PERANCANGAN OBDH (*ON-BOARD DATA HANDLING)* UNTUK PENGUKURAN PARAMETER ATMOSFER DAN PENCITRAAN UDARA

Sandi Sunandar [1)] , Agus Mulyana [2)]

[1,2)]Jurusan Sistem Komputer, Fakultas dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia

[1)]sandi_sunandar@hotmail.com, [2)]bagus081@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi muatan balon atmosfer adalah sebuah teknologi yang banyak dikembangkan oleh negara – negara maju sekarang ini. Pemanfaatan muatan balon atmosfer ini banyak digunakan untuk penelitian dibidang atmosfer seperti pemantauan kondisi atmosfer disuatu wilayah untuk memprediksi kondisi cuaca. Selain itu pemanfaatan lain pada muatan balon atmosfer sekarang ini yaitu dapat juga untuk melakukan pencitaraan udara untuk melikat kondisi didaratan pada wilayah tersebut. Adapun komponen pendukung untuk pembuatan suatu muatan balon atmosfer ini yaitu dengan merancang OBDH (On-Board Data Handling) sebagai alat untu mengolah data kondisi diatmosfer.

Pada perancangan OBDH sistem untuk pengendali yaitu mikrokontroller, untuk mengukur kondisi atmosfer digunaka weather sensor yang didalamnya termasuk sensor SHTx sebagai pengukur suhu dan juga kelembaban, sensor BMPx sebagai pengukur tekanan udara, dan sensor kecepatan angin. Untuk melakukan mapping dan juga tracking digunakan GPS. Adapaun kamera TTL yang diguanakan sebagai alat untuk melakukan pencitraan di udara. Dan untuk melakukan telemetri digunakan modul radio frekuensi dengan frekuensi yang digunakan 433MHz.

Pengujian alat ini sudah berfungsi sebagai alat yang dapat mengukur kondisi di atmosfer. Terbukti dengan pengujian yang dilakukan saat penerbangan balon atmosfer, alat ini mampu melakukan pengukuran dengan ketinggian diatas 10.000 meter diatas permukaan laut. Diharapkan dengan dibuatnya alat ini, menjadi suatu usaha untuk menumbuhkan rasa kecintaan terhadap teknologi kedirgantaraan dan juga menjadi suatu kemandirian bangsa dalam melakukan pengembangan teknologi muatan balon atmosfer.

Kata kunci : *OBDH, Weather Sensor, Muatan balon, Mikrokontroller*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi muatan balon atmosfer adalah salah satu teknologi yang banyak dikembangkan oleh negara-negara maju sekarang ini. Dimana teknologi ini banyak digunakan oleh suatu negara sebagai acuan dalam menentukan perkiraan cuaca yang akan terjadi disuatu wilayah di negara tersebut. Dan selain itu, Pemanfaatan teknologi muatan balon atmosfer ini banyak digunakan oleh para peneliti khususnya pada bidang sains atmosfer contohnya seperti lembaga yang ada di Indonesia yaitu LAPAN.

Pentingnya teknologi muatan balon atmosfer ini, maka kita harus mempunyai kemauan untuk menumbuhkan rasa ingin tahu terhadap bidang sains atmosfer, terutama pada teknologi muatan balon atmosfer itu sendiri. Mulai dari medesain rancangan muatan, pemilihan sensor yang akan digunakan, pengujian fungsional muatan tersebut sampai dapat di uji terbangkan.

Pada muatan balon atmosfer tersebut dibuatlah suatu rancangan OBDH untuk melakukan pengukuran diatmosfer. Dimana pada OBDH tersebut terdapat mikrokontroller sebgai pengendali, sensor cuaca sebagai pengukur kondisi atmosfer, GPS sebagai *maping* dan *tracking,* kamera sebagai pengambil data gambar, dan radio frekuensi sebagai pengirim data dari OBDH ke *Ground Control Station* (GCS). Dari data yang yang diolah oleh OBDH tersebut, akan dikirim ke GCS dan akan dibuat suatu data angka dan juga grafik agar menjadi suatu informasi yang dapat dibaca oleh pengguna.

2. DASAR TEORI

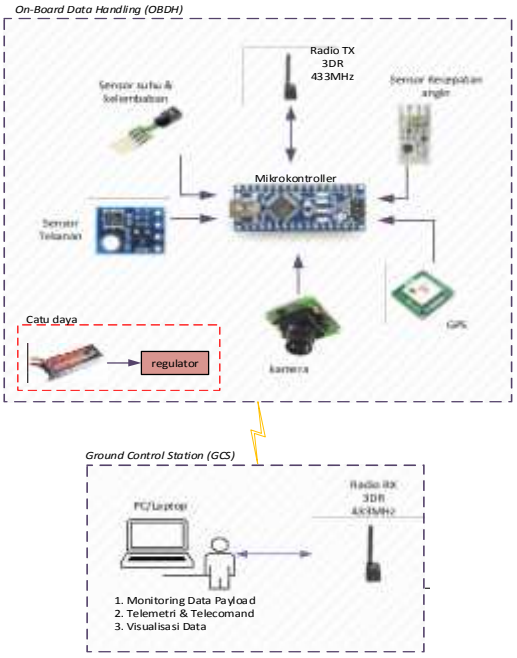
2.1 OBDH (*On-Board Data Handling*)

Di dalam nanosatelit umumnya memiliki payload yang mempunyai *On-Board Computer* (OBC). OBC sendiri pada penerapannya disebut dengan *On-Board Data Handling* (OBDH)[1] atau *Command Data Dandling System* (CHDS) untuk mengontrol dan memproses komunikasi data pada *payload.* Tujuannya menyediakan suatu wadah untuk *Command Data Handling* (CDH), mengontrol tugas nanosatelite, dan sebagai antarmuka nanosatelit pada CDH. Dalam dekade sebelumnya dari industri ruang

angkasa, fungsi OBDH biasanya dianggap sebagai bagian dari TTC (*Telemetri, Tracking, and Command*), khususnya sebelum alat untuk pemproses (komputer) menjadi *general* di *board.* Dalam beberapa tahun terakhir, fungsi OBDH telah diperluas begitu banyak sehingga umumnya dianggap sebagai subsistem yang terpisah dengan TTC. Pada umumnya subsistem OBDH mempunyai dua fungsi utama yaitu pertama adalah menerima, memvalidasi, mengkode, dan mendistribusikan data ke subsistem lain dalam system satelit, dan yang kedua adalah mengumpulkan memproses data *housekeeping* serta hasil data yang diambil dikirim ke *ground station*[2].

3. PERANCANGAN

3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 1. Diagam Blok Sistem

Dibawah ini adalah penjelasan fungsi komponen dari setiap blok dan juga spesifikasi komponen yang digunakan.

1. Arduino Nano
   Arduino Nano adalah sebuah mikrokontroller dari varian mikrokontroller arduino yang berbentuk kecil dan sudah mendukung USB serial. Untuk sebuah OBDH yang dibuat, arduino nano ini masih mampu untuk menghandle data yang akan diproses oleh mikrokontroller tersebut. Selain itu kenapa memilih mikrokontroller arduino nano, selain yang harganya cukup murah, spesifikasinya yang masih mendukung untuk alat OBDH, dan pemograman yang sudah familiar yaitu dengan bahasa C yang dilengkapi library program didalamnya, spesifikasi yang ditawarkan dari mikrokontroller ini cukup bagus. Dan dibawah ini adalah gambar dari mikrokontroller arduino nano.



Gambar 2 Mikrokontroller Arduino Nano

Spesifikasi dari arduino Nano :

- Mikrokontroller : ATmega328
- Tegangan Oprasi : 5V
- Input Voltage : 7 – 12V
- Pin Digital I/O : 14 Pin (6 Pin digunakan sebagai output PWM)
- Pin Analog : 8 Pin
- Arus Dari setiap Pin I/O : 40 mA
- Flash Memori : 32KB
- SRAM : 2KB
- EEPROM : 1KB
- Clock Speed : 16 MHz

2. Modul Radio 3DR 433 MHz
   Modul radio 3DR adalah sebuah modul radio keluaran dari 3DR Robotics. Radio ini digunakan untuk OBDH sebagai media pengirim data dari payload dan juga sebagai penerima data untuk GCS. Mode pengiriman dari radio ini adalah *half duplex*. Dibawah ini adalah bentuk fisik dari modul radio 3DR yang digunakan pada OBDH.



Gambar 3 Modul radio 3DR 433Mhz

Spesifikasi dari modu radio 3DR ini adalah sebagai berikut :

- Tegangan konsumsi : 3,7 – 6V DC
- Arus saat pengiriman data : 100 mA (30 dBm)
- Arus saat penerimaan data : 25 mA
- Frekuensi kerja : 433 MHz
- Jarak komunikasi dalam ruang : 100 m
- Jarak komunikasi luar ruangan : 10000 m (diatas permukaan laut)
- Error koreksi sampai 25% dari bit eror
- Data rate antarmuka serial : 1200 sampai 11500 bps
- *Firmware radio Open-Source*

3. Sensor SHT75

Sensor SHT75 adalah sebuah sensor yang dapat mengukur kondisi perubahan suhu sekaligus kelembaban yang berada disekitarnya. Keluaran yang data dari sensor ini sudah berupa data dgital, karena didalamnya sudah terdapat ADC sebasar 14bit. Resolusi pengukuran dari sensor ini 14 bit untuk sensor suhu, dan 12 bit untuk sensor kelembaban. Dan dibawah ini adalah bentuk fisik dari sensor SHT75.



Gambar 4 Sensor SHT75

Spesifikasi dair sensor SHT 75 adalah sebagai berikut:

- Rentang konsumsi tegangan : 2,4 sampai 5,5 V
- Konsumsi daya : 80 µW (12 bit, 3V, 1 Measurement/s)
- Rentang oprasi untuk kelembaban : 0 – 100 % kelembaban relatif
- Rentang oprasi untuk suhu : -40 sampai +125oC
- Akurasi suhu : ± 0,3oC
- Akurasi kelembaban : ± 1,8%
- Internal ADC 14 bit
- Antarmuka kendali : I2C

4. Sensor BMP180

Sensor BMP180 adalah sensor tekanan barometrik (digital barometric pressure sensor) dari Bosch sensortech yang berkinerja sangat tinggi yang dapat diaplikasikan pada berbagai perangkat elektronik. BMP180 adalah hasil upgrade dari BMP085. Dengan banyak peningkatan yang signifikan, seperti ukuran yang lebih kecil, lebih hemat energi dengan konsumsi energi sangat rendah kurang dari 3 µA, dan penambagan antarmuka digital yang baru. Selain itu BMP180 kinerjanya sangat stabil terlepas dari pasokan tegangan yang digunakan. Dan dibawah ini adalah gambar dari sensor BMP180.



Gambar 5 Sensor BMP180

Spesifikasi dari sensor BMP180 ini sebagai berikut:

- Rentang tekanan : 300 - 1100 hPa
- Antarmuka kendali : I2C (kecepatan transfer hingga 3,4 MHz)
- Resolusi : 0.06 hPa pada mode hemat energi, 0,02 hPa pada mode resolusi tinggi (dikonversi terhadap ketinggian : 0,5 meter pada mode hemat energi, 17 cm pada mode resolusi tinggi).
- Akurasi relatif (pada VDD 3,3V): 950~1050 hPa/±0,12 hPa @ 25°C/±1m, 700~900 hPa /±0,12 hPa @ 25~40°C/±1m.
- Akurasi absolut p=300~1100hPa @ 0~+65°C, VDD=3,3V): tekanan -4,0~+2,0 hPa, suhu ±1°C
- Rata-rata konsumsi arus (sampling 1x / detik): 3µA pada moda hemat energi, 32µA pada moda resolusi tinggi)
- Tipikal arus puncak / peak current: 650µA (0,65 mA)
- Konsumsi arus pada moda siaga: 0,1µA (tipikal)
- Catu daya: 1,6 - 3,6 Volt DC (untuk I/O, VDDIO), 1,8 - 3,6 Volt DC (VDD)
- Rentang suhu operasional: -40°C s.d. +85°C
- Waktu pendeteksian tekanan: 5 msec (tipikal pada moda standar)

5. Modul Kamera LS-Y201

Modul kamera pada OBDH, digunakan sebagai media untuk mengambil gambar di udara. Modul kamera ini, jenis komunikasi yang digunakan yaitu komunikasi serial sehingga data yang dikeluarkan oleh kamera ini tidaklah langsung menjadi suatu data gambar akan tetapi harus diolah kembali oleh program sehingga menjadi suatu gambar dengan format JPEG. Adapun gambar dari modul kamera tersebut dibawah ini.



Gambar 6 Modul kamera serial LS-Y201

Modul kamera serial LS-Y201 ini mempunyai spesifikasi antara lain:

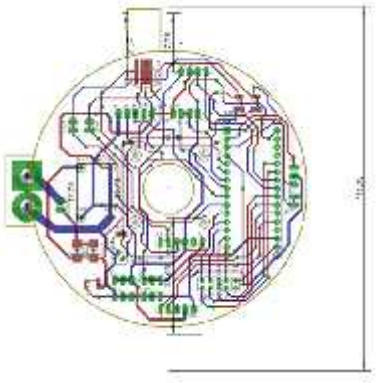
- Resolusi : 2 Mega Pixel
- Format gambar : JPEG

- Default baudrate : 115200
- Konsumsi tegangan : 3,3 V sampai 5 V
- Konsumsi arus : 80 – 100 mA
- Ukuran : 32 * 32 mm

3.2 Perancangan Perangkat Keras

3.2.1 Desain PCB OBDH

Pada pembuatan desain PCB untuk OBDH ini menggunakan aplikasi desain CAD Eagle. Dimana aplikasi dapat membuat suatu skematik dan mengkonfersi skematik tersebut kedalam bentuk PCB *Board*. Dan dibawah ini adalah desain OBDH.



Gambar 7 Desain PCB OBDH

3.2.2 Desain Penempatan komponen pada OBDH



Gambar 8 Penempatan komponen

Adapun dibawah ini adalah keterangan posisi kompone untuk di bentuk suatu muatan :

Tabel 1 Posisi penempatan komponen

No	Komponen	Posisi
1	Mikrokontroller arduino NANO	Menempel
2	Radio 3DR	Luar
3	SHT75	Menempel
4	BMP180	Menempel
5	Sensor Kecepatan angin	Menempel
6	GPS	Luar
7	Kamera	Luar

3.2.3 Pengalokasian Pin I/O dan Deskripsinya

Dalam perancangan OBDH untuk muatan balon atmosfer, perancang telah menentukan alokasi pin yang terdapat pada mikrokontroller untuk kebutuhan komponen yang terpasang pada OBDH tersebut. Adapun tabel keterangan pin I/O yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Deskripsi PIN I/O yang digunakan

PIN	KETERANGAN	ARAH
RX0 / D0	Modul radio 3DR	Sinyal masuk
TX0 / D1	Modul radio 3DR	Sinyal keluar
D2	Sensor SHT75 (Serial Data)	Sinyal masuk
D3	Sensor SHT75 (Serial Clock)	Sinyal masuk
D4 / TX1	Modul GPS (*Soft Serial Transmitter*)	Sinyal keluar
D5 / TX2	Modul GPS (*Soft Serial Receiver*)	Sinyal masuk
D6 / TX2	Modul Kamera (*Soft Serial Transmitter*)	Sinyal keluar
D7 / RX2	Modul Kamera (*Soft Serial Receiver*)	Sinyal masuk
A0	Sensor kecepatan angin	Sinyal masuk
A1	Sensor kecepatan angin	Sinyal masuk
A4	Sensor BMP180 (I2C Data)	Sinyal masuk
A5	Sensor BMP180 (I2C CLock)	Sinyal masuk

3.2.4 Format Data

Format pengiriman pengiriman data yang dilakukan oleh oleh payload yaitu sebagai berikut.

Tabel 3 Table Pengiriman data sensor

Byte-1	Byte-2	Byte-3	Byte-4	Byte-5	Byte-6	Byte-7	Byte-8	Byte-9	Byte-10	Byte-11	Byte-12	Byte-13	Byte-14	Byte-15
header	waktu			ketinggian	Sensor suhu	Sensor kelembaban	tekanan	Sensor arah angin	Latitude			longitude		

Tabel 4 Table Pengiriman data gambar

Byte-1	Byte-2	Byte-3	Byte-4	Byte-5	Byte-6	Byte-7	Byte-8	Byte-9	Byte-10	Byte-11	Byte-12	Byte-13	Byte-14	Byte-15	Byte-16
header	Hex1	Hex2	Hex3	Hex4	Hex5	Hex 6	Hex 7	Hex8	Hex 9	Hex 10	Hex 11	Hex 12	Hex 13	Hex 14	Hex 15

4. PENGUJIAN SISTEM

4.1 Indikator keberhasilan pengujian

Pada pengujian sistem terdapat beberapa indikator terhadap bagaimana sistem tersebut sudah dapat berhasil di ujikan. Sebagai dasar dari berhasilnya alat, dapat dilihat dari segi komunikasi alat tersebut. Dan dibawah ini adalah tabel keberhasilan alat dapat berkomunikasi berdasarkan ketinggian tertentu.

Tabel 5 Tabel Keberhasilan alat mempu berkomunikasi

no	ketinggian (meter)	Keterangan (Data terkirim)
1	100	Berhasil
2	500	Berhasil
3	1500	Berhasil
4	5000	Berhasil
5	> 10000	Berhasil

Pada tabel diatas, menunjukan pengujian komunikasi berhasil sampai dengan jarak ketinggian lebih dari 10000 meter diatas permukaan laut dengan kondisi LOS (*Line Of Sight*).

4.2 Pengujian fitur OBDH

Pada pengujian fitur OBDH ini dilakukan untuk mengetahui keuntungan dan kelemahan dari OBDH

tersebut dengan tanpa OBDH. Dan dibawah ini adalah tabel perbandingan dari OBDH dengan tanpa OBDH.

Tabel 6 keuntungan dan kekurangan OBDH dengan non-OBDH

No	Keuntungan	Kekurangan
OBDH		
1	Ukuran bisa dibuat sesuai keperluan atau sesuai dengan bentuk alat yang akan dibuat	untuk komponen yang ukurannya kecil sulit untuk melakukan solder manual
2	Lebih handal terutama untuk menanggulangi *noise*	jika terjadi korsleting terhadap jalur PCB, kemungkinan akan merusak komponen - komponen yang terpasang pada OBDH tersebut
3	Tidak banyak pengkabelan	
4	Alokasi pin dan penempatan komponen sudah ditentukan sehingga mudah untuk integrasi	
5	Mudah dalam *Troubleshooting*	
6	Lebih kuat terhadap goncangan karena komponen bisa dibuat paten tertempel pada papan PCB	
non-OBDH		
1	jika terdapat kerusakan pada suatu komonen yang terpasang mudah untuk menggantinya karena masih dalam bentuk *shiled*	terlalu banyak menggunakan pengkabelan
2		rentang terhadap goncangan
3		sensitif terhadap *noise*
4		sulit dalam melakukan integrasi modul

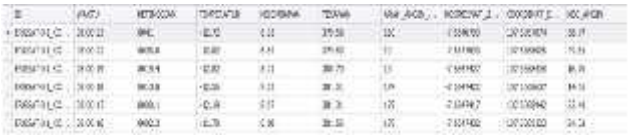
4.3 Pengujian terbang dengan balon udara

Pengujian terbang adalah dimana payload yang berisikan OBDH akan diterbangkan dengan balon udara. Lokasi pada saat uji terbang muatan dilakukan di tempat yang tidak ada halangan (LOS).

4.3.1 Pengujian sensor cuaca (*weather sensor*)

Pada pengujian sensor cuaca, cakupan data yang akan diuji berupa data suhu, kelembaban, tekanan, dan kecepatan angin dari sensor SHT75, BMP180, dan juga sensor kecepatan angin. Adapun sampel data yang diambil dari data mentah yang diterima dari muatan terdapat dibawah ini.

Tabel 7 Table Sample pengambilan data Sensor Cuaca



Dari tabel diatas, diambil sampel pada saat ketinggian muatan di 8002 meter sampai 8041 meter diatas permukaan laut.

Rata – rata dari data diatas terhadap ketinggian terdapat dibawah ini:

- Rata – rata suhu

$$= \frac{((-11{,}78) + (-12{,}19) + (-12{,}56) + (-12{,}82) + (-12{,}82) + (-12{,}72)}{6}$$
$$= -12{,}48\ ℃$$

- Rata – rata kelembaban

$$= \frac{((8{,}91) + (8{,}84) + (8{,}71) + (8{,}72) + (8{,}87) + (8{,}67)}{6} = 8{,}78\%$$

- Rata – rata Tekanan

$$= \frac{((379{,}58) + (379{,}83) + (380{,}70) + (381{,}01) + (381{,}31) + (381{,}56)}{6}$$
$$= 380{,}66\ m$$

- Rata – rata kecepatan angin

$$= \frac{((58{,}77) + (49{,}61) + (16{,}76) + (14{,}55) + (22{,}41) + (24{,}31)}{6}$$
$$= 29{,}735\ m/s$$

4.3.2 Pengujian data kamera

Pengujian data kamera adalah dimana payload mengambil data gambar dari kamera LY-S201. Dan hasil dari pengambilan gambar terdapat dibawah ini.



Gambar 9 Hasil Pengambilan gambar oleh kamera LS-Y201

Pada saat pengambilan gambar, hasil gambar akan ditampilkan data waktu pengambilan, ketinggian, *latitude*, dan juga *longitude.* Dari data ini akan diketahui saat posisi muatan mengambil gambar dan waktu saat pengambilan gambar dilakukan.

4.3.3 Pengujian Data GPS

Pengujian GPS dilakukan untuk mengetahui apakah Data yang diterima GPS sudah baik. Karena dari data GPS ini akan mempengaruhi *tracking* muatan, jika data tersebut *error* maka pembacaan untuk posisi muatan pun tidak akan benar. Dibawah ini adalah data hasil pengujian GPS:

Tabel 8 Data hasil pengujian GPS

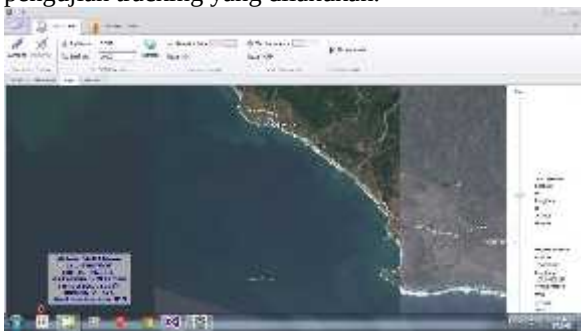
No	Lokasi	Altitude	Latitude	Longitude
1	Dipatiukur	792	-6,8866901	107,6156616
2	Dipatiukur	792	-6,8866902	107,6156617
3	Dipatiukur	792	-6,8866903	107,6156618
4	Gasibu	750	-6,9000021	107,6187363
5	Gasibu	751	-6,9000022	107,6187364
6	Gasibu	752	-6,9000023	107,6187365
7	batu nunggal	698	-6,9580187	107,6266708
8	batu nunggal	699	-6,9580188	107,6266709
9	batu nunggal	699	-6,9580189	107,6266710
10	Pamengpeuk	29	-7,6591196	107,6889190
11	Pamengpeuk	29	-7,6591196	107,6889191
12	Pamengpeuk	29	-7,6591198	107,6889190

Berdasarkan data tabel diatas, dari hasil pengujian yang dilakukan sensitifitas pembacaan posisi adalah ±1,5 meter. Berdasarkan *datasheet* modul GPS yang digunakan mempunyai sensitifitas

pembacaan posisi 2,5 meter. Jadi hal tersebut disebabkan karena pada saat pengujian kondisi cuaca cerah dan satelit yang terdeteksi banyak yang diterima.

4.3.4 Pengujian Tracking

Pengujian tracking adalah dimana posisi muatan akan ditampilkan pada GCS dengan visualisasi *maping* yang diambil dari *google maps.* Adapun hasil pengujian tracking yang dilakukan.



Gambar 10 Visualisasi tracking muatan

Pada gambar diatas terdapat titik merah yang berada dibawah gambar, itu adalah posisi muatan persis diatas lautan yang sedang terbang dengan menggunakan balon udara. Dan pada titik tersebut ditampilkan juga data – data atmosfer yang sedang di olah.

4.3.5 Pengujian telecomand dan telemetri

pada pengujian *telecomand* dan telemetri dilakukan untuk mengetahui apakah OBDH dapat menerima perintah yang dikirimkan oleh laptop. Dan akan melaksanakan perintah tersebut sesuai yang dikirimkan. Dan juga OBDH mengirimkan data sensor dengan jarak jauh. Dibawah ini adalah gambar tanda bahwa OBDH berhasil telemetri.



Gambar 11 Keterangan berhasil telemetri

4.4 Analisa hasil uji terbang dengan balon udara

pada analisis hasil uji terbang akan dilakukan dengan data perbandinggan. Data perbandingan ini diambil dari referensi yaitu ISA (*International Standard Atmosphere).* Dan dibawah ini adalah tabel data dari ISA.

Tabel 9 Standard International Atmosphere



4.4.1 Analisis data sensor cuaca (*Weather sensor)*

Suhu dan tekanan udara sangat berpengaruh terhadap suatu ketinggian dari daratan bumi sehingga akan terjadi perubahan data yang signifikan.

Analisis data terhadap suhu dan juga tekanan dapat dibandingkan dengan data tabel ISA atau pun menggunaan persamaan dibawah ini yang diambil dari referensi ISA.

Persamaan untuk suhu:

$$T = T \quad - 6{,}5 \frac{h(m)}{1000} \qquad (1)$$

Dimana:
T = suhu
To = konstanta suhu = 15 ^{o}C
h(m) = ketinggian (meter)

Persamaan untuk tekanan udara di wilayah troposper:

$$P = P \quad - (1 - 0{,}0065 * \frac{h\ (m)}{T \quad (°k)}) \qquad (2)$$

Dimana:
P = tekanan diwilayah troposper
Po = konstanta tekanan = 1013 hPa
To = konstanta suhu = 15 ^{o}C = 288,15 ^{o}K

Dari persamaan diatas didapatlah hasil perbandingan dari nilai dari data hasil uji dan juga data hasil kalkulasi seperti dibawah ini.

Tabel 10 Data perbandingan hasil uji

No	ketinggian (meter)	Data Pengujian			Standar (ISA)	
		tempratur (C°)	tekanan (mbar)	1 mbar = 1hPa	tempratur (C°)	tekanan (mbar)
1	26.7	25.85	1012.32	1012.32	14.83	1,009.80
2	26.8	25.86	1012.43	1012.43	14.83	1,009.79
3	27.9	25.73	1012.14	1012.14	14.82	1,009.65
4	27.8	25.68	1012.1	1012.1	14.82	1,009.67
5	27.6	25.81	1012.14	1012.14	14.82	1,009.69
6	27.6	25.87	1012.15	1012.15	14.82	1,009.69
7	27.5	25.88	1012.14	1012.14	14.82	1,009.70
8	27.6	25.88	1012.11	1012.11	14.82	1,009.69
9	27.6	25.91	1012.13	1012.13	14.82	1,009.69
10	27.6	25.9	1012.19	1012.19	14.82	1,009.69
11	331.4	24.13	977.84	977.84	12.85	973.82
12	353	23.56	975.47	975.47	12.71	971.31
13	359.9	23.41	974.75	974.75	12.66	970.51
14	363.3	23.34	974.34	974.34	12.64	970.12
15	366.5	23.28	973.94	973.94	12.62	969.75
16	372.9	23.16	973.02	973.02	12.58	969.01
17	399.3	23.55	969.85	969.85	12.40	965.95
18	415.1	24.02	968.16	968.16	12.30	964.13
19	541.3	22.87	952.58	952.58	11.48	949.65
20	545.5	23.14	941.87	941.87	11.45	949.17
21	737	21.8	933.62	933.62	10.21	927.56
22	5168.9	3.1	547.88	547.88	-18.60	527.97
23	5246.9	4.25	540.48	540.48	-19.10	522.47
24	5252.6	4.53	539.87	539.87	-19.14	522.07
25	5263.8	5.25	540.76	540.76	-19.21	521.28
26	5280.8	5.6	539.83	539.83	-19.33	520.09
27	5298.2	4.53	538.64	538.64	-19.44	518.87
28	5304.1	4.08	538.22	538.22	-19.48	518.46
29	5403.5	1.85	532.11	532.11	-20.12	511.56
30	5407.7	1.58	531.85	531.85	-20.15	511.27
31	5412	1.32	531.49	531.49	-20.18	510.97
32	5432.9	0.45	530.18	530.18	-20.31	509.53
33	5504.5	-0.4	525.39	525.39	-20.78	504.62
34	5517	0.1	524.56	524.56	-20.86	503.77
35	5525.2	0.48	523.98	523.98	-20.91	503.21
36	10350.3	-23.22	276.45	276.45	-52.28	250.41
37	10347	-23.02	276.64	276.64	-52.26	250.54
38	10343.5	-22.86	276.89	276.89	-52.23	250.68
39	10333.1	-22.62	277.27	277.27	-52.17	251.08
40	10329.7	-22.58	277.44	277.44	-52.14	251.21
41	10326.4	-22.5	277.54	277.54	-52.12	251.34
42	10323	-22.42	277.73	277.73	-52.10	251.47
43	10316.1	-22.36	277.96	277.96	-52.05	251.74
44	10312.5	-22.39	277.99	277.99	-52.03	251.88
45	10308.9	-22.36	278.16	278.16	-52.01	252.02
46	10298.3	-22.48	278.46	278.46	-51.94	252.43
47	10277.2	-24.48	279.55	279.55	-51.80	253.26
48	10273.8	-24.34	279.62	279.62	-51.78	253.39
49	10264	-23.86	279.99	279.99	-51.72	253.77
50	10254.5	-23.3	280.32	280.32	-51.65	254.15
51	10232.1	-22.48	281.07	281.07	-51.51	255.03
52	10221.3	-22.28	281.41	281.41	-51.44	255.45

Dari data diatas dapat diketahui antara suhu dan juga tekanan secara karakteristik penurunan sama, namun hasil data berbeda dikarenakan hasil kalkulasi ISA data yang diambil dilakukan di wilayah subtropis dan kami melakukan pengambilan data di wilayah tropis. Untuk kelembaban terhadap suhu karekteristik hasilnya akan diketahui berdasarkan teori yaitu nilai kelebaban akan berbanding terbalik dengan nilai suhu.

4.5 Analisis kinerja kamera

Didalam analisis kamera serial LS-Y201, dilakukan pengujian terhadap kemampuan kecepatan pengambilan gambar. Langkah untuk melakukan pengujian ini dilakukan dengan menghitung kinerjanya menggunakan waktu rata –rata yang dibutuhkan untuk mengambil setiap satu gambar dan mendapat hasilnya sebesar 30,087 detik untuk setiap pengambilan gambar dengan resolusi 640 x 480 pixel.

4.6 Analisis Konsumsi Arus Dan Daya setiap modul pada OBDH

Analisis konsumsi arus dan daya dilakukan untuk menghitung total konsumsi arus dan juga daya yang dibutuhkan oleh OBDH tersebut. Dan dibawah ini adalah tabel dari arus dan daya dari setiap masing – masing modul yang terpasang ;

Tabel 11 Tabel Konsumsi Arus dan daya

No	Komponen	Arus (mA)	Daya(mW)
1	Mikrokontroller arduino NANO	40	200
2	Radio 3DR	100	500
3	SHT75	0.016	0.08
4	BMP180	0.65	3.25
5	Sensor Kecepatan angin	40	200
6	GPS	50	250
7	Kamera	100	500
TOTAL		330.666	1653.33

5. KESIMPULAN

Berikut ini adalah kesimpulan yang telah diambil dari hasil pengujian yang dilakukan

- Hasil perancangan OBDH (*On-Board Data Handling)* sudah berhasil dibuat berdasarkan fungsinya. Ini sesuai yang dibutuhkan yaitu dapat mampu mengukur parameter atmosfer, telemetri dengan jarak jauh, dan juga pengambilan data gambar.
- Jarak pengiriman data dari muatan dengan menggunaka radio 3DR dengan *baudrate 9600* di LOS (*Line Of Sight)* adalah sejauh 10000 meter.
- Hasil pengambilan gambar dengan kamera LS-Y201 jika resolusi gambar semakin kecil maka semakin cepat pula pengiriman data gambar yg didapat.
- Berdasarkan dari fitur OBDH tersebut, penggunaan sistem OBDH lebih baik dari kehandalannya dan juga flesibilitasya dari pada sistem tanpa OBDH.

Daftar Pustaka

[1] Cahyono, D. 2013. Perancangan dan Realisasi OBDH (On-Board Data Handling) Remote Sensing Payload untuk Aplikasi Nanosatelit berbasis Sistem FPGA (Field Programmable Gate Array). Skripsi. Bandung: Fakultas Teknik Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Telkom.

[2] Fanfani, Andro Anditya, Erwin Susanto dan Unang Sunarya. 2014. Perancangan dan Realisasi OBDH (On-Board Data Handling) Untuk Sistem Balon Berbasis Mikrokontroller ARM LPC 1768. Jurnal. Bandung: Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.

[3] ta141501028.blog.lskk.ee.itb.ac.id/tag/crossed-dipole/

[4] Mahfudi, Isa. 2013. Antena Dan Propagasi. Tugas Kuliah. Malang: Politeknik Negri Malang

[5] Cavcar, Mustafa. 2015. The International Standard Atmosphere (ISA). 26470 Eskisehir, Turkey. Anadolu University