

Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22

Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino

Arief Hendra Saptadi

Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto
Jl. D. I. Panjaitan No. 128 Purwokerto 53147
ariefhs@stttelematikatelkom.ac.id

Abstrak – Suhu dan kelembaban merupakan dua objek pengukuran yang acapkali terdapat di dalam sistem akuisisi data. Terdapat banyak piranti sensor yang berfungsi untuk mengukur dua objek tersebut dan akurasi merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk memilihnya. DHT11 dan DHT22 adalah sensor seri DHT dari Aosong Electronics yang dapat melakukan pengukuran suhu dan kelembaban secara serempak dengan keluaran digital. Informasi tentang akurasi terdapat di dalam lembar data keduanya. Kendati pun demikian informasi tersebut tidak menggambarkan kondisi sesungguhnya saat dioperasikan pada lokasi maupun *platform* tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan akurasi dari DHT11 dan DHT22 dalam pengukuran suhu dan kelembaban saat dioperasikan di dalam maupun di luar ruangan, menggunakan *platform* ATMEL AVR dan Arduino. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, DHT22 memiliki akurasi yang lebih baik daripada DHT11 dengan galat relatif pengukuran suhu 4% dan kelembaban 18%. DHT11 sebaliknya memiliki rentang galat yang lebih lebar sebesar 1 – 7% dan 11 – 35%, masing-masing untuk pengukuran suhu dan kelembaban. Perbedaan lokasi dan *platform* tidak memberikan pengaruh pada hasil pengukuran. Galat pengukuran kelembaban yang masih di atas 10% menunjukkan perlunya kalibrasi ulang. Di masa mendatang, selain akurasi, kepresisian juga perlu diuji menggunakan penghitungan simpangan baku pada hasil-hasil pengukuran.

Kata kunci – studi komparasi, akurasi, suhu, kelembaban, DHT11, DHT22, Arduino, AVR.

Abstract—Temperature and humidity are two measurands which frequently existed in data acquisition systems. There are many sensor devices dedicated to measure them and accuracy is one of parameters used to choose the device. DHT11 and DHT22 from Aosong Electronics are DHT family sensors capable of measuring temperature and humidity simultaneously with digital outputs. Information regarding accuracy is available on the datasheet of those devices, although it does not describe the actual condition when operated on specific location or platform. This research aims to compare the accuracy of DHT11 and DHT22 in the measurement of temperature and humidity when operated either indoor or outdoor by using ATMEL AVR and Arduino platform. Based on conducted tests, DHT22 possessed better accuracy than DHT11 with relative error of temperature and humidity measurement, 4% and 18% respectively. Otherwise, DHT11 had a much wider error interval of 1 – 7% and 11 – 35%, each for temperature and humidity measurement. The differences in location and platform do not impact the results of measurement. Measurement errors in humidity that are still above 10% signify the need of recalibration. In future, besides accuracy, precision also needs to be tested through the use of standard deviation calculation on measurement results.

Keywords – comparative study, accuracy, temperature, humidity, DHT11, DHT22, Arduino, AVR

I. PENDAHULUAN

Suhu (*temperature*) dan kelembaban udara (*humidity*) merupakan beberapa parameter pengukuran yang acapkali digunakan dalam proses akuisisi data. Sebagai bagian inti dari proses ini, sensor memiliki peran penting dalam mengubah kuantitas yang diperoleh dari alam (bersifat analog) menjadi kuantitas yang dapat diproses oleh komputer (bersifat digital). Sensor juga menentukan seberapa tepat hasil yang diperoleh dibandingkan dengan pengukuran yang sebenarnya melalui instrumen ukur.

Sensor dalam rangkaian akuisisi data dapat berupa komponen diskrit atau rangkaian terintegrasi (*IC/Integrated Circuit*). Pada umumnya untuk satu jenis parameter yang diukur melibatkan satu jenis sensor. Meski demikian dapat pula dijumpai penggunaan satu sensor yang berfungsi untuk mengukur dua atau lebih parameter secara simultan, seperti sensor famili SHT yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dalam satu waktu.

Salah satu jenis famili sensor yang juga dapat melakukan pengukuran suhu dan kelembaban pada satu waktu adalah DHT. Sensor ini terdiri dari

beberapa varian dengan varian yang sering digunakan adalah DHT11 dan DHT22. Sensor jenis ini cukup banyak dipilih karena data keluaran yang dihasilkan sudah dalam bentuk digital sehingga tidak memerlukan lagi proses konversi dari sinyal analog [1]. Selain perbedaan dalam hal resolusi (DHT22 mampu menampilkan nilai hingga satu angka dibelakang koma [2], sementara DHT11 tidak), faktor harga, rentang nilai pengukuran, dimensi fisik, kecepatan pencuplikan (*sampling rate*) dan berbagai spesifikasi teknis lainnya, salah satu hal yang memengaruhi pemilihan di antara keduanya adalah akurasi pengukuran. Pada lembar data (*datasheet*) kedua sensor tersebut terdapat informasi mengenai akurasi pengukuran suhu dan kelembaban. Kendati pun demikian informasi tersebut hanya menggambarkan kondisi pengujian sensor setelah melalui proses pabrikasi dan belum menggambarkan kondisi riil sensor tersebut saat digunakan dalam proses pengukuran yang sesungguhnya, baik di dalam maupun di luar ruangan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan seberapa besar akurasi pengukuran yang dihasilkan oleh sensor DHT11 dan DHT22 pada pengukuran suhu dan kelembaban, baik di dalam maupun luar ruangan pada platform ATMEL AVR dan Arduino. Kedua platform tersebut menggunakan mikropengendali yang sama, ATmega328P dengan memori *flash* 32K, EEPROM 1K dan SRAM 2KB [3].

II. METODOLOGI

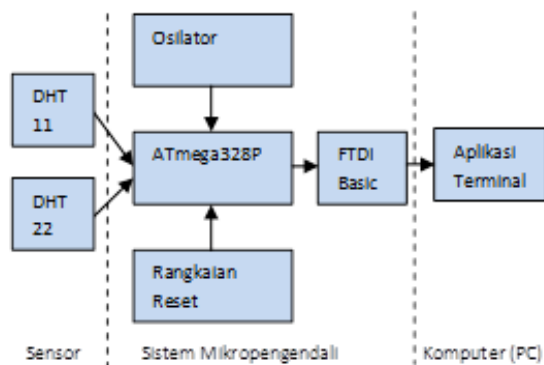
Metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

A. Perancangan Perangkat Keras

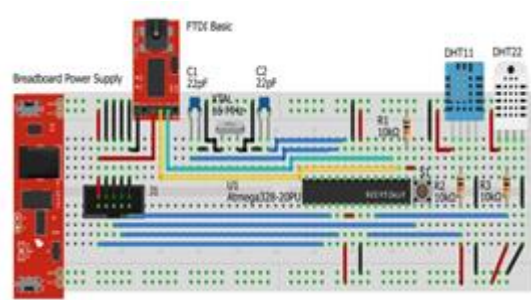
Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini adalah rangkaian pengujian sensor menggunakan mikropengendali ATMEL AVR dan Arduino.

- ATMEL AVR

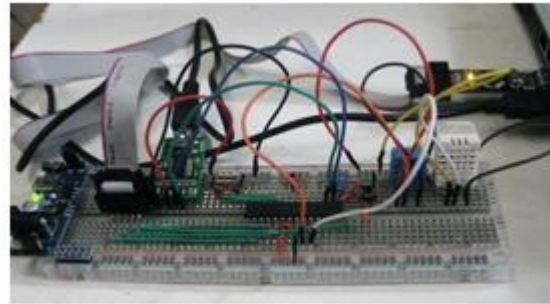
Bagian-bagian yang menyusun sistem pengujian pada platform ATMEL AVR adalah sebagaimana pada Gambar 1. Komponen-komponen yang menyusun rangkaian pengujian selanjutnya dirangkai di atas *breadboard* mengikuti skematik seperti dalam Gambar 2. Tampilan dari rangkaian pengujian pada platform ATMEL AVR diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 1. Sistem pengujian pada platform ATMEL AVR



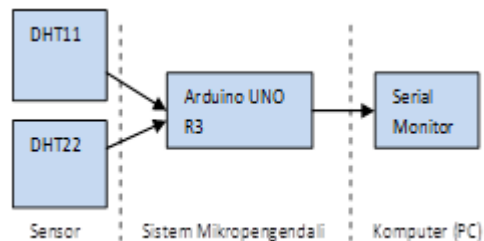
Gambar 2. Skematik rangkaian ATMEL AVR



Gambar 3. Rangkaian ATMEL AVR untuk pengujian

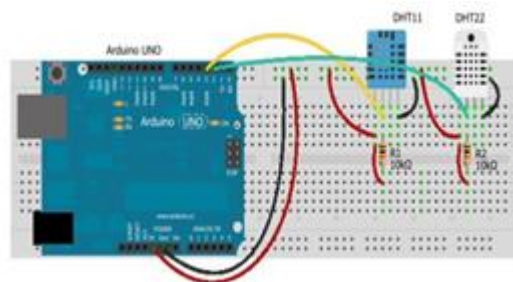
- Arduino

Bagian-bagian yang menyusun sistem pengujian pada platform Arduino adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 4.

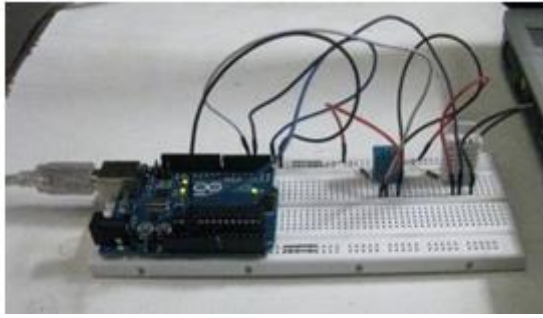


Gambar 4. Sistem pengujian pada platform arduino

Sensor DHT11 dan DHT22 yang diuji selanjutnya dirangkai di atas breadboard dan dihubungkan dengan papan Arduino UNO R3 mengikuti skematik yang ditunjukkan dalam Gambar 5. Tampilan dari rangkaian pengujian pada platform ATMEL AVR diperlihatkan dalam Gambar 6.



Gambar 5. Skematik rangkaian ATMEL AVR



Gambar 6. Rangkaian arduino untuk pengujian

B. Perancangan Perangkat Lunak

Algoritma dari perangkat lunak di dalam mikropengendali ATMEL AVR maupun Arduino memiliki cara kerja sebagaimana digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 7.

Firmware pada ATMEL AVR ATmega328P ditulis menggunakan bahasa C dan dikompilasi melalui perangkat lunak CodeVision AVR versi 2.05. Perangkat lunak dalam Arduino UNO R3 diprogram melalui Arduino IDE versi 1.0.1 dengan bahasa pemrograman Arduino.

Data yang diterima di PC untuk platform ATMEL AVR dan Arduino, masing-masing memiliki format:

AVR -> T_DHT11 = xx.0 C H_DHT11 = xx.0 %
T_DHT22 = yy.y C H_DHT22 = yy.y %

Arduino -> T_DHT11 = xx.00 °C H_DHT11 = xx.00 %
T_DHT22 = yy.y0 °C H_DHT22 = yy.y0 %

dengan:

- T_DHT11 = Data suhu dari DHT11
- H_DHT11 = Data kelembaban dari DHT11
- T_DHT22 = Data suhu dari DHT22
- H_DHT22 = Data kelembaban dari DHT22

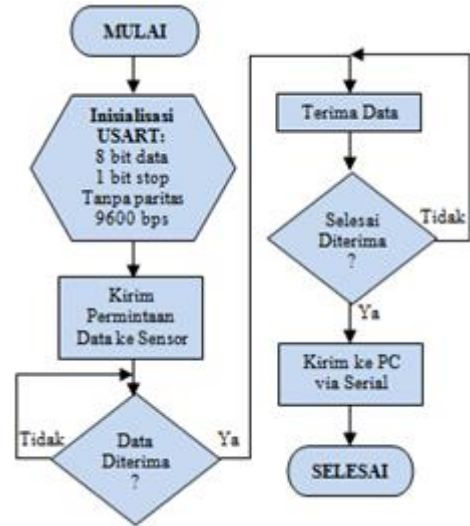
C. Pengujian Sensor

Pengujian sensor DHT11 dan DHT22 dilakukan pada platform ATMEL AVR dan Arduino secara serempak dan perangkat pengujian untuk kedua platform tersebut dihubungkan pada komputer yang sama. Data suhu dan kelembaban untuk platform AVR dicatat berdasarkan tampilan pada fitur Terminal dalam aplikasi CodeVision AVR. Sedangkan pada Arduino data dicatat sesuai tampilan dari fitur Serial Monitor dalam Arduino IDE.

Pengaturan parameter (*bitrate*, jumlah bit data, jumlah bit stop, paritas) untuk komunikasi serial pada CodeVision AVR dilakukan lewat menu Settings | Terminal [4]. Sedangkan pada Arduino, pengaturan semacam ini langsung dilakukan di bagian bawah dari tampilan Serial Monitor [5].

Komunikasi serial yang terjadi antara ATMEL AVR dan PC menggunakan modul FTDI Basic dengan *chip* FT232RL [6]. Sedangkan pada Arduino, *chip* ATmega16U2 diprogram untuk keperluan tersebut dan mendukung protokol USB 2.0 [7]. Pada kedua platform, jenis komunikasi serial yang dipilih

adalah asinkron. Ini sudah mencukupi untuk pengiriman data dengan volume rendah meskipun kurang efisien karena memerlukan 2 hingga 3 bit pengendali untuk setiap 8 bit data yang dikirimkan [8].



Gambar 7. Algoritma *firmware* dari mikropengendali

Pengujian dilakukan dua kali, yaitu di dalam ruangan dan di luar ruangan. Waktu untuk sekali pengujian adalah selama 180 menit dan data (suhu dan kelembaban) dicatat dengan interval setiap 5 menit sekali. Instrumen ukur pembanding yang digunakan adalah satu unit Thermo-Hygrometer. Nilai akurasi ditentukan berdasarkan perhitungan galat relatif (*relative error*).

Galat absolut dari pengukuran didefinisikan sebagai selisih antara nilai sebenarnya (*true value*) dengan nilai hasil pengukuran (*measured value*) [9]. Nilai absolut dari galat ini ditentukan melalui rumusan berikut:

$$E_a = |x_i - x_p| \dots \dots \dots (1)$$

Sedangkan galat relatif ditentukan dari perbandingan antara galat absolut tersebut terhadap nilai sebenarnya. Dalam persentase, ini dirumuskan:

$$E_r = \frac{E_a}{x_p} \times 100 = \frac{|x_i - x_p|}{x_p} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

dengan:

- E_r = galat relatif (%)
- E_a = galat absolut
- x_i = nilai pengukuran
- x_p = nilai sejati

Nilai pengukuran dalam pengujian ini berasal dari nilai yang dihasilkan oleh sensor DHT11 atau DHT22. Sedangkan nilai sejati berasal dari hasil pembacaan pada perangkat ukur pembanding yaitu Thermo-Hygrometer.

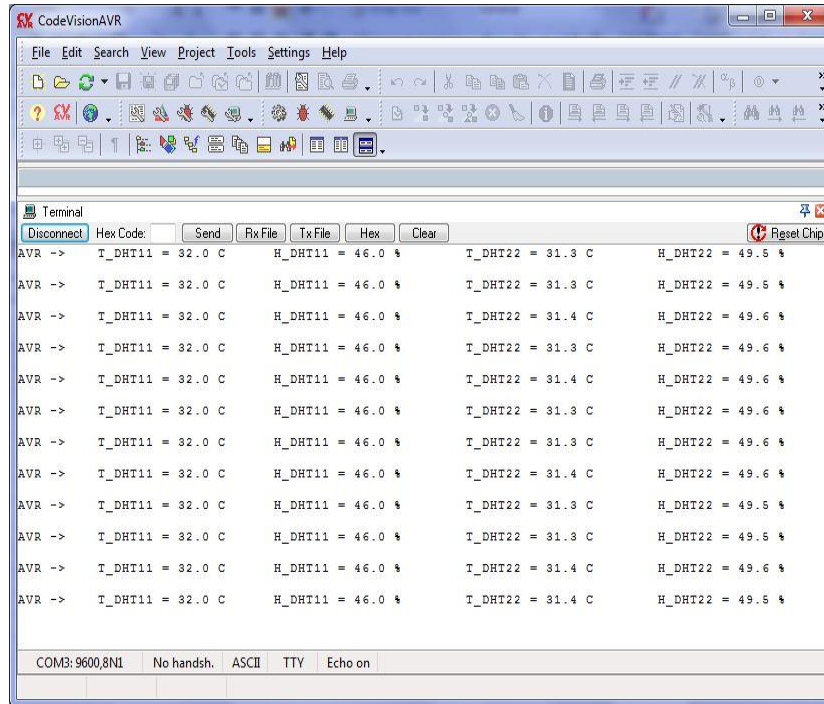
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian di dalam ruangan dilaksanakan pada tanggal 14 September 2013 dari pukul 18.50 hingga 21.45 WIB. Sedangkan pengujian di luar ruangan

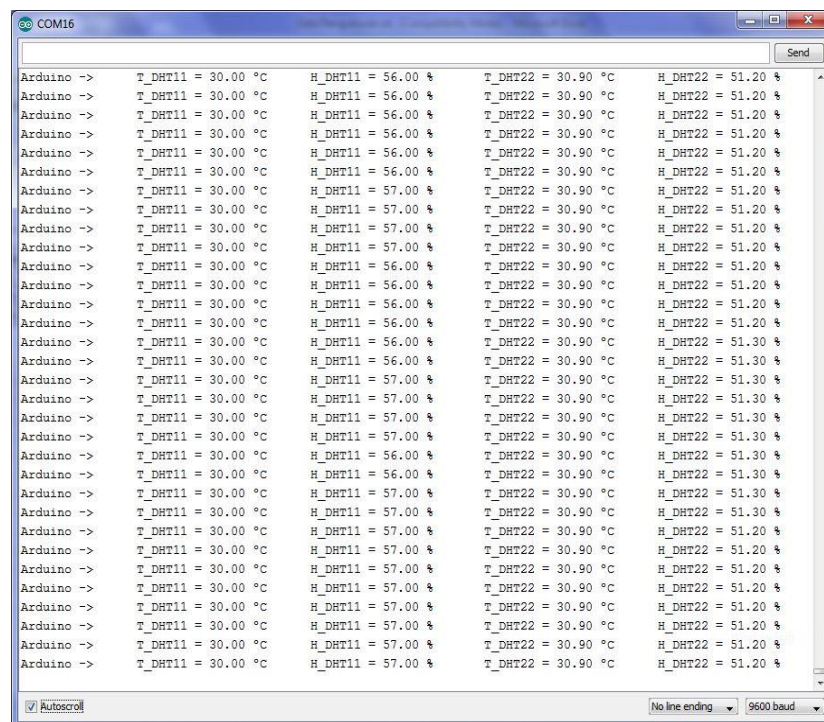
berlangsung pada 14 September 2013 pukul 10.20 – 13.15 WIB.

Komunikasi serial diatur menggunakan *bitrate* 9600 bps dengan format 8 bit data, 1 bit stop dan tanpa paritas [10]. Pada CodeVisionAVR, komunikasi serial terjadi pada port COM3. Tampilan data yang diamati

melalui fitur Terminal adalah seperti pada Gambar 8. Di sisi lain, komunikasi serial yang terdapat pada platform Arduino menggunakan port COM16. Data diamati melalui fitur Serial Monitor yang terdapat di dalam Arduino IDE seperti pada Gambar 9.



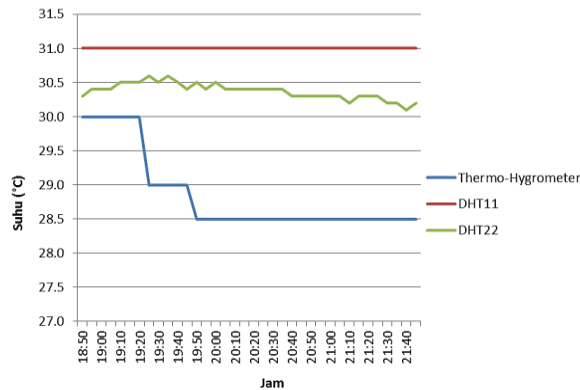
Gambar 8. Tampilan data



Gambar 9. Platform AVR: pengukuran suhu dalam ruangan

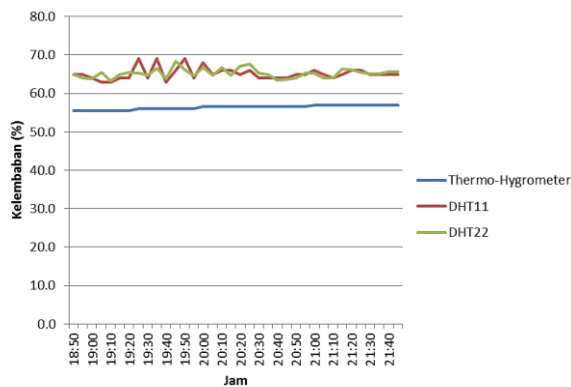
A. Hasil Pengujian Di Dalam Ruangan (Indoor)

Pada pengukuran di dalam ruangan menggunakan platform AVR, hasil pengukuran suhu DHT22 menunjukkan akurasi yang lebih baik daripada DHT11 (Gambar 10), dengan galat relatif yang lebih kecil ($7\% > 5\%$).



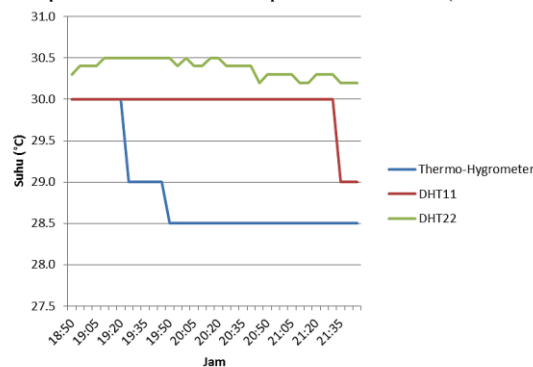
Gambar 10. Platform AVR: pengukuran suhu dalam ruangan

Pengukuran kelembaban di sisi lain menunjukkan hasil yang identik antara DHT11 dan DHT22 (Gambar 11). Keduanya menghasilkan galat relatif 16%.



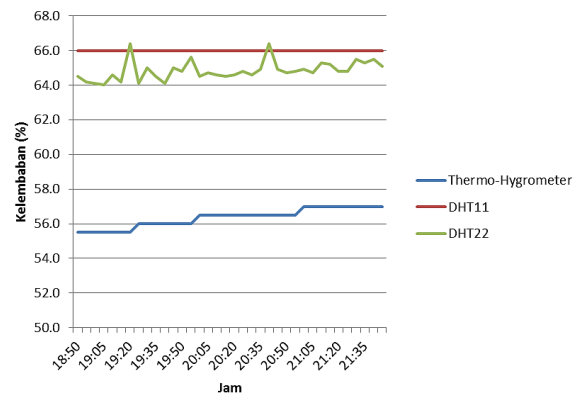
Gambar 11. Platform AVR: pengukuran kelembaban dalam ruangan

Pengukuran di dalam ruangan menggunakan platform Arduino memberikan hasil yang sedikit lebih baik pada DHT11 untuk parameter suhu ($4\% < 5\%$).



Gambar 12. Platform Arduino: pengukuran suhu dalam ruangan

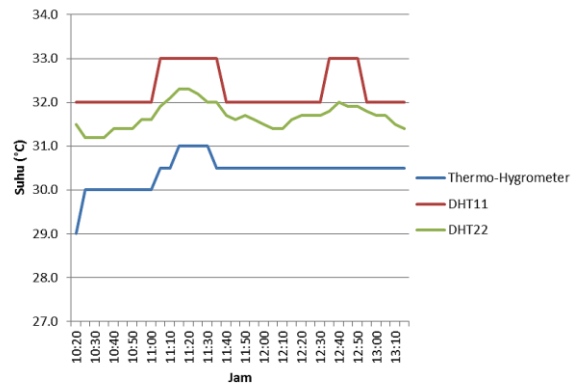
Sedangkan pada parameter kelembaban, DHT22 justru menunjukkan hasil yang lebih baik ($17\% > 15\%$). Meski dengan selisih yang tipis.



Gambar 13. Platform Arduino: pengukuran kelembaban dalam ruangan

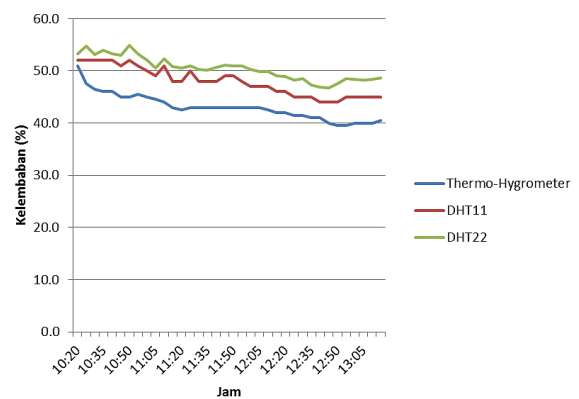
B. Hasil Pengujian Di Luar Ruangan (Outdoor)

Pengujian di luar ruangan untuk platform AVR, DHT22 memberikan hasil yang lebih mendekati pengukuran suhu Thermo-Hygrometer ($6\% > 4\%$).



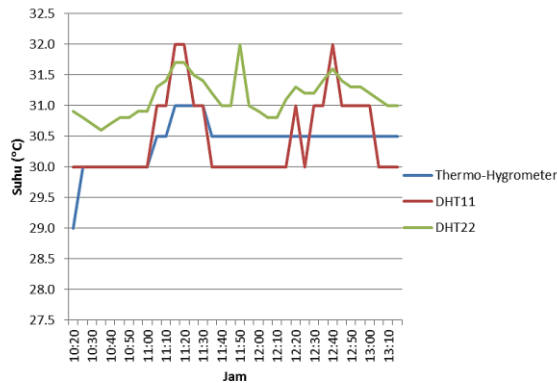
Gambar 14. Platform AVR: pengukuran suhu luar ruangan

Namun hasil sebaliknya diperoleh pada pengukuran kelembaban ($11\% < 17\%$). Justru DHT11 menunjukkan akurasi yang lebih baik.



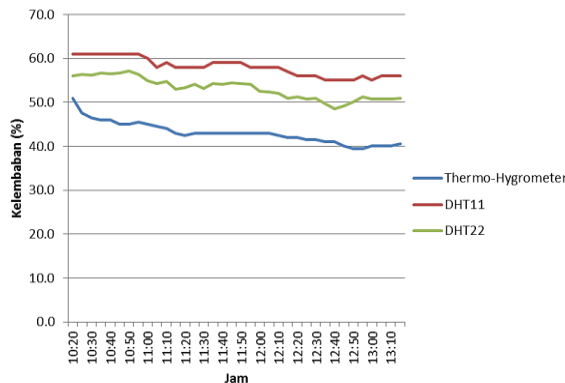
Gambar 15. Platform AVR: pengukuran kelembaban luar ruangan

Pengukuran suhu di luar ruangan untuk platform Arduino menunjukkan hasil yang lebih baik pada DHT11 (1% < 2%).



Gambar 16. Platform Arduino: pengukuran suhu luar ruangan

Meski demikian, DHT22 memperlihatkan galat relatif 11% lebih kecil pada pengukuran kelembaban.



Gambar 17. Platform Arduino: pengukuran kelembaban luar ruangan

C. Pembahasan

Secara keseluruhan, DHT11 lebih baik daripada DHT22 dalam pengukuran suhu untuk platform Arduino baik di dalam maupun di luar ruangan. Demikian pula pengukuran kelembaban di luar ruangan untuk platform AVR. Sedangkan DHT22 memperlihatkan hasil yang lebih baik untuk pengukuran suhu pada platform AVR baik untuk lokasi di luar maupun di dalam ruangan. DHT22 juga menunjukkan hasil pengukuran kelembaban yang lebih baik dalam platform Arduino, baik di luar maupun di dalam ruangan.

Tabel 1. Galat relatif

Sensor	Galat Relatif Dalam Ruangan				Galat Relatif Luar Ruangan			
	AVR		Arduino		AVR		Arduino	
	T (%)	H (%)	T (%)	H (%)	T (%)	H (%)	T (%)	H (%)
DHT11	7	16	4	17	6	11	1	35
DHT22	5	16	5	15	4	17	2	24

Keterangan: T = suhu, H = kelembaban.

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa akurasi terbaik (berlatar belakang warna hijau) maupun terburuk (warna merah) dalam pengukuran suhu dan kelembaban, semuanya terdapat pada DHT11. Dengan demikian DHT11 memiliki rentang galat yang lebih besar daripada DHT22 (1 – 7% untuk suhu dan 11 – 35% untuk kelembaban).

Rerata suhu di dalam ruangan untuk DHT11 dan DHT22 masing-masing adalah sebesar 5,5% dan 5%. Sedangkan untuk di luar ruangan, masing-masing sebesar 3,5% dan 3%. Rerata galat keseluruhan untuk pengukuran suhu pada DHT11 adalah 4,5% dan DHT22 sebesar 4%.

Nilai rata-rata kelembaban di dalam ruangan untuk DHT11 dan DHT22 masing-masing adalah 16,5% dan 15,5%. Ada pun untuk lokasi di luar ruangan, nilai masing-masing adalah sebesar 23% dan 20,5%. Rata-rata keseluruhan pengukuran kelembaban untuk DHT11 ialah sebesar 19,75%, sedangkan untuk DHT22 adalah 18%.

Seluruh pengukuran kelembaban yang dilakukan, baik untuk DHT11 dan DHT22 dengan hasil berupa galat relatif di atas 10% mengindikasikan perlunya kalibrasi ulang. Perbedaan lokasi (di dalam maupun di luar ruangan) dan platform yang digunakan (AVR atau Arduino) tidak berpengaruh terhadap hasil pengukuran. Seluruh hasil pengukuran kelembaban menunjukkan galat di atas 10% dan pengukuran suhu berkisar 1 – 7%.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan, pengujian dan pembahasan hasil dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. DHT22 memiliki akurasi yang lebih baik daripada DHT11 dengan galat relatif pengukuran suhu 4% (< 4,5%) dan kelembaban 18% (< 19,75%).
2. DHT11 memiliki rentang galat relatif yang lebih lebar yaitu sebesar 1 – 7% pada pengukuran suhu dan 11 – 35% pada pengukuran kelembaban.
3. Perbedaan lokasi pengukuran (di dalam maupun di luar ruangan) dan platform yang digunakan (baik AVR ataupun Arduino) tidak berpengaruh terhadap hasil pengukuran.

B. Saran

Dengan mempertimbangkan hasil-hasil yang diperoleh selama pengujian dan untuk memperbaikinya di masa mendatang maka hal-hal berikut ini dapat dilakukan:

1. Pengalibrasian sensor sebelum pengukuran dilakukan untuk meminimalkan galat relatif.
2. Penghitungan tingkat kepresisian perangkat sensor dengan menggunakan simpangan baku (*standard deviation*) di samping menghitung akurasi melalui galat relatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aosong (Guangzhou) Electronics Co., "Temperature and Humidity Module. DHT11 Product Manual," lembar data DHT11.
- [2] Aosong (Guangzhou) Electronics Co., "Temperature and Humidity Module. AM2302 Product Manual," lembar data DHT22.
- [3] Atmel Corporation, "8-bit AVR® Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash. ATmega48A, ATmega48PA, ATmega88A, ATmega88PA, ATmega168A, ATmega168PA, ATmega328, ATmega328P," lembar data ATmega328P, Agustus 2010 [Revisi I Oktober 2014].
- [4] H P Infotech S. R. L., *CodeVisionAVR Version 2.05.4 User Manual*, H P Infotech S. R. L., 2011.
- [5] M. Banzl, *Getting Started with Arduino*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2009.
- [6] Future Technology Devices International Ltd., "FT232R USB UART IC," lembar data FT232RL.
- [7] Atmel Corporation, "8-bit AVR® Microcontroller with 8/16/32K Bytes of ISP Flash and USB Controller. ATmega8U2, ATmega16U2, ATmega32U2," lembar data ATmega32U2, September 2012 [Revisi E].
- [8] Silicon Laboratories Inc., "Serial Communications", http://www.silabs.com/Support%20Documents/Software/Serial_Communications.pdf, diakses pada 14 Agustus 2014.
- [9] R. Malaric, *Instrumentation and Measurement in Electrical Engineering*. Boca Raton, FL: BrownWalker Press, 2011.
- [10] D. V. Gadre, *Programming and Customizing The AVR Microcontroller*. McGraw-Hill, 2001.

