



JURNAL

TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PENGELOLAAN LABORATORIUM



Published by
UNIVERSITAS ANDALAS

PENGEMBANGAN PERANGKAT SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA LABORATORIUM BERBASIS *HYBRID WIRELESS SENSOR NETWORK* SIONLAP

Rochmad Fauzi

¹⁾ *Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang 5, Kota Malang, 65145
*Email: rochmad.fauzi@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat *wireless sensor network* sebagai fitur aplikasi SIONLAP untuk mendukung sistem monitoring kualitas udara ruang laboratorium. Dukungan sistem tersebut memberikan hak akses pengguna sesuai dengan fungsi dan struktur organisasi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, tupoksi civitas akademika, dan pengelola laboratorium. Pengujian perangkat sistem monitoring kualitas udara menggunakan teknik *black-box* tipe *Boundary Value Analysis (BVA)*. Data perubahan nilai temperatur dan kelembaban di setiap *node* direkam, kemudian ditampilkan pada server *thingspeak* dan aplikasi SIONLAP. Produk yang dikembangkan memiliki beberapa karakteristik, pada *node* 1 mempunyai *error value* temperatur rata-rata sebesar 0,27 % dan kelembaban sebesar 1 %. Pada *node* 2, *error value* temperatur rata-rata sebesar 0,37 % dan kelembaban sebesar 0,73 %. Berdasarkan nilai uji produk yang dikembangkan terhadap alat kalibrator Luxtron 8000, perangkat yang dikembangkan pada penelitian ini layak diterapkan untuk mendukung peningkatan pengelolaan dan layanan laboratorium.

Kata Kunci: Monitoring, Kualitas Udara, Laboratorium, *Wireless Sensor Network*, SIONLAP

Abstract

The research develop a wireless sensor network device as a feature of the SIONLAP application to support the laboratory room air quality monitoring system. Support for this system provides user access rights by the function and organizational structure of the Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Malang, the main tasks and functions of the academic community, and laboratory managers. Testing of air quality monitoring system devices uses the black-box type Boundary Value Analysis (BVA) technique. Data changes in temperature and humidity values at each node are recorded, then displayed on the Thingspeak server and the SIONLAP application. The product being developed has several characteristics, at node 1 it has an error value of an average temperature of 0,27% and humidity of 1%. At node 2, the average temperature error value is 0,37% and humidity is 0,73%. Based on the product test values developed for the Luxtron 8000 calibrator, the device developed is feasible to be applied to support improved laboratory management and services.

Keywords: Monitoring, Air Quality, Laboratory, *Wireless Sensor Network*, SIONLAP

I. Pendahuluan

Laboratorium pendidikan merupakan salah satu lingkungan yang sengaja dirancang sebagai wadah untuk menunjang terlaksananya kegiatan-kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Kegiatan-kegiatan tersebut antara lain layanan kepada civitas akademika dan tenaga kependidikan seperti kegiatan pembelajaran, administrasi, dokumentasi, dan pelaporan. Dengan banyaknya kegiatan di laboratorium pendidikan tersebut, maka revitalisasi pengelolaan laboratorium penting dilakukan secara sistematis terpadu untuk memudahkan

dan mengoptimalkan pelayanan. Pengelolaan laboratorium secara sistematis terpadu bukan hanya melibatkan laboran, melainkan juga melibatkan seluruh pengguna laboratorium pendidikan.

Pengguna ruang laboratorium pendidikan memerlukan kenyamanan lingkungan pembelajaran. Riyani menyatakan bahwa lingkungan merupakan faktor dari luar yang berpengaruh terhadap prestasi belajar. Suasana kelas yang nyaman dan tenang dapat meningkatkan pemahaman terhadap materi yang disampaikan (Riyani, 2012). Iklim ruang turut

serta dalam menentukan kenyamanan ruang pembelajaran. Variabel iklim ruang meliputi: 1) suhu udara (Karyono, 2015); 2) kelembaban (Anton, 2012); 3) kecepatan angin (Susanti, L., 2013); 4) suhu radiasi (Susanti, L., 2013); 5) PMV dan PPD (PMV merupakan index yang mengindikasikan sensasi dingin (*cold*) dan hangat (*warmth*) yang dirasakan oleh manusia pada skala +3 sampai -3).

Kondisi kenyamanan termal pengguna dipengaruhi oleh kondisi temperatur dan kelembaban udara. Temperatur yang terlalu dingin dapat mengakibatkan *frostbite*, sedangkan temperatur yang terlalu panas dapat mengakibatkan *heat stroke* (Grandjean, 1993). Kelembaban udara rendah bisa menyebabkan iritasi pernapasan sedangkan kelembaban udara yang tinggi dapat membantu pertumbuhan mikroorganisme pada lingkungan sekitar. Hal itu dapat mengganggu kesehatan dan menyebabkan penyakit bagi pengguna. Ketentuan Standar Baku Mutu berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No:1405/Menkes/SK/XI/ 2002 menyatakan bahwa persyaratan udara ruangan yang baik memiliki *range* temperatur berkisar 18°C - 28°C dan kelembaban udara 40%RH - 60%RH.

Seiring kemajuan teknologi, sistem *wireless sensor network* dapat dikembangkan untuk mengelola kondisi lingkungan laboratorium pendidikan. *Wireless sensor network* merupakan teknologi yang menggunakan sistem jaringan sensor nirkabel. Sensor nirkabel diletakkan pada *node* area yang ingin diketahui nilainya, dengan memanfaatkan jaringan komunikasi dan aplikasi pengolahan data. *Wireless sensor network* sebagai bagian dari *internet of things* telah diterapkan untuk memonitor kelas. Penerapan oleh Muladi (2014) mengukur kondisi ruang belajar secara akurat pada lokasi-lokasi di sekitar sensor menggunakan jaringan lokal yang tidak terintegrasi.

Penelitian lain oleh Rochmad Fauzi (2019) yang telah diterapkan di laboratorium Jurusan Teknik Elektro bisa diakses secara *online*. Perangkat sistem aplikasi itu disebut SIONLAP V2. Kesimpulan penelitian Rochmad Fauzi menyatakan bahwa perangkat sistem aplikasi tersebut mampu memonitor perubahan temperatur dan kelembaban melalui perangkat

internet of things sensor DHT 11 dan NodeMCU ESP8266 yang terpasang di satu ruang Laboratorium Sistem Kendali. Meski demikian, pemasangan perangkat sistem aplikasi di satu ruang saja memiliki keterbatasan jangkauan pemanfaatan. Oleh sebab itu, peneliti bermaksud memperluas jangkauan dengan menerapkannya di beberapa ruang dan menambah fitur monitoring kualitas udara secara terintegrasi.

Berdasarkan kondisi yang telah dipaparkan, peneliti melakukan suatu pengembangan perangkat sistem sebagai tindak lanjut. Penelitian ini mengembangkan perangkat dan aplikasi SIONLAP untuk monitoring kualitas udara menggunakan teknologi *hybrid wireless sensor network* SIONLAP. Kelebihan teknologi ini mampu mengelola dan mengintegrasikan data, informasi dan layanan *online* laboratorium di lingkup Jurusan diantaranya: 1) data pengelola; 2) data dosen pengampu matakuliah praktikum; 3) data peralatan; 4) data bahan; 5) inventarisasi; 6) SOP; 7) modul praktikum; 8) jadwal kegiatan; 9) data skripsi/tugas akhir; 10) kritik/saran; 11) dokumen statistik penggunaan peralatan bahan; 12) dokumen kondisi peralatan bahan; 13) pengumuman; 14) peminjaman alat dan bahan; 15) usulan pengadaan peralatan bahan berbasis pengembangan modul praktikum dan pengembangan laboratorium; dan 16) monitoring kualitas udara laboratorium di seluruh ruang laboratorium di lingkup jurusan.

Tujuan penelitian ini adalah: 1) mengembangkan perangkat *internet of things* berbasis *wireless sensor network* untuk monitoring kualitas udara ruang laboratorium; dan 2) mengembangkan fitur aplikasi SIONLAP untuk mendukung perangkat *internet of things* berbasis *wireless sensor network* untuk monitoring kualitas udara ruang laboratorium di lingkup jurusan.

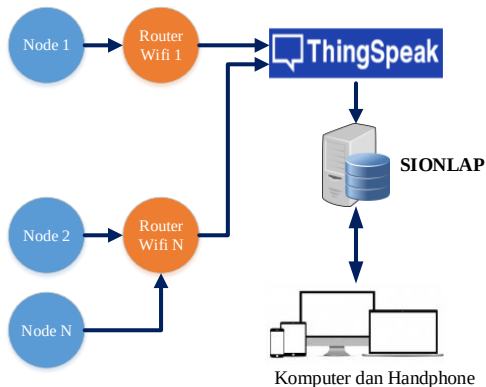
Kebermanfaatan penelitian ini adalah: 1) pengelola laboratorium memperoleh kemudahan dalam melaksanakan kegiatan administrasi, dokumentasi, sistem pelaporan dan layanan kepada civitas akademika dan tenaga kependidikan; 2) mendukung terciptanya kualitas udara laboratorium yang sehat dan nyaman sehingga terlaksana pembelajaran yang optimal, 3) *stakeholder* mendapatkan informasi secara cepat dan terkini sebagai pertimbangan

untuk pengambilan keputusan dalam pengembangan laboratorium.

Batasan masalah dalam penelitian ini mencakup hal-hal sebagai berikut: 1) alat sistem monitoring kualitas udara laboratorium diterapkan di 2 ruang laboratorium yaitu Laboratorium Sistem Kendali dan Laboratorium Penggunaan Komputer dalam Sistem Elektro (PKDSE); 2) perangkat yang dikembangkan hanya untuk memonitoring temperatur dan kelembaban sebagai indikator kualitas udara. Kualitas udara yang baik, berada pada *range* temperatur berkisar 18°C - 28°C dan kelembaban udara 40%RH - 60%RH.

II. Metode Penelitian

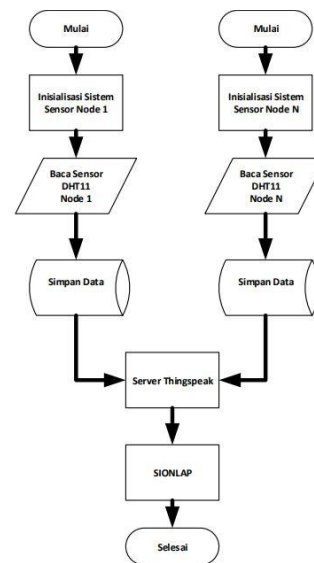
Arsitektur pengembangan perangkat sistem monitoring kualitas udara laboratorium berbasis *Hybrid Wireless Sensor Network SIONLAP* secara keseluruhan disajikan pada Gambar 1 dan 2. Sistem disusun oleh n node simpul *wireless sensor network* perangkat *internet of things* NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor temperatur dan kelembaban DHT 11.



Gambar 1. Arsitektur Perangkat Sistem Monitoring Kualitas Udara Laboratorium Berbasis *Hybrid Wireless Sensor Network SIONLAP*

Setiap *node* mengumpulkan data perubahan nilai temperatur dan kelembaban yang terpasang di masing-masing ruang laboratorium. Informasi dan data dari perangkat *wireless sensor network* akan terhubung dengan jaringan komunikasi internet *router wifi*, kemudian data dikirim ke server *Thingspeak*, dan data dikirim serta di sinkronisasikan dengan aplikasi pengelolaan laboratorium *SIONLAP*. Informasi dan data

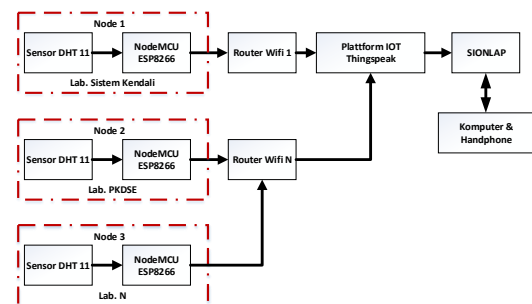
dapat diakses oleh pengelola dan civitas akademika dengan menggunakan komputer dan *handphone* yang terhubung jaringan internet.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem Kerja Perangkat Sistem Monitoring Kualitas Udara Laboratorium Berbasis *Hybrid Wireless Sensor Network SIONLAP*

1. Desain Hardware

Perancangan dan desain *hardware* Perangkat Sistem Monitoring Kualitas Udara Laboratorium Berbasis *Hybrid Wireless Sensor Network SIONLAP* disajikan pada Gambar 3.



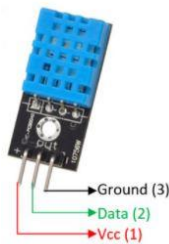
Gambar 3. Desain Hardware Perangkat Sistem Monitoring Kualitas Udara Laboratorium Berbasis *Hybrid Wireless Sensor Network SIONLAP*

a. Perangkat Internet Of Things

Pengembangan *hardware* perangkat *Internet of things* yang dipasang di setiap *node* ruang laboratorium terdiri dari sensor (temperatur dan kelembaban) dan perangkat mikrokontroler. Modul sensor DHT 11 menghasilkan *output*

sinyal digital terkalibrasi. Sistem bekerja dengan menggunakan mikrokontroler 8-bit untuk mendeteksi perubahan nilai temperatur dan kelembaban udara ruang laboratorium. Spesifikasi sensor DHT 11 adalah sebagai berikut:

- Tegangan catu daya: 3 – 5,5 VDC
- Range temperatur: 0 - 50°C
- Range kelembaban: 20 – 90 %RH
- Akurasi temperatur: $\pm 2^\circ\text{C}$
- Akurasi kelembaban: $\pm 5\% \text{RH}$



Gambar 4. Modul Sensor DHT 11
(<https://components101.com/sensors/dht11-temperature-sensor>)

Tabel 1. Koneksi Sensor DHT 11

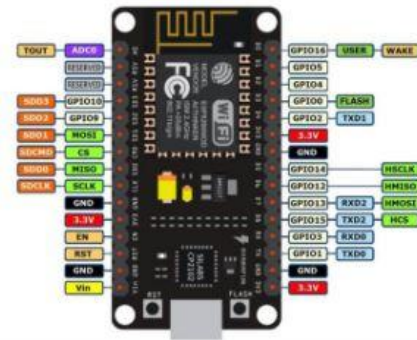
Pin Sensor DHT 11	Simbol	Koneksi
1	VCC	Catu Daya 3 - 5 VDC
2	Out Data	Pin 5 NodeMCU ESP 8266
3	GND	Ground



Gambar 5. NodeMCU ESP8266
(<https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>)

Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 digunakan untuk mengelola, menyimpan data perubahan nilai temperatur, dan kelembaban udara ruang laboratorium. Perangkat tersebut berfungsi untuk menghubungkan jaringan router pada komunikasi internet. Koneksi pin

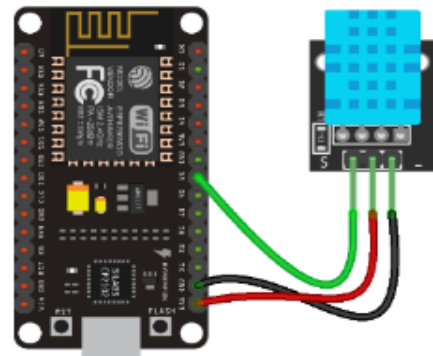
mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT 11 disajikan dalam Tabel 2.



Gambar 6. Pin NodeMCU ESP8266
(<https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>)

Tabel 2. Koneksi Pin NodeMCU ESP8266

Pin NodeMCU ESP 8266	Fungsi	Koneksi ke
D5	I/O NodeMCU ESP8266	Pin 2 DHT 11
3V3	VCC	Pin 1 DHT 11
GND	Ground	Pin 3 DHT 11
USB Power Port	Masukan Sumber Daya	Port Power Supply



Gambar 7. Desain Rangkaian *Internet Of Things* DHT 11 dan NodeMCU ESP 8266
(<https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>)

b. Komunikasi Perangkat *Internet Of Things* dengan Router dan Server *Thingspeak*

Konfigurasi perangkat *Internet of Things* NodeMCU ESP8266 diatur sedemikian rupa agar dapat berkomunikasi dengan server *Thingspeak* dan SIONLAP. Paket data

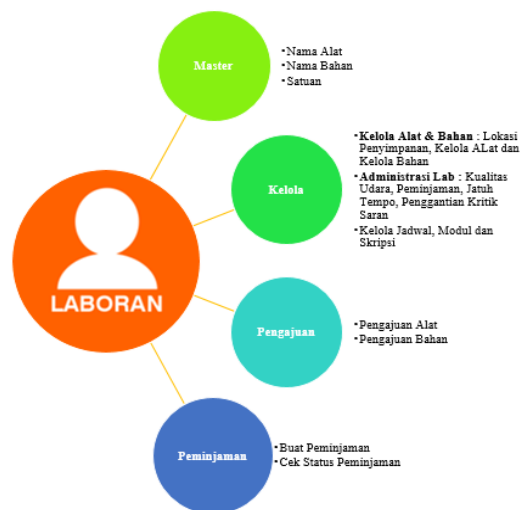
dikirimkan melalui *router* yang terhubung jaringan *internet* dan *server Thingspeak*. Potongan *coding* disajikan pada Gambar 8. Kode *API keys channel thingspeak*, nama *SSID* dan *Password router* setiap *node* dideklarasikan ke program *Arduino IDE* Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.



Gambar 8. Potongan Coding Komunikasi Perangkat *Internet Of Things* dengan *Router* dan *Server Thingspeak*

2. Desain Software

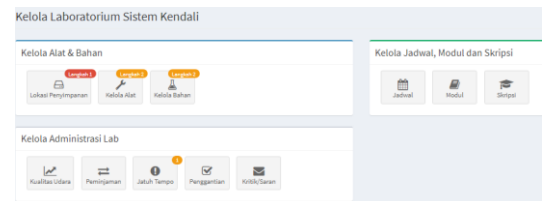
Desain pengembangan aplikasi SIONLAP disajikan pada Gambar 9, 10 dan 11. Gambar 9 menunjukkan desain pengembangan *usercase* hak akses laboran (PLP).



Gambar 9. Diagram Hak Akses Laboran/PLP pada SIONLAP

Laboran (PLP) dapat memberikan informasi kualitas udara laboratorium yang dikelolanya dengan memanfaatkan fasilitas fitur kualitas udara pada menu *Kelola Administrasi Lab*. Kode *embedded thingspeak* disalin ke formulir tambah kualitas udara yang disesuaikan dengan nama

unsur dan ruang laboratorium. Hal itu digunakan untuk mengkomunikasikan dan mensinkronkan data monitoring kualitas udara di setiap ruang laboratorium di jurusan. Pengujian perangkat sistem monitoring kualitas udara menggunakan teknik *black-box* tipe *Boundary Value Analysis* (BVA)



Gambar 10. Fitur Kelola Kualitas Udara Pada Hak Akses PLP



Gambar 11. Formulir Kelola Unsur Kualitas Udara

3. Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat yang dikembangkan dapat bekerja sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai temperatur yang diperoleh dari sensor terhadap nilai temperatur dari alat pembanding (Luxtron 8000) sebagai acuan. Demikian halnya pengujian juga dilakukan pada kelembaban.



Gambar 12. Pengujian *Prototipe* Perangkat *Internet Of Things* Monitoring Kualitas Udara Ruang Laboratorium

Error value adalah perbedaan antara nilai terukur atau eksperimen (nilai sensor) dan nilai

yang diterima atau diketahui (acuan), dibagi dengan nilai yang diketahui, dikalikan dengan 100%. Selanjutnya, pengukuran rerata *error value* ($\bar{E}$) sebagai penghitungan akhir dilakukan untuk menguji kelayakan perangkat yang dikembangkan. Berikut berturut-turut persamaan yang digunakan.

Error value (E)

$$E = \frac{Sp}{\alpha_i} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

E = error value (%)

Sp = selisih pengukuran,

di mana $Sp = \alpha_f - \alpha_i$

α_f = nilai sensor

α_i = nilai acuan

Nilai rerata error value ($\bar{E}$)

$$\bar{E} = \frac{\sum E_1 + \dots + E_n}{\sum n} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$\bar{E}$ = nilai rerata *error value* (%)

$\sum E_1 + \dots + E_n$ = jumlah *error value* (%)

$\sum n$ = banyak data

Nilai hasil pengukuran dan penghitungan ditampilkan dalam Tabel 3, 4, 5, dan 6.

III. Hasil dan Pembahasan

a. Pengujian Perangkat *Internet of Things Node 1* Laboratorium Sistem Kendali

Tabel 3 menyajikan data kualitas temperatur udara ruang laboratorium. Hasil pengukuran menunjukkan *range* temperatur berkisar antara 26,2°C – 26,8°C. Rerata *error value* dari penghitungan diperoleh 0,27%, pada *range* terendah 0 % dan tertinggi sebesar 1,87 %, artinya kualitas temperatur udara ruang sistem kendali dalam kondisi baik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan mampu mendeteksi perubahan kualitas temperatur secara akurat.

Tabel 3. Hasil Pengujian Temperatur Sensor DHT11 Laboratorium Sistem Kendali

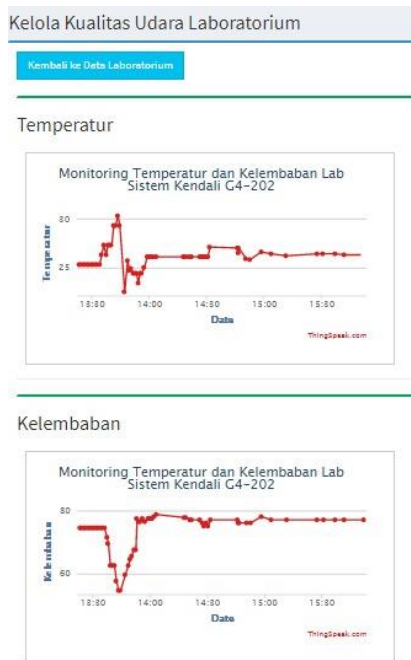
No	Serial Monitor (α_f)	Luxtron 8000 (α_i)	Selisih Pengukuran (Sp)	Error Value (E)
1	26,5°C	26,4°C	0,1°C	0,38%
2	26,4°C	26,4°C	0°C	0%
3	26,4°C	26,4°C	0°C	0%
4	26,3°C	26,5°C	0,2°C	0,75%
5	26,2°C	26,5°C	0,3°C	1,13%
6	26,3°C	26,5°C	0,2°C	0,75%
7	26,3°C	26,6°C	0,3°C	1,13%
8	26,3°C	26,5°C	0,2°C	0,75%
9	26,3°C	26,6°C	0,3°C	1,13%
10	26,2°C	26,6°C	0,4°C	1,50%
11	26,2°C	26,5°C	0,3°C	1,13%
12	26,3°C	26,7°C	0,4°C	1,5%
13	26,3°C	26,7°C	0,4°C	1,5%
14	26,3°C	26,8°C	0,5°C	1,87%
15	26,3°C	26,8°C	0,5°C	1,87%

Tabel 4 menyajikan data kualitas kelembaban udara ruang laboratorium. Hasil pengukuran menunjukkan *range* kelembaban berkisar antara 75,0%RH – 77,2%RH. Rerata *error value* dari penghitungan diperoleh 1%, pada *range* terendah 0,26% dan tertinggi sebesar 2,39%. Artinya adalah kualitas kelembaban udara ruang sistem kendali dalam kondisi kurang baik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan mampu mendeteksi perubahan kualitas kelembaban.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kelembaban Sensor DHT11 Laboratorium Sistem Kendali

No	Serial Monitor (α_f)	Luxtron 8000 (α_i)	Selisih Pengukuran (Sp)	Error (E)
1	76,2 RH	76,0 RH	0,2 RH	0,26 %
2	76,2 RH	75,5 RH	0,7 RH	0,93 %
3	76,2 RH	75,6 RH	0,6 RH	0,79 %
4	76,2 RH	75,7 RH	0,5 RH	0,66 %
5	76,2 RH	75,6 RH	0,6 RH	0,79 %
6	76,2 RH	75,3 RH	0,9 RH	1,2 %
7	76,2 RH	75,6 RH	0,6 RH	0,79 %
8	76,2 RH	75,4 RH	0,8 RH	0,06 %
9	76,2 RH	75,6 RH	0,6 RH	0,79 %
10	76,2 RH	75,7 RH	0,5 RH	0,66 %
11	77,2 RH	75,6 RH	1,6 RH	2,12 %
12	77,2 RH	75,6 RH	1,6 RH	2,12 %
13	77,2 RH	75,4 RH	1,8 RH	2,39 %
14	77,2 RH	75,4 RH	1,8 RH	2,39 %
15	77,2 RH	75,0 RH	2,2 RH	2,93 %

b. Pengujian Perangkat Monitoring Temperatur dan Kelembaban Node 1 dengan server Thingspeak dan SIONLAP



Gambar 14. Hasil Pengujian Perangkat Pada Node 1 Laboratorium Sistem Kendali.

Gambar 14 menunjukkan grafik hasil monitoring temperatur dan kelembaban ruang udara Laboratorium Sistem Kendali. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 pada node 1 mengirimkan perubahan nilai temperatur dan kelembaban ke server thingspeak setiap 2 menit. Selanjutnya, data dan informasinya diselaraskan ke database SIONLAP kualitas udara Kelola Adminitrasi Lab Sistem Kendali.

c. Pengujian Perangkat Internet of Things Node 2 Laboratorium PKDSE

Tabel 5 menyajikan data kualitas temperatur udara ruang laboratorium. Hasil pengukuran menunjukkan range temperatur berkisar antara 26,1°C – 26,7°C. Rerata error value dari penghitungan diperoleh 0,37%, pada range terendah 0,38% dan tertinggi sebesar 2,25% yang artinya kualitas temperatur udara ruang PKDSE dalam kondisi baik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan mampu mendeteksi perubahan kualitas temperature dengan akurat.

Tabel 5. Hasil Pengujian Temperatur Sensor DHT11 Laboratorium PKDSE

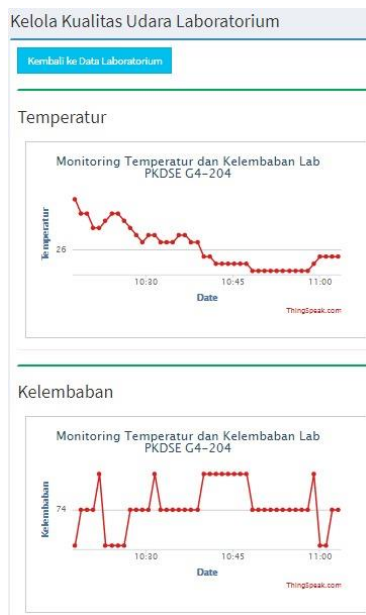
No	Serial Monitor (α_f)	Luxtron 8000 (α_i)	Selisih Pengukuran (Sp)	Error Value (E)
1	26,5 °C	26,6 °C	0,1 °C	0,38 %
2	26,5 °C	26,6 °C	0,1 °C	0,38 %
3	26,3 °C	26,6 °C	0,3 °C	1,13 %
4	26,3 °C	26,7 °C	0,4 °C	1,5 %
5	26,4 °C	26,7 °C	0,3 °C	1,13 %
6	26,5 °C	26,7 °C	0,2 °C	0,75 %
7	26,5 °C	26,7 °C	0,2 °C	0,75 %
8	26,4 °C	26,7 °C	0,3 °C	1,13 %
9	26,3 °C	26,7 °C	0,4 °C	1,50 %
10	26,2 °C	26,7 °C	0,5 °C	1,87 %
11	26,1 °C	26,7 °C	0,6 °C	2,25 %
12	26,2 °C	26,7 °C	0,5 °C	1,87 %
13	26,2 °C	26,7 °C	0,5 °C	1,87 %
14	26,1 °C	26,7 °C	0,6 °C	2,25 %
15	26,1 °C	26,7 °C	0,6 °C	2,25 %

Tabel 6 menyajikan data kualitas kelembaban udara ruang laboratorium. Hasil pengukuran menunjukkan range kelembaban berkisar antara 75%RH – 77,2%RH. Rerata error value dari penghitungan diperoleh 0,73%, pada range terendah 0,26 % dan tertinggi sebesar 2,12 %. Artinya adalah kualitas kelembaban udara ruang sistem kendali dalam kondisi kurang baik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan mampu mendeteksi perubahan kualitas kelembaban.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kelembaban Sensor DHT11 Laboratorium PKDSE

No	Serial Monitor (α_f)	Luxtron 8000 (α_i)	Selisih Ukur (Sp)	Error (E)
1	76,2 RH	76,0 RH	0,2 RH	0,26 %
2	76,2 RH	75,5 RH	0,7 RH	0,93 %
3	76,2 RH	75,6 RH	0,6 RH	0,79 %
4	76,2 RH	75,7 RH	0,5 RH	0,66 %
5	76,2 RH	75,6 RH	0,6 RH	0,79 %
6	76,2 RH	75,3 RH	0,9 RH	1,20 %
7	76,2 RH	75,6 RH	0,6 RH	0,79 %
8	76,2 RH	75,4 RH	0,8RH	1,06 %
9	76,2 RH	75,6 RH	0,6 RH	0,79 %
10	76,2 RH	75,7 RH	0,5 RH	0,66 %
11	77,2 RH	75,6 RH	1,6 RH	2,12 %
12	76,2 RH	75,6 RH	0,6 RH	0,79 %
13	76,2 RH	75,4 RH	0,8 RH	1,06 %
14	76,2 RH	75,4 RH	0,8 RH	1,06 %
15	76,2 RH	75,0 RH	1,2 RH	1,6 %

d. **Pengujian Perangkat Monitoring Temperatur dan Kelembaban Node 2 dengan server Thingspeak dan SIONLAP**



Gambar 15. Hasil Pengujian Alat Pada Node2 Laboratorium PKDSE.

Gambar 15 menunjukkan grafik hasil monitoring temperatur dan kelembaban ruang udara Laboratorium PKDSE. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 pada *node 2* akan mengirimkan setiap 2 menit ke *server thingspeak* kemudian di selaraskan data dan informasinya ke database SIONLAP kualitas udara Kelola Adminitrasi Lab PKDSE.

e. **Analisis Komprehensif Kinerja Sistem Perangkat Monitoring.**

Ketika perangkat monitoring kualitas udara di setiap *node* dalam kondisi ON, sensor DHT 11 mendeteksi informasi perubahan temperatur dan kelembaban ruang udara laboratorium per periode sesuai pengaturan. Selanjutnya, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 mengirimkan informasi yang telah diolah menjadi tampilan angka-angka (data) ke *Channel ID* dan *Field* server *Thingspeak* melalui jaringan internet dengan menggunakan perangkat *router wifi*. Setiap perubahan data di server *Thingspeak* ditampilkan dalam bentuk grafik monitoring.

Proses sinkronisasi data monitoring dari *Thingspeak* ke aplikasi SIONLAP dengan

menyalin *code embedded Thingspeak Field Chart 1* dan *Field Chart 2* pada *Channel ID 715151* ke formulir Tambah Kualitas Udara Kelola Laboratorium Sistem Kendali, *Channel ID 1221866* ke formulir Tambah Kualitas Udara Kelola Laboratorium PKDSE.

Tabel 7. Hasil Penghitungan Rerata *Error Value* ($\bar{E}$)

Indikator	Lab Sistem Kendali	Lab PKDSE
Temperatur	0,27%	0,37 %
Kelembaban	1%	0,73 %

Kondisi rerata *error value* temperatur pada Tabel 7 menunjukkan kemampuan perangkat di laboratorium sistem kendali lebih baik dari pada kemampuan perangkat di laboratorium PKDSE. Kondisi rerata *error value* kelembaban menunjukkan hasil berbeda pada kemampuan perangkat sistem di kedua laboratorium. Kemampuan perangkat sistem yang digunakan untuk mengukur kelembaban di laboratorium PKDSE lebih baik dari pada kemampuan perangkat di laboratorium sistem kendali. Semakin kecil rerata *error value* maka semakin baik akurasi perangkat yang dikembangkan sehingga menjadi layak untuk diterapkan di ruang lain.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut. 1) Pada *node 1* yang terpasang di Ruang Laboratorium Sistem Kendali, kesalahan *error* temperatur rata-rata sebesar 0,27% dengan *range* pengukuran temperatur berkisar 26,2°C – 26,8°C. Kesalahan *error value* kelembaban sebesar 1% dalam *range* kelembaban udara 75,0%RH – 77,2%RH. 2) Pada *node 2* yang terpasang di ruang Laboratorium PKDSE mempunyai kesalahan *error value* temperatur rata-rata sebesar 0,37 % dengan *range* pengukuran temperatur berkisar 26,1°C – 26,7°C. Kelembaban *value error* sebesar 0,73 % dengan *range* kelembaban udara 75,0%RH – 77,2%RH. 3) Perangkat sistem monitoring kualitas udara laboratorium berbasis *hybrid wireless sensor network SIONLAP* dapat bekerja dengan baik. Akurasi perangkat yang dikembangkan menunjukkan rerata *error value* kurang dari sama dengan 1% terhadap alat kalibrasi. Oleh sebab itu, produk pengembangan ini layak diterapkan untuk mengelola seluruh

laboratorium di lingkup Jurusan. 4) Kekurangan pada hasil penelitian ini, perangkat monitoring belum dilengkapi dengan sistem kontrol untuk mengendalikan temperatur dan kelembaban udara ruang laboratorium.

Saran

Berdasarkan data hasil pengujian menunjukkan kualitas kelembaban udara ruang Laboratorium Sistem Kendali dan PKDSE kurang baik, untuk itu perlu dipasang peralatan *dehumidifier* untuk mengontrol kondisi temperatur dan kelembaban ruangan, serta memperbaiki ventilasi udara dan pendingin ruang laboratorium.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang yang telah memberikan dukungan sarana dan prasarana dalam penelitian ini.
2. Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang yang telah memberikan informasi, data dan masukan untuk pengembangan fitur sesuai kebutuhan Jurusan.
3. Teman-teman PLP dan Laboran yang telah berperan serta memberikan masukan pengembangan fitur aplikasi.

Daftar Pustaka

- Fauzi, R., SIONLAP V2: Desain Dan Implementasi Internet of Things Monitoring Temperatur dan Kelembaban Ruang Laboratorium, *Integrated Lab Jurnal* (2019), p. 52-61.
- Firdaus, *Wireless Sensor Network*. Yogyakarta, Graha Ilmu (2014)
- Grandjean E., "Fitting the Task to the Man", 4th Edition, Taylor & Francis, London. (1993).
- Hartawan, A., Studi Pengaruh Suhu Terhadap Kecepatan Respon Mahasiswa di Ruang Kelas dengan Metode Design of Experiment. Skripsi. Program Studi teknik Industri, Fakultas Teknik. Universitas Indonesia (2012).
- Jumaila, S. I. and Maulida, Sarah, Pemantauan Suhu dan Kelembaban di Laboratorium Kalibrasi Tekanan dan Volume Berbasis Web Secara Real Time. *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi ITB* (2017), p. 9-19.
- Karyono T. H., Dari Kenyamanan Termis hingga Pemanasan Bumi: Suatu Tinjauan Arsitektur dan Energi, Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Arsitektur pada Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara (2007).
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Kerja Perkantoran dan Industri Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Menimba (2002) no. 57.
- Maulida, Sarah and I. J. Syafrina, Pengembangan Sistem Pemantau Suhu dan Kelembaban Untuk Laboratorium Kalibrasi Tekanan dan Volume Berbasis WEB, *Jurnal PPI-KIM LIPI* (2017), p. 54- 69.
- Muladi, Implementasi *Wireless Sensor Network* Untuk Monitoring Ruang Kelas Sebagai Bagian Dari Internet Of Things, *Jurnal TEKNO* (2014), p. 47-64.
- R, Achmad M., Pemanfaatan *Internet Of Things (IOT)* Pada Sistem Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Untuk Membantu Analisis Pengaruh UHI (Urban Heat Island) Di Jakarta Pusat, *Jurnal PPI KIM LIPI* (2018), p. 86-106.
- Sari R & Resmiat, T., Aplikasi Sistem Informasi dan Manajemen Laboratorium. Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan Dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2017)
- Riyani, Y. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Prestasi Belajar Mahasiswa (Studi pada mahasiswa Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Pontianak (2012), p. 19 – 25.
- Susanti, L., Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Sekolah SMA Negeri di Kota Padang. Padang: Laboratorium Sistem Kerja dan Ergonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas (2013).
- Tri W. V., Triwiyanto dan Ridha Mak'ruf M., Forehead Thermometer Dilengkapi Diagnosa Hasil Pengukuran Suhu Tubuh, *Jurnal Teknokes* (2015), P. 1- 7.
- Ulfa Urbanch T., dan Wildian. Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Temperatur Pemanasan Zat Cair Menggunakan Sensor Inframerah MLX90614, *Jurnal Fisika Unand* (2019), p. 273-280.

ISSN 2621-0878

