2.14, blok diagram LTC1859[5]

2.5 Komunikasi Port Serial

Dikenal dua cara komunikasi data secara serial, yaitu komunikasi data serial secara sinkron dan komunikasi data serial secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, klok dikirimkan bersama-sama dengan data serial,

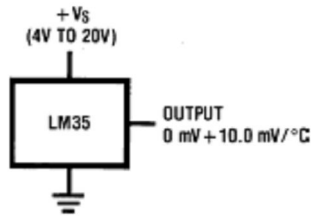
sedangkan komunikasi data serial asinkron clock tidak dikirim bersama data serial, tetapi dibangkitkan secara sendiri sendiri baik pada sisi pengirim (transmitter) maupun penerima (receiver). Pada computer PC port serialnya termasuk dalam asinkron. Komunikasi data serial ini dikerjakan oleh UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). IC UART dibuat khusus untuk mengubah data paralel menjadi data serial dan menerima data serial yang kemudian diubah kembali menjadi data paralel.

Pada UART kecepatan pengiriman data (baud rate) dan fase clock pada sisi transmitter dan receiver harus sinkron, maka diperlukan sinkronisasi antara transmitter dan receiver. Hal ini dapat dilakukan oleh bit 'Start' dan 'Stop'. Ketika saluran transmisi dalam keadaan logika '1', dan transmitter ingin mengirim data, output UART akan diset dahulu ke logika '0' untuk waktu satu bit. Sinyal ini pada receiver akan dikenalisebagai sinyal 'Start' yang digunakan untuk mensinkronkan fase clock sehingga sinkron dengan fase transmitter. Selanjutnya data akan dikirimkan secara serial dari bit paling rendah (bit 0) sampai bit tertinggi. Terakhir akan dikirim sinyal 'Stop' sebagai akhir dari pengiriman data serial. Dalam komunikasi data serial, baud rate dari kedua alat yang berhubungan harus diatur pada kecepatan yang sama, panjang data ditentukan, paritas dan jumlah bit stop.

2.6. Sensor Temperatur LM35

LM35 adalah sensor temperatur semiconductor-junction yang tegangan outputnya sebanding dengan temperature semiconductor junction yang tegangan outputnya setara dengan temperature dalam derajat Celcius. LM35 memiliki keadaan default yaitu akurasi $\pm 1/4$ °C pada temperature ruang dan $\pm 3/4$ °C pada range maximum -55 sampai +150 °C.

LM35 Memiliki factor skala linear +10.0 mV/°C, ini berarti untuk tiap kenaikan satu derajat celcius pada suhu sekitar tegangan output akan naik 10 mV. Tegangan kerja dari LM35 adalah 4 sampai 30 Volt dengan kuat arus sebesar 60 μ A.[4]



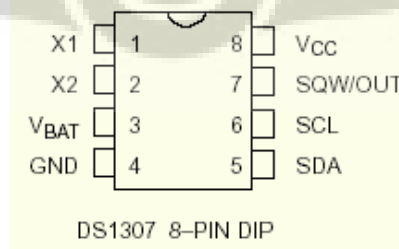
Gambar 2.15, Basic Centigrade Temperature Sensor(+2°C to +150°C)[12]

2.7. Time Sistem RTC dan GPS

2.7.1. Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock yang digunakan adalah jenis RTC DS1307 yang memiliki daya rendah, Full BCD clock/kalender ditambah 56 bytes nonvolatile SRAM. Alamat dan data ditransfer secara serial melalui 2 wire bi directional bus. Jam/kalender menyediakan susunan informasi detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun. Tanggal di akhir bulan secara automatic di adjust untuk bulan yang kurang dari 31 hari, termasuk koreksi untuk tahun. Pewaktuan beroperasi dalam format 24 jam atau 12 jam dengan indicator AM/PM. DS1307 memiliki kemampuan untuk mendeteksi kegagalan power dan secara otomatis menswith ke Battery.

DS1307 beroperasi sebagai slave pada serial bus, akses diperoleh dengan mengimplemtasikan kondisi START dan memberikan kode identifikasi diikuti oleh alamat register. Subsequence register diakses secara sequential hingga kondisi STOP dicapai. Ketika VCC jatuh dibawah $1.25 \times V_{BAT}$ maka RTC akan mengakhiri akses yang sedang berlangsung dan mereset alamat counter. Input terhadap RTC tidak akan dilakukan untuk mencegah kesalahan data, dan menswith ke low-current baterai backup mode.[12]



Gambar 2.16, RTC DS1307[12]

SIGNAL DESCRIPTIONS

- VCC, GND – Power DC yang diberikan kepada IC RTC pins. VCC adalah +5V input..
- VBAT – Input Battery untuk standard 3V lithium cell atau sumber energy lainnya. Tegangan Battery harus berada antara 2.0V and 3.5V untuk operasi yang baik.
- SCL (Serial Clock Input) – SCLdigunakan untuk mensinkronisasi pergerakan data pada interface serial.
- SDA (Serial Data Input/Output) – SDA adalah pin input/output untuk he 2-wire serial interface.
- SQW/OUT (Square Wave/Output Driver) – ketika enable, bit SQWE di set ke 1 dan SQW/OUT adalahsalah satu frekuens gelombang kotak (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz).
- X1, X2 – koneksi untuk standar quartz crystal 32.768kHz. internal ossilator di design untk beroperasi dengan Kristal yang memiliki spesifikasi load capacitance 12.5 pF.

Waktu referensi di ambil dari pewaktuan GPS yang selanjutnya digunakan untuk mengeset pewaktuan dari RTC yang tentunya dilakukan hanya pada waktu tertentu saja.

2.7.2. GPS (Global Positioning System)

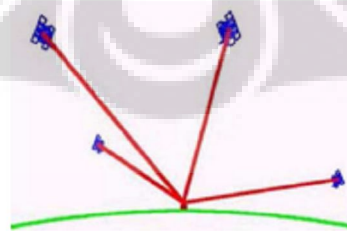
Merupakan system navigasi global yang menunjukkan posisi dimana saja di bumi (lintang, bujur dan ketinggian). Teknologi ini sudah menjadi standar untuk digunakan pada dunia pelayaran, penerbangan dan aplikasi lainnya. System GPS dapat memberikan data koordinat global karena didukung oleh informasi dari 24 satelit yang ada pada ketinggian orbit sekitar 11.000 mil diatas bumi. Satelit-satelit tersebut terbagi dalam 6 bidang orbit yang berbeda dengan masing-masing bidang orbit diisi oleh 4 satelit. Dengan konfigurasi tersebut , maka setiap titik dibumi akan dapat ditentukan koordinatnya oleh GPS setiap saat selama 24 jam penuh sehari.



Gambar 2.17. orbit satelit GPS

Teknologi GPS pada awalnya digunakan untuk keperluan militer. Penyedia satelit untuk system GPS untuk dunia adalah Amerika Serikat. Teknologi GPS ini bebas dimanfaatkan oleh siapa saja didunia secara gratis asal memiliki GPS receiver, alat tersebut menerima sinyal satelit-satelit GPS untuk kemudian melakukan perhitungan koordinat posisi dirinya berdasarkan data yang ada.

Setiap satelit memancarkan gelombang-gelombang mikro, GPS receiver menggunakan sinyal satelit yang diterima untuk melakukan triangulasi posisi dengan cara mengukur lama perjalanan waktu sinyal yang dikirim dari satelit, kemudian mengalikannya dengan kecepatan cahaya untuk menentukan secara tepat berapa jauh jarak antara GPS receiver dan satelit. Dengan mengunci minimum 3 sinyal dari satelit yang berbeda, maka GPS receiver dapat menghitung posisi tetap sebuah titik yaitu koordinat posisi, lintang dan bujur. Penguncian satelit ke 4 membuat pesawat peneroma GPS dapat menghitung posisi ketinggian titik tersebut terhadap muka laut(altitude). [11]



Gambar 2.18. triangulasi GPS

GPS receiver akan terus menjaga dan mengunci sinyal satelit yang diperlukan untuk melakukan triangulasi secara bersama dan paralel. Dengan system ini,

informasi navigasi yang diterima akan selalu up to date. Selain itu juga akan terus mencari sinyal satelit sehingga mendapat lebih dari 4 satelit. Tambahan channel sinyal ini dapat diolah sehingga data koordinat yang diperoleh akan lebih terpecahya akan akurasinya.

NMEA-0183 adalah standar kalimat laporan yang dikeluarkan oleh GPS receiver. Standar NMEA memiliki banyak jenis bentuk kalimat laporan, diantaranya yang paling penting adalah koordinat (latitude, longitude dan ketinggian), waktu (UTC time) dan kecepatan. Adapun jenis kalimat NMEA-0183 adalah sebagai berikut:

Kalimat	Deskripsi
\$GPGGA	Global positioning system fixed data
\$GPGLL	Geographic position-latitude/longitude
\$GPGSA	DNSS DOP and active satellite
\$GPGSV	GNSS satellites in view
\$GPRMC	Recommended minimum specific GNSS data
\$GPVTG	Course over ground and ground speed

Berikut ini adalah contoh kalimat pada \$GPGGA dan \$GPGLL

Contoh:

\$GPGGA,092204.999,4250.5589,S,14718.5084,E,1,04,24.4,19.7,M,,,,0000*1F

FIELD	Contoh isi	Deskripsi
Sentence ID	\$GPGGA	
UTC Time	092204.999	hhmmss.sss
Latitude	4250.5589	ddmm.mmmm
N/S Indicator	S	N=Norht, S= South
Longitude	14718.5084	dddmm.mmmm
E/W Indicator	E	E= East, W=West
Position Fix	1	0=Invalid, 1= valid SPS, 2=valid DGPS,3=validPPS
Satellites Used	04	Satellites being used (0-12)
HDOP	24.4	Horizontal dilatation of precision
Altitude	19.7	Altitude in meters according to WGS-84 ellipsoide
Altitude Unit	M	M=meters

Geoid Separation		Geoid Separation in meters according to WGS-84 ellipsoid
Separation Unit		M=Meters
DGPS Age		Age of DGPS data in seconds
DGPS Station ID	0000	
Checksum	*1F	
Terminator	CR/LF	

\$GPGLL

Contoh : \$GPGLL,4250.5589,S,14718.5084,E,092204.999,A*2D

Field	Contoh isi	Deskripsi
Sentence ID	\$GPGLL	
Latitude	4250.5589	ddmm.mmmm
N/S Indicator	S	N= North, S=South
Longitude	14718.5080	dddmm.mmmm
E/W Indicator	E	E=East, W=West
UTC Time	092204.999	hhmmss.sss
Status	A	A=Valid, V=invalid
Checksum	*2D	
Terminator	CR/LF	

BAB 3

METODA PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian tugas akhir ini, dilakukan beberapa metoda diantaranya adalah sebagai berikut:

3.1. Alat dan Bahan.

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan, adapun untuk alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Komputer Pribadi.
- Variable power supply
- Digital Oscilloscope
- Digital Multimeter
- Protoboard
- Solder
- Penyedot timah
- Function generator
- Motor bor

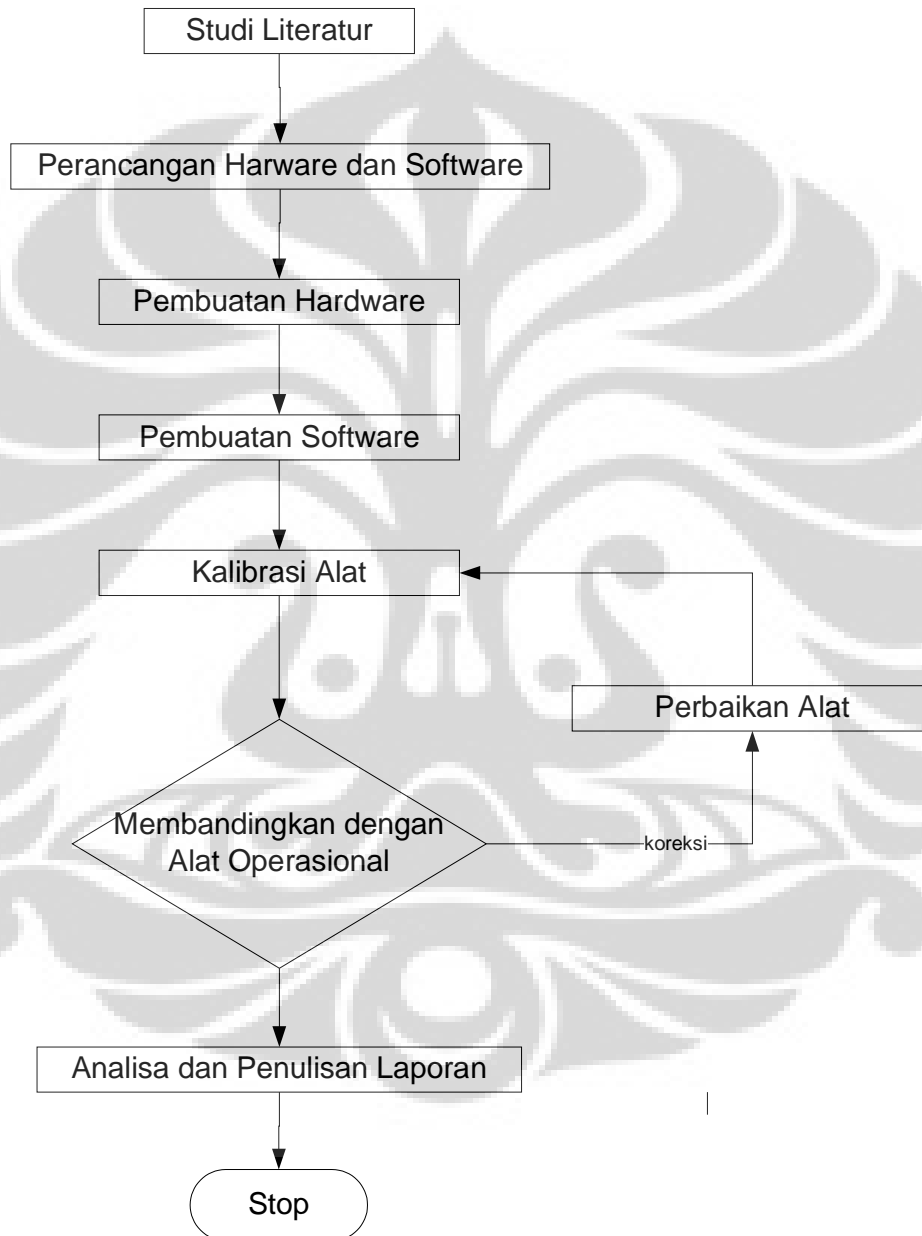
Sedangkan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Mikrokontroler AVR ATmega32 dan 8052
- RTC DS1307
- Komponen umum elektronika (resistor, kapasitor, Kristal clock, komponen IC digital dan Op-Amp, kabel).
- PCB (Printed Circuit Board) kosong
- Timah
- Box plastik
- Sekrup dan timah

3.2. Prosedur Kerja.

Dalam penelitian yang dilakukan secara garis besar dibagi dalam tiga tahap, yaitu pembuatan perangkat keras (hardware), pembuatan perangkat lunak serta kalibrasi dan ujicoba sistem.

Adapun diagram alir penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

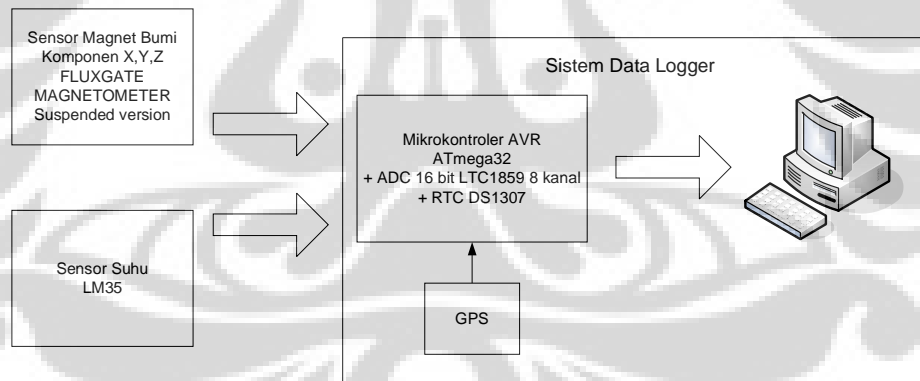


Gambar 3.1. , Diagram Alir Penelitian

Pertama penulis melakukan studi literatur untuk mendesign peralatan yang akan dibuat, selanjutnya dilakukan perancangan hardware dan software untuk diimplementasikan dalam pembuatan hardware dan software. Setelah itu dilakukan kalibrasi alat untuk mengetahui tingkat akurasi dari alat yang dibuat. Langkah selanjutnya adalah membandingkan dengan alat referensi (alat operasional), apabila ada perbedaan dimasukan sebagai nilai koreksi ke sistem/alat yang dibuat. Berikutnya diuji kembali dengan alat referensi untuk di analisa dalam penulisan laporan.

3.2.1. Blok Diagram Rancangan Sistem.

Sistem data logger dibangun dengan menghubungkan modul mikrokontroler Atmega32 yang sudah terintegrasi dengan sistem Analog to digital converter 16 bit LTC1859, sistem pewaktuan (RTC DS1307) dan GPS untuk penentuan posisi (lintang dan bujur), adapun rangkaiannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2, Blok diagram sistem monitoring variasi medan magnet bumi.

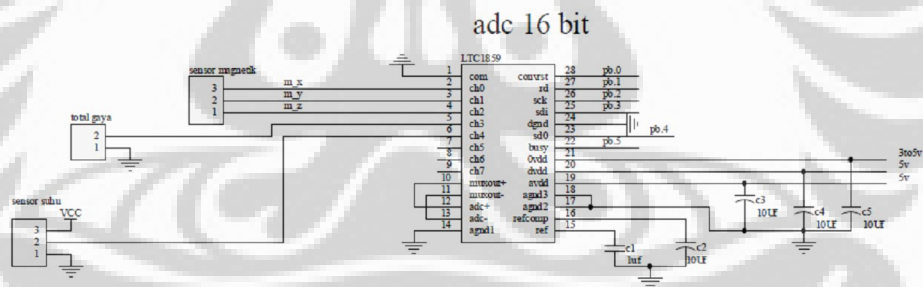
Data logger dihubungkan ke komputer melalui kabel serial dengan memanfaatkan USART pada Atmega32 dan port pada komputer untuk dapat berkomunikasi secara serial. Selanjutnya besaran fisika dalam hal ini adalah variable pengukuran medan magnet bumi pada tiga komponen arah pengukuran (X,Y dan Z) serta sensor temperatur yang ditempatkan dalam datalogger untuk monitor suhu ruangnya yang selanjutnya dikonversikan

oleh ADC 16 bit LTC1859 selanjutnya data dikirimkan ke komputer melalui program kendali (software) pada mikrokontroler. Untuk menangkap data yang dikirim dari Logger dibuat software untuk akuisisi pada komputer menggunakan Lab View untuk ditampilkan secara real time dari pengukuran dan disimpan, yang selanjutnya di proses untuk mendapatkan nilai K indeks.

3.2.2. Pembuatan Perangkat Keras

Dalam rancangan sistem data logger yang dibuat menggunakan Mikrokontroler jenis AVR Atmega32 sebagai pengendali dalam operasi sistem logger dan untuk mengubah besaran analog yang di hasilkan oleh sensor magnet bumi digunakan ADC 16 bit jenis LTC1859 yang memiliki 8 kanal input, dalam hal ini digunakan 4 input sensor yaitu : Sensor magnet komponen X , Y, Z dan Sensor LM35. Ke empat input sensor tersebut dikendalikan melalui port A pada Atmega32.

Adapun rangkaian A/D converter yang di gunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3, rangkaian A/D Converter LTC1859.

ADC⁺ dihubungkan ke MUXOUT⁺ dan ADC⁻ dihubungkan ke MUXOUT⁻ di gunakan untuk normal pengoperasian. Masing-masing output dari sensor tersebut dihubungkan dengan kanal yang dipilih, adapun pemilihannya seperti dalam tabel berikut:

Tabel 3.1, Koneksi A/D Converter ke sensor magnet

Input Kanal pada A/DC	Output Sensor
CH0	(+)Magnet komponen X
CH1	(+) Magnet komponen Y
CH2	(+)Magnet komponen Z
CH3	(+) Medan Total Magnet
AGND	GND
CH4	(+) sensor suhu LM35

Sedangkan untuk sensor temperatur menggunakan LM35 yang dimaksudkan untuk memonitor suhu ruangan dalam logger. Selanjutnya pemilihan pada masing-masing kanal dikendalikan oleh mikrokontroler melalui pengaturan sinyal SDI dengan memberikan input data word yang akan dibahas pada sub bab perangkat lunak. Adapun pengaturannya mengikuti prosedur sebagai berikut:

Tabel 3.2, Pemilihan MUX Address dan input range.

MUX ADDRESS														INPUT RANGE								POWER DOWN SELECTION							
MUX ADDRESS				DIFFERENTIAL CHANNEL SELECTION				MUX ADDRESS				SINGLE-ENDED CHANNEL SELECTION				POWER DOWN SELECTION													
SGL/DIFF	ODD SIGN	SELECT 1	SELECT 0	0	1	2	3	4	5	6	7	SGL/DIFF	ODD SIGN	SELECT 1	SELECT 0	0	1	2	3	4	5	6	7	COM					
0	0	0	0	+	-							1	0	0	0	+									-				
0	0	0	1			+	-					1	0	0	1			+							-				
0	0	1	0					+	-			1	0	1	0						+				-				
0	0	1	1							+	-	1	0	1	1								+		-				
0	1	0	0	-	+							1	1	0	0			+							-				
0	1	0	1			-	+					1	1	0	1				+						-				
0	1	1	0					-	+			1	1	1	0							+			-				
0	1	1	1							-	+	1	1	1	1									+	-				

MUX ADDRESS

Empat bit pada input word pertama menentukan konfigurasi MUX untuk proses konversi. Untuk pemilihan kanal, konverter akan mengukur tegangan antara dua kanal yang ditandai oleh symbol + dan - yang dipilih, untuk SGL/DIFF = 0 maka dipilih untuk signal differensial/bipolar bila

SGL/DIFF=1 dipilih signal unipolar. Untuk ODD/SIGN dan SELECT dapat dilihat dalam table 3.2.

INPUT RANGE

Pada bit ke lima dan enam (UNI < GAIN) menentukan input range untuk konversi. Ketika UNI berlogika 1 konversi unipolar akan dilakukan (0V-10V atau $\pm 10V$) dan logika 0 bekerja konversi bipolar (0V -5V atau $\pm 5V$). perbedaan input range pada UNI dan GAIN dapat dilihat pada table 3.3.

Tabel 3.3, Pemilihan input range

UNI	GAIN	INPUT RANGE
0	0	$\pm 5V$
1	0	0 V TO 5V
0	1	$\pm 10V$
1	1	0V TO 10V

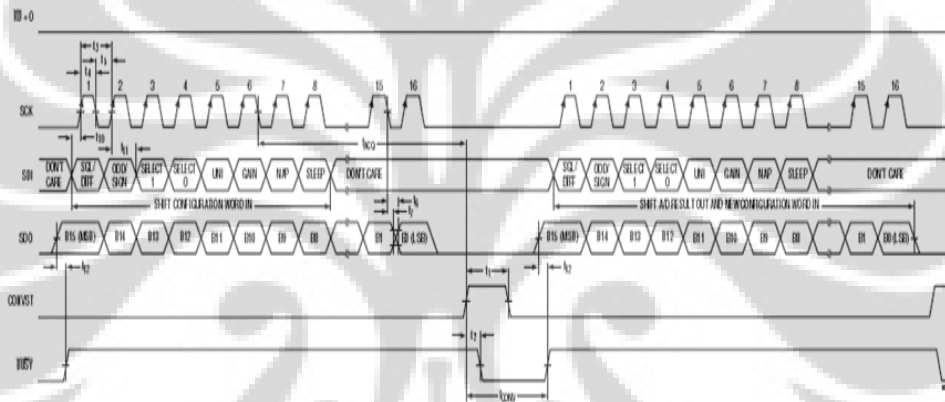
POWER DOWN MODE

Pada dua bit terakhir digunakan untuk pemilihan power shutdown mode. Nap mode dipilih saat Nap=1 dan Sleep = 0, hasil konversi sebelumnya akan di clocked out dan konversi akan terjadi sebelum memasuki Nap mode. Nap mode dimulai pada akhir dari konversi yang ditandai dengan naiknya signal BUSY.

Dalam penulisan ini penulis menggunakan mikrokontroler AVR ATmega32 untuk mengendalikan proses pengambilan data dari A/DC LTC1859, time system GPS dan komunikasi serial ke computer.

Terlebih dahulu mikrokontroler AVR Atmega32 di inisialisasi, pada port C0 – C3 sebagai output dan Port C4 –C5 sebagai input, untuk berkomunikasi dengan ADC LTC1859. Masing-masing sebagai signal CONV, RD, SCK, SDI, BUSY dan SDO. Pertama dengan mereset signal CONV, RD dan SCK hingga pada kondisi low, signal SDI ada pada 8 pulse keadaan yang digunakan untuk mengatur kerja dari ADC yang merupakan pemilihan MUX Address dan input range dari A/D Converter. Sebagai contoh pada signal SDi dibuat logika 00111001. Pada bit ke-1 diberikan logika 1

dilakukan pengesetan untuk single ended , bit ke-2 logika 0 untuk mengeset nilai positif untuk input signal. Pada bit ke-3 dan 4 dengan logika 01 untuk pemilihan kanal yang akan digunakan (dalam hal ini kanal 2). Pada bit 5 dan 6 diperuntukan pengesetan input range dari A/D Converter, diberi logika 11 diset untuk input range 0 – 10 V. bit ke 7 dan 8 digunakan untuk mengatur power down. logika Data keluaran dari hasil kuantisasi ada pada sinyal SDO yang merupakan data serial yang di ambil oleh program dalam mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut. Selanjutnya data dikirim oleh Port D1 (Tx) ke RS232 untuk diteruskan ke computer.

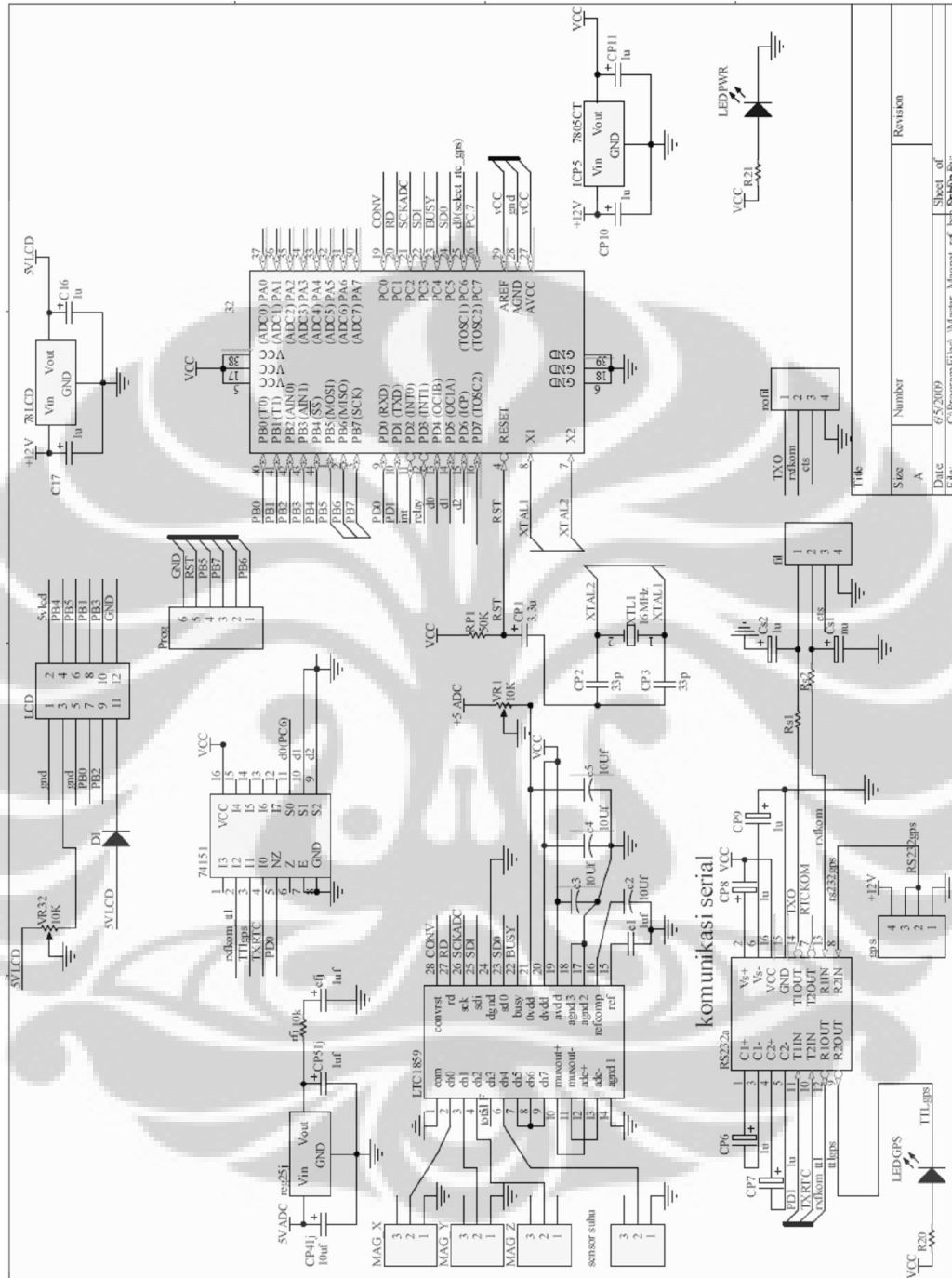


Gambar 3.4, Diagram waktu ADC LTC 1859[5]

Dikarenakan sarana pengiriman (Rx) dan Penerimaan (Tx) data dari Micro AVR ATmega32 hanya memiliki satu maka digunakan IC Multiflexer 74151. Micro AVR ATmega32 menerima Data dari RTC pada Port PD0(RXD) secara kontinu setiap detik dan GPS diatur setiap 1 menit. Pemilihan tersebut diatur oleh port PC6 dengan kriteria logika 0 akses RTC dan logika 1 akses GPS.

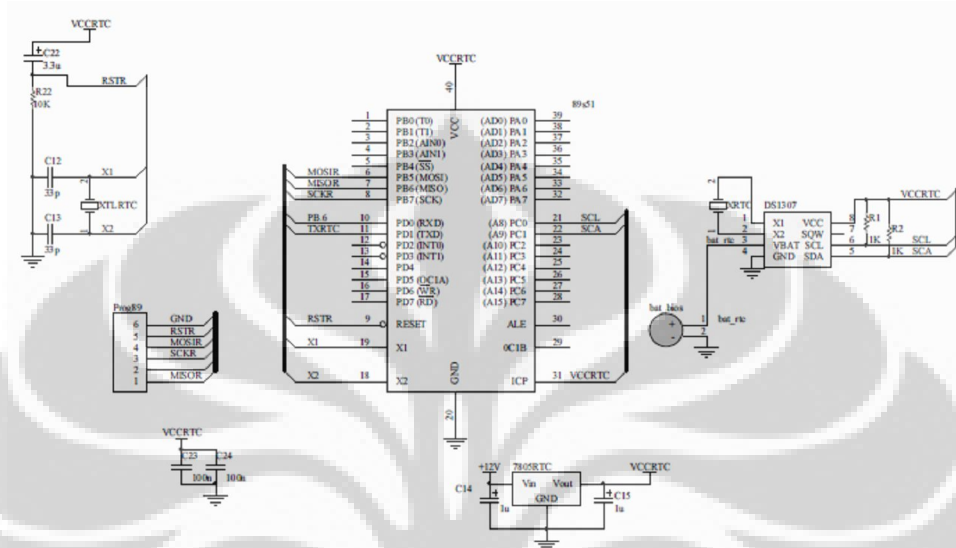
Selain dikirim secara serial data juga dikirim ke LCD untuk menampilkan data waktu dari RTC dan komponen pembacaan X,Y dan Z. pengiriman ini dilakukan oleh port PB1, PB3, PB4 dan PB5.

secara garis besar rangkaiannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.5, skema rangkaian sistem logger

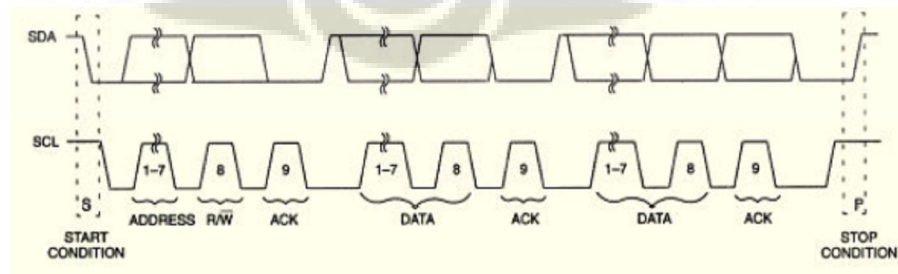
Tahap selanjutnya adalah menghubungkan sistem pewaktuan menggunakan rangkaian RTC menggunakan DS1307 yang dikendalikan oleh mikrokontroler 8052, rangkaiannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.6, rangkaian RTC DS1307

Untuk rangkaian RTC digunakan IC DS1307 yang dihubungkan dengan AT89S52, real time clock menghitung detik, menit, jam, tanggal, bulan dan tahun yang valid hingga 2100. Alamat dan data ditransfer secara serial melalui 2 wire.

DS1307 beroperasi sebagai slave pada serial bus. Akses diperoleh dengan mengimplementasikan kondisi START dan memberikan kode identifikasi diikuti oleh alamat register. Subsequent register dapat diakses secara sequence hingga pada kondisi STOP di eksekusi.

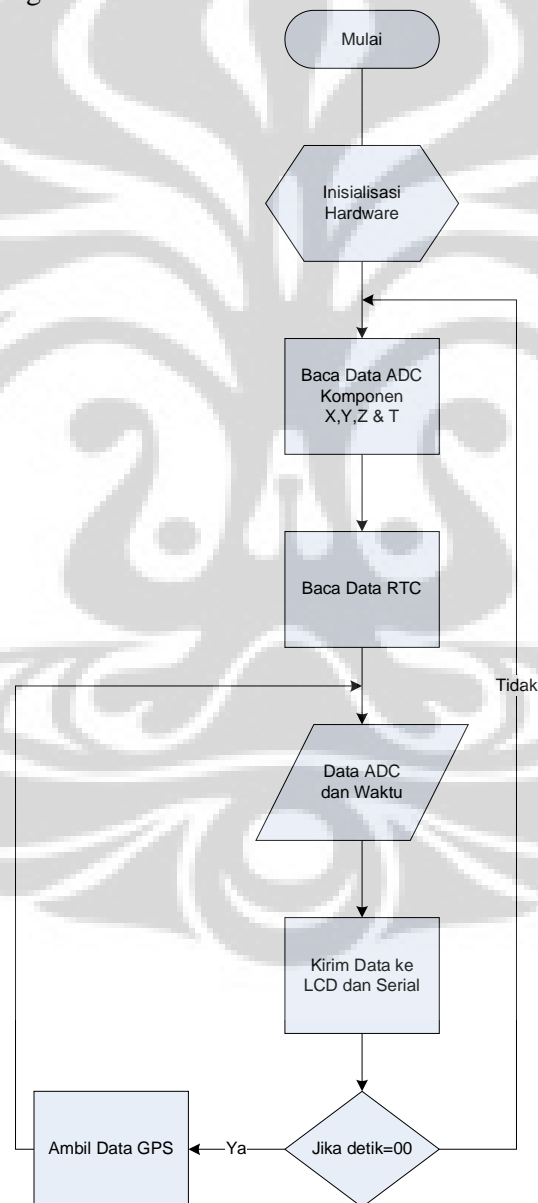


Gambar 3.7, Timing Diagram RTC DS1307[12]

3.2.3. Pembuatan Perangkat Lunak

Untuk menjalankan perangkat keras yang telah dibuat diperlukan pembuatan perangkat lunak untuk menjalankan sistem terbagi dalam dua katagori, pertama program firmware untuk menjalankan sistem. Yang juga terdiri dari beberapa bagian program, yaitu : program utama, sub program dan sub rutin (lampiran program).

Berikut flowchart untuk pemograman di mikrokontroller ATmega32 adalah sebagai berikut:



Gambar 3.8, Diagram Alir Program pada ATmega32

Kedua program tampilan untuk akuisisi data dalam komputer hal ini menggunakan program LABView. Di dalam program LABView penulis membuat akuisisi data dari masing-masing komponen pengukuran magnet (X,Y,Z). Data ditampilkan secara real time untuk ketiga komponen pengukuran dan data disimpan dalam hardisk dalam dua data penyimpanan:

a. Data Observasi Harian.

Data observasi harian disimpan di satu direktori dalam bentuk file txt yang berisikan data selama 24 jam. Dan akan menyimpan data hari berikutnya dalam direktori yang sama dengan file yang berbeda.

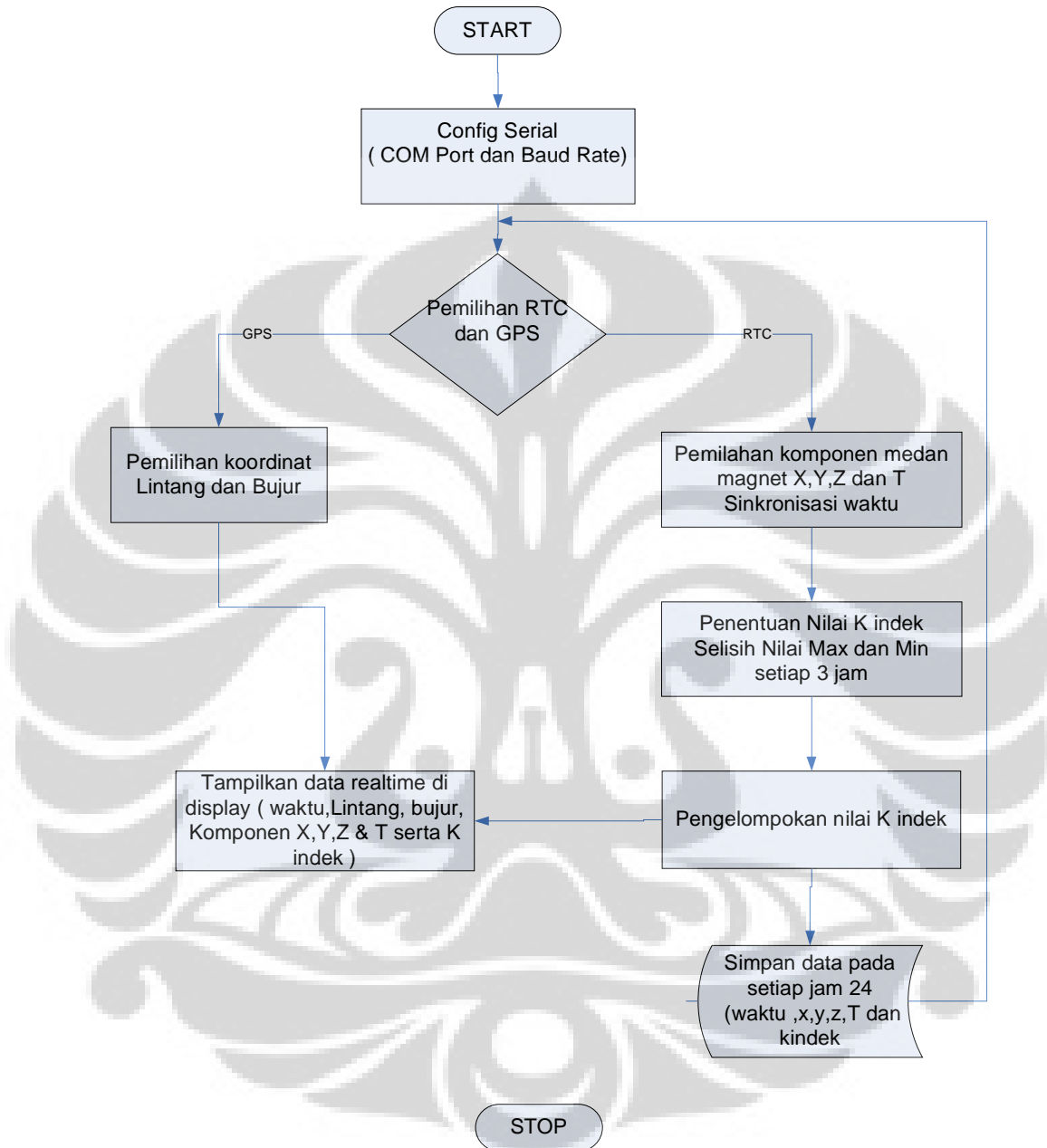
b. Data K-Indek.

Data hasil perhitungan K-Indek, yang disimpan setiap interval waktu tiga jam dalam direktori dan file yang berbeda dengan data observasi harian.

Nilai K-Indek ditentukan berdasarkan kriteria seperti pada tabel 3.4. sebagai berikut:

Tabel 3.4, K-Indek[8].

K-Indek	nT (selisih nilai maksimum dan minimum)
0	0 - 5
1	5 - 10
2	10 - 20
3	20 - 40
4	40 - 70
5	70 - 120
6	120 - 200
7	200 - 330
8	330 - 500
9	>500



Gambar 3.9, Diagram Alir Pemograman LabView

Pertama program menginisialisasi untuk port serial dan baud rate, setelah di jalankan maka program akan menangkap data yang dikirimkan secara serial oleh logger. Data dari logger (Mikrokontroller)terbagi dalam dua jenis , pertama data dikirim setiap 1 detik berisikan data waktu dari RTC, data magnet komponen X/H, Y/D, Z dan Temperatur masih dalam satuan volt. Kedua data serial yang berisikan informasi GPS dalam format GPPGA, dalam hal ini yang diambil adalah data lintang dan bujur posisi stasiun berada. Melakukan pemilihan untuk data serial pertama data RTC setiap detik dan melakukan pemilahan untuk masing-masing komponen data yang dikirim lalu diproses lebih lanjut khususnya dalam pembacaan data magnet (komponen X/H, Y/D dan Z) untuk mendeteksi nilai maksimum dan minimum selama interval waktu 3 jam, selanjutnya dikelompokkan dalam jenis K-Indek dari hasil selisih nilai maksimum dan minimum untuk disimpan dalam harddisk dan berulang untuk tiga jam berikutnya disimpan dalam file perhari dengan file yang berbeda berdasarkan tanggal-bulan-tahun, juga bersamaan ditampilkan dalam realtime windows. Setelah satu menit informasi data dari GPS khususnya lintang dan bujur diambil dan ditampilkan dalam display real time dan terus berulang setiap satu menit.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

Di dalam bab 4 berisikan penjelasan yang dilakukan uji laboratorium dan lapangan dengan beberapa proses untuk diperoleh suatu kesimpulan.

4.1. Hasil Proses Kalibrasi.

Sebelum dilakukan pengukuran terhadap unsur medan magnet bumi, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi terhadap Analog to Digital Converter LTC1859 untuk masing-masing kanal yang akan di gunakan. Dalam hal ini dilakukan kalibrasi terhadap komponen untuk pengukuran variasi medan magnet bumi pada kanal 0 (komponen X), kanal 1 (komponen Y) dan kanal 2 (komponen Z), serta kanal untuk input sensor temperature LM35.

4.1.1. Kalibrasi Pembacaan Tegangan oleh ADC LTC1859

A/D Converter LTC1859 memiliki lebar data 16 bit dengan tegangan referensi 2.5 V, maka secara teoritis memiliki resolusi sebesar:

$$Res = \frac{AV_{ref}}{2^n - 1} = \frac{2.5}{65535} = 3.18475 \times 10^{-5} \text{ volt} \quad (4.1)$$

Untuk masing-masing kanal (0,1,2) di kalibrasi dengan memberikan input tegangan yang bervariasi menggunakan Volttage variometer dengan membaca skala tegangan pada Multimeter Digital. Dengan setting tegangan maksimum 10 Volt dan input bipolar.

Untuk persamaan dalam pemograman mikrokontroler sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{Output_{desimalADC}}{65536} \times 10 \quad (4.2)$$

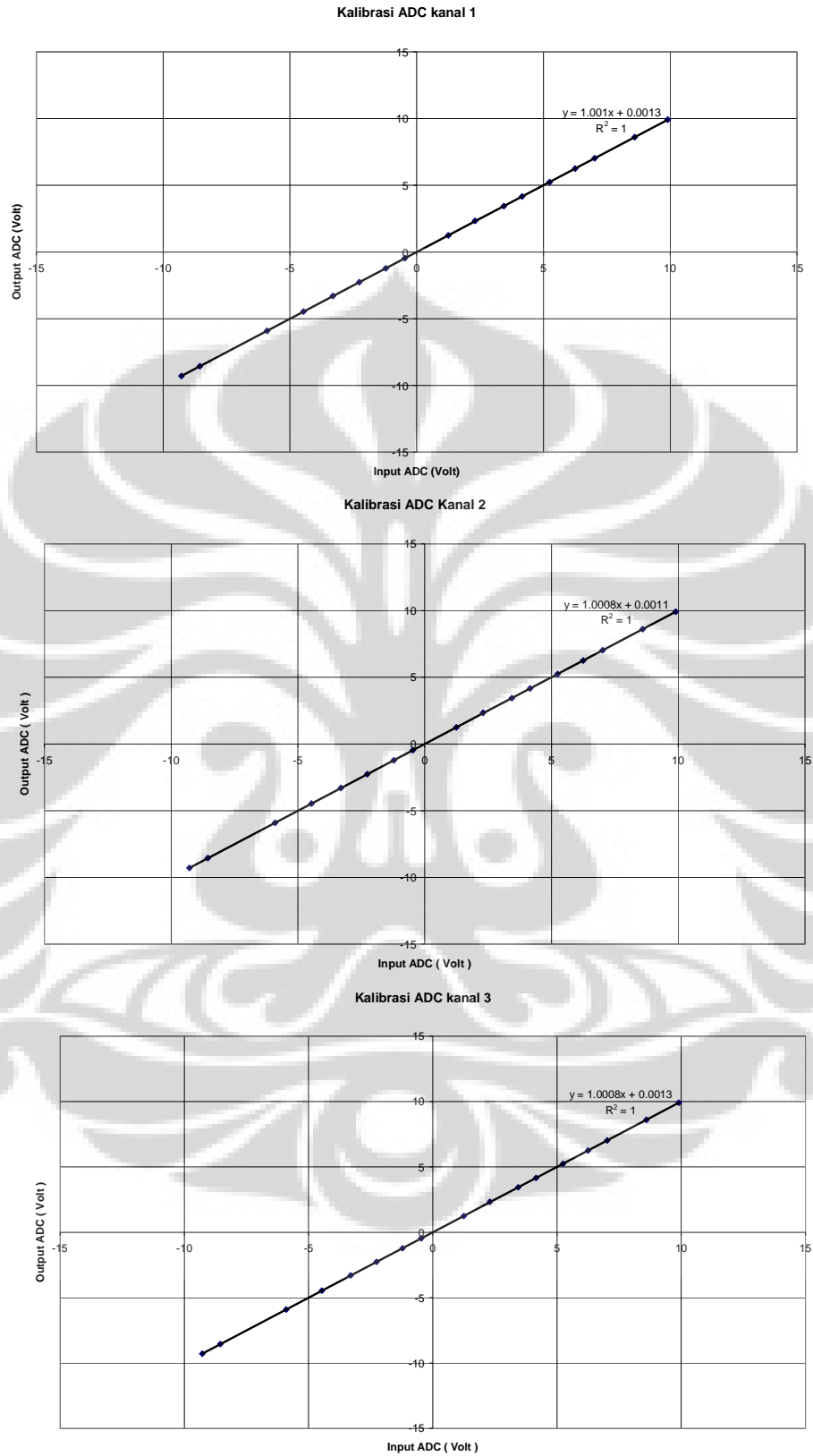
Tabel 4.1. Data Kalibrasi ADC LTC1859

No	Tegangan Input ADC (Volt)	Tegangan Keluaran ADC (Volt)		
		Kanal 0	Kanal 1	Kanal 2
1.	9.9	9.92	9.91	9.914
2	8.6	8.611	8.61	8.611
3	7.02	7.021	7.022	7.022
4	6.25	6.25	6.251	6.25
5	5.24	5.235	5.236	5.236
6	4.16	4.161	4.161	4.162

7	3.44	3.437	3.437	3.436
8	2.3	2.334	2.332	2.332
9	1.25	1.249	1.249	1.248
10	-0.462	-0.459	-0.459	-0.458
11	-1.218	-1.221	-1.221	-1.221
12	-2.262	-2.256	-2.256	-2.256
13	-3.303	-3.301	-3.301	-3.301
14	-4.46	-4.463	-4.463	-4.463
15	-5.9	-5.912	-5.911	-5.912
16	-8.55	-8.555	-8.553	-8.553
17	-9.28	-9.291	-9.291	-9.29
18	9.9	9.92	9.91	9.914
19	8.6	8.611	8.61	8.611
20	7.02	7.021	7.022	7.022
21	6.25	6.25	6.251	6.25
22	5.24	5.235	5.236	5.236
23	4.16	4.161	4.161	4.162
24	3.44	3.437	3.437	3.436
25	2.3	2.334	2.332	2.332
26	1.25	1.249	1.249	1.248
27	-0.462	-0.459	-0.459	-0.458
28	-1.218	-1.221	-1.221	-1.221
29	-2.262	-2.256	-2.256	-2.256
30	-3.303	-3.301	-3.301	-3.301
31	-4.46	-4.463	-4.463	-4.463
32	-5.9	-5.912	-5.911	-5.912
33	-8.55	-8.555	-8.553	-8.553
34	-9.28	-9.291	-9.291	-9.29

Dari hasil kalibrasi untuk masing-masing kanal 0,1 dan 2 diperoleh korelasi yang cukup baik dengan $R^2 = 1$.

Dinyatakan dalam grafik diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 4.1, Grafik Kalibrasi ADC untuk Kanal 1,2 dan 3

4.1.2. Kalibrasi sensor temperature LM35.

Berdasarkan informasi dari datasheet LM35, resolusi yang dimiliki adalah 10 mV/°C dengan kesalahan ¼ °C. Untuk Pengukuran temperature menggunakan skala input pada ADC LTC1859 dengan tegangan maksimum 5 V dan dengan input unipolar. Sehingga persamaan dalam program mikrokontrolernya adalah sebagai berikut:

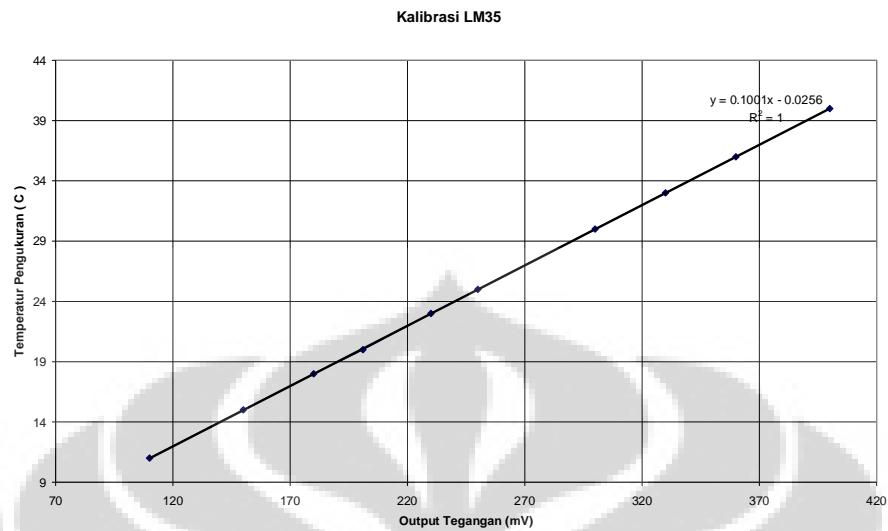
$$V_{out} = \frac{\text{Voutput desimal ADC} \times 5}{65534} \quad (4.3)$$

Selanjutnya dengan memberikan beberapa nilai temperature yang berbeda pada sensor LM35 dan mengukur tegangan keluaran diperoleh data seperti pada table berikut:

Tabel 4.2, Kalibrasi LM35

No	Tegangan (mV)	Thermometer (°C)
1	110	11
2	150	15
3	180	18
4	200	20
5	230	23
6	250	25
7	300	30
8	330	33
9	360	36
10	400	40

Hasil kalibrasi sensor temperature LM35 menunjukkan hubungan yang linear antar input tegangan dan output temperature, hal tersebut dapat dilihat dari gambar 4.2.



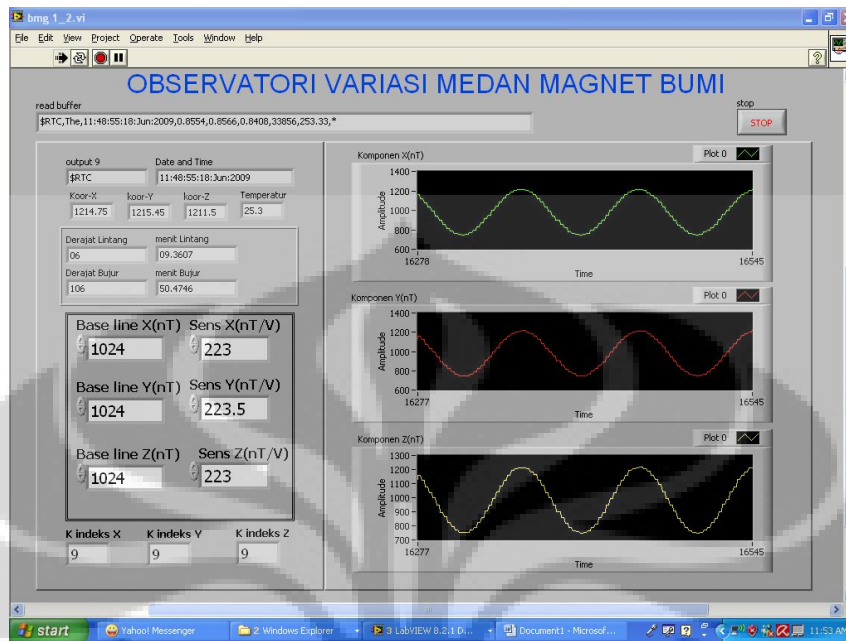
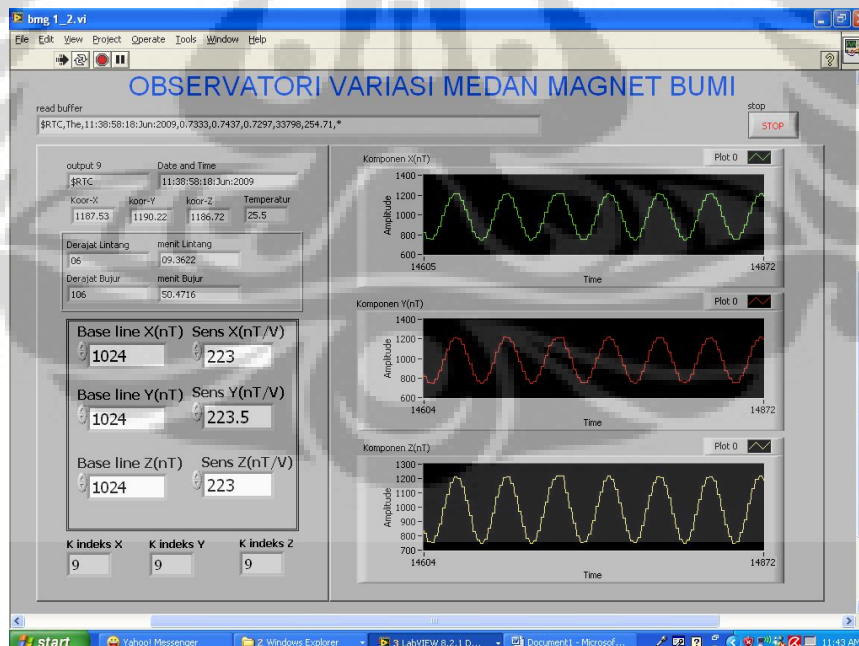
Gambar 4.2, Grafik Kaibrasi LM35

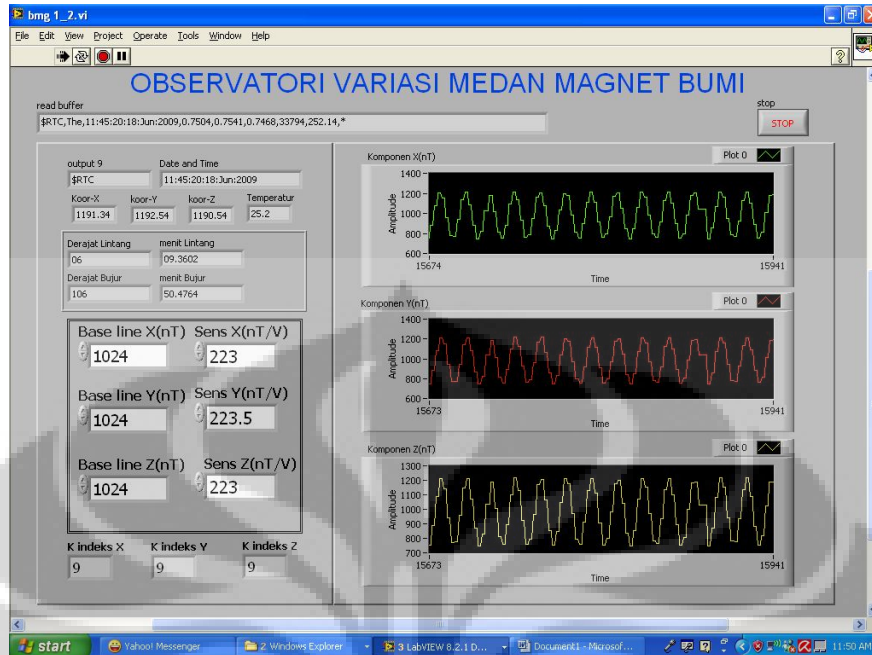
4.2. Hasil Uji Coba Pengukuran Sistem

Berikut ini adalah uji coba sistem dengan menggunakan sumber signal dari function generator dengan frekuensi 0.9 Hz, 1 Hz dan 2 Hz dan amplitudo tegangan 0.5 V.



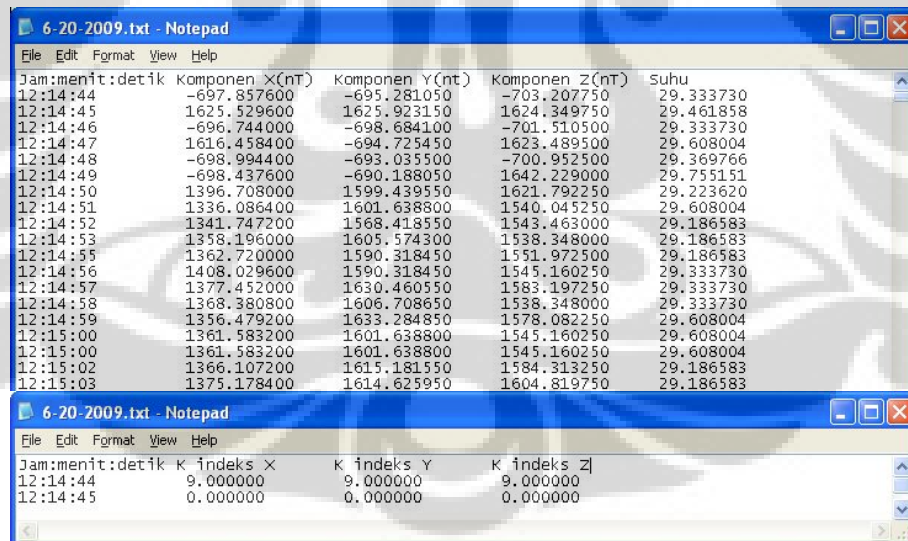
Gambar 4.3, Pengambilan data menggunakan function generator

Gambar 4.4, Input dari function generator $f=0.9$ HzGambar 4.5, Input function generator pada $f=1$ Hz



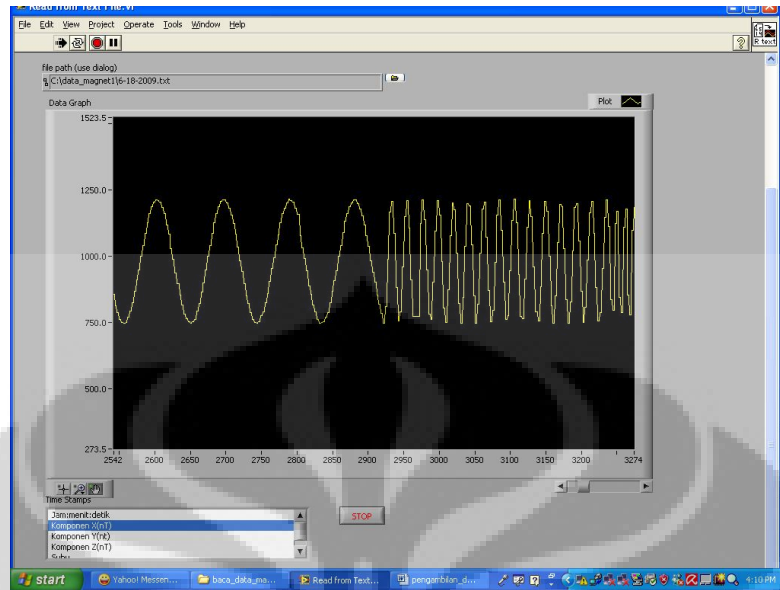
Gambar 4.6, Input function generator pada $f=2\text{Hz}$

Berikut adalah contoh hasil rekaman data yang disimpan dalam komputer dengan input function generator:



Gambar 4.7, Hasil rekaman data variasi medan magnet bumi dan K-Indek.

Selanjutnya data yang sudah direkam dan disimpan dalam hardisk dapat dibuka kembali untuk ditampilkan, berikut adalah data tampilannya;



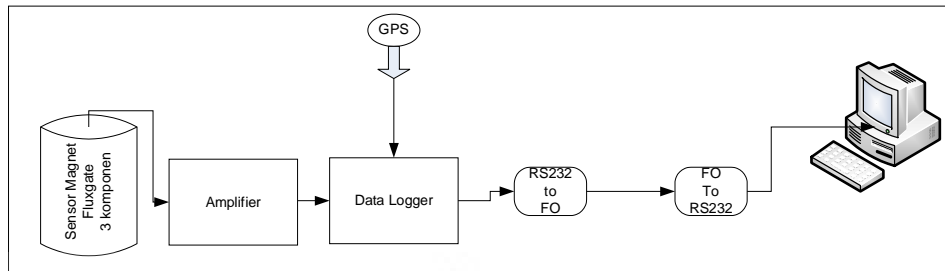
Gambar 4.8, Tampilan data hasil rekaman pengamatan

Selanjutnya dilakukan uji coba sistem dengan sensor fluxgate magnetometer dari Danish Meteorological Institute (DMI) yang berlokasi di Stasiun Pengamatan Medan Magnet Bumi Pelabuhan Ratu milik Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

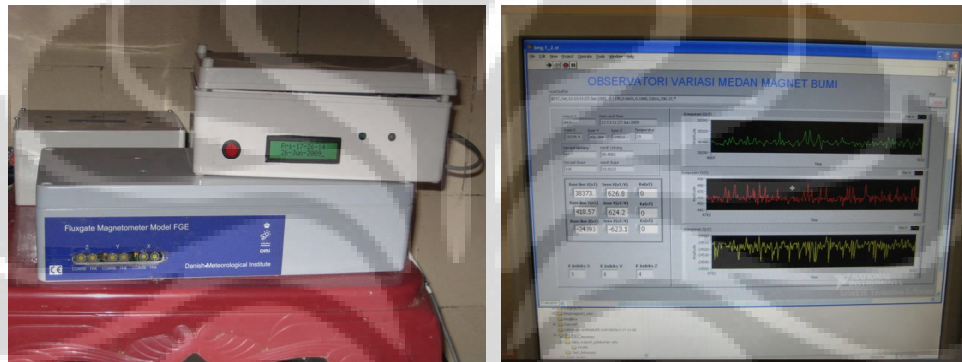


Gambar 4.9, Lokasi Sensor observatory Medan Magnet BMKG di Pelabuhan Ratu, Jawa Barat.

Skema rangkaian peralatan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.10, Skema rangkaian peralatan Sistem Observatori Medan Magnet Bumi.

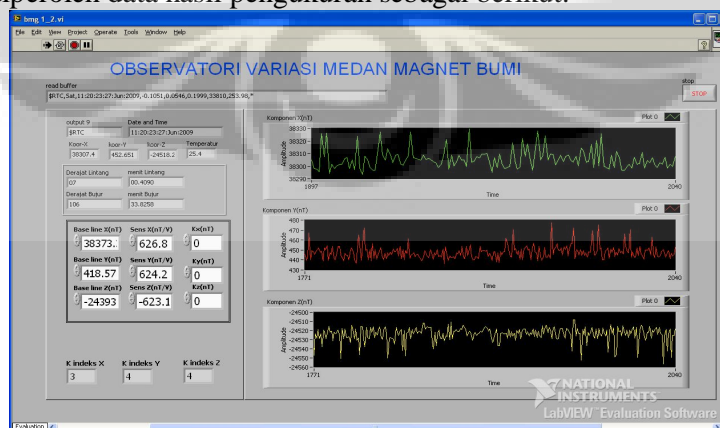


Gambar 4.11, Sistem Data Logger

sedangkan nilai sensitifitas magnetometer fluxgate pada masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

Sensitivitas X/H(nT/V)	Sensitivitas Y/D(nT/V)	Sensitivitas Z(nT/V)
626.8	624.2	-623.1

Selanjutnya dilakukan pengukuran selama beberapa jam untuk mengambil sampel data dan diperoleh data hasil pengukuran sebagai berikut:



Gambar 4.12, Real time Sistem Akuisisi

Jam:menit:detik	Komponen X(nt)	Komponen Y(nt)	Komponen Z(nt)	Suhu
10:52:26	38305.104160	445.410600	-24528.251910	24.590992
10:52:27	38312.187000	449.405480	-24549.748860	24.590992
10:52:28	38306.420440	446.971100	-24525.759510	24.443845
10:52:29	38331.304400	443.912520	-24528.438840	24.737138
10:52:30	38301.280680	440.479420	-24531.865890	24.443845
10:52:31	38314.694200	442.352020	-24528.438840	24.457859
10:52:32	38321.777040	435.922760	-24525.759510	24.443845
10:52:33	38309.679800	446.409320	-24529.934280	24.737138
10:52:34	38311.622880	442.976220	-24527.254950	24.443845
10:52:35	38300.528520	444.287040	-24529.186560	24.452854
10:52:36	38307.423320	441.977500	-24542.333970	24.884285
10:52:37	38309.679800	445.223340	-24531.865890	24.311713
10:52:39	38313.503280	438.544400	-24526.133370	24.443845
10:52:40	38306.608480	435.173720	-24530.308140	24.443845
10:52:41	38306.608480	444.287040	-24525.759510	24.443845
10:52:42	38303.787880	444.287040	-24525.759510	24.590992
10:52:43	38308.551560	442.788960	-24527.691120	24.719120
10:52:44	38303.975920	435.173720	-24527.878050	24.627028
10:52:45	38302.596960	449.218220	-24525.759510	24.590992
10:52:46	38309.303720	439.730380	-24550.870440	24.627028
10:52:47	38311.998960	438.981340	-24527.254950	24.737138
10:52:48	38313.127200	440.853940	-24528.064980	25.012413
10:52:49	38303.787880	441.228460	-24521.584740	25.012413
10:52:50	38312.375040	435.922760	-24524.264070	25.012413
10:52:51	38301.844800	445.036080	-24520.463160	24.737138
10:52:53	38313.503280	430.929160	-24520.276230	24.737138
10:52:54	38312.751120	440.479420	-24521.397810	25.012413
10:52:55	38313.315240	464.261440	-24521.584740	24.737138
10:52:56	38311.246800	447.907400	-24516.662250	24.737138
10:52:57	38327.104840	439.355860	-24530.121210	24.737138
10:52:58	38307.423320	443.350740	-24528.064980	24.590992
10:52:59	38311.246800	437.233580	-24521.210880	25.030431
10:53:00	38314.694200	441.977500	-24550.122720	24.751152
10:53:00	38314.694200	441.977500	-24550.122720	24.751152
10:53:02	38303.223760	451.527760	-24523.827900	24.664065
10:53:03	38304.728080	462.576100	-24525.011790	24.664065
10:53:04	38310.870720	443.538000	-24544.764060	24.884285
10:53:05	38313.503280	446.596580	-24521.584740	24.737138
10:53:06	38330.552240	445.036080	-24522.706320	24.452854
10:53:08	38304.728080	443.538000	-24518.157690	24.664065

Jam:menit:detik	K indeks X	K indeks Y	K indeks Z
13:52:00	3.000000	3.000000	4.000000
13:52:00	0.000000	0.000000	0.000000

Gambar 4.13, Data hasil rekaman variasi medan magnet bumi

Rekaman Data magnet disimpan dalam dua katagori, pertama adalah data pengukuran variasi medan magnet bumi untuk komponen X/H,Y/D dan Z. Dan kedua adalah K Indek yang menyatakan tingkat gangguan kemagnetan bumi pada sekitar stasiun observatori medan magnet bumi.

Sebagai acuan dibandingkan dengan datalogger yang digunakan sebagai operasional dalam pengamatan variasi medan magnet bumi dari Danish Meteorological Institute (DMI), Pengubah Analog ke digital (ADC) yang digunakan, baik alat yang dibuat maupun alat pembanding memiliki resolusi yang sama yaitu 16 bit. Data hasil rekaman terlampir dalam lampiran 6.

Data dari logger referensi dengan interval sampling untuk pengambilan data adalah setiap 5 detik. Orientasi dari sensor magnet distasiun observatori medan magnet bumi BMKG di Pelabuhan ratu diperuntukan untuk pengukuran

Komponen Horizontal $H(nT)$, Deklinasi (menit derajat) dan Vertikal $Z(nT)$. Untuk sistem yang diuji dengan interval sampling untuk pengambilan data adalah 1 detik, diperoleh data seperti dalam lampiran 7.

Di karenakan adanya perbedaan sampling antara alat referensi dan yang dibuat, maka data untuk hasil rekaman dirata-ratakan untuk setiap 5 detik dan diperoleh data hasil perbandingan sebagai berikut:

Tabel 4.3, Tabel Hasil rata-rata pengukuran setiap 5 detik.

Hasil Pengukuran alat		
Komponen X/H(nT)	Komponen Y/D (nT)	Komponen Z (nT)
38311.26	445.24	-24532.81
38311.66	442.39	-24528.11
38308.76	441.04	-24531.28
38305.64	442.24	-24531.59
38311.81	441.63	-24528.65
38308.63	440.40	-24524.33
38315.58	444.59	-24522.01
38310.26	443.21	-24534.67
38312.88	448.26	-24526.44
38311.27	444.36	-24525.75
38306.78	439.92	-24525.37
38307.17	444.21	-24526.56
38308.81	446.27	-24530.78
38310.04	440.78	-24525.61
38313.33	444.41	-24531.80
38310.03	445.12	-24525.76
38312.27	444.42	-24534.55
38307.94	441.82	-24527.28
38310.16	438.98	-24535.80
38304.20	450.13	-24527.65
38310.88	444.31	-24531.39
38305.94	441.97	-24520.58
38305.46	443.21	-24523.79
38314.09	440.59	-24523.85
38314.16	448.59	-24524.33
38302.89	449.47	-24527.09
38304.58	441.94	-24531.63
38304.77	441.47	-24532.48
38312.06	445.36	-24527.97
38307.44	442.00	-24532.08
38312.49	449.46	-24527.73
38308.59	445.57	-24520.43

38310.77	446.33	-24532.61
38311.56	442.09	-24525.07
38311.60	445.59	-24531.44
38300.52	442.10	-24526.56
38307.26	439.27	-24526.89
38308.44	441.85	-24524.39
38312.15	445.96	-24531.98
38304.85	441.84	-24529.50

Tabel 4.4, Hasil pengukuran oleh alat referensi

Hasil pengukuran oleh alat referensi					
Komponen X/H(nT)	Komponen Y/D (menit)	Komponen Y/D (derajat)	Komponen Y/D (nT)	Komponen Z (nT)	Total Gaya Obs (nT)
38272.5	37.61	0.626833333	419.7985	-24497.7	45436.1
38272.6	37.62	0.627	419.9112	-24397.1	45436.4
38272.4	37.63	0.627166667	420.0206	-24497.5	45436.4
38272.4	37.58	0.626333333	419.4623	-24496.2	45436.3
38272.4	37.67	0.627833333	420.4668	-24497.6	45435.7
38272.7	37.65	0.6275	420.2471	-24496.9	45436.2
38272.6	37.7	0.628333333	420.8039	-24498	45435.7
38272.8	37.66	0.627666667	420.3553	-24496.9	45435.8
38272.7	37.66	0.627666667	420.3587	-24496.7	45435.6
38273	37.7	0.628333333	420.8082	-24497.2	45434.2
38272.9	37.66	0.627666667	420.3605	-24497	45434.8
38272.9	37.68	0.628	420.5841	-24497.5	45436.4
38273	37.69	0.628166667	420.6968	-24497.4	45436
38273	37.72	0.628666667	420.6968	-24498	45437.5
38273	37.7	0.628333333	420.8082	-24497.4	45438.7
38273	37.75	0.629166667	421.3665	-24497.4	45439.5
38272.8	37.66	0.627666667	420.3598	-24496.6	45439.6
38273	37.73	0.628833333	421.1433	-24497.5	45439.6
38273	37.75	0.629166667	421.3665	-24498	45439.5
38273.1	37.78	0.629666667	421.7024	-24498	45439.8
38273.2	37.76	0.629333333	421.4803	-24498	45439.9
38273.3	37.73	0.628833333	421.1466	-24397.3	45439.3
38273.3	37.79	0.629833333	421.8163	-24398	45437.9
38273.2	37.78	0.629666667	421.7036	-24498.1	45437.7
38273.3	37.75	0.629166667	421.7716	-24497.7	45437.1
38273.3	37.74	0.629	421.2583	-24497.9	45436.5
38273.2	37.83	0.6305	422.2617	-24498	45439.3
38273.2	37.82	0.630333333	422.1499	-24498.5	45440.5
38273.3	37.83	0.6305	422.2628	-24498.2	45440.2
38273.2	37.79	0.629833333	421.8152	-24497.7	45441.1

38273.1	37.77	0.6295	421.5909	-24498	45440.8
38273.1	37.79	0.6298333333	421.8141	-24497.9	45440.6
38273.4	37.8	0.63	421.929	-24498.1	45440.3
38273.4	37.79	0.6298333333	421.8172	-24497.9	45440.2
38273.4	37.78	0.6296666667	421.7058	-24497.8	45440.9
38273.1	37.82	0.6303333333	422.1488	-24497.6	45440.8
38273.3	37.77	0.6295	421.5931	-24497.7	45440.7
38273.4	37.78	0.6296666667	421.7058	-24498	45440.5
38273.3	37.82	0.6303333333	422.1511	-24497.5	45440.2
38273.3	37.82	0.6303333333	422.1511	-24498.2	45439.8

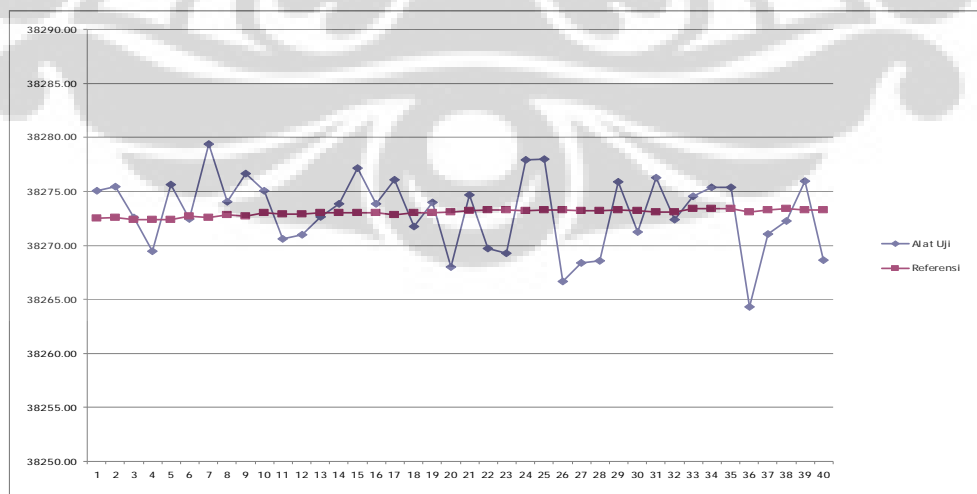
Dari hasil perbandingan untuk masing-masing komponen pengukuran oleh alat uji dengan referensi namun dengan waktu jam berbeda pada hari yang sama diperoleh perbedaan atau selisih sebagai berikut:

Tabel 4.5, Selisih Pengukuran alat uji dan referensi

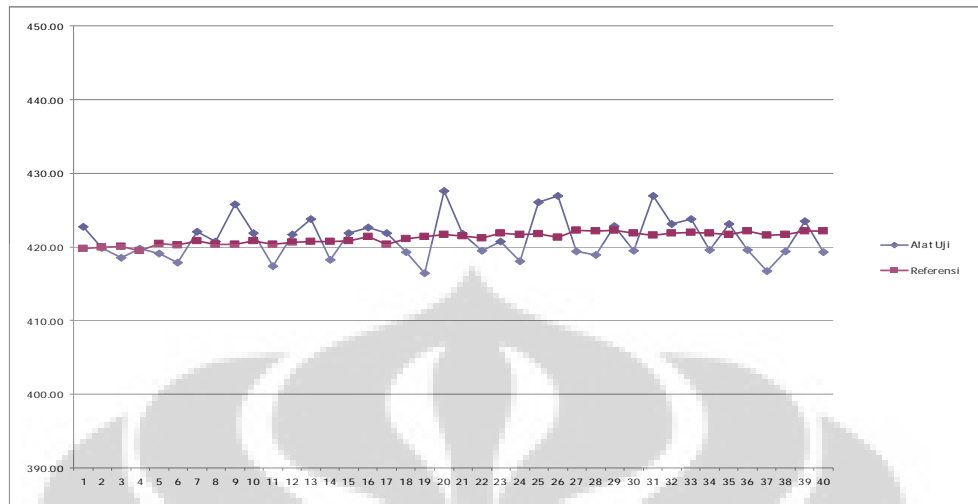
Selisih X/H(nT)	Selisih Y/D(nT)	Selisih Z(nT)
38.76	25.44	-35.11
39.06	22.48	-31.01
36.36	21.02	-33.78
33.24	22.78	-35.39
39.41	21.16	-31.05
35.93	20.16	-27.43
42.98	23.78	-24.01
37.46	22.86	-37.77
40.18	27.90	-29.74
38.27	23.55	-28.55
33.88	19.56	-28.37
34.27	23.63	-29.06
35.81	25.58	-33.38
37.04	20.08	-27.61
40.33	23.60	-34.40
37.03	23.76	-28.36
39.47	24.06	-37.95
34.94	20.67	-29.78
37.16	17.61	-37.80
31.10	28.42	-29.65
37.68	22.83	-33.39
32.64	20.82	-23.28
32.16	21.40	-25.79
40.89	18.89	-25.75
40.86	26.82	-26.63
29.59	28.21	-29.19

	31.38	19.68	-33.63
	31.57	19.32	-33.98
	38.76	23.10	-29.77
	34.24	20.19	-34.38
	39.39	27.86	-29.73
	35.49	23.76	-22.53
	37.37	24.41	-34.51
	38.16	20.27	-27.17
	38.20	23.88	-33.64
	27.42	19.95	-28.96
	33.96	17.68	-29.19
	35.04	20.15	-26.39
	38.85	23.81	-34.48
	31.55	19.69	-31.30
rata2 selisih	36.20	22.52	-30.60

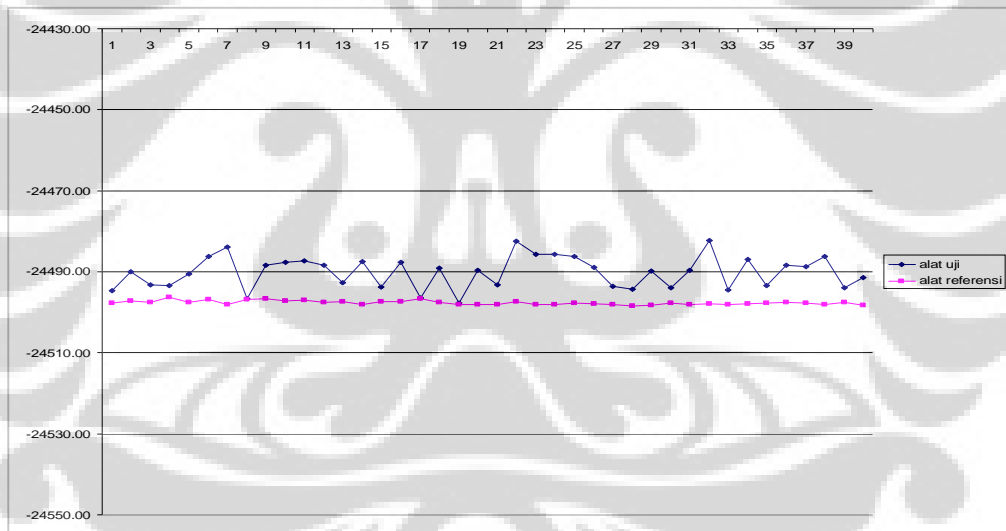
Selanjutnya perbedaan nilai untuk masing-masing kanal digunakan sebagai nilai koreksi untuk alat yang dibuat. Diperoleh hasil adanya perbedaan pengukuran antara alat uji dengan alat referensi dengan rata-rata 10 nT komponen X/H, 6 nT komponen Y/D dan 11 nT komponen Z dapat dilihat pada gambar 4.14 – 4.16. Hal ini menunjukkan adanya ketidak stabilan alat yang dipengaruhi oleh noise dari alat uji dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti: pemilihan kualitas komponen, wiring kabel dan teknik dalam penyolderan komponen pada papan PCB serta hal lainnya. Berikut adalah grafik perbandingan untuk hasil alat uji dan referensi:



Gambar 4.14, Grafik perbandingan alat uji dan referensi komponen X/H.



Gambar 4.15, Grafik perbandingan alat uji dan referensi komponen Y/D.



Gambar 4.16, Grafik perbandingan alat uji dan referensi komponen Z.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Telah berhasil dibuat sistem data logger untuk pengukuran Variasi Medan Magnet Bumi dengan menggunakan mikrokontroler AVR-ATmega32 sebagai unit akuisisi dan Komputer Pribadi sebagai unit penyimpanan, penampilan dan pengolahan data.
- Dari hasil uji coba pengukuran Sistem datalogger yang dibuat lebih praktis dan efisien dalam proses penyimpanan data, namun memiliki perbedaan pengukuran dengan alat referensi (alat operasional) berkisar 10 nT, 6 nT dan 11 nT untuk masing-masing komponen pengukuran X/H, Y/D dan Z.
- Sistem datalogger yang dibuat mampu melakukan operasi secara otomatis dalam proses pengambilan dan pengolahan data variasi /tingkat gangguan medan magnet bumi (K Indeks).
- Adanya perbedaan pengukuran antara alat yang dibuat dan alat referensi menunjukkan noise dari alat disebabkan oleh beberapa faktor sehingga dapat mempengaruhi kualitas dari pengukuran variasi medan magnet bumi.

5.2. Saran

- Diperlukannya pemilihan komponen, teknik penyolderan dan penyambungan kabel yang lebih baik kualitasnya. Serta pengkalibrasian sistem hendaknya dilakukan di laboratorium yang memiliki peralatan yang cukup presisi guna meningkatkan performa alat secara keseluruhan.
- Sebaiknya dilakukan pengukuran secara paralel antara alat yang di uji dengan alat referensi dan dioperasikan dengan waktu bersamaan, sehingga akan diperoleh hasil komparasi yang baik.

DAFTAR REFERENSI

- [1]. Åke Forslund april 2006, *Designing a Miniaturized Fluxgate Magnetometer*, , Physical Electrotechnology Stockholm,.
- [2]. Atmel Corporation ATmega32, *8-bit Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash*, 8155AS-AVR-06/08.
http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/8155S.pdf 2008.
- [3]. Technical Report, *Manual Fluxgate Magnetometer suspended version*, DMI, COPENHAGEN 2005.
- [4]. Data sheet LM35 November 2000, *Precision Centrigate Temperature Sensors*, National Semiconductor.
- [5]. LTC1857/LTC1858/LTC1859 8-Channel, 12-/14-/16-Bit, *100ksps SoftSpan A/D Converters with Shutdown*, Linear Technology.
- [6]. P.J. Prih Harjadi and M.Husni juni 2007, *Geomagnetic Observations in Indonesia*, Geophysical Data and Information System Center, Meteorological and Geophysical Agency of Indonesia.
- [7]. Jeffrey Love February 2008. *Magnetics Monitoring on Earth and Space*, the US Geological Survey adviser for geomagnetic research and a member of the Intermagnet executive council.
- [8]. Jerzy Jankowski and Cristian Sucksdorff, Warsawa 1996, *Guide for Magnetic Measurements and Observatory Practice*.
- [9]. NOAA/Space Weather Prediction Center. *The K-index*,
<http://www.swpc.noaa.gov/info/Kindex.html>.
- [10]. GFZ-Helmholtz Centre POTSDAM. *Geomagnetic Activity*,
http://www.wapp3.gfz-potsdam.de/kp_index/description.html.
- [11]. Leica Geosystems AG 1999, *Introduction to GPS*, Heerbrugg, Switzerland.
- [12]. Data Sheet RTC DS1307, Dallas semiconductor.

Lampiran 1
 Program Mikrokontroler ATmega32

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
'judul      = fluxegate
'tanggal    = 0908
'order      = bmg
'created    = by bsp
'-----
'keterangan micro
'baudrate   = recieve 4800 transmit = 19200
'portb      = 0 - 3 data lcd
'portb      = 4 = rs, 5 = enable
'format pengiriman data ke mmc = Print ",00:10:01,12:06:08,666,777,88,*71"
'

$regfile = "m32def.dat"
$crystal = 14745600
$baud = 4800

'----- setting lcd
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.0 , Db5 = Portb.1 , Db6 = Portb.2 , Db7 = Portb.3 , E = Portb.5 , Rs
= Portb.4
Config Lcd = 16 * 2
Dim Bb As Byte

'----- setting adc
Dim Tes As Byte
Dim Adc_Itc As Word
Dim Ss As Byte
Dim Flux_x As Single
Dim Flux_x_1 As Word
Dim Flux_y_1 As Word
Dim Flux_z_1 As Word
'Word
Dim Flux_x_tes As Word
Dim Flux_y As Single
Dim Flux_z As Single
Dim Suhu As Word
Dim Flux_total As Single
Dim Total As Word
Dim Gps_valid As Bit
Dim Suhu_akhir As Single

Config Pinc.0 = Output      'conv
Config Pinc.1 = Output      'rd
Config Pinc.2 = Output      'sck adc
Config Pinc.3 = Output      'sdi
Config Pinc.4 = Input        ' Busy
Config Pinc.5 = Input        'sdo
Config Pinc.7 = Output

Conv Alias Portc.0
Rd Alias Portc.1
Sck Alias Portc.2
Sdi Alias Portc.3

'----- definisi interrupt serial
On Urxc Rec_isr              'define serial receive ISR
Enable Urxc
Dim li As Byte
Dim Gps(32) As Byte
  
```

Dim Gps1(75) As Byte
Dim Sign As Byte
Dim A As Byte

'enable receive isr

'----- setting input serial gps/rtc/komp

Config Portc.6 = Output
Select_gps_rtc Alias Portc.6
Dim Count As Byte
Dim Gg As Byte
Dim Gps_aktif As Byte
Dim Koma As Byte

'----- program utama

Enable Interrupts

'enable interrupts to occur

Baud = 19200
Wait 1
Print "BAMBANG S. PRAYITNO"
Print "021-6546316"
Print "08128565374"
Wait 1
Baud = 4800
'Wait 1

Select_gps_rtc = 0
'jika 1 maka gps diakses, jika 0 maka rtc
li = 1
Count = 1
Gps_aktif = "h"
Cls

'Portc.6 = 0 = rtc, 1 = gps

Do

Select_gps_rtc = 0

'tes = sleep nap gain uni - select0 select1 odd/sign sgl/diff

' Tes = &B01000001

'flux_x / ch0

'----- sumbu x

Tes = &B00100001

'ref +10 sd -10

'h21

'flux_x / ch0 +-10 volt

Gosub Adc_Itc1
Flux_x = Adc_Itc

Tes = &B00110001

'0 sd + 10v

'flux_x / ch0 + 10

Gosub Adc_Itc1
Flux_x_tes = Adc_Itc
If Flux_x_tes = 0 Then
' Flux_x = Flux_x * -1
Flux_x_1 = Flux_x
Flux_x_1 = Not Flux_x_1
Flux_x = Flux_x_1 * -1
End If

'komplement

Flux_x = Flux_x / 65535

```
Flux_x = Flux_x * 10
```

```
'----- sumbu y
```

```
Tes = &B00100011
```

```
'flux_y / ch1
```

```
Gosub Adc_Itc1
```

```
Flux_y = Adc_Itc
```

```
Tes = &B00110011
```

```
'flux_x / ch0 + 10
```

```
Gosub Adc_Itc1
```

```
Flux_x_tes = Adc_Itc
```

```
If Flux_x_tes = 0 Then
```

```
    Flux_y_1 = Flux_y
```

```
    Flux_y_1 = Not Flux_y_1
```

```
    Flux_y = Flux_y_1 * -1
```

```
End If
```

```
Flux_y = Flux_y / 65535
```

```
Flux_y = Flux_y * 10
```

```
'----- sumbu z
```

```
Tes = &B00101001
```

```
'flux_z / ch2
```

```
Gosub Adc_Itc1
```

```
Flux_z = Adc_Itc
```

```
Tes = &B00111001
```

```
'flux_x / ch0 + 10 utk mengecek nilai negatif
```

```
Gosub Adc_Itc1
```

```
Flux_x_tes = Adc_Itc
```

```
If Flux_x_tes = 0 Then
```

```
    Flux_z_1 = Flux_z
```

```
    Flux_z_1 = Not Flux_z_1
```

```
    Flux_z = Flux_z_1 * -1
```

```
End If
```

```
Flux_z = Flux_z / 65535
```

```
Flux_z = Flux_z * 10
```

```
'----- total
```

```
Tes = &B01001011
```

```
'total gaya / ch3
```

```
Gosub Adc_Itc1
```

```
Total = Adc_Itc
```

```
'----- suhu
```

```
'Tes = &B01000101
```

```
'suhu
```

```
Tes = &B00000101
```

```
Gosub Adc_Itc1
```

```
Suhu = Adc_Itc
```

```
Suhu_akhir = Suhu * 5
```

```
Suhu_akhir = Suhu_akhir / 65534
```

```
'----- all count
```

```
If Sign = "#" Then
```

```
    Disable Serial
```

```
    Disable Interrupts
```

```
    Incr Count
```

```
    Baud = 19200
```

```
    ' Waitus 1000
```



```

'----- pengecekan status data serial
Sign = "s"
li = 1
If Gps(4) = "R" Then Goto Metu
If Gps(5) = "M" Then Goto Metu
If Gps(6) = "C" Then Goto Metu

'----- kirim ke format bmg
li = 10
Koma = 1
Portc.7 = 0
Print "OBS ";
Do
  A = Gps(ii)
  If A = "," Then
    Print " ";
    Incr Koma
    If Koma > 3 Then A = " "
  End If

  If A <> "," Then
    Print Chr(a);
  End If
  Incr li
Loop Until li = 18
li = 1

Print " "; Fusing(flux_x, "#.####"); " "; Fusing(flux_y, "#.####"); " "; Fusing(flux_z,
"#.####"); " "; Total; " "; Fusing(suhu_akhir, "#.##"); " A 9"

Print
If Gps_valid = 1 Then
  Print " A 9"
Else
  Print " V 9"
End If

Print "OBC 10 27 41 1.1231 +1.2102 +1.1402 145 451231 A 9"
'----- kirim data serial

li = 1
Koma = 1
Portc.7 = 0

Do
  A = Gps(ii)
  If A = "," Then
    Incr Koma
    If Koma > 3 Then A = " "
  End If

  Print Chr(a);
  Incr li
Loop Until Gps(ii) = "*"

li = 1

```

```

Print ","; Fusing(flux_x, "#.####") ; ; ","; Fusing(flux_y, "#.####") ; ","; Fusing(flux_z,
"#.####") ; ","; Total ; ","; Fusing(suhu_akhir, "#.##") ; ",*"
Portc.7 = 1

```

```

'----- tampilan lcd

```

```

Bb = Gps(17) Mod 2

```

```

If Bb = 0 Then

```

```

  Cls

```

```

  Upperline

```

```

  Locate 1 , 3

```

```

  Lcd ; Chr(gps(6))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(7))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(8))

```

```

  Lcd ; "-"

```

```

  Lcd ; Chr(gps(10))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(11))

```

```

  Lcd ; "-"

```

```

  Lcd ; Chr(gps(13))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(14))

```

```

  Lcd ; "-"

```

```

  Lcd ; Chr(gps(16))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(17))

```

```

  Lowerline

```

```

  Locate 2 , 3

```

```

  Lcd ; Chr(gps(19))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(20))

```

```

  Lcd ; "-"

```

```

  Lcd ; Chr(gps(22))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(23))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(24))

```

```

  Lcd ; "-"

```

```

  Lcd ; Chr(gps(26))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(27))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(28))

```

```

  Lcd ; Chr(gps(29))

```

```

Else

```

```

  Cls

```

```

  Upperline

```

```

  Locate 1 , 1

```

```

  Flux_x = Flux_x / 10

```

```

  Lcd ; Flux_x

```

```

  Lcd ; "-"

```

```

  Flux_y = Flux_y / 10

```

```

  Lcd ; Flux_y

```

```

  Lcd ; "-"

```

```

  Flux_z = Flux_z / 10

```

```

  Lcd ; Flux_z

```

```

  Locate 2 , 1

```

```

  Total = Suhu / 10

```

```

  Lcd ; Total

```

```

  Lcd ; "-"

```

```

  Suhu = Suhu / 10

```

```

  Lcd ; Suhu

```

End If

Metu:
Baud = 4800
Waitus 1000

Enable Serial
Enable Interrupts

```
----- akses gps
If Chr(gps(16)) = "0" Then
  If Chr(gps(17)) = "0" Then
    Select_gps_rtc = 1
    Disable Serial
    Disable Interrupts
    li = 1

    Gps:
    A = Waitkey()
    If A <> "$" Then Goto Gps
    A = Waitkey()
    If A <> "G" Then Goto Gps
    A = Waitkey()
    If A <> "P" Then Goto Gps
    A = Waitkey()
    If A <> "G" Then Goto Gps
    A = Waitkey()
    If A <> "G" Then Goto Gps
    A = Waitkey()
    If A <> "A" Then Goto Gps

    Do
      A = Waitkey()
      Gps1(ii) = A
      Incr li
    Loop Until A = "*"

----- deteksi gps valid or not

If li > 54 Then
  Gps_valid = 1
Else
  Gps_valid = 0
End If

Baud = 19200
Waitus 1000
Print "$GPGGA";

li = 1
Do
  A = Gps1(ii)
  Print Chr(a);
  Incr li
Loop Until A = "*"

```

```

Print
Select_gps_rtc = 0

Waitus 1000                                '1000
Baud = 4800

Enable Serial
Enable Interrupts

End If
Select_gps_rtc = 0

Gps(17) = "1

Enable Serial
Enable Interrupts

End If
'-----
End If

Loop
'----- subrutine adc ltc 1859
Adc_ltc1:
  Adc_ltc = 0

  Reset Conv
  Reset Sck
  Reset Rd

  '---
  For Ss = 0 To 7    ' pulse sck ada 7
    Sdi = Tes.ss
    Set Sck
    Reset Sck
  Next Ss
  '-----
  Set Conv

  Reset Conv

  'ambil data
  For Ss = 1 To 16    ' krn 16 bit ADC
    Set Sck

    If Pinc.5 = 1 Then
      Adc_ltc = Adc_ltc + 1
    Else
      Adc_ltc = Adc_ltc + 0
    End If

    Shift Adc_ltc , Left , 1
    Reset Sck
  Next Ss

  Reset Rd
  Set Conv

```

Return

'----- subrutine interrupt serial

Rec_isr:

 Disable Serial

 If li > 1 Then

 Gps(ii) = Udr

 If Gps(ii) = "*" Then Sign = "#"

 Incr li

 Else

 Gps(ii) = Udr

 If Gps(ii) = "\$" Then Incr li

 End If

 Enable Serial

Return





bmg_1_21juli.vi

C:\final magnet\Documents and Settings\bambang\Desktop\bmg(magnet)_new\My Documents\kuliah_ui\

project_magnet\TESIS\bmg_1_21juli.vi

Last modified on 7/6/2009 at 1:14 PM

Printed on 7/12/2009 at 7:11 AM

OBSERVATORI VARIASI MEDAN MAGNET BUMI

output 7

stop STOP

output 9 Date and Time

Koor-X Koor-Y Koor-Z Temperatur

Derajat Lintang menit Lintang

Derajat Bujur menit Bujur

Base line X(nT) Sens X(nT/V) Ks(nT)

Base line Y(nT) Sens Y(nT/V) Ks(nT)

Base line Z(nT) Sens Z(nT/V) Ks(nT)

max value(k1) max value(k2) max value(k3)

min value(l1) min value(l2) min value(l3)

K.Indeks X K.Indeks Y K.Indeks Z

Komponen X(nT) Plot 0

Komponen Y(nT) Plot 0

Komponen Z(nT) Plot 0

d11 d15

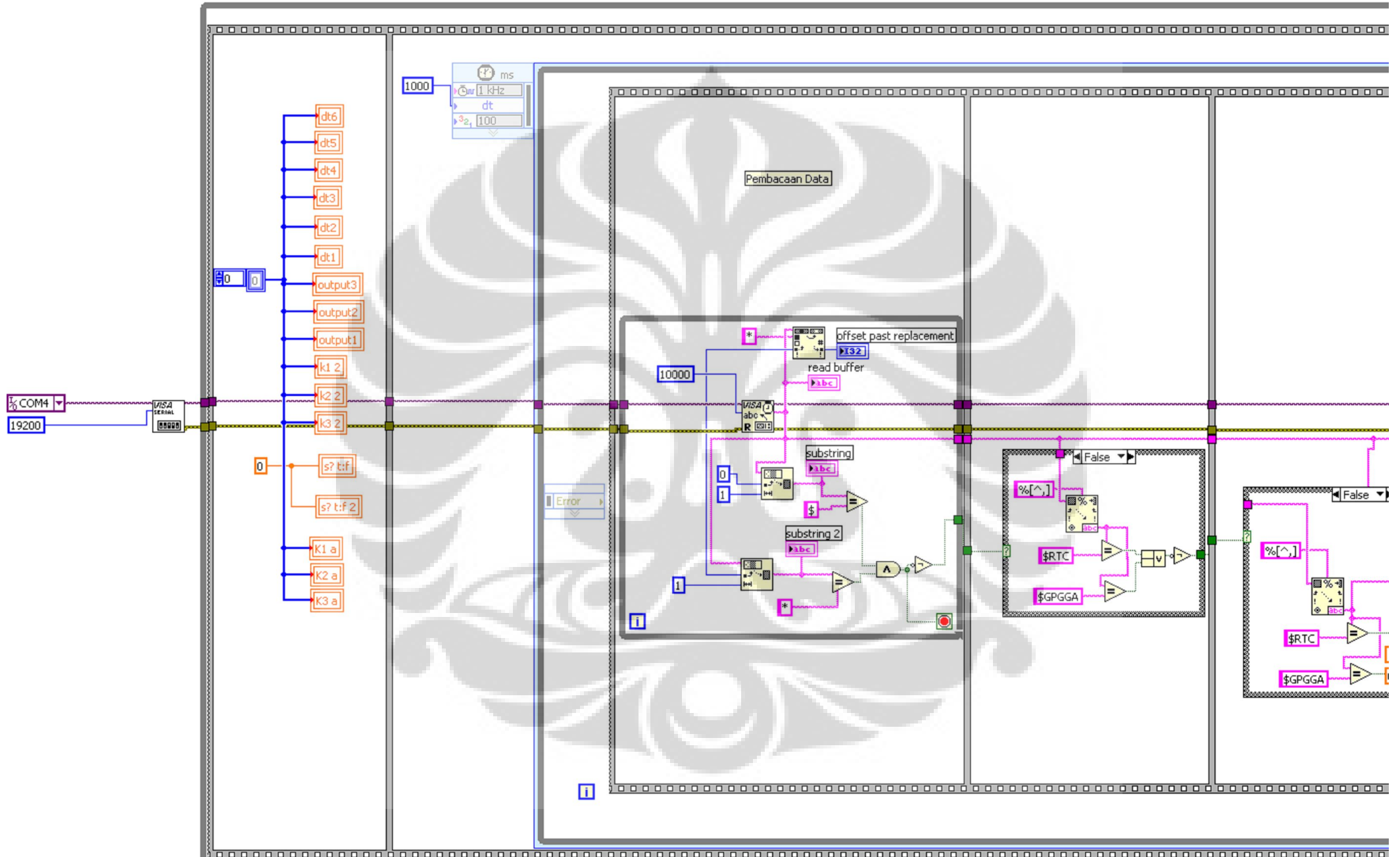
d12 d14

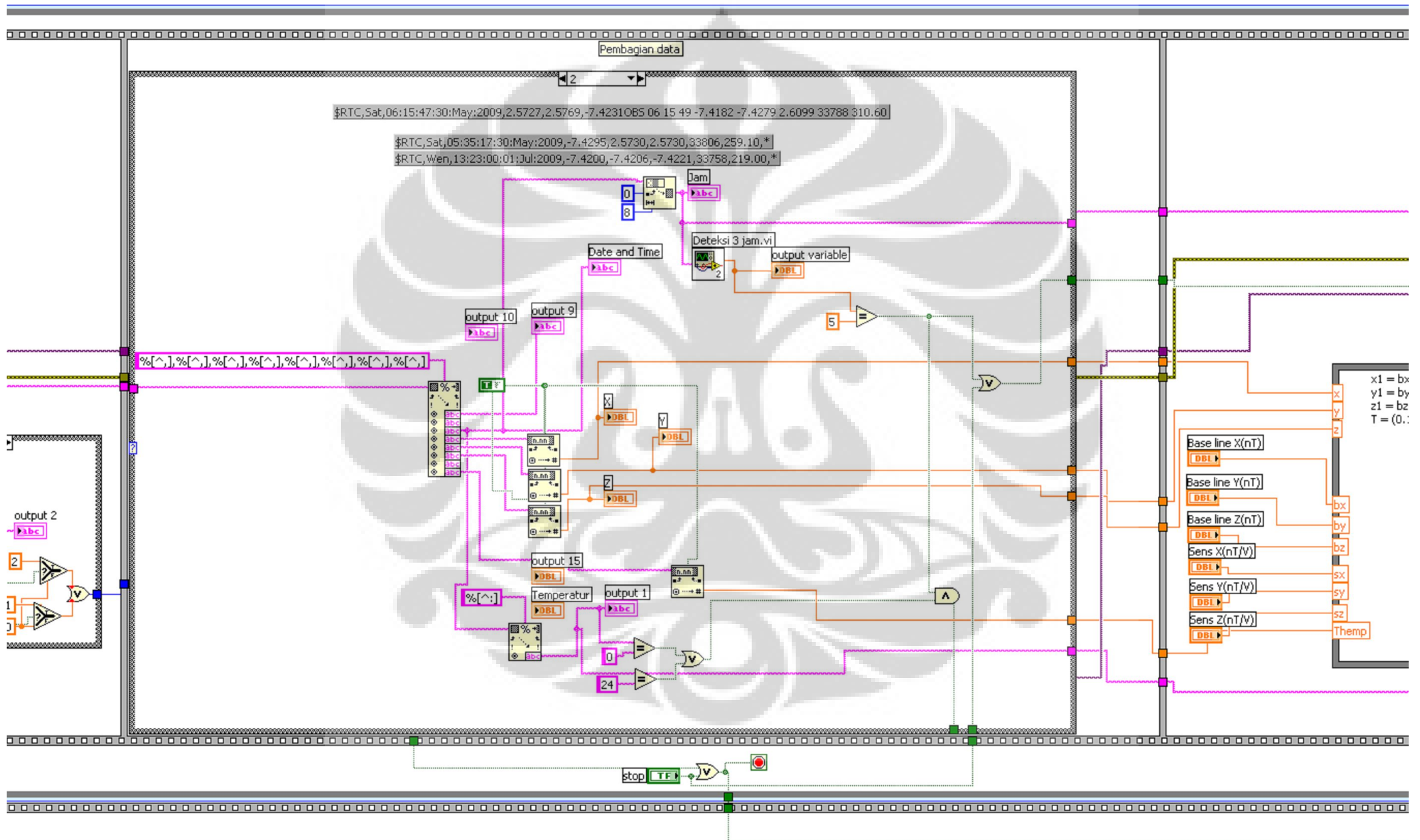
d13 d14

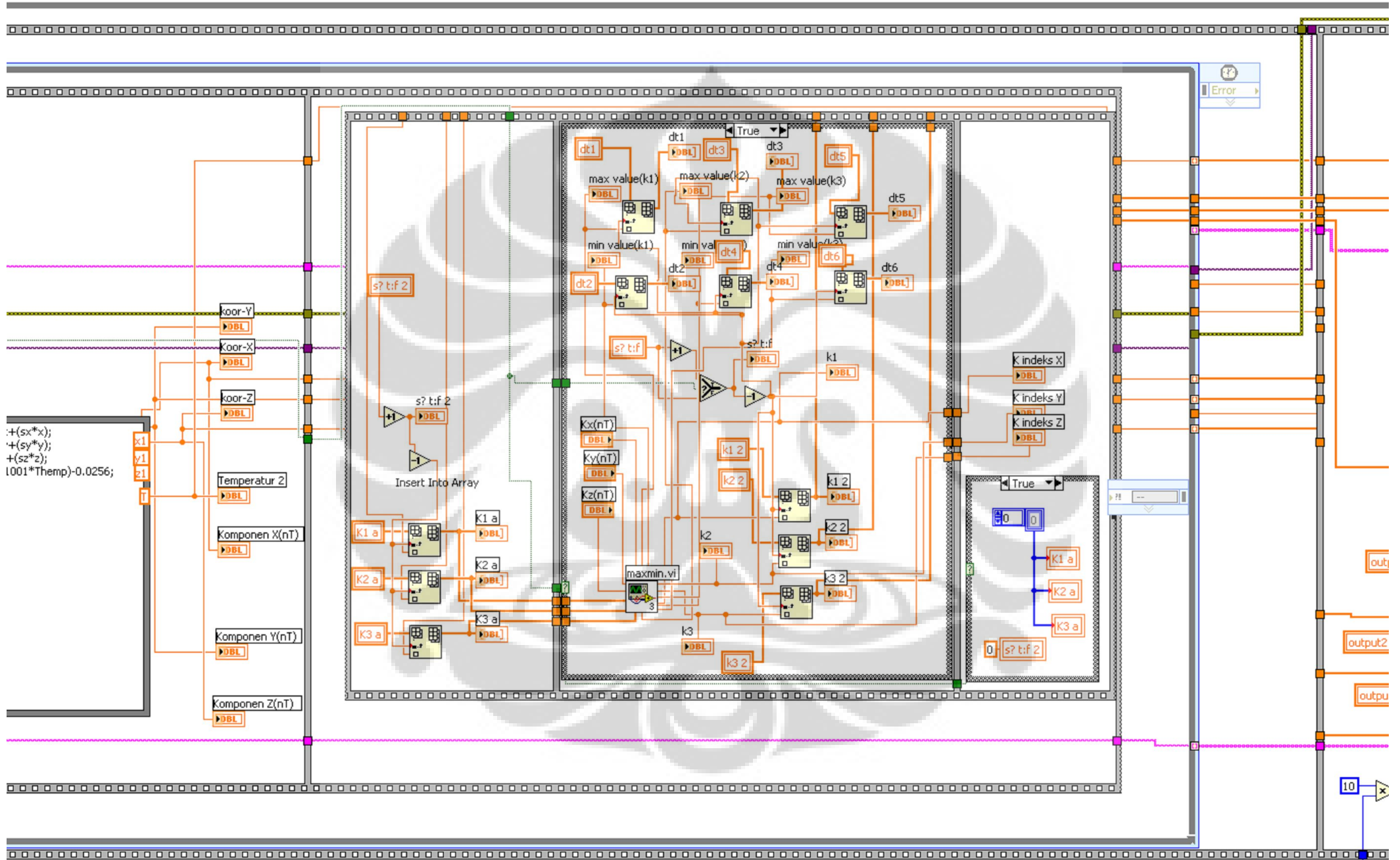
k1.2

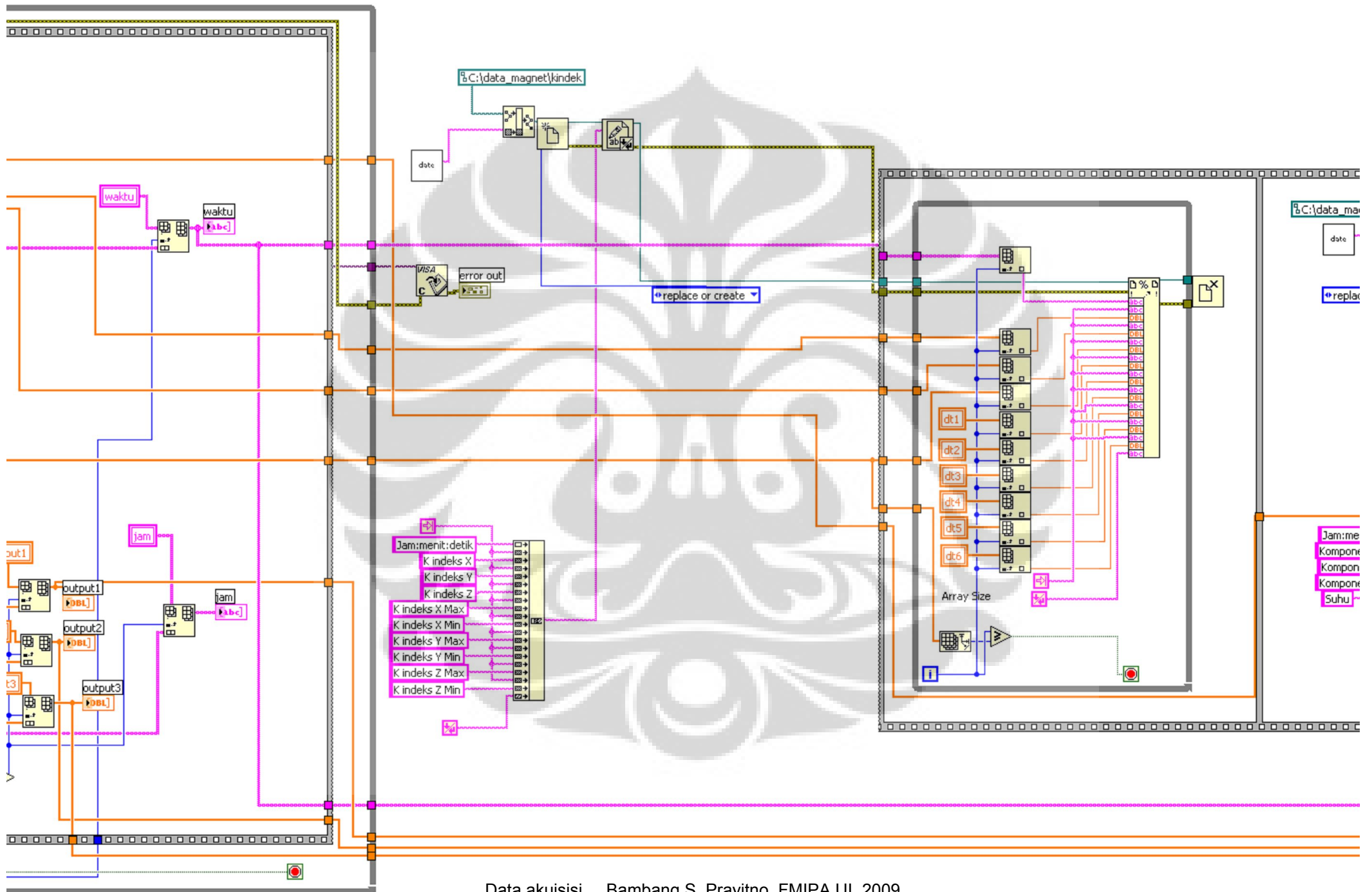
k2.2 k3.2

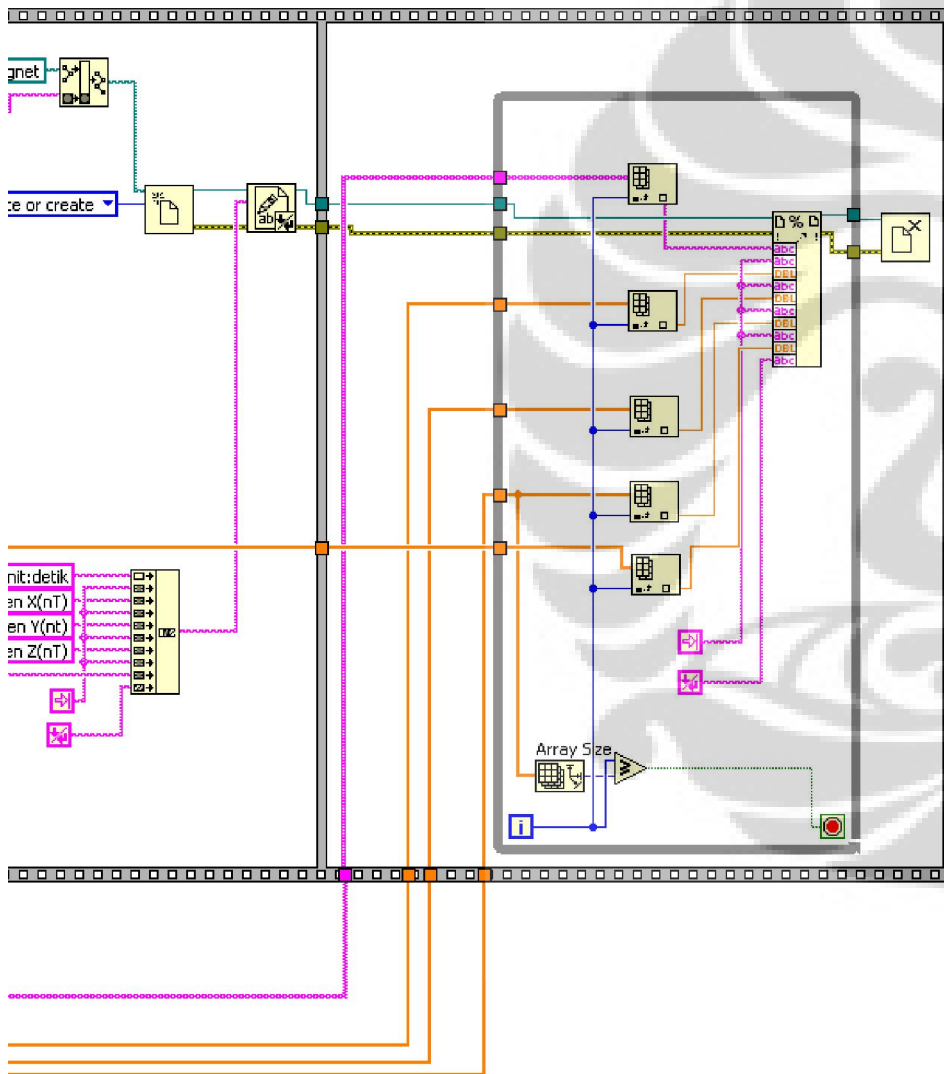
LAMPIRAN 3
Program Akuisisi Labview











LAMPIRAN 2

PROGRAM RTC DS1307

```
//-----  
// read and write DS1307  
// Program Utama  
//-----  
#include<reg51.h>  
#include<stdio.h>  
#include<ds1307.h>  
#include<serial.h>  
#include<delay.h>  
  
unsigned char RTC_ARR[7]; // Buffer for second,minute,.....,year  
  
unsigned char p;  
unsigned char gps[25];  
unsigned char ii;  
unsigned char sign;  
/*  
// interrupt serial  
void int_vek_ser(void) interrupt 4  
{  
  
    ES = 0;  
    //  
    // send_char('T');  
    if(RI == 1)  
    {  
  
        // send_char('o');  
        sign = '@';  
  
        RI = 0;  
        if(ii>0)  
        {  
            if((gps[ii] = SBUF) == '*') sign = '#';  
            ii++;  
            // send_char('u');  
        }  
        else  
        {  
            if((gps[ii] = SBUF)=='$')  
            {  
                ii++;  
                // send_char('O');  
            }  
        }  
    }  
}
```

```

    }
  }
  ES = 1;
}
*/
//-----
// Main program
//-----
void main(void)
{
    InitSerial();          // Initialize serial port

    //printf("%s",&Int2Day(1));

    //-----
    // Setup time and enable oscillator
    //-----

    ReadRTC(&RTC_ARR[0]);
    RTC_ARR[0] = RTC_ARR[0] & 0x7F;    // enable oscillator (bit 7=0)
    RTC_ARR[1] = 0x59;                // minute = 59
    RTC_ARR[2] = 0x23;                // hour = 05 ,24-hour mode(bit 6=0)
    RTC_ARR[3] = 0x04;                // Day = 1 or sunday
    RTC_ARR[4] = 0x31;                // Date = 30
    RTC_ARR[5] = 0x10;                // month = August
    RTC_ARR[6] = 0x05;                // year = 05 or 2005
    WriteRTC(&RTC_ARR[0]); // Set RTC

    //-----

    while(1)
    {
        ReadRTC(&RTC_ARR[0]);
        // putchar(0x0C); // clear Hyper terminal
        // printf("Day : %s\r\n",Int2Day(RTC_ARR[3]));
        //
        printf("Time : %02bX:%02bX:%02bX\r\n",RTC_ARR[2],RTC_ARR[1],RTC_ARR[0]);
        //          printf("Date          :          %02bX-%s-
20%02bX",RTC_ARR[4],Int2Month(RTC_ARR[5]),RTC_ARR[6]);

        printf("$RTC,%s",Int2Day(RTC_ARR[3]));

        printf(",%02bX,%02bX,%02bX",RTC_ARR[2],RTC_ARR[1],RTC_ARR[0]);

        printf(",%02bX,%s,20%02bX*\n",RTC_ARR[4],Int2Month(RTC_ARR[5]
)],RTC_ARR[6]);

```

```

        //
        DelayMs(1000);    // delay about 1 second
    }
}

//-----
// DS1307 driver
//-----
#include<reg51.h>
#include<delay.h>
#include<intrins.h>
#define ACK      1
#define NO_ACK   0
#define SLAVE    0xD0
#define WRITE    0x00
#define READ     0x01
#define ERR_ACK  0x01
unsigned char i;

const unsigned char * DayStr[7] =  {"Sun"},
                                   {"Mon"},
                                   {"Tue"},
                                   {"Wen"},
                                   {"The"},
                                   {"Fri"},
                                   {"Sat"};

const unsigned char * MonthStr[12] = {"Jan"},
                                      {"Feb"},
                                      {"Mar"},
                                      {"Apr"},
                                      {"May"},
                                      {"Jun"},
                                      {"Jul"},
                                      {"Aug"},
                                      {"Sep"},
                                      {"Oct"},
                                      {"Nov"},
                                      {"Dec"};

sbit SDA = P2^1;    // connect to SDA pin (Data)
sbit SCL = P2^0;    // connect to SCL pin (Clock)

```

```

//-----
// Convert BCD 1 byte to HEX 1 byte
//-----
unsigned char BCD2HEX(unsigned int bcd)
{
    unsigned char temp;
    temp=((bcd>>8)*100)|((bcd>>4)*10)|(bcd&0x0f);
    return temp;
}

//-----
// start I2C
//-----
void Start(void)
{
    SDA = 1;
    SCL = 1;
    _nop_();_nop_();
    SDA = 0;
    _nop_();_nop_();
    SCL = 0;
    _nop_();_nop_();
}

//-----
// stop I2C
//-----
void Stop(void)
{
    SDA = 0;
    _nop_();_nop_();
    SCL = 1;
    _nop_();_nop_();
    SDA = 1;
}

//-----
// Write I2C
//-----
void WriteI2C(unsigned char Data)
{
    for (i=0;i<8;i++)
    {
        SDA = (Data & 0x80) ? 1:0;
        SCL=1;SCL=0;
        Data<<=1;
    }
}

```

```

    }

    SCL = 1;
    _nop_();_nop_();
    SCL = 0;

}

//-----
// Read I2C
//-----
unsigned char ReadI2C(bit ACK_Bit)
{
    unsigned char Data=0;

    SDA = 1;
    for (i=0;i<8;i++)
    {
        SCL = 1;
        Data<<= 1;
        Data = (Data | SDA);
        SCL = 0;
        _nop_();
    }

    if (ACK_Bit == 1)
        SDA = 0; // Send ACK
    else
        SDA = 1; // Send NO ACK

    _nop_();_nop_();
    SCL = 1;
    _nop_();_nop_();
    SCL = 0;

    return Data;
}

//-----
// Read 1 byte form I2C
//-----
unsigned char ReadBYTE(unsigned char Addr)
{
    unsigned char Data;
    Start();
    WriteI2C(0xD0);

```



```

    WriteI2C(Addr);
    Start();
    WriteI2C(0xD1);
    Data = ReadI2C(NO_ACK);
    Stop();
    return(Data);
}

//-----
// Write 1 byte to I2C
//-----
void WriteBYTE(unsigned char Addr,unsigned char Data)
{
    Start();
    WriteI2C(0xD0);
    WriteI2C(Addr);
    WriteI2C(Data);
    Stop();
}

//-----
// Read RTC (all real time)
//-----
void ReadRTC(unsigned char * buff)
{
    Start();
    WriteI2C(0xD0);
    WriteI2C(0x00);

    Start();
    WriteI2C(0xD1);
    *(buff+0)=ReadI2C(ACK); // Second
    *(buff+1)=ReadI2C(ACK); // Minute
    *(buff+2)=ReadI2C(ACK); // hour
    *(buff+3)=ReadI2C(ACK); // Day
    *(buff+4)=ReadI2C(ACK); // date
    *(buff+5)=ReadI2C(ACK); // month
    *(buff+6)=ReadI2C(NO_ACK); // year
    Stop();
}

//-----
// Write RTC
//-----
void WriteRTC(unsigned char *buff)
{
    Start();

```

```

WriteI2C(0xD0);
WriteI2C(0x00);
WriteI2C(*(buff+0));
WriteI2C(*(buff+1));
WriteI2C(*(buff+2));
WriteI2C(*(buff+3));
WriteI2C(*(buff+4));
WriteI2C(*(buff+5));
WriteI2C(*(buff+6));
Stop();
}

//-----
// Convert date (BCD) to string of Day
// 1=Sunday
// 2=Monday
// And so on
//-----
char * Int2Day(unsigned char day)
{
    return DayStr[day-1];
}

//-----
// Convert month (BCD) to string of Month
// 0x01=January
// 0x02=February
// .....
// 0x12 = December
// And so on
//-----
char * Int2Month(unsigned char month)
{
    return MonthStr[BCD2HEX(month)-1];
}

```

```

//-----
// program serial
//-----
// Serial prt driver
// KEIL C51 v7.5
//-----
#include<reg51.h>

//-----
// Initialize serial port
//-----
void InitSerial(void)
{
    SCON = 0x52; // setup serial port control
    TMOD = 0x20; // hardware (9600 BAUD @11.05592MHZ)
    TH1 = 0xFA; //FD; // TH1
    TR1 = 1; // Timer 1 on
}

//-----
// Delay function
//-----

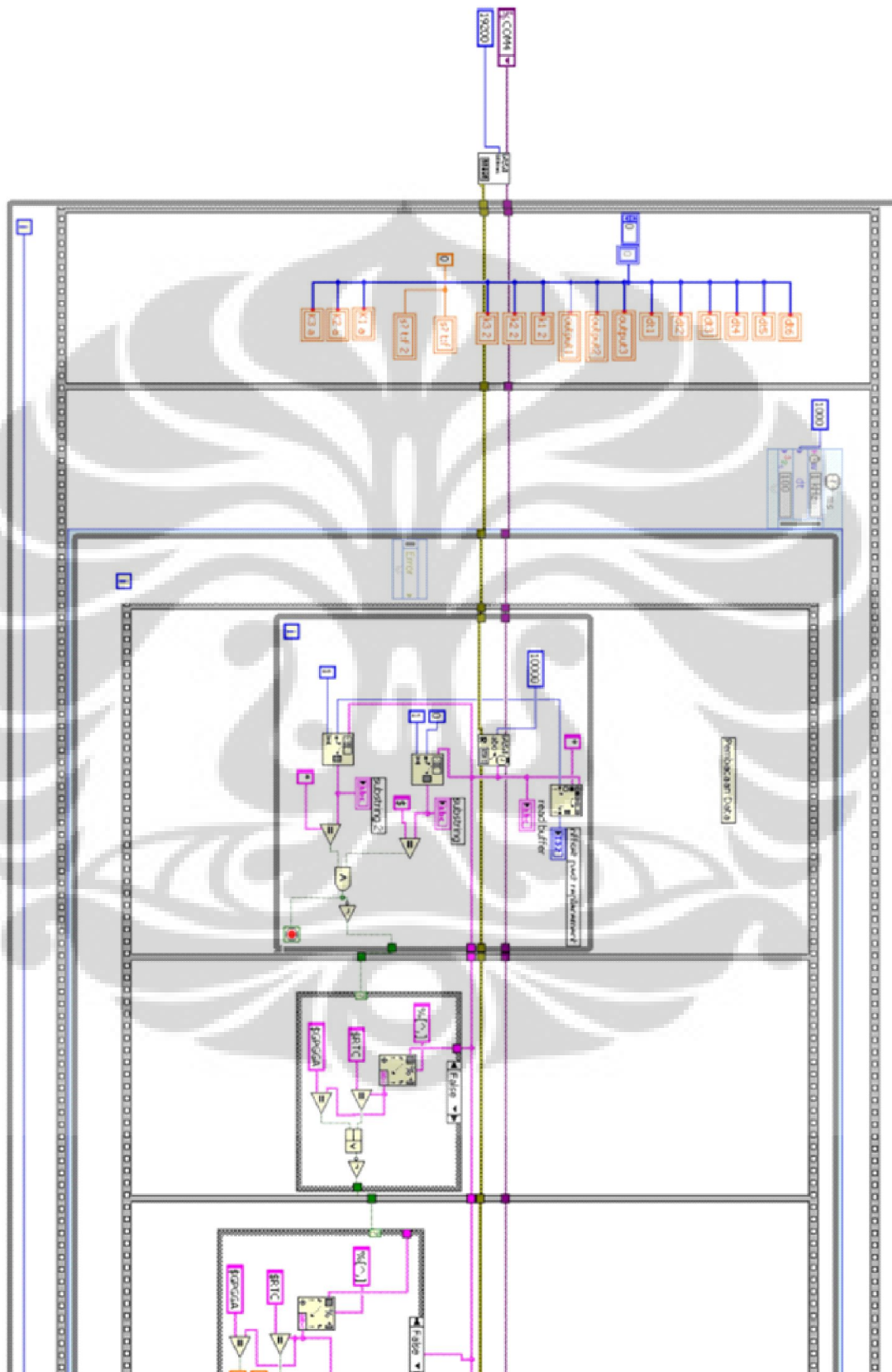
//-----
// Delay mS function
//-----
void DelayMs(unsigned int count)
{ // mSec Delay 11.0592 Mhz
    unsigned int i; // Keil v7.5a
    while(count)
    {
        i = 115;
        while(i>0) i--;
        count--;
    }
}

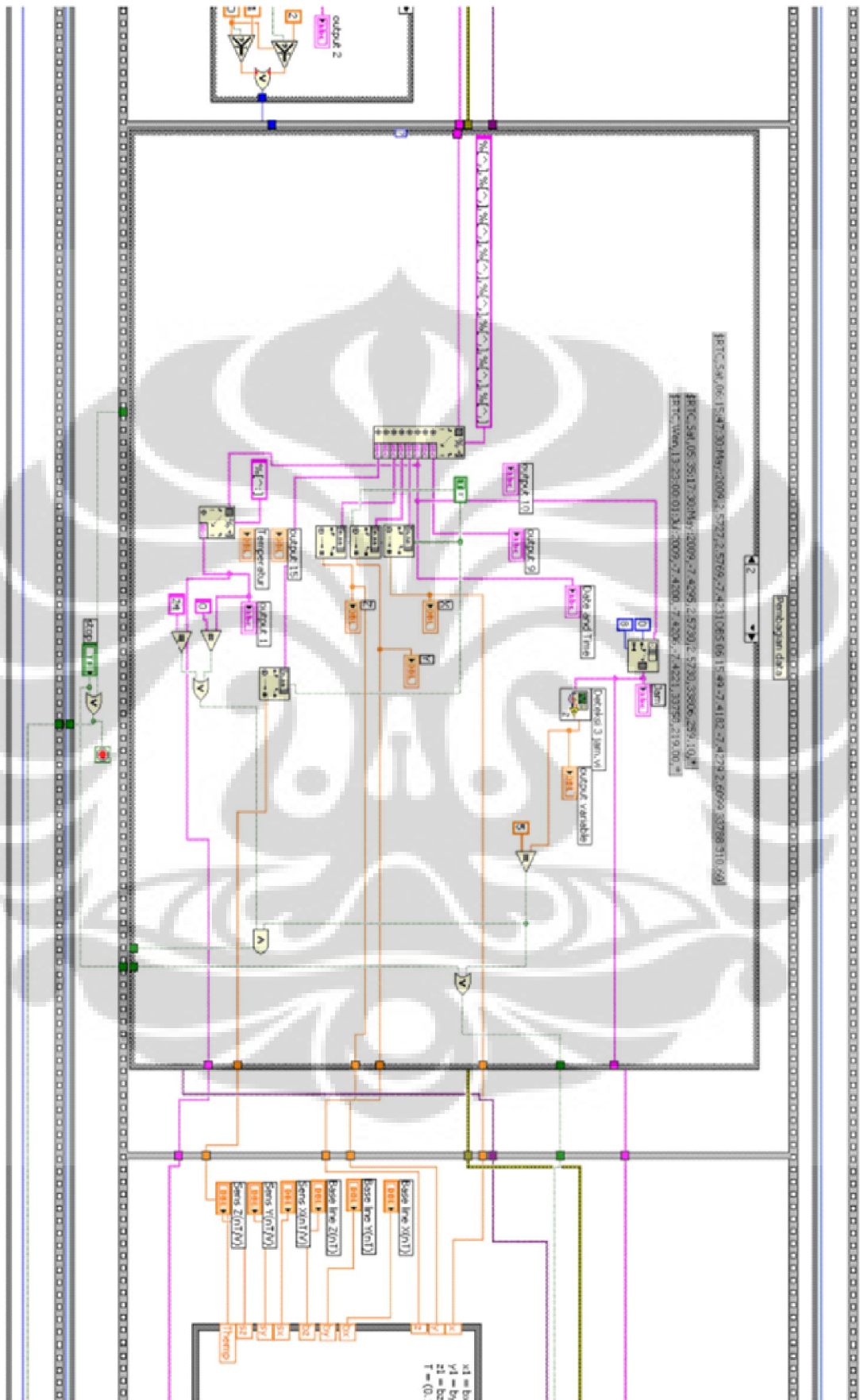
//-----
// DELAY at 11.0592MHz crystal.
//-----
void DelayUs(int us)
{
    int i;
    for (i=0; i<us; i++);
}

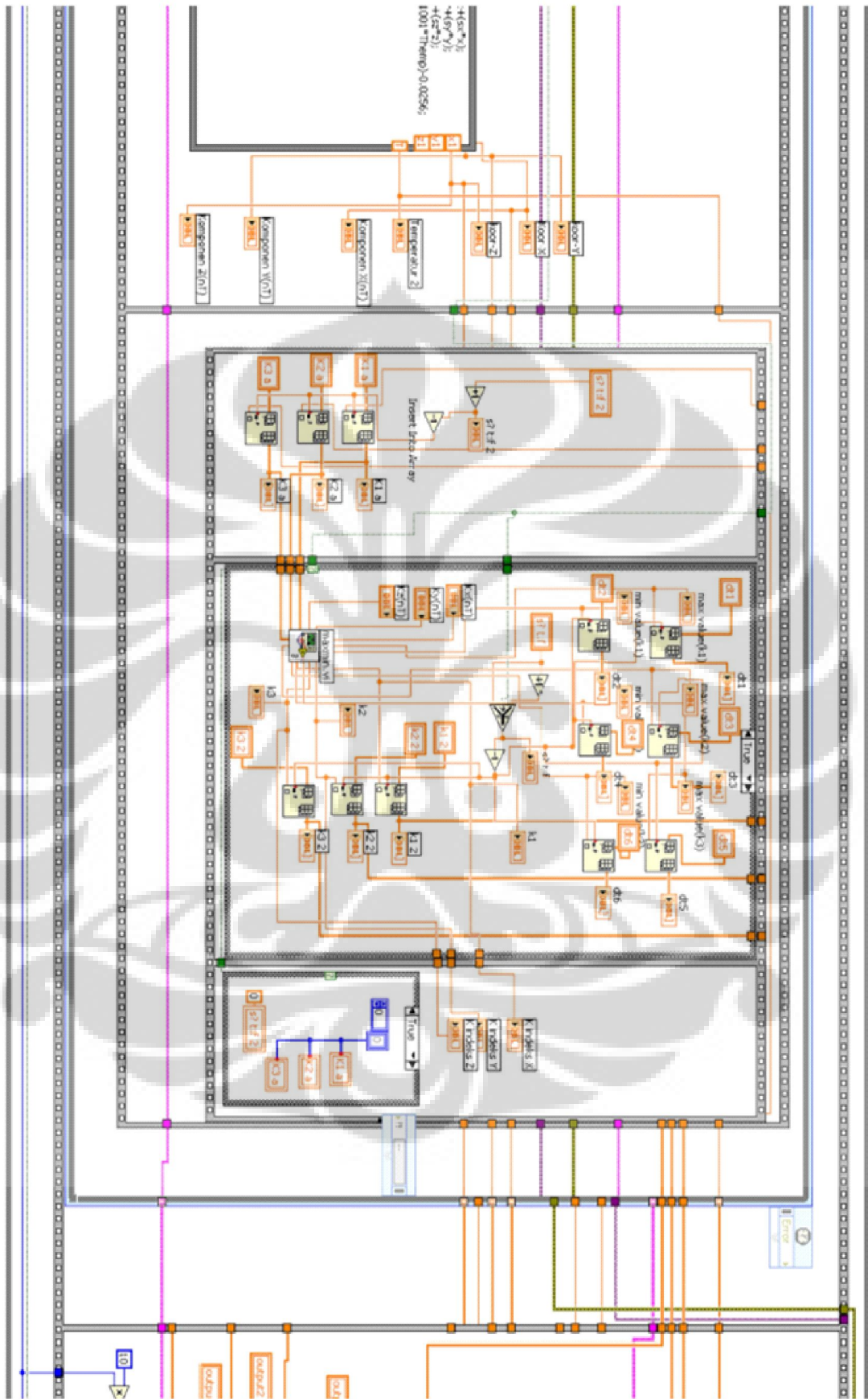
```

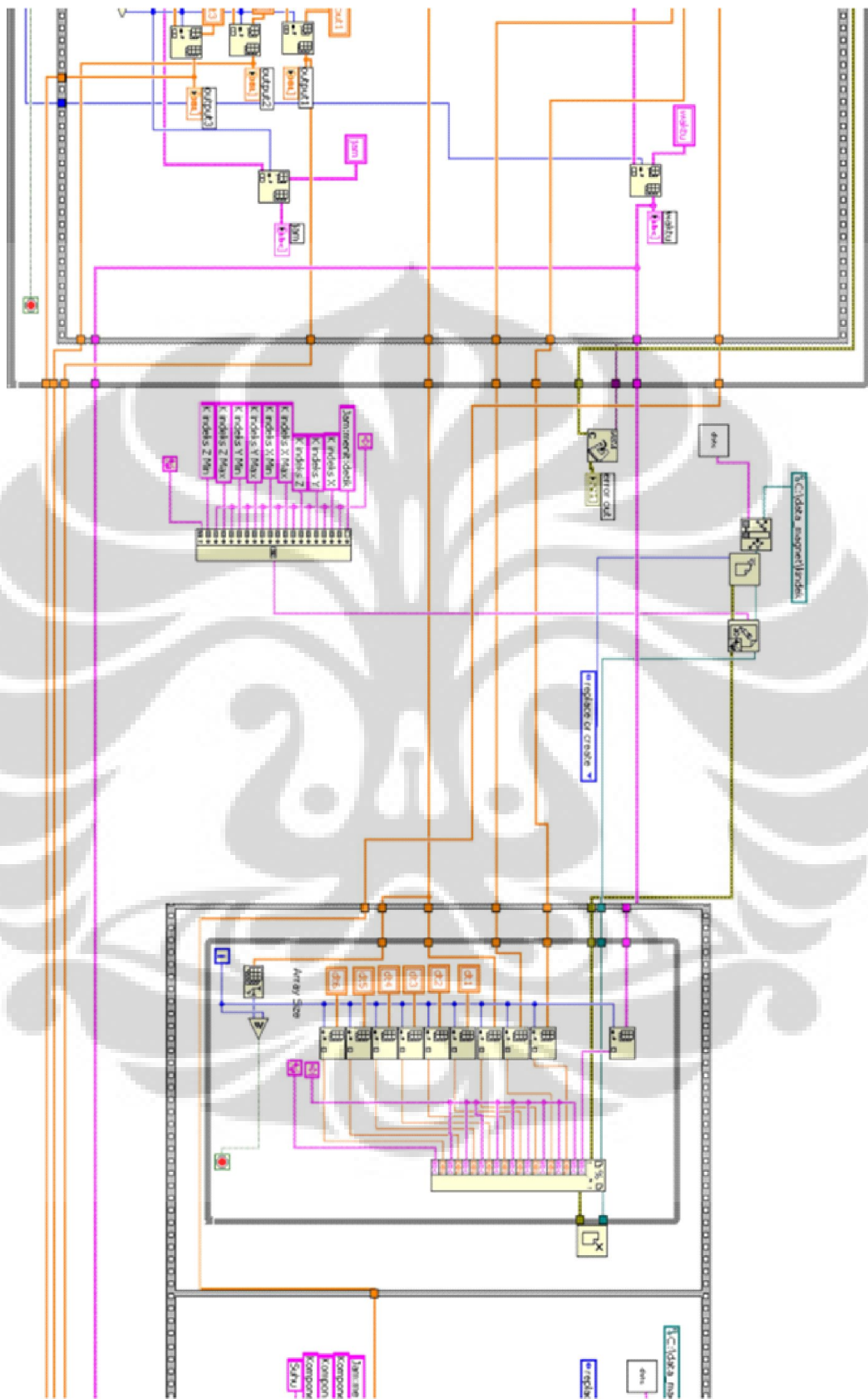
Lampiran 3

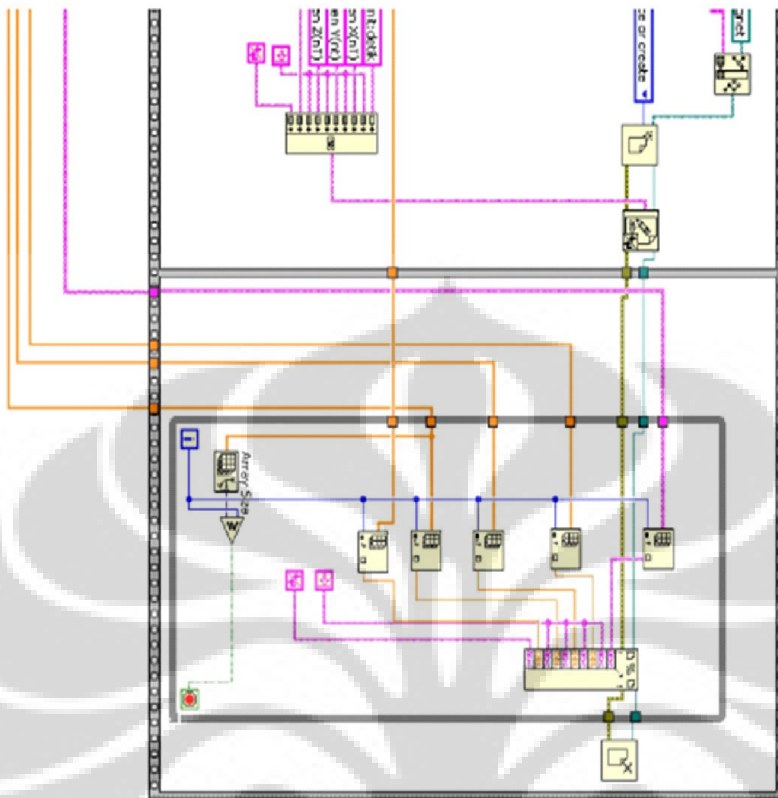
Program Akuisisi LabView



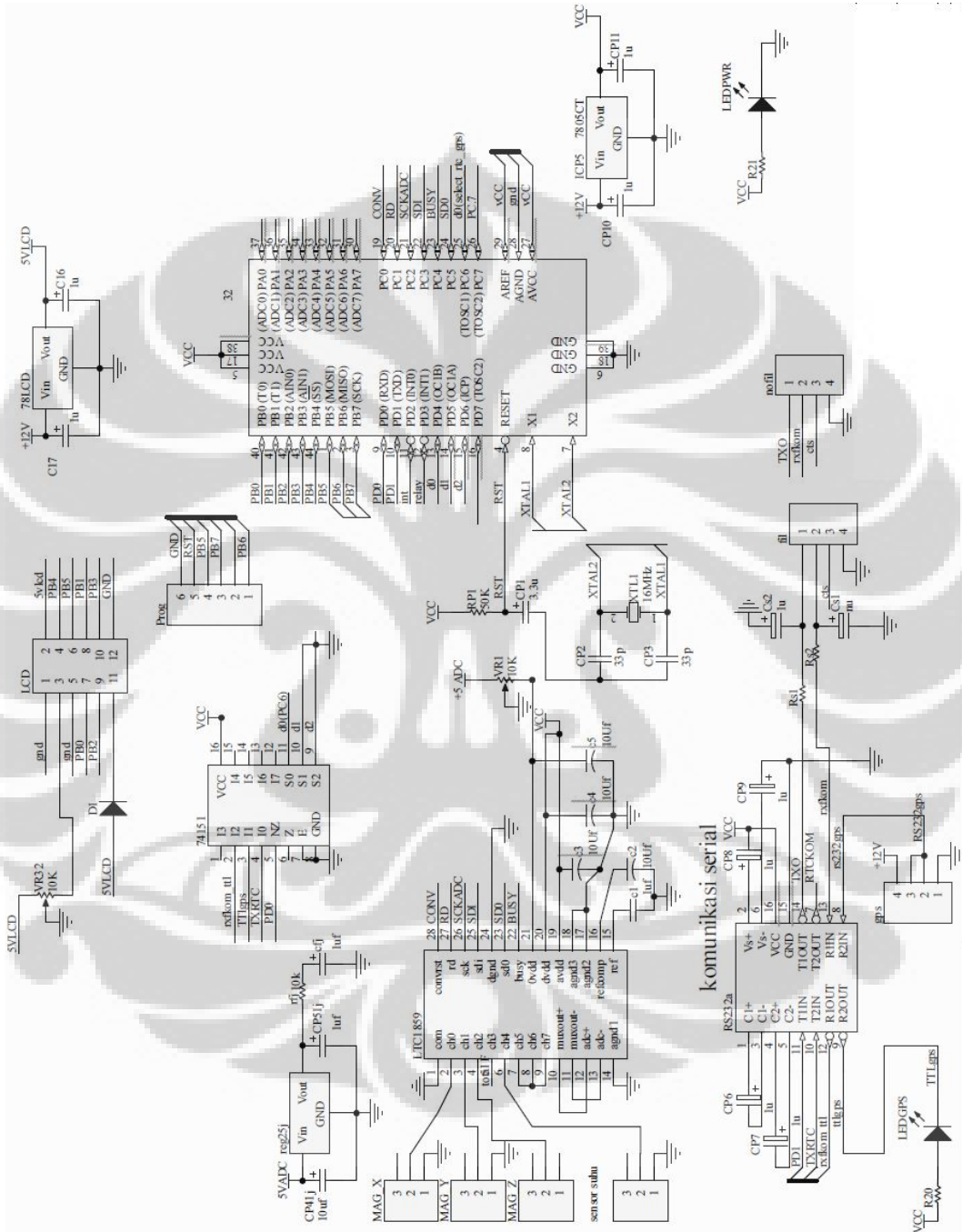




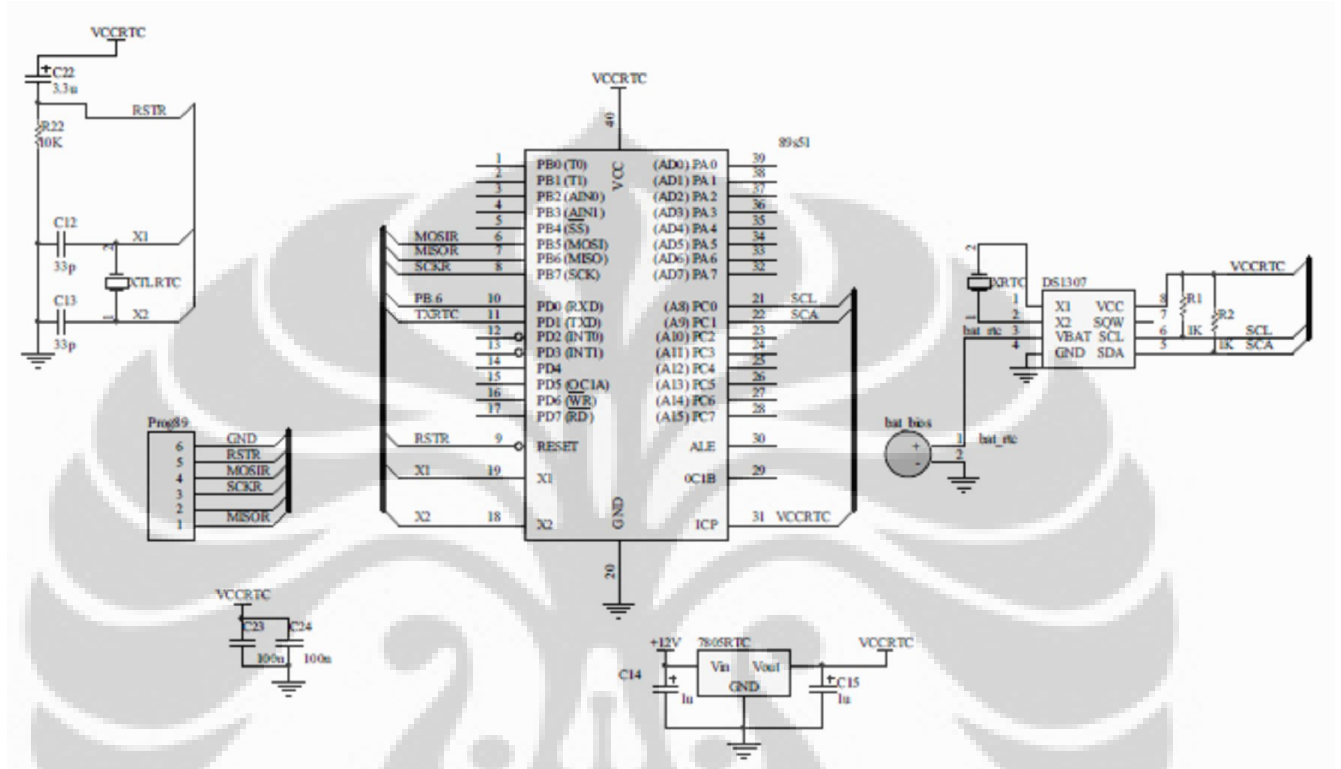




Lampiran 4 Skema Datalogger (ATmega32)



Lampiran 5 Skema RTC DS1307



Lampiran 6

Data Pengukuran Alat Referensi

Data hasil rekaman medan magnet bumi oleh GDASView:

dd/mm/yyyy	HH:MM:SS	H(nT)	D(mnt)	Z(nT)	F(nT)
6/27/2009	12:39:00AM	38272.5	37.61	-24497.7	45436.1
6/27/2009	12:39:05AM	38272.6	37.62	-24497.1	45436.4
6/27/2009	12:39:10AM	38272.4	37.63	-24497.5	45436.4
6/27/2009	12:39:15AM	38272.4	37.58	-24496.2	45436.3
6/27/2009	12:39:20AM	38272.4	37.67	-24497.6	45435.7
6/27/2009	12:39:25AM	38272.7	37.65	-24496.9	45436.2
6/27/2009	12:39:30AM	38272.6	37.7	-24498	45435.7
6/27/2009	12:39:35AM	38272.8	37.66	-24496.9	45435.8
6/27/2009	12:39:40AM	38272.7	37.66	-24496.7	45435.6
6/27/2009	12:39:45AM	38273	37.7	-24497.2	45434.2
6/27/2009	12:39:50AM	38272.9	37.66	-24497	45434.8
6/27/2009	12:39:55AM	38272.9	37.68	-24497.5	45436.4
6/27/2009	12:40:00AM	38273	37.69	-24497.4	45436
6/27/2009	12:40:05AM	38273	37.72	-24498	45437.5
6/27/2009	12:40:10AM	38273	37.7	-24497.4	45438.7
6/27/2009	12:40:15AM	38273	37.75	-24497.4	45439.5
6/27/2009	12:40:20AM	38272.8	37.66	-24496.6	45439.6
6/27/2009	12:40:25AM	38273	37.73	-24497.5	45439.6
6/27/2009	12:40:30AM	38273	37.75	-24498	45439.5
6/27/2009	12:40:35AM	38273.1	37.78	-24498	45439.8
6/27/2009	12:40:40AM	38273.2	37.76	-24498	45439.9
6/27/2009	12:40:45AM	38273.3	37.73	-24497.3	45439.3
6/27/2009	12:40:50AM	38273.3	37.79	-24498	45437.9
6/27/2009	12:40:55AM	38273.2	37.78	-24498.1	45437.7
6/27/2009	12:41:00AM	38273.3	37.75	-24497.7	45437.1
6/27/2009	12:41:05AM	38273.3	37.74	-24497.9	45436.5
6/27/2009	12:41:10AM	38273.2	37.83	-24498	45439.3
6/27/2009	12:41:15AM	38273.2	37.82	-24498.5	45440.5
6/27/2009	12:41:20AM	38273.3	37.83	-24498.2	45440.2
6/27/2009	12:41:25AM	38273.2	37.79	-24497.7	45441.1
6/27/2009	12:41:30AM	38273.1	37.77	-24498	45440.8
6/27/2009	12:41:35AM	38273.1	37.79	-24497.9	45440.6
6/27/2009	12:41:40AM	38273.4	37.8	-24498.1	45440.3
6/27/2009	12:41:45AM	38273.4	37.79	-24497.9	45440.2
6/27/2009	12:41:50AM	38273.4	37.78	-24497.8	45440.9
6/27/2009	12:41:55AM	38273.1	37.82	-24497.6	45440.8
6/27/2009	12:42:05AM	38273.3	37.77	-24497.7	45440.7

6/27/2009	12:42:10AM	38273.4	37.78	-24498	45440.5
6/27/2009	12:42:15AM	38273.3	37.82	-24497.5	45440.2
6/27/2009	12:42:20AM	38273.3	37.82	-24498.2	45439.8
6/27/2009	12:42:25AM	38273.3	37.82	-24497.8	45439.1
6/27/2009	12:42:30AM	38273.2	37.8	-24498.3	45439.6
6/27/2009	12:42:35AM	38273.4	37.79	-24397.9	45439.7
6/27/2009	12:42:40AM	38273	37.81	-24497.7	45437.8
6/27/2009	12:42:45AM	38273.5	37.75	-24496.9	45416.5
6/27/2009	12:42:50AM	38273.7	37.76	-24497	45405.8
6/27/2009	12:42:55AM	38273.3	37.76	-24496.9	45415.9
6/27/2009	12:43:00AM	38273.5	37.76	-24496.9	45468.3
6/27/2009	12:43:05AM	38273.6	37.75	-24496.8	45469.7
6/27/2009	12:43:10AM	38273.9	37.77	-24497.3	45474.5



Lampiran 7

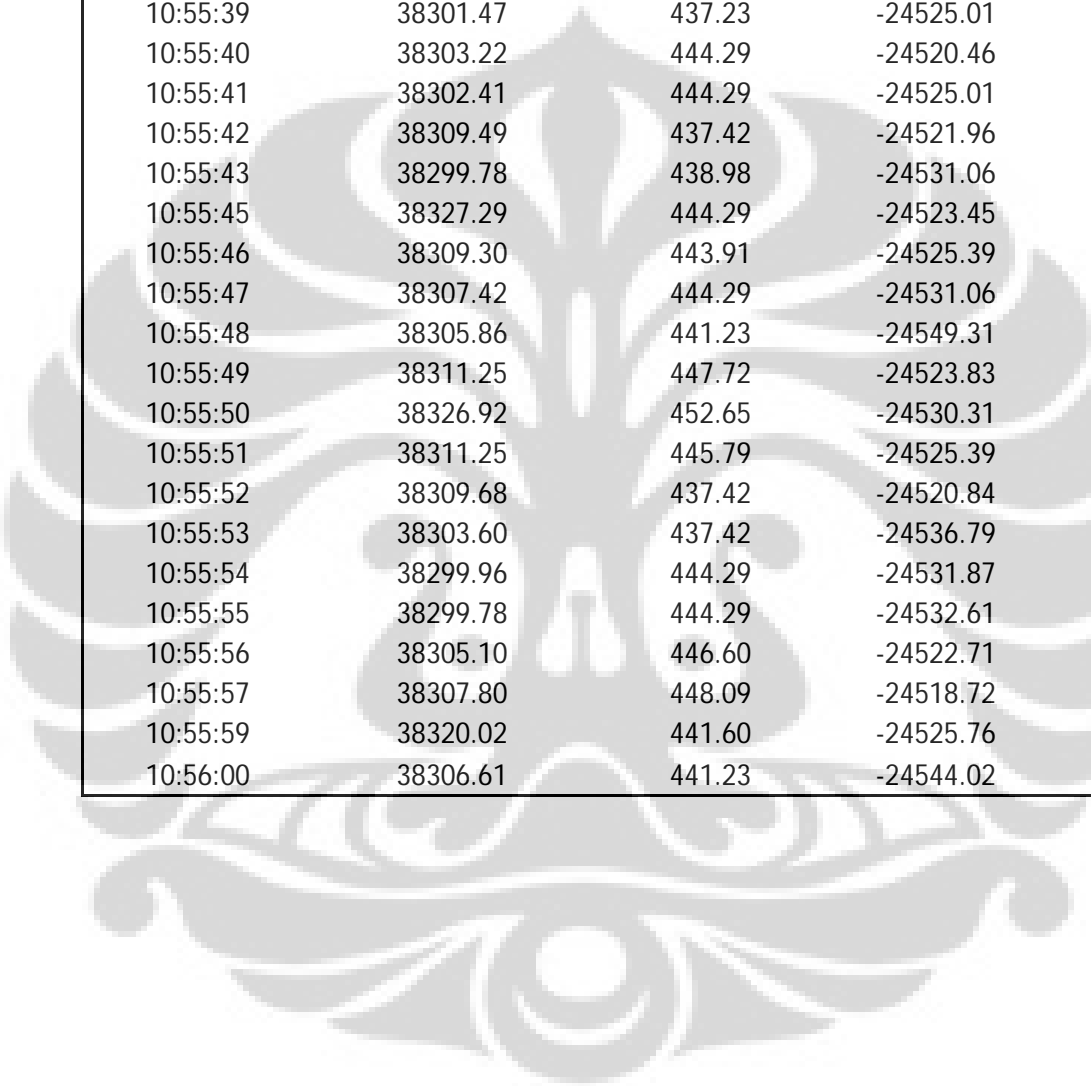
Data hasil rekaman oleh sistem yang dibuat.

Jam:menit:detik	Komponen X/H(nT)	Komponen Y/D(nt)	Komponen Z(nT)	Suhu
10:52:26	38305.10	445.41	-24528.25	24.59
10:52:27	38312.19	449.41	-24549.75	24.59
10:52:28	38306.42	446.97	-24525.76	24.44
10:52:29	38331.30	443.91	-24528.44	24.74
10:52:30	38301.28	440.48	-24531.87	24.44
10:52:31	38314.69	442.35	-24528.44	24.46
10:52:32	38321.78	435.92	-24525.76	24.44
10:52:33	38309.68	446.41	-24529.93	24.74
10:52:34	38311.62	442.98	-24527.25	24.44
10:52:35	38300.53	444.29	-24529.19	24.45
10:52:36	38307.42	441.98	-24542.33	24.88
10:52:37	38309.68	445.22	-24531.87	24.31
10:52:39	38313.50	438.54	-24526.13	24.44
10:52:40	38306.61	435.17	-24530.31	24.44
10:52:41	38306.61	444.29	-24525.76	24.44
10:52:42	38303.79	444.29	-24525.76	24.59
10:52:43	38308.55	442.79	-24527.69	24.72
10:52:44	38303.98	435.17	-24527.88	24.63
10:52:45	38302.60	449.22	-24525.76	24.59
10:52:46	38309.30	439.73	-24550.87	24.63
10:52:47	38312.00	438.98	-24527.25	24.74
10:52:48	38313.13	440.85	-24528.06	25.01
10:52:49	38303.79	441.23	-24521.58	25.01
10:52:50	38312.38	435.92	-24524.26	25.01
10:52:51	38301.84	445.04	-24520.46	24.74
10:52:53	38313.50	430.93	-24520.28	24.74
10:52:54	38312.75	440.48	-24521.40	25.01
10:52:55	38313.32	464.26	-24521.58	24.74
10:52:56	38311.25	447.91	-24516.66	24.74
10:52:57	38327.10	439.36	-24530.12	24.74
10:52:58	38307.42	443.35	-24528.06	24.59
10:52:59	38311.25	437.23	-24521.21	25.03
10:53:00	38314.69	441.98	-24550.12	24.75
10:53:00	38314.69	441.98	-24550.12	24.75
10:53:02	38303.22	451.53	-24523.83	24.66
10:53:03	38304.73	462.58	-24525.01	24.66
10:53:04	38310.87	443.54	-24544.76	24.88
10:53:05	38313.50	446.60	-24521.58	24.74
10:53:06	38330.55	445.04	-24522.71	24.45

10:53:08	38304.73	443.54	-24518.16	24.66
10:53:09	38303.22	438.54	-24531.06	24.66
10:53:10	38311.81	445.79	-24525.76	24.67
10:53:11	38304.73	458.02	-24530.31	24.74
10:53:12	38312.75	440.48	-24519.65	24.74
10:53:13	38323.85	438.98	-24521.96	24.74
10:53:14	38303.98	446.22	-24522.71	24.74
10:53:15	38310.06	439.54	-24519.65	25.01
10:53:16	38305.10	436.30	-24525.39	25.01
10:53:17	38313.13	437.42	-24528.06	25.03
10:53:18	38301.66	440.10	-24531.06	24.75
10:53:19	38304.35	442.79	-24531.87	25.03
10:53:20	38323.47	437.42	-24521.40	25.20
10:53:22	38298.59	436.67	-24530.31	25.03
10:53:23	38302.41	458.39	-24523.45	24.75
10:53:24	38307.05	445.79	-24525.76	25.23
10:53:25	38308.55	458.77	-24521.58	25.01
10:53:26	38307.80	436.30	-24524.26	25.03
10:53:27	38314.07	452.28	-24553.11	25.20
10:53:28	38307.05	445.04	-24526.88	25.03
10:53:29	38306.61	438.98	-24528.06	25.03
10:53:30	38298.21	445.79	-24521.96	25.03
10:53:31	38312.00	433.61	-24525.76	24.74
10:53:32	38307.42	448.09	-24522.71	24.75
10:53:33	38324.41	435.92	-24537.16	25.03
10:53:34	38308.18	440.48	-24520.46	25.01
10:53:36	38306.61	447.35	-24532.61	24.88
10:53:37	38310.06	443.16	-24531.06	24.74
10:53:38	38329.42	439.36	-24528.81	24.74
10:53:39	38314.51	446.60	-24533.55	25.03
10:53:40	38306.04	445.60	-24532.99	24.74
10:53:41	38309.49	440.48	-24521.21	25.03
10:53:42	38304.73	463.70	-24522.71	24.75
10:53:43	38306.61	449.03	-24528.06	24.75
10:53:44	38323.47	437.23	-24531.06	24.74
10:53:45	38305.86	435.17	-24525.76	25.03
10:53:46	38307.99	445.04	-24549.31	24.99
10:53:47	38321.97	438.17	-24531.49	24.72
10:53:48	38318.89	445.79	-24533.17	24.66
10:53:49	38310.87	454.96	-24530.31	24.72
10:53:51	38301.66	438.17	-24528.44	24.44
10:53:52	38306.23	436.30	-24518.91	24.45
10:53:53	38303.22	445.79	-24528.06	24.72
10:53:54	38305.10	442.98	-24528.81	24.45

10:53:55	38312.75	436.67	-24529.56	24.59
10:53:56	38312.38	447.35	-24531.06	24.45
10:53:57	38306.61	446.22	-24534.11	24.46
10:53:58	38318.89	437.05	-24536.79	24.45
10:53:59	38302.79	434.55	-24521.58	24.59
10:54:00	38311.25	438.54	-24543.27	24.44
10:54:00	38311.25	438.54	-24543.27	24.44
10:54:03	38311.06	454.07	-24534.11	24.59
10:54:05	38304.54	443.73	-24531.87	24.44
10:54:06	38296.71	463.33	-24521.96	24.59
10:54:07	38304.35	445.79	-24523.45	24.74
10:54:08	38304.35	443.73	-24526.88	24.74
10:54:09	38315.45	447.35	-24529.56	24.75
10:54:10	38312.00	445.04	-24529.56	24.59
10:54:11	38309.12	438.17	-24547.44	24.74
10:54:12	38305.48	449.03	-24520.84	24.65
10:54:13	38312.38	441.98	-24529.56	24.44
10:54:14	38311.62	446.97	-24511.68	24.74
10:54:15	38303.79	436.48	-24523.83	24.45
10:54:16	38293.63	447.35	-24518.16	24.70
10:54:17	38310.24	437.05	-24529.56	24.45
10:54:19	38310.43	441.98	-24519.65	24.46
10:54:20	38298.77	448.66	-24528.06	24.82
10:54:21	38301.28	447.35	-24517.78	24.74
10:54:22	38311.25	437.61	-24521.96	24.75
10:54:23	38312.75	438.54	-24530.68	24.75
10:54:24	38303.22	443.91	-24520.46	24.74
10:54:25	38331.68	439.92	-24520.84	24.96
10:54:26	38311.62	440.10	-24520.03	24.75
10:54:27	38302.03	449.22	-24528.81	24.96
10:54:28	38312.38	435.74	-24525.76	24.75
10:54:29	38312.75	437.98	-24523.83	25.23
10:54:30	38333.81	461.08	-24520.46	25.01
10:54:31	38313.50	447.35	-24524.64	24.88
10:54:33	38302.60	445.60	-24517.41	25.03
10:54:34	38310.43	440.85	-24530.31	24.75
10:54:35	38310.43	448.09	-24528.81	25.03
10:54:36	38301.09	443.54	-24531.49	24.75
10:54:37	38294.01	439.73	-24520.46	25.31
10:54:38	38299.78	445.41	-24527.44	25.04
10:54:39	38306.80	462.58	-24521.96	25.03
10:54:40	38312.75	456.08	-24534.11	25.03
10:54:41	38305.48	451.15	-24531.49	25.04
10:54:42	38311.62	439.73	-24547.07	25.18

10:54:43	38304.35	443.54	-24524.26	25.04
10:54:44	38297.83	435.92	-24528.81	25.32
10:54:45	38303.60	439.36	-24526.51	25.03
10:54:46	38313.50	439.73	-24551.99	25.60
10:54:48	38299.78	446.60	-24522.52	25.32
10:54:49	38309.68	438.17	-24526.51	25.47
10:54:50	38300.34	438.54	-24526.51	25.25
10:54:51	38300.53	444.29	-24534.86	25.32
10:54:52	38329.80	433.24	-24521.40	25.04
10:54:53	38313.13	438.98	-24521.58	25.32
10:54:54	38309.68	451.53	-24529.19	25.46
10:54:55	38306.04	438.98	-24545.70	25.54
10:54:56	38301.66	464.07	-24521.96	25.25
10:54:57	38302.60	438.17	-24528.81	25.32
10:54:58	38311.25	449.22	-24537.91	25.31
10:54:59	38311.25	443.91	-24528.44	25.62
10:55:00	38306.04	439.36	-24532.61	25.25
10:55:00	38306.04	439.36	-24532.61	25.25
10:55:03	38311.25	437.05	-24529.56	25.62
10:55:04	38301.09	441.23	-24528.81	25.32
10:55:05	38307.42	460.27	-24519.65	25.32
10:55:06	38332.24	466.38	-24529.56	25.33
10:55:07	38310.43	442.35	-24531.06	25.54
10:55:08	38303.60	446.97	-24520.03	25.62
10:55:09	38304.73	451.90	-24521.96	25.60
10:55:10	38302.60	445.79	-24515.48	25.75
10:55:11	38316.57	440.85	-24522.71	25.62
10:55:12	38315.45	442.35	-24521.96	25.47
10:55:13	38319.27	449.59	-24524.64	25.34
10:55:14	38306.61	436.30	-24531.87	25.54
10:55:16	38313.50	464.07	-24528.81	25.60
10:55:17	38307.42	441.98	-24551.99	25.47
10:55:18	38307.05	439.73	-24525.76	25.32
10:55:19	38307.80	447.35	-24523.45	25.62
10:55:20	38302.41	435.55	-24528.06	25.47
10:55:21	38310.06	446.97	-24519.65	25.62
10:55:22	38308.74	435.55	-24526.51	25.62
10:55:23	38328.80	445.04	-24527.69	25.62
10:55:24	38307.80	437.42	-24530.68	25.33
10:55:25	38306.04	439.36	-24531.06	25.33
10:55:26	38304.73	443.91	-24531.06	25.63
10:55:27	38332.62	445.41	-24534.86	25.62
10:55:28	38306.80	461.83	-24529.56	25.75
10:55:29	38300.90	443.54	-24529.37	25.55



10:55:31	38301.66	448.09	-24531.87	25.62
10:55:32	38302.79	434.92	-24522.71	25.91
10:55:33	38297.08	441.98	-24517.78	25.77
10:55:34	38300.15	441.98	-24531.06	25.76
10:55:35	38307.05	438.98	-24530.68	25.63
10:55:36	38309.12	443.16	-24529.56	25.63
10:55:37	38304.35	440.10	-24523.45	25.63
10:55:38	38314.32	436.86	-24525.76	25.91
10:55:39	38301.47	437.23	-24525.01	25.76
10:55:40	38303.22	444.29	-24520.46	25.76
10:55:41	38302.41	444.29	-24525.01	25.78
10:55:42	38309.49	437.42	-24521.96	25.77
10:55:43	38299.78	438.98	-24531.06	25.91
10:55:45	38327.29	444.29	-24523.45	25.76
10:55:46	38309.30	443.91	-24525.39	25.63
10:55:47	38307.42	444.29	-24531.06	25.63
10:55:48	38305.86	441.23	-24549.31	25.77
10:55:49	38311.25	447.72	-24523.83	25.76
10:55:50	38326.92	452.65	-24530.31	26.09
10:55:51	38311.25	445.79	-24525.39	25.91
10:55:52	38309.68	437.42	-24520.84	25.77
10:55:53	38303.60	437.42	-24536.79	25.76
10:55:54	38299.96	444.29	-24531.87	25.92
10:55:55	38299.78	444.29	-24532.61	26.21
10:55:56	38305.10	446.60	-24522.71	25.77
10:55:57	38307.80	448.09	-24518.72	26.13
10:55:59	38320.02	441.60	-24525.76	26.14
10:56:00	38306.61	441.23	-24544.02	25.78

Lampiran 8 Data Sheet ATMega32

Features

- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 1024 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 2K Byte Internal SRAM
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V for ATMega32L
 - 4.5 - 5.5V for ATMega32
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATMega32L
 - 0 - 16 MHz for ATMega32
- Power Consumption at 1 MHz, 3V, 25°C for ATMega32L
 - Active: 1.1 mA
 - Idle Mode: 0.35 mA
 - Power-down Mode: < 1 µA



8-bit **AVR[®]**
Microcontroller
with 32K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega32
ATmega32L

Preliminary

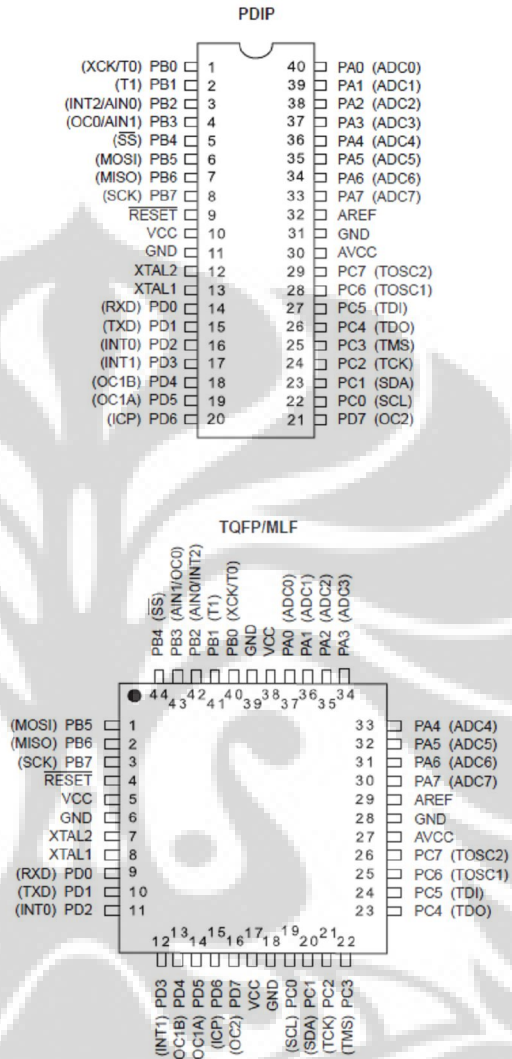
2503F-AVR-12/03





Pin Configurations

Figure 1. Pinouts ATmega32



Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 8K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
 - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 256 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-bit Timer/Counters
- Eight Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

Description

The AT89S52 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 8K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S52 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S52 provides the following standard features: 8K bytes of Flash, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S52 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset.



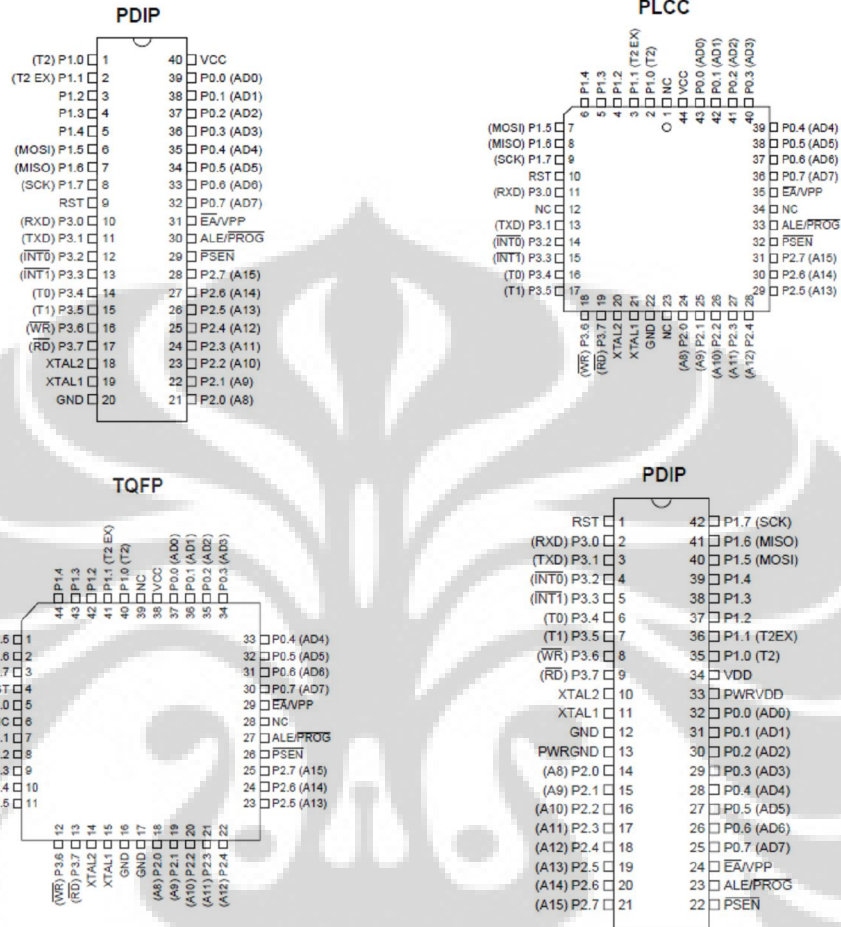
**8-bit
Microcontroller
with 8K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

AT89S52

1919B-MICRO-11/03



Pin Configurations



Lampiran 9
Data Sheet LTC1859



LTC1857/LTC1858/LTC1859
8-Channel, 12-/14-/16-Bit,
100ksp/s SoftSpan A/D
Converters with Shutdown

FEATURES

- Sample Rate: 100ksp/s
- 8-Channel Multiplexer with $\pm 25V$ Protection
- Single 5V Supply
- Software-Programmable Input Ranges:
0V to 5V, 0V to 10V, $\pm 5V$ or $\pm 10V$
Single Ended or Differential
- $\pm 3LSB$ INL for the LTC1859, $\pm 1.5LSB$ INL for the
LTC1858, $\pm 1LSB$ INL for the LTC1857
- Power Dissipation: 40mW (Typ)
- SPI/MICROWIRE™ Compatible Serial I/O
- Power Shutdown: Nap and Sleep
- Signal-to-Noise Ratio: 87dB (Typ) for the LTC1859
- Operates with Internal or External Reference
- Internal Synchronized Clock
- 28-Pin SSOP Package

APPLICATIONS

- Industrial Process Control
- Multiplexed Data Acquisition Systems
- High Speed Data Acquisition for PCs
- Digital Signal Processing

DESCRIPTION

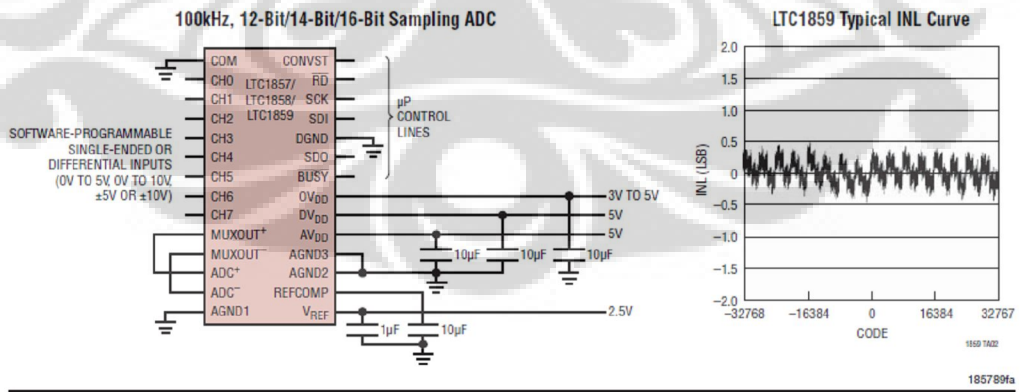
The LTC®1857/LTC1858/LTC1859 are 8-channel, low power, 12-/14-/16-bit, 100ksp/s, analog-to-digital converters (ADCs). These SoftSpan™ ADCs can be software-programmed for 0V to 5V, 0V to 10V, $\pm 5V$ or $\pm 10V$ input spans and operate from a single 5V supply. The 8-channel multiplexer can be programmed for single-ended inputs or pairs of differential inputs or combinations of both. In addition, all channels are fault protected to $\pm 25V$. A fault condition on any channel will not affect the conversion result of the selected channel.

An onboard high performance sample-and-hold and precision reference minimize external components. The low 40mW power dissipation is made even more attractive with two user selectable power shutdown modes. DC specifications include $\pm 3LSB$ INL for the LTC1859, $\pm 1.5LSB$ INL for the LTC1858 and $\pm 1LSB$ for the LTC1857.

The internal clock is trimmed for 5 μ s maximum conversion time and the sampling rate is guaranteed at 100ksp/s. A separate convert start input and data ready signal (BUSY) ease connections to FIFOs, DSPs and microprocessors.

LT, LTC and LTM are registered trademarks of Linear Technology Corporation. SoftSpan is a trademark of Linear Technology Corporation. All other trademarks are the property of their respective owners.

TYPICAL APPLICATION



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Note 1)

Supply Voltage ($OV_{DD} = DV_{DD} = AV_{DD} = V_{DD}$).....6V

Ground Voltage Difference

DGND, AGND1, AGND2, AGND3..... $\pm 0.3V$

Analog Input Voltage

ADC⁺, ADC⁻

(Note 3) (AGND1 - 0.3V) to ($AV_{DD} + 0.3V$)

CH0-CH7, COM $\pm 25V$

Digital Input Voltage (Note 4)..... (DGND - 0.3V) to 10V

Digital Output Voltage..(DGND - 0.3V) to ($DV_{DD} + 0.3V$)

Power Dissipation500mW

Operating Temperature Range

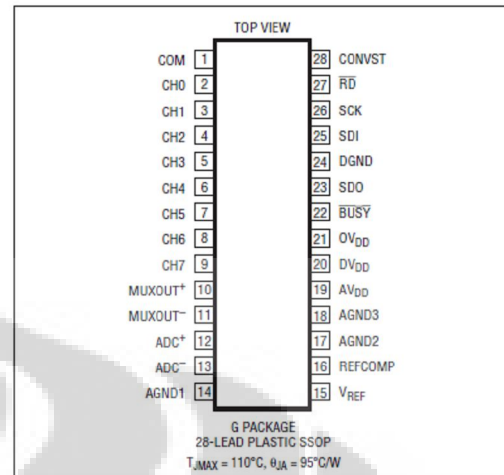
LTC1857C/LTC1858C/LTC1859C0°C to 70°C

LTC1857I/LTC1858I/LTC1859I.....-40°C to 85°C

Storage Temperature Range.....-65°C to 150°C

Lead Temperature (Soldering, 10 sec)300°C

PIN CONFIGURATION



APPLICATIONS INFORMATION

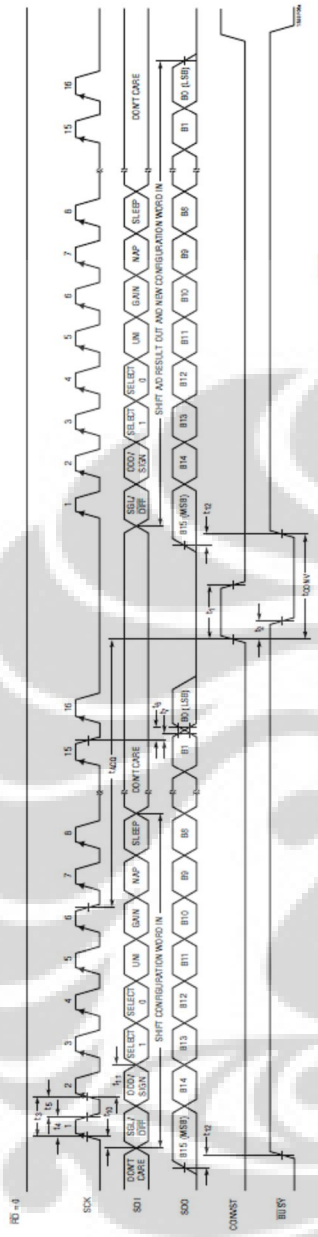


Figure 6a. Mode 1 for the LTC1859* . CONVST Starts a Conversion, Data Output is Always Enabled ($\overline{RD} = 0$)

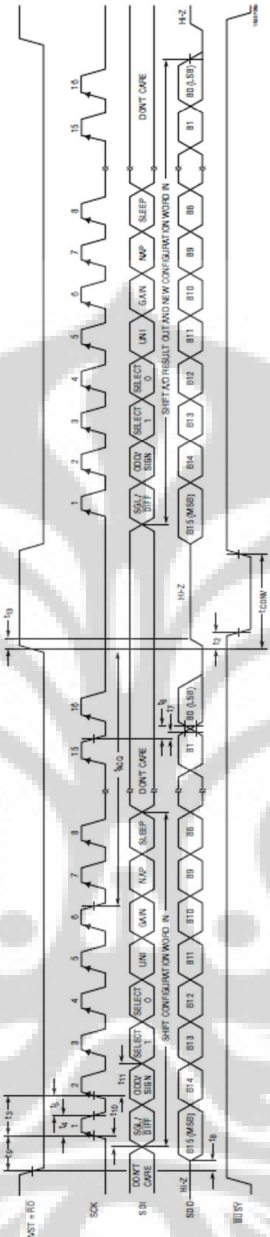


Figure 6b. Mode 2 for the LTC1859* . CONVST and \overline{RD} Tied Together, CONVST Starts a Conversion, Data is Read by \overline{RD}

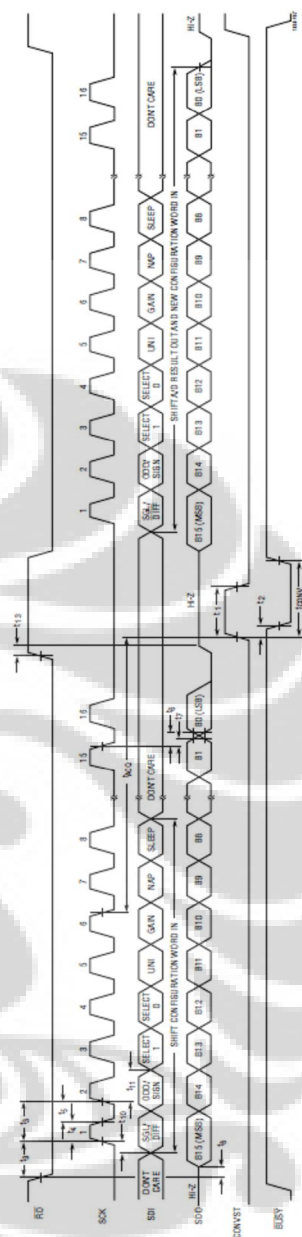


Figure 7. Operating Sequence for the LTC1859*

* For the 12-bit LTC1857 and 14-bit LTC1858, the last four and two bits of the SDO will output zeros respectively.



DS1307 64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

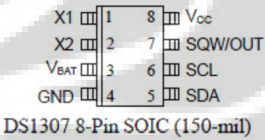
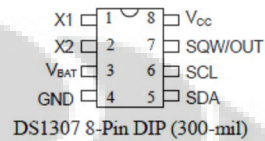
ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

V _{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
V _{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

SIGNAL DESCRIPTIONS

V_{CC}, GND – DC power is provided to the device on these pins. V_{CC} is the +5V input. When 5V is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a 3V battery is connected to the device and V_{CC} is below 1.25 x V_{BAT}, reads and writes are inhibited. However, the timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage. As V_{CC} falls below V_{BAT} the RAM and timekeeper are switched over to the external power supply (nominal 3.0V DC) at V_{BAT}.

V_{BAT} – Battery input for any standard 3V lithium cell or other energy source. Battery voltage must be held between 2.0V and 3.5V for proper operation. The nominal write protect trip point voltage at which access to the RTC and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A lithium battery with 48mAh or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at 25°C. UL recognized to ensure against reverse charging current when used in conjunction with a lithium battery.

See “Conditions of Acceptability” at <http://www.maxim-ic.com/TechSupport/QA/ntrl.htm>.

SCL (Serial Clock Input) – SCL is used to synchronize data movement on the serial interface.

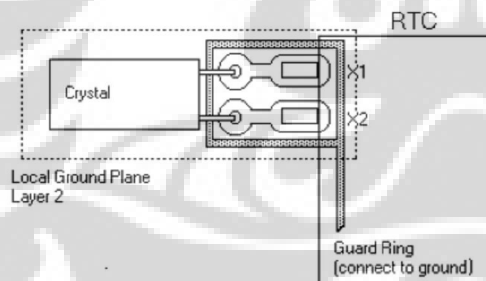
SDA (Serial Data Input/Output) – SDA is the input/output pin for the 2-wire serial interface. The SDA pin is open drain which requires an external pullup resistor.

SQW/OUT (Square Wave/Output Driver) – When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square wave frequencies (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). The SQW/OUT pin is open drain and requires an external pull-up resistor. SQW/OUT will operate with either V_{CC} or V_{BAT} applied.

X1, X2 – Connections for a standard 32.768kHz quartz crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (CL) of 12.5pF.

For more information on crystal selection and crystal layout considerations, please consult Application Note 58, “Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks.” The DS1307 can also be driven by an external 32.768kHz oscillator. In this configuration, the X1 pin is connected to the external oscillator signal and the X2 pin is floated.

RECOMMENDED LAYOUT FOR CRYSTAL



CLOCK ACCURACY

The accuracy of the clock is dependent upon the accuracy of the crystal and the accuracy of the match between the capacitive load of the oscillator circuit and the capacitive load for which the crystal was trimmed. Additional error will be added by crystal frequency drift caused by temperature shifts. External circuit noise coupled into the oscillator circuit may result in the clock running fast. See Application Note 58, "Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks" for detailed information.

Please review Application Note 95, "Interfacing the DS1307 with a 8051-Compatible Microcontroller" for additional information.

RTC AND RAM ADDRESS MAP

The address map for the RTC and RAM registers of the DS1307 is shown in Figure 2. The RTC registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multi-byte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

DS1307 ADDRESS MAP Figure 2

00H	SECONDS
	MINUTES
	HOURS
	DAY
	DATE
	MONTH
	YEAR
07H	CONTROL
08H	RAM
3FH	56 x 8

CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. The RTC registers are illustrated in Figure 3. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the BCD format. Bit 7 of register 0 is the clock halt (CH) bit. When this bit is set to a 1, the oscillator is disabled. When cleared to a 0, the oscillator is enabled.

Please note that the initial power-on state of all registers is not defined. Therefore, it is important to enable the oscillator (CH bit = 0) during initial configuration.

The DS1307 can be run in either 12-hour or 24-hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12- or 24-hour mode select bit. When high, the 12-hour mode is selected. In the 12-hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24-hour mode, bit 5 is the second 10 hour bit (20-23 hours).

On a 2-wire START, the current time is transferred to a second set of registers. The time information is read from these secondary registers, while the clock may continue to run. This eliminates the need to re-read the registers in case of an update of the main registers during a read.