

**PENGEMBANGAN MONITORING TEMPERATUR
RUANGAN OTOMATIS BERBASIS IoT DI BANDAR UDARA
INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM**

TUGAS AKHIR

Oleh

HALIZA ALINCIA RIZKY

NIT : 56192030037



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2024**

**PENGEMBANGAN MONITORING TEMPERATUR
RUANGAN OTOMATIS BERBASIS IoT DI BANDAR UDARA
INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Oleh

HALIZA ALINCIA RIZKY

NIT : 56192030037



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

JULI 2024

ABSTRAK

PENGEMBANGAN MONITORING TEMPERATUR RUANGAN OTOMATIS BERBASIS IOT DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM

Oleh
HALIZA ALINCIA RIZKY
NIT : 56192030037

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN

Demi meningkatkan kenyamanan penumpang dan efisiensi waktu serta tenaga dalam pengecekan suhu dan aliran udara (*air flow*) di Ruang Tunggu Keberangkatan Bandar Udara Hang Nadim Batam, penulis merancang sebuah alat otomatis yang dapat mengukur dan merekam data suhu serta aliran udara. Pengukuran sebelumnya dilakukan secara konvensional dengan mengunjungi 37 lokasi secara langsung setiap pagi hari dan menghabiskan waktu sekitar 2 jam. Keluhan dari pengguna bandara juga kerap terjadi dikarenakan ketidaksesuaian suhu dengan standar yang ditetapkan yaitu 25°C. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat monitoring pengukuran suhu dan aliran udara (*air flow*) yang sebelumnya dilakukan secara konvensional dengan menggunakan konsep *Internet Of Things*. Dengan memanfaatkan aplikasi Blynk sebagai aplikasi yang akan menampung dan menampilkan hasil pengukuran suhu dan aliran udara (*air flow*), mikrokontroler Arduino ESP-32, sensor BMP280 sebagai pengukur suhu dan sensor Anemometer sebagai pengukur aliran udara (*air flow*). Perancangan yang telah dibuat dan diujikan menggunakan metode Borg dan Gall delapan dari sepuluh tahapan. Hasil monitoring pengukuran temperatur dengan alat *Automatic Temperature Monitoring* (ATM) dengan yang konvensional terukur akurasi sebesar 99,978% dengan presentase *error* 0,022%. Alat *Automatic Temperature Monitoring* (ATM) diharapkan dapat dikembangkan untuk diimplementasikan di ruangan terminal Bandara Internasional Hang Nadim Batam dan seluruh pengguna *air conditioner*.

Kata Kunci: Suhu, Monitoring, *Internet Of Things*.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF IoT-BASED AUTOMATIC ROOM TEMPERATURE MONITORING AT HANG NADIM INTERNATIONAL AIRPORT BATAM

By:
HALIZA ALINCIA RIZKY
NIT : 56192030037

AIRPORT ENGINEERING TECHNOLOGY STUDY PROGRAM APPLIED BACHELOR PROGRAM

In order to increase passenger comfort and time and energy efficiency in checking temperature and air flow in the Departure Waiting Room at Hang Nadim Batam Airport, the author designed an automatic tool that can measure and record temperature and air flow data. Previous measurements were carried out conventionally by visiting 37 locations directly every morning and taking around 2 hours. Complaints from airport users also often occur due to temperature discrepancies with the set standards, namely 25°C. This research aims to develop a monitoring tool for measuring temperature and air flow (air flow) which was previously carried out conventionally using the Internet of Things concept. By utilizing the Blynk application as an application that will accommodate and display the results of temperature and air flow measurements, the Arduino ESP-32 microcontroller, the BMP280 sensor as a temperature measurement and the Anemometer sensor as an air flow measurement. The design has been created and tested using the Borg and Gall method in eight out of ten stages. Monitoring results of temperature measurements using the Automatic Temperature Monitoring (ATM) tool with conventional measurement accuracy of 99.978% with an error percentage of 0.022%. It is hoped that the Automatic Temperature Monitoring (ATM) tool can be developed to be implemented in the terminal room of Batam's Hang Nadim International Airport and all AC users.

Keywords: Temperature, Monitoring, Internet Of Things.

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “PENGEMBANGAN MONITORING TEMPERATUR RUANGAN OTOMATIS BERBASIS IOT DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji tim penguji mengenai aspek dan kedalaman pembahasan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat lulus Pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandara Udara Program Studi Sarjana Terapan Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang.



Nama : HALIZA ALINCIA RIZKY

NIT : 56192030037

PEMBIMBING I

GANDA RUSMANA, S.Si.T.,M.M.

Pembina (IV/a)

NIP. 19710314 199301 1 002

PEMBIMBING II

ANTON ABDULLAH, S.T.,M.M.

Pembina (IV/a)

NIP. 19781025 200003 1 001

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : “PENGEMBANGAN MONITORING TEMPERATUR RUANGAN OTOMATIS BERBASIS IoT DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang. Tugas Akhir ini telah dinyatakan LULUS Diploma IV pada tanggal 23 Juli 2024.

KETUA



Ir. DIRSTU AMALIA, S.T., MS.ASM.

Penata (III/c)

NIP. 19831213 201012 2 003

SEKRETARIS

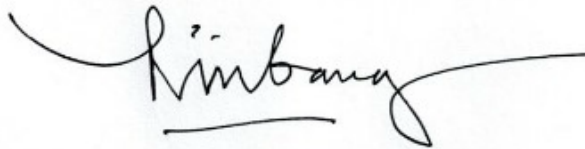


GANDA RUSMANA, S.Si.T., M.M.

Pembina (IV/a)

NIP. 19710314 199301 1 002

ANGGOTA



Ir. BAMBANG WIJAYA PUTRA, M.M.

Pembina Tk.1 (IV/b)

NIP. 19600901 198103 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Haliza Alincia Rizky

NIT : 56192030037

PROGRAM STUDI : D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “PENGEMBANGAN MONITORING TEMPERATUR RUANGAN OTOMATIS BERBASIS IoT DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM” BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang. Demikian Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 23 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



HALIZA ALINCIA RIZKY

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir Program Sarjana Terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan hak yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut : Alincia, H.R. (2024): “PENGEMBANGAN MONITORING TEMPERATUR RUANGAN OTOMATIS BERBASIS IoT DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM”, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dipersembahkan Kepada
Ayahanda Aceng Ayus Rahayu dan Ibunda Hefmil Dalina

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul PENGEMBANGAN MONITORING TEMPERATUR RUANGAN OTOMATIS BERBASIS IoT DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan dan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.).

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berjasa memberikan bantuan, bimbingan, motivasi dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan perlindungan dan anugerah pada hamba-Nya.
2. Orang Tua yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan.
3. Saudara tersayang, terkhusus Tiara Alincia Fitri yang selalu mendukung, membantu dan menjadi inspirasi untuk penulis.
4. Bapak Sukahir, S.T., S.SiT. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
5. Bapak M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara (TRBU).
6. Bapak Mochamad Hanif, S.ST selaku *Supervisor* unit mekanikal di Bandar Udara Internasional Batam
7. Bapak Ganda Rusmana, S.SiT., M.M., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
8. Bapak Anton Abdullah, S.T., M.M., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
9. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara (TRBU).

10. Kak Anisa Baby Callista, S.Tr.T. atas segala bantuan, dukungan, doa, dan semangat yang di berikannya.
11. Muhammad Daru Belvero, sebagai *support system* yang selalu menemani, memberi waktu dan dukungan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir dan bagian dari perjalanan empat tahun di kampus ini.
12. Teman tersayang, Hani Adhwa Nabilah, Amanda Puspita Syari, Lintang Septia Cahyani, Natasya Febriyanti, Siska Putri, dan Dhea Helmalica Putri yang selalu menemani, membantu dan memberi semangat.
13. Rekan-rekan Mahasiswa/I Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara (TRBU).

Penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan. Mohon maaf atas segala kesalahan dan kata-kata yang kurang berkenan. Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk memperbaiki karya ini di masa depan.

Palembang, 23 Juli 2024

Penulis,

HALIZA ALINCIA RIZKY

NIT. 56192030037

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	v
PENGESAHAN PENGUJI.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan	4
D. Tujuan	4
E. Manfaat	5
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Teori Penunjang	6
B. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	15
BAB III.....	17
METODOLOGI PENELITIAN.....	17
A. Desain Penelitian.....	17
B. Desain.....	19
C. Waktu dan Tempat Penelitian	23
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24

A. Hasil	24
B. Pembahasan.....	49
BAB V.....	51
SIMPULAN DAN SARAN	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Checklist Temperatur AC Terminal Bandara Hang Nadim	55
Lampiran B Proses Perangkaian Alat	56
Lampiran C Dokumentasi Kegiatan Ahli Materi dan Ahli Media.....	57
Lampiran D Pengujian Alat Awal di Ruang Tunggu Keberangkatan A9 Bandara Internasional Hang Nadim Batam.....	58
Lampiran E Uji Coba Pemakaian di Ruang Kelas TRBU 1 Bravo.....	58
Lampiran F Lembar Validasi Ahli Materi <i>Air Conditioning</i>	59
Lampiran G Lembar Validasi Ahli Media	61
Lampiran H Lembar Validasi Ahli Materi ITLampiran I Lembar Validasi Ahli Media.....	61
Lampiran J Lembar Validasi Ahli Materi IT	64
Lampiran K Lembar Validasi Ahli Materi IT	64
Lampiran L Lembar Bimbingan Tugas Akhir Dosen Pembimbing I	67
Lampiran M Lembar Bimbingan Tugas Akhir Dosen Pembimbing.....	68
Lampiran N Manual Book Alat <i>Automatic Temperature Monitoring (ATM)</i>	69
Lampiran O <i>Datasheet</i> ESP-32	73
Lampiran P <i>Datasheet</i> Sensor BMP280	74
Lampiran Q Turnitin Tugas Akhir	75

DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI

Gambar 1. 1 Dokumentasi Pendukung Pengecekan Temperatur.....	2
Gambar 2. 1 Arduino ESP-32	10
Gambar 2. 2 Aplikasi Blynk.....	10
Gambar 2. 3 Sensor BMP 280.....	11
Gambar 2. 4 LCD 16 x 2	13
Gambar 2. 5 Kabel Jumper.....	14
Gambar 2. 6 <i>Google Spreadsheets</i>	14
Gambar 3. 1 Metode R&D Model Borg dan Gall.....	17
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Monitoring.....	19
Gambar 3. 3 Desain <i>Software</i>	20
Gambar 3. 4 Rangkaian <i>Hardware</i>	21
Gambar 4. 1 Hasil Rancangan Perangkat Keras Tampak Luar.....	26
Gambar 4. 2 Hasil Rancangan Perangkat Keras Tampak Dalam.....	27
Gambar 4. 3 Hasil Alur Rancangan Perangkat Lunak.....	28
Gambar 4. 4 Titik Lokasi Uji Coba Awal.....	34
Gambar 4. 5 Baling-Baling Sensor Anemometer Awal.....	35
Gambar 4. 6 Kode Pemrograman Uji Coba Awal.....	36
Gambar 4. 7 Hasil Tampilan Aplikasi Blynk Uji Coba Awal.....	37
Gambar 4. 8 Hasil Revisi Rancangan Alat Sesudah Pengembangan.....	38
Gambar 4. 9 Sumber <i>Supply</i> Energi Listrik Alat	39
Gambar 4. 10 Baling-Baling Sensor Anemometer <i>Final</i>	41
Gambar 4. 11 Pemrograman set suhu ruang	42
Gambar 4. 12 Pemrograman sensor anemometer	42
Gambar 4. 13 Pemrograman tampilan LCD, monitor blynk, dan <i>Google Spreadsheets</i>	44
Gambar 4. 14 Pemrograman set alarm notifikasi.....	44
Gambar 4. 15 Langkah penggunaan server blynk.....	45
Gambar 4. 16 Fitur Aplikasi Blynk (IOS).....	45
Gambar 4. 17 Tampilan Blynk <i>Dekstop</i> dan <i>Mobile</i>	46

Gambar 4. 18 Alarm Notifikasi Blynk.....	47
Gambar 4. 19 Tampilan <i>Google Spreadsheets</i>	47
Gambar 4. 20 Status Fitur <i>Free</i> Aplikasi Blynk	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Kelompok Nilai Ketersediaan.....	8
Tabel 2. 2 Kategori Tingkatan Suhu	9
Tabel 3. 1 Rincian Rangkaian <i>Hardware</i>	22
Tabel 3. 2 <i>Timeline</i> Waktu Perencanaan dan Penelitian	23
Tabel 4. 1 <i>Timeline</i> Uji Coba Produk.....	25
Tabel 4. 2 Penilaian Validator Ahli Materi <i>Air Conditioning</i>	29
Tabel 4. 3 Penilaian Validator Ahli <i>IT</i>	30
Tabel 4. 4 Penilaian Validator Ahli Media	31
Tabel 4. 5 Persentase Validator Ahli Materi <i>Air Conditioning</i>	32
Tabel 4. 6 Persentase Validator Ahli <i>IT</i>	32
Tabel 4. 7 Persentase Validator Ahli Media	33
Tabel 4. 8 Hasil Validasi Ahli.....	33
Tabel 4. 9 Perbandingan Hasil Uji Coba Awal Pengukuran Suhu.....	34
Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Uji Coba Awal Pengukuran Aliran Udara (<i>Air flow</i>)	35
Tabel 4. 11 Hasil Revisi I dan Perencanaan Pengembangan	38
Tabel 4. 12 Perbandingan Hasil Uji Coba Pemakaian Pengukuran Suhu.....	40
Tabel 4. 13 Perbandingan Hasil Uji Coba Pemakaian Pengukuran Aliran Udara (<i>Air flow</i>).....	41

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
iOS	<i>iPhone Operating System</i>	3
RAM	<i>Random Access Memory</i>	11
CPU	<i>Central Processing Unit</i>	12
GPIO	<i>General Purpose Input/Output</i>	11
DC	<i>Direct Curent</i>	22
AC	<i>Alternate Curent</i>	27

LAMBANG	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
λ	Laju Kegagalan	7

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagai penyedia jasa, PT Angkasa Pura I (Persero) sebagai Badan Usaha Milik Negara yang bertanggung jawab dalam pengelolaan bandar udara dan lalu lintas udara di Indonesia tidak hanya mengalami kemajuan besar di bidang transportasi udara. Berbagai inovasi pun mereka rancang di setiap bandara yang dikelolanya. Bandara Internasional Hang Nadim Batam menjadi salah satu contoh yang telah menerapkan sejumlah inovasi khususnya dalam memberikan pelayanan di bandara.

Demi kepentingan dalam memastikan kenyamanan penumpang, dibutuhkan sebuah alternatif seperti halnya penggunaan perangkat *mobile learning* untuk mempermudah dalam memahami kegiatan operasional melalui *platform digital*. Salah satu fasilitas di bidang Teknologi Informasi (TI) yang dapat diterapkan untuk menjawab kebutuhan tersebut adalah aplikasi berbasis digital, yaitu teknologi yang dapat diakses dengan cepat dan efisien sehingga memudahkan dalam pencarian atau penyajian informasi dengan cara yang menarik. Tampilannya memudahkan untuk memahami cara menggunakannya dan pengguna tertarik dengan fitur-fitur yang dihadirkan.

Pada hasil pengamatan awal penulis dari pelaksanaan OJT (*On the Job Training*) di unit mekanikal Bandara Internasional Hang Nadim Batam, ditemukan beberapa keluhan ketidaknyamanan penumpang dikarenakan suhu yang dirasakan pengguna di sejumlah ruangan terminal. Ketidaksesuaian tersebut berakibat merugikan beberapa hal seperti kenyamanan pengguna bandara. Contoh bentuk keluhan tersebut yaitu dari ruangan *lounge* yang terletak di lantai 2, *gate* A5 terminal keberangkatan Bandara Internasional Hang Nadim Batam. Lounge tersebut menyediakan layanan ruang tunggu bandara dengan upaya memberikan ruangan nyaman dan fasilitas lebih bagi

para tamu. Beberapa kali terdapat ketidaksesuaian suhu yang dirasakan oleh pengguna ruangan, sehingga menimbulkan ketidaknyamanan. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 178 Tahun 2015 mengenai standar ketentuan suhu ruangan di bandara yaitu sebesar 25°C. Sebenarnya keluhan ini sudah diantisipasi oleh pihak bandara, yaitu dengan melakukan pengecekan suhu ruangan. Teknisi mekanikal setiap harinya melakukan pengecekan temperatur dan aliran udara (*air flow*) ke semua ruangan di terminal. Dalam pembacaan suhu, teknisi menggunakan alat *thermometer gun*, dan untuk pembacaan *air flow* menggunakan alat anemometer. Pengecekan temperatur suhu ruangan tersebut menghabiskan waktu kurang lebih mulai dari pukul 07.00 wib – 08.30 wib. Dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 2 orang setiap pengukurannya ke total jumlah titik sebanyak 37 lokasi.



Gambar 1. 1 Dokumentasi Pendukung Pengecekan Temperatur

Gambar 3.8 di atas merupakan kegiatan teknisi mekanikal bandara Hang Nadim Batam saat melakukan pengecekan harian suhu dan aliran udara (*air flow*). Dalam pengukuran tersebut, teknisi manual menggunakan alat pendeteksi suhu *thermometer gun*, dan membaca aliran udara (*air flow*) dengan menggunakan alat Anemometer. Menurut penjelasan yang diberikan oleh *team leader* unit mekanikal Bandara Hang Nadim Batam, upaya yang dilakukan selama ini dalam pengukuran suhu dan aliran udara (*air flow*) hanya menggunakan cara konvensional dan tidak pernah mencoba cara lain dalam pengukuran tersebut. Pada saat pengecekan manual juga dapat menimbulkan kekeliruan pada saat pembacaan suhu. Hal ini dikarenakan alat *thermometer*

gun yang digunakan oleh unit Mekanikal, AOCC dan Terminal memiliki perbedaan hasil pembacaan suhunya.

Fenomena yang serupa dalam monitoring suhu, tampak dilakukan modifikasi alat monitoring suhu berbasis IoT di wilayah terminal bandara I Gusti Ngurah Rai - Bali dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT11 sebagai media pengukuran suhu dan kelembaban udara (Yenni Arnas, 2023). Studi kasus monitoring suhu lainnya dilakukan juga oleh (Khairil Azwar, 2023) yaitu dengan monitoring suhu dan kelembaban pada ruangan laboratorium STMIK Palangkaraya berbasis IoT dengan menggunakan Wemos D1 Mini dan sensor DHT 22 sebagai media pengukuran suhu dan kelembaban udara.

Berdasarkan pedoman pemeliharaan dan pelaporan peralatan fasilitas elektronika penerbangan (Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2003), hasil evaluasi pemeliharaan *preventive* pada pengkondisian udara ruang terminal Bandara Hang Nadim Batam yaitu dengan nilai ketersediaan $> 92\%$. Nilai tersebut termasuk ke dalam kelompok peralatan yang sering mengalami gangguan/kerusakan dengan nilai ketersediaan $70\% < A < 95\%$. Dikarenakan faktor di atas, pada saat pelaksanaan OJT penulis telah membuat alat monitoring temperatur suhu ruang tunggu keberangkatan berbasis IoT pada Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam sebagai sarana pendukung pekerjaan yang diinisiasi dalam sebuah aplikasi berbasis *website* dan android/iOS. Pada penulisan Tugas Akhir ini merupakan bentuk pengembangan dari hasil evaluasi alat yang sudah dirancang dan di ujikan sebelumnya di ruang tunggu keberangkatan A9 Bandara Internasional Hang Nadim Batam.

Pengembangan *platform digital* ini dapat membantu para personel mekanikal dalam melaksanakan kegiatan operasional dan mempermudah pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara manual seperti pengecekan suhu dan aliran udara (*air flow*) di seluruh ruangan di terminal Bandara Hang Nadim. Untuk itu

penulis membuat perancangan “Pengembangan Monitoring Temperatur Ruang Otomatis Berbasis IoT di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan di atas, berikut permasalahan yang dibahas pada Tugas Akhir ini.

1. Bagaimana pengembangan alat monitoring temperatur ruangan otomatis berbasis IoT di Bandara Hang Nadim Batam?
2. Bagaimana nilai perbandingan dari hasil monitoring pengukuran temperatur yang otomatis dengan yang konvensional?

C. Batasan

Untuk menjaga fokus penelitian ini agar dengan tujuan yang dimaksud, maka penelitian ini membatasi ruang lingkup penelitian pemanfaatan pengembangan dari hasil evaluasi alat monitoring temperatur suhu berbasis IoT yang diujikan pada ruang kelas angkatan 1 Bravo Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara dan akan diimplementasikan di ruangan terminal Bandara Internasional Hang Nadim Batam.

D. Tujuan

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis mempunyai tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengembangkan alat monitoring temperatur ruangan otomatis berbasis IoT di Bandara Hang Nadim Batam.
2. Untuk mendapatkan nilai perbandingan pelaksanaan antara monitoring temperatur suhu ruang tunggu keberangkatan yang otomatis dengan yang konvensional

E. Manfaat

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah disebutkan, penulis berharap penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang pendidikan. Berikut manfaat dari penelitian ini.

1. Terciptanya monitoring suhu berbasis IoT yang mampu mendukung aktivitas operasional unit mekanikal di Bandara Internasional Hang Nadim Batam.
2. Terlaksananya monitoring suhu berbasis IoT sebagai platform pengetahuan untuk industri penerbangan, khususnya dalam pelayanan mekanikal di Bandara Internasional Hang Nadim Batam.

F. Sistematika Penulisan

Berikut sistematika penulisan yang disusun untuk mempermudah bahasan atas masalah yang ada pada penelitian ini.

BAB I PENDAHULUAN meliputi penjelasan tentang latar belakang permasalahan, identifikasi masalah, Batasan, manfaat penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN TEORI berisi tentang penjelasan teori yang digunakan dalam penelitian, dan kajian penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN berisi tentang penjelasan metode yang digunakan dalam penelitian, perancangan, dan tahap-tahap pembuatan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN berisi hasil dari metodologi penelitian yang dijelaskan tentang implementasi produk dalam perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), serta hasil dari pengujian sistem yang dikembangkan oleh penulis. Selain itu, juga mencakup pembahasan tentang evaluasi terhadap uji coba pemakaian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN berisi kesimpulan menyeluruh dari hasil penelitian yang dilakukan dan pembahasan serta saran penelitian untuk pengembangan lebih lanjut berdasarkan hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

Bandara Hang Nadim dilengkapi dengan berbagai fasilitas untuk keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas dasar dan pendukung lainnya. Salah satu fasilitas penunjang operasional Bandara Internasional Hang Nadim adalah *Air Conditioning System (ACS)*. *Air Conditioning System (ACS)* berfungsi meningkatkan kualitas udara dan menyejukkan ruangan bandara. Ruang tertutup yang memuat penumpang memerlukan sistem pendingin yang bisa menstabilkan suhu, khususnya untuk penumpang yang akan melakukan perjalanan dengan pesawat. Pemasangan *Air Conditioner (AC)* di dalam ruang tersebut dapat membantu agar suhu bisa tetap dingin. Padatnya penumpang yang tidak diimbangi dengan sistem pendingin yang memadai menyebabkan suasana menjadi tidak kondusif, dengan suhu ruangan yang semakin panas dan tidak nyaman. Sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut di perlukan perawatan secara berkala. Perawatan di Ruang Tunggu Keberangkatan dilakukan secara berkala berupa pengecekan peralatan maupun pengecekan suhu, tekanan, dan aliran udara (*air flow*) yang dikeluarkan. Pengecekan suhu dan tekanan diperlukan agar suhu di ruangan sesuai dengan PM 178 tahun 2015 (Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 15 C.E.) yaitu batas suhu dalam terminal penumpang 25°C jadi teknisi harus selalu mengontrol kondisi suhu di dalam ruangan tersebut agar tetap normal.

1. Monitoring

Monitoring merupakan proses sistematis dan berkelanjutan dalam mengumpulkan dan menganalisis informasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan dengan tujuan untuk pengoreksian dan peningkatan program atau kegiatan yang dilakukan (Widiastuti dkk., 2011). Penulis merancang cara baru dalam memonitoring hasil pembacaan suhu, tekanan dan aliran udara (*air flow*) menggunakan aplikasi bernama Blynk yang merupakan sebuah platform IoT (*Internet of Things*) yang digunakan untuk

menghubungkan perangkat keras IoT dengan platform IoT. Ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau perangkat keras mereka dari jarak jauh (*remote*).

Pekerjaan pemeliharaan yang dilaksanakan oleh personel bandara sangat penting untuk memastikan bahwa fasilitas di bandara tersebut siap beroperasi. Pemeliharaan tersebut harus dilakukan secara berkala agar sistem operasional tetap terjaga. Ketersediaan fasilitas operasional tersebut memiliki dampak langsung terhadap keselamatan dan kelancaran penerbangan. Pemeliharaan penerbangan dibagi menjadi dua, yaitu pemeliharaan preventif dan korektif (Purnawati, 2019). Pemeliharaan preventif oleh personel unit mekanikal dalam monitoring kondisi udara dilakukan demi memastikan kenyamanan pengguna bandara dan untuk mencegah kerusakan atau penurunan kerja sistem pengkondisian udara (suhu) pada seluruh ruangan di terminal Bandara Internasional Hang Nadim Batam.

Ketersediaan merujuk pada kemampuan suatu sistem untuk beroperasi sesuai yang diharapkan pada waktu yang ditetapkan. Analisis rekayasa ketersediaan merupakan metodologi yang dapat membantu peneliti untuk meningkatkan produktivitas sebuah *plant* (Priyatna, 2000). Dalam menentukan nilai ketersediaan berasal dari dua faktor yaitu, waktu rata-rata pengerjaan perbaikan atau *Mean Time To Repair* (MTTR) dan rata-rata waktu beroperasi komponen tanpa mengalami kegagalan atau *Mean Time Between Failure* (MTBF) (Dieter, 2000). Dalam menentukan *availability* menggunakan persamaan berikut:

Laju kegagalan

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kegagalan}}{\text{Total waktu operasi (jam)}} \quad (1)$$

MTBF (*Mean Time Between Failure*)

$$MTBF = \frac{\text{Total waktu operasi (jam)}}{\text{Jumlah kegagalan (jam)}} \quad (2)$$

MTTR (*Mean Time To Repair*)

$$MTBR = \frac{\text{Lama perbaikan}}{\text{Jumlah kerusakan}} \quad (3)$$

Nilai dari ketersediaan adalah 0% sampai dengan 99,9%. Semakin tinggi nilai ketersediaan pada suatu sistem maka semakin tinggi kualitas sistem tersebut (Betrianis, 2005). Merujuk kepada (Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2003), yaitu hasil evaluasi peralatan fasilitas elektronika dan listrik penerbangan sebagaimana yang dimaksud pada pasal 17 ayat (1) dibagi menjadi 3 kelompok sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Kategori Kelompok Nilai Ketersediaan

NO	Nilai Presentase	Interpretasi
1.	< 70 %	Kelompok peralatan yang sangat sering mengalami gangguan
2.	70%<A<95%	Kelompok peralatan yang sering mengalami gangguan kerusakan
3.	≥ 95 %	Kelompok peralatan yang jarang mengalami gangguan kerusakan

2. Suhu (*Temperature*)

Air Conditioner (AC) adalah alat yang digunakan untuk mengatur kondisi udara dalam ruangan dengan mengontrol suhu dan kelembaban sesuai dengan keinginan (Mauboy, 2018). Salah satu jenis AC yang digunakan di bandara yaitu jenis AC *Central*. AC *Central* adalah peralatan yang bekerja secara kontinu yaitu proses kerja peralatan mulai dari *Chiller*, Pompa air dan AHU merupakan satu keterkaitan proses pengkondisian udara guna menghasilkan suhu dingin yang dibutuhkan (Sebayang, n.d.). Kenyamanan yang terjadi di ruangan sebenarnya bukan udara dingin yang masuk ke dalam ruangan tetapi merupakan hasil dari suatu proses penyerapan kalor/panas di dalam ruang tunggu oleh udara dingin yang disalurkan dari AHU.

Sistem penyerapan kalor pada AC *Central* tipe air *cooled chiller* dapat dibagi dalam 4 (empat) proses yaitu diawali dari penyerapan kalor / panas oleh udara dingin yang suplai dari AHU ke dalam ruangan, penyerapan kalor udara yang kembali dari ruangan oleh air dingin pada *coil* AHU, penyerapan kalor air yang kembali dari AHU oleh *refrigrant* pada evaporator *chiller (cooler)* dan terakhir refrigran ini pun harus membuang panasnya yaitu dengan diserap beban kalornya oleh udara pada *condensor chiller*. Beban kalor atau panas ini dihasilkan dari manusia, peralatan, bangunan serta lingkungan sekitar, untuk menciptakan kenyamanan ruangan yang ideal diperlukan juga peralatan dengan kemampuan unjuk kerja tinggi dalam penyerapan kalor mulai dari ruangan, AHU serta pada unit pendingin.

Pada penelitian (Asep, 2023) yang menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI), tingkatan kenyamanan temperatur untuk orang Indonesia SNI ISO 9001:2015 ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2. 2 Kategori Tingkatan Suhu

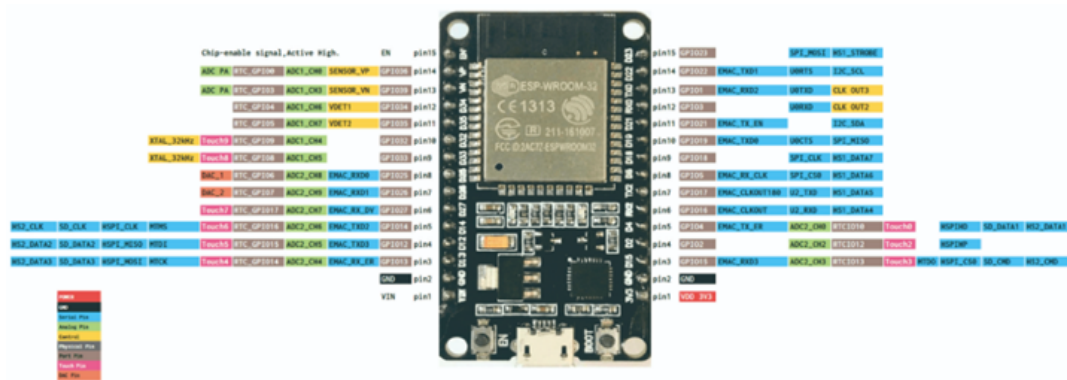
Interpretasi	Suhu
Sejuk nyaman	25°C sampai 30°C
Hangat nyaman	30°C sampai 34°C
Panas	34°C sampai 36°C

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandara, dalam kondisi udara di terminal bandara yaitu suhu udara maksimal 27°C dan kelembaban maksimal 55% (Dirjen Perhubungan Udara, 2005).

3. *Internet Of Things (IoT)*

Internet Of Things (IoT) merupakan konsep dimana suatu *object* dengan kemampuan mengirim data melalui jaringan tanpa melakukan interaksi antar sesama manusia atau manusia dengan komputer. IoT bertujuan untuk

memanfaatkan konektivitas internet yang *connect* terus menerus, memungkinkan perhubungan antara peralatan, mesin, dan benda-benda lainnya (Utomo, 2019).



Gambar 2. 1 Arduino ESP-32

a. Blynk



Gambar 2. 2 Aplikasi Blynk

Blynk adalah sebuah aplikasi yang memungkinkan penggunaan *smartphone* untuk mengontrol dan memantau perangkat dari jarak jauh melalui koneksi internet. Aplikasi blynk tersedia pada *playstore* untuk pengguna android, dan *appstore* bagi pengguna iOS. Blynk juga kompatibel dengan berbagai jenis perangkat keras yang digunakan dalam proyek *Internet of Things*. Pengguna dapat menambahkan komponen ke aplikasi blynk dengan metode *drag and drop*, yang mempermudah penambahan komponen *input/output* tanpa memerlukan pemrograman iOS ataupun android (Syukhron dkk., 2021). Kemampuan menampilkan dan menyimpan data secara visual dengan menggunakan angka, warna dan grafik.

b. Arduino IDE

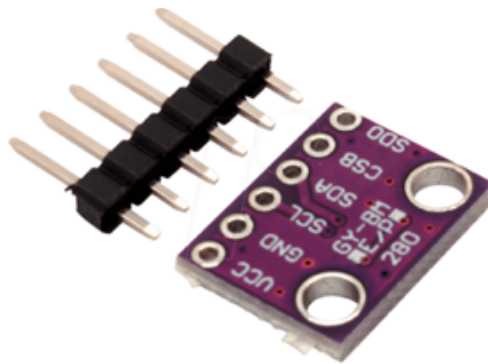
Arduino adalah sebuah platform untuk *physical computing* yang bersifat *open source*. Penggunaan istilah "platform" di sini merujuk pada kenyataan bahwa arduino tidak hanya berfungsi sebagai alat

pengembangan saja, tetapi juga mencakup perangkat keras (*hardware*), bahasa pemrograman, dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih yang terintegrasi (Banjarnahor, 2022).

c. Arduino ESP-32

ESP-32 adalah sebuah modul mikrokontroler yang memiliki kemampuan mode ganda, yaitu *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, serta dilengkapi dengan satu prosesor tambahan untuk menjalankan aplikasi (Nizam dkk., 2022). Modul ini juga memiliki memori RAM yang cukup besar untuk menyimpan data, yang sangat mendukung dalam pengembangan berbagai sistem aplikasi dan proyek berbasis IoT (*Internet of Things*). Diperkenalkan oleh *Espressif Systems*, ESP-32 merupakan penerus dari ESP8266 dengan berbagai fitur tambahan dan keunggulan. ESP-32 menawarkan inti CPU yang lebih cepat, jumlah GPIO yang lebih banyak, mendukung *Bluetooth 4.2*, serta memiliki konsumsi daya yang rendah. Sebagai modul mikrokontroler terintegrasi, ESP-32 unggul karena fiturnya yang lengkap dan kinerja tinggi.

d. Sensor BMP280



Gambar 2. 3 Sensor BMP 280

Sensor BMP280 digunakan untuk mengukur tekanan udara dan juga dilengkapi dengan kemampuan untuk mengukur suhu dan kelembaban. BMP280 adalah sensor yang sangat akurat untuk mengukur tekanan atmosfer dan suhu. Sensor ini memiliki konverter internal yang

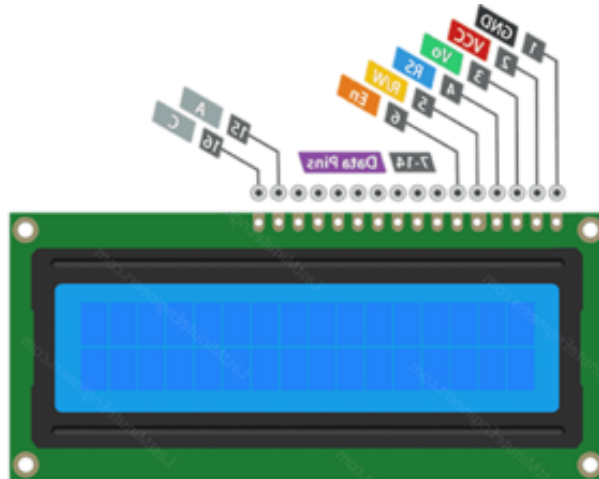
mengubah suhu menjadi data digital dan mengirimkannya langsung ke mikrokontroler melalui protokol komunikasi. Sensor BMP280 dapat mengukur tekanan atmosfer dari 300 hingga 1100 hPa (*hectopascal*), dengan akurasi hingga ± 1 hPa (0,01 hPa resolusi). Sensor ini juga mampu mengukur suhu dari -40°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$, dengan akurasi hingga $\pm 1^{\circ}\text{C}$. BMP280 merupakan versi terbaru dari sensor sebelumnya, yaitu BMP180 dan BMP085 (Charisma dkk., 2021).

e. Sensor Anemometer

Sensor anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin dalam satuan seperti meter per detik (m/s), kilometer per jam (km/h), atau mil per jam (mph). Beberapa sensor anemometer juga dapat mengukur arah angin. Sensor Anemometer terdapat tiga jenis yaitu mekanis, ultrasonik, dan panas konstan. Contoh mekanis yaitu anemometer *cup*, jenis mekanis yang paling umum. Anemometer ini memiliki tiga atau empat cangkir (*cup*) yang diputar oleh angin. Kecepatan angin dihitung berdasarkan putaran cangkir. Ultrasonik, anemometer ultrasonik menggunakan sensor ultrasonik untuk mengukur kecepatan angin dengan memantau perbedaan waktu antara sinyal yang dikirim dan diterima. Panas Konstan, Anemometer panas konstan (*hot wire*) menggunakan elemen pemanas yang ditunda di dalam aliran angin. Perubahan resistansi elemen pemanas digunakan untuk mengukur kecepatan angin (Bagaskoro dkk., 2021). Sensor anemometer yang digunakan pada penelitian ini menggunakan jenis mekanis dengan desain baling-baling yang dirancang oleh penulis. Optocoupler yang terdapat pada sensor anemometer merupakan komponen penghubung yang bekerja dari picu cahaya optic. Optocoupler terdiri dari transmitter dan receiver yang bagian cahaya dengan pendeteksi sumber cahayanya terpisah. Transmitter berupa LED yang memancarkan cahaya infra merah, dan Receiver berupa Phototransistor yang menangkap radiasi cahaya dari sinar inframerah. Penggunaan Optocoupler pada sensor anemometer ini adalah pada saat baling-baling berputar akibat aliran

udara, bagian LED memancarkan cahaya infrared terhadap celah pada piringan *propeller* dan ditangkap oleh phototransistor. Pada saat berada di bagian lubang , yang dihasilkan nilai = 1 dan saat berada di bagian tertutup nilainya nilai = 0.

f. LCD 16 x 2



Gambar 2. 4 LCD 16 x 2

LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2 adalah jenis tampilan LCD yang memiliki kemampuan untuk menampilkan 16 karakter pada setiap barisnya dan memiliki 2 baris teks secara simultan. Ini adalah salah satu format standar yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, seperti pada mikrokontroler, arduino, dan sistem lainnya untuk menampilkan informasi teks secara visual. Tampilan 16 x 2 berarti terdapat 16 karakter dalam setiap baris dan terdapat 2 baris yang dapat menampilkan teks atau simbol secara bersamaan (Subagyo dkk., 2017).

g. Kabel Jumper



Gambar 2. 5 Kabel Jumper

Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen pada sebuah rangkaian elektronik atau prototipe. Kabel jumper memiliki ujung yang terhubung dengan pin atau soket pada perangkat atau komponen elektronik, seperti *breadboard*, arduino, atau modul sensor. Fungsi utama kabel jumper adalah untuk memudahkan sambungan antara komponen-komponen tersebut tanpa perlu *soldering* (Nusyirwan, 2019). Pin atau *connector* di setiap ujung kabel Jumper yang digunakan untuk menancap disebut *male connector*, sedangkan yang digunakan untuk ditancap disebut *female connector*. Terdapat tiga jenis kabel jumper yaitu *Male to Male* (M-M), *Male to Female* (M-F), dan *Female to Female* (F-F).

h. Google *Spreadsheets*

Google *Sheets* dapat digunakan dengan ESP-32 untuk melakukan *logging* atau menyimpan data dari sensor atau perangkat lain ke dalam *spreadsheet* online. Integrasi ini memungkinkan untuk memantau dan menganalisis data secara *real-time* atau historis secara mudah menggunakan layanan *cloud Google Sheets*.



Gambar 2. 6 *Google Spreadsheets*

Beberapa kegunaan umum, ESP-32 dapat mengirim data sensor seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, aliran udara atau data lainnya langsung ke *Google Sheets*. Ini berguna untuk pemantauan lingkungan atau proyek IoT (Handayani dkk., 2017).

B. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Penulisan ini mengacu terhadap penelitian sebelumnya yang relevan dan mempunyai menyebut topik-topik penelitian yang memiliki kesamaan atau keterkaitan dengan penelitian ini. Adapun kajian-kajian tersebut yaitu:

1. Penelitian pertama yang dilakukan oleh (Azwar, 2023) yang berjudul “Monitoring dan Kontrol Suhu Kelembaban Berbasis *Internet of Things* (IoT) Pada Ruang Laboratorium Komputer STMIK Palangkaraya”. Penelitian ini bertujuan guna merancang *prorotype* untuk mendapatkan suhu dan kelembaban standar nasional Indonesia untuk kenyamanan penggunaannya. Perancangan ini menggunakan mikrokontroler Wemos D1 Mini, Sensor DHT 22 sebagai sensor suhunya, dan Aplikasi Blynk sebagai platform monitoring hasil pengukuran. Penelitian ini berguna untuk memudahkan petugas staf laboratorium dalam monitoring suhu ruangan laboratorium STMIK Palangkaraya dengan melakukan pengujian alat sebanyak tiga hari. Hasil pengujian tersebut termasuk ke dalam kategori sejuk, nyaman digunakan oleh dosen dan mahasiswa pada saat pembelajaran.
2. Penelitian kedua yang dilakukan oleh (Anugraha dkk., 2021) yang berjudul “Perancangan Sistem Pemantauan Suhu Udara dan Kelembaban Udara Stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin Maros”. Tujuannya adalah untuk merancang sistem pemantauan suhu dan kelembaban menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor DHT 11, dan DHT 22 untuk pengukuran suhu dan kelembaban. Sistem pemantauannya menggunakan platform berbasis *website*. Hasil nilai monitoring berbasis IoT pada penelitian ini dibandingkan dengan pengukuran konvensional, terdapat

perbedaan persentase rata-rata kelembaban udara antara sensor DHT 11 dan DHT 22. Perbedaan 2% hingga 5% pada suhu yang sama.

3. Penelitian ketiga yang dilakukan oleh (Arnas dkk., 2023) yang berjudul “Modifikasi Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara Dengan IoT Di Wilayah Terminal Bandara”. Pada penelitian ini menggunakan Bandara I Gusti Ngurah Rai sebagai sampel lokasi percobaan yang bertujuan memberikan keefektifan waktu dan tenaga dalam melakukan perawatan AC bandara. Rangkaian *prototype* ini terdiri dari NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, Sensor pengukuran suhu DHT11, dan Aplikasi Blynk sebagai platform monitoring hasil pengukuran. Pada monitoring berbasis IoT dibandingkan pengukuran secara manual ke lima titik lokasi percobaan di terminal Bandara I Gusti Ngurah Rai. Hasil pengukuran suhu secara manual dengan yang berbasis IoT, memiliki nilai yang tidak jauh berbeda.