

# RANCANG BANGUN SENSOR SUHU TANAH DAN KELEMBABAN UDARA

**Cahya Edi Santosa, Ari Sugeng Budiyantha**

Peneliti Bidang Instrumentasi dan Wahana Dirgantara, LAPAN

## ABSTRACT

Temperature and humidity are the important aspect to determining weather condition of an area. This research application function to detect the temperature of soil and air humidity at one place. The components used is IC LM35 as sensor of temperature of soil and HIH 3610 as sensor to detect the air humidity. Design and develop the sensor of temperature of soil and this air humidity is exploited for the automatic weather station (AWS).

Key words: *Soil temperature, LM35, Humidity, HIH3610*

## ABSTRAK

Suhu dan kelembaban merupakan aspek penting dalam menentukan kondisi cuaca suatu daerah. Aplikasi penelitian ini berfungsi untuk mendeteksi suhu tanah dan kelembaban udara pada suatu tempat. Komponen utama yang digunakan adalah IC LM35 sebagai sensor suhu tanah dan HIH 3610 sebagai sensor untuk mendeteksi kelembaban udara. Rancang bangun sensor suhu tanah dan kelembaban udara ini dikembangkan untuk *Automatic Weather Station (AWS)*.

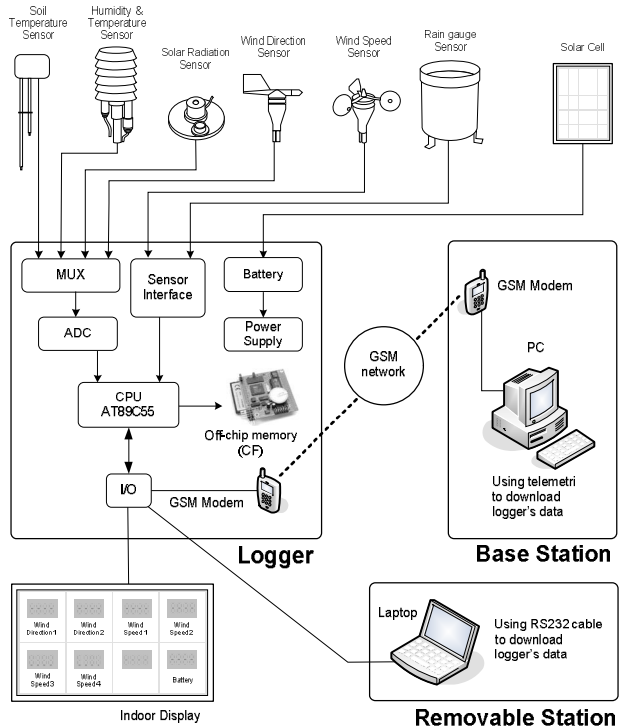
Kata kunci: *Suhu Tanah, LM35, Sensor kelembaban, HIH3610*

## 1 PENDAHULUAN

LAPAN telah memasang beberapa stasiun pengamat cuaca yang tersebar di berbagai daerah di Indonesia. Stasiun pengamat cuaca tersebut di antaranya terdapat di daerah Pare-pare, Pontianak, Padang dan Kupang. Stasiun-stasiun tersebut memerlukan perawatan supaya dapat beroperasi secara optimal. Perawatan instrumentasi dilakukan terutama pada sensor dan logger. Beberapa stasiun pengamat cuaca yang dipasang oleh LAPAN merupakan alat impor, sehingga bila terjadi kerusakan pada salah satu instrumennya maka komponen penggantinya yang kompatibel juga harus diimpor.

Bidang Instrumentasi dan Wahana Dirgantara Pusat Terapan LAPAN telah melakukan penelitian, pengembangan, dan rancang bangun sistem instrumentasi pengamat cuaca. Selanjutnya peralatan tersebut lebih dikenal dengan *Logger AWS (Automatic Weather Station)*.

AWS yang lengkap mampu mengamati unsur-unsur cuaca dengan menggunakan sensor kecepatan angin, sensor arah angin, sensor suhu udara, sensor kelembaban udara, sensor curah hujan, dan sensor radiasi surya. Akurasi data hasil pengukuran sangat ditentukan oleh unjuk kerja masing-masing sensor. Unjuk kerja suatu sensor dikatakan baik jika sensor tersebut memiliki akurasi pengukuran yang tinggi, stabil, waktu respon yang cepat, ketelitian dan reliabilitas yang tinggi.



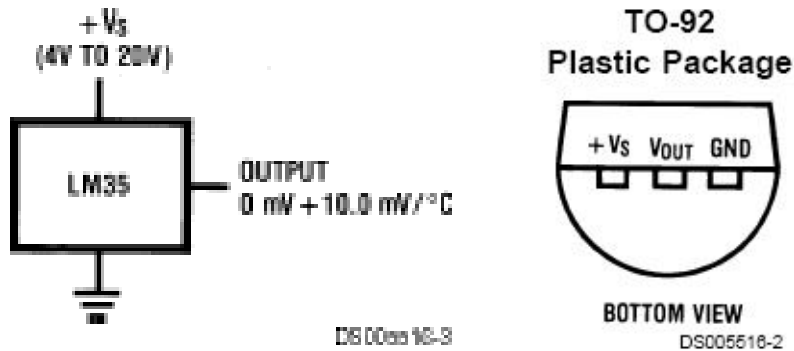
Gambar 1-1: Diagram blok logger AWS

Kualitas data yang meragukan tidak akan menghasilkan analisis yang meyakinkan. Oleh sebab itu data yang akurat harus bisa didapatkan dari AWS. Tulisan ini membahas teknik rancang bangun sensor suhu tanah dan kelembaban udara serta pengujiannya yang selanjutnya diimplementasikan pada logger AWS. Lihat Gambar 1-1

## 2 TEORI DASAR

### 2.1 Sensor Suhu Tanah

Sensor suhu tanah menggunakan komponen utama IC LM35 sebagai sensor suhu, lihat Gambar 2-1. LM35 merupakan sensor suhu yang akurat dimana tegangan keluarannya berbanding lurus dengan suhu dalam derajat celcius sebesar 10mV/°C.



Gambar 2-1: Diagram IC LM35

Sensor ini tidak memerlukan kalibrasi eksternal untuk menghasilkan ketelitian  $0.25^{\circ}\text{C}$  pada suhu kamar. Sedangkan kemampuan sensor ini untuk mengukur suhu terletak pada kisaran  $-55^{\circ}$ – $150^{\circ}\text{C}$  dengan tegangan output antara  $-1\text{ Vdc}$  s/d  $+6\text{ Vdc}$ . Tegangan negatif *output* sensor menunjukkan suhu negatif.

Tabel 2-1: SPESIFIKASI LM35DZ

No.	Nama komponen	Sensor Suhu
1.	Jenis / tipe	: LM35
2.	Satuan kalibrasi	: $^{\circ}$ celcius
3.	Tegangan kerja	: $4 - 30\text{ Vdc}$
4.	Range suhu	: $-55^{\circ} - 150^{\circ}\text{C}$
5.	Linieritas	: $+10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$
6.	Akurasi	: $0,5^{\circ}\text{C}$
7.	Tegangan Output	: $-1\text{ Vdc}$ s/d $+6\text{ Vdc}$
8.	Impedansi Output	: $0.1\ \Omega$ pada beban $1\text{ mA}$ .
9.	Low Self heating	: $0.08^{\circ}\text{C}$

Sumber : Datasheet LM35

LM35 mempunyai output impedansi yang rendah sehingga akan mempermudah dalam pembacaan dan kontrol. Konsumsi energi yang diperlukan IC ini sangat rendah  $60\ \mu\text{A}$ , sehingga tidak menimbulkan panas yang relatif besar atau kurang dari  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Sensor ini menggunakan catu daya  $4 - 30\text{ Vdc}$  (lihat Tabel 2-1).

## 2.2 Sensor Kelembaban

Sensor kelembaban menggunakan komponen utama IC HIH3610 sebagai sensor kelembaban. Sensor ini mempunyai *output* yang linier yang

memungkinkan untuk dimasukkan secara langsung ke dalam suatu kontroler atau peralatan lain. Arus yang diperlukan sensor ini sangat kecil hanya  $200 \mu A$  sehingga cocok untuk aplikasi yang menggunakan baterai dengan daya kecil. Sensor ini tersusun atas beberapa lapis bahan pelindung yang tahan terhadap air, debu, kotoran, minyak, dan bahan sejenisnya. Gambar 2-2 menunjukkan IC HIH3610 sebagai sensor kelembaban. Sedangkan spesifikasi HIH3610 ditunjukkan pada Tabel 2-2.



Gambar 2-2: IC HIH3610

Tabel 2-2: SPESIFIKASI HIH3610

No	Nama komponen	Sensor Kelembaban
1.	Jenis / tipe	: HIH 3610
2.	Satuan kalibrasi	: %RH
3.	Tegangan kerja	: 4 Vdc – 5,8 Vdc
4.	Range kelembaban	: 0 – 100%RH
5.	Range temperatur	: -40°C – 85°C
6.	Akurasi	: $\pm 2\%$ RH
7.	Tegangan Output	: 0,8 Vdc – 3,9 Vdc

Sumber : Datasheet HIH3610

### 3 RANCANG BANGUN SENSOR

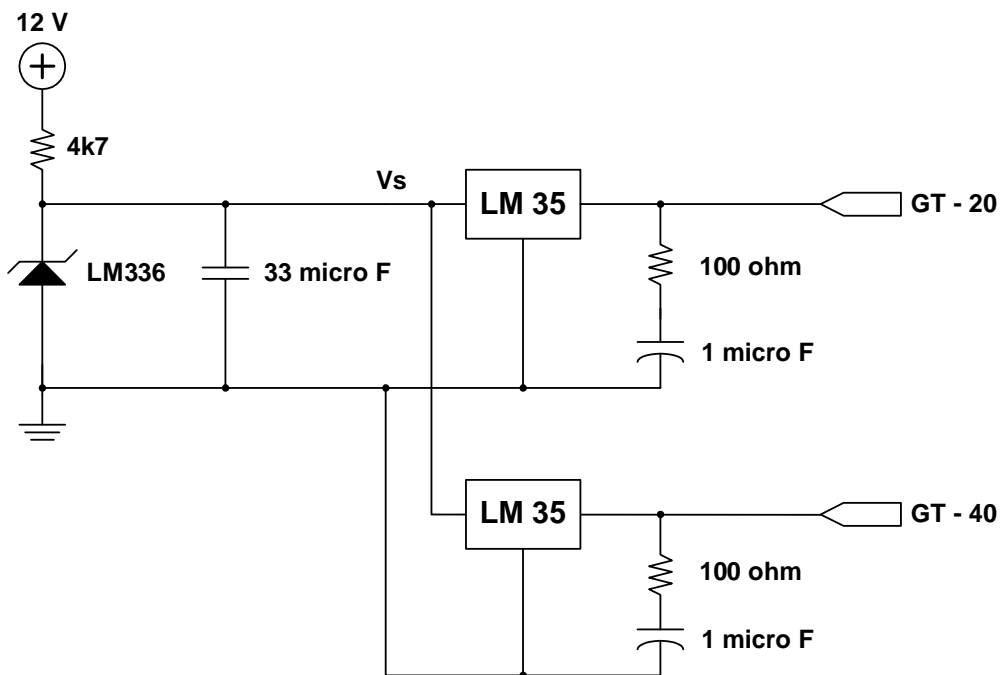
Sensor suhu tanah dirancang untuk diintegrasikan dengan *logger* AWS hasil penelitian LAPAN. Komponen utama sensor suhu tanah adalah LM 35. Sensor LM35 dicatu dengan tegangan input sebesar 5 Vdc dengan menggunakan regulator LM336. Lihat Gambar 3-1.

Tegangan catu sensor dipilih tegangan 5Vdc sebab *logger* AWS menggunakan sumber tegangan berupa baterai 12 Vdc. Sedangkan tegangan baterai *logger* sangat fluktuatif, tergantung pada pengisian dari solar panel.

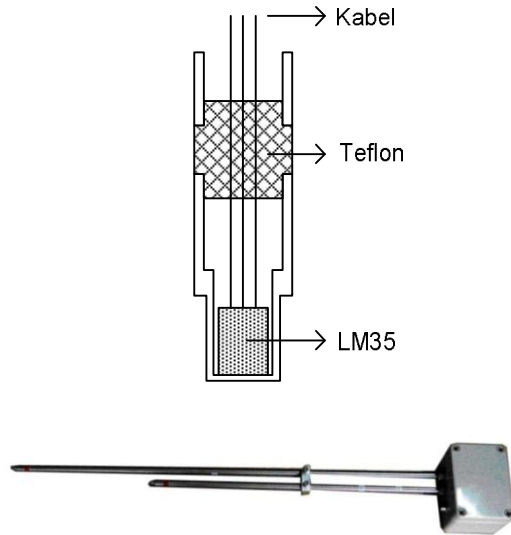
Pada cuaca cerah tegangan baterai *logger* bisa dipertahankan sebesar 12 Vdc. Namun jika cuaca mendung atau malam hari, tegangan baterai *logger* pasti akan berkurang. Jika tegangan baterai *logger* mengalami *drop* sampai dengan 5 Vdc, maka regulator LM336 masih mampu mempertahankan tegangan catu sensor sebesar 5 Vdc dan sensor masih dapat bekerja. Pada rangkaian ini terdapat kapasitor dan tahanan yang berfungsi sebagai *filter noise AC* yang mungkin masuk melalui catu daya dan komponen elektronik lainnya. Sensor LM 35 mempunyai tiga kaki yaitu *input*, *ground*, dan *output*.

Sensor suhu tanah dirancang memiliki 2 buah sensor yang akan mengukur suhu pada kedalaman 20 dan 40 cm. GT-20 adalah *output* sensor suhu tanah pada kedalaman 20 cm dari permukaan tanah dan GT-40 adalah *output* sensor suhu tanah pada kedalaman 40 cm dari permukaan tanah. Pemilihan kedalaman 20 cm dan 40 cm disesuaikan dengan kebutuhan data untuk penelitian lebih lanjut di bidang pertanian.

Kedua sensor LM35 diletakkan di dalam ujung pipa stainless steel dan dibuat kedap air. Ujung sensor dengan batang *stainless steel* diisolasi dengan menggunakan teflon. Panjang pipa *stainless steel* adalah 30 cm untuk sensor GT-20 dan 50 cm untuk sensor GT-40. Rangkaian elektronik sensor suhu tanah diletakkan ke dalam kotak PVC. Lihat Gambar 3-2.



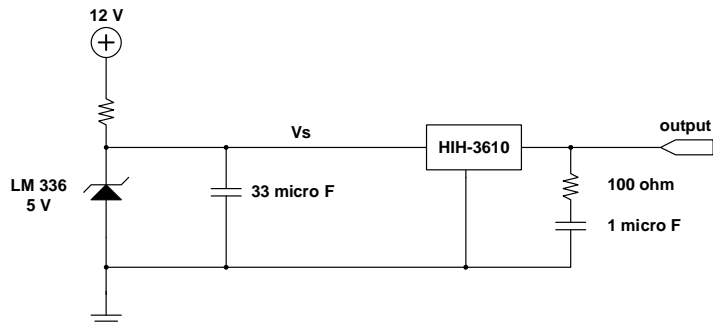
Gambar 3-1: Rangkaian sensor suhu tanah



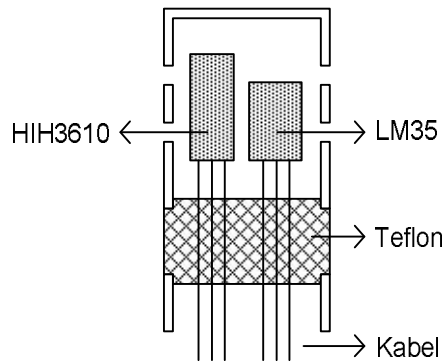
Gambar 3-2: Konstruksi sensor suhu tanah

Konstruksi sensor kelembaban disusun atas rangkaian elektronik dan pelindung sensor yang terbuat dari *fiberglass/stainless steel*. Lihat pada Gambar 3-4. Sensor HIH 3610 diletakkan di dalam pelindung tersebut. Fungsi pelindung tersebut adalah untuk melindungi rangkaian elektronik dari air hujan, terpaan sinar matahari langsung, maupun benda pengganggu lainnya, sebab sensor kelembaban tidak boleh terkena air atau benda pengganggu lainnya.

Tegangan catu sensor dipilih tegangan 5Vdc sebab *logger* AWS menggunakan sumber tegangan berupa baterai 12 Vdc. Sedangkan tegangan baterai *logger* sangat fluktuatif, tergantung pada pengisian dari solar panel. Pada cuaca cerah tegangan baterai *logger* bisa dipertahankan sebesar 12 Vdc. Namun jika cuaca mendung atau malam hari, tegangan baterai *logger* pasti akan berkurang. Jika tegangan baterai *logger* mengalami *drop* sampai dengan 5 Vdc, maka regulator LM336 masih mampu mempertahankan tegangan catu sensor sebesar 5 Vdc dan sensor masih dapat bekerja. Lihat Gambar 3-3.



Gambar 3:3: Rangkaian sensor kelembaban udara



(a)



(b)

Gambar 3-4: Sensor kelembaban udara (a) bahan logam (b) bahan fiberglass

*Output* sensor suhu tanah dan sensor kelembaban udara berupa tegangan DC. Tegangan *output* sensor ini yang akan diubah oleh ADC menjadi data digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler *logger* AWS. Sampling data sensor yang dilakukan oleh mikrokontroler *logger* adalah setiap 10 detik. Data hasil sampling selama 1 jam selanjutnya dirata-rata dan hasilnya disimpan di dalam RAM sebagai data suhu tanah tiap jam. AWS akan menampilkan data suhu tanah dan kelembaban ke dalam display LCD setiap 1 jam sekali.

#### 4 KALIBRASI

Tanah di daerah tropis memiliki suhu sekitar 20°C sampai dengan 40°C. Oleh sebab itu rentang suhu media uji saat pengujian di laboratorium dibuat antara 15°C sampai dengan 45°C. Pengujian dilakukan secara berulang-ulang.

Media uji menggunakan air yang ditempatkan pada sebuah wadah. Media uji dipilih menggunakan air untuk mendapatkan perubahan suhu yang cepat secara berulang-ulang. Berdasarkan kenyataan bahwa suhu air di

dalam wadah dapat dengan cepat dan mudah diubah-ubah dengan menambahkan es atau air panas. Suhu air juga mudah dibuat homogen dengan cara diaduk-aduk.

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur suhu media uji dengan menggunakan sensor hasil perancangan dan dibandingkan dengan kalibrator suhu digital. Suhu media uji diubah dari suhu 15°C sampai 45°C dengan rentang 2°C. Begitu juga dilakukan sebaliknya. Pengujian dilakukan secara berulang kali dan dicatat data pengukurannya. Sebagai kalibrator suhu tanah digunakan sensor *Precision Thermometer TM-917*.

Untuk melakukan kalibrasi sensor kelembaban udara dilakukan dengan mengukur kelembaban udara di dalam sebuah ruangan ber-AC. Kelembaban ruangan diturunkan dari kelembaban 67% sampai dengan 49%. Pengukuran dilakukan setiap perubahan 1% dengan menggunakan sensor kelembaban udara hasil perancangan dan kalibrator kelembaban udara digital. Kalibrator yang digunakan adalah *Hot Wire Anemometer AM-4204*.

## 5 ANALISIS

Data pengukuran kedua sensor suhu tanah dibandingkan dengan suhu kalibrator diperlihatkan pada Tabel 5-1 dan Tabel 5-2. Berdasarkan data Tabel 5-1, didapatkan grafik seperti terlihat pada Gambar 5-1. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah suhu media yang diukur maka hasil pengukuran antara sensor suhu tanah dan kalibrator semakin mendekati kesamaan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah suhu yang diukur maka akurasi sensor semakin baik. Sedangkan korelasi antara hasil ukur sensor suhu tanah 1 dan 2 dengan kalibrator menunjukkan nilai yang baik 0,9999.

Tabel 5-1: DATA UJICOBA SENSOR SUHU TANAH DENGAN KALIBRATOR

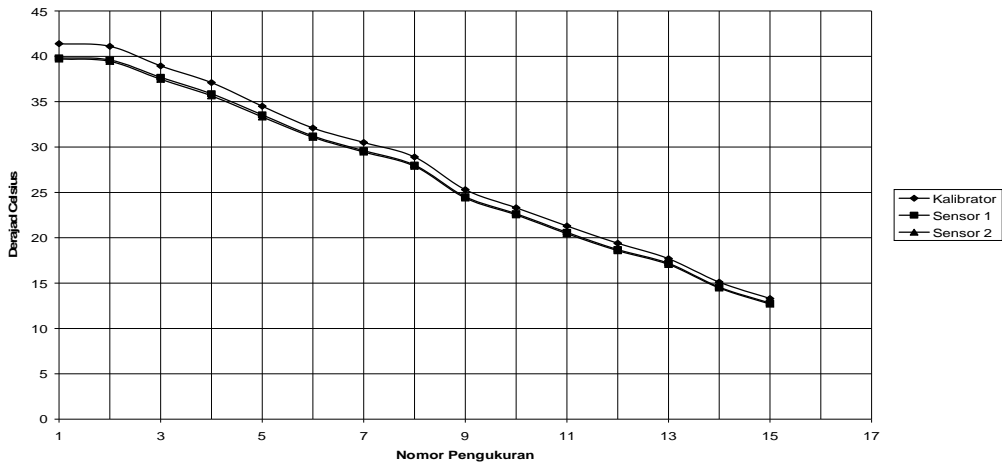
No.	Sensor 1 (S1)	Sensor 2 (S2)	S1	S2	Kalibrator	Error S1	Error S2
	mV	mV	°C	°C	°C	°C	°C
1.	137.8	137.7	13.78	13.77	14.30	0.5	0.7
2.	159.6	158.5	15.96	15.85	16.50	0.5	0.6
3.	172.2	171.4	17.22	17.14	17.90	0.7	0.6
4.	196.4	195.0	19.64	19.50	20.60	1.0	0.6
5.	213.4	211.9	21.34	21.19	22.30	1.0	0.6
6.	232.8	230.8	23.28	23.08	24.20	0.9	0.6
7.	242.6	240.6	24.26	24.06	25.20	0.9	0.6
8.	258.9	256.3	25.89	25.63	27.00	1.1	0.6
9.	283.3	280.0	28.33	28.00	29.60	1.3	0.5
10.	298.1	294.9	29.81	29.49	31.10	1.3	0.5
11.	322.2	319.3	32.22	31.93	33.60	1.4	0.5
12.	335.6	332.8	33.56	33.28	35.10	1.5	0.5
13.	357.4	354.8	35.74	35.48	37.30	1.6	0.5
14.	377.1	374.8	37.71	37.48	39.30	1.6	0.5
15.	400.8	399.0	40.08	39.90	41.80	1.7	0.5
					Rata-rata	1.1	0.6



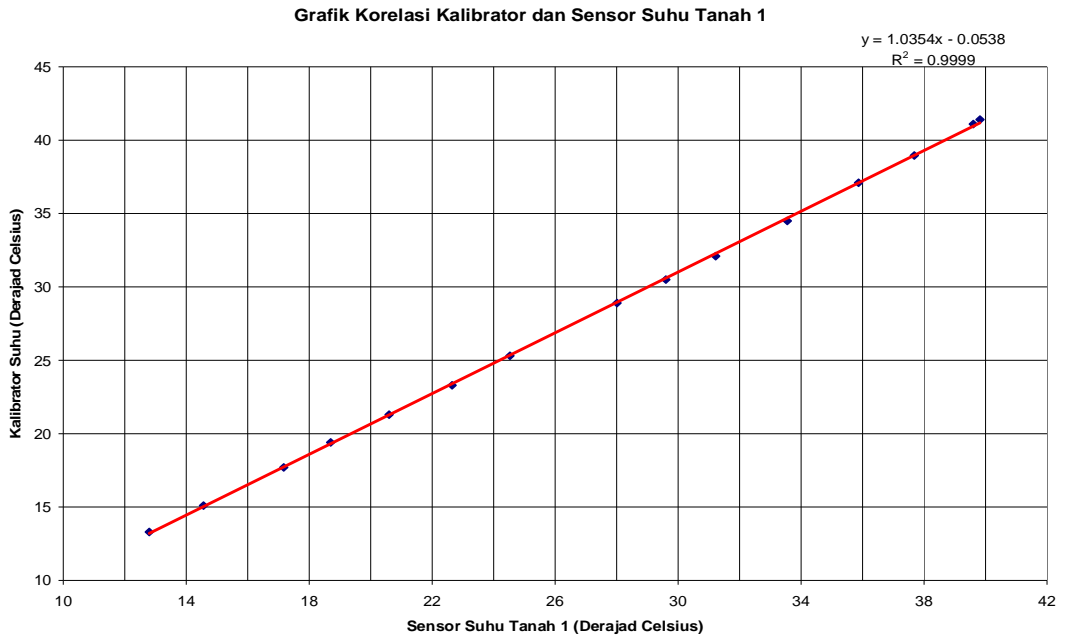
Tabel 5-2: DATA UJICOBA SENSOR SUHU TANAH DENGAN KALIBRATOR

No.	Sensor 1 (S1)	Sensor 2 (S2)	S1	S2	Kalibrator	Error S1	Error S2
	mV	mV	°C	°C	°C	°C	°C
1.	397.6	395.8	39.76	39.58	41.1	1.3	0.4
2.	380.1	378.1	38.01	37.81	39.2	1.2	0.4
3.	360.7	359.0	36.07	35.90	37.2	1.1	0.4
4.	338.0	336.0	33.80	33.60	34.8	1.0	0.4
5.	315.0	313.5	31.50	31.35	32.4	0.9	0.4
6.	298.4	296.8	29.84	29.68	30.7	0.9	0.4
7.	273.1	271.7	27.31	27.17	28.7	1.4	0.4
8.	254.9	253.3	25.49	25.33	26.2	0.7	0.4
9.	236.2	234.8	23.62	23.48	24.3	0.7	0.4
10.	217.0	215.6	21.70	21.56	22.4	0.7	0.4
11.	194.7	193.4	19.47	19.34	20.2	0.7	0.4
12.	175.0	173.7	17.50	17.37	18.0	0.5	0.4
13.	156.2	155.0	15.62	15.50	16.1	0.5	0.4
14.	138.9	137.6	13.89	13.76	14.5	0.6	0.3
					Rata-rata	0.9	0.4

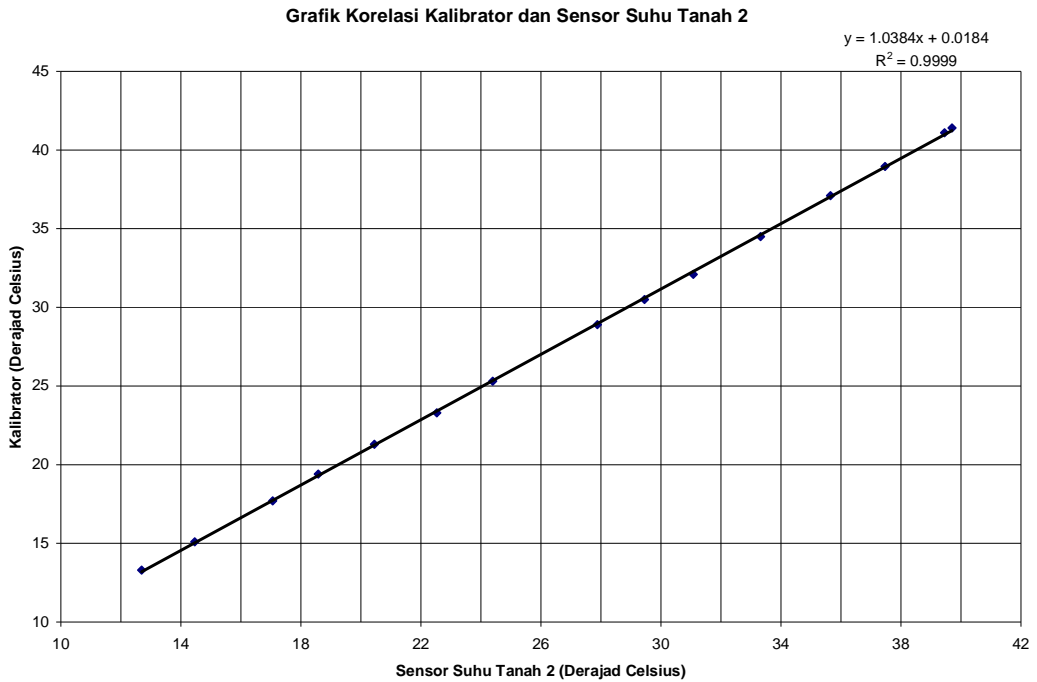
GRAFIK SUHU AIR REFERENSI, SENSOR 1 DAN SENSOR 2



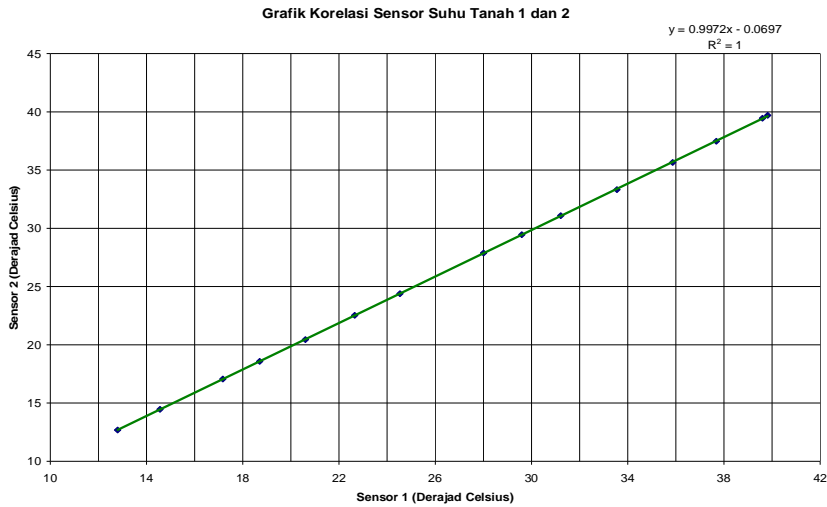
Gambar 5-1: Grafik hasil pengukuran media uji dengan sensor 1, 2, dan kalibrator



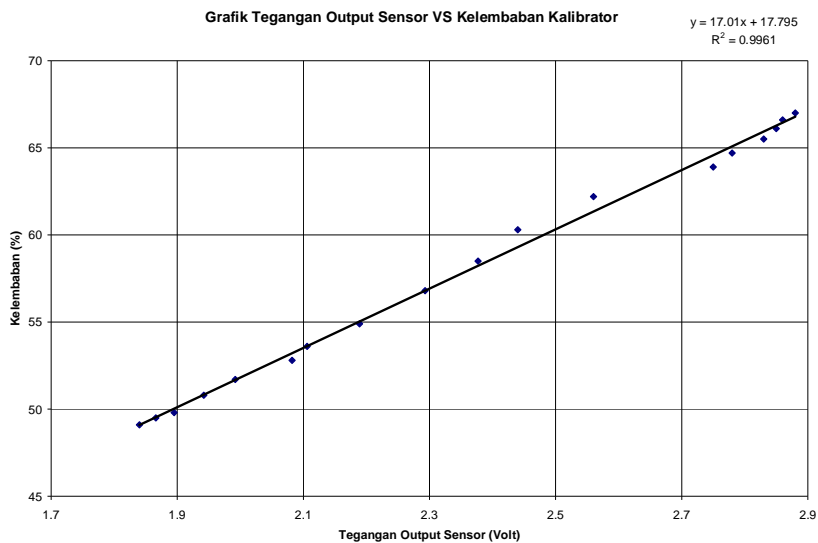
Gambar 5-2: Grafik korelasi hasil pengukuran suhu media uji antara sensor 1 dan kalibrator



Gambar 5-3: Grafik korelasi hasil pengukuran suhu media uji antara sensor 2 dan kalibrator



Gambar 5-4: Grafik korelasi hasil pengukuran suhu air antara sensor 1 dan 2



Gambar 5-5: Grafik korelasi hasil pengukuran kelembaban udara antara sensor kelembaban dan kalibrator

Berdasarkan fakta tersebut bahwa hasil pengukuran antara sensor hasil perancangan (suhu tanah 1 dan 2) mendekati sama dengan kalibrator. Lihat Gambar 5-2 dan 5-3.

Gambar 5-4 menunjukkan grafik korelasi antara hasil pengukuran sensor suhu tanah 1 dan sensor suhu tanah 2. Berdasarkan grafik tersebut, besarnya koefisien korelasi adalah 1. Sedangkan fakta hasil pengukuran sensor suhu tanah 1 dan 2 mempunyai nilai sangat dekat, paling jauh 0,23°C.

Gambar 5-5 menunjukkan grafik korelasi hasil pengukuran kelembaban udara dengan sensor kelembaban hasil perancangan dan kalibrator. Berdasarkan grafik terlihat bahwa hubungan kedua data kurang linier dengan koefisien korelasi 0,9961. Hal ini disebabkan oleh kurang presisinya komponen sensor, cara kalibrasi yang tidak ideal, atau kesalahan dalam perancangan secara keseluruhan sehingga menimbulkan banyak gangguan.

## **6 KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa dan data dapat disimpulkan bahwa sensor suhu tanah yang dirancang dengan menggunakan IC LM35 mempunyai kinerja dengan koefisien korelasi 0,9999 terhadap kalibrator, mempunyai waktu respon yang cepat (4 detik), mudah dalam penggunaan, dan memiliki rentang suhu pengukuran yang lebar. Oleh sebab itu LM35 memenuhi syarat untuk digunakan sebagai sensor suhu tanah.

Sensor kelembaban udara dirancang dengan menggunakan IC HIH 3610 mempunyai kinerja dengan koefisien korelasi 0,9961 terhadap kalibrator, dan dapat digunakan untuk mengukur kelembaban udara.

## **DAFTAR RUJUKAN**

Data sheet, *Humidity Sensors HIH 3610*, Honeywell, USA.

Data sheet, 2000. *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors*, National Semiconductor, USA.

David Buchla, 1992. *Applied Electronic Instrumentation and Measurement*, Macmillan Publishing Company, New York.

