

Monitoring Tingkat Kekeringan Pakaian Pada Laundry Berbasis IoT (Internet of Things)

Wiby Tri Hidayah¹, Nurwijayanti K.N, S.T., M.T.²
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Dirgantara dan Industri
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma
E-mail : wibitri10@gmail.com¹ nurwijayanti_kn@yahoo.com²

ABSTRAK

Pengeringan pakaian adalah tahapan yang krusial dalam bisnis laundry untuk menjaga kualitas layanan, karena proses yang tidak tepat dapat membuat pakaian lembap, berbau, atau kaku. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi untuk meningkatkan efisiensi dengan menggunakan sensor suhu, kelembaban, dan cahaya yang terhubung ke platform Home Assistant untuk pemantauan real-time dan estimasi waktu pengeringan. Penelitian menunjukkan bahwa metode manual dengan cara diperas memiliki tingkat kesalahan yang tinggi: 23,34% untuk katun, 22,32% untuk rayon, dan 26,86% untuk jeans di dalam ruangan; serta 27,42% untuk katun, 19,30% untuk rayon, dan 24,36% untuk jeans di luar ruangan. Pengujian pengurangan massa kain menunjukkan pengurangan 71 gram untuk katun, 133 gram untuk rayon, dan 281 gram untuk jeans akibat penurunan kelembaban dari 90% menjadi 75%. Sistem IoT terbukti efektif dalam memberikan informasi real-time, mengurangi waktu tunggu pelanggan, dan menjaga kualitas cucian.

Kata Kunci: pengeringan pakaian, IoT, *Home Assistant*

ABSTRACT

Drying clothes is a crucial stage in the laundry business to maintain service quality, as improper drying can result in damp, odorous, or stiff clothing. Internet of Things (IoT) offers a solution to enhance efficiency by using temperature, humidity, and light sensors connected to the Home Assistant platform for real-time monitoring and drying time estimation. Research shows that the manual wringing method has a high error rate: 23.34% for cotton, 22.32% for rayon, and 26.86% for jeans indoors; and 27.42% for cotton, 19.30% for rayon, and 24.36% for jeans outdoors. Testing for fabric mass reduction shows a decrease of 71 grams for cotton, 133 grams for rayon, and 281 grams for jeans due to a drop in humidity from 90% to 75%. The IoT system proves effective in providing real-time information, reducing customer wait times, and maintaining wash quality.

Keywords: clothing drying, IoT, *Home Assistant*

PENDAHULUAN :

Dalam menjalani bisnis *laundry*, proses pengeringan merupakan tahapan yang sangat penting. Karena apabila hal ini tidak ditangani dengan tepat, pakaian menjadi lembap, menimbulkan bau tidak sedap hingga merubah pakaian.

Internet of Thing (IoT) memberikan peluang pada industri ini untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas, salah satunya adalah teknologi *home assistant*. Memanfaatkan sensor-sensor yang terhubung, pengusaha dapat memantau proses pengeringan secara *real time* sehingga mengurangi kesalahan dan meningkatkan layanan operasional

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem monitoring kekeringan pakaian berbasis *IoT* pada pengusaha *laundry*. Sistem ini memantau suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya di area pengeringan, serta memberikan estimasi waktu pengeringan secara *real-time*. Dengan sistem ini, pengusaha *laundry* dapat memantau proses pengeringan terus-menerus, mengurangi waktu tunggu pelanggan, dan menjaga kualitas hasil cucian.

RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana perancangan alat monitoring untuk skala usaha *laundry* sehingga dapat diuji di lapangan?
2. Bagaimana sistem kerja alat monitoring tingkat kekeringan pakaian berbasis *IoT* pada skala industri *laundry* menggunakan *platform Home assistant*?
3. Bagaimana evaluasi kinerja dan efektivitas alat ini dalam memudahkan proses pemantauan pengeringan pakaian dan operasional layanan?

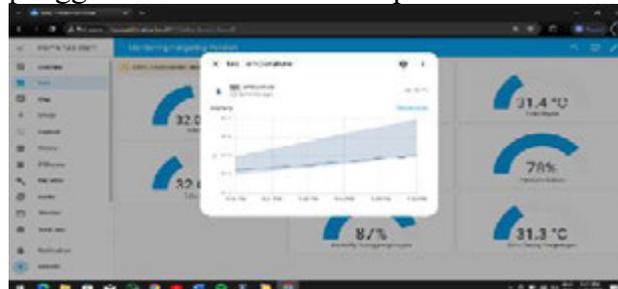
LANDASAN TEORI :

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep dimana berbagai perangkat dapat terhubung internet dan saling berkomunikasi untuk mengumpulkan, mengirim dan menerima data secara otomatis. Memiliki banyak manfaat seperti memudahkan proses konektivitas, ketercapaian efisiensi, meningkatkan efektivitas monitoring. *IoT* memiliki berbagai komponen utamanya diantaranya adalah perangkat sensor, konektivitas, *platform IoT* dan aplikasi pengguna.

Home Assistant

Home assistant sendiri dapat diartikan sebagai perangkat lunak yang dirancang untuk mengelola dan mengotomasikan perangkat pintar di rumah seperti lampu, kunci pintu, sensor dan lain-lain menggunakan *interface* pengguna berbasis web atau aplikasi *mobile*.



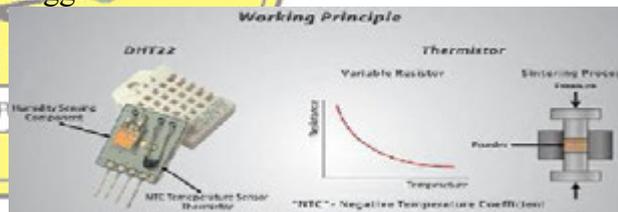
Gambar 1 Platform Home Assistant

Home assistant menggunakan arsitektur, diantaranya adalah lapisan inti, komponen dan *platform* serta *interface* pengguna.

Sensor

Sensor adalah perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan fisik atau kimia di lingkungan sekitar menjadi sinyal yang dapat diukur dan dianalisis.

Sensor suhu dan kelembaban DHT22 (AM302) adalah sensor untuk mengukur besaran suhu dan kelembaban dengan tingkat presisi yang cukup tinggi.



Gambar 2 Prinsip Kerja Suhu DHT22 (AM2302)

Berdasarkan gambar di atas sensor DHT22 menggunakan thermistor NTC (*Negative Temperature Coefficient*) yang berkerja berdasarkan perubahan resistansi material terhadap suhu, yang kemudian perubahan ini diubah menjadi sinyal tegangan lalu dikonversi menjadi sinyal digital.

Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem atau perangkat komputer yang terintegrasi dalam satu *chip*. Salah satu contoh mikrokontroler berbasis

internet adalah NodeMCU ESP8266, dilengkapi dengan modul WiFi ESP8266. Jenis ini sangat populer dalam perkembangan proyek IoT karena memiliki beberapa fitur seperti WiFi, GPIO, pin I/O, ADC, UART, SPI, I2C.

Jenis Bahan Pakaian

Dalam perancangan ini pemahaman mengenai karakteristik dan bahan yang diuji sangat penting. Ada tiga jenis bahan pakaian yang akan diuji pada perancangan ini diantaranya adalah rayon, katun dan jeans.

1. Rayon : pengeringan lebih cepat dibandingkan bahan yang lain, namun bahan ini lebih sensitive terhadap suhu tinggi sehingga dapat menyusut ataupun rusak.
2. Katun : membutuhkan waktu yang moderat, umumnya katun bisa dikeringkan dengan mesin pengering tetapi harus tetap memperhatikan suhu.
3. Jeans : membutuhkan waktu yang lebih lama karena memiliki bahan yang tebal dan padat. Pengeringan yang terlalu panas dapat menyebabkan bahan menjadi kaku dan menyusut.

Pengeringan Pakaian

Selain bahan pakaian, ada beberapa hal yang mempengaruhi pengeringan pakaian diantaranya :

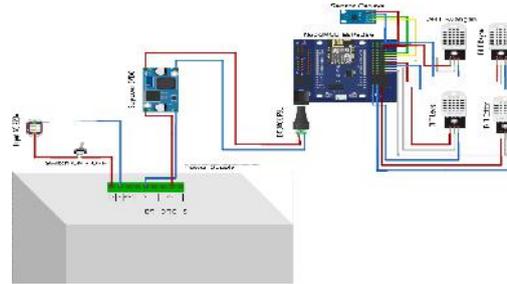
1. Laju pengeringan (banyaknya air yang diuapkan tiap satuan waktu, laju pengeringan dapat dihitung melalui persamaan :

$$\text{Laju pengeringan} = \frac{m_{\text{awal}} - m_{\text{akhir}}}{t}$$

- Laju pengeringan = laju pengeringan (g/menit)
- mawal = berat bahan sebelum kering (g)
- makhir = berat bahan setelah kering (g)
- t = waktu pengeringan (menit)

2. Faktor Suhu dan Kelembapan Pakaian : dimana pakaian yang basah akan mongering lebih cepat jika suhunya tinggi namun jika tingkat kelembapan tinggi maka memerlukan pengeringan yang lebih lama.
3. Faktor intensitas cahaya : intensitas cahaya yang lebih tinggi dapat mempercepat proses pengeringan pakaian.

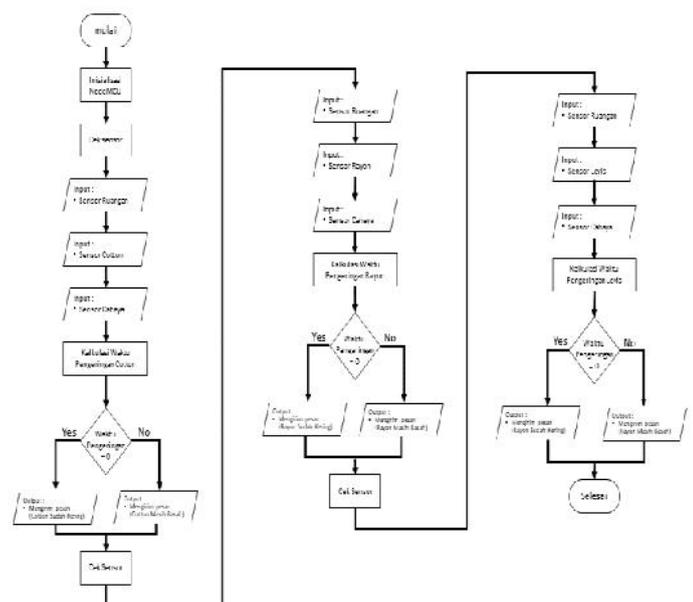
**PERANCANGAN :
Wiring Diagram**



Gambar 3 Wiring Diagram Alat

Wiring diagram sistem ini melibatkan komponen utama seperti NodeMCU ESP8266, empat sensor DHT22 (untuk ruangan dan berbagai jenis kain), sensor cahaya BH1750, step down converter LM2596, switch ON-OFF, power supply AC-DC converter, input AC 220V, dan DC Jack PSU. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pengendali utama yang menerima data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22 serta data intensitas cahaya dari sensor BH1750 melalui pin digital dan koneksi Wi-Fi. Power supply AC-DC converter mengubah tegangan AC 220V menjadi DC, yang kemudian dikurangi oleh step down converter LM2596 menjadi 5V untuk NodeMCU. Sistem ini memantau tingkat kekeringan pakaian dan mengestimasi waktu pengeringan dengan mengirimkan data ke platform Home Assistant untuk pemantauan dan perhitungan lebih lanjut.

Flowchart Sistem Kerja



Gambar 4 Flowchart Sistem Alat

HASIL PEMBAHASAN :

Nilai *error* pada pembahasan ini didapatkan dari persamaan berikut :

$$Error (\%) = \frac{Nilai\ Referensi - Nilai\ yang\ terukur}{Nilai\ Referensi} \times 100.$$

Pengujian Kinerja Sensor DHT22

Dalam pengujian sensor DHT22 ini dilakukan perbandingan hasil pembacaan sensor oleh sistem dengan alat ukur lainnya seperti *Higrometer Termometer Digital*, dilakukan di ruang terbuka dan di ruang tertutup. Perubahan suhu serta *humidity* dari masing masing alat pengujian akan dipantau secara berkala. Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian sensor DHT22 pada ruangan tertutup :

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor DHT22 (Ruang Tertutup)

Pengujian Dalam Ruang Tertutup						
Waktu (Menit)	Suhu Referensi (°C)	Suhu DHT22 (°C)	Suhu Error (%)	Kelembaban Referensi (%)	Kelembaban DHT22 (%)	Error Kelembaban (%)
0	32,4	32,4	0	62	62	0
5	32,9	32,5	1,2	61	62	1,6
10	32,5	32,5	0	62	62	0
15	32,2	32,4	0,6	62	62	0
20	32,0	32,4	1,25	62	61	1,61

Berikut merupakan pengujian sensor DHT22 pada ruangan terbuka :

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor DHT22 (Ruang Terbuka)

Pengujian Dalam Ruang Terbuka						
Waktu (Menit)	Suhu Referensi (°C)	Suhu DHT22 (°C)	Suhu Error (%)	Kelembaban Referensi (%)	Kelembaban DHT22 (%)	Error Kelembaban (%)
0	30,9	31,6	2,2	53	50	5,6
5	30,4	31,0	1,9	52	51	1,9
10	30	30,6	2	53	53	0
15	29,8	30,3	1,6	54	53	1,8
20	29,5	30,1	2	55	54	1,8

Pengujian Kinerja Sensor BH1750

Dalam pengujian sensor BH1750 ini akan dilakukan perbandingan hasil pembacaan sensor oleh sistem dengan alat ukur Luxmeter Digital. Pengujian dilakukan di ruang terbuka dan tertutup, dimana setiap perubahan intensitas cahaya terhadap waktu *real* dari masing masing alat pengujian. Berikut ini merupakan tabel hasil

pengujian sensor BH1750 :

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor BH1750

No	Lokasi Pengukuran	Kondisi Cahaya	Waktu Pengukuran	Nilai Lux Referensi	Nilai Lux BH1750	Error Lux (%)
1	Indoor	Lampu Neon	21.15	25	22.3	10,8
2	Indoor	Lampu LED	21.00	42	39.2	6,6
3	Indoor	Cahaya Alami + Lampu LED	08.05	56	58	3,5
4	Indoor	Lampu Redup	21.10	3	3.1	3.3
5	Outdoor	Sinar Matahari Pagi	07.20	935	932	0,3
6	Outdoor	Sinar Matahari Terik	12.08	32520	32508	0,03

Pengujian Algoritma Estimasi Pengeringan

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang mampu memberikan prediksi mengenai waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan pakaian. Pengujian dilakukan dengan berbagai metode : menggunakan pengering mesin cuci, diperas manual dan dilakukan di ruang terbuka dan ruangan tertutup non-AC berukuran 3 x 3 x 3.

Pengujian dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor :

- Suhu dan Kelembaban Lingkungan : menggunakan sensor DHT22 untuk mengevaluasi kondisi saat pengeringan.
- Suhu dan Kelembaban Pakaian : menggunakan sensor DHT22 pada berbagai jenis kain (katun, rayon, jeans) untuk menilai kondisi pengeringan pakaian.
- Intensitas Cahaya : menggunakan sensor BH1750 untuk menilai dampak cahaya pada proses pengeringan.
- Jenis Kain : Pengujian dilakukan pada katun, rayon, dan jeans untuk melihat perbedaan waktu pengeringan dengan rentang kelembaban 75%-80%.
- Metode Pengeringan : melakukan perbandingan antara pengeringan dengan mesin cuci dan diperas, baik di ruang terbuka maupun tertutup.
- Estimasi Waktu : melakukan perbandingan estimasi waktu pengeringan dengan waktu pengeringan aktual.

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian dalam ruangan menggunakan pengering mesin cuci (katun) :

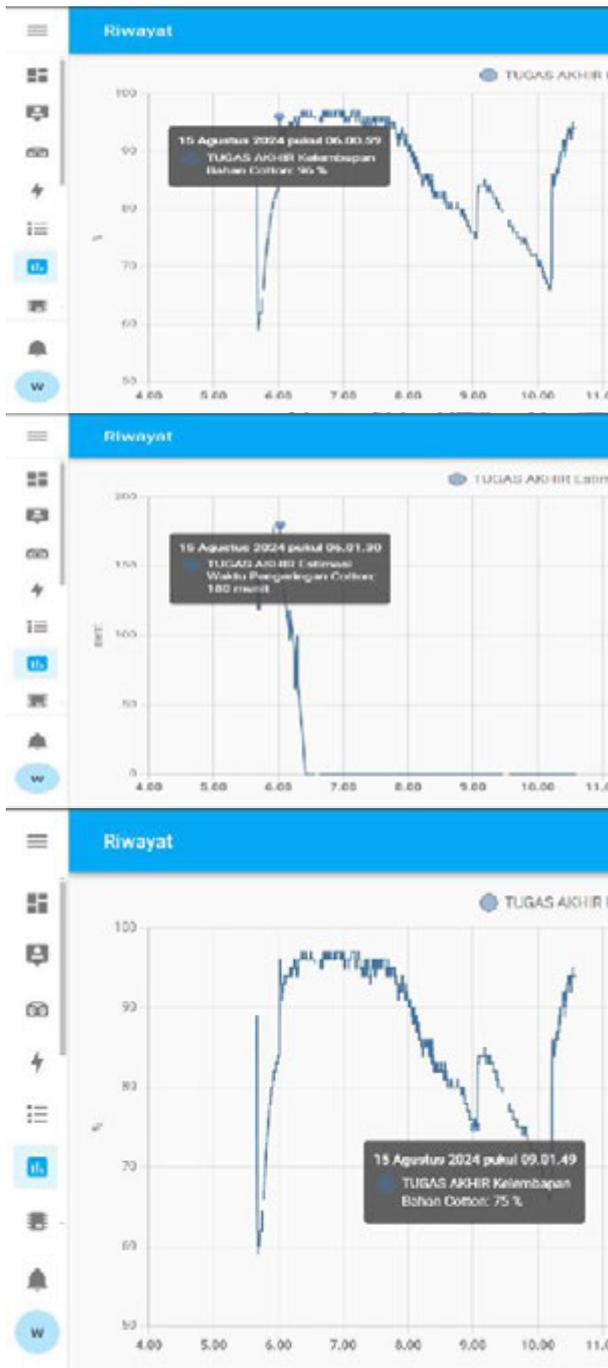
Tabel 4 Hasil Pengujian Mesin Cuci *Indoor* (Katun)

Bahan Pakaian Katun								
No	Suhu ruang (°C)	Kelembaban ruang (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengeringan Estimasi (Jam)	Waktu Pengeringan Aktual (Jam)	Error (%)
1	33.0	69	30.9	96	59.1	2 jam 28 menit	3 jam 6 menit	20,4
2	32.8	69	31.1	96	60	2 jam 27 menit	3 jam 9 menit	22,2
3	33.1	71	30.8	97	55	2 jam 33 menit	2 jam 55 menit	12,5
4	33.5	68	31,0	95	59,3	2 jam 33 menit	2 jam 57 menit	13,5
5	27,2	72	26,2	93	62	2 jam 29 menit	3 jam 8 menit	17,2

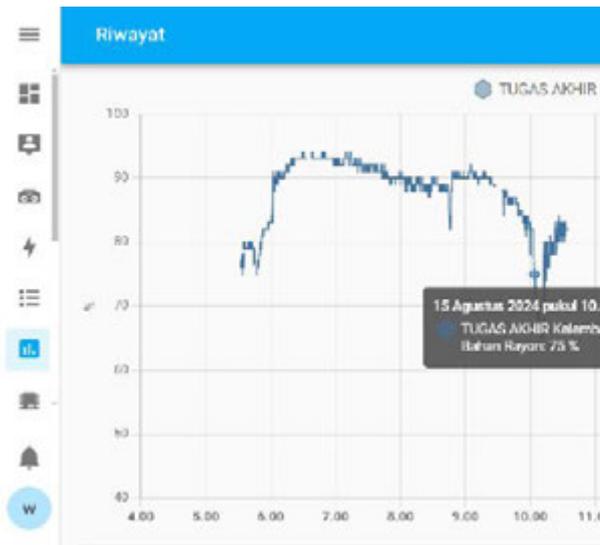
Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian dalam ruangan menggunakan mesin cuci (rayon):

Tabel 5 Hasil Pengujian Mesin Cuci *Indoor* (Rayon)

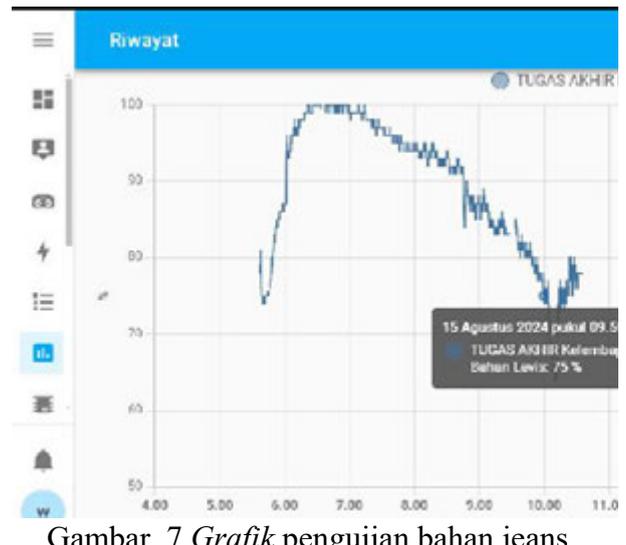
Bahan Pakaian Rayon								
No	Suhu ruang (°C)	Kelembaban ruang (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengeringan Estimasi (Jam)	Waktu Pengeringan Aktual (Jam)	Error (%)
1	33,0	69	29,5	95	59,1	2 jam 41 menit	3 jam 5 menit	12,9
2	32,8	69	30,0	97	60	2 jam 52 menit	3 jam 20 menit	14
3	33,1	71	30,2	97	55	2 jam 58 menit	3 jam 18 menit	10,1
4	33,5	68	29,0	96	59,3	2 jam 51 menit	3 jam 22 menit	15,3
5	27,2	72	26	90	62	2 jam 45 menit	4 jam 3 menit	25



Gambar 5 Grafik pengujian bahan katun



Gambar 6 Grafik pengujian bahan rayon



Gambar 7 Grafik pengujian bahan jeans

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian dalam ruangan menggunakan mesin cuci (jeans):

Tabel 6 Hasil Pengujian Mesin Cuci Indoor (Jeans)

Bahan Pakaian Jeans								
No	Suhu ruang (°C)	Kelembaban ruang (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengerinan Estimasi (Jam)	Waktu Pengerinan Aktual (Jam)	Error (%)
1	33,0	69	29,7	98	59,1	3 jam 43 menit	4 jam 39 menit	20,0
2	32,8	69	29,8	97	60	3 jam 41 menit	4 jam 35 menit	19,6
3	33,1	71	30,0	97	55	3 jam 46 menit	4 jam 52 menit	22,6
4	33,5	68	29,2	99	59,3	3 jam 48 menit	4 jam 44 menit	19,7
5	27,2	72	25,5	95	62	4 jam 2 menit	4 jam 44 menit	15,9

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian luar ruangan menggunakan mesin cuci (katun) :

Tabel 7 Hasil Pengujian Mesin Cuci Outdoor (Katun)

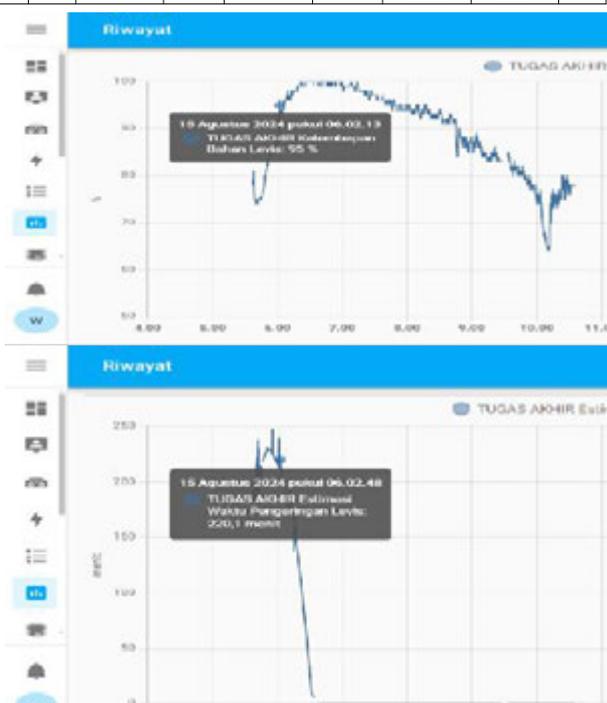
Bahan Pakaian Katun								
No	Suhu Sekitar (°C)	Kelembaban Sekitar (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengerinan Estimasi (Jam)	Waktu Pengerinan Aktual (Jam)	Error (%)
1	27,4	69	25,3	95	98	1 jam 49 menit	2 jam 2 menit	11,9
2	28,8	64	26,7	96	103	1 jam 43 menit	2 jam 4 menit	20,3
3	30,5	62	28,8	96	109	1 jam 37 menit	1 jam 55 menit	18,5
4	31,3	59	28,5	94	115	1 jam 29 menit	1 jam 56 menit	30,3
5	31,2	59	28,2	95	112	1 jam 32 menit	2 jam	30,4

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian luar ruangan menggunakan mesin cuci (rayon) :

Tabel 8 Hasil Pengujian Mesin Cuci Outdoor (Rayon)

Bahan Pakaian Rayon								
No	Suhu Sekitar (°C)	Kelembaban Sekitar (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengerinan Estimasi (Jam)	Waktu Pengerinan Aktual (Jam)	Error (%)
1	27,4	69	24,5	96	98	2 jam 16 menit	2 jam 36 menit	14,7
2	28,8	64	25,1	95	103	2 jam 7 menit	2 jam 23 menit	12,6
3	30,5	62	26,3	93	109	1 jam 57 menit	2 jam 5 menit	6,8
4	31,3	59	26,8	93	115	1 jam 50 menit	2 jam 2 menit	10,9
5	31,2	59	26,5	92	112	1 jam 52 menit	2 jam 5 menit	11,6

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian luar ruangan menggunakan mesin cuci (jeans) :



Tabel 9 Hasil Pengujian Mesin Cuci Outdoor (Jeans)

Bahan Pakaian Jeans								
No	Suhu Sekitar (°C)	Kelembaban Sekitar (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengeringan Estimasi (Jam)	Waktu Pengeringan Aktual (Jam)	Error (%)
1	27,4	69	24,3	97	98	3 jam 5 menit	3 jam 33 menit	13,15
2	28,8	64	24,9	95	103	2 jam 54 menit	3 jam 22 menit	13,86
3	30,5	62	26,6	94	109	2 jam 46 menit	3 jam 36 menit	32,4
4	31,3	59	26,9	96	115	2 jam 42 menit	3 jam 1 menit	10,50
5	31,2	59	26,8	96	112	2 jam 45 menit	3 jam 12 menit	14,6

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian dalam ruangan dengan cara diperas (katun) :

Tabel 10 Hasil Pengujian Diperas Indoor (Katun)

Bahan Pakaian Katun								
No	Suhu ruang (°C)	Kelembaban ruang (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengeringan Estimasi (Jam)	Waktu Pengeringan Aktual (Jam)	Error (%)
1	33,2	69	30,2	97	60	2 jam 32 menit	3 jam 1 menit	24,2
2	32,9	70	31	98	61	2 jam 34 menit	3 jam 12 menit	22,5
3	33,1	71	30,8	97	55	2 jam 33 menit	3 jam 5 menit	24,8
4	33,5	68	31,0	95	59,3	2 jam 32 menit	3 jam 8 menit	21,5
5	33,3	70	31,2	95	61	2 jam 31 menit	3 jam 1 menit	23,7

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian dalam ruangan dengan cara diperas (rayon) :

Tabel 11 Hasil Pengujian Diperas Indoor (Rayon)

Bahan Pakaian Rayon								
No	Suhu ruang (°C)	Kelembaban ruang (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengeringan Estimasi (Jam)	Waktu Pengeringan Aktual (Jam)	Error (%)
1	33,0	69	29,5	95	59,1	2 jam 49 menit	3 jam 10 menit	23,9
2	32,8	69	30,0	97	60	2 jam 51 menit	3 jam 12 menit	23,8
3	33,1	71	30,2	97	55	2 jam 50 menit	3 jam 19 menit	20,3
4	33,5	68	29,0	96	59,3	2 jam 48 menit	3 jam 20 menit	23,1
5	33,3	70	29,7	95	61	2 jam 48 menit	3 jam 21 menit	20,5

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian dalam ruangan dengan cara diperas (jeans) :

Tabel 12 Hasil Pengujian Diperas Indoor (Jeans)

Bahan Pakaian Jeans								
No	Suhu ruang (°C)	Kelembaban ruang (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengeringan Estimasi (Jam)	Waktu Pengeringan Aktual (Jam)	Error (%)
1	33,0	69	29,7	98	59,1	3 jam 24 menit	4 jam 18 menit	26
2	32,8	69	29,8	97	60	3 jam 26 menit	4 jam 26 menit	28,6
3	33,1	71	30,0	97	55	3 jam 25 menit	4 jam 22 menit	27,5
4	33,5	68	29,2	99	59,3	3 jam 23 menit	4 jam 16 menit	25,9
5	33,3	70	30,2	97	61	3 jam 22 menit	4 jam 16 menit	26,3

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian luar ruangan dengan cara diperas (katun) :

Tabel 13 Hasil Pengujian Diperas Outdoor (Katun)

Bahan Pakaian Katun								
No	Suhu Sekitar (°C)	Kelembaban Sekitar (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengeringan Estimasi (Jam)	Waktu Pengeringan Aktual (Jam)	Error (%)
1	27,5	67	26	97	99	2 jam 33 menit	3 jam 10 menit	23,8
2	28,5	64	27,2	98	103	2 jam 29 menit	3 jam 9 menit	26,7
3	30	62	30	99	100	2 jam 25 menit	3 jam 12 menit	31,8
4	30,8	59	29	99	100	2 jam 22 menit	3 jam 5 menit	30,2
5	30,2	5	30	96	105	2 jam 30 menit	3 jam 7 menit	24,6

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian luar ruangan dengan cara diperas (rayon) :

Tabel 14 Hasil Pengujian Diperas Outdoor (Rayon)

Bahan Pakaian Rayon								
No	Suhu Sekitar (°C)	Kelembaban Sekitar (%)	Suhu Pakaian (°C)	Kelembaban Pakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengeringan Estimasi (Jam)	Waktu Pengeringan Aktual (Jam)	Error (%)
1	27,5	69	26,2	98	60	2 jam 56 menit	3 jam 30 menit	18,7
2	28,5	70	27,9	98	61	2 jam 56 menit	3 jam 32 menit	20,0
3	30	69	29,7	97	57	2 jam 53 menit	3 jam 25 menit	18,0
4	30,8	68	29,6	96	59	2 jam 51 menit	3 jam 28 menit	21,5
5	30,2	68	29,3	96	62	2 jam 51 menit	3 jam 23 menit	18,3

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian luar ruangan dengan cara diperas (jeans) :

Tabel 15 Hasil Pengujian Diperas *Outdoor* (Jeans)

Bahan Pakakaian Jeans								
No	Suhu Sekitar (°C)	Kelembaban Sekitar (%)	Suhu Pakakaian (°C)	Kelembaban Pakakaian (%)	Intensitas Cahaya (lux)	Waktu Pengerangan Estimasi (Jam)	Waktu Pengerangan Aktual (Jam)	Error (%)
1	27.5	69	27	97	60	3 jam 30 menit	4 jam 18 menit	22.3
2	28.5	70	26.6	97	61	3 jam 31 menit	4 jam 26 menit	25.7
3	30	69	29.3	99	57	3 jam 28 menit	4 jam 22 menit	25.4
4	30.8	68	30.1	99	59	3 jam 25 menit	4 jam 16 menit	24.3
5	30.2	68	29.8	99	62	3 jam 26 menit	4 jam 16 menit	24.1

Contoh perhitungan pada tabel 9 no 1 :

Konversi nilai waktu estimasi

$$3 \text{ jam } 5 \text{ menit} = 3 + \frac{5}{60} = 3,083 \text{ jam}$$

Konversi nilai waktu aktual :

$$3 \text{ jam } 33 \text{ menit} = 3 + \frac{33}{60} = 3,55 \text{ jam}$$

Masukkan kedalam rumus :

$$\text{Error} (\%) = \frac{3,55 - 3,08}{3,55} \times 100 = 13,15\%$$

Pengujian Massa Kain dengan Nilai Kelembaban

Pengujian ini mengukur pengurangan massa atau kadar air pakaian saat kelembaban turun dari 90% menjadi 70% selama proses pengeringan, untuk menilai perubahan massa atau kadar air pada setiap perubahan nilai kelembaban. Berikut ini merupakan tabel pengujian massa kain dengan nilai kelembaban di dalam ruangan :

Tabel 16 Hasil Pengujian Massa Kain Dengan Nilai Kelembaban

No	Jenis Kain	Kelembaban Awal (%)	Kelembaban Akhir (%)	Massa Awal (g)	Massa Akhir (g)	Pengurangan Kelembaban = Massa (g)	1% kelembaban = massa (g)
1	Katun	90	75	221	150	15% = 71 g	4,73 g
2	Rayon	90	75	353	220	15% = 133 g	8,8 g
3	Jeans	90	75	911	630	15% = 281 g	18,7 g

ANALISA :

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi tinggi di ruang tertutup dengan error suhu 0-1,25% dan kelembaban 0-1,61%, tetapi akurasi menurun di ruang terbuka (error suhu 1,6-2,2% dan kelembaban 0-5,6%). Sensor BH1750 juga akurat dalam mengukur

intensitas cahaya, namun *error* terbesar (10,8%) terjadi di dalam ruangan dengan lampu neon. Estimasi waktu pengeringan menunjukkan *error* bervariasi menurut jenis kain, dengan rayon lebih akurat dibandingkan katun dan jeans, sedangkan jeans menunjukkan *error* terbesar. Penurunan massa kain sebanding dengan penurunan kelembaban, terutama pada kain tebal, sehingga kelembaban merupakan indikator andal untuk tingkat pengeringan kain.

KESIMPULAN :

Kesimpulan dari hasil analisis monitoring tingkat kekeringan pakaian pada *laundry* berbasis IoT :

1. Penelitian berhasil mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT untuk memantau tingkat kekeringan pakaian secara *real-time*, menggunakan sensor suhu, kelembaban, dan cahaya yang terhubung ke platform *Home Assistant*.
2. Sistem ini membantu pengusaha *laundry* meningkatkan operasional dengan mengurangi waktu tunggu pelanggan dan menjaga kualitas layanan melalui estimasi waktu pengeringan.
3. Pengujian menunjukkan bahwa metode manual dengan cara diperas memiliki *error* yang lebih tinggi (dalam ruangan: 23,34% untuk katun, 22,32% untuk rayon, 26,86% untuk jeans; luar ruangan: 27,42% untuk katun, 19,30% untuk rayon, 24,36% untuk jeans). Pengurangan massa kain berdasarkan penurunan kelembaban dari 90% menjadi 75% menunjukkan penurunan massa katun sebesar 71 gram, rayon 133 gram, dan jeans 281 gram. Sistem ini efektif dalam memberikan informasi *real-time*, mengurangi waktu tunggu, dan menjaga kualitas cucian.

DAFTAR REFERENSI :

- [1] N. K. Ningrum and A. Basyir, "PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN PINTU RUANGAN OTOMATIS MENGGUNAKAN RFID BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Ilm. Matrik*, vol. 24, no. 1, pp. 21–27, 2022.
- [2] R. A. Budiman, D. Wahyudin, and M. Somantri, "Rancang Bangun Smart Home

- dengan Platform Home Assistant,” *Semin. Nas. Tek. ...*, 2023.
- [3] M. Yaqub, “Analisis Sensor DHT-22 untuk Memantau Proses Fermentasi Daun Tembakau dengan Pengiriman Data Menggunakan Protocol Zigbee,” *STIKOM Surabaya*, vol. 1, no. 1, pp. 1–48, 2018.
- [4] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, “Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohyrometer Standar,” *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020.
- [5] R. Kurnia, “Kinerja Mesin Cuci Dua Tabung,” 2017.
- [6] Y. Murdianingsih and L. Aprianti, “Sistem Monitoring Pengering Sepatu Berbasis Internet of Things Pada Platform Node-Red,” *J. Teknol. dan Komun. STMIK Subang*, vol. 14, no. 1, pp. 33–39, 2021.
- [7] T. N. Vani, A. Aziz, and R. I. Mainil, “Perancangan Evaporator Mesin Pengering Pakaian Menggunakan Air Conditioner (AC) $\frac{1}{2}$ Pk Dengan Kompresi Uap Sistem Udara Terbuka,” *J. Sains Dan Teknol.*, vol. 15, no. 1, pp. 25–33, 2016.
- [8] H. Kurniadi Wardana, *Rancang Bangun Sistem Pengukuran Temperatur Pada Proses Pengeringan Daun Tembakau Madura*. 2015.
- [9] Y. Dewanto, A. Setiawan, B. Yulianti, and M. Haryanti, “Prototipe Monitoring Penggunaan Daya Berbasis Home Assistant Pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma,” *J. Sist. Inf. Univ. Suryadarma*, vol. 11, no. 1, 2014.
- [10] M. PAMUNGKAS, H. HAFIDDUDIN, and Y. S. ROHMAH, “Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 3, no. 2, p. 120, 2015.
- [11] A. Setiawan, D. Suryadi, and E. D. Marindani, “Catu Daya Digital Menggunakan LM2596 Berbasis Arduino Uno R3,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, p. 6, 2019.
- [12] S. Jepri, Hendrayudi, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Kendaraan Sepeda Motor Menggunakan Sidik Jari Berbasis Arduino Uno,” *J. Inform. dan Komput.*, vol. 13, no. 1, pp. 27–33, 2022.
- [13] A. Nugroho, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Mobil Rental Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Arduino Dengan Kendali Aplikasi Telegram,” pp. 1–22, 2021.

