

KARAKTERISTIK SENSOR TEMPERATUR WE 700 PADA SISTEM IMPLEMENTASI PEMANTAUAN CUACA

Octavianus, Arsali, dan Aldeseb Witarsa
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Penelitian tentang karakteristik sensor temperatur WE 700 merupakan bagian dari penelitian implementasi sistem pemantauan cuaca secara online-realttime yang dilakukan pada tahun 2001. Peralatan standar yang digunakan sebagai acuan adalah sensor temperatur yang dimiliki oleh stasiun pengamat cuaca Badan Meteorologi dan Geofisika di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang. Studi karakteristik menghasilkan fungsi kalibrasi terkoreksi : $T_s' = 5.5293 I_{TS} - 63.20181^\circ C$, sementara persamaan kalibrasi menurut petunjuk pabrik adalah $T_s = 6.75 I_s - 75^\circ C$

ABSTRACT

This research is a part of a research about implementation online realtime system of weather monitoring, which was held in 2001. Standard equipment used as reference is obtained from weather monitoring station belonged to Geophysics and Meteorology Department located in Sultan Mahmud Badaruddin II airport. The study of sensor characteristics shows that corrected calibration function of sensor WE 700 is $T_s' = 5.5293 I_{TS} - 63.20181$, while calibration function provided from fabrication is $T_s = 6.75 I_s - 75$

PENDAHULUAN

Lingkungan hidup sangat penting artinya bagi manusia di dalam menjalani kehidupannya. Perlakuan yang kurang baik terhadap lingkungan akan membawa malapetaka bagi manusia itu sendiri. Oleh karena itu mau

tidak mau manusia harus lebih peduli terhadap lingkungannya.

Banyak parameter fisis maupun kimia yang dapat menggambarkan keadaan suatu lingkungan. Khususnya di Wilayah Sumatera Bagian Selatan ini, penelitian lingkungan hidup lebih banyak mengarah pada analisis kimia terhadap sumber-sumber yang dapat

menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Aspek fisisnya pada umumnya nyaris tidak tersentuh sama sekali. Padahal isu global tentang lingkungan lebih banyak menyangkut aspek fisis dibandingkan kimianya antara lain tentang isu pemanasan global, efek rumah kaca, gejala Elnino, La nina dan sebagainya.

Parameter-parameter fisis yang umumnya digunakan dalam menentukan kondisi fisik suatu lingkungan antara lain temperatur, tekanan udara, kelembaban, curah hujan, kecepatan angin dan laju radiasi matahari. Data-data dari parameter ini harus diperoleh secara terus-menerus dalam periode pemantauan tertentu sehingga hasilnya dapat dianalisis dan digunakan untuk menggambarkan keadaan fisis lingkungan tersebut dalam suatu periode tertentu. Pada penelitian ini dilakukan kalibrasi terhadap sensor yang digunakan untuk mengukur temperatur udara.

METODE PENELITIAN

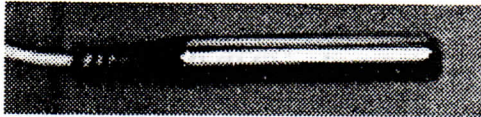
Penelitian ini merupakan bagian suatu penelitian yang secara keseluruhan dilaksanakan selama 6 (enam) bulan.

Persiapan dan uji kerja sistem instrumen dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika FMIPA UNSRI, sedangkan pengukuran dalam rangka kalibrasi dilakukan di Badan Meteorologi Geofisika Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II, Talang Betutu, Palembang.

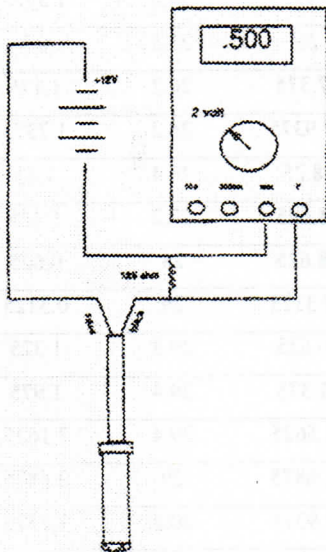
Perangkaian Sensor Temperatur dan Sensor Kelembaban

Sensor temperatur berfungsi untuk mengubah besaran temperatur menjadi tegangan yang proposional. Sensor temperatur yang digunakan di dalam penelitian ini adalah sensor temperatur udara seri WE 700 yang diproduksi oleh perusahaan Global Water di Amerika Serikat. Setelah dihubungkan dengan suatu catudaya, sensor tersebut akan memberikan arus keluaran sebesar 4 – 20 mA.

Dari data sensor yang diberikan oleh Global Water menyatakan bahwa daerah kerja sensor berada pada suhu -50°C s/d $+50^{\circ}\text{C}$ dengan rentang keluaran arus sebesar 4 – 20 mA. Dengan demikian standar kalibrasi sensor yang diberikan oleh pembuatnya (Global Water) adalah $0.16 \text{ mA}^{\circ}\text{C}$.



Gambar 1 : Sensor Temperatur



Gambar 3 : Rangkaian Sensor

KALIBRASI SENSOR

Sebagaimana dinyatakan di depan, di dalam kenyataannya sensor suhu yang dipakai telah memiliki fungsi kalibrasi sendiri, sebagai ketentuan dari pabrik. Fungsi kalibrasi dimaksud adalah *fungsi linear* yang menghubungkan antara nilai arus terukur dengan suhu atau kelembaban terkait. Fungsi kalibrasi dimaksud tertera pada Tabel 1.

Tabel. 1. Fungsi kalibrasi sensor suhu
 (Sumber: Global Water Sensor)

Jenis Sensor	Range nilai arus terukur (mA)	Range nilai suhu / kelembaba n terkait	Kalib rasi (linea r)
Suhu	4 – 20	-50 °C s/d +50 °C	0.16 mA/°C

HASIL DAN PEMBAHASAN

yang di dalam bentuk persamaan kalibrasi dapat dituliskan sebagai :

$$T_s = 6.25 I_s - 75 \quad (1)$$

dengan T_s = suhu dalam °C

I_s = arus yang

ditunjukkan oleh sensor suhu (dalam mA)

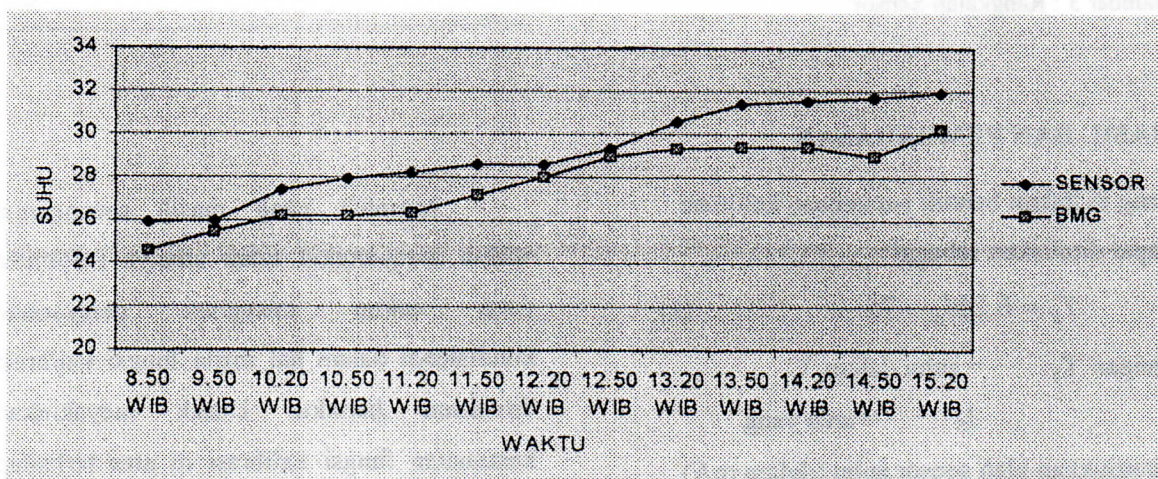
Masalah yang masih mengganjal adalah menyangkut tidak adanya informasi yang cukup mengenai persyaratan kondisional dalam hal mana fungsi kalibrasi dimaksud berlaku. Untuk meyakinkan kesesuaian fungsi kalibrasi di atas terhadap realitas di lapangan maka dilakukan upaya kalibrasi ulang dengan cara membandingkan

hasil pengukuran kedua sensor dimaksud, dengan peralatan standar yang digunakan oleh BMG. Pengukuran dilakukan di lokasi stasiun meteorologi bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang.

Pengukuran lapangan dilaksanakan selama 5 hari, pada 5 – 8 Desember 2001 dan 10 Desember 2001, pukul 08.50 hingga 15.20 WIB. Salah satu gambaran obyektif hasil pengukuran suhu, masing-masing berdasarkan pada peralatan BMG dan sensor terkait, ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 1.

Tabel 2. Data pengukuran suhu di stasiun meteorologi SMB II Palembang tanggal 5-Des-2001

JAM	SUHU ($^{\circ}$ C)		Δ T
	SENSOR	BMG	
8.50 WIB	25.9375	24.6	1.3375
9.50 WIB	26	25.5	0.5
10.20 WIB	27.375	26.2	1.175
10.50 WIB	27.9375	26.2	1.7375
11.20 WIB	28.25	26.4	1.85
11.50 WIB	28.625	27.2	1.425
12.20 WIB	28.625	28	0.625
12.50 WIB	29.3125	29	0.3125
13.20 WIB	30.625	29.3	1.325
13.50 WIB	31.375	29.4	1.975
14.20 WIB	31.5625	29.4	2.1625
14.50 WIB	31.6875	29	2.6875
15.20 WIB	31.9375	30.2	1.7375
			(Δ T) = 1.45



Gambar 1 Grafik hubungan waktu dengan suhu

Secara umum ada kesesuaian nilai data antara hasil pengukuran dengan peralatan BMG maupun dengan sensor terkait, namun terdapat pula beberapa data yang berbeda cukup jauh. Dari semua data yang diperoleh di lapangan menunjukkan bahwa umumnya data suhu berdasarkan pengukuran dengan sensor bernilai lebih tinggi relatif terhadap data hasil pengukuran peralatan BMG. Secara rerata hal ini ditunjukkan oleh nilai rerata beda hasil pengukuran suhu $\langle \Delta T \rangle$ yang senantiasa positif.

Metoda Kalibrasi

Kalibrasi ulang terhadap sensor dilakukan dengan sasaran untuk mendapatkan fungsi kalibrasi sensor yang telah dikoreksi. Berangkat dari gambaran data hasil pengukuran sebagaimana yang telah dinyatakan di atas, prosedur kalibrasi didasarkan pada dua asumsi utama

1. Sebaran nilai data hasil pengukuran lapangan diasumsikan sesuai dengan penunjukan pada peralatan BMG.
2. Nilai rerata perbedaan pengukuran suhu $\langle \Delta T \rangle$ harus dipakai sebagai

koreksi data hasil pengukuran sebagaimana pada asumsi 1.

Berkenaan dengan itu proses kalibrasi dilakukan sesuai langkah-langkah berikut:

1. Lakukan pergeseran data hasil pengukuran dengan peralatan BMG sejauh $\langle \Delta T \rangle$, masing-masing untuk suhu, ke arah data yang sesuai dengan fungsi kalibrasi awal dari sensor.
2. Lakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai slope dan intercept, beserta tingkat kesalahan masing-masing, dari grafik hasil regresi linear data pada butir 1.
3. Lakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai rerata slope dan intercept dari data hasil yang diperoleh pada butir 2 dengan mengambil bobot besarnya berbanding terbalik dari nilai kesalahannya.

Perhitungan Kalibrasi

Perlu diingat bahwa fungsi kalibrasi sensor menghubungkan data hasil dari

masing-masing data harian pengukuran sensor dalam besaran arus (mA) dengan bentuk konversinya baik dalam $^{\circ}\text{C}$ (suhu).

Tabel 3 berikut adalah representasi dari data Tabel 1 untuk kaitan variabel yang relevan.

Tabel 3. Data hasil pengukuran suhu menurut sensor dan peralatan BMG, sesuai dengan data hasil tabel 1

No	SENSOR ¹⁾		BMG ²⁾	ΔT	Catatan
	I (mA)	($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)		
1	16.15	25.9375	24.6	1.3375	1) Nilai T_s diperoleh dari fungsi kalibrasi (Tabel 1)
2	16.16	26	25.5	0.5	
3	16.38	27.375	26.2	1.175	
4	16.47	27.9375	26.2	1.7375	2) Diambil dari T_{kerung}
5	16.52	28.25	26.4	1.85	
6	16.58	28.625	27.2	1.425	
7	16.58	28.625	28	0.625	
8	16.69	29.3125	29	0.3125	
9	16.9	30.625	29.3	1.325	
10	17.02	31.375	29.4	1.975	
11	17.05	31.5625	29.4	2.1625	
12	17.07	31.6875	29	2.6875	
13	17.11	31.9375	30.2	1.7375	
$(\Delta T) =$				1.45	

Selanjutnya, sesuai dengan langkah-langkah bahasan metode kalibrasi dilakukan perhitungan sebagai berikut

1) Pergeseran data hasil pengukuran dinyatakan sebagai berikut

$$S_T = T_B + \langle \Delta T \rangle \text{ seperti dinyatakan}$$

masing-masing pada kolom 4 dan Tabel 4 berikut

Tabel 4. Perhitungan untuk menentukan pergeseran suhu (S_T)

No	SUHU		
	I_{TS} (mA)	T_B ($^{\circ}\text{C}$)	$S_T = T_B + \langle \Delta T \rangle$
1	16.15	24.6	26.05

2	16.16	25.5	26.95
3	16.38	26.2	27.65
4	16.47	26.2	27.65
5	16.52	26.4	27.85
6	16.58	27.2	28.65
7	16.58	28	29.45
8	16.69	29	30.45
9	16.9	29.3	30.75
10	17.02	29.4	30.85
11	17.05	29.4	30.85
12	17.07	29	30.45
13	17.11	30.2	31.65

2) Analisis regresi untuk suhu dilakukan dalam hubungan antara variabel I_{TS} (kolom 2 pada Tabel 4) dengan S_T . Perhitungan analisis regresi menghasilkan slope dan intercept harian dan kesalahannya sebagai mana dinyatakan pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil perhitungan slope dan intercept data harian suhu

Hari ke	Suhu	
	kemiringan	Titik potong
	$(a_i \pm \Delta a_i)$	$(b_i \pm \Delta b_i)$

1	(5.075008 ± 0.498328)	(-55.4156 ± 8.307547)
2	(6.254035 ± 0.438162)	(-75.06813 ± 7.39903)
3	(5.869406 ± 0.25558)	(-68.56706 ± 4.320242)
4	(4.92874 ± 0.690367)	(-52.76671 ± 11.6176)
5	(5.180088 ± 0.365277)	(-57.05223 ± 6.128331)

3) Fungsi kalibrasi terkoreksi dapat dinyatakan sebagai

$$Y = \alpha X + \bar{\beta} \quad (2)$$

dengan

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{\alpha_i}{\Delta \alpha_i}}{\sum_{i=1}^5 \left(\frac{1}{\Delta \alpha_i} \right)} \quad (3a)$$

dan

$$\bar{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{\beta_i}{\Delta \beta_i}}{\sum_{i=1}^5 \left(\frac{1}{\Delta \beta_i} \right)} \quad (3b)$$

menghasilkan persamaan kalibrasi suhu :

$$T_s' = 5.5293 I_{TS} - 63.20181 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian tentang karakteristik sensor temperatur WE 700 dapat diperoleh kesimpulan sbb.

2	16.16	25.5	26.95
3	16.38	26.2	27.65
4	16.47	26.2	27.65
5	16.52	26.4	27.85
6	16.58	27.2	28.65
7	16.58	28	29.45
8	16.69	29	30.45
9	16.9	29.3	30.75
10	17.02	29.4	30.85
11	17.05	29.4	30.85
12	17.07	29	30.45
13	17.11	30.2	31.65

2) Analisis regresi untuk suhu dilakukan dalam hubungan antara variabel I_{TS} (kolom 2 pada Tabel 4) dengan S_T . Perhitungan analisis regresi menghasilkan slope dan intercept harian dan kesalahannya sebagai mana dinyatakan pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil perhitungan slope dan intercept data harian suhu

Hari ke	Suhu	
	kemiringan	Titik potong
	$(a_i \pm \Delta a_i)$	$(b_i \pm \Delta b_i)$

1	(5.075008 ± 0.498328)	(-55.4156 ± 8.307547)
2	(6.254035 ± 0.438162)	(-75.06813 ± 7.39903)
3	(5.869406 ± 0.25558)	(-68.56706 ± 4.320242)
4	(4.92874 ± 0.690367)	(-52.76671 ± 11.6176)
5	(5.180088 ± 0.365277)	(-57.05223 ± 6.128331)

3) Fungsi kalibrasi terkoreksi dapat dinyatakan sebagai

$$Y = \alpha X + \bar{\beta} \quad (2)$$

dengan

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{\alpha_i}{\Delta \alpha_i}}{\sum_{i=1}^5 \left(\frac{1}{\Delta \alpha_i} \right)} \quad (3a)$$

dan

$$\bar{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{\beta_i}{\Delta \beta_i}}{\sum_{i=1}^5 \left(\frac{1}{\Delta \beta_i} \right)} \quad (3b)$$

menghasilkan persamaan kalibrasi suhu :

$$T_s' = 5.5293 I_{TS} - 63.20181 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian tentang karakteristik sensor temperatur WE 700 dapat diperoleh kesimpulan sbb.

1. Fungsi kalibrasi yang tertera dari pabrik pada sensor WE 700 tidak dapat diterapkan untuk proses pengukuran temperatur udara
2. Dengan mengacu kepada peralatan standar pengukur temperatur yang dimiliki oleh BMG, maka diturunkan fungsi kalibrasi temperatur yang terkoreksi yaitu :

$$T_s' = 5.5293 I_{TS} - 63.20181 \text{ } ^\circ\text{C}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Bennett, Stuart, 1994, *Real-Time Computer Control*, Prentice Hall, United Kingdom
- Dallay, James W., Riley, William F., Mc Connall, Kenneth G., 1993, *Instrumentation for Engineering Measurements*, Second Edition, Jhon Wiley & Sons INC, USA
- Stuart, Allen, Allocca John A., Sc.D., 1984, *Tranducers Theory and Applications*, Reston Publishing Company, A Prentice-Hall Company, Virginia
- Darold, Wobschall, 1987, *Circuit Design for Electronic Instrumentation*, Mc Graw-Hill Company, USA