



Prototip *Payload* Untuk Roket Uji Muatan

Supartono Soediatno, Dirgantara Rahadian, dan Jalimin

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Maranatha, Bandung

Jl. Suria Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia

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

Abstrak: Payload merupakan sebuah piranti berbasis mikrokontroler ATmega128 menggunakan GPS (*Global Positioning System*) dan empat buah sensor yaitu sensor ADXL330, sensor CMPS03, DT-Sense Humidity sensor, DT-Sense Barometric pressure and Temperature sensor. Dibuah sebuah prototip payload untuk roket uji muatan. Selain memperoleh data, sistem ini juga dapat mengirimkan data melalui modul RF ke penerima yang ada di stasiun pemantau dan data tersebut ditampilkan dengan menggunakan program Visual Basic 6.0. Hasil pengujian memperlihatkan sensor akselerometer dan kompas bekerja dengan baik, GPS memiliki selisih lintang sekitar 7m dan bujur sekitar 4m terhadap Google maps. Jika dibandingkan dengan data dari BMKG terdapat selisih untuk kelembaban 17%RH, tekanan 4Hpa, dan suhu 1°C

Kata kunci: Mikrokontroler ATmega128, GPS, ADXL330, CMPS03.

Abstract: The rocket payload is an ATmega128 microcontroller based device with a GPS (*Global Positioning System*) and four sensors, which consist of ADXL330, CMPS03 sensor, DT-Sense Humidity sensor, DT-Sense Barometric pressure and Temperature sensor. A prototype model has been developed for a rocket payload. Apart from gathering data, the system also transmits the data through an RF module to the observing station and the data are displayed using application program that created in Visual Basic 6.0. The result of the experiment shows that the accelerometer sensor and compass are running properly. The GPS has a latitude variance of approximately 7m and longitude variance of approximately 4m to Google maps. Compared to BMKG data, there is a variance in humidity by 17%RH, in pressure by 4Hpa and in temperature by 1°C.

Keywords: ATmega128 microcontroller, GPS, ADXL330, CMPS03

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi roket sebagai wahana luar angkasa, peluru kendali, dan lainnya sudah semakin berkembang. Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang mengembangkan teknologi roket ini. Salah satu hal yang menjadi perhatian peneliti adalah bagaimana menumpangkan sebuah satelit pada roket. Sebelum menumpangkan satelit, para peneliti menguji roket dengan menumpangkan sebuah piranti berisi sensor-sensor sehingga

dapat mengirimkan data telemetri. Piranti tersebut disebut payload.

Payload berupa tabung silinder berisi rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai perangkat telemetri dengan menggunakan beberapa sensor, pemroses dan pengirim data. Untuk mengembangkan dan meneliti kembali payload yang telah diterbangkan merupakan hal yang sulit karena kemungkinan besar tidak akan kembali lagi ke posisi awal setelah payload separasi dari roket. Sehingga diperlukan perancangan yang lebih teliti agar memiliki kesalahan sekecil mungkin.

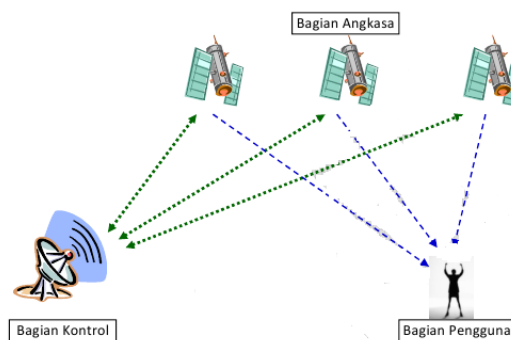
II. GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)

GPS bukanlah nama alat, tetapi merupakan nama sebuah sistem navigasi global berbasis satelit (GNSS= *Global Navigation Satellite System*) yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat.^[1] Tetapi karena sistem ini adalah yang pertama kali serta satu-satunya di dunia yang berfungsi secara penuh saat ini dan dapat digunakan setiap saat oleh semua orang di dunia secara gratis, maka nama GPS menjadi terkenal dan sering dipakai sebagai nama alat navigasi berbasis satelit. Sistem ini menggunakan kelompok satelit yang diberi nama NAVSTAR (*Navigational Satellite Timing and Ranging*).

II.1. Cara Kerja GPS

Pada gambar 1 terlihat bahwa cara kerja GPS dibagi menjadi tiga bagian penting yaitu, bagian kontrol, bagian angkasa, dan bagian pengguna.

- **Bagian kontrol**, bagian ini untuk mengontrol. Setiap satelit dapat berada sedikit di luar orbit, sehingga bagian ini melacak orbit satelit, lokasi, ketinggian, dan kecepatan. Sinyal-sinyal dari satelit diterima oleh bagian kontrol, dikoreksi, dan dikirimkan kembali ke satelit.



Gambar 1. Segment-Segment GPS^[2]

- **Bagian Angkasa**, bagian ini terdiri dari kumpulan satelit-satelit yang berada di orbit bumi, sekitar 12.000 mil di atas permukaan bumi. Kumpulan satelit-satelit ini diatur sedemikian rupa sehingga alat navigasi setiap saat dapat menerima paling sedikit sinyal dari empat buah satelit. Sinyal satelit ini dapat melewati awan, kaca, atau plastik tetapi tidak dapat melewati gedung atau gunung.
- **Bagian Pengguna**, bagian ini terdiri dari alat navigasi yang digunakan. Satelit akan memancarkan data almanak dan ephemeris yang akan diterima oleh alat navigasi secara

teratur. Data almanak berisikan perkiraan lokasi (*approximate location*) satelit yang dipancarkan terus menerus oleh satelit. Data ephemeris dipancarkan oleh satelit, dan valid untuk sekitar 4-6 jam.

II.2. Akurasi Alat Navigasi

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'. Misalnya, alat tersebut menunjukkan sebuah titik koordinat dengan akurasi 3 meter, artinya posisi sebenarnya bisa berada dimana saja dalam radius 3 meter dari titik koordinat (lokasi) tersebut.

Ada banyak hal yang dapat mengurangi kekuatan sinyal satelit:

- Kondisi geografis, seperti yang diterangkan di atas. Selama kita masih dapat melihat langit yang cukup luas, alat ini masih dapat berfungsi.
- Hutan. Makin lebat hutannya, maka makin berkurang sinyal yang dapat diterima.
- Kaca film mobil, terutama yang mengandung metal.
- Alat-alat elektronik yang dapat mengeluarkan gelombang elektromagnetik.
- Gedung-gedung. Bukan hanya ketika di dalam gedung, berada diantara dua gedung tinggi juga akan menyebabkan efek seperti berada di dalam lembah.
- Sinyal yang memantul, misalkan jika berada diantara gedung-gedung tinggi, dapat mengacaukan perhitungan alat navigasi sehingga alat tersebut dapat menunjukkan posisi yang salah atau tidak akurat.

II.3. Format Data GPS

NMEA (*National Marine Electronics Association*)-0183 dikembangkan secara spesifik untuk standar industri sebagai antar-muka bermacam-macam alat kelautan yang diperkenalkan sejak tahun 1983. NMEA-0183 berisi informasi yang berhubungan dengan geografi seperti waktu, *longitude*, *latitude*, ketinggian, kecepatan dan masih banyak lagi. Untuk menampilkan informasi yang lebih dimengerti oleh *user*, data NMEA-0183 perlu diolah lebih lanjut.

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

NMEA memiliki bermacam-macam tipe kalimat, salah satunya adalah GGA. Tabel 1 merupakan contoh data NMEA tipe GGA:

TABEL 1. FORMAT DATA GPS DENGAN HEADER \$GPGGA^[3]

Name	Example	Units	Description
Message ID	\$GPGGA		GGA protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=easr or W=west
Position Fix Indicator	1		

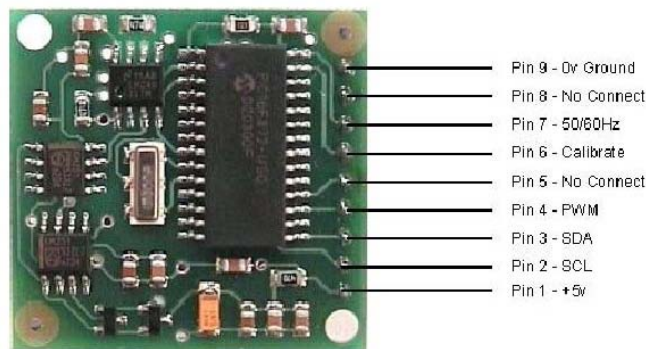
Satellites Used	07		Range 0 to 12
HDOP	1.0		Horizontal Dilution of Precision
MSL Altitude	9.0	meters	
Units	M	meters	
Geoid Separation		meters	
Units	M	meters	
Age of Diff. Corr.		second	Null fields when DGPS is not used
Diff. Ref. Station ID			
Checksum	*18		
<CR><LF>			End of message termination

III. KOMPONEN PROTOTIP PAYLOAD

III.1. Sensor Kompas (CMPS03)

Banyak jenis kompas digital yang diproduksi khusus untuk keperluan robotika, salah satu yang populer dan digunakan adalah CMPS03 *Magnetic Compass* buatan Devantech Ltd. (Gambar 2). CMPS03 yang berukuran 4 x 4 cm ini menggunakan sensor medan magnet Philips KMZ51 yang cukup sensitif untuk mendeteksi medan magnet bumi.

Kompas digital ini hanya memerlukan sumber tegangan sebesar 5 Vdc dengan konsumsi arus 15mA. Pada CMPS03, arah mata angin dibagi dalam bentuk derajat yaitu : Utara (0⁰), Timur (90⁰), Selatan (180⁰) dan Barat (270⁰). Berikut merupakan gambar kompas digital CMPS03:



Gambar 2. Sensor Kompas CMPS03^[4]

Ada dua cara untuk mendapatkan informasi arah dari modul kompas digital ini yaitu dengan membaca sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) atau dengan membaca data *interface* I2C (*Inter-Integrated Circuit*).

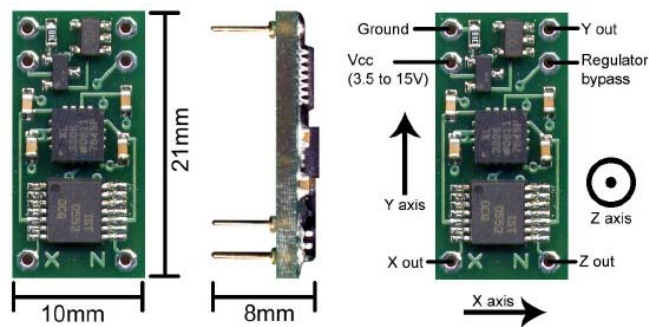
III.2. Sensor Akselerometer (ADXL330)

Akselerometer yang digunakan adalah DE-ACCM3D. DE-ACCM3D merupakan sensor akselerometer analog dengan tiga *axis* dengan percepatan maksimum 3g. dengan adanya Op Amp yang terintegrasi di dalamnya, modul ini akan menghasilkan tegangan analog yang cukup untuk dihubungkan ke input analog dari mikrokontroler ataupun beban-beban tertentu. *Onboard regulator* membuat modul ini dapat menerima tegangan hingga 12 Vdc.

Modul ini didasari pada perangkat analog ADXL330 (Gambar 3) untuk toleransi keakuratan dan sensitivitas yang lebih baik. Modul ini juga dirancang dengan ukuran 16 *pin* DIP

(Dual In-line Package) sehingga dapat dipasang pada soket IC 16 pin.

Berikut merupakan gambar dan dimensi dari sensor akselerometer yang akan digunakan.



Gambar 3. Sensor Akselerometer ADXL330^[5]

III.3. DT-Sense Humidity Sensor

Sensor kelembaban yang digunakan berupa suatu modul sensor cerdas berbasis sensor HH10D. Sensor HH10D digunakan untuk mendeteksi besarnya kelembaban (*Relatif Humidity* disingkat RH) di sekitarnya. Sensor ini memiliki antarmuka UART TTL dan I2C yang dapat digunakan untuk menerima perintah atau mengirim data.

Sensor kelembaban ini memerlukan sumber tegangan sebesar 4,8 – 5,4 Vdc. Pada HH10D, kelembaban ditunjukkan pada range 1 - 99% RH. Gambar 4 menunjukkan gambar dari sensor kelembaban.



Gambar 4. DT-Sense Humidity Sensor^[1]

III.4. DT-Sense Barometric Pressure and Temperature Sensor

Modul sensor ini merupakan sebuah modul sensor cerdas berbasis HP03 yang dapat digunakan untuk mendeteksi besarnya tekanan dan temperatur udara di sekitar sensor. Keluaran modul sensor ini 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.

Modul sensor ini menggunakan sumber tegangan sebesar 4,5 – 5,5 Vdc. Pada modul HP03 ini, tekanan udara ditunjukkan pada 300 – 1100 hpa (*hectopascal*) dan temperatur udara ditunjukkan pada -20 – 60 °C. Gambar dari sensor tekanan udara dan suhu ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. DT-Sense Barometric Pressure and Temperature Sensor^[6]

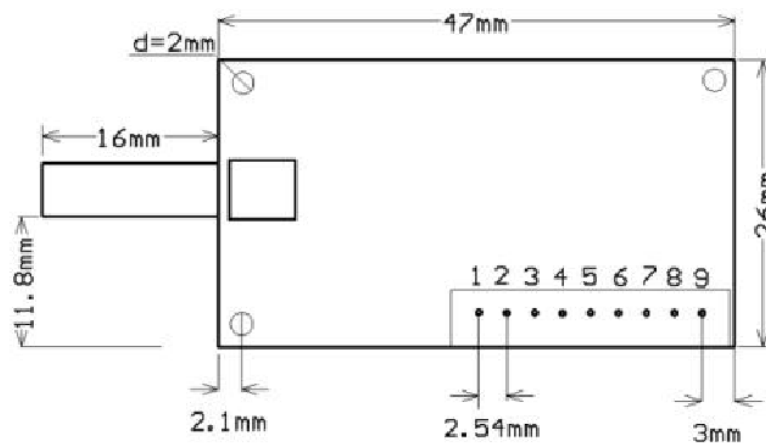
III.5. Radio Frekuensi (KYL-1020UB)

Gelombang radio adalah satu bentuk dari radiasi elektromagnetik, dan terbentuk ketika objek bermuatan listrik dimodulasi (dinaikkan frekuensinya) pada frekuensi yang terdapat dalam frekuensi gelombang radio (RF) dalam suatu spektrum elektromagnetik, dan radiasi elektromagnetiknya bergerak dengan cara osilasi elektrik maupun magnetik.

KYL-1020UB merupakan modul RF daya kecil dirancang untuk sistem transmisi data profesional UART dengan jangkauan pendek. KYL-1020UB mengadopsi IC RF CC1020 Texas Instrument, 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.

A. Dimensi dan Pin Keluaran KYL-1020UB

Gambar 6 memperlihatkan gambar dimensi dan letak pin dari RF modul KYL-1020UB



Gambar 6. Dimensi dari KYL-1020UB^[7]

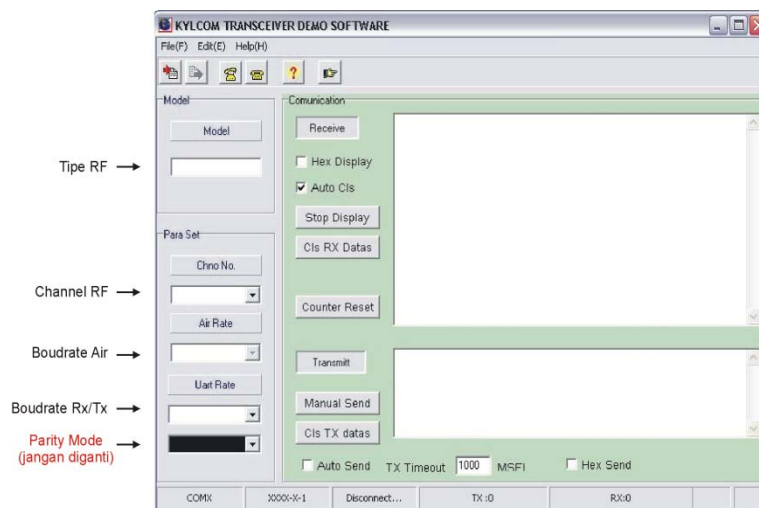
Tabel 2 merupakan tabel pin, diskripsi, level dan koneksi terminal dari modul RF KYL - 1020UB

TABEL 2. PIN KELUARAN PADA KYL-1020UB^[7]

Pin	Pin Name	Description	Level	Connection with terminal
1	GND	Grounding of power supply		Ground
2	VCC	Power supply DC	+3,3-5,5V	
3	RXD/TTL	Serial data receiving end	TTL	TxD
4	TXD/TTL	Serial data transmitting end	TTL	RxD
5	DGND	Digital Ground		
6	A(TXD)	A of RS-485 or TxD of RS-232		A(RxD)
7	B(RXD)	B of RS-485 or RxD of RS-232		B(TxD)
8	Sleep	Sleep control (input)	TTL	Sleep signal
9	Test	Ex-factory testing		

B. Pengaturan Channel

Dalam modul ini, pengaturan parameter (antarmuka *baud rate* dan *channel*) dapat diatur dengan menggunakan program *freeware* yang disebut YSPRG.EXE. Gambar 7 memperlihatkan tampilan program yang digunakan untuk mengubah channel dan frekuensi.



Gambar 7. Tampilan Program YSPRG.EXE

Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan channel dan frekuensi yang dapat digunakan dalam program YSPRG.EXE

TABEL 3. FREKUENSI YANG SESUAI PADA 433 MHz DARI 1-8 CHANNEL^[7]

Channel	Frequency
1	429.0325 MHz
2	430.0325 MHz
3	431.0325 MHz
4	432.0325 MHz
5	433.0325 MHz
6	434.0325 MHz
7	435.0325 MHz
8	436.0325 MHz

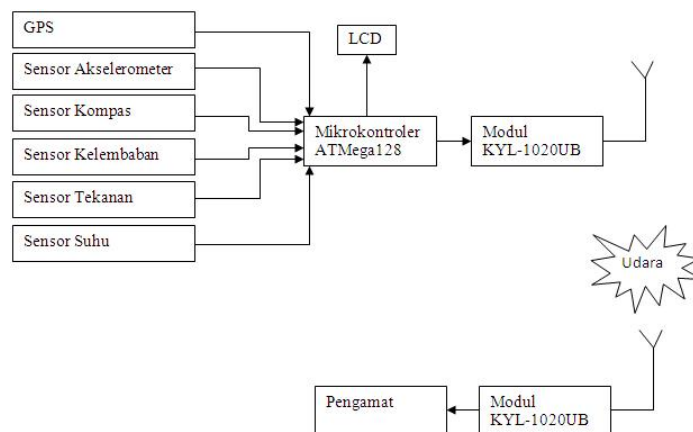
TABEL 4. FREKUENSI YANG SESUAI PADA 868 MHz DARI 1-8 CHANNEL^[7]

Channel	Frequency
1	867.0325 MHz
2	868.0325 MHz
3	869.0325 MHz
4	870.0325 MHz
5	871.0325 MHz
6	872.0325 MHz
7	873.0325 MHz
8	874.0325 MHz

IV. PERANCANGAN DAN REALISASI

IV.1. Cara Kerja

Gambar 8 memperlihatkan diagram blok sistem prototip payload untuk roket uji muatan. Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Diagram Blok Sistem

1. Alat dinyalakan dengan menekan saklar *on-off*, sehingga GPS, sensor kompas, Sensor akselerometer, sensor kelembaban, sensor tekanan, sensor suhu, dan mikrokontroler menerima supply power ± 5 V.
2. Data dari GPS, sensor kompas, sensor akselerometer, sensor kelembaban, sensor tekanan, dan suhu dikelola oleh mikrokontroler yang digunakan.
3. Selama dalam pengujian, pengukuran, dan analisis data, data dimunculkan di LCD dan dikirimkan melalui modul RF KYL-1020UB dari mikrokontroler yang kemudian diterima oleh komputer penerima dengan menggunakan modul RF yang sejenis.
4. Data yang telah diterima kemudian ditampilkan pada komputer atau laptop penerima dengan tampilan Visual Basic.

IV.2. Perancangan Perangkat Keras

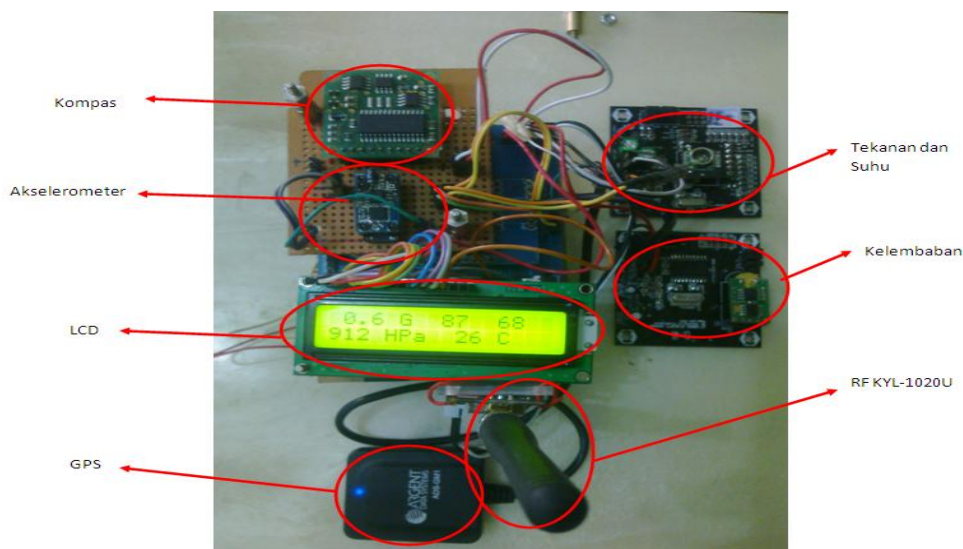
Berikut ini merupakan konfigurasi I/O mikrokontroler pada masing-masing port untuk realisasi sistem *prototype* payload yang dirancang.

- Port B
Port B yang terdapat pada ATmega128 difungsikan sebagai *output* untuk tampilan LCD 2x16.
- Port D
Port D yang terdapat pada ATmega128 difungsikan sebagai *input*. PD0-1 digunakan untuk menghubungkan sensor kompas, sensor kelembaban, dan sensor tekanan dan suhu. PD2 digunakan sebagai input untuk GPS.
- Port E
Port E yang terdapat pada ATmega128 difungsikan sebagai *output*. PE1 digunakan untuk *interfacing* mikrokontroler dengan modul RF sebagai rangkaian untuk mengirimkan informasi secara nirkabel.
- Port F
Port F yang terdapat pada ATmega128 difungsikan sebagai *input*. PF0 digunakan untuk menghubungkan sensor akselerometer.

IV.3. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan prototype payload ini digunakan dua jenis pemrograman yaitu untuk pemrograman mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman bahasa C (CodeVision AVR), sedangkan untuk pemrograman tampilan di stasiun pengamat menggunakan perangkat lunak Visual Basic 6.0.

Realisasi perangkat keras sistem *prototype Payload* ditunjukkan seperti pada Gambar 9.

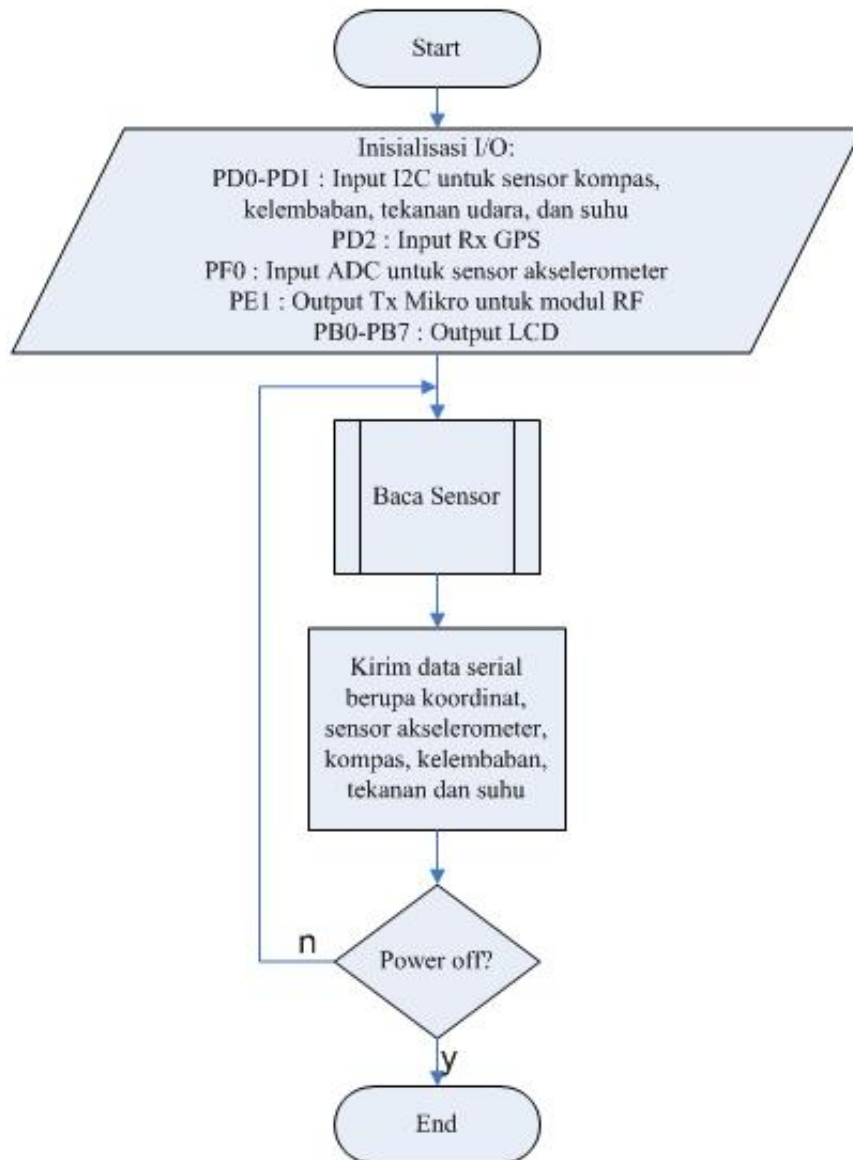


Gambar 9. Realisasi Perangkat Keras Sistem *Prototype Payload*

Dari Gambar 9 dapat dilihat hasil pengujian dari sensor pada tampilan LCD, sebelum dikirim oleh RF modul ke ground station.

A. Pemrograman Mikrokontroler Menggunakan CodeVision AVR

Langkah awal diagram alir (Gambar 10) adalah inisialisasi I/O, kemudian membaca dan mengolah data yang dihasilkan dari sensor-sensor. Data-data tersebut dikirimkan secara serial kesisi penerima. Program akan berhenti jika catu daya dimatikan.



Gambar 10. Diagram Alir Pemrograman Mikrokontroler.

B. Pemrograman Tampilan Stasiun Pemantau Menggunakan VB 6.0

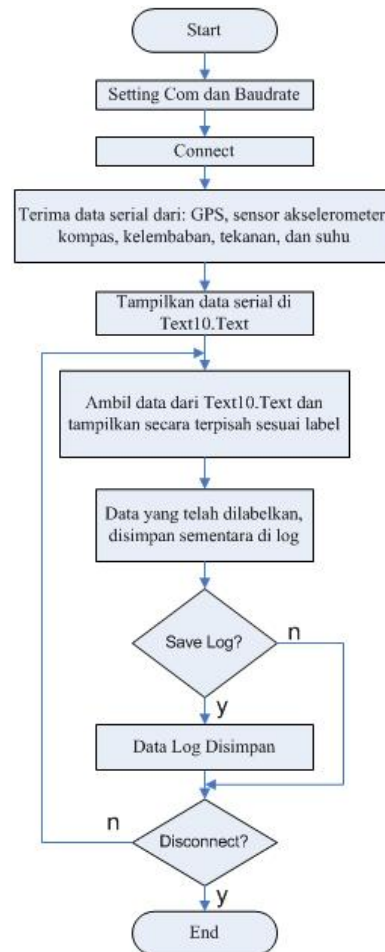
Langkah pertama adalah menentukan com dan *baud rate* yang digunakan oleh PC. Com yang digunakan adalah com 1 dan *baud rate* yang digunakan adalah 9600 bps. Setelah selesai mengatur com dan *baud rate* program bisa dijalankan.

Langkah kedua adalah menerima data serial yang telah dikirimkan dari mikrokontroler. Kemudian menampilkan data-data tersebut ke dalam Text10.Text.

Langkah ketiga adalah memisahkan data-data yang telah masuk ke Text10.Text sehingga tampilan data-data tersebut mudah dibaca.

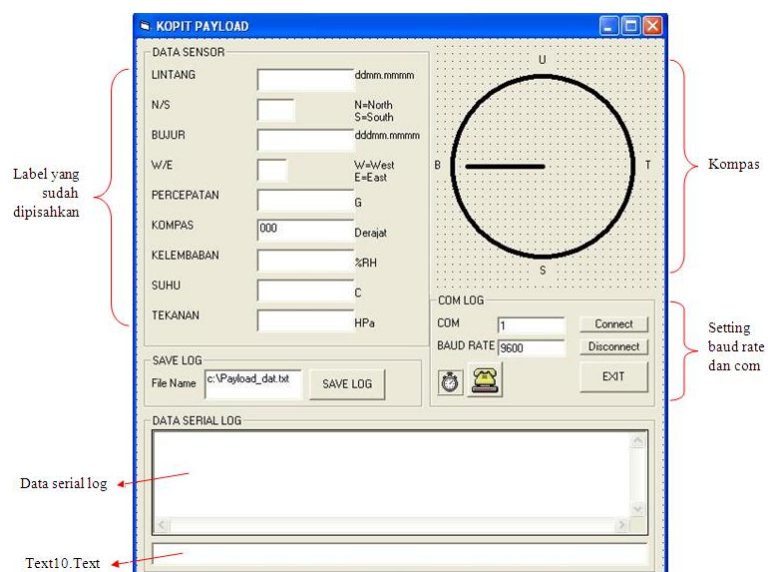
Langkah keempat adalah menggabungkan kembali data yang sudah dipisah ke dalam suatu log yang nantinya data tersebut dapat disimpan dalam bentuk file yang dapat dibuka kembali.

Diagram Alir Pemrograman Tampilan Pemantau ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram Alir Pemrograman Tampilan Pemantau Menggunakan Visual Basic 6.0

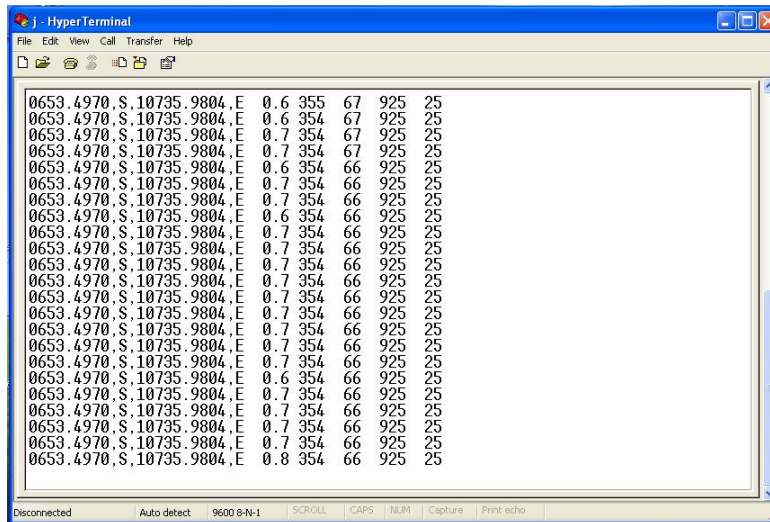
Gambar 12 merupakan tampilan untuk menampilkan data dari sistem *Prototype Payload Untuk Roket Uji Muatan*:



Gambar 12. Tampilan Antarmuka Pengguna untuk menampilkan data

V. UJI COBA

Sensor-sensor yang digunakan pada pengujian ini adalah GPS, sensor akselerometer, sensor kompas, sensor kelembaban, sensor tekanan, dan sensor suhu. Agar dapat mengetahui keluaran dari sensor-sensor tersebut, mikrokontroler dihubungkan ke PC dan ditampilkan menggunakan program HyperTerminal. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 13. Tampilan Data Keluaran dari GPS dan Sensor-Sensor yang digunakan.

V.1. Hasil Pengujian Alat di BMKG Bandung

Pengujian sistem dilakukan di dua tempat yang berbeda. Pengujian pertama dilakukan di BMKG Stasiun Geofisika Klas 1 Bandung yang beralamat di jalan Cemara no 66.

Berdasarkan data yang didapat dari karyawan BMKG Bandung, bahwa data kelembaban, tekanan dan suhu di sana adalah 74 %RH, 918 Hpa, dan 25 °C. Sedangkan untuk data koordinat yang didapat dari Google maps adalah 6.883578 S, 107.597461 E. Jika dibandingkan dengan data yang diperoleh dari hasil pengukuran alat adalah sebagai berikut.

TABEL 5. HASIL PENGUJIAN PADA STASIUN BMKG BANDUNG

<http://maps.google.co.id/maps?hl=id&ie=UTF8&ll=6.883578,107.597461&spn=0.001105,0.002736&t=h&z=19>

	Tampilan VB	BMKG (Google Maps 1:20)	Selisih	Selisih (meter)
Lintang	6.530139 S	6.883578 S	0.353439	7.06878
Bujur	107.358423 E	107.597461 E	0.239038	4.78076
Akselerometer (G)	0.6	-	-	-
Kompas (Derajat)	11	-	-	-
Kelembaban (%RH)	57	74	17	-
Tekanan (Hpa)	914	918	4	-
Tekanan (atm)	0.9022	0.9062	0.0039	-
Suhu (°C)	26	25	1	-

Konversi satuan tekanan dari Hpa menjadi atm adalah 1 Hpa = 1 mbar dengan 1 atm = 1.013 bar.

V.2. Hasil Pengujian Alat di Gedung GWM Universitas Kristen Maranatha

Pengujian kedua 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.

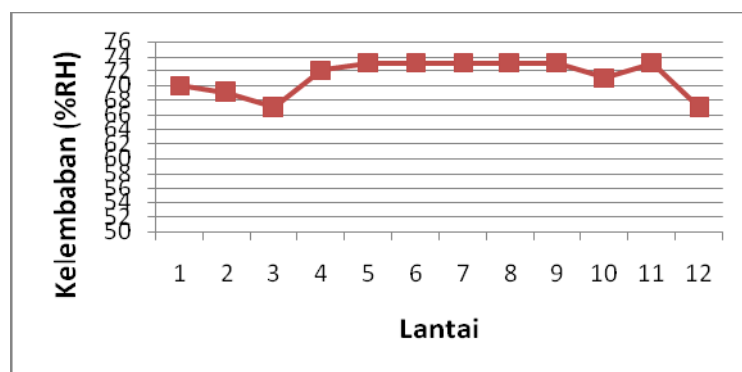
TABEL 6. HASIL PENGUKURAN PADA GEDUNG GWM

<http://maps.google.co.id/maps?ll=-6.886446,107.58037&spn=0.001047,0.002384&t=k&z=19>

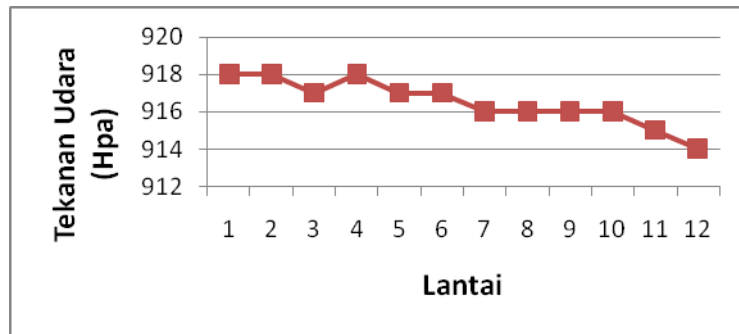
lantai	Tampilan VB								Google Maps 1:20 (Lokasi Jln. Prof. Drg. Surya Sumantri no 65)	
	Lintang (N/S)	Bujur (W/E)	Percepatan (G)	Kompas (°)	Kelembaban (%RH)	Tekanan (Hpa)	Tekanan (atm)	Suhu (°C)	Lintang (N/S)	Bujur (W/E)
1	653.18 09 S	10734.829 9 E	0.6	155	70	918	0.9062	25	688.644 6 S	107.580370 E
2	653.18 16 S	10734.818 4 E	0.5	82	69	918	0.9062	25	688.644 6 S	107.580370 E
3	653.16 09 S	10734.824 0 E	0.7	89	67	917	0.9052	25	688.644 6 S	107.580370 E
4	653.18 25 S	10734.827 9 E	0.6	97	72	918	0.9062	25	688.644 6 S	107.580370 E
5	653.17 52 S	10734.825 8 E	0.7	103	73	917	0.9052	24	688.644 6 S	107.580370 E
6	653.18 17 S	10734.833 3 E	0.6	106	73	917	0.9052	24	688.644 6 S	107.580370 E
7	653.17 29 S	10734.821 3 E	0.6	102	73	916	0.9042	25	688.644 6 S	107.580370 E
8	653.17 67 S	10734.823 2 E	0.6	89	73	916	0.9042	25	688.644 6 S	107.580370 E
9	653.17 62 S	10734.834 1 E	0.6	77	73	916	0.9042	25	688.644 6 S	107.580370 E
10	653.17 90 S	10734.831 6 E	0.7	103	71	916	0.9042	24	688.644 6 S	107.580370 E
11	653.17 86 S	10734.834 1 E	0.6	86	73	915	0.9032	25	688.644 6 S	107.580370 E
12	653.16 56 S	10734.824 6 E	0.6	101	67	914	0.9022	25	688.644 6 S	107.580370 E

Konversi satuan tekanan dari Hpa menjadi atm adalah 1 Hpa = 1 mbar dengan 1 atm = 1.013 bar.

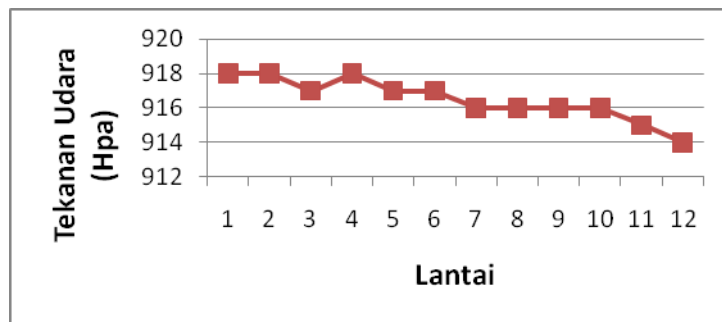
Gambar 14, 15, dan 16 merupakan grafik data pengamatan hasil dari sensor kelembaban, tekanan udara dan suhu.



Gambar 14. Grafik Data Pengamatan Kelembaban Tiap Lantai Gedung GWM



Gambar 15. Grafik Data Pengamatan Tekanan Udara Tiap Lantai Gedung GWM



Gambar 16. Grafik Data Pengamatan Suhu Tiap Lantai Gedung GWM

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

- Data dari sensor yang ditampilkan di LCD Payload Sesuai dengan yang ditransmisikan dan ditampilkan di VB.
- Data berhasil ditampilkan pada tampilan VB di ground segment sehingga dapat dibaca dengan mudah.
- Tampilan VB di ground segment dengan data GPS memiliki selisih lintang sekitar 7m dan bujur sekitar 4m terhadap Google maps, hasil dari sensor kelembaban memiliki selisih 17%RH, tekanan memiliki selisih 4 Hpa dan suhu memiliki selisih 1 °C terhadap BMKG.

VI.2. Saran

- Sensor kompas dengan GPS tidak diletakkan berdekatan karena bagian GPS yang bermagnet dapat menyebabkan gangguan pada sensor kompas pada saat menentukan arah.
- Sebaiknya penggunaan DT-Sense Barometric Pressure dan Temperature sensor dihindarkan dari cahaya matahari dan panas yang berlebihan karena akan menyebabkan kerusakan pada sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics_download_files/manual/quick%20Start%20DT-Sense%20Humidity%20Sensor.pdf
- [2] <http://download1252.mediafire.com/zb4967b4cwjg/cmilmnj0e3n/GPS+secara+singkat.pdf>

- [3] <http://www.sparkfun.com/datasheets/GPS/NMEA%20Reference%20Manual1.pdf>
- [4] http://www.robotstorehk.com/CMPS03_release.pdf
- [5] <http://www.dimensionengineering.com/datasheets/DE-ACCM3D.pdf>
- [6] [http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/manual/Manual %20D T-Sense%20Barometer%20Pressure%20&%20Temperture%20Sensor.pdf](http://www.innovativeelectronics.com/innovative_electronics/download_files/manual/Manual%20D-T-Sense%20Barometer%20Pressure%20&%20Temperture%20Sensor.pdf)
- [7] <http://lapan.te.ugm.ac.id/download.php?f=YS-1020UB%20manual.pdf&tipe=download>