

## **PENGEMBANGAN RADIOSONDA BERBASIS SENSOR KECEPATAN ANGIN MODERN DEVICE**

Sartika, Ginaldi Ari Nugroho, Asif Awaluddin  
Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer – LAPAN  
[sartika@lapan.go.id](mailto:sartika@lapan.go.id)

### **Abstrak**

Sensitivitas sensor *Modern Device* merupakan parameter yang penting untuk pemilihan sensor angin radiosonda. Sensitivitas sensor diperlukan karena radiosonda digunakan untuk mengukur parameter atmosfer, salah satunya adalah kecepatan angin. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sensitivitas sensor angin *Modern Device* terhadap perubahan kecepatan angin di ketinggian tertentu. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan data sensor kecepatan angin *Modern Device* dengan sensor kecepatan angin *Automatic Weather Stations* (AWS) dan menghitung korelasi antara data sensor kecepatan angin *Modern Device* dengan sensor kecepatan angin AWS. Data diplot dalam diagram kartesian kemudian dilakukan analisis regresi menggunakan tipe garis regresi (*trendline*) linear untuk mendapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ). Dari nilai koefisien determinasi tersebut dapat diperoleh nilai korelasi antara data dari sensor kecepatan angin *Modern Device* dan AWS. Hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat sensitivitas sensor *Modern Device* sebesar 1,3253 m/s. Korelasi antara Sensor *Modern Device* dan AWS sebesar 0,91 yang berarti variabel terukur dari kedua sensor memiliki keterkaitan yang kuat.

Kata kunci : Radiosonda, *Modern Device*, *Trendline*, *Automatic Weather Stations*

### **Abstract**

*Sensitivity of Modern Device sensor is a important parameter for the selection on wind sensor radiosonda. The sensitivity of sensor is needed because radiosonda used to measure atmospheric parameters, one of which is the wind speed. Therefore it is necessary to investigate the sensitivity of Modern wind sensor device to change the wind speed at a certain height. This was conducted by comparing the data of wind speed sensor Modern Device with Automatic Weather Stations (AWS) wind speed sensor and calculates the correlation between wind speed data of Modern Device sensor with wind speed of AWS sensor. The data was plotted in Cartesian diagram then performed a regression analysis using the type of regression line (trendline) linearly to obtain the coefficient of determination ( $R^2$ ). From the coefficient of determination can be obtained correlation values between the data of wind speed sensor Modern Device and AWS. The results obtained Modern Device sensor sensitivity level of 1.3253 m / s. Correlation between Modern Sensor Device and AWS of 0.91 indicated a strong relationship.*

*Key words: Radiosonde , Modern Device, Trendline, Automatic Weather Stations*

## **1. PENDAHULUAN**

Salah satu Instrumen pengamatan parameter atmosfer telah banyak dikembangkan saat ini adalah radiosonda. Instrumen ini berasal dari dua kata, yaitu radio dan sonde. Radio adalah gelombang elektromagnetik yang merambat pada frekuensi 100 kHz – 100 GHz, sedangkan sonde merupakan bahasa Perancis dari probe[1]. Radiosonda adalah sebuah balon cuaca yang diterbangkan bersama dengan rangkaian elektronika beberapa sensor parameter atmosfer dan sebuah radio untuk mengirimkan data ke penerima. Sensor yang dimaksud adalah sensor tekanan, kelembaban, suhu, kecepatan angin dan GPS (*Global Positioning Systems*).

Kecepatan angin merupakan salah satu data yang diperlukan untuk pengukuran parameter atmosfer. Selama ini di Lapan, perekaman profil angin masih menggunakan data GPS[2]. Namun, karena keterbatasan akurasi untuk mengukur perpindahan, yang menyebabkan GPS kurang peka terhadap getaran yang sangat kecil[3]. Keterbatasan GPS tersebut menyebabkan tidak efisiennya GPS untuk mengukur kecepatan angin. Oleh karena itu, pengukuran kecepatan angin dilakukan menggunakan alternatif sensor lain yang ringan dan mempunyai sensitivitas tinggi terhadap perubahan kecepatan angin. Maka digunakanlah sensor *Modern Device* yang memiliki kelebihan pada kecepatan angin rendah sampai medium, sensor yang murah dan khusus didesain untuk rangkaian elektronika.

Sensor kecepatan angin *Modern Device* menggunakan prinsip anemometer thermal atau dikenal dengan sebutan teknik *hot wire*. Teknik *hot wire* ini melibatkan pemanasan elemen kawat hingga temperatur konstan. Kemudian jika ada angin yang melewati kawat maka akan terjadi pendinginan pada kawat tersebut. Perubahan temperatur kawat sebagai indikasi adanya perubahan kecepatan angin. Pengukuran tegangan diperlukan untuk dapat mempertahankan temperatur elemen kawat yang dipanaskan ketika terjadi perubahan angin. Tegangan yang diukur ini berbanding lurus dengan kuadrat kecepatan angin[4].

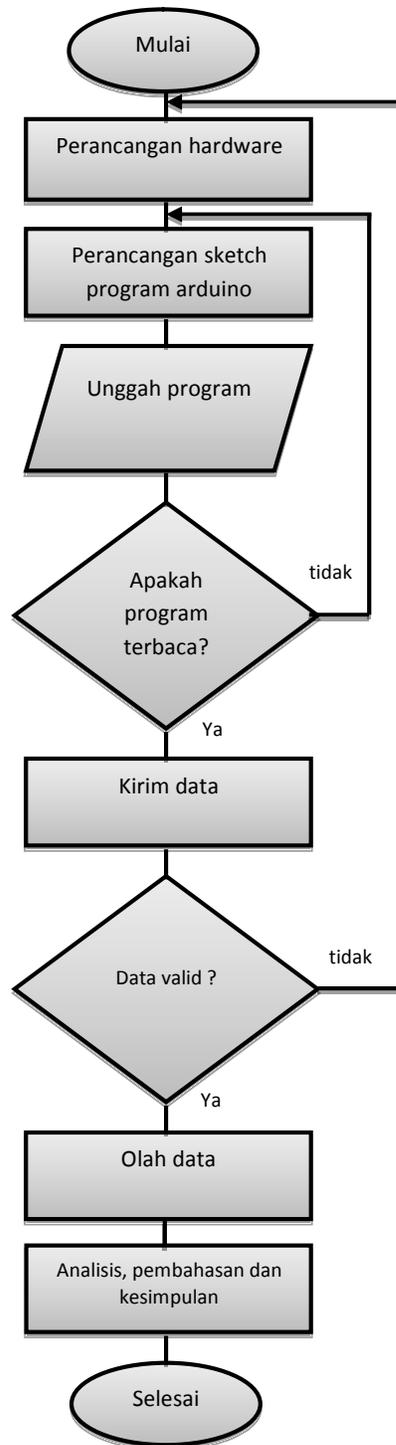
Sensitivitas sensor diperlukan karena radiosonda digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sensitivitas sensor angin *Modern Device* terhadap perubahan kecepatan angin di ketinggian tertentu. Maka diperlukan data pembanding dari alat yang telah terkalibrasi yaitu *Automatic Weather Stations* (AWS).

Alat ukur parameter cuaca atau AWS adalah suatu sistem yang terdiri dari serangkaian sensor-sensor yang saling terintegrasi yang digunakan untuk pengamatan cuaca. AWS didesain agar mampu merekam data secara otomatis dan dan menampilkan data pada *display* sehingga pengamatan menjadi lebih mudah. Parameter cuaca yang diukur dengan AWS adalah suhu udara, kelembaban, curah hujan, kecepatan angin, arah angin, tekanan atmosfer, radiasi matahari. Beberapa tipe AWS sudah mampu mengukur ketinggian awan, badai, tanah suhu pada ketinggian yang berbeda, dan suhu terestrial [5][6]. Dalam penelitian ini tipe AWS yang digunakan adalah Davis Instruments Vantage Pro2.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengukuran kecepatan angin dengan menggunakan sensor kecepatan angin *Modern Device*. Percobaan ini menggunakan data pembanding dari sensor kecepatan angin AWS. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat sensitivitas sensor kecepatan angin *Modern Device*. Hal tersebut dilakukan dengan membandingkan data terhadap perubahan kecepatan angin dengan data AWS. Kemudian, menghitung koefisien korelasi antara data sensor kecepatan angin *Modern Device* dan sensor kecepatan angin AWS.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2-1. Penelitian ini dimulai dengan merancang sistem sensor pada radiosonda.

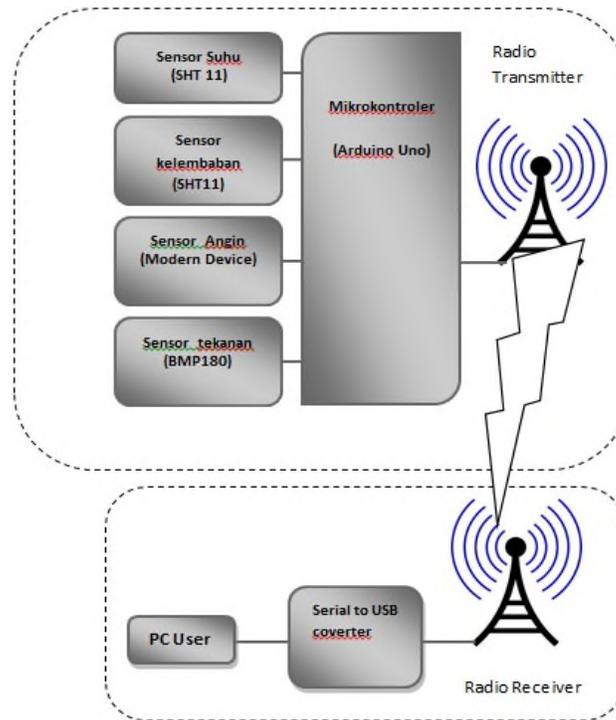


**Gambar 2-1. Flowchart penelitian**

### 2.1 Perancangan *Hardware*

Seperti yang dijabarkan pada Gambar 2-2, menunjukkan sistem sensor pada radiosonda secara umum. Mikrokontroler sebagai pusat yang mengontrol data dari sensor-sensor yang selanjutnya data-data tersebut dikirimkan ke penerima melalui radio pemancar. Pada sisi penerima, data-data tersebut diterima oleh radio

penerima yang kemudian selanjutnya akan ditambahkan pada layar komputer pengguna secara *real time*. Pada penelitian ini akan difokuskan pada sensor kecepatan angin saja.



Gambar 2-2. Blok diagram sistem sensor Radiosonda

## 2.2 Perancangan Program Mikrokontroler Arduino

Pada sisi pengirim, perancangan program Arduino dilakukan di *The open-source Arduino Software (IDE)* atau sering disebut Arduino IDE. *Software* ini merupakan media yang membuat perintah-perintah untuk menghasilkan serangkaian data yang diperoleh dari sensor yang terhubung dengan mikrokontroler. Perintah-perintah yang berupa *sketch* program tersebut kemudian diunggah ke mikrokontroler.

## 2.3 Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan beberapa hari secara bertahap. Pada bulan Januari, pengambilan data dilakukan pada tanggal 14, 15, 16, 19, 20 Januari 2015. Pada bulan Maret pengambilan data dilakukan pada tanggal 9-13 dan 24-26 Maret 2015. Waktu pengambilan data dari pagi hingga sore, antara pukul 07.00 s.d pukul 17.00 WIB.

Pada saat pengambilan data, sistem pengirim yaitu sensor kecepatan angin *Modern Device* diletakkan di lokasi yang sama dengan sensor kecepatan angin AWS sebagai pembandingan. Sensor-sensor tersebut diletakkan di lantai 5 (*rooftop*) gedung LAPAN Bandung. Posisi 2 sensor ini sama tinggi yaitu  $\pm 25$  m dari permukaan tanah, sejajar tetapi terpisah jarak  $\pm 2$  m. Sistem penerima terletak di lantai 2 gedung yang sama.

## 2.4 Pengolahan data

Data yang diterima adalah berupa *raw data*. Data pada bulan Januari, awalnya sistem penerima diprogram untuk menyimpan data setiap 5 menit. Pada bulan Maret diubah menjadi setiap 10 detik. Data pembandingan, yaitu dari AWS menyimpan data setiap 15 menit. Data kecepatan angin AWS merupakan nilai dari kecepatan rata-rata angin [7]. Oleh karena itu, data yang diterima dari sensor kecepatan angin *Modern Device* dirata-ratakan secara manual di *Microsoft Excel* per 15 menit mengikuti format data AWS.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

Dimana

$\bar{x}$  = rata-rata hitung

$x_i$  = nilai sampel ke- $i$

$n$  = jumlah sampel

Data rata-rata dari kedua sensor kecepatan angin ini kemudian dibuat grafik dalam satu bidang diagram. Sehingga dalam satu diagram terdapat dua grafik yang menunjukkan besar kecepatan angin pada satu periode pengambilan data.

Pasangan data dari kedua sensor kecepatan angin diplot pada diagram kartesian dengan sumbu X adalah data kecepatan angin AWS dan sumbu Y adalah data kecepatan angin *Modern Device*. Kemudian dilakukan analisis regresi dengan menggunakan tipe garis regresi (*trendline*) linear untuk mendapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ). Rumus koefisien determinasi dapat dilihat dibawah ini [8] :

$$R^2 = \frac{(\sum(Y-\hat{Y})^2)}{(\sum(Y-\bar{Y})^2)} \quad (2)$$

$R^2$  = besarnya koefisien determinasi

$Y$  = nilai variabel dependen Y

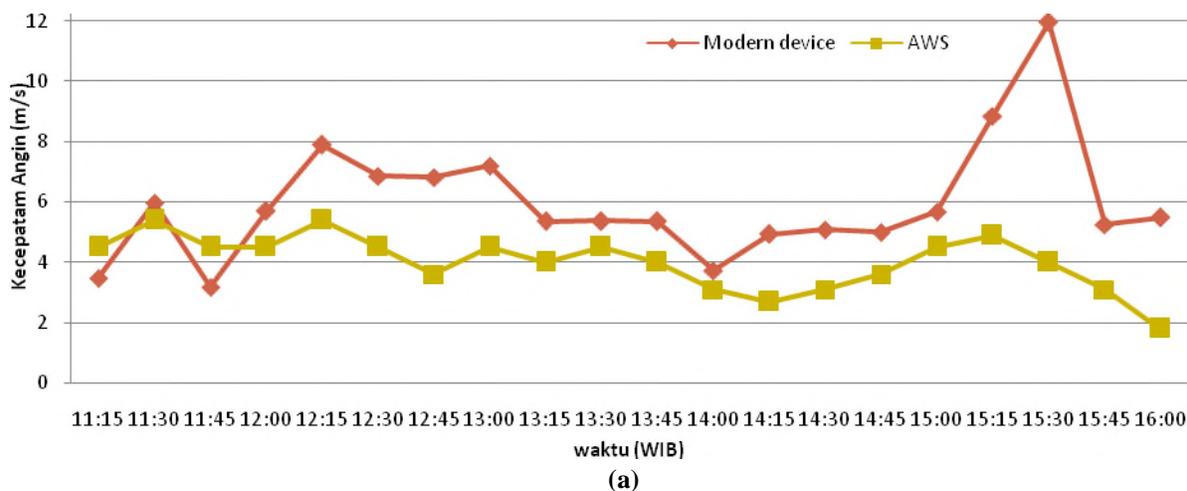
$\hat{Y}$  = nilai estimasi Y

$\bar{Y}$  = nilai rata-rata varians Y

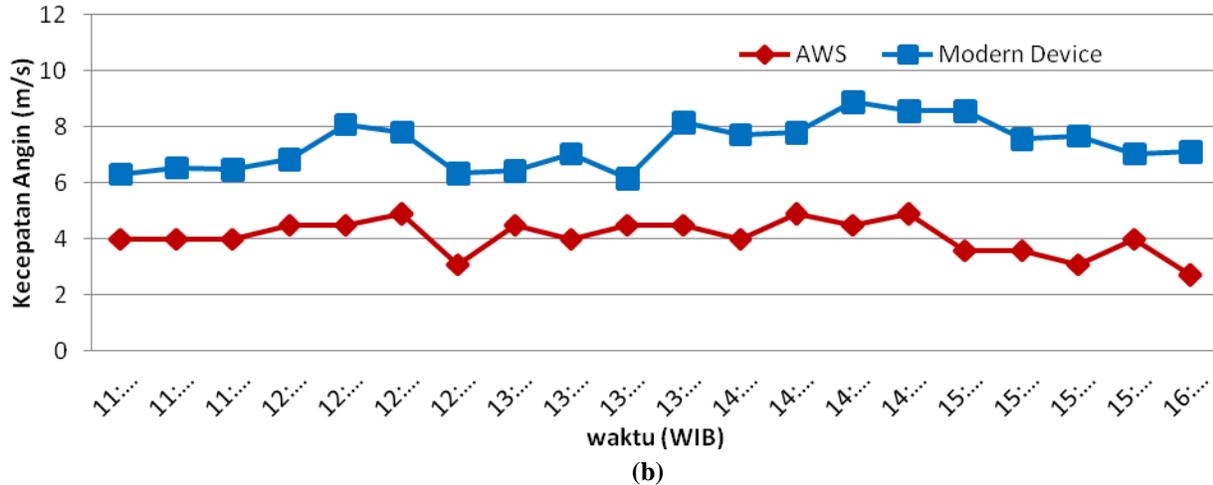
Hubungan (korelasi) antara tingkat kesensitivian sensor dilakukan dengan melihat pola kecenderungan dari berbagai hasil pengujian tersebut dalam satu bentuk diagram.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data kecepatan angin yang diperoleh dari sensor *Modern Device* yang dibandingkan dengan data dari sensor kecepatan angin AWS. Hasil pengambilan data digambarkan dalam bentuk grafik di bawah ini.



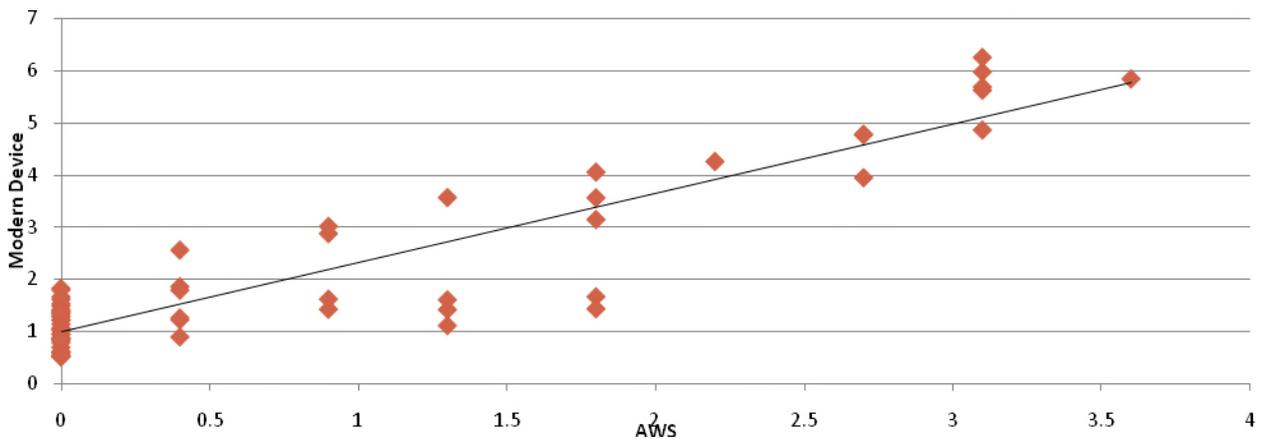
Gambar 3-1(a). Grafik perbandingan data kecepatan angin sensor *Modern Device* dan AWS pada tanggal 19 Januari 2015 (a); tanggal 11 Maret 2015 (b)



Gambar 3-1 (b). Grafik perbandingan data kecepatan angin sensor *Modern Device* dan AWS pada tanggal 19 Januari 2015 (a); tanggal 11 Maret 2015 (b)

Tingkat kepekaan sensor *Modern Device* terhadap perubahan kecepatan angin dapat dilihat pada Gambar 3-1 (a) dan (b), grafik data tanggal 19 Januari 2015 dan tanggal 11 Maret 2015. Terlihat bahwa pada grafik 19 Januari 2015, untuk tingkat kepekaan mendeteksi kecepatan angin, sensor *Modern Device* mendeteksi nilai kecepatan angin yang lebih tinggi. Begitu pula pada data pada tanggal 11 Maret 2015, terlihat nilai dari kecepatan angin sensor *Modern Device* lebih tinggi dibanding dengan AWS. Pada data tanggal 19 Januari 2015, selisih data kecepatan angin sensor *Modern Device* rata-rata sebesar 61% lebih tinggi dibanding data AWS. Sedangkan pada tanggal 11 Maret 2015 selisih data kecepatan angin sensor *Modern Device* rata-rata sebesar 80% lebih tinggi dibanding data AWS.

Jika dilihat dari pola perubahan kecepatan angin, data pada tanggal 19 Januari 2015 kurang mengikuti pola data AWS jika dibandingkan pola data pada tanggal 11 Maret 2015. Hal tersebut disebabkan karena proses sampling data pada tanggal 19 Januari 2015 dilakukan setiap 5 menit sehingga dalam 15 menit hanya terdapat 3 data sampling. Sedangkan pada tanggal 11 Maret 2015 dilakukan sampling data setiap 10 detik, sehingga dalam 15 menit terdapat 90 data. Semakin tinggi frekuensi sensor merekam kecepatan angin, maka sensor semakin rinci mengukur perubahan kecepatan angin. Pada pengambilan data bulan Januari periode sensor *Modern Device* merekam data (proses sampling) masih kurang Sehingga pada bulan Maret periode sensor *Modern Device* merekam data ditingkatkan menjadi 10 detik.

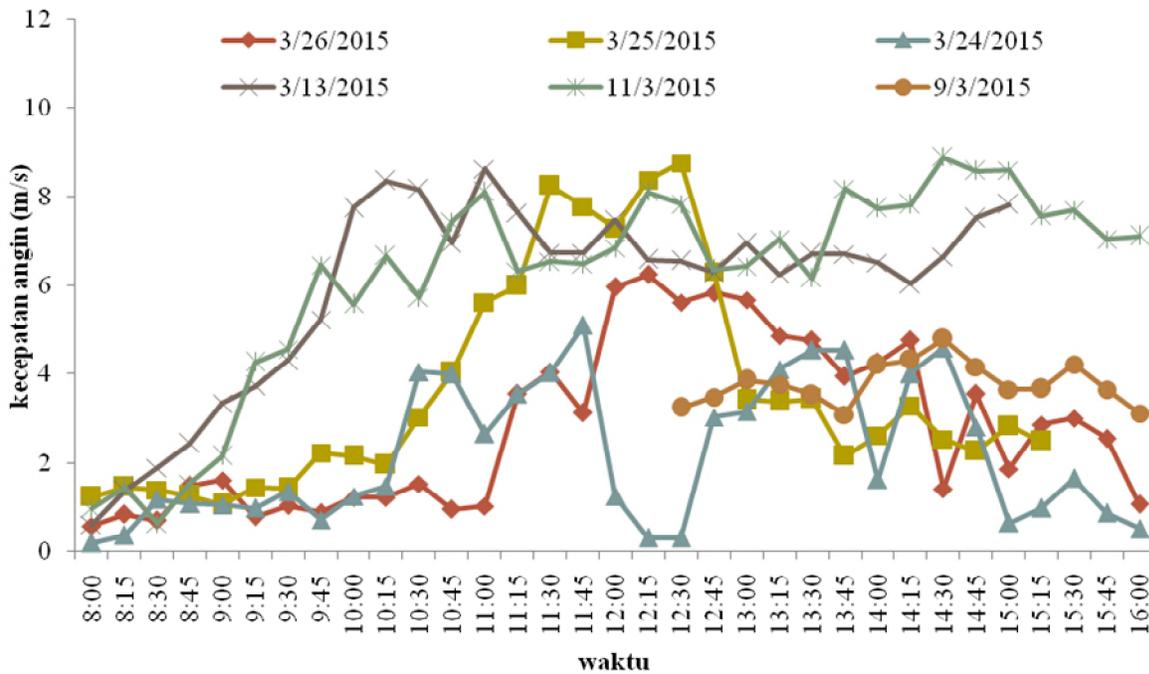


Gambar 3-2. Diagram Korelasi kecepatan angin yang terukur pada sensor *Modern Device* dan AWS

Gambar 3-2 menunjukkan diagram korelasi antara sensor *Modern Device* dan AWS. Dari diagram tersebut diperoleh fungsi transfer  $y = 1,3253x + 0,989$  m/s, dengan tingkat sensitivitas sensor sebesar 1,3253 m/s. Pada diagram juga menunjukkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) bernilai 0,8364. Nilai tersebut mempunyai arti bahwa sebesar 83,64% variasi dari variabel Y (variabel tergantung / *response*) dapat diterangkan dengan variabel X (variabel bebas / *explanatory*); sedang sisanya 16,46% dipengaruhi oleh variabel-variabel yang tidak diketahui atau variabilitas yang inheren. Variabilitas mempunyai makna penyebaran / distribusi seperangkat nilai-nilai tertentu.

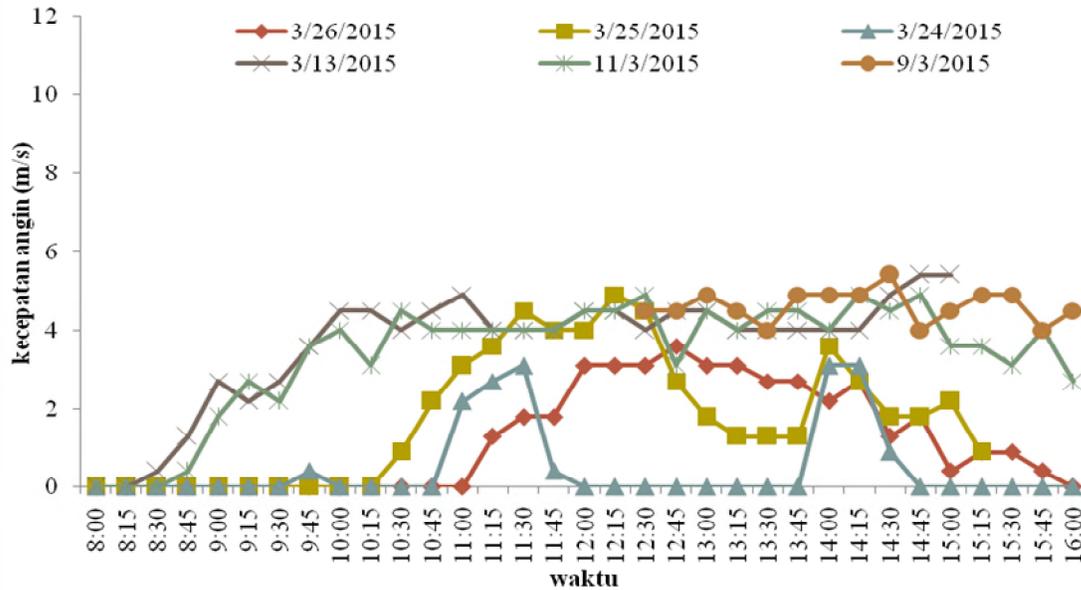
Koefisien korelasi ( $r$ ) menunjukkan kekuatan (*strength*) hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Koefisien korelasi bernilai 0,9145490692. Nilai korelasi ini mendekati nilai 1, berarti variabel yang terukur memiliki keterkaitan yang kuat antara Sensor *Modern Device* dan AWS.

Pada Gambar 3-3 (a) dan (b) menunjukkan data kecepatan angin yang diperoleh masing-masing sensor. Terdapat 6 periode pengambilan data. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat pola kecenderungan kecepatan angin tiap jamnya. Pada pagi hari terlihat kecepatan angin masih rendah, hingga pada siang hari yaitu sekitar pukul 11.00-14.30 kecenderungan kecepatan angin meningkat, hingga pukul 15.00 kecepatan angin mulai menurun kembali. Pola kecenderungan kecepatan angin ini terekam oleh sensor *Modern Device* maupun AWS. Hal ini terjadi karena adanya Angin darat dan angin laut, dengan periodik waktu berbalik arah setengah hari (siang dan malam). Angin darat dan angin laut merupakan angin periodik yang terdapat di daerah pantai, dimana pada siang hari terdapat angin laut yang bertiup dari laut ke daratan dan sebaliknya. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara antara darat dan laut [9].



(a)

Gambar 3-3 (a). Pengukuran kecepatan angin pada beberapa periode pengambilan data dengan menggunakan sensor *Modern Device* (a); sensor AWS (b)



(b)

**Gambar 3-3 (b). Pengukuran kecepatan angin pada beberapa periode pengambilan data dengan menggunakan sensor *Modern Device* (a); sensor AWS (b)**

Pada tanggal 24 Maret 2015 pola kecenderungan kecepatan angin terlihat sedikit berbeda dibanding periode pengambilan data yang lain. Terlihat bahwa pada pukul 11.45 kecenderungan kecepatan angin menurun hingga pukul 12.30 pada data sensor *Moder Device* dan pada data AWS penurunan kecepatan angin terekam hingga pukul 13.45. Hal ini disebabkan oleh pengaruh siklus bulanan angin permukaan. Menurut Martonodalam jurnalnya[10], pergerakan matahari mempengaruhi variasi bulanan angin permukaan. Diketahui pada bulan Maret, matahari berada di atas ekuator sehingga energi matahari yang diterima di belahan utara dan selatan sama. Tetapi karena adanya komposisi laut dan daratan serta topografi yang bervariasi di belahan bumi bagian utara maka panas dari energi matahari yang diterima tidak sama. Sehingga berpengaruh pada tekanan udara yang menyebabkan kecepatan angin berubah ubah di belahan utara dan konstan di belahan selatan.

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini diperoleh tingkat sensitivitas sensor *Modern Device* sebesar 1,3253 m/s. Korelasi antara Sensor *Modern Device* dan AWS sebesar 0,91 yang berarti variabel yang terukur oleh kedua sensor memiliki keterkaitan yang kuat. Pada hasil pengukuran juga ditunjukkan bahwa sensor *Modern Device* dapat mengukur kecepatan angin dengan pola yang sama dengan sensor AWS.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Laras Tursilowati selaku kepala bidang Teknologi Atmosfer, Pak Mulyono atas bantuannya dalam memperoleh data AWS, Dr. Rike Yudianti yang telah membantu proses perbaikan naskah karya tulis ini, adik-adik PKL dari SMK 4 Bandung, adik-adik PKL dari Politeknik Caltex Riau, dan rekan-rekan bidang Teknologi Atmosfer yang banyak membantu dalam proses pengumpulan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1) Beelitz P.,1954, *Radiosonden*, VEB Verlag Technik, Berlin, Germany.
- 2) Noersomadi, dkk., 2012, *Pengembangan Sensor Rawinsonde untuk Pengukuran Profil Angin Horizontal Atmosfer*. Serpong : Proceeding Seminar Nasional Fisika. ISSN : 2088-4176.
- 3) Mostböck.A, Petryna.Y., 2014, *Structural vibration monitoring of wind turbines Portugal* : Proceedings of the 9th International Conference on Structural Dynamics, EURODYN. ISSN: 2311-9020; ISBN: 978-972-752-165-4.
- 4) ModernDevice, 2013, *Product Description*, <http://moderndevice.com/product/wind-sensor/> (diakses 8 April 2015)
- 5) Sharan, Roneel V., 2014, *Development of a Remote Automatic Weather Station with a PC-based Data Logger*. International Journal of Hybrid Information Technology 7(1): 233-240
- 6) Liu, J. dan Huang, F., 2013, *The Application of New Automatic Weather Station in Power System* TELKOMNIKA 11( 2): 659~666.
- 7) Davis Instruments Corp, 2012, *Vantage Pro2 Console Manual*. Hayward: Davis Instruments Corp. 53 hlm.
- 8) Algifari, 2000, *Analisis Regresi*. Edisi II. Yogyakarta: Liberty.
- 9) Hernowo, B dan Suwignyo, 2000, *Modul Meteorologi Umum*. Jakarta: BPLP AMG
- 10) Martono, 2009, *Karakteristik dan Variabilitas Bulanan Angin Permukaan di Perairan Samudera Hindia*, MAKARA: SAINS (13) 2: 157-162

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

### DATA UMUM

Nama Lengkap : Sartika Salaswati  
Tempat &Tgl. Lahir : Jakarta, 22 Desember 1990  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Instansi Pekerjaan : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional  
NIP. / NIM. : 19901222 201402 2 004  
Pangkat / Gol.Ruang : Penata Muda/III-a  
Jabatan Dalam Pekerjaan : Perakayasa Pertama  
Agama : Islam  
Status Perkawinan : Menikah

### DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMA N 39 Jakarta Tahun: 2005 – 2008  
STRATA 1 (S.1) : Fisika Universitas Indonesia Tahun: 2008 – 2013  
STRATA 2 (S.2) : - Tahun: -  
STRATA 3 (S.3) : - Tahun: -

### ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Sawo Rt.007/Rw. 010 No. 24, Baru, Ps. Rebo, Jakarta Timur  
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit No.8 Rancabungur – Bogor 16310 Indonesia  
HP. : 081287048221  
Telp. (office) : 0251-8621667  
Email : sartika.salas@gmail.com