

Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini

Yoga Alif Kurnia Utama, S.ST., M.T. ¹
 Universitas Widya Kartika Surabaya
 Email : yoga.alif1@gmail.com

ABSTRAK

Suhu merupakan salah satu parameter yang paling sering diukur. Pengukuran terhadap parameter suhu sangat berguna untuk mempelajari sebuah proses fisika, kimia, atau biologi. Pada beberapa dekade terakhir, pemanasan global atau global warming menjadi isu global terkait lingkungan hidup dimana pencemaran dan kerusakan terhadap lingkungan menjadi faktor penyebab tingginya suhu udara bumi. Oleh karena itu fokus utama penelitian ini adalah mengenai pengukuran suhu udara. Banyak jenis dan tipe sensor untuk mengukur parameter suhu udara. Tiap jenis dan tipe sensor ini memiliki ketelitian yang berbeda-beda sehingga diperlukan sebuah penelitian mengenai tingkat kualitas dalam hal ketelitian terhadap berbagai sensor suhu udara. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap empat sensor suhu udara yaitu, LM35, DHT11, DHT22, dan DS18B20. Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu udara sebanyak lima kali dan membandingkan dengan sebuah termometer suhu udara. Hasil pengujian menunjukkan bahwa eror pengukuran LM35 sebesar 4.69%, eror pengukuran DHT11 adalah 3.12%, eror pengukuran DHT22 adalah 1.96%, dan eror pengukuran DS18B20 adalah 1.6%. Jadi dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa sensor DS18B20 memiliki ketelitian yang paling tinggi jika dibandingkan dengan sensor LM35, DHT11, dan DHT22 dengan eror pengukuran sebesar 1.6%.

Kata Kunci— Sensor Suhu, LM35, DHT11, DHT22, DS18B20

PENDAHULUAN

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan proses penyerapan organisme. Tidak hanya itu, banyak proses produksi yang sangat dipengaruhi oleh parameter yang satu ini. Beberapa contoh proses produksi ini yaitu proses produksi semen, proses produksi pembuatan pupuk, proses *casting* logam, dan sebagainya. Jika parameter ini diabaikan, maka hasil dari sebuah proses produksi akan menjadi buruk.

Selain itu, isu yang sedang hangat diperbincangkan saat ini yaitu isu *global warming* yang menimpa bumi kita. *Global warming* adalah suatu peristiwa naiknya suhu udara secara global di permukaan bumi. Naiknya suhu udara ini akan mengakibatkan es di kutub utara dan selatan mencair. Mencairnya es di kutub ini akan membuat muka air laut akan menjadi tinggi yang akan membuat pulau-pulau di dunia akan tenggelam, dan daratan-daratan yang dihuni oleh manusia makin lama akan semakin menyempit. Hal ini dapat mengakibatkan kepunahan massal di bumi ini. Ini patut dipikirkan dengan serius agar tidak menimpa anak cucu di masa yang akan datang. Karena dampak dari suhu udara ini

sangat mempengaruhi kehidupan manusia, maka pada penelitian kali ini akan fokus pada parameter suhu udara.

Dalam mengukur suhu udara, harus diperlukan sebuah alat ukur yaitu sebuah termometer suhu udara. Dalam dunia elektronika yang berfokus pada elektronika digital, pengukuran suatu parameter selalu dilakukan dengan menggunakan sebuah sensor. Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu udara ini memiliki banyak jenis dan tipe. Tiap jenis atau tipe sensor suhu udara ini memiliki ketelitian yang berbeda beda. Jenis sensor udara mana yang memiliki ketelitian paling bagus terhadap parameter suhu udara inilah yang akan diteliti pada penelitian ini. Oleh karena itu, pada penelitian ini membutuhkan beberapa sensor, yang mana sensor-sensor ini nantinya akan dibandingkan dengan sebuah termometer suhu yang sudah dapat langsung dibaca suhu ruangnya.

Sensor yang akan dibandingkan berjumlah empat buah. Sensor-sensor tersebut merupakan sensor yang terkenal pada bidang elektronika yaitu sensor LM35, DHT11, DHT22 dan DS18B20. Keempat sensor tersebut akan membaca suhu udara disekitarnya dan mengirimkan data suhunya ke sebuah *development board* mikrokontroler.

Development board mikrokontroler yang dipilih untuk penelitian ini adalah arduino pro mini.

Arduino pro mini ini akan mengambil data dari keempat sensor itu, dan mengirim data-data tersebut ke sebuah laptop atau *personal computer* melalui komunikasi serial. Pembacaan keempat sensor tersebut akan ditampilkan dalam grafik dan dihitung selisih pembacaan atau eror terhadap pembacaan pada termometer acuan. Dari percobaan ini dapat dilihat mana sensor yang memiliki ketelitian yang tinggi atau eror paling kecil.

METODE PENELITIAN

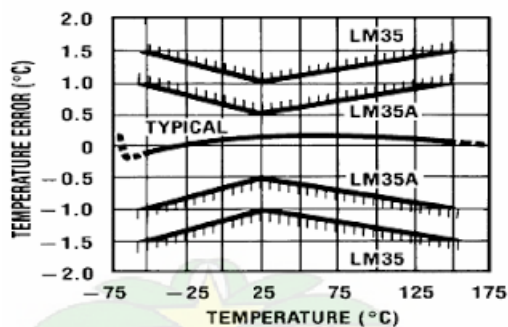
A. Sensor LM35

Sensor LM35 merupakan salah satu jenis transduser input yang mengubah besaran suhu ke besaran listrik. Sensor yang diproduksi oleh *National Semiconductor* ini, memiliki besaran listrik yaitu berupa sebuah tegangan. Jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain LM35 mempunyai keakuratan yang tinggi dan memiliki sifat linieritas yang tinggi. Sensor ini memiliki impedansi yang rendah sehingga dapat langsung dihubungkan dengan rangkaian yang lain.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa maksimum eror adalah 1.5°C. Eror maksimum ini hanya terjadi ketika suhu -50°C dan 150°C. Sedangkan eror *typical* mendekati 0°C. Dari grafik pada Gambar 2.1 terlihat bahwa LM35 memiliki beberapa varian tertentu.

Varian dari LM35 adalah sebagai berikut:

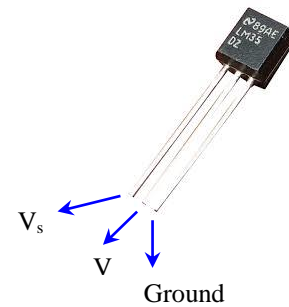
1. LM35 dan LM35A memiliki range pengukuran temperatur -55°C hingga +150°C.
2. LM35C dan LM35CA memiliki range pengukuran temperatur -40°C hingga +110°C
3. LM35D memiliki range pengukuran temperatur 0°C hingga +100°C.



Gambar 1. Grafik Akurasi LM35 terhadap Suhu

Bentuk fisik LM35 menyerupai bentuk transistor dengan 3 kaki dengan TO-92 *plastic*

package. Kaki-kaki LM35 dapat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi Kaki LM35

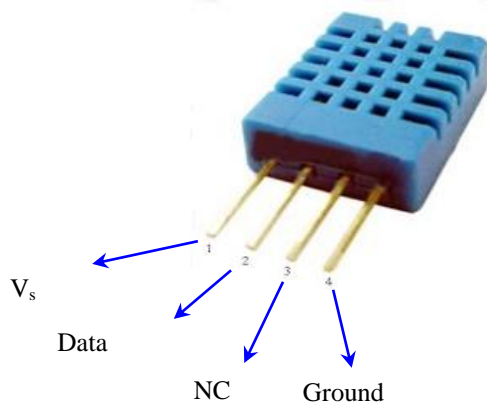
Dari Gambar 2 dapat dilihat jika sensor LM35 mempunyai 3 kaki yaitu kaki V_s , *Ground*, dan V_{output} . V_s digunakan sebagai tegangan sumber dari sensor. Tegangan sumber maksimal dapat diberikan tegangan 30 Volt. Meskipun begitu, untuk kebutuhan mikrokontroler, umumnya tegangan sumber sensor ini sama dengan tegangan kerja mikrokontroler yaitu 5 V. Lalu kaki *Ground* yang disambung dengan *Ground* tegangan sumber. Sedangkan kaki output merupakan kaki tegangan output dari sensor suhu tersebut.

Salah satu kelebihan dari sensor ini adalah bahwa LM35 ini membutuhkan arus hanya sekitar 60 μA , sehingga efek *self heating* yang menyebabkan kesalahan pembacaan sensor cukup kecil. Efek *self heating* ini adalah efek pemanasan akibat arus yang mengalir pada sensor yang menyebabkan kesalahan pembacaan suhu. Kesalahan akibat *self heating* ini cukup rendah, yaitu kurang dari 0,5 °C pada suhu 25 °C. Jika dirangkum maka karakteristik sensor LM35 ini, yaitu dijabarkan sebagai berikut:

1. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
2. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 μA .
3. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5 °C pada suhu 25 °C .
4. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 °C sampai +150 °C.
5. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mVolt/ °C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celcius.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm 1/4$ °C.

B. Sensor DHT11

DHT11 adalah sensor yang dapat mengukur dua parameter sekaligus yaitu suhu dan kelembaban udara. Sensor ini memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban. Hal ini membuat stabilitas kinerja sensor menjadi sangat baik dalam jangka panjang. Selain memiliki kualitas yang sangat baik, sensor ini memiliki respon cepat, kemampuan anti-gangguan dan keuntungan biaya karena dapat mengukur dua parameter sekaligus. Bentuk fisik dan kaki DHT11 diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi Kaki DHT11

Sensor ini mempunyai dua sensor didalamnya yaitu sensor thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu udara, dan sensor kelembaban tipe resistif untuk mengukur kelembaban udara. Selain terdapat dua sensor di dalamnya, terdapat pula sebuah mikrokontroler kecil 8 bit di dalamnya, yang mengolah data kedua sensornya, dan mengirim hasilnya ke pin output dengan tipe *single wire bidirectional* (dua arah). Sistem *single wire bidirectional* ini membuat penggunaan menjadi cepat dan mudah. Jadi sebenarnya sensor ini merupakan sensor yang cukup kompleks karena mempunyai tiga sistem di dalamnya dan untuk mengambil data dari sensor DHT11 ini, tinggal sambungkan saja dengan pin output dari sensor tersebut.

Ukuran yang kecil, daya rendah, sinyal transmisi jarak hingga dua puluh meter merupakan beberapa kelebihan dari sensor ini. Kelebihan-kelebihan ini membuat sensor ini sering dipakai pada berbagai aplikasi.

Empat kaki sensor DHT11 yang diperlihatkan pada Gambar 2.3. adalah kaki V_s , Data, NC dan *Ground*. Kaki V_s digunakan sebagai tegangan sumber sensor ini. Tegangan sumber yang diperkenankan adalah diantara rentang 3V sampai 5.5V. Lalu kaki Data digunakan untuk mengambil data suhu dan kelembaban udara yang telah diukur oleh sensor DHT11. Kaki NC yang merupakan

singkatan dari *Not Connected*, adalah kaki yang tidak dihubungkan dengan apa-apa. Jadi dalam prakteknya, kaki ini tidak boleh dihubungkan dengan rangkaian apapun. Kemudian kaki *Ground* disambung dengan *Ground* tegangan sumber

Beberapa spesifikasi dari DHT11 dijabarkan sebagai berikut:

1. Pasokan Voltage : 5 V
2. Rentang temperatur : 0-50 ° C
kesalahan ± 2 ° C
3. Kelembaban : 20-90% RH $\pm 5\%$ RH error
4. Interface : Digital

C. Sensor DHT22

DHT-22 merupakan salah satu sensor suhu dan kelembaban yang juga dikenal sebagai sensor AM2302. Sensor ini hampir sama seperti DHT11 juga memiliki empat kaki. Kaki-kaki DHT22 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi Kaki DHT22

Pada Gambar 4, memperlihatkan empat kaki sensor DHT22 yaitu kaki V_s , Data, NC dan *Ground*. Tegangan sumber disambungkan ke kaki V_s dimana tegangan sumber yang digunakan pada umumnya adalah sebesar 5V karena mengikuti tegangan kerja mikrokontroler yaitu sebesar 5V juga. Kemudian kaki Data disambungkan dengan sebuah mikrokontroler yang digunakan untuk mengambil data suhu dan kelembaban udara yang telah diukur.

Kaki NC yaitu kaki *Not Connected*, merupakan kaki yang tidak disambungkan ke manapun.. Jadi dalam pengujian, kaki ini tidak boleh dihubungkan dengan apa-apa. Sedangkan kaki *Ground* disambung dengan *Ground* tegangan sumber. Sensor DHT22 ini memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai berikut:

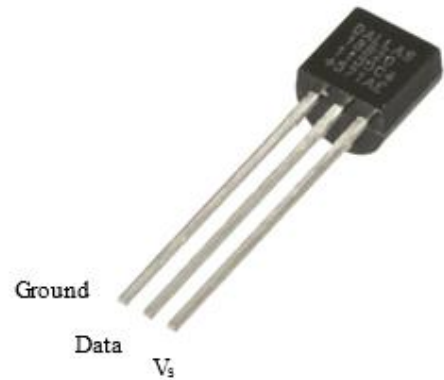
1. Data hasil pengukuran sensor sudah berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit.
2. Sensor terkalibrasi secara akurat dengan kompensasi suhu di ruang penyesuaian dengan nilai koefisien kalibrasi tersimpan dalam memori OTP terpadu.
3. Rentang hasil pengukuran suhu dan kelembaban sensor DHT22 lebih lebar
4. Sensor mampu mentransmisikan sinyal hasil pengukuran melewati kabel yang panjang hingga 20 meter, sehingga cocok untuk ditempatkan di mana saja. Jika menggunakan kabel yang panjang di atas 2 meter, sensor memerlukan *buffer kapasitor* $0,33\mu\text{F}$ antara kaki tegangan sumber (V_s) dengan kaki *ground* (*Ground*).

Spesifikasi Teknis DHT22 / AM-2302 secara keseluruhan dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Rentang catu daya: 3,3 - 6 Volt DC (tipikal 5 VDC)
2. Konsumsi arus pada saat pengukuran antara 1 hingga 1,5 mA
3. Sinyal keluaran: digital lewat *bus* tunggal dengan kecepatan 5 ms / operasi (*MSB-first*)
4. Elemen pendeteksi: kapasitor polimer (*polymer capacitor*)
5. Jenis sensor: kapasitif (*capacitive sensing*)
6. Rentang deteksi kelembaban / *humidity sensing range*: 0-100% RH (akurasi $\pm 2\%$ RH)
7. Rentang deteksi suhu / *temperature sensing range*: $-40^\circ \sim +80^\circ$ Celcius (akurasi $\pm 0,5^\circ\text{C}$)
8. Resolusi sensitivitas / *sensitivity resolution*: 0,1%RH; 0,1 $^\circ\text{C}$
9. Pengulangan / *repeatability*: $\pm 1\%$ RH; $\pm 0,2^\circ\text{C}$
10. Histeresis kelembapan: $\pm 0,3\%$ RH
11. Stabilitas jangka panjang: $\pm 0,5\%$ RH / tahun
12. Periode pemindaian rata-rata: 2 detik
13. Ukuran: 25,1 x 15,1 x 7,7 mm

D. Sensor DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperatur lingkungan lalu kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik. Sensor ini merupakan sensor digital yang menggunakan 1 wire untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Keunikan dari sensor ini adalah tiap sensor memiliki kode serial yang memungkinkan untuk penggunaan DS18B20 lebih dari satu dalam satu komunikasi 1 wire. DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang dikeluarkan oleh Dallas Semiconductor. Untuk pembacaan suhu, sensor menggunakan protokol 1 wire communication. Kaki-kaki DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Konfigurasi Kaki DS18B20

DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari V_s , Ground dan Data Input/Output. Kaki V_s merupakan kaki tegangan sumber. Tegangan sumber untuk sensor suhu DS18B20 adalah sekitar 3V sampai 5.5V. Pada umumnya V_s diberikan tegangan +5V sesuai dengan tegangan kerja mikrokontroler. Kemudian kaki *ground* disambungkan dengan *ground* rangkaian. Sedangkan spesifikasi lengkap sensor DS18B20 adalah sebagai berikut:

1. Unik 1-Wire interface hanya memerlukan satu pin port untuk komunikasi secara 1-Wire
2. Setiap perangkat memiliki kode serial 64-bit yang disimpan dalam sebuah ROM onboard
3. Tidak memerlukan ada komponen tambahan
4. Bekerja pada kisaran tegangan 3 sampai 5,5V
5. Dapat mengukur suhu pada kisaran -55 sampai 125°C
6. Akurasi $\pm 0,5^\circ\text{C}$ akurasi dari suhu -10 sampai 85°C
7. Resolusi dapat dipilih oleh pengguna antara 9 sampai 12 bit
8. Kecepatan mengkonversi suhu maksimal 750 ms

E. Arduino Pro Mini

Arduino Pro Mini adalah *development board* minimalis dengan basis mikrokontroler bertipe ATmega328. Dari segi fungsi, development board ini tidak berbeda dengan arduino jenis yang lain, seperti arduino uno, nano, dan sebagainya. Perbedaan yang paling utama dari board ini daripada *board* arduino yang lain adalah tidak adanya *jack power* DC dan konektor Mini-B USB, sehingga harus menggunakan modul USB to TTL untuk melakukan upload program atau komunikasi serial dengan komputer.

Arduino pro mini ini memiliki empat belas digital pin input output dimana enam

diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal yang (terputus secara *default*) dari 20-50 kOhms. Selain itu juga terdapat enam input analog, tombol reset, resonator *on-board*, dan lubang pin header. Header enam pin ini dapat dihubungkan ke kabel FTDI atau *Sparkfun* board breakout untuk digunakan sebagai komunikasi untuk *board* dan memberikan daya pada arduino tersebut. Bentuk arduino pro mini ini dimaksudkan untuk instalasi semi permanen di suatu objek. Hal ini memungkinkan penggunaan berbagai jenis konektor atau solder langsung kabel.

Arduino pro mini dirancang dimana user memungkinkan untuk menggunakan *reset* dengan perangkat lunak yang berjalan pada komputer yang sedang terhubung oleh arduino. Salah satu pin pada header enam pin terhubung ke garis *reset* dari ATmega328 melalui 100 nF kapasitor. Pin ini terhubung ke salah satu jalur kontrol hard wire dari USB-to-serial konverter yang terhubung ke header

Ada dua jenis arduino jenis pro mini ini. Pertama, arduino pro mini yang berjalan pada level tegangan 3.3V dan 8 MHz, yang kedua, berjalan pada level tegangan di 5V dan 16 MHz. Bentuk fisik arduino pro mini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk Arduino Pro Mini

Berikut ini adalah spesifikasi dari arduino pro mini pada Gambar 6:

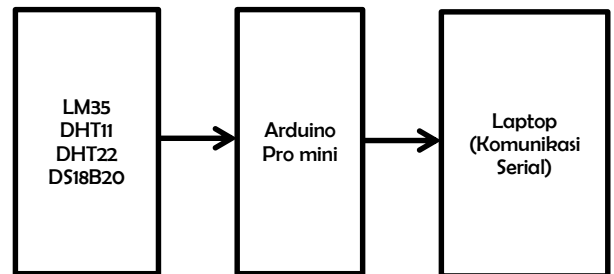
Mikrokontroler	: ATmega328
Operating Voltage	: 3.3V or 5V (tergantung model)
Input Voltage	: 3.35 -12 V (model 3.3V) or 5 - 12 V (model 5V)
Digital I/O Pins	: 14
Analog Input Pins	: 6
DC Current per Pin	: 40 mA
Flash Memory	: 32 kB dimana 0.5 kB digunakan oleh bootloader
SRAM	: 1KB

EEPROM	: 1KB
Clock Speed	: 8 MHz (model 3.3V) or 16 MHz (model 5V)
Dimension	: 0,7 "x 1,3"

Dari keempat sensor yang sudah dijelaskan sebelumnya yaitu LM35, DHT11, DHT22, dan DS18B20, akan dilakukan pengukuran suhu udara dan dibandingkan dengan sebuah termometer digital yang dapat langsung dibaca suhunya. Pengukuran suhu udara dilakukan sebanyak lima kali.

Dari pengukuran lima kali tersebut akan dihitung rata-rata eror pengukuran. Dari rata-rata eror pengukuran tersebut dapat disimpulkan sensor mana yang memiliki ketelitian paling tinggi atau eror pengukuran yang paling kecil.

Pengukuran suhu udara dilakukan dengan menggunakan arduino pro mini dan hasil pengukuran akan ditampilkan pada laptop dengan menggunakan komunikasi serial. Blok diagram pembacaan keempat sensor suhu ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Blok Diagram

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengukuran yang dilakukan pada keempat sensor, yaitu LM35, DHT11, DHT22, dan DS18B20, maka didapat beberapa nilai suhu udara. Pengukuran dilakukan sebanyak lima kali dan dilakukan pada lima suhu yang berbeda. Dari kelima nilai suhu udara tersebut didapat eror yang merupakan selisih antara pembacaan sensor dengan nilai suhu udara pada termometer acuan. Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran menggunakan LM35.

Tabel 1. Pengukuran Sensor LM35

No	Suhu Sensor (°C)	Suhu Termometer (°C)	Eror (%)
1	23.95	25.8	7.17
2	25.42	26.7	4.79
3	25.9	26.9	3.72
4	25.9	27.1	4.43
5	26.39	27.3	3.33
Rata-Rata Eror			4.69

Pada Tabel 2 sampai 4 menunjukkan hasil pengukuran dengan menggunakan sensor DHT11, DHT22, dan DS18B20.

Tabel 2. Pengukuran Sensor DHT11

No	Suhu Sensor (°C)	Suhu Termometer (°C)	Eror (%)
1	26	25.8	0.78
2	28	26.7	4.87
3	28	26.9	4.09
4	28	27.1	3.32
5	28	27.3	2.56
Rata-Rata Eror			3.12

Tabel 3. Pengukuran Sensor DHT22

No	Suhu Sensor (°C)	Suhu Termometer (°C)	Eror (%)
1	24.8	25.8	3.88
2	27.1	26.7	1.5
3	27.3	26.9	1.49
4	27.5	27.1	1.48
5	27.7	27.3	1.47
Rata-Rata Eror			1.96

Tabel 4. Pengukuran Sensor DS18B20

No	Suhu Sensor (°C)	Suhu Termometer (°C)	Eror (%)
1	24.81	25.8	3.84
2	26.5	26.7	0.75
3	26.62	26.9	1.04
4	26.75	27.1	1.29
5	27	27.3	1.1
Rata-Rata Eror			1.6

Dari Tabel 1 sampai 4 maka didapat hasil bahwa rata-rata eror pengukuran untuk sensor LM35 adalah 4.69%, lalu rata-rata eror pengukuran untuk sensor DHT11 adalah 3.12% kemudian untuk rata-rata eror pengukuran untuk sensor DHT22 adalah 1.96%, dan rata-rata eror pengukuran untuk sensor DS18B20 adalah 1.6%. Hasil eror pengukuran ini dapat dirangkum menjadi Tabel 5.

Tabel 5. Eror Pengukuran Sensor Suhu

No	Sensor	Eror (%)
1	LM35	4.69
2	DHT11	3.12
3	DHT22	1.96
4	DS18B20	1.6

KESIMPULAN

Pada penelitian ini terdapat empat sensor suhu udara yang diujikan, yaitu LM35, DHT11, DHT22, dan DS18B20. Keempat sensor ini akan dibandingkan dengan sebuah termometer acuan sehingga dapat diketahui sensor suhu yang memiliki ketelitian tinggi.

Dari pengujian didapatkan hasil bahwa sensor DS18B20 merupakan sensor suhu udara yang memiliki ketelitian yang paling tinggi dibandingkan dengan LM35, DHT11, DHT22 dengan rata-rata eror pengukuran sebesar 1.6%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Margolis, Michael, 2011, *Arduino Cookbook*, United States, O'Reilly
- [2] National Semiconductor Corporation, 2000, *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors*, 15 Oktober 2016, <http://www2.ece.ohio-state.edu>.
- [3] Maxim Integrated, 2015, *Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*, 17 Oktober 2016, <http://datasheets.maximintegrated.com>
- [4] D-Robotics, 2010, *DHT11 Humidity & Temperature Sensor*, 18 Oktober 2016, <http://www.micropik.com>
- [5] Aosong Electronics Co. , *Digital-Output Relative Humidity & Temperature Sensor/ Module DHT22*, 20 Oktober 2016, <http://www.sparkfun.com>