



RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM PENGENDALIAN PINTU HANGGAR OTOMATIS BERBASIS IOT DI AERO TECHNIC BATAM

Fikry Alkarim^{1*}, Djoko Anwar Mardiono^{2*}, Suwadi Nanra³, Jumadri JN⁴

^{1,2,3,4}Teknik Elektro, Universitas Batam, Batam, Indonesia

*djoko.anwar@univbatam.ac.id

ARTICLE INFO

Genesis Artikel:

Diterima, 12 November 2024

Direvisi, 30 Desember 2024

Disetujui, 5 Maret 2025

Kata Kunci:

Pintu Hanggar pesawat,
NodeMCU ESP8266, BME280,
BH1750, Inframerah

Keywords:

Aircraft Hangar Door, NodeMCU
ESP8266, BME280, BH1750,
Infrared

ABSTRACT

As time progresses, human work can be made easier, hangar doors that are closed manually can be made automatic. If the hangar door is closed too late, it will cause damage to maintenance equipment and aircraft engine parts from rainwater, hot sun, dust, etc. This design is designed to make the hangar door open and close automatically. The NodeMCU ESP8266 as the control of this design has 3 sensors, namely the BME280 sensor, BH1750 sensor, and Infrared sensor to detect temperature, light and movement. The input system is a 12V power supply, BME280, lux sensor, infrared sensor, push button, and limit switch which will be processed by the NodeMCU ESP8266 and the output results are a DC motor, motor driver, LCD, relay module, and lights. The working system is that if the sensor detects temperature and light above the normal threshold, the door will automatically close and will open again if the temperature and light have returned to normal. Infrared sensors are used if there is an object in front of the hangar door, the hangar door will automatically stop closing. The time required when the hangar door opens is 1.32 seconds, while the time required when the hangar door is closed is 1.42 seconds.

ABSTRAK

Seiring perkembangan jaman pekerjaan manusia dapat dipermudah, pintu hangar yang ditutup secara manual dapat dibuat otomatis. Pintu hanggar apabila terlambat ditutup akan menyebabkan kerusakan pada alat perawatan maupun bagian mesin pesawat dari air hujan, terik matahari, debu, dan lain-lain. Rancang bangun ini dibuat untuk membuat pintu hanggar terbuka dan tertutup secara otomatis. NodeMCU ESP8266 sebagai control dari rancang bangun ini yang memiliki 3 sensor yaitu sensor BME280, sensor BH1750, dan sensor Inframerah dalam mendeteksi suhu, cahaya, dan pergerakan. Sistem inputnya berupa power supply 12V, BME280, lux sensor, sensor inframerah, *push button*, dan *limit switch* yang akan diproses oleh NodeMCU ESP8266 dan hasil outputnya berupa motor DC, *motor driver*, LCD, *module relay*, dan lampu. Sistem kerjanya adalah apabila sensor mendeteksi suhu dan cahaya di atas ambang normal maka pintu akan otomatis tertutup dan akan terbuka kembali jika suhu dan cahaya sudah kembali normal. Sensor inframerah digunakan apabila adanya objek di depan pintu hanggar, maka otomatis pintu hanggar akan berhenti menutup. Waktu yang dibutuhkan ketika pintu hanggar terbuka 1,32 detik, sedangkan waktu yang diperlukan ketika pintu hanggar tertutup adalah 1,42 detik.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2021 by Author. Published by Universitas Batam.



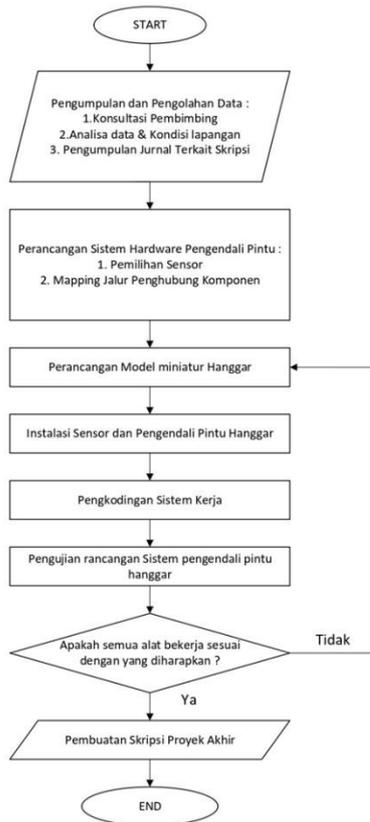
PENDAHULUAN

Hanggar adalah sebuah bangunan atau struktur yang khusus digunakan untuk menyimpan transportasi udara, seperti pesawat terbang, helikopter, hingga pesawat ruang angkasa (*spacecraft*). Hanggar juga berfungsi untuk melindungi pesawat terbang dari perubahan cuaca yang terjadi secara tiba-tiba dan paparan sinar matahari langsung yang dapat merusak badan pesawat. Hanggar juga dapat digunakan sebagai tempat untuk melakukan perawatan dan perbaikan pesawat-pesawat mulai dari mesin sampai ke bagian terluar pesawat, maka di dalam hanggar pasti banyak terdapat alat perbaikan, sehingga hanggar harus difungsikan sesuai Standar Operasional (SOP) agar selalu dalam kondisi baik. Pintu hanggar menjadi salah satu bagian penting pada hanggar dalam menjaga pesawat dari air hujan, terik matahari, debu, dan perubahan kecepatan angin yang berubah secara tiba-tiba. Proses penutupan pintu hanggar pada umumnya dilakukan secara manual dengan cara didorong atau digerakkan dengan menggunakan motor penggerak. Keterlambatan penutupan pintu hanggar dapat menyebabkan

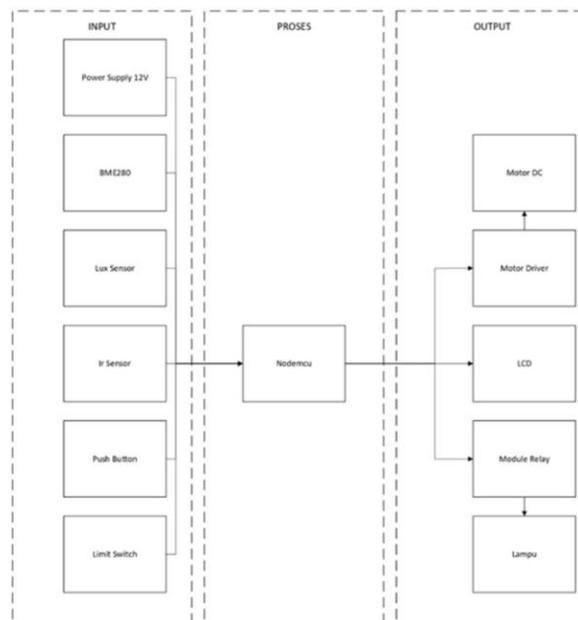
kerusakan pada alat perawatan maupun bagian mesin pesawat. Alat tambahan agar pintu hanggar dapat menutup secara otomatis sehingga pada saat hujan mulai datang pintu hanggar sudah dalam kondisi tertutup. Peralatan otomatis ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pengontrol komponennya yaitu *platform* IoT yang bersifat *opensource* (Manullang et al., 2021), sensor BME280 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan yang ada disekitar hanggar ukurannya yang kecil dan konsumsi daya yang rendah, modul ini dapat digunakan dengan berbagai perangkat bertenaga baterai DC seperti jam tangan, dan modul GPS (Arief, 2024), sensor BH1750 berfungsi untuk mendeteksi adanya cahaya matahari atau memperkuat pembacaan cuaca hujan (Setiawan et al., 2024), terdapat sensor Inframerah (IR) sebagai pengaman pintu saat ada orang yang lewat saat pintu sedang beroperasi.

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan pelaksanaan proyek akhir ini dapat digambarkan melalui *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Perancangan



Gambar 2. Blok Diagram Perancangan Sistem

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa :

1. *Power supply* 12v sebagai sumber listrik dalam menghidupkan seluruh sistem pada alat ini.
2. *Stepdown* 5v akan menurunkan tegangan dari 12V DC menjadi 5V DC dan akan disalurkan ke mikrokontroler, sensor, dan output dari sistem ini.
3. Ketika *nodeMCU ESP8266* mendapatkan sumber listrik, maka akan memulai sistem yang sudah diprogram dimulai dari pembacaan sensor.
4. Sensor pertama yang akan dibaca adalah sensor *BME280*, sensor akan mengirimkan data suhu dan kelembapan ke *Nodemcu*, sehingga *Nodemcu ESP8266* akan menentukan cuaca sedang cerah atau tidak.
5. Ketika *NodeMCU ESP8266* membaca data kelembapan dan suhu diatas batas normal, maka *Nodemcu* akan mengirimkan perintah ke motor *driver* agar menggerakkan motor penggerak agar menutup pintu hanggar dan mengirimkan perintah ke modul relay agar menghidupkan lampu yang ada diruang utama hanggar. Dan *NodeMCU ESP8266* akan membuka pintu hanggar dan mematikan lampu jika cuaca sudah menjadi cerah atau dibatas normal.
6. Sensor ke dua yang dibaca adalah *LUX* Sensor yang dimana sensor ini menentukan intensitas cahaya matahari sehingga *Nodemcu* akan menentukan apakah sedang dalam keadaan siang atau malam.
7. *NodeMCU ESP8266* akan menutup pintu hanggar dan menghidupkan lampu saat data intensitas cahaya yang terbaca dibawah batas normal (malam/gelap), dan *NodeMCU ESP8266* akan membuka pintu hanggar dan mematikan lampu ketika data intensitas yang terbaca dalam batas normal (cerah/terang).

8. Sensor inframerah (IR) akan mengirimkan data pada *Nodemcu* saat mendeteksi adanya halangan didepan sensor, sehingga motor penggerak akan berhenti sejenak ketika terdapat halangan pada area penutup pintu hanggar, dan akan lanjut berkerja saat sudah tidak ada halangan.
9. *Limit switch* pada alat ini berfungsi agar roda penggerak berhenti bergerak saat sudah mencapai batas penutup sehingga motor tidak akan terus berputar melebihi batas lintasan pintu hanggar.

Perancangan alat terdiri dari perancangan sistem dan perancangan *hardware*. Sistem inputnya berupa beberapa sensor yaitu sensor BME280, sensor LDR, dan sensor IR dan akan menghasilkan output berupa Relay untuk menghidupkan lampu serta motor driver sebagai motor penggerak. *Hardware* terbagi menjadi dua yaitu perancangan mekanikal dan perancangan elektrik.

Perancangan ini dibangun sebuah alat pengendalian pintu dan lampu otomatis berbasis *Nodemcu* dan menggunakan sebuah sistem yang mendeteksi dari 2 sumber sensor yaitu sensor kelembapan dan cahaya. Hasil pembacaan dikirimkan ke *Nodemcu* yang nantinya masuk ke sebuah algoritma dimana *Nodemcu* dapat menentukan apakah cuaca cerah atau tidak. Sedangkan untuk menyusun logika dari mikrokontroler menggunakan software *Nodemcu IDE*.

Bandar Udara Internasional Hang Nadim adalah sebuah bandar udara internasional yang terletak di kota Batam, provinsi Kepulauan Riau. Untuk menunjang penelitian yang akan diterapkan di Bandar Udara Internasional Hang Nadim maka diperoleh data iklim di Kota Batam tahun 2020 dengan suhu rata-rata 26- 34°C, kelembaban berkisar 73-96%, curah hujan tahunan sekitar 2.600 mm per tahun (Herdianti et al., 2022) dan pada tahun 2023 rata-rata data suhu berkisar 26°C-29°C dimana suhu terendah terjadi di bulan januari dan tertinggi pada bulan mei, kelembaban rata-rata berkisar 80%- 86% dimana kelembaban terendah pada bulan Mei dan tertinggi bulan Januari, data curah hujan dimana curah hujan tertinggi pada bulan Maret yaitu 567,4 mm (BPS Batam, 2024).

NodeMCU terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan *Espressif System*, juga firmware yang digunakan adalah bahasa pemrograman scripting Lua. Istilah NodeMCU secara *default* sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras *development kit*. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board *Nodemcu*-nya ESP8266.

BME280 adalah sensor suhu, kelembaban dan tekanan udara dari Bosch Sensortec yang beroperasi dengan rentang tegangan 1,71 - 3,6 Volt (Suryana Taryana, 2022). Sensor ini mampu mengukur suhu dari -40°C - 85°C, kelembaban relatif 0 - 100% dan tekanan udara 300 - 1100 hPa. Selain melalui protocol ISP, BME280 juga dapat berkomunikasi melalui protokol I2C dengan alamat piranti 0x76 atau 0x77 (Awaluddin et al., 2022). Sensor ini memiliki kecepatan respon yang cukup dan memiliki ketahanan yang baik terhadap interferensi, sehingga memberikan hasil data yang cukup baik. Ukuran sensor yang kecil dan kebutuhan konsumsi daya yang rendah. Untuk *Interface* yang digunakan adalah single write, serial interface yang cukup cepat dan mudah.

Sensor inframerah (HC-05) diperuntukan sebagai sensor kedekatan. Dalam penelitian ini mikrokontroler dapat diaplikasikan sebagai alat pencacah yang difungsikan sebagai penerima sinyal dari suatu sensor dan dapat diolah dalam bentuk angka, serta sensor inframerah dapat berfungsi untuk mendeteksi gerakan, namun efek cahaya sangat berpengaruh pada tempat gelap dan terang yang dapat bekerja dengan efektif pada jarak 3 –80 cm (Qatrunnada et al., 2020). *Adjustable infrared* sensor ini mampu mendeteksi objek transparan ataupun buram dan menggunakan daya 5V DC dengan suplai arus DC 25mA (Purnama et al., 2022). Selain itu, sensor inframerah ini dapat bekerja pada temperatur -25°C sampai 55°C.

Penggunaan Sensor Inframerah pada alat ini memiliki fungsi sebagai pendeteksi adanya penghalang pada jalur penutup pintu hanggar sehingga diharapkan tidak ada terjadinya kecelakaan saat pintu hanggar sedang beroperasi. Pada saat pintu beroperasi, sensor akan terus membaca ada dan tidaknya halangan pada jalur penutup pintu hanggar, saat adanya halangan dari orang yang lewat atau barang yang mengganggu dijalan penutup hanggar maka sensor akan mengirim data ke *Nodemcu* sehingga dapat memberhentikan gerak motor untuk sementara.

Fungsi utama dari PCF8574 ialah mengekspansi port I/O pada berbagai macam jenis mikrokontroler melalui 2 jalur bidirectional I2C Bus (Danang et al., 2022). Pada PCF8574 terdapat 8-Bit quasi bidirectional Port dan I2C Bus Interface. PCF8574 mengkonsumsi daya yang rendah dan mempunyai *latched output* dengan kemampuan menggerakkan arus yang besar yang dapat digunakan langsung untuk menggerakkan LED (Supriyadi & Dinaryati, 2020). PCF8574 juga memiliki jalur Interupsi ('INT) yang dapat dihubungkan dengan *interrupt logic* dari mikrokontroler.

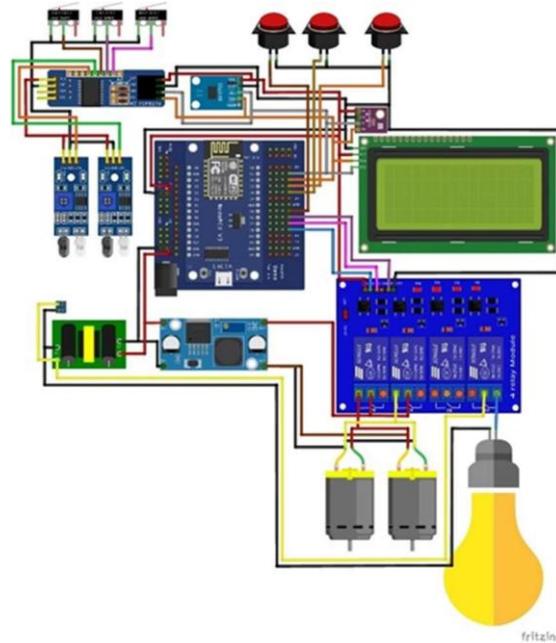
BLYNK adalah platform aplikasi seluler iOS dan Smartphone yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol *Nodemcu*, Raspberry Pi, dan lainnya melalui internet (Arief, 2024). BLYNK sangat mudah digunakan dan dihubungkan dengan *project. Dashboard* dengan *user interface* yang disederhanakan dengan menggunakan aplikasi BLYNK untuk mengatur widget yang tersedia seperti tombol, grafik dan slider di layar. Sebagai sarana komunikasi antara hardware dan smartphone, BLYNK dapat digunakan dengan menghubungkannya dengan BLYNK *cloud* atau membuat BLYNK *private server* secara lokal (Budianto et al., 2023).

Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama.yaitu Aplikasi, Server, dan Libraries. Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara *smartphone* dan *hardware*. Widget yang tersedia pada Blynk

diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter*, dan *Email*. Blynk tidak terikat dengan beberapa jenis mikrokontroler namun harus didukung *hardware* yang dipilih. NodeMCU dikontrol dengan Internet melalui WiFi, chip ESP8266, Blynk akan dibuat online dan siap untuk Internet of Things.

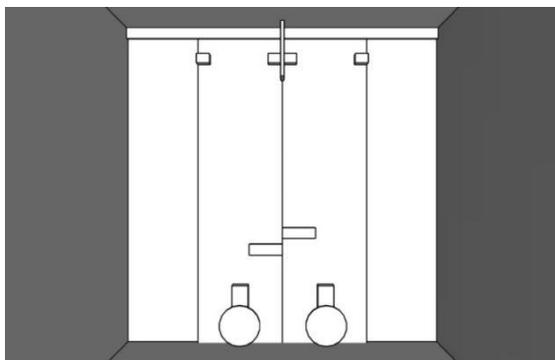
Sensor cahaya yang digunakan dalam pembuatan alat ini Adalah Sensor cahaya dengan jenis BH1750, sensor ini paling cocok untuk mendapatkan data cahaya ambien, sensor ini menggunakan komunikasi antarmuka bus I2C, sehingga memudahkan dalam menghubungkannya ke kontroler. Sensor ini dapat mendeteksi dengan rentang lebar pada resolusi tinggi sekitar 16-bit. Sensor ini dapat mengukur minimal 1 lux dan maksimal 65535 lux.

Perancangan Elektrikal dengan membuat sebuah wiring diagram jalur penghubung antara semua sensor, semua keluaran, dan sumber daya Listrik ke NodeMCU ESP8266 sebagai pusat control, dapat dilihat pada gambar 3.

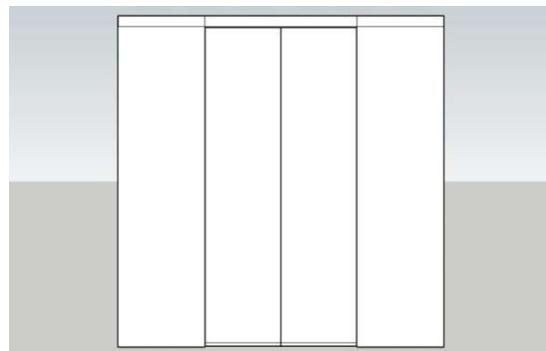


Gambar 3. Blok Diagram Input dan Output sistem

Dalam Tahap Perancangan mekanikal ini meliputi tahapan pembuatan rancangan alat pengendalian pintu dan lampu otomatis didalam aplikasi 3D desain dalam hal ini menggunakan aplikasi *sketchup*. Berikut merupakan desain mekanikal alat:



Gambar 4. Pintu tampak dari dalam



Gambar 5. Pintu tampak dari luar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem yang digunakan adalah pada sensor serta komponen lain yang digunakan. Pengujian dilakukan dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi dan keluaran sudah berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Sensor IR, *Limit Switch*, dan modul PCF8574 akan diuji secara bersamaan dikarenakan limit switch dan Sensor IR sama-sama dihubungkan ke modul PCF8574. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberi halangan didepan Sensor IR, dan menekan batang *limit switch*, respon akan dilihat pada tampilan dari aplikasi *Nodemcu IDE*.

Sensor *BH1750* akan diuji dengan cara membaca intensitas cahaya pada ruangan lalu menutup sensor agar gelap. Hasil akan ditampilkan pada serial *Monitor Nodemcu IDE*.



Gambar 6. Pengujian Sensor BH1750

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa Sensor dapat bekerja dengan baik dan tidak mengalami masalah apapun. Sensor dapat membaca intensitas cahaya dengan baik.

Pengujian Sensor BME280 ini bertujuan untuk mengetahui hasil pembacaan suhu, kelembaban, dan tekanan udara dari sensor BME280. Hasil pembacaan sensor ditampilkan pada Serial *Monitor Nodemcu IDE*. Pada hasil data suhu akan dibandingkan dengan pembacaan pada website *weather.com* pada malam hari pukul 21.41 s/d 21.50 .



Gambar 7. Pengujian Sensor BME280

Berdasarkan 3 jenis pengujian sensor BME280 di atas, dapat dilihat bahwa pembacaan sensor terhadap 3 jenis data yang diambil dapat dilakukan secara bersamaan dan tidak mengalami kendala yang mengganggu kinerja dari sensor tersebut. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan suhu dan kelembaban saat pagi dengan cuaca cerah dan hujan, malam hari saat cuaca cerah dan hujan. Sensor dapat membaca suhu, kelembaban dan tekanan dengan baik, terjadi perubahan suhu saat cuaca sedang hujan yang dimana terdapat selisih antara 0,99 °C hingga 2,14 °C jika dibandingkan dengan suhu saat cerah pada malam hari. Rata-rata selisih yang didapat adalah 1,50 °C. Rata-rata selisih tekanan yang didapatkan adalah sebesar 1,499 hPa, dan rata-rata selisih kelembaban adalah sebesar 8,32%. Untuk intensitas Cahaya tidak mengalami selisih atau perubahan saat terjadi perubahan cuaca saat malam hari.

Pada tahap pengujian *Blynk Web* yang digunakan merupakan *database* dimana notifikasi saat tidak ada arus mengalir menyebabkan lampu jalan padam dan notifikasi kualitas udara yang terbaca di area jalan. Berikut tampilan *Blynk Web* yang digunakan.



Gambar 8. Tampilan Blynk Web

Blynk Web yang digunakan dapat menerima sinyal berupa notifikasi dari dua sensor yang digunakan, notifikasi tersebut dapat diterima secara real time. Dari 2 pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa saat cuaca hujan maupun saat cuaca cerah nilai yang mengalami perubahan adalah nilai Suhu, Kelembapan, dan Tekanan Udara, sedangkan untuk intensitas Cahaya tidak mengalami perubahan saat terjadi perubahan cuaca pada malam hari, akan tetapi intensitas Cahaya akan terdapat perubahan selisih pada saat siang hari. Berdasarkan pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat bahwa semua sensor berfungsi dengan baik dan pemberitahuan kepada Blynk Web dapat tersampaikan dengan baik.

Tabel 1. Pengujian Sistem pada Simulasi Siang Hari

Percobaan	Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)	Infrared Sensor	Waktu Beroperasi Motor (Sec)	Status Pintu	Status Darurat
1	421,67	40,29	0	1,32	Terbuka	LED OFF
2	421,67	33,42	1	1,42	Tertutup	LED ON
3	421,67	41,36	0	1,30	Terbuka	LED OFF
4	421,67	32,54	1	1,46	Tertutup	LED ON
5	421,67	42,32	0	1,32	Terbuka	LED OFF
6	421,67	33,42	1	1,39	Tertutup	LED ON
7	421,67	48,37	0	1,33	Terbuka	LED OFF
8	421,67	31,98	0	1,35	Tertutup	LED OFF
9	421,67	48,37	0	1,32	Terbuka	LED OFF
10	421,67	31,98	0	1,36	Tertutup	LED OFF

Tabel 2. Pengujian Sistem pada Malam Hari

Percobaan	Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)	Infrared Sensor	Waktu Beroperasi Motor (Sec)	Status Pintu	Status Darurat
1	0,83	28,34	0	1,32	Tertutup	LED OFF
2	0,83	32,34	0	1,39	Terbuka	LED OFF
3	0,83	28,34	0	1,30	Tertutup	LED OFF
4	0,83	35,23	0	1,33	Terbuka	LED OFF
5	0,83	28,34	1	1,32	Tertutup	LED ON
6	0,83	32,34	0	1,39	Terbuka	LED OFF
7	0,83	28,34	1	1,32	Tertutup	LED ON
8	0,83	31,78	0	1,35	Terbuka	LED OFF
9	0,83	28,34	1	1,32	Tertutup	LED ON
10	0,83	31,78	0	1,35	Terbuka	LED OFF

Setelah melakukan beberapa pengujian guna mendapatkan data perubahan cuaca, maka selanjutnya data tersebut akan dimasukkan kedalam program sistem agar dapat berkerja sesuai dengan yang diharapkan. Semua perangkat yang telah dihubungkan menjadi satu sistem dimasukkan ke dalam sebuah tempat yang berbentuk menyerupai hangar.



Gambar 9. Alat Tampak Depan



Gambar 10. Alat Tampak Atas

Pada pengujian, sistem dapat berkerja secara terus menerus tanpa adanya kesalahan dalam pembacaan sensor. Dalam 10 pengujian membuka dan menutup pintu hangar didapatkan hasil kinerja motor dalam sistem mendapatkan nilai rata-rata waktu pengoperasian membuka dan menutup sebesar $\pm 1,32$ detik. Sensor Inframerah pada alat ini bekerja dengan baik, saat terjadi proses penutupan dan sensor mendeteksi adanya halangan, maka sistem akan memberhentikan proses penutupan dan akan dilanjutkan saat halangan sudah tidak ada, sistem juga memberi peringatan ke aplikasi blynk saat adanya halangan pada sensor inframerah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem pengendalian pintu hangar otomatis berbasis IOT yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

Sensor BME280 pada prototipe alat ini dapat membaca suhu dengan rata-rata $30,917^{\circ}\text{C}$, kelembapan dengan rata-rata $55,82\%$ dan tekanan dengan rata-rata $1.011,921$ hpa. Untuk intensitas cahaya digunakan sensor BH1750 yang ditutup rapat dan dapat membaca dengan baik. Sensor inframerah dapat mendeteksi adanya halangan dengan baik, sehingga pada saat pengujian keseluruhan sistem sensor ini dapat mendeteksi adanya halangan yang berada tepat di depan sensor tersebut sehingga sistem akan memberhentikan proses penutupan pintu hangar untuk sementara.

Pada pengujian simulasi siang hari saat alat mendeteksi suhu dibawah 35°C , dan intensitas cahaya di atas 5 Lux maka alat akan membuka pintu hangar, dengan waktu membuka pintu 1,32 detik, ketika suhu dan intensitas cahaya di bawah nilai minimum, maka pintu akan tertutup dengan waktu 1,42 detik. Sedangkan pada pengujian malam hari jika alat mendeteksi suhu di atas 30°C dan intensitas cahaya di bawah 5 Lux maka sistem akan membuka pintu, dan jika nilai suhu di bawah nilai minimum, maka sistem akan menutup pintu hangar dan menghidupkan lampu ruangan.

REFERENSI

- [1] Arief, A. B. "Rancang Bangun Sistem Kendali Otomatis Dan Monitoring Suhu Dan Kelembapan Pada Rumah Burung Walet Berbasis Blynk". *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4216>, 2024. Apriyanto, B., & Hadiyanto, G. T. (2024). PROTOTYPE DETEKSI KEBISINGAN PENGUNJUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS

- BATAM. *Zona Elektro: Program Studi Teknik Elektro (S1) Universitas Batam*, 14(3).
- [2] Alamsyah, N., Rahmani, H. F., & Yeni. “Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Nodemcu Uno dengan Alat Sensor LDR”. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 1(5), 703–712. <https://doi.org/10.55927/fjas.v1i5.1444>, 2022
 - [3] Atsiq, A., Andryan Gunawan, & Amin Alqudri Dwi Nugraha. “Automatic Clothing Drying Using Rain Sensors and LDR Sensors Based on Nodemcu UNO”. *Spectrum*, 1(02), 12–20. <https://doi.org/10.54482/spectrum.v1i02.174>. 2022
 - [4] Awaluddin, M., Syahrir, S., & Zarkasi, A. “Rancang Bangun Prototipe Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Internet Of Things (IOT) Pada Laboratorium Kalibrasi Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Samarinda”. *Progressive Physics Journal*, 3(1), 132. <https://doi.org/10.30872/ppj.v3i1.910>. 2022
 - [5] BPS Batam, (2024) Kelembaban Udara (Persen). [online] Available <https://batamkota.bps.go.id/indicator/151/29/1/kelembaban-udara.html>.
 - [6] Budianto, W. C., Muladi, M., & Wirawan, I. M. “Sistem Pengisian Baterai Sepeda Listrik Berbasis Internet Of Things (Iot)”. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), pp. 23–30. <https://doi.org/10.23917/emitor.v1i1.21772>. 2023
 - [7] Danang, D., Fredyan, E., & Suasana, I. S. “Prototype Alat Keamanan Rumah Internet Of Things (Iot) Berbasis Nodemcu Esp8266 Dengan Esp32 Cam Dan Kombinasi Sensor Menggunakan Telegram”. *Unitech*, 1(1), 1–9. 2022
 - [8] Desnanjaya, I. G. M. N., Ariana, A. A. G. B., Nugraha, I. M. A., Wiguna, I. K. A. G., & Sumaharja, I. M. U. “Room Monitoring Uses ESP-12E Based DHT22 and BH1750 Sensors”. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 3(2), 205–211. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i2.11023>. 2022
 - [9] Herdianti, Susanna, D., Eryando, T., Ramadhani, S. N., & Saputra, R. “Analisis Trend Iklim Penyebab Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Di Kota Batam Tahun 2016-2021”. *Journal of Positive School Psychology*, 6(7), 1972–1982. <https://journalppw.com/index.php/jpsp/article/view/11638>. 2022
 - [10] Saptarika, R., Hadi, G. T., & Salim, K. (2024). PENDETEKSIAN KODE WARNA DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO UNO PADA BEBERAPA ALTERNATIF PENCAHAYAAN. *Zona Elektro: Program Studi Teknik Elektro (S1) Universitas Batam*, 14(3).
 - [11] Khuriati, A. “Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien dengan Sensor BH1750 Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Nano”. *Berkala Fisika*, 25(13), 105–110. 2022
 - [12] Manullang, A. P., Saragih, Y., & Hidayat, R. “Implementasi Nodemcu Esp8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot”. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, 4(2), 163–170. <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireISSN.2620-6900>, 2021.
 - [13] Mariza Wijayanti. “Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot”. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(2), 101–107. <https://doi.org/10.56127/juit.v1i2.169>. 2022
 - [14] Purnama, A., Fauziah, F., & Nathasia, N. D. “Smart Counter Pada Kapasitas Bus Transjakarta Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Nodemcu Uno Atmega328”. *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(1), 175–185. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2623>. 2022
 - [15] Setiawan, S. A., Hidayat, M., & Sutarti. “Prototype Lampu Penerangan Jalan Otomatis Menggunakan Sensor Ldr Berbasis Arduino Uno”. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 11(1), 119–127. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v11i1.8257>, 2024.
 - [16] Suryana Taryana., Membangun Stasiun Cuaca dengan BME 280 Untuk Monitoring Suhu, Kelembaban, Tekanan Udara dan Ketinggian. *Komputa*, 1–21. <https://github.com/nodemcu/nodemcu-devkit>, 2022.