

## PEMBUATAN RADIOSONDA UNTUK MENGUKUR PROFIL PARAMETER ATMOSFER DAN VALIDASINYA MENGGUNAKAN RS92-SGP

Asif Awaludin<sup>1</sup>, Ginaldi Ari N<sup>1</sup>, Timbul Manik<sup>2</sup>, Chunaeni Latief<sup>1</sup>, Halimurrahman<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer <sup>2)</sup> Pusat Sains Antariksa

Email: asif\_aw@yahoo.co.id

### Abstrack

Has been developed radiosonde for pressure, temperature, dan humidity profile measurement. As pressure sensor was used MPX4100API, while as temperature and humidity sensor was used SHT11. Data communication between radiosonde and ground segment using frequency of 408 MHz and modulation of FM-FSK. Radiosonda data validation was performed by launching it together with RS92-SGP Vaisala using 2000 gram balloon in Pameungpeuk, Garut regency. Data obtained from validation show that accuracy level of MPX4100API is close to one. While SHT11 data, after calibrated, has temperature accuracy level of 0,996 and humidity accuracy level of 0,962. Further, MPX4100API only able to measure pressure until 154 hPa, while SHT11 only able to measure temperature until  $-40^{\circ}\text{C}$  and humidity until 3%.

**Keywords :** radiosonde, profile, MPX4100API, SHT11.

### Abstrak

Telah dikembangkan radiosonda untuk mengukur profil tekanan, suhu, dan kelembaban udara. Sensor tekanan yang digunakan adalah MPX4100API. Sedangkan sensor suhu dan kelembaban udara yang digunakan adalah SHT11. Komunikasi data antara radiosonda dengan ruas bumi menggunakan radio dengan frekuensi 408 MHz dan modulasi FM-FSK. Validasi data radiosonda dilakukan dengan meluncurkannya bersama RS92-SGP buatan Vaisala menggunakan balon 2000 gram di Pameumpeuk Garut. Data hasil validasi menunjukkan bahwa tingkat akurasi sensor MPX4100API mendekati satu. Sedangkan sensor SHT11 setelah dilakukan kalibrasi mempunyai tingkat akurasi untuk pengukuran suhu udara 0,996 dan untuk pengukuran kelembaban udara 0,962. Selain itu juga diketahui bahwa sensor MPX4100API hanya mampu melakukan pengukuran hingga tekanan 154 hPa. Sedangkan sensor SH11 hanya mampu melakukan pengukuran suhu udara hingga  $-40^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban udara hingga 3%.

**Kata kunci:** radiosonda, profil, MPX4100API, SHT11.

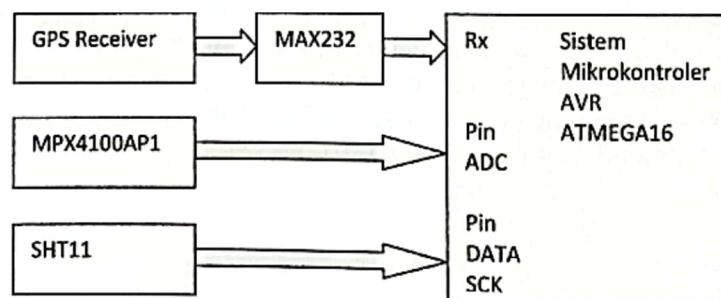
## 1. PENDAHULUAN

Tekanan, suhu, dan kelembaban udara merupakan parameter penting dalam atmosfer karena pengaruhnya dalam proses pembentukan awan dan terjadinya presipitasi. Ketiga parameter tersebut juga sangat menentukan dalam keberhasilan penerbangan pesawat dan roket. Oleh karena itu profil vertikalnya sangat diperlukan dalam proses peramalan cuaca, penelitian dinamika atmosfer, analisis aerodinamis penerbangan pesawat dan roket.

Pengukuran profil vertikal tekanan, suhu, dan kelembaban udara dapat dilakukan menggunakan beberapa cara, diantaranya penginderaan jauh satelit dan pengukuran radiosonda. Pada penelitian ini dikembangkan radiosonda untuk mengukur ketiga parameter tersebut.

## 2. PEMBUATAN RADIOSONDE

Radiosonda yang telah dibuat terdiri dari dua bagian. Bagian pertama adalah sistem sensor yang terdiri dari sistem mikrokontroler, GPS receiver, sensor tekanan udara, sensor suhu udara, dan sensor kelembaban udara. Blok diagram sistem sensor ditunjukkan dalam Gambar 1. Tipe sensor yang digunakan dan spesifikasi teknisnya ditunjukkan dalam Tabel 1.



Gambar 1: Blok diagram sistem sensor.

Sinyal keluaran sensor MPX4100AP1 dengan tegangan DC antara 0 – 5V yang menyatakan tekanan udara seperti ditunjukkan persamaan 1. Persamaan tersebut

dijalankan oleh sistem mikrokontroler setelah mengkonversi sinyal keluaran menjadi data digital menggunakan ADC internal 10 bit.

$$V_{out} = V_2 (P \times 0.01059 - 0.1518) \pm (Press\ error \times Temp\ Factor \times 0.01059 \times V_2) \quad (1)$$

$$V_2 = 5.1V \pm 0.25V_{DC} \quad (2)$$

Dimana  $V_{out}$  adalah sinyal keluaran sensor, P tekanan udara,  $V_{DC}$  tegangan catu daya, Press error  $\pm 1,5$  kPa, Faktor temperatur sebesar 3 untuk range suhu  $-40-0^{\circ}\text{C}$  dan 1 untuk  $0-80^{\circ}\text{C}$ .

**Tabel 1.** Spesifikasi Teknis Sistem Sensor

Sensor	Posisi Lintang, Bujur, Ketinggian	Tekanan	Suhu	Kelembaban
Jenis sensor	GPS Receiver BR-355	MPX4100AP1	SHT11	SHT11
Suhu Operasi	$-40 - 85^{\circ}\text{C}$	$-40 - 125^{\circ}\text{C}$	$-40 - 123,8^{\circ}\text{C}$	$-40 - 123,8^{\circ}\text{C}$
Range Ukur	0 – 180 LU/LS 0 – 180 BT/BB Ketinggian : 0 - 18 km	20 – 105 kPa	$-40 - 123,8^{\circ}\text{C}$	0 – 100 %

Data SHT11 merupakan data biner yang kemudian dikonversi menjadi data suhu (T) menggunakan persamaan 3 dan menjadi data kelembaban menggunakan persamaan 5.

$$T = d_1 + d_2 \times SO_T \quad (3)$$

$$RH_{inter} = c_1 + c_2 \times SO_{RH} + c_3 \times SO_{RH}^2 (96RH) \quad (4)$$

$$RH_{true} = (T_c - 25) \times (c_4 + c_5 \times SO_{RH}) + RH_{inter} \quad (5)$$

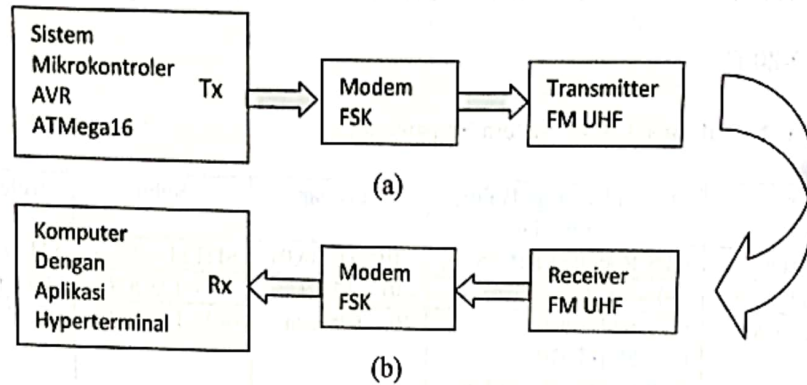
Dimana  $SO_T$  adalah data biner suhu dan  $SO_{RH}$  data biner kelembaban hasil akuisisi.  $d_1 = -40,1$ ,  $d_2 = 0,01$ ,  $RH_{inter}$  kelembaban sebelum kompensasi suhu,  $RH_{true}$  kelembaban setelah kompensasi suhu,  $c_1 = -2,0468$ ,  $c_2 = 0,0367$ , dan  $c_3 = -1,5955 \times 10^{-6}$ , dan  $T_c$  suhu pengukuran.

Data yang dihasilkan oleh sistem sensor diolah oleh sistem mikrokontroler hingga dihasilkan data seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Keluaran Sistem Mikrokontroler.

Contoh data			
\$GWML,185218.000,0739.0363,S,10741.5520,E,27.7,1008.3,27.24,86.69,*0B			
Bagian Data	Keterangan	Bagian Data	Keterangan
\$GWML	Header	27.7	Above sea level (m)
185218.000	Waktu UTC	1008.3	Tekanan Udara (hPa)
0739.0363	Latitude	27.24	Suhu Udara ( <sup>o</sup> C)
S	S = South, N = North	86.69	Kelembaban Udara (%)
10741.5520	Longitude	0B	Checksum
E	E = East, W = West		

(Sumber : hasil pengolahan data pengukuran )



**Gambar 2:** Blok diagram sistem komunikasi data radiosonda (a) Bagian transmitter pada radiosonda (b) Bagian receiver pada ruas bumi.

**Tabel 3.** Spesifikasi teknis sistem komunikasi data radiosonda

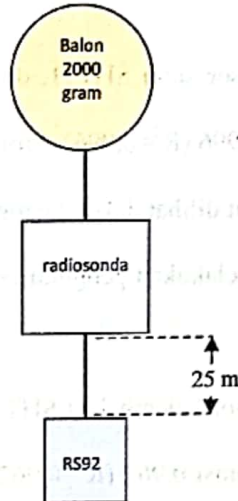
Modulator FSK		Transmitter FM UHF	
Tipe IC	TCM3105	Tipe Radio	Alinco DJ496
Mode Operasi	Standar BELL 202	Modulasi	FM
Frekuensi clock	4,4336 MHz	Frekuensi	408 MHz
Frekuensi Mark & Space	1200 Hz. & 2200 Hz	Deviasi Maksimum	±5 KHz
Data digital (Rxd/Txd)	TTL serial 1200 bps	Daya	0.8 Watt

Bagian kedua dari radiosonda adalah sistem komunikasi data FM-FSK. Bagian ini terdiri dari modulator FSK dan transmitter FM UHF. Blok diagramnya ditunjukkan pada Gambar 2, spesifikasi teknisnya ditunjukkan dalam Tabel 3. Data radiosonda akan diterima oleh ruas bumi yang terdiri dari receiver FM UHF, modulator FSK, dan aplikasi Hyperterminal pada komputer.

### 3. PENGUJIAN DAN VALIDASI

Pengujian dan validasi dilakukan dengan meluncurkan radiosonda dan RS92-SGP Vaisala sekaligus menggunakan balon 2000 gram. Peluncuran dilakukan pada

pukul 01 WIB tanggal 25 Oktober 2011 di Cilauteureun Pameungpeuk Garut. Spesifikasi teknis RS92-SGP ditunjukkan dalam Tabel 4. Skema pemasangan radiosonda dan RS92-SGP pada balon ditunjukkan dalam Gambar 3. Beda jarak radiosonda dan RS92-SGP 25 meter, untuk menghindari terjadinya interferensi radio pada radiosonda.



Gambar 3: Skema pemasangan radiosonda dan RS92-SGP pada balon.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran sensor tekanan MPX4100AP1, bila dibandingkan dengan sensor tekanan udara dari RS92-SGH, mempunyai tingkat akurasi mendekati satu ( $R^2=1$ ). Profil vertikal tekanan udara masing-masing sensor juga sama persis. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.a dan 4.b. Dari data pengukuran juga diketahui bahwa sensor MPX4100AP1 hanya mampu melakukan pengukuran hingga 154 hPa.

Tabel 4. Spesifikasi teknis RS92-SGP.

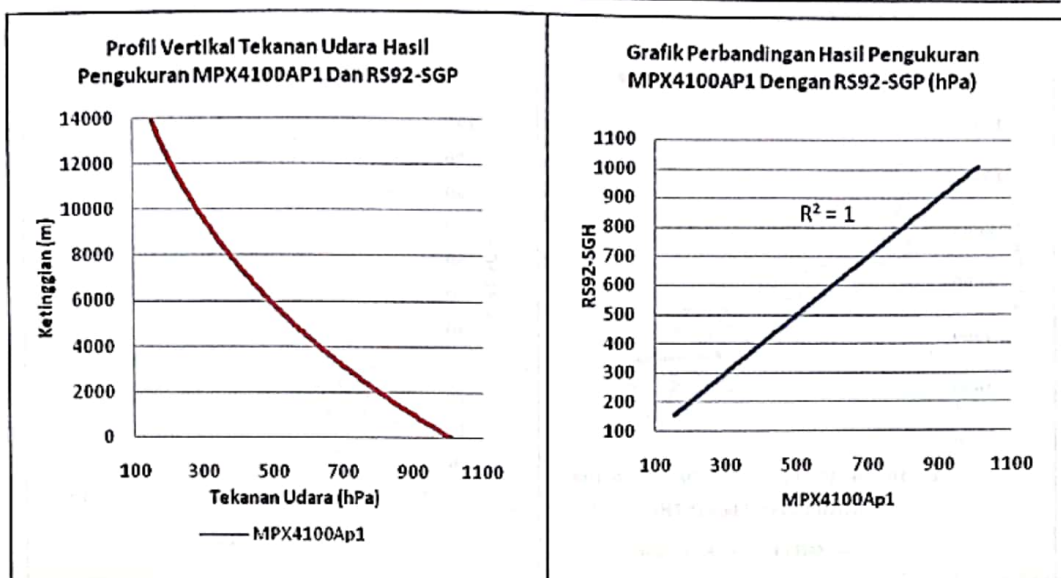
Jenis	Spesifikasi
Transmitter	
- Frekuensi kerja	403,3 MHz
- Modulasi	GFSK
- Deviasi, peak to peak	4,9 kHz
- Daya keluaran	60 mW minimum
- Data downlink	2400 bps
Sensor GPS	
- Tipe	Code correlating GPS receiver (SA Off, PDOP < 4)

- Jumlah saluran	12
Sensor suhu udara	
- Tipe sensor	Capacitive Wire
- Range pengukuran	-160 sampai -90 <sup>0</sup> C
Sensor kelembaban udara	
- Tipe sensor	Thin film capacitor, heated twin sensor
- Range pengukuran	0 – 100 % RH
Sensor tekanan udara	
- Tipe sensor	Silicon
- Range pengukuran	1080 sampai 3 hPa

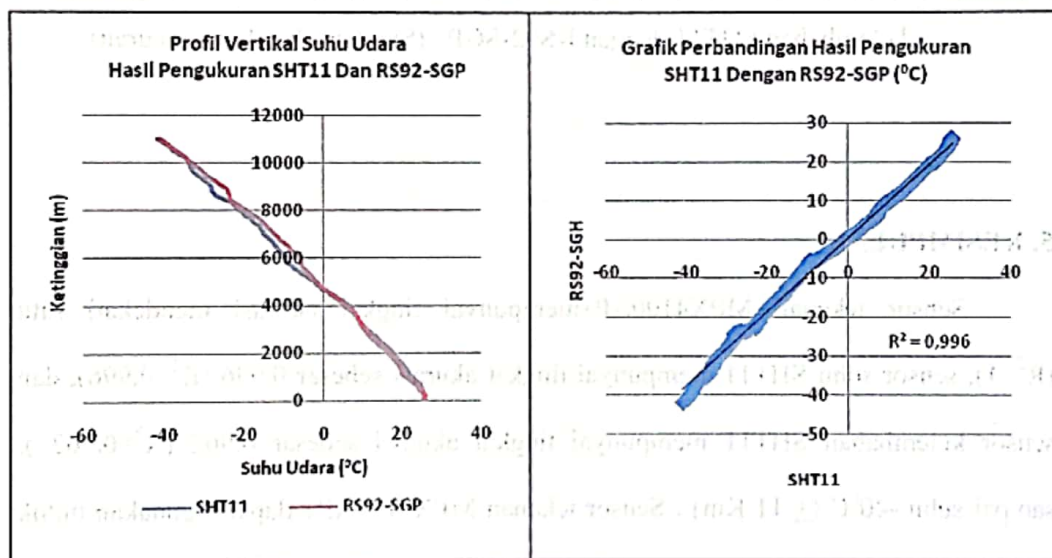
Hasil pengukuran sensor suhu SHT11, dibandingkan dengan data RS92-SGH, mempunyai tingkat akurasi 0,996 ( $R^2=0,996$ ). Profil vertikal suhu udara masing-masing sensor juga sama. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 5.a dan 5.b. Terlihat bahwa sensor suhu SHT11 hanya mampu melakukan pengukuran hingga -40<sup>0</sup>C, pada ketinggian  $\pm$  11 Km.

Hasil pengukuran sensor kelembaban SHT11, dibandingkan dengan data RS92-SGH, mempunyai tingkat akurasi 0,962 ( $R^2=0,962$ ). Profil vertikal suhu udara masing-masing sensor juga hampir sama. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 6.a dan 6.b. Terlihat bahwa sensor kelembaban SHT11 hanya mampu melakukan pengukuran dengan benar hingga 3% dan pada suhu kerja hingga -40<sup>0</sup>C ( $\pm$  11 Km).

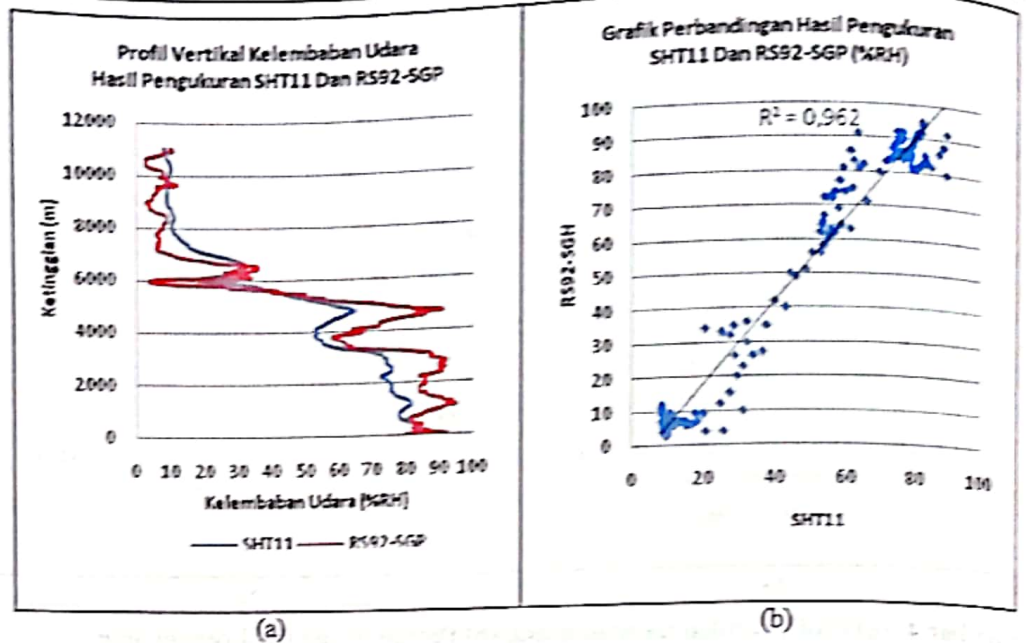
Dari data hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa sensor tekanan MPX4100API dapat digunakan untuk pengukuran profil vertikal tekanan udara hingga ketinggian 14 km dan atau tekanan udara 154 hPa. Sedangkan sensor suhu dan kelembaban udara SHT11 hingga ketinggian 11 km dan atau suhu udara -40<sup>0</sup>C.



**Gambar 4:** (a) Profil vertikal tekanan udara. (b) Perbandingan hasil pengukuran MPX4100AP1 dengan RS92-SGP. (Sumber : hasil pengukuran)



**Gambar 5:** (a) Profil vertikal suhu udara. (b) Perbandingan hasil pengukuran suhu SHT11 dengan RS92-SGP. (Sumber : hasil pengukuran)



Gambar 6: (a) Profil vertikal kelembaban udara. (b) Perbandingan hasil pengukuran kelembaban SHT11 dengan RS92-SGP. (Sumber : hasil pengukuran)

## 5. KESIMPULAN

Sensor tekanan MPX4100API mempunyai tingkat akurasi mendekati satu ( $R^2=1$ ), sensor suhu SHT11 mempunyai tingkat akurasi sebesar 0,996 ( $R^2=0,996$ ), dan sensor kelembaban SHT11 mempunyai tingkat akurasi sebesar 0,962 ( $R^2=0,962$ ), sampai suhu  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 11$  Km). Sensor tekanan MPX4100API dapat digunakan untuk pengukuran profil vertikal tekanan udara hingga ketinggian 14 km dan atau tekanan udara 154 hPa. Sedangkan sensor suhu dan kelembaban udara SHT11 dapat digunakan untuk pengukuran profil vertikal suhu dan kelembaban udara hingga ketinggian 11 km dan atau suhu udara  $-40^{\circ}\text{C}$ .



---

---

## DAFTAR RUJUKAN

Anonymous, Integrated Silicon Pressure Sensor Manifold Absolute Pressure Sensor On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated MPX4100A Series, Freescale Semiconductor Inc, 1997, Diunduh dari <http://www.freescale.com> pada Nopember 2011.

Anonymous, Datasheet SHT1x Humidity And Temperature Sensor, Sensirion, 2010, Diunduh dari <http://www.sensirion.com> pada Nopember 2011.

Anonymous, Vaisala Radiosonde RS92-SGP, Vaisala, 2010, Diunduh dari <http://www.vaisala.com> pada Nopember 2011.

Anonymous, VHF FM Transceiver DJ-196 UHF FM Transceiver DJ-496 Instruction Manual, Alinco Inc, Diunduh dari [www.alinco.com](http://www.alinco.com) pada Oktober 2011.

Anonymous, TCM3105DWL, TCM3105JE, TCM3105JL, TCM3105NE, TCM3105NL, FSK MODEM, Texas Instruments Inc, 1985, Diunduh dari [www.tcm3105.com](http://www.tcm3105.com) pada Nopember 2011.