

Prototipe Sistem Sewa Loker Berbasis Web dengan Pemantauan Suhu Menggunakan Arduino

Afriadi Syah¹, Luki Utomo²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik,
Universitas Pamulang, Tangerang Selatan
¹afdis90@gmail.com, ²dosen00904@unpam.ac.id

Ringkasan

Loker merupakan sarana penyimpanan sementara yang penting untuk menjaga keamanan dan ketertiban barang bawaan di lingkungan pendidikan. Penelitian ini mengembangkan sistem sewa loker berbasis *web* dengan prototipe tiga unit loker yang dikendalikan mikrokontroler Arduino Uno. Sistem dirancang menggunakan sensor DHT11 untuk memantau suhu, *limit switch* untuk mendeteksi kondisi pintu, *solenoid doorlock* sebagai pengganti kunci konvensional, serta *buzzer* sebagai alarm ketika suhu melebihi ambang batas. Proses sewa dilakukan secara otomatis melalui *input* nomor telepon, pemilihan loker dan durasi sewa, pembayaran, hingga pengiriman kode unik melalui pesan *WhatsApp* sebagai akses buka/tutup loker. Hasil pengujian menunjukkan sensor DHT11 mampu mencatat suhu antara 29,6°C hingga 65,8°C dengan akurasi rata-rata 97,56%, meskipun akurasinya menurun pada suhu di atas 60°C. Mekanisme buka loker memiliki waktu respon rata-rata 0,33 detik. Dari 30 kali percobaan akses, tingkat keberhasilan mencapai 86,67% dengan kegagalan terutama disebabkan oleh keterlambatan respon sistem. Sementara itu, *buzzer* bekerja optimal 100% dengan ambang batas suhu 40°C. Secara keseluruhan, sistem terbukti berjalan otomatis, akurat, dan responsif sesuai rancangan, serta berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut pada aspek keandalan dan integrasi teknologi.

Kata kunci: Loker, Arduino Uno, DHT11, *Solenoid doorlock* kabinet, Sistem Berbasis Web

Abstract

Lockers are essential storage facilities that play a significant role in maintaining the security and orderliness of personal belongings within educational environments. This study develops a web-based locker rental system using a prototype of three locker units controlled by an Arduino Uno microcontroller. The system integrates a DHT11 sensor for temperature monitoring, a limit switch to detect door status, a solenoid door lock as an electronic replacement for conventional keys, and a buzzer as an alarm when the temperature exceeds a predefined threshold. The rental process is automated through phone number input, locker and duration selection, payment confirmation, and the delivery of a unique access code via WhatsApp for locker access. Experimental results indicate that the DHT11 sensor successfully recorded temperatures ranging from 29.6°C to 65.8°C with an average accuracy of 97.56%, although its accuracy decreased above 60°C. The solenoid mechanism achieved an average response time of 0.33 seconds. From 30 repeated access tests, the system achieved an 86.67% success rate, with failures mainly caused by delayed responses. Meanwhile, the buzzer consistently operated at 100% when the temperature threshold was set at 40°C. Overall, the

propose proposed system demonstrated automatic operation, accuracy, and responsiveness according to its design, and has strong potential for further development in terms of reliability and technology integration.

Keywords: Locker, Arduino Uno, DHT11, Solenoid, Web Based System

1. Pendahuluan

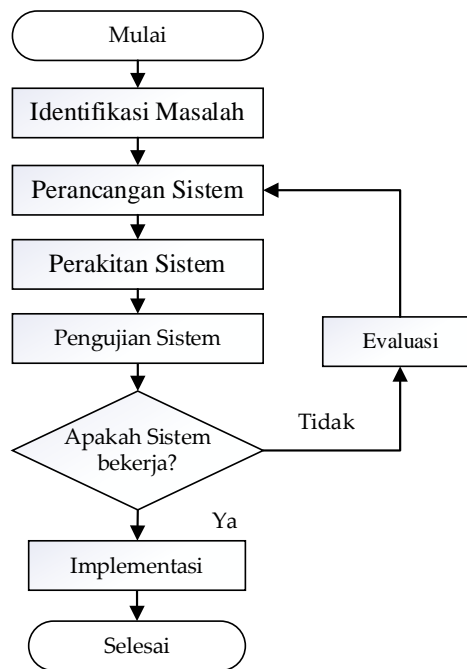
Loker merupakan salah satu fasilitas yang digunakan untuk keperluan penyimpanan barang[1][2]. Fasilitas loker di lingkungan pendidikan memiliki peranan penting dalam menjaga keamanan dan ketertiban barang bawaan mahasiswa maupun tamu. Ketersediaan loker yang memadai dapat mendukung proses pembelajaran dengan menciptakan lingkungan belajar yang lebih tertib. Namun, penggunaan loker dengan kunci konvensional masih menimbulkan berbagai permasalahan, seperti risiko kehilangan kunci, mudah duplikasi, dan keterbatasan aksesibilitas [3].

Perkembangan teknologi mendorong penerapan sistem pengaman loker berbasis digital untuk meningkatkan keamanan dan kemudahan akses. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem pengaman loker, seperti teknologi *radio frequency identification* (RFID) [4], *one time password* (OTP) [5], *voice recognition* [6], biometrik sidik jari [7], hingga pengenalan wajah [8]. Sistem-sistem tersebut terbukti mampu meningkatkan keamanan, mengurangi resiko penyalahgunaan serta menawarkan kemudahan akses dibandingkan dengan kunci konvensional [9].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aspek keamanan dan sistem penguncian loker, tanpa mengintegrasikan sistem penyewaan berbasis *web* yang memungkinkan pengelolaan loker secara fleksibel dan terpantau[10]. Padahal, integrasi sistem penyewaan digital penting untuk mempermudah pengguna dalam melakukan pemesanan, pembayaran, dan akses loker secara otomatis. Selain itu, penelitian terkait keamanan loker jarang memperhatikan faktor lingkungan di dalam loker, seperti suhu dan kelembapan, padahal suhu yang tidak terkontrol dapat berdampak pada keamanan barang dalam loker. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem sewa loker berbasis *web* yang terintegrasi dengan pemantau suhu dalam loker. Sistem ini dirancang agar pengguna dapat melakukan proses sewa dan akses loker secara otomatis, sementara pengelola dapat memantau kondisi loker secara *real time*.

2. Metode Penelitian

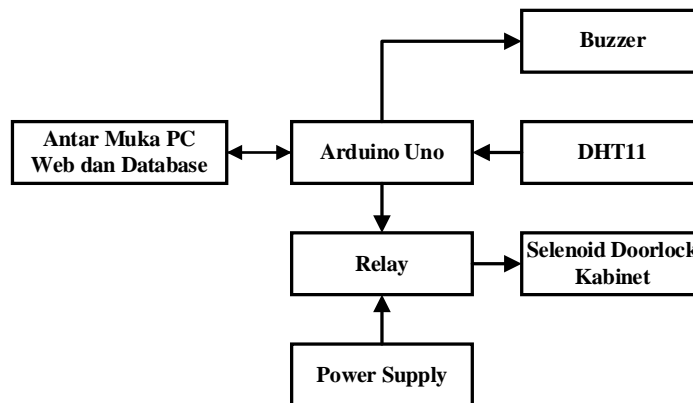
Proses penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang sistematis dan berurutan, dimulai dari identifikasi masalah sebagai dasar perumusan solusi. Tahap selanjutnya meliputi perancangan sistem, perakitan perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem untuk memastikan fungsionalitas yang telah dirancang. Hasil pengujian kemudian dievaluasi untuk menilai kesesuaian kinerja sistem terhadap tujuan penelitian. Apabila sistem telah memenuhi kriteria yang ditetapkan, tahap akhir yang dilakukan adalah implementasi. Rangkaian tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan tujuan perancangan.



Gambar 1. Flowchart perancangan sistem

2.1. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem menggambarkan hubungan dan alur kerja antar komponen utama pada prototipe sistem sewa loker. Arduino Uno memiliki peranan penting sebagai pusat kendali yang menerima data dari perangkat input serta mengendalikan perangkat output.



Gambar 2. Diagram blok perancangan sistem

2.2. Perancangan Perangkat Keras

2.2.1 Arduino Uno

Arduino adalah papan *microcontroller* berbasis ATmega328 yang digunakan sebagai pengendali utama sistem sewa loker. Arduino Uno memiliki 14 *pin input/output* dimana enam pin dapat digunakan sebagai *output pulse width modulation (PWM)* serta memiliki enam *pin analog input* [11]. Perangkat Arduino digerakkan oleh program Arduino IDE yang digunakan untuk membuat, mengubah, dan memasukkan instruksi *coding* ke dalam *board* Arduino sehingga dapat memperlakukan komponen-komponen yang terhubung dapat

bekerja sesuai dengan instruksi yang diberikan [12]. Arduino digunakan untuk membaca data dari sensor, memproses logika sistem, serta mengendalikan aktuator seperti *relay* dan *buzzer*.

2.2.2 DHT11

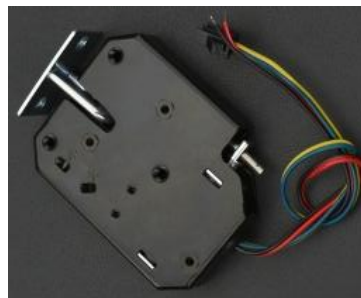
DHT11 adalah sensor yang dapat mengukur suhu dan kelembapan dengan *output* analog yang dapat diolah lebih lanjut oleh mikrokontroler menjadi sebuah *output* nilai suhu [13]. Sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu di dalam kotak loker. Sensor ini bekerja dengan mengukur kondisi lingkungan melalui elemen sensor internal dan mengubahnya menjadi data digital. Data suhu yang diterima oleh Arduino digunakan untuk pemantauan kondisi loker dan sebagai pemicu sistem peringatan suhu tinggi.



Gambar 3. Sensor DHT11

2.2.3 Solenoid Doorlock Cabinet

Solenoid door lock merupakan aktuator elektromekanis yang berfungsi untuk mengunci dan membuka loker secara otomatis [14]. *Solenoid doorlock cabinet* digunakan sebagai pengganti kunci konvensional pada sistem loker. Pada penelitian ini digunakan tipe solenoid model *cabinet lock*, yang bekerja dengan prinsip tarikan elektromagnet ketika diberi arus DC 12V. Anak kunci akan terdorong keluar ketika arus mengalir melalui elektromagnet dan kembali terkunci ketika aliran arus dihentikan.



Gambar 4. Solenoid doorlock cabinet

2.2.4 Limit Switch

Limit switch digunakan sebagai indikator status pintu loker yang terbuka atau tertutup. *Limit switch* akan bekerja jika katub kecil pada saklat mendapatkan tekanan yang menyebabkan perubahan status dari *normally close* menjadi *normally open* atau sebaliknya [15] sehingga status loker dapat dideteksi oleh sistem.

2.2.5 Buzzer

Buzzer digunakan sebagai indikator peringatan suara. *Buzzer* akan diaktifkan oleh Arduino Uno ketika suhu di dalam loker melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

2.2.6 Power Supply

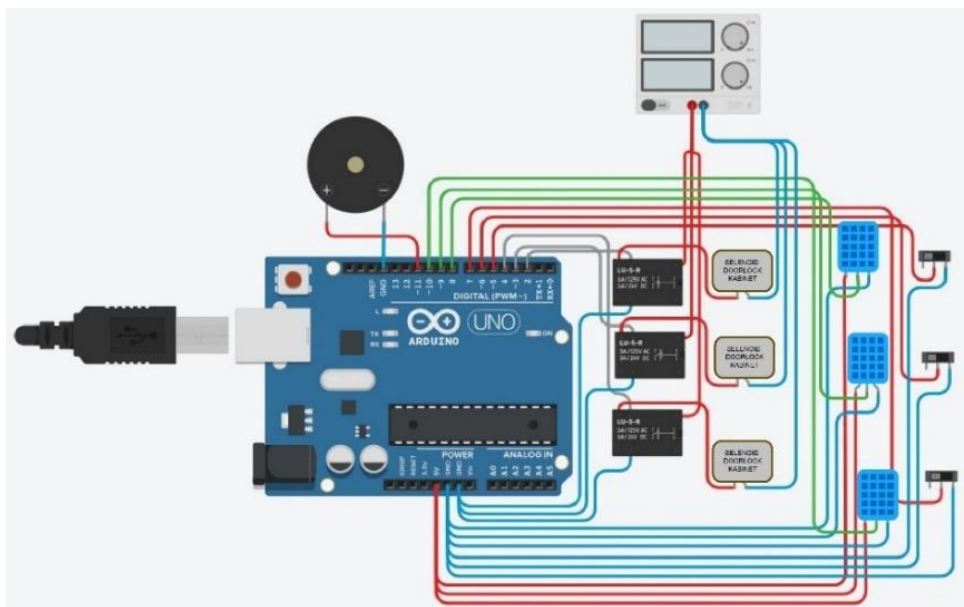
Power supply digunakan sebagai sumber tegangan utama untuk menggerakkan *solenoid doorlock cabinet*. Tegangan dari *power supply* disalurkan ke solenoid melalui *relay* yang dikendalikan oleh Arduino Uno.

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem terdiri dari antarmuka berbasis *web* dan program pada Arduino Uno. Antarmuka *web* dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman HTML dan PHP. Program juga dilengkapi dengan *database* untuk menyimpan data penyewaan, status loker, dan kode akses. *Database* tersebut berupa MySQL yang dapat diakses melalui PHPMyAdmin yang dapat mengelola *database* untuk menjalankan instruksi CRUD (*Create, Read, Update, dan Delete*), yaitu untuk menulis, membaca, memperbaharui, dan menghapus kumpulan data program [16].

2.4. Skema Rangkaian

Skema rangkaian menggambarkan hubungan antar komponen perangkat keras dalam sistem sewa loker. Skema ini digunakan sebagai panduan dalam perakitan sistem agar setiap komponen terhubung sesuai dengan perancangan.

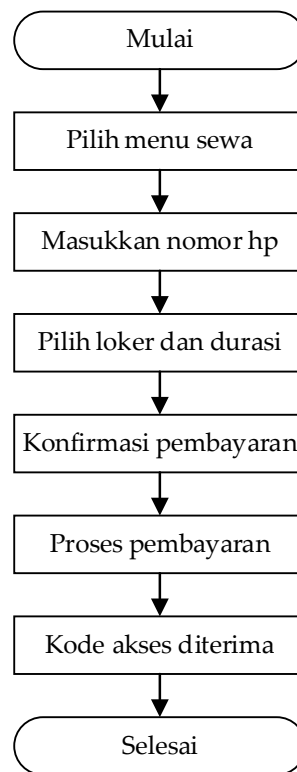


Gambar 5. Skema rangkaian sistem sewa loker

Pada prototipe tiga kotak loker digunakan beberapa komponen utama, antara lain Arduino Uno, sensor DHT11, *relay*, *solenoid doorlock*, *limit switch*, *buzzer*, dan *power supply*.

2.5. Flowchart Proses Sewa

Tahapan proses sewa diawali dengan memasukkan nomor handphone yang berguna sebagai tujuan pengiriman kode akses melalui peran *whatsapp*, dilanjutkan dengan memilih ketersediaan loker, yang nantinya status isi atau kosong loker akan dibedakan dengan warna loker pada PC. Memilih durasi dan melakukan pembayaran sesuai dengan lamanya durasi yang dipilih. Setelah melakukan pembayaran, pengguna akan mendapatkan kode unik berupa kombinasi 8 digit huruf dan angka yang nantinya digunakan sebagai akses buka loker.



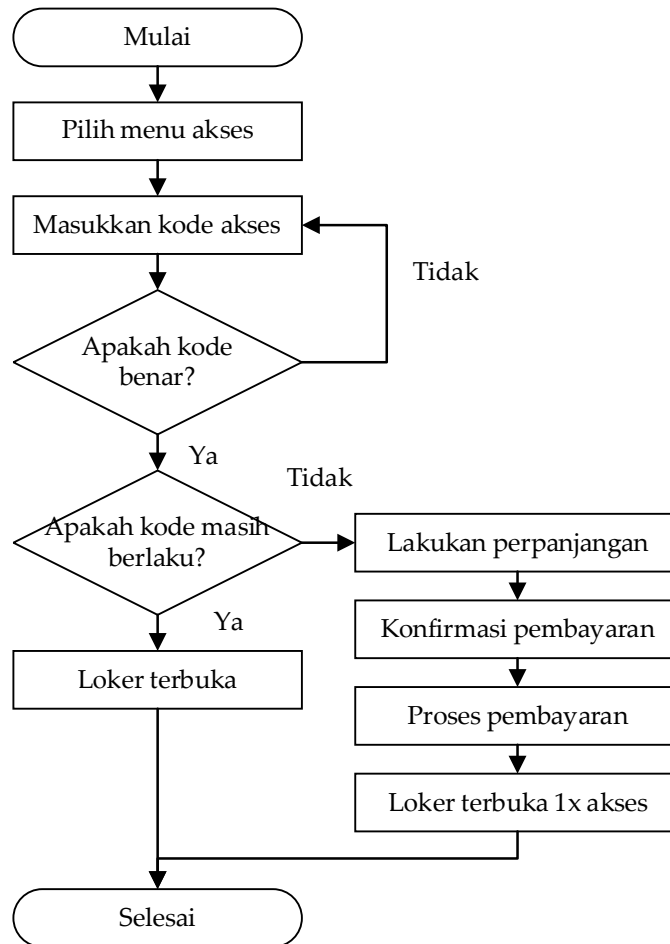
Gambar 6. Flowchart proses sewa

2.6. Flowchart Proses Akses

Setelah proses sewa, pengguna dapat memilih menu selanjutnya, yaitu akses loker. Proses akses dapat dilakukan berulang selama masih dalam rentang waktu durasi yang dipilih. Dari menu akses, pengguna akan diminta untuk memasukkan kode unik yang telah diberikan melalui pesan *whatsapp*. Jika kode akses benar dan masih berlaku, maka kotak loker yang dipilih akan otomatis langsung terbuka. Jika kode akses yang dimasukkan salah, kotak loker tidak akan terbuka. Jika kode akses sudah melewati batas durasi sewa, maka pengguna akan diberikan pilihan untuk menyelesaikan atau melakukan perpanjangan durasi untuk satu kali akses. Jadi saat loker telah melebihi batas durasi sewa, untuk dapat mengakses kembali dengan tujuan mengambil barang yang tertinggal, pengguna harus memperpanjang durasi sewa dan melakukan pembayaran kembali untuk dapat satu kali akses buka loker.

2.7. Proses Akses Admin

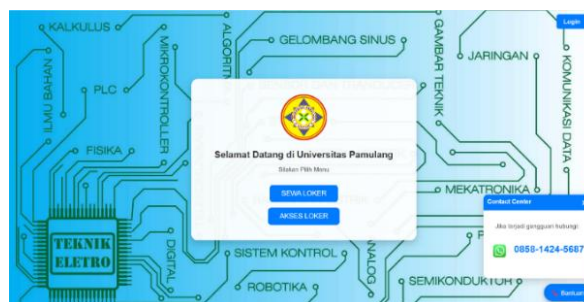
Admin diberikan akses khusus untuk dapat mengelola loker, mengelola data pengguna dan mengatur ambang batas suhu yang diizinkan dalam kotak loker. Dalam hal mengelola loker, seorang admin diberikan kewenangan untuk dapat membuka atau menutup loker dan *me-reset* status loker. Admin diperbolehkan untuk dapat mengakses data pengguna berupa hapus atau ubah data pengguna.



Gambar 7. Flowchart proses akses

3. Hasil dan Pembahasan

Prototipe sistem sewa loker berbasis *web* dengan fitur pemantau suhu menggunakan Arduino dan sensor DHT11 berhasil diaplikasikan dengan baik. Pada tiap-tiap loker dilengkapi dengan sensor DHT11, *limit switch* dan *solenoid doorlock cabinet*. Sistem dilengkapi dengan sebuah *buzzer* sebagai indikator jika terjadi suhu tinggi di atas ambang suhu yang diizinkan pada kotak loker.

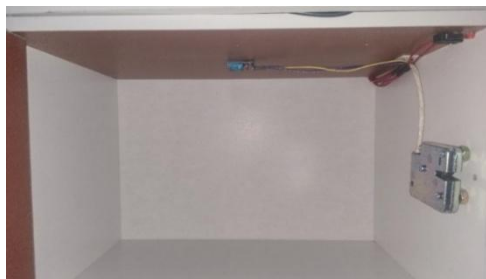


Gambar 8. Desain antarmuka sistem sewa loker

Pada halaman awal antarmuka juga diberikan fitur tambahan berupa nomor telpon yang dapat dihubungi jika terjadi kendala dalam operasional sistem.



Gambar 9. Hasil prototipe tiga kotak loker



Gambar 10. Tampilan dalam kotak loker

Untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangan penelitian, maka dilakukan beberapa kali percobaan dan pengujian.

3.1 Pengujian *Solenoid Doorlock Cabinet*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan *solenoid doorlock cabinet* dari upaya buka paksa atau pencongkelan pintu loker dari orang yang tidak bertanggung jawab. Dari hasil pengujian diketahui *solenoid doorlock cabinet* mampu menahan beban hingga 5 kg atau setara dengan gaya tarik 49 Newton.

Tabel 1. Uji beban pada *solenoid doorlock* kabinet

Beban (kg)	Gaya(N)	Kekuatan solenoid
0,5	4,9	Kuat menahan beban
1	9,8	Kuat menahan beban
1,5	14,7	Kuat menahan beban
2	19,6	Kuat menahan beban
2,5	24,5	Kuat menahan beban
3	29,4	Kuat menahan beban
3,5	34,3	Kuat menahan beban
4	39,2	Kuat menahan beban
4,5	44,1	Kuat menahan beban
5	49	Kuat menahan beban

3.2. Pengujian Relay

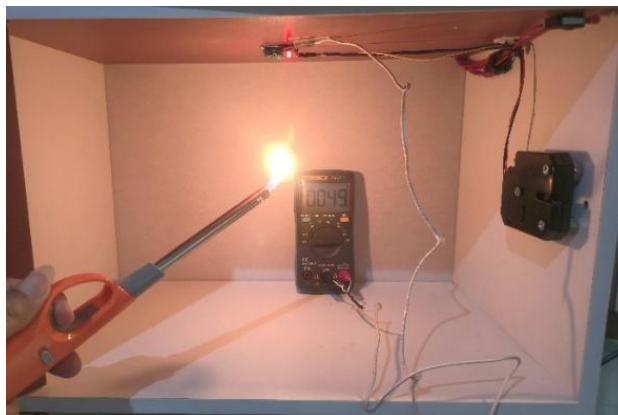
Relay merupakan komponen penting dalam sistem yang sedang dibangun, dikarenakan Arduino tidak mampu memberikan tegangan kerja *solenoid doorlock cabinet* sebesar 12VDC. Karena itu, untuk menggerakkannya Arduino dapat memberikan sinyal instruksi melalui *relay* dan meneruskannya kepada *solenoid doorlock* kabinet. Dari hasil pengujian melalui instruksi *serial monitor*, diperoleh seluruh *relay* bekerja dengan baik. *Relay* dapat menerima respons yang diberikan oleh Arduino.

Tabel 2. Pengujian kinerja *relay*

Instruksi (Serial Monitor)	Respons Serial Monitor	Respons Relay	Respons Loker
BUKA:1	BUKA_OK:1	Aktif	Pintu loker 1 terbuka
BUKA:1	BUKA_OK:1	Aktif	Pintu loker 1 terbuka
BUKA:2	BUKA_OK:2	Aktif	Pintu loker 2 terbuka
BUKA:2	BUKA_OK:2	Aktif	Pintu loker 2 terbuka
BUKA:3	BUKA_OK:3	Aktif	Pintu loker 3 terbuka
BUKA:3	BUKA_OK:3	Aktif	Pintu loker 3 terbuka

3.3. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian deteksi suhu pada masing-masing kotak loker diperlukan untuk mengetahui kinerja dari sensor DHT11.



Gambar 11. Pengujian sensor DHT11

Pada pengujian ini, area dalam kotak loker dinaikkan suhunya menggunakan pemanas. Dalam kotak juga diberikan thermomoter sebagai pembanding hasil akurasi nilai pembacaan suhu DHT11. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada masing-masing kotak loker.

Dari hasil pengujian sensor DHT11 pada loker 1, loker 2 dan loker 3 dapat diambil kesimpulan bahwa sensor DHT11 mampu mencatat nilai suhu dari 29,6°C hingga 65,8°C dengan akurasi rata-rata 97,56%.

Dari grafik dapat dilihat akurasi pembacaan sensor DHT11 mengalami penurunan saat suhu mencapai 60°C. Hasil ini sesuai dengan spesifikasi DHT11 dengan akurasi pembacaan suhu $\pm 2^\circ\text{C}$ [17].

Tabel 3. Hasil uji sensor DHT11 pada loker 1

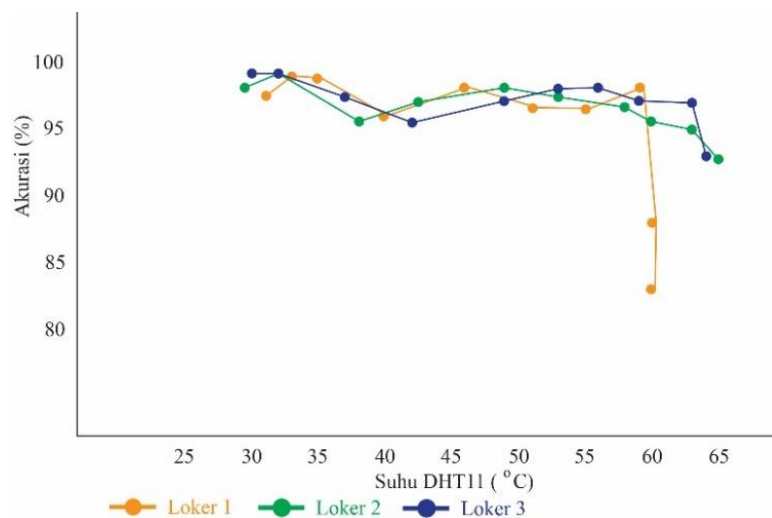
Waktu (s)	Suhu DHT11 (°C)	Suhu Termometer (°C)	Selisih (°C)	Akurasi (%)
0	31,8	31	0,8	97,42
5	33,7	34	0,3	99,11
10	36,2	37	0,8	97,83
15	40,4	42	1,6	96,19
20	46,0	47	1	97,87
25	51,3	53	1,7	96,79
30	55,0	57	2	96,49
35	58,8	60	1,2	98,0
40	60,1	68	7,9	88,38
45	60,1	72	11,9	83,47

Tabel 4. Hasil uji sensor DHT11 pada loker 2

Waktu (s)	Suhu DHT11 (°C)	Suhu Termometer (°C)	Selisih (°C)	Akurasi (%)
0	29,6	29	0,6	97,93
5	31,8	32	0,2	99,37
10	38,2	40	1,8	95,5
15	42,6	44	1,4	96,81
20	49,3	50	0,7	98,6
25	52,7	54	1,3	97,59
30	58,0	60	2	96,67
35	60,1	62,8	2,7	95,70
40	63,3	66,5	3,2	95,18
45	65,8	71,3	5,5	92,28

Table 5. Hasil uji sensor DHT11 pada loker 3

Waktu (s)	Suhu DHT11 (°C)	Suhu Termometer (°C)	Selisih (°C)	Akurasi (%)
0	30,2	30	0,2	99,33
5	32,8	33	0,2	99,39
10	37,1	38	0,9	97,63
15	42,2	44	1,8	95,90
20	48,7	50	1,3	97,4
25	53,1	54	0,9	98,33
30	55,9	57	1,1	98,07
35	58,6	60	1,4	97,66
40	62,9	65	2,1	96,76
45	64,2	69	4,8	93,04



Gambar 12. Grafik akurasi DHT11

3.4. Pengujian Sistem Peringatan Suhu Tinggi

Pada pengujian ini ambang batas suhu diatur pada nilai 40°C. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem peringatan suhu tinggi dalam loker.

Tabel 6. Pengujian sistem peringatan suhu tinggi

Suhu awal 30,7°C	Suhu (°C)	Status	Buzzer
Percobaan 1	43,8	Terdeteksi	Berbunyi
Percobaan 2	60,3	Terdeteksi	Berbunyi
Percobaan 3	60,1	Terdeteksi	Berbunyi
Percobaan 4	55,5	Terdeteksi	Berbunyi
Percobaan 5	55,4	Terdeteksi	Berbunyi
Percobaan 6	48,1	Terdeteksi	Berbunyi
Percobaan 7	47,5	Terdeteksi	Berbunyi
Percobaan 8	43,1	Terdeteksi	Berbunyi
Percobaan 9	50,2	Terdeteksi	Berbunyi
Percobaan 10	41,4	Terdeteksi	Berbunyi

Dari 10 kali pengujian diperoleh seluruh pembacaan suhu tinggi di atas nilai 40°C mampu memberikan notifikasi suhu tinggi dan buzzer berbunyi.



Gambar 13. Notifikasi suhu tinggi pada sistem

3.5. Pengujian Kode Akses

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa kode akses yang diperoleh melalui pesan *whatsapp* dapat digunakan untuk membuka loker.



Gambar 14. Kode akses dari pesan whatsapp

Tabel 7. Proses akses menggunakan kode unik

Pemesanan	Nomor loker	Kode akses	Hasil	Akses Loker
Pertama	3	77093622	Pesan Diterima	Loker dapat terbuka
Kedua	1	9914A167	Pesan Diterima	Loker dapat terbuka
Ketiga	2	FD05F13B	Pesan Diterima	Loker dapat terbuka

Dari tiga kali proses pemesanan diperoleh tiga kode akses berbeda untuk nomor loker yang berbeda pula. Seluruh kode akses yang diterima dapat membuka loker dengan sempurna.

3.6. Pengujian Akses Berulang

Pengujian akses berulang dilakukan dengan tujuan mengetahui *durability* dan kecepatan buka/tutup loker.

Tabel 8. Akses berulang pada loker 1

Pengujian	Hasil	Response Time (s)
Akses 1	Loker terbuka	0,33
Akses 2	Loker terbuka	0,34
Akses 3	Loker terbuka	0,33
Akses 4	Loker terbuka	0,33
Akses 5	Loker terbuka	0,33
Akses 6	Loker terbuka	0,35
Akses 7	Loker terbuka	0,33
Akses 8	Loker tertutup	-
Akses 9	Loker terbuka	0,33
Akses 10	Loker terbuka	0,37

Tabel 9. Akses berulang pada loker 2

Pengujian	Hasil	Response Time (s)
Akses 1	Loker terbuka	0,31
Akses 2	Loker terbuka	0,33
Akses 3	Loker tertutup	-
Akses 4	Loker terbuka	0,34
Akses 5	Loker tertutup	-
Akses 6	Loker terbuka	0,31
Akses 7	Loker terbuka	0,35
Akses 8	Loker terbuka	0,30
Akses 9	Loker tertutup	-
Akses 10	Loker terbuka	0,37

Tabel 10. Akses berulang pada loker 3

Pengujian	Hasil	Response Time (s)
Akses 1	Loker terbuka	0,33
Akses 2	Loker tertutup	-
Akses 3	Loker terbuka	0,31
Akses 4	Loker terbuka	0,35
Akses 5	Loker terbuka	0,32
Akses 6	Loker terbuka	0,31
Akses 7	Loker terbuka	0,33
Akses 8	Loker terbuka	0,33
Akses 9	Loker terbuka	0,35
Akses 10	Loker terbuka	0,31

Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali akses berulang dengan durasi waktu acak pada masing-masing kotak loker. Dari hasil pengujian diperoleh rata-rata *response time* membuka

pintu loker 0,33 detik. Dari 30 kali akses berulang diperoleh 83,3% keberhasilan dalam membuka loker dengan 5 kali gagal buka loker. Hal itu disebabkan oleh pengujian akses loker dilakukan secara cepat dan berulang, sehingga Arduino tidak dapat merespons instruksi yang diberikan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan hasil pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa prototipe sistem sewa loker dapat berjalan dengan baik. Arduino dapat memproses setiap tahapan sewa dan akses loker melalui aplikasi antarmuka *web*. Pengujian pada setiap komponen perlu dilakukan untuk memastikan setiap komponen dapat bekerja sesuai spesifikasi tiap-tiap komponen. Sensor DHT11 yang mampu mencatat suhu dari 29,6°C hingga 65-8°C dengan tingkat akurasi mencapai 97,56% hingga suhu 60°C. Kode akses yang dikirim melalui pesan *whatsapp* menjadi efektif karena potensi kehilangan akses loker dapat diminimalisir.

Hal yang perlu diperhatikan untuk pengembangan lebih lanjut dari prototipe sewa loker adalah kemampuan Arduino dalam mengolah dan memproses banyak *pin input/output*. Untuk membuat prototipe tiga kotak loker setidaknya Arduino harus mempunyai 11 *pin input/output*. Sehingga untuk pembuatan kotak loker yang lebih banyak Arduino harus menggunakan I/O *Expander* untuk pengembangan jumlah *pin* yang lebih banyak.

Daftar Pustaka

- [1] F. Rozy and I. Fahruzi, "Sistem Pengaman Loker Menggunakan Smart Card PN532 RFID/NFC," *J. Integr.*, vol. 14, no. 2, pp. 114–121, 2022, doi: 10.30871/ji.v14i2.4503.
- [2] M. fazero Siregar, Jufrizel, A. Faizal, and H. Zarory, "A Library Locker Security System with Integrated RFID, Dual Camera Monitoring, and Telegram Notification," *J. Sist. Cerdas*, vol. 7, no. 1, pp. 75–86, 2024, doi: 10.37396/jsc.v7i1.390.
- [3] F. Fajar Luthfi, D. Marisa Midyanti, and Suhardi, "Sistem Keamanan pada Loker Berbasis Internet of Things," *J. Fokus Elektroda*, vol. 07, no. 03, pp. 200–206, 2022, [Online]. Available: <https://elektroda.uho.ac.id/>
- [4] V. Pradana and H. L. Wiharto, "Rancang Bangun Smart Locker Menggunakan Rfid Berbasis Arduino Uno," *El Sains J. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 55–61, 2020, doi: 10.30996/elsains.v2i1.4016.
- [5] A. Giovaniz, L. A. Siregar, and A. Yanie, "Rancang Bangun Smart Locker Penitipan Barang Berbasis One-Time Password (OTP)," *JTELS Journals Telecommun. Electr. Sci.*, vol. 01, no. 01, pp. 12–18, 2024.
- [6] R. Fathur Rizky, A. Turmudi Zy, and A. S. Sunge, "Sistem Smart Door Lock Menggunakan Voice Recognition Berbasis Arduino," *Bull. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 239–244, 2023, doi: 10.47065/bit.v4i2.696.
- [7] M. Sadali, Mahpuz, M. Arifin, and M. Wasil, "Implementasi Teknologi Internet of Things (IoT) pada Sistem Keamanan Loker dengan Verifikasi Biometrik," *J. Print. J. Pengemb. Rekayasa Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 107–119, 2025, doi: 10.29408/jprinter.v3i1.31091.
- [8] W. Sulaeman, E. Alimudin, and A. Sumardiono, "Sistem Pengaman Loker Dengan Menggunakan Deteksi Wajah," *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 117, no. 02, pp. 117–122, 2022.

- [9] R. Kladius, I. A. Rizqi, F. S. Pribadi, and R. A. Aprilianto, "Systematic Literature Review: Smart and Secure Locker System," *J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, pp. 105–120, 2024.
- [10] A. C. Permana, A. I. Pradana, and D. Hartanti, "Smart Loker Berbasis Iot Dengan Autentikasi Qr Code Terintegrasi Dengan Web," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.6573.
- [11] B. R. Sinaga, "Rancang Bangun Gerbang dengan Menggunakan Kontrol Android Via Bluetooth Berbasis Arduino Uno R3," *J. Pendidik. Sains dan Komput.*, vol. 2, no. 02, pp. 312–316, 2022, doi: 10.47709/jpsk.v2i02.1737.
- [12] K. Kamal, U. M. Tyas, A. A. Buckhari, and P. Pattasang, "Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital," *J. Pendidik. dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [13] A. Y. Rangan, Amelia Yusnita, and Muhammad Awaludin, "Sistem Monitoring berbasis Internet of things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ," *J. E-Komtek*, vol. 4, no. 2, pp. 168–183, 2020, doi: 10.37339/e-komtek.v4i2.404.
- [14] A. Z. Hasibuan and M. S. Asih, "Pemanfaatan Internet Of Thing untuk Pengendalian Solenoid Doorlock dalam Sistem Keamanan Rumah Cerdas," *Jikstra*, vol. 5, no. 01, 2023.
- [15] Putu Rizky Jaya Kusuma, I Ketut Parti, I Ketut Darminta, and I Nyoman Mudiana, "Kajian penerapan PLC untuk meningkatkan produktivitas proses pengisian air dan penutup botol otomatis," *Jamatech*, vol. 3, no. 2, pp. 64–70, 2022.
- [16] M. A. T. Nugroho, A. Rosandi, and A. Saifudin, "Pengujian Aplikasi CRUD Dengan MySQL dan PHPMyAdmin," vol. 3, no. 6, pp. 1525–1531, 2024.
- [17] D. dht11 Pleva GmbH, "Temperature/Humidity sensor DHT11," 2018. [Online]. Available: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1440068/ETC/DHT11.html>