



Sistem Pendeteksi Ketinggian Muatan Roket Berbasis Mikrokontroler

Supartono Soediatno, Dirgantara Rahadian, dan Gelar Kharisma Rhamdani

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Maranatha, Bandung

Jl. Suria Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia

supartonos@yahoo.com, dirgantara.rahadian@gmail.com,
gelar_kharisma@yahoo.com

Abstrak: Dibuat sebuah sistem pendeteksi ketinggian jarak jauh berbasis mikrokontroler. Piranti ini menggunakan dua buah sensor yang didesain untuk memperoleh data ketinggian pada roket uji muatan, yaitu Global positioning system (GPS) dan sensor tekanan. Selain dapat mendeteksi ketinggian, sistem ini juga dapat mengirimkan data ketinggian tersebut melalui radio frekuensi ke penerima yang ada di stasiun pemantau. Pada bagian penerima, data tersebut dapat ditampilkan pada PC melalui program Visual Basic 6.0 sehingga data yang diterima dapat dibaca dengan mudah. Setelah dilakukan pengujian pada sistem maka didapat kesalahan rata-rata pengukuran ketinggian pada GPS adalah 1,8m. Sedangkan kesalahan rata-rata pada sensor tekanan adalah 1,9m.

Kata kunci: Mikrokontroler, GPS, Sensor Tekanan, Ketinggian Muatan Roket

Abstract: A microcontroller detection system is designed to measure the altitudes of a modeled rocket payload. The system is equipped with two types of sensors, which are a Global Positioning System (GPS) and a Pressure Sensor. By using a radio frequency, the system is able to transmit altitude data from the model to the observer's station. The data is displayed on a PC through a Visual Basic 6.0 program, such that it can be easily analyzed. After doing a test on the system, it shows that the average error of measurement of GPS altitude is 1.8 m, while the average error on the pressure sensor is 1.9 m.

Keywords: Microcontroller, GPS, Pressure Sensor, Rocket Payload Altitude

I. PENDAHULUAN

Indonesia melalui LAPAN sudah meluncurkan Roket uji muatan yang terbilang besar. Roket ini diberi nama RX-420 dengan spesifikasi roket: diameter 420 mm, berat luncur 1000 kg, panjang roket 6200 mm, jenis propelan solid-komposit, waktu bakar 13 detik, waktu terbang 205 detik, maksimum kecepatan 4,5 mach, prediksi jangkau 101 km, prediksi ketinggian 53 km. Roket ini berhasil diluncurkan dengan sempurna, akan tetapi para peneliti tidak mudah menerima sinyal yang dipancarkan oleh muatan yang dipasangkan dalam roket tersebut. Dengan demikian jangkauan dari roket tersebut tidak mudah diketahui. Untuk mengatasi permasalahan

diatas, dibutuhkan alat yang dapat memberi data ketinggian benda bergerak jarak jauh, dan dapat diterima dengan baik di bumi.

II. TEORI PENUNJANG

II.1. *Pengertian Roket*^[1]

Roket merupakan wahana luar angkasa yang mendapatkan dorongan melalui reaksi roket terhadap bahan fluida dari keluaran mesin roket. Aksi dari keluaran dalam ruang bakar dan *nozle* pengembang, mampu membuat gas mengalir dengan kecepatan hipersonik sehingga menimbulkan dorongan reaktif yang besar. Kebanyakan roket saat ini adalah roket kimia. Mesin roket ini memerlukan bahan bakar padat atau cair. Reaksi kimia dimulai di ruang bakar, gas panas yang dihasilkan mengalir dengan tekanan tinggi keluar melalui saluran yang menuju ke arah belakang roket. Tekanan gas yang menyembur keluar inilah yang menghasilkan gaya dorong sehingga roket dapat bergerak maju atau ke atas.

II.2. *GPS (Global Positioning System)*^[2]

GPS adalah sistem navigasi yang berbasis satelit yang saling berhubungan yang berada di orbitnya. Untuk dapat mengetahui posisi seseorang maka diperlukan alat yang diberi nama GPS *reciever* yang berfungsi untuk menerima sinyal yang dikirim dari satelit GPS. Posisi di ubah menjadi titik yang dikenal dengan nama *Way-point* nantinya akan berupa titik-titik koordinat lintang dan bujur dari posisi seseorang atau suatu lokasi kemudian ditampilkan di layar pada peta elektronik.

Satelit-satelit ini mengorbit pada ketinggian sekitar 12.000 mil dari permukaan bumi. Posisi ini sangat ideal karena satelit dapat menjangkau area *coverage* yang lebih luas. Satelit-satelit ini akan selalu berada posisi yang bisa menjangkau semua area di atas permukaan bumi sehingga dapat meminimalkan terjadinya *blank spot*.

A. *Cara Kerja GPS*^[2]

Setiap daerah di atas permukaan bumi ini minimal terjangkau oleh 3-4 satelit. Setiap GPS terbaru bisa menerima sampai dengan 12 *channel* satelit sekaligus. Kondisi langit yang cerah dan bebas dari halangan membuat GPS dapat dengan mudah menangkap sinyal yang dikirimkan oleh satelit. Semakin banyak satelit yang diterima oleh GPS, maka akurasi yang diberikan juga akan semakin tinggi.

Cara kerja GPS secara logik ada 5 langkah:

1. Memakai perhitungan "*triangulation*" dari satelit.
2. Untuk perhitungan "*triangulation*", GPS mengukur jarak menggunakan *travel time* sinyal radio.
3. Untuk mengukur *travel time*, GPS memerlukan akurasi waktu yang tinggi.
4. Untuk perhitungan jarak, harus diketahui dengan pasti posisi satelit dan ketinggian pada orbitnya.
5. Terakhir harus mengoreksi *delay* sinyal waktu perjalanan di atmosfer sampai diterima *reciever*.

Satelit GPS berputar mengelilingi bumi selama 12 jam di dalam orbit yang akurat dan mengirimkan sinyal informasi ke bumi. GPS *reciever* mengambil informasi itu dan dengan

menggunakan perhitungan “*triangulation*” menghitung lokasi *user* dengan tepat. GPS *reciever* membandingkan waktu sinyal dikirim dengan waktu sinyal tersebut diterima. Dari informasi itu dapat diketahui berapa jarak satelit. Dengan perhitungan jarak, GPS *reciever* dapat melakukan perhitungan, menentukan posisi user dan menampilkan dalam peta elektronik.

Sebuah GPS *reciever* harus mengunci sinyal minimal tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (*latitude* dan *longitude*) dan *track* pergerakan. Jika GPS *receiver* dapat menerima empat atau lebih satelit, maka dapat menghitung posisi 3D (*latitude*, *longitude* dan *altitude*). Jika sudah dapat menentukan posisi *user*, selanjutnya GPS dapat menghitung informasi lain, seperti kecepatan, arah yang dituju, jalur, tujuan perjalanan, jarak tujuan, matahari terbit dan matahari terbenam dan masih banyak lagi.

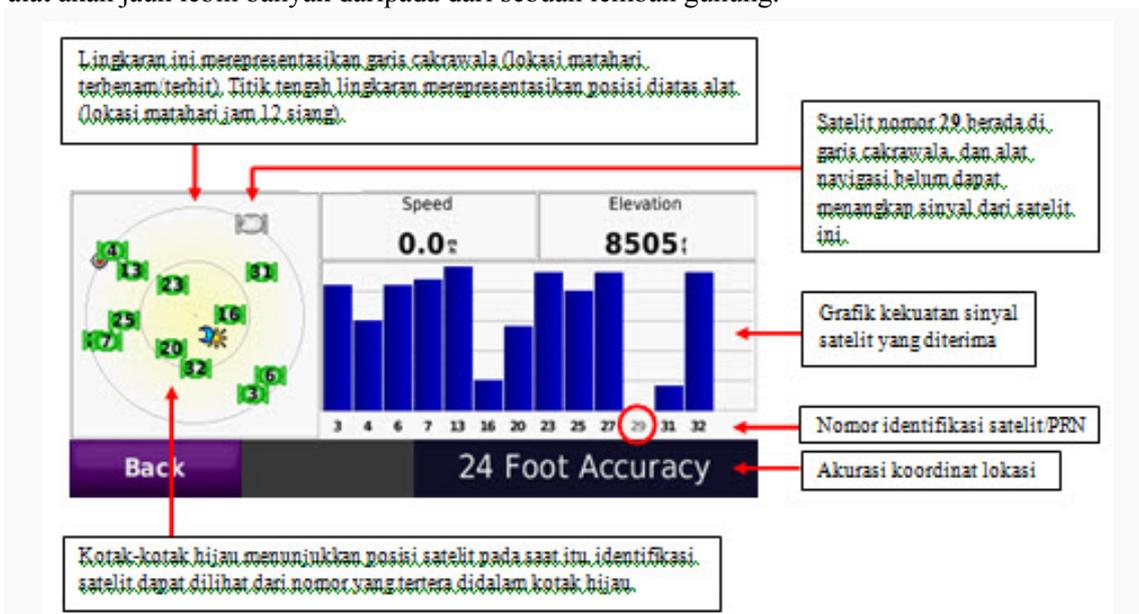
Perhitungan waktu yang akurat sangat menentukan akurasi perhitungan untuk menentukan informasi lokasi. Selain itu semakin banyak sinyal satelit yang dapat diterima maka akan semakin presisi data yang diterima karena ketiga satelit mengirim *pseudo-random code* dan waktu yang sama.

Ketinggian menimbulkan keuntungan dalam mendukung proses kerja GPS, karena semakin tinggi maka semakin bersih atmosfer, sehingga gangguan semakin sedikit. Satelit harus tetap pada posisi yang tepat sehingga stasiun di bumi harus terus memonitor setiap pergerakan satelit, dengan bantuan radar yang presisi selalu di cek tentang *altitude*, *posision* dan kecepatannya.

B. Akurasi Alat Navigasi GPS^[3]

Akurasi atau ketepatan perlu mendapat perhatian bagi penentuan koordinat sebuah titik/lokasi. Koordinat posisi ini akan selalu mempunyai “faktor kesalahan”, yang lebih dikenal dengan “tingkat akurasi”. Makin kecil angka akurasi, posisi alat akan menjadi semakin tepat. Harga alat juga akan meningkat seiring dengan kenaikan tingkat akurasi yang bisa dicapainya.

Ketika alat berada disebuah lembah yang dalam, maka tingkat akurasinya akan jauh lebih rendah. Di padang rumput atau puncak gunung yang jumlah satelit yang dapat dijangkau oleh alat akan jauh lebih banyak daripada dari sebuah lembah gunung.



Gambar 1. Penjelasan tampilan layar GPS tentang sinyal satelit ^[3]

Jumlah satelit beserta kekuatan sinyal yang dapat diakses oleh alat navigasi dapat dilihat pada layar alat tersebut. Hampir semua alat navigasi berbasis satelit dapat menampilkan data tentang satelit yang terhubung dengan alat, lokasi satelit, serta kekuatan sinyalnya.

C. Format Data GPS^[4]

NMEA (*National Marine Electronics Association*)-0183 adalah standard untuk alat kelautan yang mengirimkan informasi ke komputer maupun alat lainnya. Contoh peralatan yang mengeluarkan data NMEA adalah GPS. NMEA-0183 berisi informasi yang berhubungan dengan geografi seperti tentang waktu, *longitude*, *latitude*, ketinggian, kecepatan dan masih banyak lagi.

Standard NMEA-0183 menggunakan format ASCII sederhana, masing-masing kalimat mendefinisikan isi masing-masing tipe pesan yang dapat dipilah-pilah. Lima karakter pertama setelah tanda \$ disebut *field* alamat. Dua karakter pertama pada *address* disebut *Talker-ID*. Setelah *Talker-ID*, 3 karakter dibelakangnya menjelaskan tipe kalimat. Sedangkan tiap data dipisahkan dengan koma, jika ada *field* kosong maka tidak terisi apapun diantara dua koma dan diakhiri oleh *Carriage Return + Line Feed* (CR+LF).

NMEA-0183 memiliki bermacam-macam tipe kalimat, salah satunya adalah GGA (*GGA – Global Positioning System Fixed Data*). Contoh data NMEA tipe GGA adalah sebagai berikut:

```
$GPGGA,002153.000,3342.6618,N,11751.3858,W,1,10,1.2,27.0,M,-34.2,M,,0000*5E
```

TABEL 1. FORMAT DATA GPS DENGAN *HEADER* \$GPGGA

Nama	Data	Keterangan
<i>Message ID</i>	\$GPGGA	GGA Protocol Header
<i>UTC Time</i>	002153.000	hhmmss.sss
<i>Latitude</i>	3342.6618	ddmm.mmmm
<i>N/S Indicator</i>	N	N= <i>North</i> , S= <i>South</i>
<i>Longitude</i>	11751.3858	dddmm.mmmm
<i>E/W Indicator</i>	W	E= <i>East</i> , W= <i>West</i>
<i>Position Fix Indicator</i>	1	GPS SPS Mode, fix valid
<i>Satellites Used</i>	10	Range 0 to 12
<i>HDOP</i>	1.2	Horizontal Dilution of Precision
<i>MSL Altitude</i>	27.0	
<i>Units</i>	M	Meters
<i>Geoid separation</i>	-34.2	Geoid-to-ellipsoid separation.
<i>Units</i>	M	Meters
<i>Age of Diff. Corr</i>		Nul field when DGPS is not used
<i>Diff. Ref. Station ID</i>	000	
<i>Checksum</i>	*5E	
<CR> <LF>		End of message termination

II.3. Mikrokontroler AVR^[5]

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Computing*), pengontrol mikro MCS51 membutuhkan 12 siklus *clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi. Selain itu pengontrol mikro AVR memiliki fitur yang lengkap (*ADC Internal*, *EEPROM Internal*, *Timer/Counter*, *Watchdog Timer*, *PWM*, *Port I/O*, komunikasi serial, komparator, *I2C*, dll.), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, *programmer* dan *desainer* dapat menggunakannya

untuk berbagai aplikasi sistem elektronika.

II.4. Sensor Tekanan^[6]

DT-SENSE *Barometric Pressure* merupakan sebuah modul sensor cerdas berbasis sensor HP03 yang dapat digunakan untuk mendeteksi besarnya tekanan udara di sekitar sensor.

Keluaran DT-SENSE *Barometric Pressure* berupa data digital yang sudah terkalibrasi penuh sehingga dapat dipakai langsung tanpa terlalu banyak perhitungan tambahan. Modul sensor ini dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.

A. Konektor dan Pengaturan Jumper^[6]

Konektor *interface* (J1) berfungsi sebagai konektor untuk catu daya modul, antarmuka UART TTL, dan antarmuka I2C. Berikut merupakan tabel konektor *interface*.

TABEL 2. KONEKTOR *INTERFACE*^[6]

Pin	Nama	Fungsi
1	Ground	Titik referensi untuk catu daya input
2	Vcc	Terhubung ke catu daya (4,8–5,4 Volt)
3	Rx TTL	Input serial level TTL ke modul
4	Tx TTL	Output serial level TTL dari modul
5	SDA	I2C-bus data input/output
6	SCL	I2C-bus data input

Jumper PULL-UP (J2) berfungsi untuk mengaktifkan resistor *pull-up* untuk pin SDA dan SCL pada antarmuka I2C.

Jumper PULL-UP SDA SCL J4	Fungsi
	<i>Pull-up</i> tidak aktif (<i>jumper</i> terlepas)
	<i>Pull-up</i> aktif (<i>jumper</i> terpasang)

Gambar 2. *Jumper* PULL-UP J2^[6]

Jumper (J3) berfungsi untuk mengatur alamat I2C dari modul DT-Sense *Barometric Pressure*. Berikut merupakan tabel alamat untuk berbagai kombinasi *jumper*:

TABEL 3. ALAMAT I2C UNTUK KOMBINASI *JUMPER*^[6]

J3			Alamat I2C	
(A2) Pin 5-6	(A1) Pin 3-4	(A0) Pin 1-2	Alamat Tulis I2C	Alamat Baca I2C
■	■	■	E0H	E1H
■	■		E2H	E3H
■		■	E4H	E5H
■			E6H	E7H
	■	■	E8H	E9H
	■		EAH	EBH
		■	ECH	EDH
			EEH	EFH

III. PERANCANGAN DAN REALISASI

III.1. Deskripsi Kerja Sistem

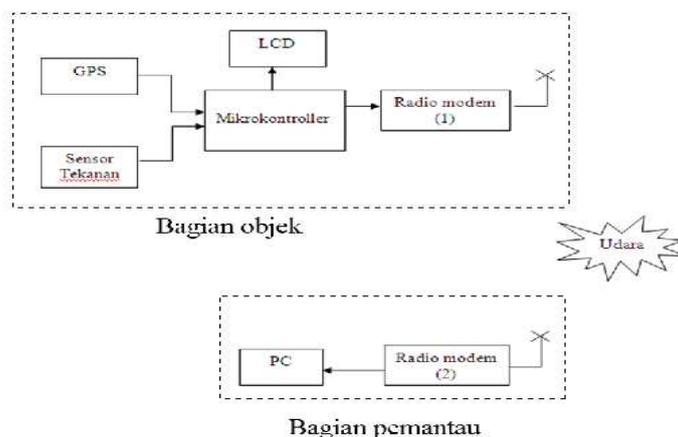
Pada sistem perancangan ini dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian objek dan bagian pemantau. Bagian objek yang merupakan bagian yang ditumpangkan pada roket, terdiri dari GPS *receiver*, Sensor tekanan, mikrokontroler ATmega 128 dan radio modem. Sedangkan pada bagian pemantau terdiri dari radio modem dan laptop.

Cara kerja secara keseluruhan sistem ini adalah sebagai berikut (gambar 3):

- Data berupa ketinggian diterima GPS *receiver* dari satelit GPS.
- Sensor tekanan memberikan data berupa tekanan yang diproses oleh mikrokontroler sehingga menghasilkan keluaran berupa data ketinggian.
- Kemudian data-data tersebut ditampilkan pada LCD.
- Data yang telah diproses oleh mikrokontroler dikirimkan melalui radio modem yang ada pada bagian objek ke radio modem yang ada pada bagian pemantau.
- Setelah diterima oleh radio modem pemantau, data dikirimkan secara serial ke laptop dan langsung di tampilkan menggunakan program Visual Basic 6.0.

Pada sistem bagian objek, masing-masing perangkat terintegrasi menjadi satu unit. Masing-masing perangkat mendapatkan *supply* tegangan sebesar 5 volt.

Kerja sistem dimulai dari bagian objek, yaitu ketika tombol *switch* pada bagian objek di tekan, sistem bagian objek mulai mengirmkan data ke sistem pemantau.



Gambar 3 Diagram Blok Sistem

Akan tetapi untuk dapat menerima data yang dikirimkan, sistem pemantau harus diaktifkan terlebih dahulu dengan cara meng-klik tombol “*connect*” pada program *Visual Basic*. Setelah itu, data yang dikirimkan sistem objek akan terlihat pada layar monitor. Pada bagian pemantau ini akan menampilkan data berupa ketinggian yang diperoleh dari GPS *receiver* dan sensor tekanan.

III.2. Perancangan Sistem Bagian Objek

Sistem bagian objek terdiri dari *GPS Argent Data*, sensor tekanan, sistem mikrokontroler AVR ATmega128, dan Radio modem. Antena pada GPS *Receiver* dan radio modem telah terintegrasi pada alat tersebut, sehingga tidak memerlukan antena eksternal. Komunikasi antara GPS dan mikrokontroler ATmega128 menggunakan komunikasi serial dengan *baudrate*

4800bps. Sedangkan komunikasi antara sensor tekanan dengan mikrokontroler ATmega128 menggunakan komunikasi I2C. Komunikasi dari mikrokontroler ATmega128 dengan radio modem menggunakan komunikasi serial dengan *baudrate* 9600bps.

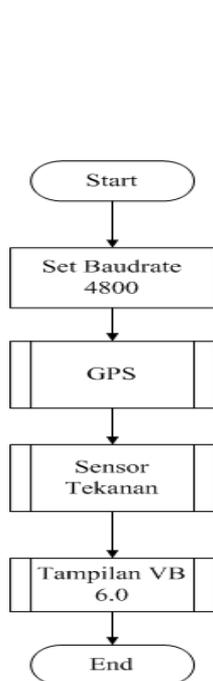
A. GPS Receiver Argent Data System (AGS-GM1)

GPS receiver yang digunakan pada sistem adalah *GPS Argent Data System (AGS-GM1)*. GPS receiver ini sudah dilengkapi oleh antena internal, sehingga tidak diperlukan antena eksternal untuk menguatkan penerimaan sinyal GPS receiver. GPS ini juga memiliki *clock internal* dan sensitivitas yang tinggi serta memiliki kabel serial DB9 yang memungkinkan koneksi langsung ke perangkat dengan 5 volt power pada pin 4. Namun pada perancangan ini tidak digunakan port DB9, kabel dari GPS receiver langsung dihubungkan ke port mikrokontroler nya.

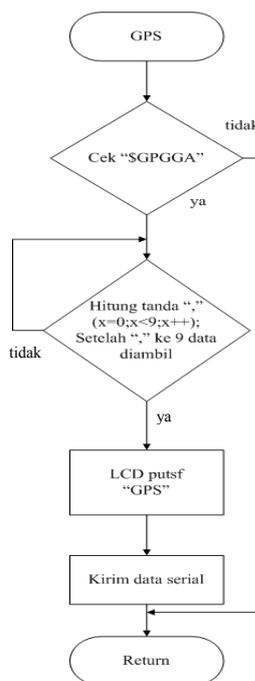
- Sensitivity : -159 dBm typical
- Accuracy : <10 meters 2D RMS, <7 meters WAAS corrected, time to 1 microsecond
- Datum : WGS84
- Acquisition Rate : 1 sec hot start, 42 sec cold start
- Dynamic Limits : <18.000 meters, <1000 knots, <4G acceleration
- Power Supply : 5 VDC +/- 5%, 80 mA max, 55 mA typical
- Interface : NMEA-0183 at 4800 baud, optional SiRF binary
- NMEA Messages : GGA, GSA, GSV, RMC, and optionally VTG, GLL, and ZDA
- Weight : 85 grams

B. Cara Kerja Mikrokontrol AVR ATmega128

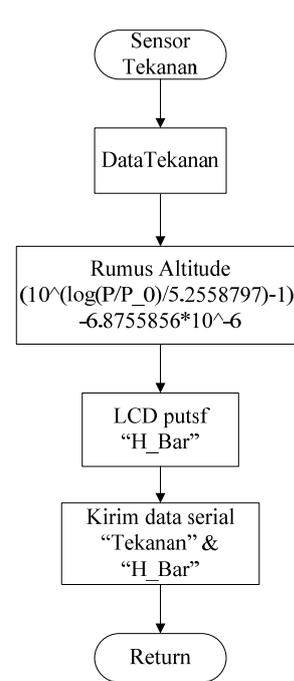
Cara kerja sistem mikrokontrol AVR ATmega128 yang digunakan pada sistem di tampilkan pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 4. Diagram alir sistem



Gambar 5. Diagram alir GPS



Gambar 6. Diagram alir Sensor

C. DT-SENSE Barometric Pressure Sensor

Sensor yang digunakan pada perancangan ini adalah modul DT-SENSE Barometric Pressure Sensor. Modul ini mempunyai dua fungsi sebagai sensor tekanan dan sensor suhu. Data berupa tekanan nantinya akan dikonversi menjadi data ketinggian.

C.1. Spesifikasi DT-SENSE Barometric Pressure Sensor

Spesifikasi DT-SENSE Barometric Pressure Sensor sebagai berikut:

Sumber catu daya menggunakan tegangan 4,5 - 5,5 Volt.

Range sensor tekanan udara 300 - 1100 hpa (*hectopascal*).

Akurasi sensor tekanan udara $\pm 1,5$ hpa.

Resolusi sensor tekanan udara 0,1 hpa.

Range sensor temperatur -20 - 60 °C.

Akurasi sensor temperatur $\pm 0,8$ °C.

Resolusi sensor temperatur 0,1 °C.

Pin Input/Output kompatibel dengan level tegangan TTL dan CMOS.

Dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.

Dilengkapi dengan *jumper* untuk pengaturan alamat, sehingga bisa di *cascade* sampai 8 modul tanpa perangkat keras tambahan (untuk satu *master* menggunakan antarmuka I2C).

Fungsi	Untuk membaca data tekanan udara
Command	00H
Parameter	-
Respon	<P16bit> 3000 - 11000 □ data tekanan dalam satuan 0,1 hpa. Range data tekanan untuk perintah ini adalah 300,0 - 1100,0 hpa.
Delay antara Command dan Respon	15 ms
Keterangan	Setelah <i>power-up</i> , tunggu 250 ms sebelum mengirimkan perintah ini (agar data sensor stabil).

Contoh dengan antarmuka UART:

User : 00H

DT-SENSE : <P16bit MSB> <P16bit LSB>

Tekanan = (P16bitMSB \times 256 + P16bitLSB) / 10 (dalam satuan hpa) (1)

Berikut ini contoh *pseudo code* C untuk menggunakan perintah ini dengan antarmuka I2C (misalkan alamat I2C = E0H):

```
i2c_start(); // Start Condition
i2c_write(0xE0); // Tulis ke modul BAROMETRIC PRESSURE
i2c_write(0x00); // Perintah "Get Pressure Data"
i2c_stop(); // Stop Condition
delay_ms(15); // delay 15 ms
i2c_start(); // Start Condition
i2c_write(0xE1); // Baca ke modul BAROMETRIC PRESSURE
temp1 = i2c_read(1); // tekanan MSB
temp2 = i2c_read(0); // tekanan LSB
i2c_stop(); // Stop Condition
```

$$\text{Tekanan} = (\text{temp1} \times 256 + \text{temp2}) / 10 \text{ (dalam satuan hpa).} \quad (2)$$

C.2. Rumus Tekanan Terhadap Ketinggian^[7]

$$H_{\text{altitude}} = (10^{(\log(P/P_0)/5.2558797)-1}) / -6.8755856 \cdot 10^{-6} \text{ (Feet)} \quad (3)$$

$$H_{\text{m}} = 0.3048 \times H_{\text{altitude}}. \quad (4)$$

Dari rumus ketinggian tersebut maka data tekanan dapat di konversi menjadi data ketinggian.

TABEL 4. KONVERSI TEKANAN UDARA TERHADAP KETINGGIAN^[8]

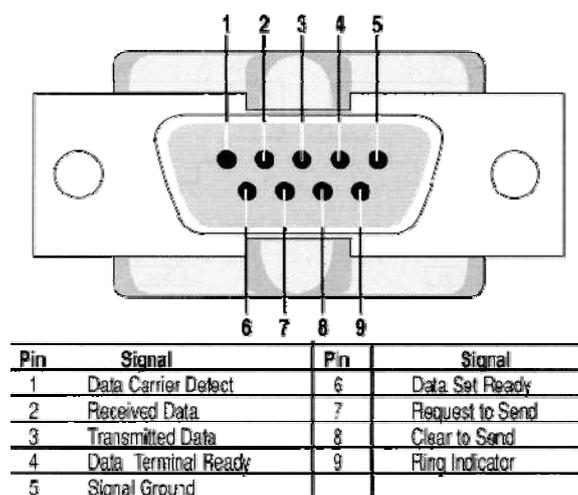
Ketinggian (ft)	Ketinggian (m)	Tekanan (mb/hPa)	Tekanan (psi)	Tekanan (mmHg)	Tekanan (inHg)
-5000	-1524	1210.23	17.553	907.75	35.738
-4000	-1219.2	1168.55	16.948	876.48	34.507
-3000	-914.4	1128.03	16.361	846.09	33.311
-2000	-609.6	1088.66	15.79	816.56	32.148
-1000	-304.8	1050.41	15.235	787.87	31.018
-900	-274.32	1046.64	15.18	785.05	30.907
-800	-243.84	1042.89	15.126	782.23	30.796
-700	-213.36	1039.15	15.072	779.42	30.686
-600	-182.88	1035.41	15.017	776.62	30.576
-500	-152.4	1031.69	14.963	773.83	30.466
-400	-121.92	1027.98	14.91	771.05	30.356
-300	-91.44	1024.28	14.856	768.28	30.247
-200	-60.96	1020.59	14.802	765.51	30.138
-100	-30.48	1016.92	14.749	762.75	30.03
-50	-15.24	1015.08	14.723	761.37	29.975
0	0	1013.25	14.696	760	29.921
50	15.24	1011.42	14.669	758.63	29.867
100	30.48	1009.59	14.643	757.26	29.813
200	60.96	1005.95	14.59	754.52	29.706
300	91.44	1002.31	14.537	751.8	29.598
400	121.92	998.689	14.485	749.08	29.491
500	152.4	995.075	14.432	746.37	29.385
600	182.88	991.472	14.38	743.67	29.278
700	213.36	987.88	14.328	740.97	29.172
800	243.84	984.298	14.276	738.28	29.066
900	274.32	980.727	14.224	735.61	28.961
1000	304.8	977.166	14.173	732.93	28.856
2000	609.6	942.129	13.664	706.65	27.821
3000	914.4	908.117	13.171	681.14	26.817
4000	1219.2	875.105	12.692	656.38	25.842
5000	1524	843.073	12.228	632.36	24.896
6000	1828.8	811.996	11.777	609.05	23.978
7000	2133.6	781.854	11.34	586.44	23.088
8000	2438.4	752.624	10.916	564.51	22.225
9000	2743.2	724.285	10.505	543.26	21.388
10000	3048	696.817	10.106	522.66	20.577
15000	4572	571.82	8.2935	428.9	16.886
20000	6096	465.633	6.7534	349.25	13.75
25000	7620	376.009	5.4536	282.03	11.104
30000	9144	300.896	4.3641	225.69	8.8855
35000	10668	238.423	3.458	178.83	7.0406

D. Rangkaian Komunikasi Serial (RS-232)

Pada sistem, terdapat dua buah rangkaian komunikasi serial, yaitu sebagai antarmuka antara GPS *receiver* dengan mikrokontroler dan mikrokontroler dengan Radio modem.

Voltage Level Converter merupakan sistem yang berfungsi mengubah level antara dua sistem atau lebih sehingga kedua sistem dapat saling berkomunikasi. Sistem ini sangat vital sebab bila level tegangan yang digunakan tidak sesuai, maka sistem tidak akan merespon atau mungkin lainnya sistem akan rusak karena kelebihan tegangan. Untuk mengubah level tegangan diperlukan rangkain max 232.

Pada rangkaian serial terdapat IC MAX232 yang berfungsi untuk mengubah level tegangan TLL (*Transistor-Transistor Logic*) ke RS-232 atau sebaliknya. Komunikasi serial RS-232 bekerja dengan tegangan -15V sampai dengan 3V untuk *high* dan +3V sampai dengan +15V untuk *low*. Sedangkan mikrokontroler menggunakan level tegangan TLL yang bekerja dengan tegangan +2V sampai dengan +5V untuk *logic high* dan 0V sampai dengan +0.8V untuk *logic low*. Format yang dikeluarkan dari GPS *receiver* menggunakan komunikasi serial RS-232 yang mempunyai tegangan *high* sebesar 12 volt dan tegangan *low* sebesar 0 volt.



Gambar 7 Bentuk dan Penjelasan Serial Port

Agar dapat diolah oleh mikrokontroler, level tegangan RS-232 tersebut diubah ke level tegangan TLL oleh IC MAX 232 dengan tegangan *high* sebesar +5 volt dan tegangan *low* sebesar 0 volt. Keluaran mikrokontroler diubah kembali menjadi level tegangan RS-232 agar dapat dikoneksikan dengan port serial Radio modem.

E. Radio Modem

Radio modem yang digunakan pada perancangan ini adalah YS-1020U, yang merupakan modul RF daya kecil dirancang untuk sistem transmisi data profesional UART dengan jangkauan pendek. YS-1020U mengadopsi IC RF CC1020 *Texas Instrument*, bekerja pada band frekuensi ISM, pengirim dan penerimanya *half duplex*. Modul dapat langsung dihubungkan PC, RS-485, dan komponen UART lainnya yang dilengkapi RS-232, RS-485, dan antarmuka UART/TTL.

E.1. Spesifikasi

- RF power: $\leq 50\text{mW}/17\text{dBm}$
- Receiving current: $<25\text{mA}$
- Transmitting current: $<55\text{mA}$

- *Sleep current*: < 20 uA
- *Power supply*: DC 5V atau 3,3 V
- *Receiving sensitivity*: -115dBm (@9600bps), -120dBm (@1200bps)
- *Size*: 47mm x 26mm x 10mm (tanpa antena)
- *Range*: $\leq 0,8\text{Km}$ (BER= 10^{-3} @9600 bps, bila antena 2m diatas tanah pada daerah open area)
- $\leq 1\text{Km}$ (BER= 10^{-3} @1200 bps, bila antena 2m diatas tanah pada daerah open area)

III.3. Perancangan Sistem Pemantau

Sistem bagian pemantau terdiri dari radio modem dan PC yang didalamnya sudah terdapat *software* Visual Basic. Koneksi antara radio modem dengan PC menggunakan serial *port*. Akan tetapi pada radio modem tidak tersedia port DB9 seperti halnya yang dimiliki PC, maka dibutuhkan konverter untuk koneksi radio modem dengan PC. Program Visual Basic berfungsi untuk menampilkan data serial yang diterima oleh radio modem sehingga memudahkan pemantau mengetahui ketinggian dari sistem objek.

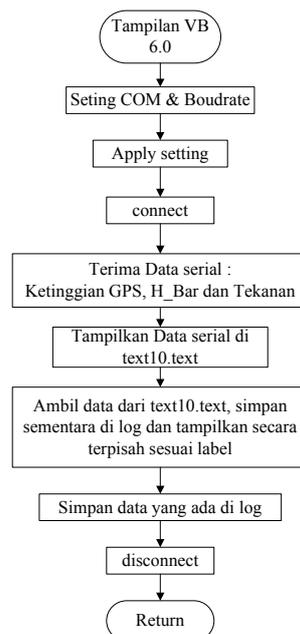
Komponen unit pelacak:

1. PC sebagai media untuk menampilkan data.
2. Radio modem untuk menerima data ketinggian roket.

A. Spesifikasi Komputer/laptop

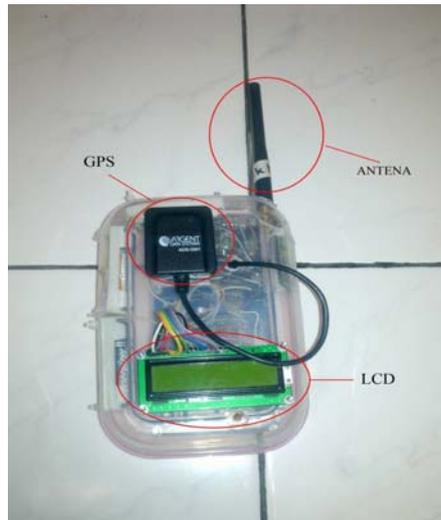
- *Prosesor* : Intel Core2 Duo Processor T5500
- *RAM* : 3 GB
- *Harddisk* : 120 GB
- Memiliki port USB
- *Sistem Operasi* : Microsoft Windows XP Home/ Profesional Edition SP 2.

B. Diagram Alir Program Visual Basic



Gambar 8 Diagram alir program visual basic pada bagian monitoring

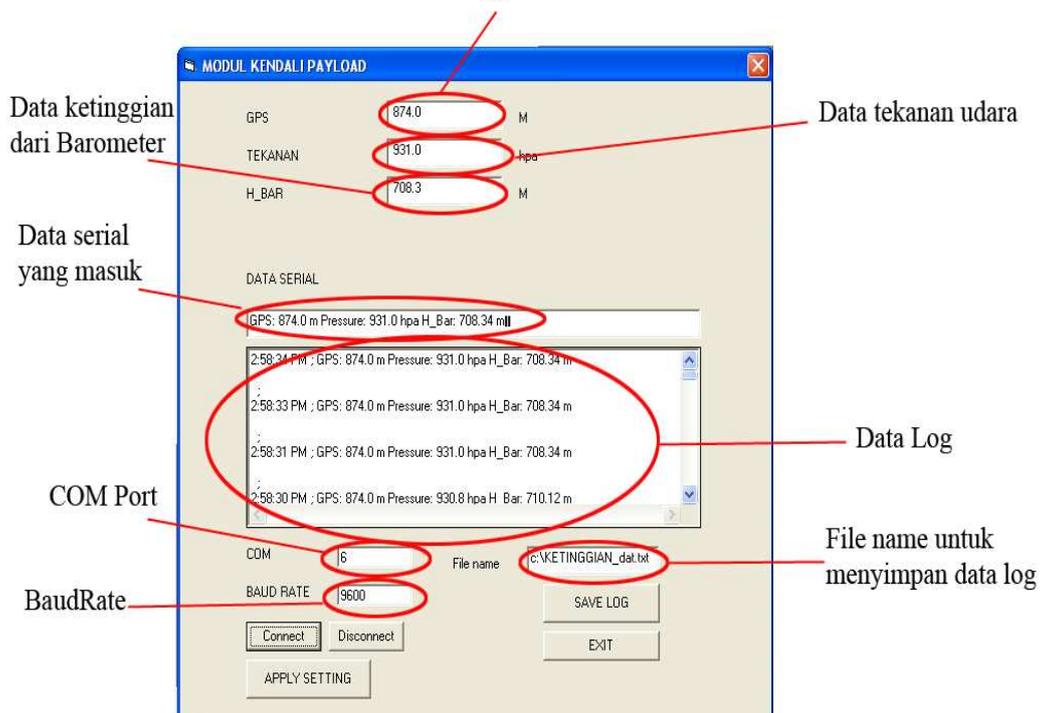
C. Realisasi Sistem Pendeteksi Ketinggian Muatan Roket Berbasis Mikrokontroler



Gambar 9 Konstruksi Akhir Perancangan *Hardware* Tampak Luar

Adapun realisasi perancangan *software* Sistem Pendeteksi Ketinggian Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler Pada Roket Uji Muatan adalah sebagai berikut:

Data ketinggian dari GPS



Gambar 10 Realisasi *software*

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

IV.1. Pengujian Sensor Tekanan

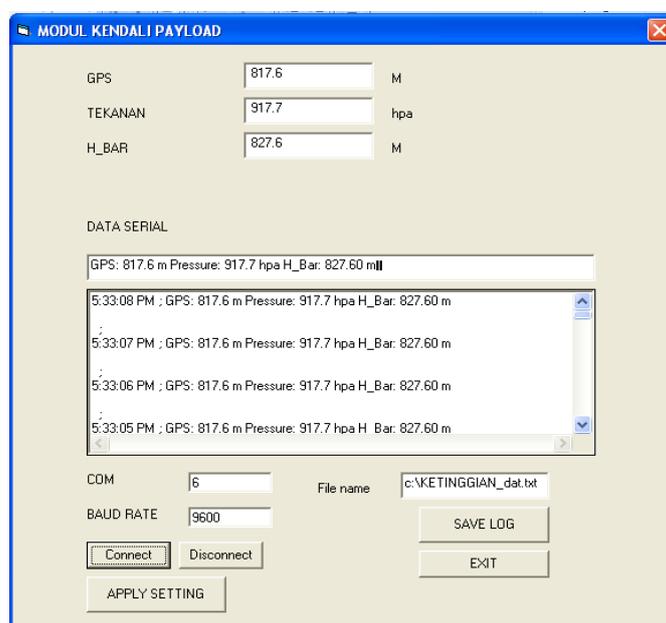
Pengujian untuk sensor tekanan dilakukan dengan cara menghubungkan sensor tersebut

GPS *argent data* diletakkan di tempat terbuka agar mendapatkan sinyal dari satelit GPS. Untuk dapat mengetahui keluaran dari GPS Argent Data, digunakan program *HyperTerminal* pada PC atau laptop. Namun, program *HyperTerminal* harus di set terlebih dahulu *port com* dan *baudrate*-nya. *Port com* diset pada *com 6* dan *baudrate* diset pada 4800bps.

Jika dilihat dari hasil pengujian GPS Argent Data dapat dipastikan GPS tersebut berfungsi dengan baik. Terlihat data keluaran yang digunakan adalah protokol NMEA 0183. (Gambar 12)

IV.3. Pengujian Perangkat Lunak Visual Basic

Pengujian sistem bagian pemantau dilakukan dengan menekan tombol “*Apply Setting*”, yang sebelumnya dilakukan seting untuk *com port* dan *baudrate*-nya. Setelah penyetingan dilakukan, lalu tekan tombol “*connect*” untuk menerima data serial yang masuk.



Gambar 13. Tampilan bagian navigasi

Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian bagian navigasi :

1. Seting *com port* dan *baudrate*-nya
2. Tekan tombol “*APPLY SETTING*” untuk mengaktifkan *com port* dan *baudrate* yang telah diseting.
3. Tekan tombol “*Connect*” untuk menerima data serial yang masuk.
4. Tekan tombol “*SAVE LOG*” untuk menyimpan data yang masuk.
5. Tekan tombol “*Disconnect*” untuk menghentikan data serial yang masuk.
6. Tekan tombol “*EXIT*” untuk mengakhiri program tampilan.

IV.4. Pengujian Sistem

Pengujian pada sistem dilakukan setelah melakukan pengujian pada GPS, sensor tekanan dan perangkat lunak Visual Basic. Proses pengujian dilakukan di tiga tempat yang berbeda. Pengujian yang pertama dilakukan di BMKG Stasiun Geofisika Klas 1 Bandung yang beralamat di jalan Cemara no. 66.

Berdasarkan data yang diperoleh dari petugas atau karyawan BMKG Bandung, bahwa ketinggian di Stasiun Geofisika Klas 1 Bandung adalah 791 m diatas permukaan laut. Jika dibandingkan dengan data yang diperoleh dari hasil pengujian sistem adalah seperti pada tabel 5.

TABEL 5. HASIL PENGUJIAN SISTEM DI STASIUN GEOFISIKA KLAS 1 BANDUNG

Stasiun Geofisika Bandung	GPS	H_Bar
791 m	798.0 m	851.98 m

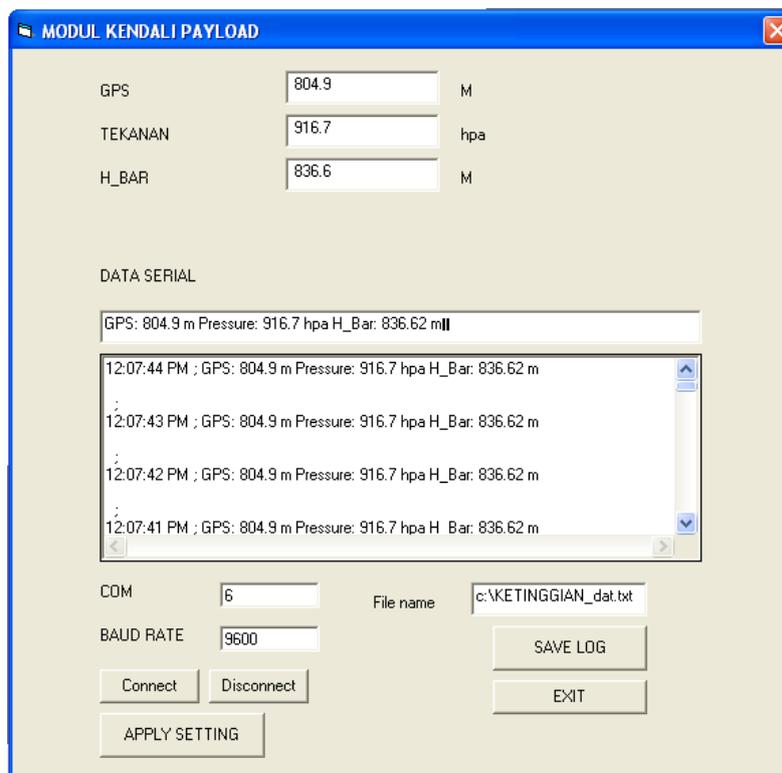
Pengujian yang kedua dilakukan di BMKG POS Observasi Geofisika Lembang yang beralamat di Jalan teropong bintang Pecut Lembang.

Berdasarkan data yang diperoleh dari petugas atau karyawan BMKG Bandung, bahwa ketinggian di POS Observasi Geofisika Lembang adalah 1250 m diatas permukaan laut.

TABEL 6. HASIL PENGUJIAN SISTEM DI POS OBSERVASI GEOFISIKA LEMBANG

POS Observasi Lembang	GPS	H_Bar
1250 m	1257.1 m	1294.52m

Pengujian yang ketiga dilakukan di gedung GWM Universitas Kristen Maranatha Bandung yang beralamat di Jln. Prof. Drg. Surya Sumantri no 65 Bandung. Pengujian ini dilakukan dari lantai 1-12 gedung GWM.



Gambar 14 Hasil Pengujian sistem di Lantai 1 gedung GWM

TABEL 7 HASIL PENGUKURAN GEDUNG GWM

Lantai	GPS (m)	H_Bar (m)	Tekanan (hpa)	Transmisi
1	804.9	836.6	916.7	Diterima
2	811	845.6	915.7	Diterima
3	818.9	847.4	915.5	Diterima
4	824.1	851	915.1	Diterima
5	826.3	852.8	914.9	Diterima
6	829.3	856.5	914.5	Diterima
7	834.6	860.1	914.1	Diterima
8	839.3	862.8	913.8	Diterima
9	845.4	867.3	913.3	Diterima
10	851.2	869.1	913.1	Diterima
11	854.2	876.4	912.3	Diterima
12	860.5	878.2	912.1	Diterima

TABEL 8 SELISIH PENGUKURAN TIAP LANTAI GEDUNG GWM DENGAN GPS

Lantai	selisih GPS(m)	selisih data GWM (m)
(1-2)	6.1	6.29
(2-3)	7.9	4.08
(3-4)	5.2	4.08
(4-5)	2.2	4.08
(5-6)	3.0	4.08
(6-7)	5.3	4.08
(7-8)	4.7	4.08
(8-9)	6.1	4.08
(9-10)	5.8	4.08
(10-11)	3.0	4.08
(11-12)	6.3	4.08

TABEL 9. SELISIH PENGUKURAN TIAP LANTAI GEDUNG GWM DENGAN SENSOR TEKANAN

Lantai	Selisih H_Bar(m)	Selisih data GWM (m)
(1-2)	9.0	6.29
(2-3)	1.8	4.08
(3-4)	3.6	4.08
(4-5)	1.8	4.08
(5-6)	3.7	4.08
(6-7)	3.6	4.08
(7-8)	2.7	4.08
(8-9)	4.5	4.08
(9-10)	1.8	4.08
(10-11)	7.3	4.08
(11-12)	1.8	4.08

IV.5. Analisis Hasil Pengujian Sistem

Dari hasil pengujian sistem, dapat dianalisa tingkat kesalahannya dengan menggunakan rumus RMSE (*Root Mean squared Error*)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^N (x_i - y_i)^2}{N}} \quad (5)$$

dengan

RMSE = Nilai rata-rata kuadrat *error*

y_i = Data parameter yang ke- i

x_i = Data pengamatan yang ke- i

N = Banyak data

RMSE data ketinggian pada GPS :

$$RMSE_{GPS} = \sqrt{\frac{35.5901}{11}}$$

$$RMSE_{GPS} = 1,8 \text{ m}$$

RMSE data ketinggian pada sensor tekanan :

$$RMSE_{H_Bar} = \sqrt{\frac{41.192}{11}}$$

$$RMSE_{H_Bar} = 1,9 \text{ m}$$

V. PENUTUP

V.1. Kesimpulan

1. Sistem pendeteksi ketinggian dapat beroperasi dengan tingkat kesalahan rata-rata 1,8 m pada GPS dan 1,9 m pada sensor tekanan.
2. Data ketinggian berhasil dikirimkan ke stasiun pemantau melalui RF dan ditampilkan menggunakan program Visual Basic 6.0

V.2. Saran

Agar data ketinggian dari GPS lebih akurat, sebaiknya digunakan GPS untuk High Altitude seperti Garmin GPS 18xLVC

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://id.wikipedia.org/wiki/Roket>
- [2] http://p3m.amikom.ac.id/p3m/dasi/sept05/02%20%20STMIK%20AMIKOM%20Yogyakarta%20Makalah%20ANDI%20_global%20positioning_.pdf
- [3] http://id.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [4] <http://www.andisun.com/artikel/national-marine-electronics-association-nmea-0183-tipe-rmc>
- [5] I. Pratama, "Sistem Pelacakan Keberadaan Lokasi Kendaraan Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 Melalui Layanan SMS", Tugas Akhir, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 2010
- [6] http://www.innovativeelectronics.com/index_indo.php
- [7] <http://www.wrh.noaa.gov/slc/projects/wxcalc/formulas/pressureAltitude.pdf>