

Desain dan Pabrikasi Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Berbasis ATmega 16A-PU

Joko Santoso¹, Iwan Sugriwan^{1*}, Arfan Eko Fahrudin¹, Tanto Budi Susilo², Oni Soesanto³,
Hisyam Musthafa⁴, Alan Dwi Wibowo⁴, Susi⁴

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

²Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

³Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

⁴Program Studi Teknik Industri Pertanian, Fakultas Pertanian

Universitas Lambung Mangkurat

Email korespondensi: iwansugriwan@ulm.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v19i1.7083>

Submitted: 9 Desember 2019; Accepted: 28 Januari 2022

ABSTRAK- Desain dan pabrikasi alat ukur suhu dan kelembaban menggunakan mikrokontroler ATmega 16A-PU telah direalisasikan pada sistem pemanas TBS. Alat ukur suhu dan kelembaban meliputi catu daya, pengikut tegangan, sensor SHT11, sensor LM35 *Waterproof*, LCD 20x4 karakter dan mikrokontroler ATmega 16A-PU. Sistem pemanas TBS terdiri dari *steam, boiler, air control room* dan *chamber*. Sistem ini dapat direalisasikan dengan menempatkan sensor LM35 *Waterproof* dalam ruang kontrol udara dan sensor SHT11 di dalam *chamber*. Alat ukur ini dilengkapi dengan perangkat lunak akuisisi data menggunakan program Delphi 7.0 berfungsi untuk menampilkan data pengukuran secara *real-time* dan disimpan secara otomatis ke Excel dan database. Proses pengujian dilakukan dengan cara mengalirkan uap air yang dihasilkan dari *boiler* ke dalam ruang kontrol udara. Nilai rata-rata kesalahan pembacaan alat ukur standar dengan alat ukur buat didapatkan, sensor LM35 *Waterproof* dengan rentang pengukuran 20–90°C adalah 1,22°C. Sedangkan pada sensor SHT11, nilai error pembacaan suhu dan kelembaban dengan masing-masing nilai rentang pengukuran 20–90°C dan 40–90% adalah 1,04°C dan 4,04%.

KATA KUNCI: *Alat ukur suhu dan kelembaban; Mikrokontroler ATmega 16A-PU; Real time; Sistem pemanas TBS.*

ABSTRACT- The TBS heating system has realized the design and manufacture of temperature and humidity measuring instruments using the ATmega 16A-PU microcontroller. Temperature and humidity measuring instruments include power supply, voltage follower, SHT11 sensor, LM35 Waterproof sensor, 20x4 character LCD, and ATmega 16A-PU microcontroller. TBS heating system consists of steam, boiler, air control room, and chamber. This system can be realized by placing the LM35 Waterproof sensor in the air control room and the SHT11 sensor in the chamber. This measuring instrument is equipped with data acquisition software using the Delphi 7.0 program to display data in real-time and automatically save it to Excel and databases. The testing process is carried out by flowing water vapor produced from the boiler into the air control room. The average value of the standard measuring instrument reading error with the measuring instrument to be obtained, the LM35 Waterproof sensor with a measurement range of 20–90°C is 1.22°C. While on the SHT11 sensor, the error values for temperature and humidity readings with each measurement range 20–90°C and 40–90% are 1.04°C and 4.04%.

KEYWORDS: *ATmega 16A-PU microcontroller; FFB heating systems; Real-time; Temperature and humidity measuring instruments.*

PENDAHULUAN

Sistem monitoring adalah proses pengumpulan data hasil pengukuran yang

telah dilakukan (Permana & Susi Herawati, 2018). Sistem pengamatan suhu dan kelembaban banyak diterapkan di berbagai

sektor, antara lain: disektor industri dan sektor teknologi tepat guna. Sektor industri, sistem pengamatan suhu dan kelembaban diaplikasikan pada proses penyimpanan buah jeruk (Akinola *et al.*, 2015), pematangan keju (Desgraha, 2015) dan pengamatan suhu yang diterapkan pada proses penyimpanan CPO (Hafiz *et al.*, 2016). Sistem pengamatan suhu dan kelembaban udara di sektor teknologi tepat guna diaplikasikan pada mesin pengering gabah (Khalil, 2015), budidaya jamur (Marzuki & Ying, 2017), penetas telur (Kyeremeh & Peprah, 2017) dan *green house* (Sutar, Sakharpe & Mali, 2016).

Akinola *et al.*, (2015) melakukan penelitian pembuatan sistem monitoring suhu dan kelembaban yang diimplementasikan pada proses penyimpanan buah jeruk. Sistem ini digunakan untuk pengamatan perubahan suhu dan kelembaban udara yang telah diatur pada 4–7°C dan 85–95% ditampilkan pada *liquid crystal display* (LCD) 20x2 karakter. Alat ukur ini menggunakan sensor DHT11 dan mikrokontroler PIC16F877A. Penelitian lebih lanjut pada sektor industri dilakukan oleh (Desgraha, 2015). Penelitian ini melakukan pengamatan pada perubahan suhu dan kelembaban yang telah diatur pada 11-13°C dan 75% melalui *personal computer* (PC). Penelitian ini menggunakan sensor suhu PT 100, HSM-20G dan *programmable logic control* (PLC).

Hafiz *et al.*, (2016) melakukan pemantauan suhu yang diterapkan pada sistem pemanas minyak sawit mentah (CPO). Sistem pada alat ukur ini digunakan untuk memantau perubahan suhu pada sistem pemanas CPO. Sistem ini dalam operasionalnya menggunakan sensor LM35, DS18B20 dan PLC. Sistem ini berhasil memantau suhu CPO yang telah diatur pada 40°C melalui PC.

Di sektor teknologi tepat guna, sistem pemantauan suhu dan kelembaban yang diaplikasikan pada mesin pengering gabah dilakukan oleh (Khalil, 2015). Sistem alat ukur ini menggunakan sensor LM35DZ dan sensor SHT75 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ATmega16. Sistem ini telah

berhasil memantau perubahan suhu dan kelembaban yang telah diatur pada 33,5°C dan 51,5% melalui LCD 16x2 karakter. Marzuki & Ying, (2017) melakukan penelitian yang diimplementasikan pada budidaya jamur. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino R3 dan sensor DHT22. Sistem ini dapat melakukan pemantauan perubahan suhu dan kelembaban yang telah diatur pada 20-25°C dan 85% melalui telepon genggam dengan memanfaatkan ZigBee sebagai komunikasi antara mikrokontroler dengan telepon genggam.

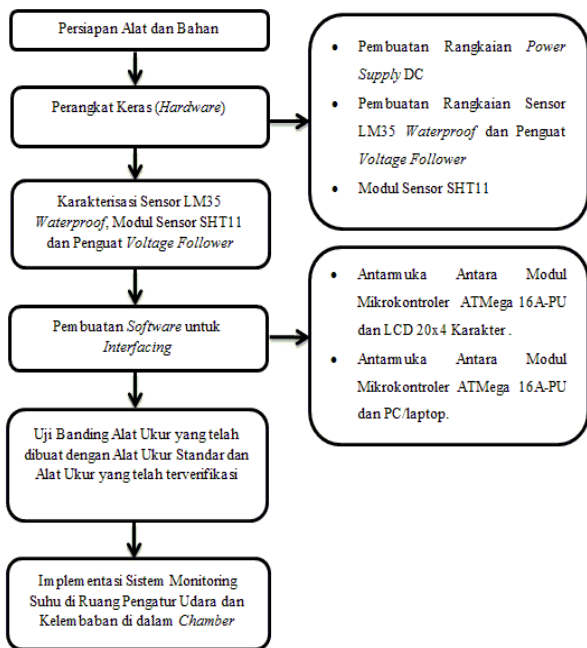
Kyeremeh & Peprah, (2017) melakukan penelitian yang diaplikasikan pada mesin penetas telur. Alat ukur ini digunakan untuk memantau perubahan suhu dan kelembaban yang telah ditentukan pada suhu 37-39°C dan 53-70% melalui LCD 16x2 karakter dan telepon genggam dengan memaksimalkan *internet of things* (IoT). Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan DHT22. Dalam pembuatan sistem pemantauan suhu dan kelembaban yang diaplikasikan pada *green house* dilakukan (Sutar, Sakharpe & Mali, 2016). Fokus dalam penelitian ini menggunakan sensor DHT11 dan Arduino Uno. Alat ukur pada sistem ini menggunakan prinsip pemantauan perubahan suhu dan kelembaban udara yang telah diatur pada 29-31°C dan 53-64% melalui telepon genggam dengan memaksimalkan *global system for mobile communication* (GSM).

Penelitian ini memfokuskan pada pembuatan alat ukur suhu dan kelembaban udara yang diterapkan pada sistem pemanas tandan buah segar kelapa sawit (TBS). Sistem pemantauan suhu dilakukan dengan memposisikan sensor LM35 *Waterproof* di dalam ruang kontrol udara, sedangkan pemantauan suhu dan kelembaban dilakukan dengan menempatkan sensor SHT11 di dalam *chamber*. Sistem pemantauan suhu dan kelembaban dapat diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler ATmega 16A-PU. Data pengukuran yang telah diperoleh meliputi data pemantauan suhu pada ruang kontrol udara, data pemantauan suhu dan kelembaban pada *chamber*. Data pengukuran

selanjutnya dicatat secara *real time* dan disimpan secara otomatis menggunakan *software* Excel dengan melalui *interface* menggunakan *software* Delphi 7.0. Selain itu, data hasil pengukuran dapat disimpan ke dalam Excel dan database.

METODE PENELITIAN

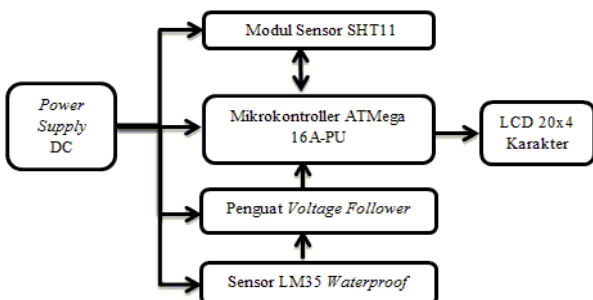
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fakultas MIPA dan di Laboratorium Teknik Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Alat ukur yang dibuat memerlukan beberapa tahapan penelitian seperti terlihat pada Gambar 1.



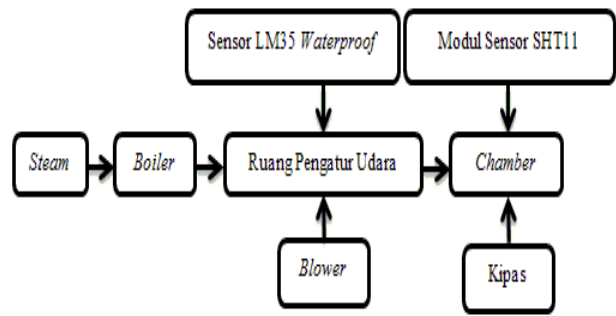
Gambar 1. Tahapan penelitian.

Perangkat Keras (Hardware)

Pembuatan perangkat keras dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu: sistem pemantauan suhu dan kelembaban dan sistem pemanas TBS. Kedua sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



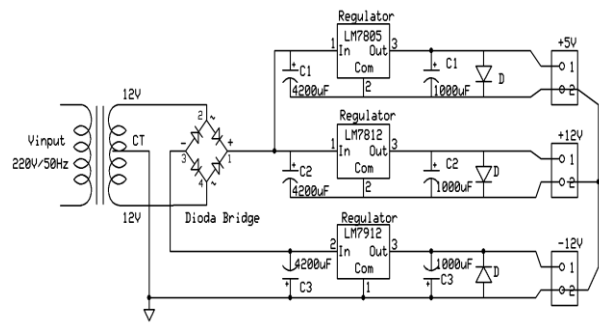
Gambar 2. Blok diagram sistem pemantauan suhu dan kelembaban.



Gambar 3. Diagram blok sistem pemanas TBS.

Rangkaian Catu Daya DC

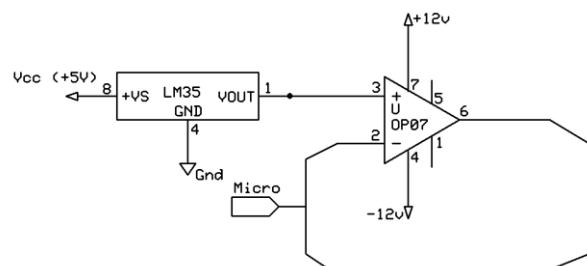
Rangkaian catu daya DC ini menggunakan IC Regulator 7812, 7912 dan 7805. Nilai tegangan keluaran yang dihasilkan dari IC tersebut adalah +12V, -12V dan +5V (Nurhikmah *et al.*, 2019). Skema rangkaian catu daya DC dapat diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema rangkaian catu daya DC.

Rangkaian Sensor LM35 Waterproof dan Pengikut Tegangan

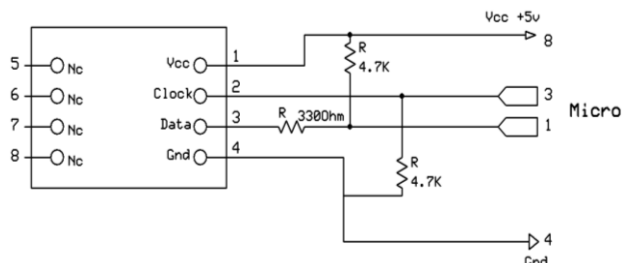
Sensor LM35 Waterproof membutuhkan rangkaian pengkondisi sinyal berupa rangkaian pengikut tegangan yang digunakan untuk menguatkan tegangan keluaran sensor sebanyak 1 kali. Output dari sensor dihubungkan ke input pada IC OP-07, sedangkan output dari IC OP-07 dihubungkan ke PortA.0 (Sugriwan *et al.*, 2019). Skema rangkaian Sensor LM35 Waterproof dan pengikut tegangan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema rangkaian sensor LM35 Waterproof dan pengikut tegangan.

Rangkaian Sensor SHT11

Sensor SHT11 digunakan untuk membaca nilai suhu dan kelembaban udara yang terdapat di dalam chamber. Sensor SHT11 memiliki 4 pin yaitu : Vcc, Ground, Data dan Sck (*serial clock*) (Sugriwan & Soesanto, 2017). Skematik rangkaian sensor SHT11 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema rangkaian sensor SHT11.

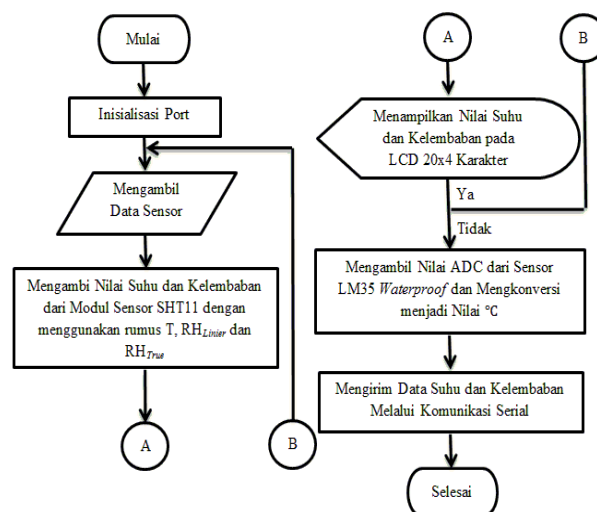
Karakterisasi Sensor LM35 Waterproof, Sensor SHT11 dan Pengikut Tegangan

Proses karakterisasi bertujuan untuk mendapatkan nilai persamaan karakterisasi dari sensor LM35 Waterproof, sensor SHT11 dan pengikut tegangan. Karakterisasi sensor LM35 Waterproof dengan membandingkan nilai tegangan keluaran multimeter dengan nilai suhu termometer digital. Karakterisasi sensor SHT11 dengan memasukkan rumus persamaan karakteristik: T , RH_{linear} dan RH_{True} . Rumus persamaan karakteristik diperoleh dari *datasheet* dan dimasukkan ke dalam *listing* program BASCOM-AVR. Karakterisasi pengikut tegangan dengan membandingkan nilai tegangan keluaran pembagi tegangan dengan IC OP-07 mulai dari 1-2V dengan interval 0.1V.

Perangkat Lunak untuk Antarmuka (Interface)

Antarmuka Antara Mikrokontroler ATmega 16A-PU dan LCD 20x4 Karakter

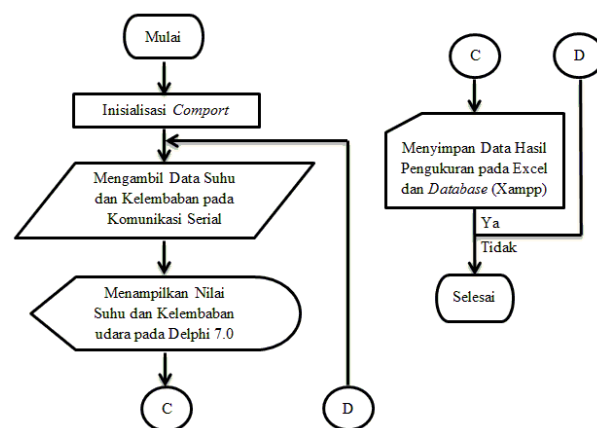
Antarmuka bertujuan untuk melihat hasil pembacaan suhu dan kelembaban yang dihasilkan dari sensor LM35 Waterproof dan sensor SHT11. Antarmuka dapat dilakukan dengan menghubungkan LCD 20x4 dengan mikrokontroler ATmega 16A-PU. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 7 (Sahu & Mazumdar, 2012).



Gambar 7. Tahapan penelitian antarmuka antara mikrokontroler ATmega 16A-PU dan LCD 20x4 karakter.

Antarmuka Antara Mikrokontroler ATmega 16A-PU dan PC

Antarmuka antara mikrokontroler ATmega 16A-PU dan PC bertujuan untuk membaca dan merekam data pengukuran ke dalam Excel. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 8 (Hidayat *et al.*, 2017).



Gambar 8. Tahapan penelitian antarmuka antara mikrokontroler ATmega 16A-PU dan PC.

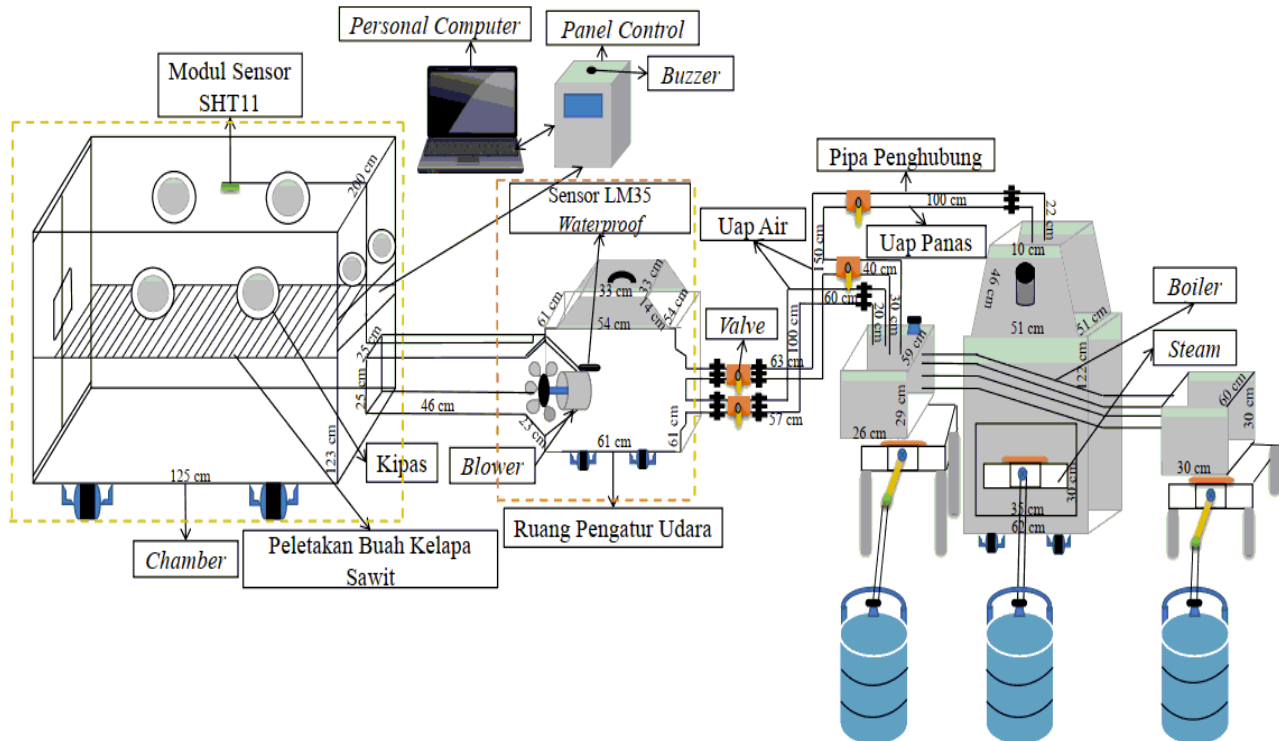
Uji Banding Alat Ukur yang telah dibuat dengan Alat Ukur Standar

Pengujian komparatif alat ukur suhu dan kelembaban udara dilakukan di Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB). Proses uji banding bertujuan untuk mendapatkan nilai selisih pembacaan alat ukur yang telah dibuat dengan alat standar. Sensor LM35 Waterproof dan SHT11 diuji dalam ruang tertutup menggunakan Digital Thermo-Hygrometer dan Digital Thermometer.

Pengujian Alat Ukur Suhu dan Kelembaban pada Sistem Pemanas TBS

Proses pengujian alat dilakukan dengan memanaskan air dan mengalirkan uap kering dan uap basah ke dalam ruang dan ruang kontrol udara. Sensor LM35 Waterproof dan SHT11 ditempatkan di ruang kontrol udara dan *chamber*. Pengambilan data dimulai dari suhu yang terbaca di ruang kontrol udara dan

di dalam *chamber* sampai dengan nilai set point 50, 60 dan 70°C di dalam *chamber* terpenuhi (Sugriwan *et al.*, 2015). Data pengukuran dicatat dan disimpan di Excel serta xampp menggunakan program Delphi 7.0 (Ekawati *et al.*, 2017). Pengujian alat ukur suhu dan kelembaban pada sistem pemanas TBS dapat ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian alat ukur suhu dan kelembaban pada sistem pemanas TBS (Sugriwan *et al.*, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat Keras (Hardware)

Hasil realisasi perangkat keras yang telah dibuat terdiri dari 3 bagian yaitu: rangkaian catu daya DC, rangkaian sensor LM35 Waterproof dan pengikot tegangan serta rangkaian untuk sensor SHT11.

Rangkaian Catu Daya DC

Catu daya DC berfungsi sebagai penyedia energi listrik yang dapat digunakan untuk memberikan tegangan listrik ke dalam rangkaian elektronika atau rangkaian listrik. Tegangan keluaran yang didapat dari pembuatan rangkaian catu daya DC adalah: +5,01V; +12,26V dan -12,11V. Realisasi catu daya DC dapat dilihat pada Gambar 10.

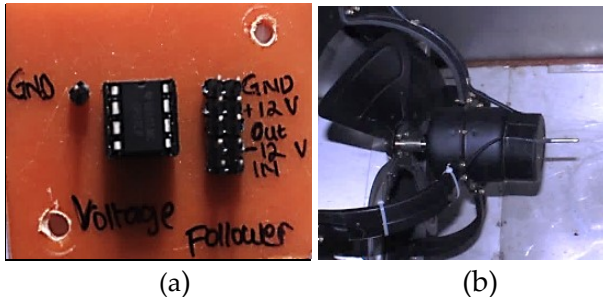
Rangkaian Sensor LM35 Waterproof dan Pengikot Tegangan

Sensor LM35 Waterproof dihubungkan dengan rangkaian pengkondisi sinyal berupa rangkaian pengikot tegangan. Keluaran sensor dihubungkan ke pin masukan 3 rangkaian pengikot tegangan. Output rangkaian pengikot



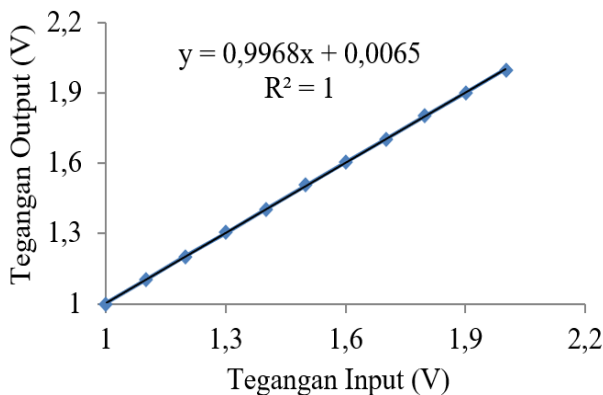
Gambar 10. Hasil realisasi rangkaian catu daya DC.

tegangan dihubungkan ke *analog to digital converter* (ADC) pada mikrokontroler ATmega16A-PU melalui PortA.0. Integrasi sensor LM35 *Waterproof* dan rangkaian pengikut tegangan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Realisasi rangkaian: (a) pengikut tegangan dan (b) sensor LM35 *Waterproof*.

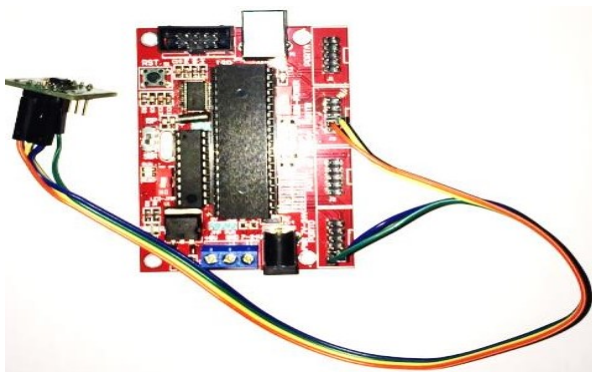
Persamaan untuk karakterisasi rangkaian pengikut tegangan adalah persamaan linier. Grafik karakterisasi rangkaian pengikut tegangan dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik karakterisasi rangkaian pengikut tegangan

Hasil Rangkaian untuk Sensor SHT11

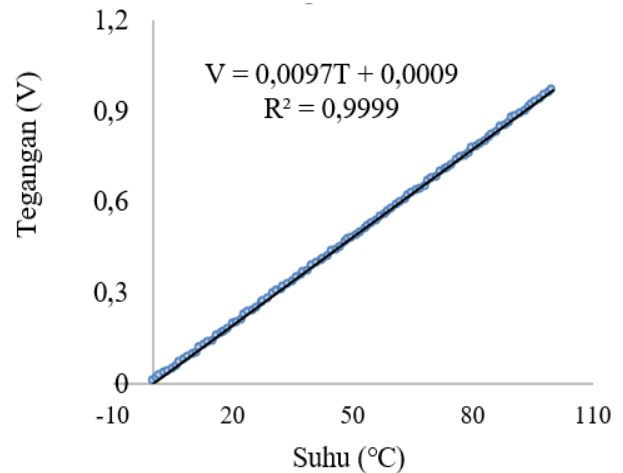
4 buah pin Vcc, Ground, Data dan Sck dari sensor SHT11 dapat dihubungkan ke mikrokontroler ATmega 16A-PU seperti terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil rangkaian sensor SHT11 dengan mikrokontroler ATmega 16A-PU.

Karakterisasi sensor LM35 *waterproof*

Hasil karakterisasi sensor LM35 *Waterproof* berupa persamaan linier. Persamaan tersebut dimasukkan ke dalam program BASCOM. Grafik hasil karakterisasi sensor LM35 *Waterproof* dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik persamaan karakterisasi sensor LM35 *Waterproof*.

Perangkat lunak untuk antarmuka (*interface*)

Antarmuka antara mikrokontroler ATmega 16a-pu dan lcd 20x4 karakter

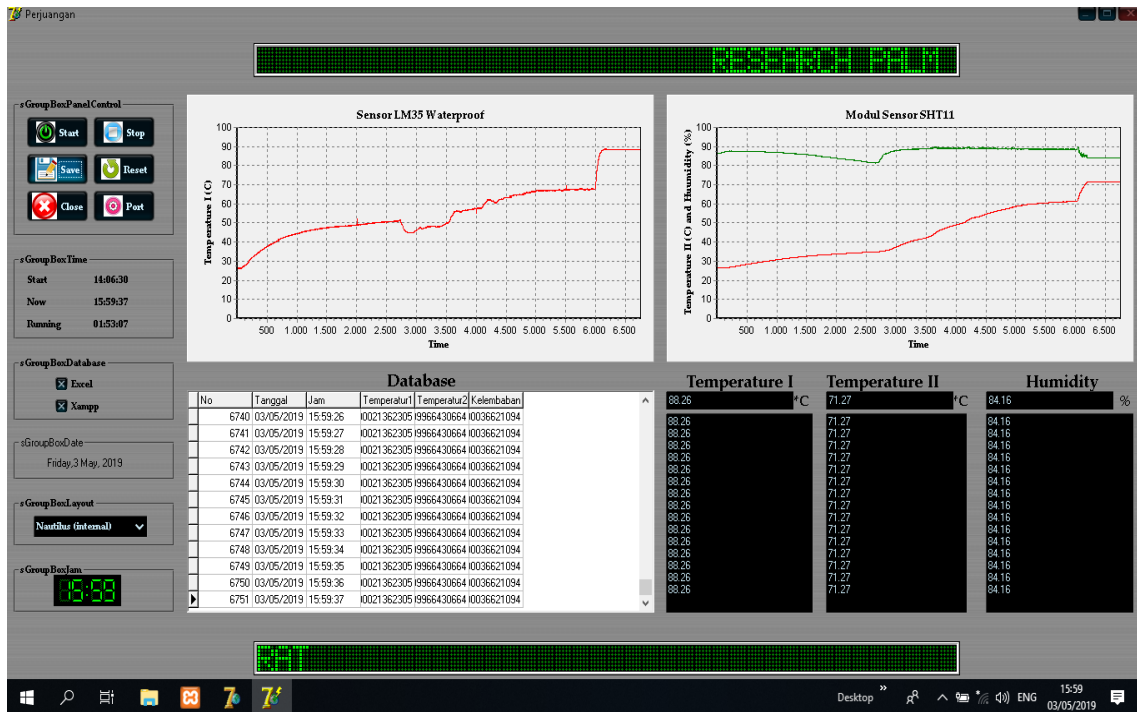
Terdapat 3 nilai parameter TP, TC dan RH. Nilai "TP" digunakan untuk pembacaan suhu di ruang kontrol udara. Nilai "TC" dan "RH" digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban di dalam *chamber*. Tampilan hasil pengukuran dengan LCD 20x4 karakter dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan hasil pengukuran dengan LCD 20x4 karakter.

Antarmuka Antara Mikrokontroler ATmega 16A-PU dan PC

Pengambilan data dapat dilakukan dengan menggunakan program Delphi 7.0 yang ditunjukkan pada Gambar 16. Data pengukuran dicatat dan disimpan dalam Microsoft Excel ditunjukkan Gambar 17 dan xampp juga ditunjukkan Gambar 18.



Gambar 16. Tampilan antarmuka (*interface*) menggunakan Delphi 7.0.

No	Date	Time (t)	Temperature I (C)	Temperature II (C)	Humidity (%)
1	Thursday, 20 March, 2019	16:26:54	0	0	0
2	Thursday, 20 March, 2019	16:26:55	82.71	51.21	96.11
3	Thursday, 20 March, 2019	16:26:56	82.71	51.21	96.11
4	Thursday, 20 March, 2019	16:26:57	82.2	51.15	96.2
5	Thursday, 20 March, 2019	16:26:58	82.71	51.16	96.44
6	Thursday, 20 March, 2019	16:26:59	82.71	51.16	96.44
7	Thursday, 20 March, 2019	16:27:00	82.71	51.19	96.61
8	Thursday, 20 March, 2019	16:27:01	82.2	51.18	96.58
9	Thursday, 20 March, 2019	16:27:02	82.2	51.18	96.58
10	Thursday, 20 March, 2019	16:27:03	82.2	51.24	96.65
11	Thursday, 20 March, 2019	16:27:04	82.71	51.17	96.5
12	Thursday, 20 March, 2019	16:27:05	82.71	51.12	96.46
13	Thursday, 20 March, 2019	16:27:06	82.71	51.12	96.46
14	Thursday, 20 March, 2019	16:27:07	82.71	51.16	96.52
15	Thursday, 20 March, 2019	16:27:08	82.2	51.21	96.59
16	Thursday, 20 March, 2019	16:27:09	82.2	51.21	96.59
17	Thursday, 20 March, 2019	16:27:10	82.2	51.17	96.5
18	Thursday, 20 March, 2019	16:27:11	82.2	51.05	96.29
19	Thursday, 20 March, 2019	16:27:12	82.2	51.05	96.29
20	Thursday, 20 March, 2019	16:27:13	82.2	51	96.33
21	Thursday, 20 March, 2019	16:27:14	82.2	50.98	96.37
22	Thursday, 20 March, 2019	16:27:15	82.2	51	96.54
23	Thursday, 20 March, 2019	16:27:16	82.2	51	96.54

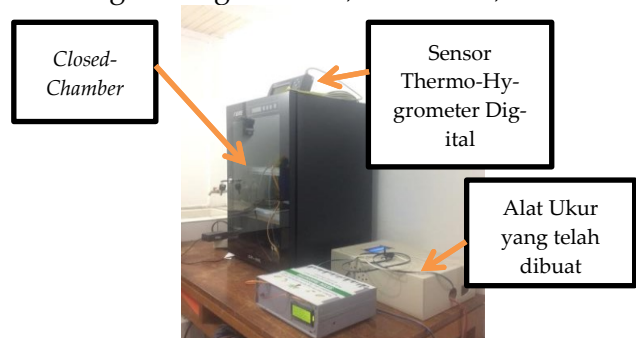
Gambar 17. Tampilan data pengukuran menggunakan Microsoft Excel

No	Tanggal	Jam	Temperatur	Kelembaban
5	2019-03-04	12:14:21	8	8
6	2019-03-04	12:14:24	26.67	25.33
7	2019-03-04	12:14:25	27.17	25.33
8	2019-03-04	12:14:26	26.67	25.33
9	2019-03-04	12:14:27	26.67	25.33
10	2019-03-04	12:14:28	26.67	25.33
11	2019-03-04	12:14:29	26.67	25.33
12	2019-03-04	12:14:30	27.17	25.33
13	2019-03-04	12:14:31	27.17	25.33
14	2019-03-04	12:14:32	26.67	25.33
15	2019-03-04	12:14:33	26.67	25.33
16	2019-03-04	12:14:34	27.17	25.33
17	2019-03-04	12:14:35	27.17	25.33
18	2019-03-04	12:14:36	26.67	25.33
19	2019-03-04	12:14:37	26.67	25.33
20	2019-03-04	12:14:38	26.67	25.33
21	2019-03-04	12:14:39	26.67	25.33
22	2019-03-04	12:14:40	27.17	25.33
23	2019-03-04	12:14:41	26.67	25.33
24	2019-03-04	12:14:42	26.67	25.33
25	2019-03-04	12:14:43	26.67	25.33
26	2019-03-04	12:14:44	26.67	25.33
27	2019-03-04	12:14:45	27.17	25.33
28	2019-03-04	12:14:46	26.67	25.33
29	2019-03-04	12:14:47	27.17	25.33
30	2019-03-04	12:14:48	26.67	25.33
31	2019-03-04	12:14:49	26.67	25.33
32	2019-03-04	12:14:50	26.67	25.33
33	2019-03-04	12:14:51	26.67	25.33
34	2019-03-04	12:14:52	26.67	25.33
35	2019-03-04	12:14:53	26.67	25.33
36	2019-03-04	12:14:54	26.67	25.33

Gambar 18. Tampilan data pengukuran menggunakan database.

Hasil Uji Perbandingan Alat Ukur yang telah Dibuat dengan Alat Ukur Standar

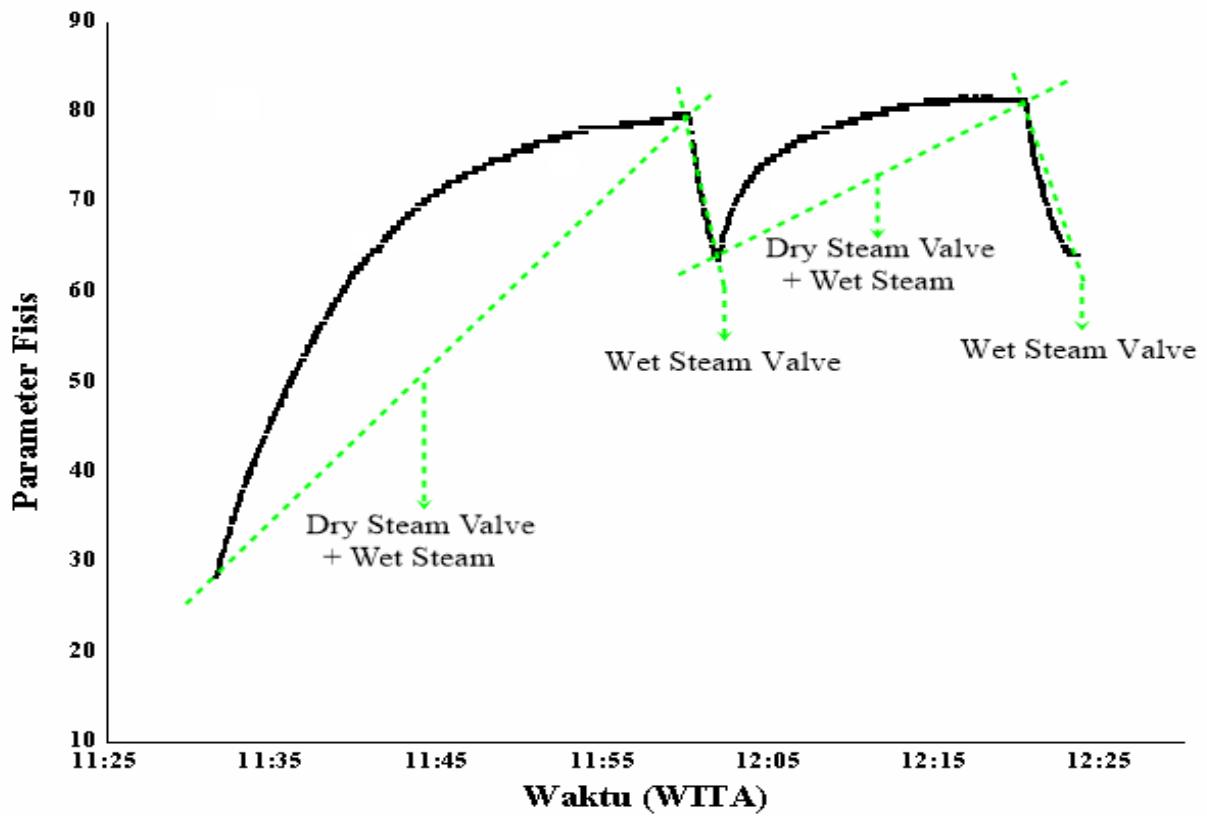
Hasil pengujian perbandingan diperoleh nilai *error* rata-rata untuk pembacaan suhu pada sensor LM35 Waterproof adalah 1,22°C. Sedangkan untuk sensor SHT11, rata-rata nilai *error* pembacaan suhu dan kelembaban masing-masing adalah 1,04°C dan 4,04%.



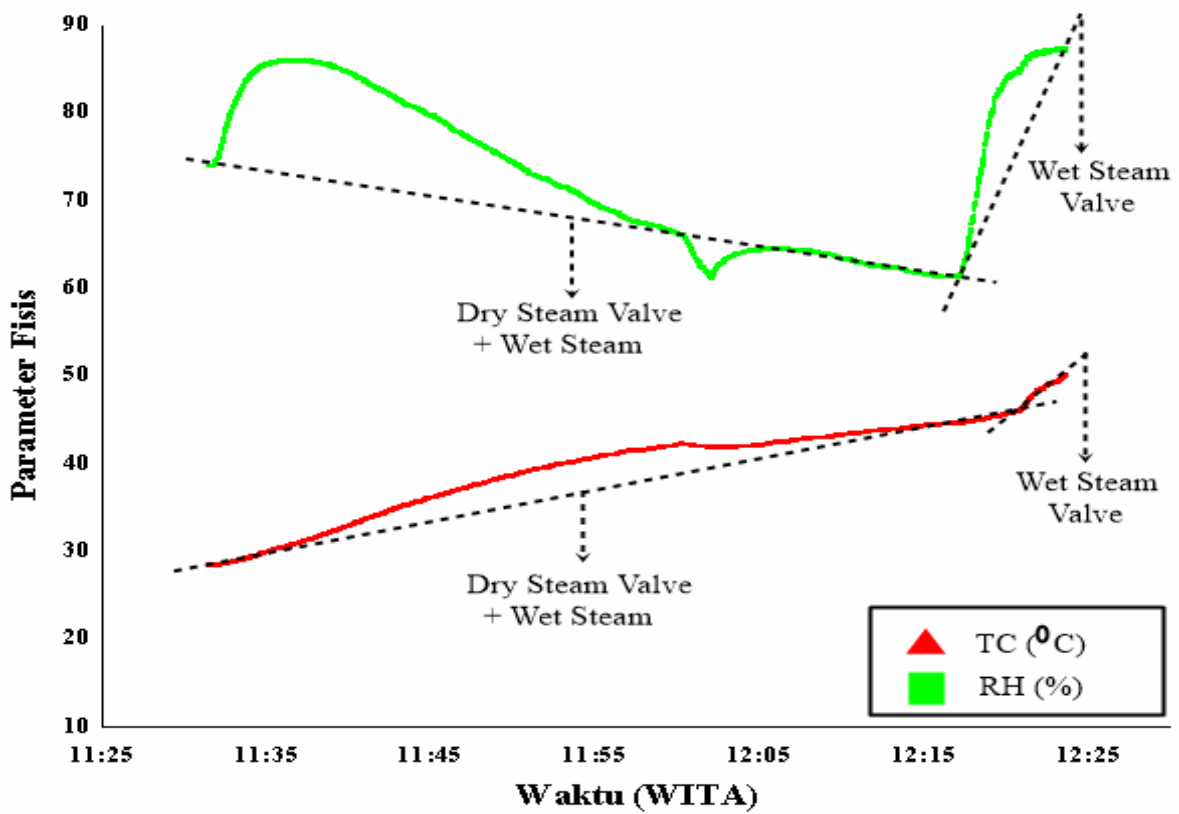
Gambar 19. Proses membandingkan alat ukur suhu dan kelembaban dengan alat ukur standar.

Pengujian Alat Ukur Suhu dan Kelembaban pada Sistem Pemanas TBS

Pengujian alat ukur suhu dan kelembaban diterapkan secara langsung pada sistem pemanas TBS. Adapun hasil grafik pemantauan suhu di ruang kontrol udara serta suhu dan kelembaban di *chamber* dengan nilai *set point* 50, 60 dan 70°C dapat ditunjukkan pada Gambar 20, 21 dan 22.

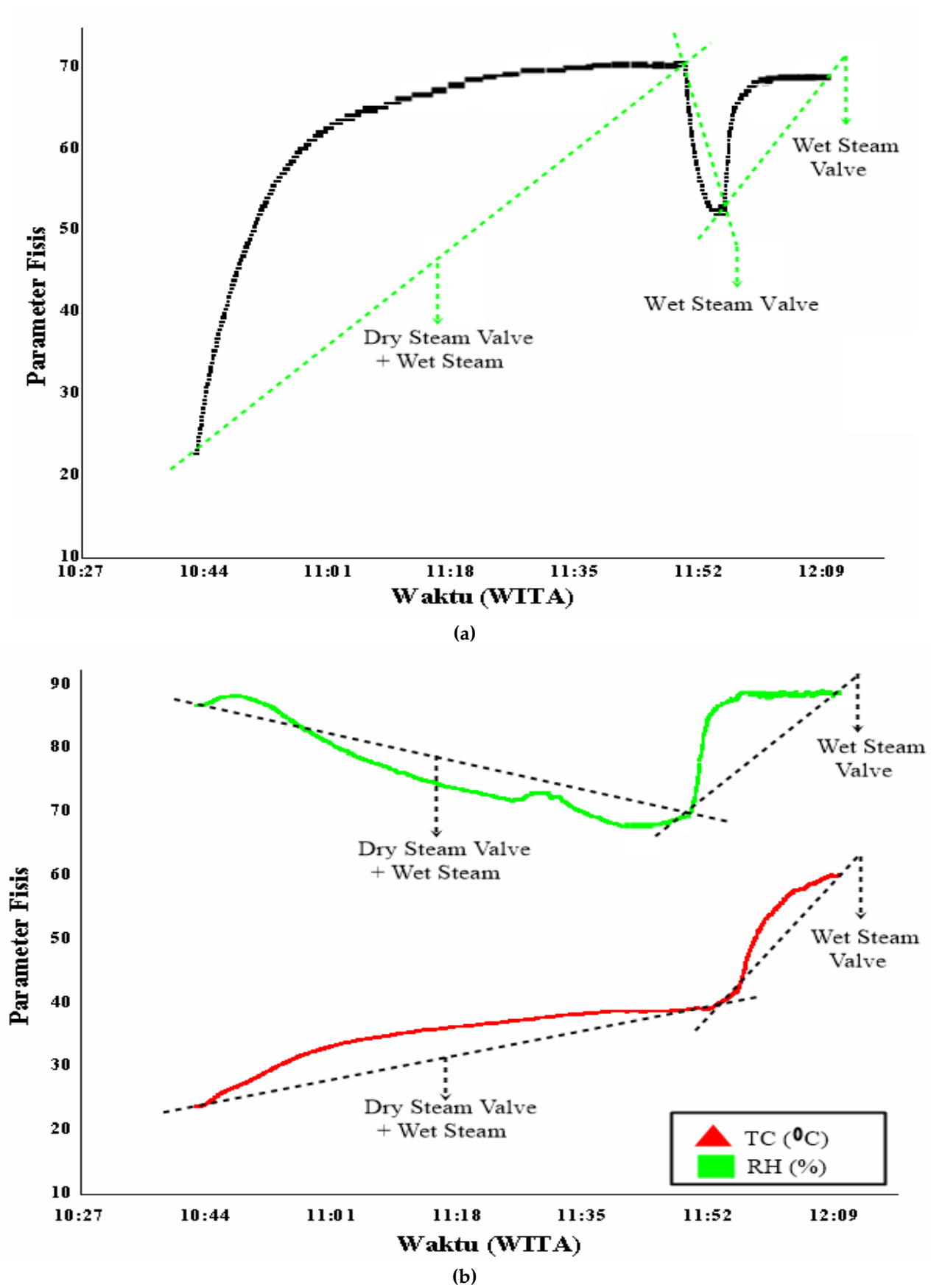


(a)

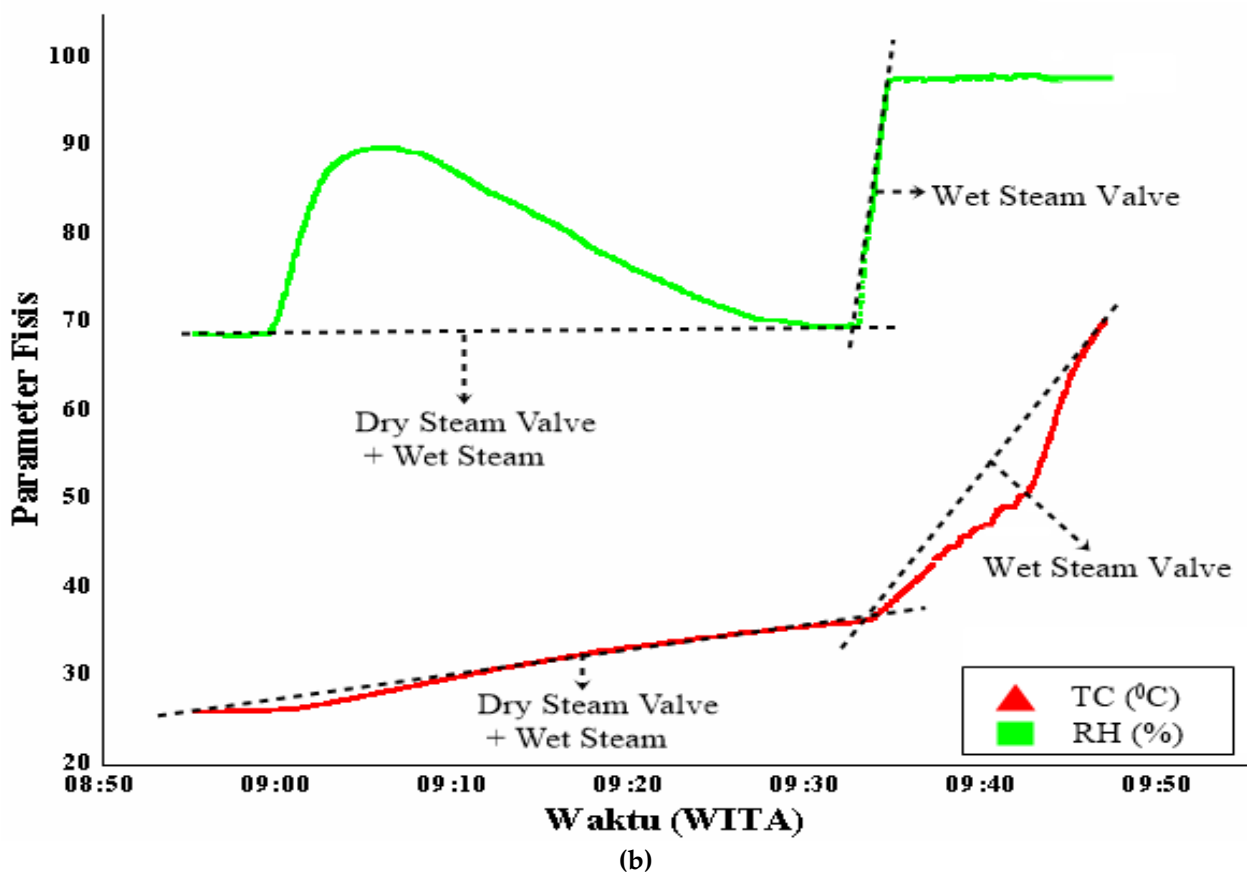
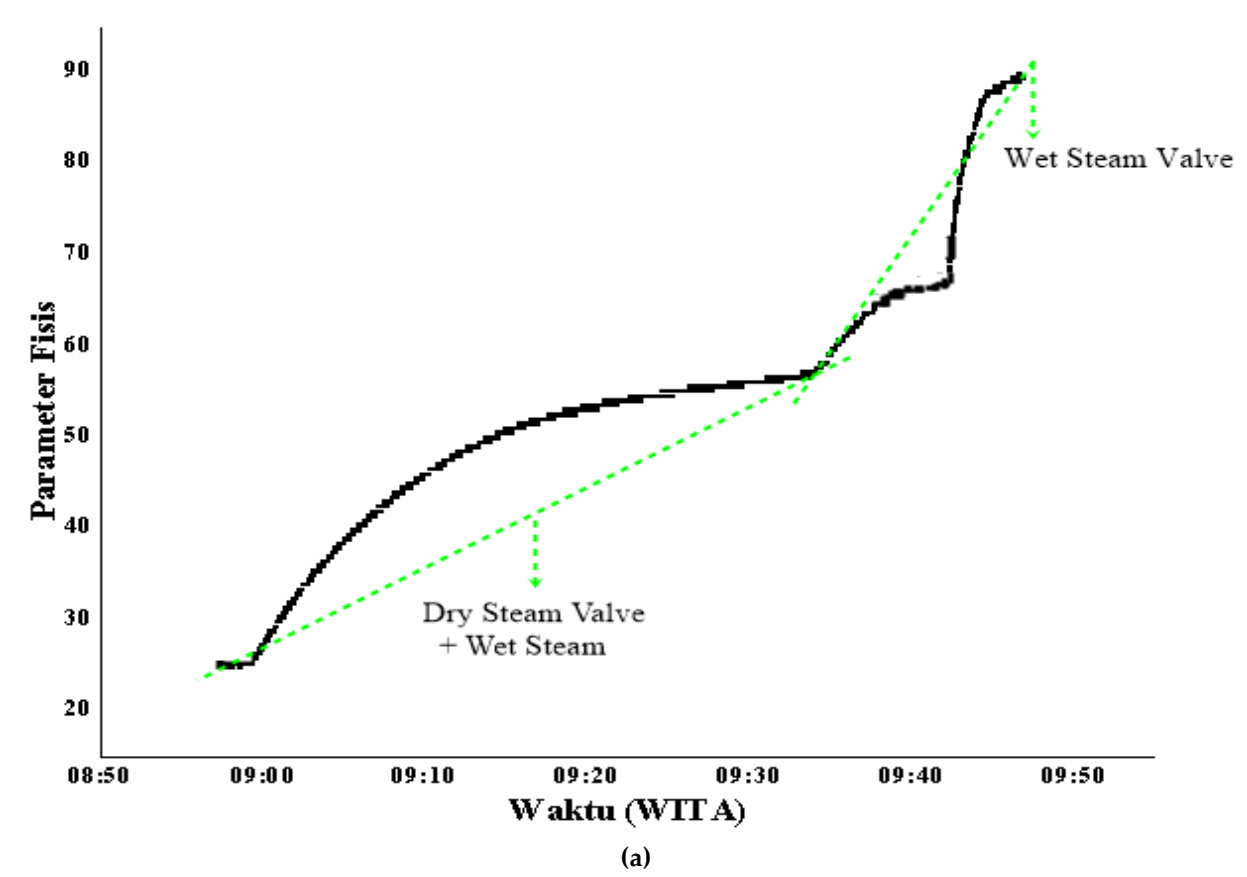


(b)

Gambar 20. Grafik hasil monitoring: (a) temperatur pada ruang kontrol udara, (b) temperatur dan kelembaban pada chamber dengan set point 50°C.



Gambar 21. Grafik hasil monitoring: (a) temperatur pada ruang kontrol udara, (b) temperatur dan kelembaban pada *chamber* dengan *set point* 60°C.



Gambar 22. Grafik hasil monitoring: (a) temperatur pada ruang kontrol udara, (b) temperatur dan kelembaban pada chamber dengan set point 70°C

Berdasarkan Gambar 20, 21 dan 22, nilai *set point* 50, 60 dan 70°C dapat terpenuhi dalam waktu 52 menit, 87 menit dan 51 menit. Kenaikan dan penurunan temperatur pada ruang kontrol udara, temperatur dan kelembaban pada *chamber* dapat disebabkan oleh membuka dan menutupnya katup uap kering dan uap basah

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah: alat ukur yang telah dibuat dapat memonitoring suhu dan kelembaban secara *realtime* menggunakan program Delphi 7.0. Alat ini juga dapat diintegrasikan langsung ke dalam sistem pemanas TBS untuk mengukur suhu di ruang kontrol udara, suhu dan kelembaban di dalam *chamber*. Sensor LM35 *Waterproof* memiliki nilai kesalahan pembacaan 1,22°C untuk rentang pengukuran 20-90 °C. Sedangkan sensor SHT11 memiliki kesalahan pembacaan sebesar 1,04°C dan 4,04% untuk rentang pengukuran 20-90 °C dan 40-90%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami tujukan kepada Hibah Penelitian Kelapa Sawit 2018-2019, Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS), Kementerian Keuangan, Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinola, O. A., A. Abayomi-Alli, C. E. Ezeofor & C. V Iloanusi. 2015. Development of a Microcontroller Based Automatic Storage Chamber for Orange Fruit (*Citrus Sinensis*). *African Journal of Computing & ICT African Journal of Computing & ICT Reference Format Afr J. of Comp & ICTs*. 8(2):45-52.
- Desgraha, G. 2015. *Pengendalian Suhu Dan Kelembaban Proses Pematangan Keju Menggunakan Kontroler PID Berbasis PLC*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya.
- Ekawati, D., I. Sugriawan & T. Novalina M. 2017. Pengukuran Kadar Oksigen (O₂), Kelembaban dan Temperatur Di PT. Perkebunan Nusantara XIII. *Jurnal Fisika Flux*. 14(1): 34-39.
- Hafiz, M., R. Arnalis R., A. Haryanto., N. Araswati & I. Dewa M.S. 2016. Design of Temperature and Volume Control System at Crude Palm Oil (CPO) Storage Tank. *International Conference on the Role of Agricultural Engineering for Sustainable Agriculture Production*. Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Bogor Agricultural University.
- Hidayat, A., I. Sugriawan & A. Agung H. 2017. Desain Dan Fabrikasi Alat Ukur Temperatur dan Kelembaban Udara dalam Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. *Jurnal Fisika FLUX*. 14(1): 14-18.
- Khalil, F.I. 2015. *Desain Sistem Kendali Pengeringan Gabah Dengan Kolektor Surya Dan Air Sebagai Media Penyimpan Panas*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kyeremeh, F & F. Pephrah. 2017. Design and Construction of an Arduino Microcontroller-Based EGG Incubator. *International Journal of Computer Applications*. 168(1):15-23.
- Marzuki, A & S. Y. Ying. 2017. Environmental Monitoring and Controlling System for Mushroom Farm with Online Interface. *International Journal of Computer Science and Information Technology*. 9(4):17-28.
- Nurhikmah., I. Sugriawan & A. Agung H. 2019. Pembuatan Sistem Akuisisi Gas Karbon Monoksida Berbasis ATmega8535. *Jurnal Fisika FLUX*. 1(1): 13-21.
- Permana, E & S. Herawati. 2018. Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Ruangan Bagian Pembukuan Berbasis Web Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*. ISSN: 2252-4517.
- Sahu, K & S. Mazumdar. 2012. Digitally Greenhouse Monitoring and Controlling of System Based on Embedded System. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 3(1): 3-6.
- Sarif, M., I. Sugriawan & A. Eko F. 2017.

- Fabrikasi Sistem Alat Ukur Temperatur Lapisan Buah Mangga Dengan Menggunakan Sensor Waterproof LM35. *Jurnal Fisika Flux*. **13(2)**: 111-16.
- Sugriwan, I., A. Rachmattulah., O. Soesanto & A. Agung H. 2015. Desain Dan Fabrikasi Alat Ukur Kadar Gas Metana (Ch4) Pada Lahan Gambut Menggunakan Sensor Tgs2611 Berbasis Atmega8535. *Jurnal Neutrino*. **8(1)**: 11-20.
- Sugriwan, I & O. Soesanto. 2017. Development of TGS2611 Methane Sensor and SHT11 Humidity and Temperature Sensor for Measuring Greenhouse Gas on Peatlands in South Kalimantan, Indonesia. *Journal International Conference on Physical Instrumentation and Advanced Materials*. **853(1)**: 1-7.
- Sugriwan, I., A. Saputra R., A. Eko F & Suryajaya. 2019. Pemanfaatan Sistem Alat Ukur Kadar Gas Metana (Ch4), Suhu Dan Kelembaban Pada Perkebunan Kelapa Sawit Di Lahan Gambut. *Jurnal Fisika FLUX*. **1(1)**: 138-148.
- Sugriwan, I., T. Budi S., O. Soesanto., A. Dwi W., H. Musthafa A & Susi. 2019. Microcontroller-Based Temperature and Humidity Monitoring in Temporary Storage Chamber of Palm Oil Fresh Fruit Bunch Sterilization Process. *Laporan Kemajuan Grant Research Sawit 2019*. Fakultas MIPA, Universitas Lambung Mangkurat.
- Sutar, V. V., P. V. Sakharpe & A. S. Mal. 2016. Implementation of Green House Environment Monitoring and Controlling System Based on Android Mobile Platform. *International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science*. **4(6)**: 1-10.