

RANCANGAN *PROTOTYPE IOT (INTERNET OF THINGS)*
MONITORING SUHU, KELEMBAPAN, DAN
PENGUMPULAN DATA DI TERMINAL BANDARA
INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

M. FATHAR HABILLAH

NIT. 56192010014



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

RANCANGAN *PROTOTYPE IOT (INTERNET OF THINGS)*
MONITORING SUHU, KELEMBAPAN, DAN
PENGUMPULAN DATA DI TERMINAL BANDARA
INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Oleh :

M. FATHAR HABILLAH

NIT. 56192010014



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

ABSTRAK

RANCANGAN *PROTOTYPE IOT (INTERNET OF THINGS)* MONITORING SUHU, KELEMBAPAN, DAN PENGUMPULAN DATA DI TERMINAL BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA

Oleh

M. FATHAR HABILLAH
NIT. 56192010014

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN

Untuk memberikan pelayanan optimal kepada masyarakat, Otoritas Bandara menerapkan aturan kenyamanan sesuai PM 41 tahun 2023 dan KPI di Bandara Internasional Juanda Surabaya, yang mengharuskan pengkondisian suhu ruangan ($< 25^{\circ}\text{C}$) di area *check-in*, ruang tunggu keberangkatan, dan area pengambilan bagasi. Pemantauan suhu diperlukan untuk mengetahui kondisi suhu saat jam puncak penumpang dan sebagai bahan evaluasi teknik HVAC, mencakup penyesuaian kapasitas HVAC, pompa, dan *chiller* serta sebagai indikator kinerja perangkat HVAC. Saat ini, teknisi HVAC melakukan monitoring secara manual. Penelitian ini memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) untuk menghubungkan perangkat elektronik, sensor, dan objek fisik lainnya ke jaringan internet, memungkinkan pemantauan suhu *real-time* dan pengiriman data otomatis melalui *server*. Metode R&D Level 3 model ADDIE digunakan dalam penelitian ini, melalui tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Rancangan yang disetujui dalam *Focus Group Discussion* (FGD) dikembangkan berdasarkan masukan revisi ahli sebelum pengujian. Pengujian awal menggunakan statistika dasar untuk menentukan keandalan alat. Hasil pengujian menunjukkan sistem monitoring suhu dan kelembapan memiliki standar deviasi suhu $0,3162^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $0,733\% \text{ RH}$, sesuai standar CIBSE Guide H dan ISO/IEC 17025, menunjukkan konsistensi tinggi pada alat. Pengujian unjuk kerja alat juga dilakukan dengan mengatur waktu dan pengiriman data ke *Spreadsheet*, *real-time Blynk* dan antarmuka alat. *Prototype* ini memiliki daya maksimum $7,072 \text{ Watt}$, menunjukkan efisiensi energi yang cocok untuk pemantauan jangka panjang dengan sumber daya terbatas. Data menunjukkan bahwa prototipe alat monitoring suhu dan kelembapan ini andal dalam pencatatan, mengefisiensikan pekerjaan teknisi, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung pemantauan serta pengelolaan sistem HVAC yang lebih efektif sesuai standar yang berlaku.

Kata Kunci : IoT, Suhu, *Monitoring*, *Datasheet*, Terminal

ABSTRACT

IOT (INTERNET OF THINGS) PROTOTYPE DESIGN FOR TEMPERATURE, HUMIDITY, AND DATA COLLECTION MONITORING AT JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT TERMINAL, SURABAYA

By

M. FATHAR HABILLAH

NIT. 56192010014

AIRPORT ENGINEERING TECHNOLOGY STUDIES PROGRAM APPLIED BACHELOR'S PROGRAM

To provide optimal service to the public, the Airport Authority applies comfort rules according to PM 41 of 2023 and KPI at Juanda International Airport in Surabaya, which requires room temperature conditioning ($< 25^{\circ}\text{C}$) in the check-in area, departure waiting room, and baggage claim area. Temperature monitoring is needed to determine temperature conditions during peak passenger hours and as material for evaluating HVAC techniques, including adjusting HVAC capacity, pumps, and chillers as well as as an indicator of HVAC Device performance. Currently, HVAC technicians carry out monitoring manually. This research utilizes the Internet of Things (IoT) to connect electronic Devices, sensors, and other physical objects to the Internet network, enabling real-time temperature monitoring and automatic data transmission via servers. The R&D Level 3 ADDIE model method is used in this research, through the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The design approved in the Focus Group Discussion (FGD) was developed based on expert revision input before testing. Initial testing uses basic statistics to determine tool specifications. The test results show that the temperature and humidity monitoring system has a standard deviation for temperature of 0.3162°C and humidity of $0.733\% \text{ RH}$, following CIBSE Guide H and ISO/IEC 17025 standards, indicating high consistency in the equipment. Tool performance testing was also done by setting the time and sending data to Spreadsheet, Blynk real-time, and the tool interface. This Prototype has a maximum power of 7,072 Watts, demonstrating energy efficiency suitable for long-term monitoring with limited resources. Data shows that the Prototype temperature and humidity monitoring tool is reliable in recording, and streamlining employee work, thereby increasing operational efficiency and supporting more effective HVAC monitoring and management systems according to applicable standards.

Keywords: IoT, Temperature, Monitoring, Datasheet, Terminal

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “RANCANGAN *PROTOTYPE* IOT (*INTERNET OF THINGS*) MONITORING SUHU, KELEMBAPAN, DAN PENGUMPULAN DATA DI TERMINAL BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang - Palembang.



Nama : M. FATHAR HABILLAH
NIT : 56192010014

PEMBIMBING I



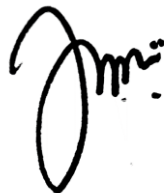
SUKAHIR, S.Si.T., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 19740714 199803 1 001

PEMBIMBING II



SUNARDI, S.T., M.Pd., M.T.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720217 199501 1 001

KETUA PROGRAM STUDI



Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : “RANCANGAN *PROTOTYPE* IOT (*INTERNET OF THINGS*) MONITORING SUHU, KELEMBAPAN, DAN PENGUMPULAN DATA DI TERMINAL BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-12, Politeknik Penerbangan Palembang - Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Sarjana pada tanggal 25 Juli 2024.

KETUA



Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.
Pembina (IV/a)
NIP. 19810306 200212 1 001

SEKRETARIS



SUNARDI, S.T., M.Pd., M.T.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720217 199501 1 001

ANGGOTA



Dr. Ir. SETIYO, M.M.
Pembina Tk.1 (IV/b)
NIP. 19601127 198002 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. FATHAR HABILLAH

NIT : 56192010014

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa TA berjudul “RANCANGAN *PROTOTYPE IOT (INTERNET OF THINGS)* MONITORING SUHU, KELEMBAPAN, DAN PENGUMPULAN DATA DI TERMINAL BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA” 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.

Palembang, 25 Juli 2024
Yang Membuat Pernyataan



M. FATHAR HABILLAH

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 HaKI 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 :

Habillah, M. F. (2024): RANCANGAN *PROTOTYPE IOT (INTERNET OF THINGS)* MONITORING SUHU, KELEMBAPAN, DAN PENGUMPULAN DATA DI TERMINAL BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh TA haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dipersembahkan kepada
Ayahanda Sigit Sutrisno dan Ibunda Tri Komalasari serta Keluarga Besar
Tercinta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kemudahan bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu yang telah ditentukan. Tugas Akhir "RANCANGAN *PROTOTYPE* IOT (*INTERNET OF THINGS*) MONITORING SUHU, KELEMBAPAN, DAN PENGUMPULAN DATA DI TERMINAL BANDARA INTERNASIONAL JUANDA SURABAYA", disusun guna memenuhi salah satu syarat lulus pada Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan 1 Politeknik Penerbangan Palembang.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapat begitu banyak bantuan baik moral maupun materi dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah, Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan limpahan berkah dan rahmatnya serta selalu memberikan perlindungan kepada hambanya;
2. Kedua Orang Tua, Saudara, Nenek, Mbah dan Keluarga Besar yang telah memberikan doa, restu, kasih sayang dan bantuan serta dukungan penuh kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Sukahir, S.Si.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang dan sekaligus Pembimbing 1.
4. Bapak Sunardi, S.T., M.Pd., M.T. selaku Pembimbing 2.
5. Bapak Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara.
6. Bapak Parjan, S.Si.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing *On the Job Training*.
7. Bapak Sisyani Jaffar *General Manager* PT Angkasa Pura I Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.
8. Bapak Sugito selaku *Airport Equipment Senior Manager* PT. Angkasa Pura I Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.

9. Bapak Bagus Hermanto selaku *Airport Equipment Manager* PT. Angkasa Pura I Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.
10. Pak Herwan Suryono selaku *Mechanical Supervisor* PT. Angkasa Pura I Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.
11. Pak Dontar, Mas Hanif, Mas Andry Vega, Pak Enggar, Mas Sidiq dan Mas Hisar selaku *Mechanical Technician* PT. Angkasa Pura I Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.
12. Rekan-rekan Human Capital, Angkasa Pura Support, Ready Tech, CV. Afdholul Faiz, Garbarata *Technician* (BIKU), CV. 2 Putra, HEXA Team, PT. Qinar Raya Mandiri, PT. ELPO Group dan Angkasa Pura Property Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.
13. Seluruh rekan-rekan Taruna TRBU 01 Politeknik Penerbangan Palembang.
14. Seluruh rekan-rekan seperjuangan, teman – teman kamar, adik tingkat maupun asuh, Taruna/i Politeknik Penerbangan Palembang.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu hingga dapat terselesaikannya laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis sangat menerima kritik dan saran yang positif dengan tujuan untuk membangun sehingga penulis dapat melengkapi dan menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Palembang, 25 Juli 2024



M. FATHAR HABILLAH

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
PENGESAHAN PENGUJI.....	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Tujuan.....	6
E. Manfaat	6
1. Manfaat Teoritis.....	6
2. Manfaat Praktis.....	6
F. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Pengkondisian Udara.....	8
1. Perhitungan Beban Pendingan.....	9
2. AHU (<i>Air Handling Unit</i>)	13

3.	<i>Water-cooled Chiller</i>	14
4.	<i>Cooling Tower</i>	15
5.	Sistem Pipa dan Pompa	17
6.	Kontrol dan Otomasi	17
B.	Teori Penunjang.....	17
1.	Bandar Udara.....	17
2.	Terminal Bandar Udara	18
3.	Standar Pelayanan	19
4.	Kegiatan Monitoring Suhu	20
5.	<i>Internet of Things (IoT)</i>	21
6.	Mikrokontroler ESP32 Wifi Model.....	22
7.	<i>Blynk</i>	22
8.	OLED LCD I2C	23
9.	DHT-22 / AM2302.....	23
10.	MQ – 135.....	24
11.	<i>Google Spreadsheet</i>	24
C.	Kajian dari Penelitian yang Relevan	25
BAB III METODE PENELITIAN.....		27
A.	Metodologi Penelitian	27
1.	<i>Analysys</i>	28
2.	<i>Design</i>	28
3.	<i>Development</i>	29
4.	<i>Implementation</i>	30
5.	<i>Evaluation</i>	30
B.	Teknik Pengujian	33
C.	Tempat dan Waktu	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
A. Hasil Penelitian.....	34
1. Analisis Potensi Masalah.....	34
2. Desain Produk	47
3. Pengembangan <i>Prototype</i> Alat	62
4. Penerapan <i>Prototype</i> Alat	65
5. Evaluasi Pengujian <i>Prototype</i> Alat	67
B. Mekanisme Cara Kerja <i>Prototype</i> Alat.....	80
1. Catu Daya <i>Adaptor</i> 5V 1A	80
2. Sensor DHT 22 / AM 2302.....	81
3. ESP 32 – DevKitC V4	86
4. LCD OLED I2C	89
5. Sensor MQ – 135.....	91
6. <i>Server</i> Database <i>Blynk</i>	93
7. <i>Server</i> Database <i>Spreadsheet</i>	95
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	97
A. Kesimpulan.....	97
B. Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN.....	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Sistem pengkondisian udara sederhana	8
Gambar II. 2 Siklus <i>Cooled Water</i> pada AHU.....	14
Gambar II. 3 Alur Kerja Pada Bagian <i>Chiller</i>	15
Gambar II. 4 Alur Kerja Bagian <i>Cooling Tower</i>	16
Gambar II. 5 Desain Detail Autocad <i>Superimpose</i> Terminal 1 lt.1 dan Atap Bandara Internasional Juanda Surabaya.....	18
Gambar II. 6 (a) Thermometer Digital (b) Thermometer Kayu	21
Gambar II. 7 ESP32 Model WiFi Pins & Specs.....	22
Gambar II. 8 OLED LCD I2C.....	23
Gambar II. 9 Sensor DHT 22 & <i>Electrical Connection Diagram</i>	24
Gambar II. 10 MQ – 135 Komponen dan Konfigurasi Pin.....	24
Gambar II. 11 <i>Spreadsheet</i> dan <i>Appscript Extension</i>	25
Gambar III. 1 Tahapan R&D Model ADDIE	27
Gambar III. 2 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian	32
Gambar IV. 1 Kondisi Lapangan Terminal 1 Bandara Juanda Surabaya	36
Gambar IV. 2 Kegiatan Monitoring Suhu	37
Gambar IV. 3 Pengiriman Data Lapangan Menggunakan <i>WhatApps</i>	37
Gambar IV. 4 Form Pengisian Data Monitoring Harian Bandara Internasional Juanda Surabaya.....	38
Gambar IV. 5 Cek suhu saluran udara (b) Monitoring suhu bersama teknisi ahli	40
Gambar IV. 6 Alur Kegiatan Monitoring Suhu Eksisting	41
Gambar IV. 7 Skema Singkat Cara Kerja Sistem yang Bekerja pada <i>Prototype</i> ...	47
Gambar IV. 8 Desain Bentuk <i>Prototype</i> Alat	48
Gambar IV. 9 Desain Pemasangan Pengembangan <i>Prototype</i> Alat di Lapangan..	49
Gambar IV. 10 Konfigurasi Komponen Sistem Monitoring	50
Gambar IV. 11 Gambar Teknik <i>Wiring</i> Konfigurasi Pin pada Sistem Monitoring	54
Gambar IV. 12 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Sistem Monitoring Suhu.....	56
Gambar IV. 13 Persiapan Komponen	58
Gambar IV. 14 Giat Perakitan Komponen Sistem.....	58
Gambar IV. 15 Setting Widget dan Konfigurasi Device Sensor	59

Gambar IV. 16 Program Arduino IDE untuk ESP32.....	59
Gambar IV. 17 Perancangan Perintah Spreadsheet	60
Gambar IV. 18 Giat Uji coba dan Kalibrasi	61
Gambar IV. 19 <i>Finishing</i> dan Penyempurnaan <i>Prototype</i>	61
Gambar IV. 20 Dokumentasi Giat <i>Focus Group Discussion</i> dalam Bentuk Sidang Laporan OJT.....	64
Gambar IV. 21 Grafik Dinamisme Suhu dan Kelembapan Prototype 1 pada Jam Terkait	74
Gambar IV. 22 Grafik Dinamisme Suhu dan Kelembapan Prototype 2 pada Jam Terkait	75
Gambar IV. 23 Hasil Pengujian <i>Prorotype</i> pada <i>Spreadsheet</i>	75
Gambar IV. 24 Hasil Pengujian <i>Prototype</i> pada Blynk.....	76
Gambar IV. 25 Skema Cara Kerja Daya <i>Adaptor</i> 5V 1A.....	80
Gambar IV. 26 Skema Cara Kerja DHT 22 / AM 2302	81
Gambar IV. 27 Thermistor <i>Formula</i>	83
Gambar IV. 28 Skema Cara Kerja Singkat ESP32.....	86
Gambar IV. 29 Skema Cara Kerja LCD OLED I2C	89
Gambar IV. 30 Skema Cara Kerja MQ – 135.....	91
Gambar IV. 31 Skema Alur Kerja Pengiriman Database <i>Blynk</i>	93
Gambar IV. 32 Skema Alur Kerja Pengiriman <i>Database Spreadsheet</i>	95

DAFTAR TABEL

Tabel III. 1 Tahapan Penelitian.....	33
Tabel IV. 1 Tabel Analisis SWOT	35
Tabel IV. 2 Lokasi - Lokasi Monitoring Suhu T1 Juanda Surabaya	39
Tabel IV. 3 Pertanyaan dan Jawaban Wawancara Responden 1	42
Tabel IV. 4 Pertanyaan dan Jawaban Wawancara Responden 2.....	43
Tabel IV. 5 Spesifikasi Ukuran <i>Prototype</i> Alat.....	48
Tabel IV. 6. Komponen – Komponen Sistem.....	50
Tabel IV. 7 Daftar peserta FGD OJT Poltekbang Palembang Juanda Surabaya ..	62
Tabel IV. 8 Hasil Revisi dan Masukan Ahli	64
Tabel IV. 9 Tahap Implementasi	65
Tabel IV. 10 Hasil Implementasi dengan Ruangan Referensi	66
Tabel IV. 11 Perbandingan Waktu Pengumpulan Data.....	67
Tabel IV. 12 Pengujian Suhu <i>Prototype</i> dan Alat Ukur Referensi	68
Tabel IV. 13 Tabel Simpangan <i>Prototype</i> dan Alat Ukur Referensi.....	69
Tabel IV. 14 Persentase Error Percobaan <i>Prototype</i> dan Alat Ukur Referensi	69
Tabel IV. 15 Pengujian Kelembapan <i>Prototype</i> dan Alat Ukur Referensi	71
Tabel IV. 16 Tabel Simpangan <i>Prototype</i> dan Alat Ukur Referensi.....	72
Tabel IV. 17 Persentase Error Percobaan <i>Prototype</i> dan Alat Ukur Referensi	72
Tabel IV. 18 Pengujian Implementasi Set Jam <i>Prototype</i> 1	73
Tabel IV. 19 Pengujian Implementasi Set Jam <i>Prototype</i> 2	74
Tabel IV. 20 Perhitungan Daya Maksimum Kerja <i>Prototype</i>	77
Tabel IV. 21 Perbandingan Skala <i>Prototype</i> dan Industri.....	78
Tabel IV. 22 Tabel Alur Kegiatan Kerja ESP32	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan Penulis di Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya.....	101
Lampiran 2. Dokumentasi Wawancara dan Bimbingan Penelitian Terkait.....	104
Lampiran 3. Tahap Percobaan dan Perancangan <i>Prototype</i> Alat Monitoring.	105
Lampiran 4. Tahap Pengujian <i>Prototype</i> Alat Monitoring.	108
Lampiran 5. Kegiatan Bimbingan Tugas Akhir Selama Proses Penelitian.	110
Lampiran 6. <i>Datasheet</i> Komponen dan Peralatan <i>Prototype</i>	111
Lampiran 7. Hasil Bimbingan Tugas Akhir.....	119
Lampiran 8. Hasil Validasi <i>Prototype</i> IoT untuk Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Pengumpulan Data di Terminal Bandara Internasional Juanda Surabaya.....	121
Lampiran 9. <i>SCAN QR MANUAL BOOK PROTOTYPE ALAT</i>	125
Lampiran 10. Hasil <i>Turnitin</i> Plagiasi Penelitian	126

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dinamisme aktivitas di bandara terkait kedatangan, keberangkatan, dan transit penumpang dipengaruhi berbagai faktor seperti keramaian puncak selama musim liburan, penggunaan fasilitas dan layanan di bandara, serta perubahan rute dan penundaan penerbangan. Faktor-faktor ini mempengaruhi dinamisme pergerakan penumpang secara keseluruhan, sehingga memahami dinamisme ini penting untuk manajemen operasional yang efisien, termasuk perencanaan kapasitas, pengaturan antrean, dan pengalokasian sumber daya (Paz Armenta, 2021).

Salah satu aspek penting dari pemenuhan kapasitas adalah perencanaan kapasitas pendinginan di bandara. Suhu dan kelembaban tidak hanya memberikan kenyamanan tetapi juga mempengaruhi kesehatan penumpang. Saraf sensorik membran mukosa dan kulit serta respons neurosensorial dapat dipengaruhi oleh suhu ruangan, yang mengubah sirkulasi darah. Gejala *Sick Building Syndrome* (SBS) dipengaruhi oleh kelembapan, yang terkait erat dengan gejala pada membran mukosa. Pada kelembapan lebih dari 60%, polat kimia dan partikel dapat menyebabkan kekeringan dan iritasi, tetapi pada kelembapan rendah, mereka dapat menyebabkan sesak napas dan kelelahan.. Oleh karena itu, manajemen dan teknisi bandara harus merencanakan kapasitas pendinginan secara optimal dan melakukan pemeliharaan sesuai regulasi standar pelayanan dan kesehatan yang berlaku (Adil & Ahmad, 2019). Menurut Pedoman Kesehatan dari World Health Organization (WHO), kelembapan udara yang ideal untuk kesehatan manusia berkisar antara 30% hingga 60%. Kelembapan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan pernapasan dan peningkatan risiko infeksi.

Para manajemen dan teknisi operasional bandara perlu melakukan efisiensi dalam pekerjaannya, karena salah satu ukuran kinerja bandara adalah efisiensi. Upaya ini bertujuan untuk mencapai hasil maksimal dengan sumber daya yang tersedia atau mencapai tingkat input minimum dengan output tertentu. Analisis lebih lanjut dapat

menentukan sumber ketidakefisienan setelah mengetahui alokasi input dan output. Produksi dan pelayanan dari udara dan darat adalah bagian dari kegiatan bandara yang dapat ditingkatkan efisiensinya melalui pemanfaatan IoT dan teknologi canggih. Teknologi IoT memudahkan dan meningkatkan efektivitas pekerjaan dengan memungkinkan pengumpulan dan analisis data instan dari berbagai sumber, seperti sensor, peralatan, dan perangkat terkoneksi (B. E. Prasetyo, 2020). Digitalisasi di industri penerbangan merujuk pada integrasi teknologi digital dalam operasi dan layanan bandara untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan keamanan bagi penumpang serta operator bandara. Tren ini berkembang pesat karena tuntutan untuk meningkatkan pengalaman pelanggan, efisiensi operasional, dan adaptasi terhadap situasi global yang dinamis, seperti pandemi COVID-19. Digitalisasi kini menjadi kebutuhan mendesak bagi bandara di seluruh dunia untuk tetap kompetitif dan responsif terhadap perubahan zaman.

Karenanya persoalan yang akan dibahas pada penelitian kali ini adalah modernisasi pemanfaatan teknologi IoT dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan operasional harian di bandara Internasional Juanda Surabaya. Mengingat pekerjaan yang selama ini dikerjakan masih secara manual dan cukup menguras tenaga maupun waktu. Pekerjaan yang dimaksud adalah pengkondisian suhu udara yang menjadi *standar level of service*. Dikarenakan bandara harus memenuhi standar dan regulasi penerbangan yang ditetapkan oleh pemerintah. Regulasi yang akan dimaksud adalah PM 41 tahun 2023 Tentang Pelayanan Jasa Kebandarudaraan. Yakni bandar udara dalam melaksanakan Pelayanan jasa Kebandarudaraan, Badan Usaha Bandar Udara dan Unit Penyelenggara Bandar Udara tentunya wajib memberikan pelayanan kepada Pengguna Jasa Bandar Udara sesuai dengan Standar Pelayanan jasa Kebandarudaraan. Salah satu standar terhadap pelayan jasa kebandarudaraan di bandara yaitu adalah standar pelayanan terhadap penumpang. Standar Pelayanan terhadap penumpang sebagaimana yang akan ditekankan pada judul yang saya buat adalah pelayanan pada fasilitas yang memberikan kenyamanan terhadap penumpang dalam pasal 12 huruf b yakni melakukan pengkondisian suhu ruangan. Pengkondisian suhu ruangan sesuai dengan standar yang ditentukan yaitu ($< 25^{\circ} \text{C}$) di check-in area, ruang tunggu keberangkatan dan area pengambilan bagasi (PM No. 41 Tahun 2023).

Sehingga diperlukan kegiatan *monitoring* dalam menjaga kesesuaian standar pelayanan terhadap penumpang yang telah ditetapkan pemerintah. *Monitoring* suhu juga dilakukan untuk mengetahui suhu saat jam puncak atau jam padat penumpang. Sehingga dapat dijadikan bahan evaluasi dalam teknik HVAC, seperti penyesuaian kapasitas HVAC, pompa dan *chiller* yang perlu bekerja untuk mencapai aturan standar suhu serta menjadi tolak ukur baik atau buruknya kondisi perangkat maupun peralatan HVAC yang sedang berjalan. Biasanya terletak termometer pada titik-titik *monitoring* pada *check-in* area, ruang tunggu keberangkatan dan area pengambilan bagasi sebagai indikator suhu. Direktur Jenderal melakukan penilaian tingkat pelayanan (*level of service*) terhadap Standar Pelayanan jasa Kebandarudaraan paling sedikit 1 (satu) kali dalam 2 (dua) tahun. Tentunya Bandara perlu mengikuti dan menerapkan Standar Pelayanan jasa Kebandarudaraan di Bandar Udara yang dibuat oleh Unit Penyelenggara Bandar Udara dan Badan Usaha Bandar Udara dalam rangka menjaga dan meningkatkan keselamatan, keamanan, kelancaran, dan kenyamanan di Bandar Udara.

Dari hasil wawancara yang telah dilakukan, diketahui bahwa kegiatan monitoring suhu otomatis pernah dicoba di Terminal Bandara Juanda, namun gagal dikarenakan daya dan kualitas alat yang rendah serta tidak adanya pencatatan data otomatis. Hal ini menunjukkan adanya keinginan untuk mengotomatiskan dan mengembangkan kegiatan operasional. Selain itu, memungkinkan adanya pembaharuan dan peningkatan alat agar sesuai dengan kebutuhan. Informasi tambahan mengungkapkan bahwa konstruksi sistem pendinginan di Terminal 1 Bandara Internasional Juanda Surabaya telah berdiri sejak 2006. Usia sistem yang cukup tua menyebabkan keropos, kebocoran, karat pada jalur ducting, AHU, dan komponen pendukung lainnya, yang mengakibatkan penurunan kualitas pendinginan.

Dalam menghadapi masalah ini, pihak HVAC di bandara melakukan monitoring suhu untuk memastikan kualitas pendinginan di setiap sektor. Jika ditemukan ketidakandalan pada sistem pendinginan meskipun *chiller* dan *cooling tower* bekerja optimal, dilakukan *troubleshoot* pada jalur pendinginan dan revitalisasi pada sektor terkait. Hasil *troubleshoot* biasanya menunjukkan tekanan yang tidak sesuai akibat kebocoran pada ducting atau perlunya evaluasi beban pendinginan.

Pembaruan jalur dan ducting baru sering kali diperlukan untuk menyesuaikan dengan dinamika penumpang dan penambahan tenant baru. Berdasarkan data dari *Supervisor Mechanical* di Bandara Internasional Juanda Surabaya, sejak awal tahun 2024 hingga saat ini, kegiatan revitalisasi pada sistem pendinginan telah dilakukan secara bertahap di Terminal 1. Monitoring suhu yang terus-menerus dilakukan bertujuan memastikan kualitas pendinginan tetap optimal. Oleh karena itu, diperlukan kontrol monitoring suhu untuk mengidentifikasi sektor-sektor yang mengalami penurunan fungsi. Informasi terkini menunjukkan bahwa kegiatan revitalisasi sedang dilakukan secara bertahap untuk sektor-sektor yang mengalami penurunan.

Saat ini kegiatan *monitoring* oleh teknisi HVAC di Bandara Internasional Juanda Surabaya masih dilakukan secara manual. Tentunya, akan sulit mengambil data hasil *monitoring* jikalau dilakukan ketika situasi terminal yang sedang padat atau penuh. Terlebih ukuran terminal 1 bandar udara Juanda Surabaya yang cukup luas yakni 91.700 mm² yang perlu dilakukan pemantauan sebanyak 3 kali sehari. Oleh sebab itu, untuk tetap bisa mencapai aturan Standar *Level of Service* ruangan tanpa menginterupsi kenyamanan pelanggan di terminal serta mengefisiensi pekerjaan dan pekerja yang ada. Sistem *monitoring* suhu dan kelembaban ruangan yang terhubung dengan *server cloud Blynk* dan *Spreadsheet* yang harapannya dapat membantu memudahkan memonitoring dan pengambilan data hasil *monitoring*.

Pada penelitian yang relevan oleh Syahlan Pujianto dan Umi Fadlilah tahun 2021 tentang pemanfaatan ESP8266 dan aplikasi *Blynk* untuk monitoring suhu dan kelembaban kumbung jamur, mereka memanfaatkan sensor DHT11 yang berfungsi mengukur suhu dan kelembaban dengan output analog yang dapat diolah oleh mikrokontroler ESP8266. Data yang diolah akan dikirimkan ke aplikasi *Blynk* yang terinstal pada smartphone. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini adalah untuk mengenalkan IoT (*Internet of Things*). Penelitian ini memungkinkan monitoring suhu secara *real-time*. Pengembangannya pada penelitian ini adalah melakukan integrasi *server spreadsheet* dan *Blynk* secara otomatis sehingga memungkinkan pengelolaan data yang lebih efisien. Penggunaan *spreadsheet* juga didesain sedemikian rupa untuk mengambil data pada jam-jam tertentu agar data yang dimanfaatkan berupa sebuah laporan dan tidak berlebihan. Juga, *sheet* akan

bertambah otomatis ketika pergantian hari untuk mengambil data baru dan tetap rapi. Selain itu, penelitian ini juga akan dilakukan integrasi pada dua *Device* sensor di dua ruangan yang berbeda, menyesuaikan lokasi gap persoalan yang berada pada berbagai titik Terminal Bandara Internasional Juanda Surabaya yang memungkinkan pemantauan banyak sensor suhu guna mengefisiensi kegiatan monitoring dan pengambilan data suhu pada titik-titik tertentu. Penambahan sensor MQ-135 sebagai fitur tambahan juga dilakukan untuk mengetahui kualitas udara di ruangan.

Sehingga berdasarkan permasalahan diatas penulis mengambil judul mengenai “Rancangan *Prototype* IoT (*Internet Of Things*) Monitoring Suhu, Kelembapan, Dan Pengumpulan Data Di Terminal Bandara Internasional Juanda Surabaya”. Yang pada akhirnya pemantauan temperature dan kelembapan udara dapat dilakukan secara otomatis tanpa menginterupsi kenyamanan pelanggan di terminal serta mengefisiensi pekerjaan dan pekerja yang ada.

B. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diidentifikasi dalam tugas akhir ini adalah perlunya pengembangan sistem monitoring untuk meningkatkan efisiensi menggunakan sistem monitoring berbasis IoT dalam mengukur temperatur dan kelembapan serta mengumpulkan data mengacu sesuai standar PM 41 Tahun 2023 pasal 12 huruf b yakni melakukan pengkodisian suhu ruangan. Pengkondisian suhu ruangan adalah ($< 25^{\circ}$ C) di check-in area, ruang tunggu keberangkatan dan area pengambilan bagasi di Bandara Internasional Juanda Surabaya.

C. Batasan Masalah

Untuk memberikan gambaran yang terarah dan memastikan pembahasan masalah tetap dalam konteks judul, penelitian Tugas Akhir ini dibatasi pada perancangan *prototype* monitoring dan pengumpulan data otomatis berbasis IoT. *Prototype* ini dirancang sebagai alat ukur suhu dan kelembapan pada ruang tunggu, area *check-in*, dan *baggage claim* di terminal Bandara Internasional Juanda Surabaya.

D. Tujuan

Pembuatan sistem *monitoring* suhu dan kelembapan otomatis berbasis mikrokontroler serta *data collecting* otomatis melalui *Spreadsheet* agar teknisi HVAC di Bandara Internasional Juanda Surabaya yakni memonitoring, mengumpulkan data, mengolah data, menghemat tenaga dan waktu dalam proses pemantauan dan mengumpulkan data guna *troubleshooting* di berbagai titik kritis kedepannya.

E. Manfaat

1. Manfaat Teoritis

Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dan menambah wawasan serta pengetahuan dalam mengembangkan teknologi otomatisasi untuk perkembangan teknologi dan pengembangan alat ini selanjutnya. Juga data yang dikumpulkan dari *monitoring* suhu dapat digunakan untuk penelitian ilmiah dan pengembangan teknologi. Analisis data ini dapat membantu dalam pemahaman lebih mendalam tentang perubahan lingkungan dan efeknya terhadap berbagai sistem.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat sebagai berikut :

- a. Bagi data manajemen dalam mengumpulkan data historis dalam *spreadsheet* yang nantinya dapat digunakan untuk analisis prediktif. Anda dapat mengidentifikasi pola atau tren dalam data suhu yang dapat mengindikasikan masalah potensial di masa depan.
- b. Bagi teknisi nantinya dengan *monitoring* suhu *real-time*, Anda dapat mendeteksi perubahan suhu secara cepat dan akurat. Ini memungkinkan untuk tindakan preventif atau perbaikan yang cepat dalam skenario di mana perubahan suhu mendadak yang tidak sesuai dengan SOP yang seharusnya diterapkan di Bandara.
- c. Bagi teknisi catat suhu HVAC memungkinkan teknisi untuk memantau suhu dari mana saja, bahkan saat tidak berada di lokasi fisiknya. Hal ini sangat berguna dalam lingkungan yang

memerlukan pemantauan terus-menerus, seperti instalasi penelitian, pusat data, atau fasilitas produksi yang tersebar.

- d. Bagi data analisis HVAC diharapkan dengan otomatisasi pengumpulan data melalui *spreadsheet*, waktu dan upaya yang diperlukan untuk memasukkan data secara manual dapat dihindari. Ini mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan data.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian kali ini antara lain, sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Didalamnya mengandung latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian, teori penunjang, dan kajian penelitian terdahulu yang relevan sebagai perbandingan produk yang dihasilkan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Memaparkan mengenai metode penelitian yang digunakan, perancangan, dan langkah-langkah pembuatan produk.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan hasil dari metodologi penelitian yang dijabarkan dalam bentuk pembahasan dan pengoperasian produk.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Didapat kesimpulan menyeluruh dari hasil dan pembahasan serta saran-saran untuk perbaikan atau aspek lain yang perlu dikaji lebih lanjut.

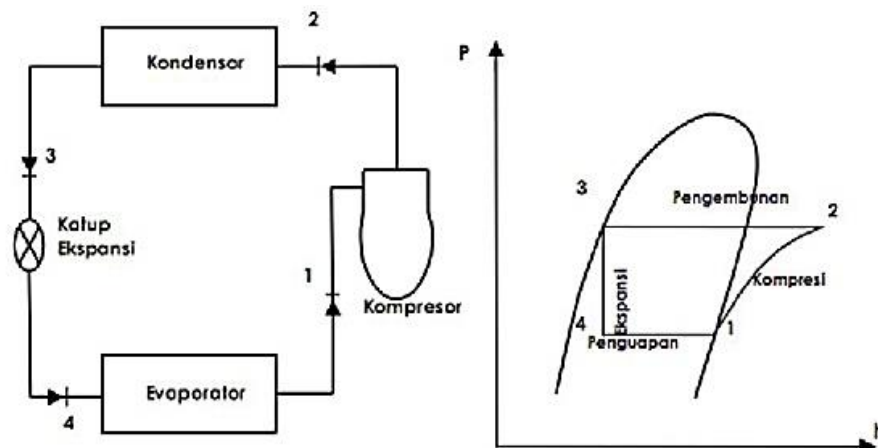
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengkondisian Udara

Pengkondisian udara mencakup pengaturan suhu, kelembapan, kebersihan, dan distribusi udara untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan dan kenyamanan penghuninya. Sistem ini terbagi menjadi dua kategori: sistem kenyamanan yang bertujuan membuat udara nyaman bagi orang, dan sistem industri yang mengondisikan udara dengan mencampur udara luar, mendinginkannya, dan menyerap kalor ruangan melalui koil pendingin. (Ahyadi dkk., 2022). Siklus kerja dari mesin ini dapat digambarkan dalam diagram Skematik dan P-h sebagai berikut:

1. **Kompresor:** Mengompres refrigeran gas sehingga tekanannya meningkat.
2. **Kondensor:** Menukar panas dengan lingkungan dan mengubah refrigeran gas bertekanan tinggi menjadi cair.
3. **Alat Ekspansi:** Mengurangi tekanan refrigeran cair, sering menggunakan pipa kapiler.
4. **Evaporator:** Menguapkan refrigeran cair bertekanan rendah, menyerap panas dari lingkungan sekitar.



Gambar II. 1 Sistem pengkondisian udara sederhana
Sumber : <https://www.mekanisasikp.web.id/>, diakses 07 Mei 2024

Siklus pendinginan dapat diuraikan menjadi beberapa tahap proses, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1:

1. Proses 1-2: Uap jenuh dilepaskan dari kondensor oleh pengering dengan tekanan rendah dan suhu rendah. Kemudian, proses kompresi terjadi secara isentropik (adiabatik reversibel) sehingga tekanan kondensor meningkat.
2. Proses 2-3: Setelah dikompresi, refrigeran menjadi sangat panas dengan tekanan dan suhu tinggi dan kemudian memasuki kondensor. Di dalam kondensor, panas refrigeran dilepaskan ke sekitarnya, sehingga suhunya turun dan berubah menjadi cair.
3. Proses 3-4: Cair jenuh bertekanan tinggi refrigeran mengalir melalui alat ekspansi, menurunkan tekanan refrigeran. Setelah itu, refrigeran masuk ke dalam evaporator.
4. Proses 4-1: Refrigeran yang keluar dari alat ekspansi memiliki suhu yang rendah dan kemudian masuk ke evaporator untuk menyerap panas dari lingkungan yang ingin didinginkan. Proses ini membuat suhu refrigeran naik dan berubah menjadi uap. Setelah itu, refrigeran dalam bentuk uap kembali ke kompresor.

Adapun perhitungan untuk mengetahui kapasitas beban pendinginan pada suatu ruangan terdapat beberapa aspek yakni sebagai berikut :

1. Perhitungan Beban Pendinginan

- a. Beban eksternal

Beban eksternal adalah beban yang berasal dari lingkungan luar yang mempengaruhi kondisi dalam ruangan. Beban ini mencakup dinding, atap, kaca, pintu, dan lantai, serta beban dinding, atap, pintu, dan kaca. Aliran panas yang mengalir melalui elemen-elemen ini dapat digambarkan dengan persamaan konduksi panas.

$$q = U \times A \times \Delta T$$

q = Beban pendinginan dinding secara konduksi, (Btu/hr)

U = Koefisien perpindahan kalor untuk dinding, (Btu/hr.ft².°F)

A = Luas permukaan dinding, (ft²)

$\Delta T = (T_o - T_r)$ = Perbedaan suhu antara perancangan (T_r) dan ruang terdekat (T_o), (oF)

b. Beban Radiasi Kaca

Persamaan ini dapat digunakan untuk mengetahui beban pendinginan yang disebabkan oleh radiasi melalui kaca (American Society of Heating, 1983).

$$q = A \times SC \times SHGF_{max} \times CLF$$

q = Beban pendingin kaca melalui radiasi, (Btu/hr)

A = Luas permukaan kaca, (ft²)

SC = *Shading Coefficient untuk tipe-tipe kaca (Table 3.18 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979)*

$SHGF$ = *Solar Heat Gain Factor (Table 3.25 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979)*

CLF = *Cooling Load Factor (Table 3.27 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual)*

c. Beban Internal Penghuni

Dalam mengetahui kapasitas beban dari penghuni, formula yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$q_s = n \times \text{Sens. HG} \times CLF$$

$$q_l = n \times \text{Lat. HG}$$

q_s = Beban sensible, (Btu/hr)

q_l = Beban latent, (Btu/hr)

n = Jumlah orang

Sens.HG = *Sensibel Heat Gain (Table 4.5 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979).*

Lat. HG = *Laten Heat Gain (Table 4.5 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979).*

CLF = *Cooling Load Factor (Table 4.6 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual 1979).*

d. Beban Internal Penerangan

Beban lampu dapat dihitung dengan menggunakan pada ruangan terminal dengan formula berikut :

$$q = 3 \times qi \times Fu \times Fs \times CLF$$

q = Beban pendingin penerangan (Btu/hr).

qi = Daya input total lampu, (Btu/hr).

Fu = Faktor dari lampu yang menyala, (Fu=1 karena seluruh lampu menyala).

Fs = *Ballast factor*, (Table 4.1 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual).

CLF = *Cooling Load Factor* (Table 4.2-4.4 ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual).

e. Beban Ventilasi

Debit udara ventilasi akan sebanding dengan jumlah penghuni dan aktivitas yang dilakukan di dalam ruangan. Ini adalah beban yang disebabkan oleh masuknya udara luar ke dalam ruangan dengan sengaja untuk menjaga udara segar dan menghindari bau. Anda dapat menghitung besarnya beban kalor dalam satuan watt yang disebabkan oleh ventilasi udara dari luar ke dalam ruangan dengan menggunakan rumus berikut:

$$qs = 1,1 \times Q \times \Delta T$$

$$ql = 4840 \times Q \times \Delta W$$

qs = Laju perpindahan kalor sensibel udara ventilasi, (Btu/hr)

ql = Laju perpindahan kalor laten udara ventilasi, (Btu/hr)

Q = Volume aliran udara, (CFM)

ΔT = Perbedaan temperatur udara luar dan temperature rancangan, (oF)

ΔW = Perbedaan rasio kelembaban antara udara luar dan udara dalam ruangan

f. Beban Peralatan

Berbagai jenis perangkat elektronik dan mekanik termasuk dalam peralatan di terminal bandara yang dapat meningkatkan beban pendinginan. Beberapa di antaranya adalah sistem keamanan, monitor informasi penerbangan, sistem pencahayaan, eskalator, dan sistem penyejuk udara, ventilasi, dan AC itu sendiri. Peralatan ini memiliki beban pendinginan sensibel yang sebanding dengan daya yang dikonsumsi oleh masing-masing alat.

Bufford (2009) menyatakan bahwa jumlah daya yang dikonsumsi oleh peralatan elektronik sama dengan jumlah kalor yang dihasilkannya, dan Cullen dan Evans (2004) menyatakan bahwa lebih dari 99 persen energi yang masuk ke peralatan elektronik diubah menjadi panas (Ahyadi dkk., 2022). Oleh karena itu, spesifikasi daya masing-masing peralatan harus diketahui untuk mengetahui beban pendinginan peralatan di terminal bandara (American Society of Heating, 2009).

$$qs = Cs \times qr \times CLF$$

$$ql = C_1 \times qr$$

qr = Total daya input peralatan

$Cs = 0,33$ (ASHRAE tabel 4.7 hal 4.6)

$C_1 = 0,17$ (ASHRAE tabel 4.7 hal 4.6)

$CLF = 0,18$ (ASHRAE tabel 4.10 hal 4.9- total operasional 18 jam, dan setelah on 24 jam)

g. Beban Infiltrasi

Beban infiltrasi adalah beban kalor dalam satuan watt yang dihasilkan ketika udara luar masuk ke dalam ruangan melalui celah atau bukaan pada dinding, jendela, pintu, dll.

$$qs = 1,1 \times CFM \times \Delta T$$

$$ql = 4840 \times CFM \times \Delta W$$

qs = Laju perpindahan kalor sensibel udara infiltrasi, (Btu/hr)

ql = Laju perpindahan kalor laten udara infiltrasi, (Btu/hr)

ΔT = Perbedaan temperatur udara luar dan temperature rancangan, (oF)
 ΔW = Perbedaan rasio kelembaban antara udara luar dan udara dalam ruangan.

h. Room Total Heat Gain

Room Total Heat Gain yang didapatkan terdiri atas seluruh beban kalor sensibel ruangan (RSHG) dan beban laten ruangan (RLHG) baik yang berasal dari beban eksternal maupun Internal dapat dilihat (Ahyadi dkk., 2022).

i. Outside Air Total Heat Gain

Outside air total heat gain diperoleh dari penjumlahan beban sensibel ventilasi dan beban laten ventilasi. Berikut adalah tabel hasil penjumlahan beban sensibel ventilasi dan beban laten ventilasi di dalam ruangan (Ahyadi dkk., 2022).

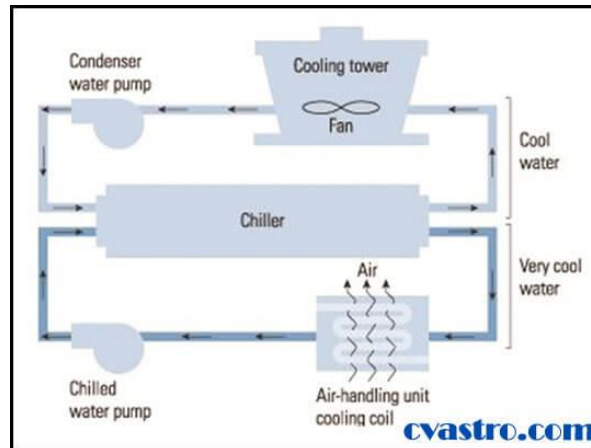
j. Grand Total Heat Gain

Grand total heat gain diperoleh dari penjumlahan room total heat gain dan outside air total heat. Dari Carrier Handbook of Air Conditioning System Design, ditentukan bahwa suatu faktor keamanan ditambahkan pada total heat. Faktor keamanan ini sebagai suatu faktor dari kemungkinan terjadinya kesalahan dalam survey atau perancangan. Harga safety factor sekitar 5% ditambahkan pada GTH (Ahyadi dkk., 2022).

2. *AHU (Air Handling Unit)*

Unit Air Handling Unit AHU air dingin akan mendinginkan atau mengkondisikan udara segar dari luar gedung sehingga mencapai temperatur dan kelembaban yang cukup, dan kemudian didistribusikan ke koridor ruangan di setiap lantai stand-stand. Unit AHU dengan kapasitas pendinginan yang berbeda untuk setiap lantai memenuhi kebutuhan pendinginan zona tertentu. Udara dingin digerakkan oleh fan

masuk melalui reduksi (saluran udara) dan masuk ke ducting return (saluran kembali). Udara masuk kemudian melalui filter untuk pembersihan udara masuk melalui celah dan permukaan coil evaporator (koil pendinginan) dan kembali ke ventilator (kipas udara)..(Dwi & Kusnanto, t.t.)



Gambar II. 2 Siklus *Cooled Water* pada AHU
 Sumber : *cvastro.com*, diakses 2 Mei 2024

Formula umum untuk menentukan beban pendinginan berdasarkan aliran udara menurut panduan HVAC Systems and Equipment :

Beban Pendinginan (BTU/h)

$$= \text{CFM (Cubic Feet per Minute)} \times \Delta T \times 1.08$$

CFM (*Cubic Feet per Minute*) adalah volume aliran udara yang perlu didinginkan per menit, yang dapat diperoleh melalui pengukuran langsung, panduan pabrik, atau perhitungan berdasarkan ukuran dan kebutuhan ventilasi ruangan. Nilai ΔT (perbedaan suhu) diperoleh dari pengukuran suhu udara masuk dan keluar

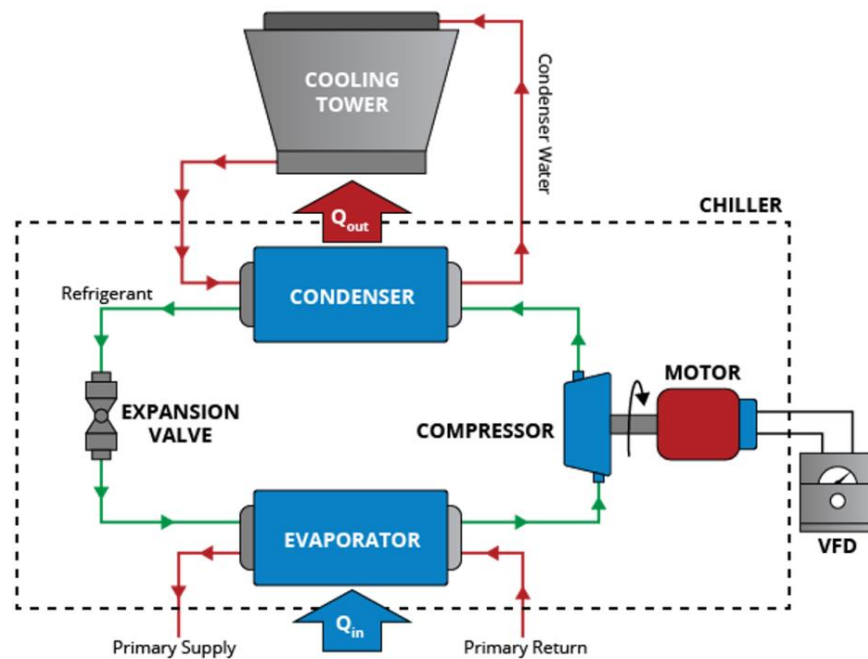
3. *Water-cooled Chiller*

Menurut Pranata, Dantes, dan Nugraha (2019), *chiller* yang mendinginkan air pada sisi evaporator dikenal sebagai *chiller* yang mendinginkan air. Prinsip dasar *chiller* air dingin adalah penyerapan dan pelepasan panas melalui media air yang didinginkan (Pranata dkk., 2019). Beberapa komponen utama sistem ini adalah evaporator, kondensor, kompresor, dan katup ekspansi. Prinsip

kerjanya mirip dengan mesin pendingin konvensional, di mana refrigeran dialirkan melalui pipa pendinginan (Safytri dkk., 2020). Untuk mencapai efisiensi pendinginan terbaik, sistem air dingin, juga dikenal sebagai sistem air dingin, terdiri dari berbagai bagian yang bekerja sama. Kapasitas chiller harus sedikit lebih tinggi dari total beban pendinginan untuk mengantisipasi fluktuasi beban dan menjaga efisiensi operasional. Formula yang digunakan menurut panduan *ASHRAE Handbook* adalah:

$$\text{Kapasitas Chiller (kW)} = \frac{\text{Beban Pendinginan Total (kW)}}{\text{COP (Coefficient of Performance)}}$$

Coefficient of Performance (COP) dapat diperoleh dari spesifikasi teknis pabrikan chiller atau dari panduan seperti *ASHRAE Handbook*. COP merupakan rasio antara keluaran pendinginan dengan input energi, yang menunjukkan efisiensi *chiller*.



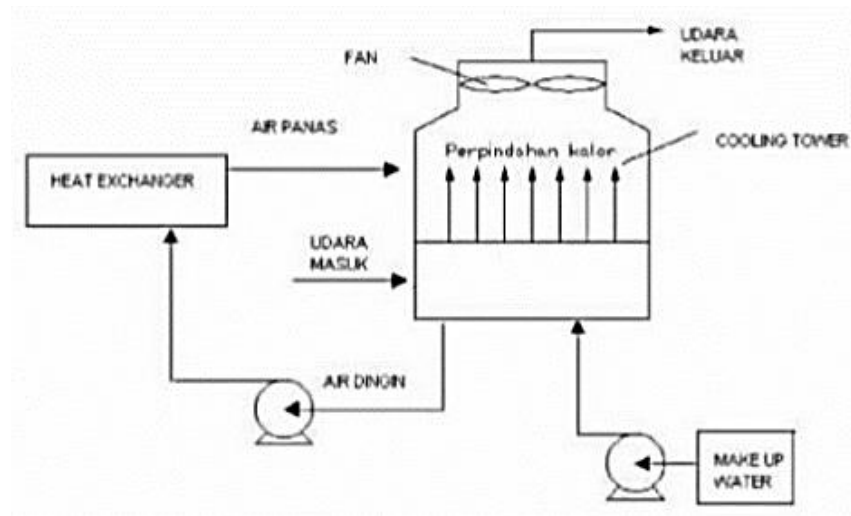
Gambar II. 3 Alur Kerja Pada Bagian Chiller
Sumber : <https://cikami.co.id/>, diakses 2 Mei 2024

4. Cooling Tower

Cooling tower menggunakan air dan udara dalam proses perpindahan panas, di mana panas dibuang ke atmosfer, sehingga menurunkan suhu aliran air, (Pratiwi dkk., 2014). Beberapa komponen utama sistem pemanasan menara

adalah *fan*, sistem distribusi, *spray nozzle (sprinkle)*, *fill (packing)*, basin, dan *pump*.

Tabung pendinginan bekerja dengan melepaskan kalor melalui kondensor, di mana refrigeran melepaskan kalornya ke air pendingin, sehingga air tersebut menjadi panas. Tujuan dari pemompaan air panas ini adalah untuk menyerap banyak kalor dan menyediakan air pendingin untuk sistem pendinginan. Dengan kata lain, menara pemanasan menurunkan suhu air dan mengeluarkan panasnya ke atmosfer.



Gambar II. 4 Alur Kerja Bagian *Cooling Tower*
 Sumber : <https://www.chegg.com/>, diakses 2 Mei 2024

Dibandingkan dengan mesin pendingin lainnya yang menggunakan metode pendinginan udara, seperti radiator kendaraan bermotor, menara pendingin memiliki kemampuan untuk menurunkan suhu air lebih rendah. Prinsip kerja menara pendingin adalah pelepasan dan perpindahan kalor, di mana kalor berpindah dari air ke udara. Proses penguapan menguapkan sebagian air ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer, menurunkan suhu air yang tersisa. Berikut adalah rumus untuk menentukan kapasitas cooling tower menurut panduan *Cooling Technology Institute (CTI) Guidelines*.

$$\text{Kapasitas Cooling Tower (GPM/h)} = \text{GPM} \times 500 \times \Delta T$$

GPM (*Gallons per Minute*) adalah laju aliran air melalui cooling tower, yang bisa diperoleh dari spesifikasi teknis atau pengukuran aliran air. Nilai ΔT (perbedaan suhu air masuk dan keluar) diperoleh dari pengukuran langsung.

5. Sistem Pipa dan Pompa

Sistem pipa yang efisien harus dirancang untuk menghubungkan chiller, AHU, dan cooling tower, dengan ukuran pipa yang sesuai kapasitas aliran dan tekanan. Pompa dipilih untuk memastikan aliran air dingin yang efisien. Rumus untuk menentukan head pompa adalah:

$$\text{Head (ft)} = \frac{\text{Pressure (psi)} \times 2,31}{\text{Specific Gravity}}$$

Pressure (psi) adalah tekanan yang diperlukan untuk mendorong air melalui sistem, yang bisa diperoleh dari data teknis pompa atau pengujian sebelumnya. Informasi teknis mengenai pemilihan pompa dan sistem pipa dapat ditemukan dalam *Pump Handbook*.

6. Kontrol dan Otomasi

Implementasi sistem kontrol otomatis sangat penting untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan dalam bangunan. Sistem kontrol yang cerdas akan mengatur operasi chiller, AHU, dan cooling tower secara otomatis. Ini termasuk penggunaan sensor untuk memantau suhu, kelembapan, dan aliran udara secara real-time. Data dari sensor ini digunakan oleh sistem kontrol untuk mengoptimalkan kinerja dan melakukan penyesuaian yang diperlukan. Selain itu, sistem monitoring yang baik akan membantu dalam pemeliharaan preventif dan optimalisasi operasi. Informasi lebih lanjut dapat ditemukan dalam *Building Automation Systems Handbook*.

B. Teori Penunjang

1. Bandar Udara

Dalam ICAO (*Internasional Civil Aviation Organization*) Annex 14, Bandar Udara adalah area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau

sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan di darat dari pesawat udara. Selain itu dalam undang-undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, Bab 1 Pasal 1 Ayat 33, yang dimaksud dengan Bandar Udara adalah kawasan di daratan atau perairan dengan batas – batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya (Undang-Undang No. 1 Tahun 2009).

2. Terminal Bandar Udara

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, terminal bandar udara adalah lokasi di bandar udara di mana penumpang menghubungkan darat ke transportasi udara dan menuju fasilitas yang memungkinkan mereka menaiki dan meninggalkan pesawat. Ini didasarkan pada Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/347/XII/1999 tentang Standar Rancang Bangun dan/atau Rekayasa Fasilitas dan Peralatan Bandar Udara, yang menetapkan standar untuk fasilitas dan peralatan bandar udara, dan yang menetapkan. Terminal penumpang harus memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan operasi penerbangan dan persyaratan administrasi, operasional, dan komersial (DJPU, 1999) .



Gambar II. 5 Desain Detail Autocad *Superimpose* Terminal 1 lt.1 dan Atap Bandara Internasional Juanda Surabaya

Sumber : Dokumentasi Penulis 2024

a. Ruang Tunggu Keberangkatan

Ruang tunggu keberangkatan di bangunan terminal berfungsi sebagai ruang perantara untuk menunggu penumpang yang akan berangkat

dengan pesawat udara. (Setiawan & Meirinawati, 2019). Bandar Udara Juanda Surabaya, yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura I (Persero), berusaha memberikan layanan terbaik kepada penumpang. Salah satu fasilitasnya terletak di ruang tunggu keberangkatan Terminal, di mana penumpang dapat menunggu keberangkatan pesawat domestik dan internasional.

b. Check-in Area

Check-in bandara adalah proses di mana maskapai penerbangan menyetujui penumpang pesawat untuk menaiki pesawat untuk penerbangan. Maskapai penerbangan biasanya menggunakan loket layanan yang terdapat di bandara untuk proses ini, dan *check-in* biasanya ditangani oleh maskapai penerbangan itu sendiri atau agen penanganan yang bekerja atas nama maskapai penerbangan. Penumpang biasanya menyerahkan bagasi apa pun yang tidak ingin atau tidak boleh mereka bawa di kabin pesawat dan menerima boarding pass sebelum mereka dapat melanjutkan ke pesawat (Wikipedia, 2023).

c. Area Pengambilan Bagasi

Area pengambilan bagasi adalah area di mana penumpang yang datang mengambil bagasi terdaftar setelah turun dari penerbangan maskapai. Istilah alternatif klaim bagasi digunakan di bandara-bandara di AS dan beberapa bandara internasional lainnya. Sistem serupa juga digunakan di stasiun kereta api yang dilayani oleh perusahaan yang menawarkan bagasi tercatat, seperti Amtrak di Amerika Serikat (Wikipedia, 2023).

3. Standar Pelayanan

Bandar udara dalam melaksanakan Pelayanan jasa Kebandarudaraan, Badan Usaha Bandar Udara dan Unit Penyelenggara Bandar Udara tentunya wajib memberikan pelayanan kepada Pengguna Jasa Bandar Udara sesuai dengan Standar Pelayanan jasa Kebandarudaraan. Salah 1 standar terhadap pelayan jasa kebandarudaraan di bandara yaitu adalah standar pelayanan terhadap

penumpang. Hal tersebut termasuk dan menjadi salah satu bagian pada fokus PM 41 tahun 2023 Tentang Pelayanan Jasa Kebandarudaraan dan *Key Performance Indicator* (KPI) Bandara Internasional Juanda Surabaya pada bagian Fokus Pelanggan.

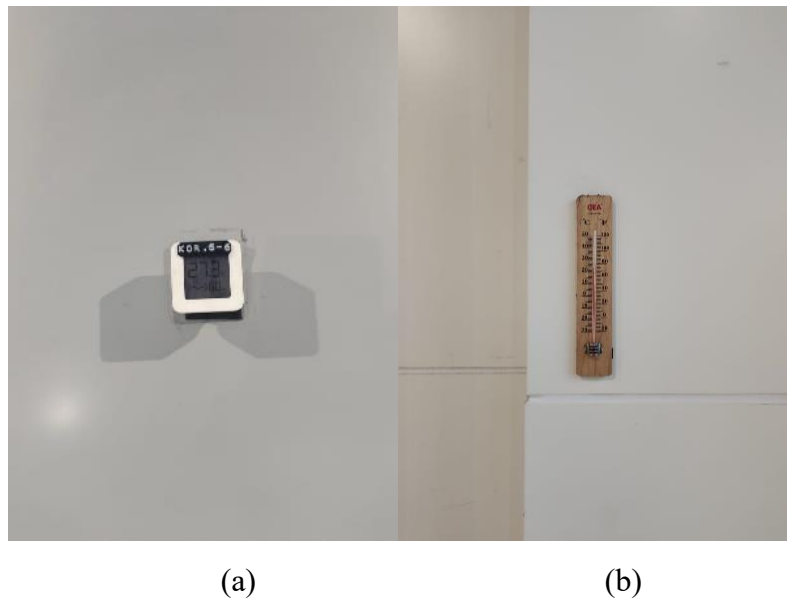
Standar Pelayanan terhadap penumpang sebagaimana yang akan ditekan pada judul yang saya buat adalah pelayanan pada fasilitas yang memberikan kenyamanan terhadap penumpang dalam pasal 12 huruf b yakni melakukan pengkondisian suhu ruangan. Pengkondisian suhu ruangan sesuai dengan standar yang ditentukan ($< 25^{\circ} \text{C}$) di *check-in area*, ruang tunggu keberangkatan dan area pengambilan bagasi. Tentunya pihak bandara perlu persyaratan pelayanan pada fasilitas yang memberikan kenyamanan terhadap penumpang.

4. Kegiatan Monitoring Suhu

Sistem pengawasan, juga dikenal sebagai sistem pemantauan, adalah upaya sistematis untuk menentukan kinerja standar pada perencanaan untuk merancang sistem umpan balik informasi, untuk membandingkan kinerja aktual dengan standar yang telah ditentukan, untuk mengetahui apakah telah terjadi suatu penyimpangan, dan untuk mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan untuk memastikan bahwa semua sumber daya yang ada di perusahaan atau organisasi digunakan dengan cara yang paling efisien dan efektif yang mungkin (Widiastuti & Susanto, 2014).

Sesuai dengan PM 41 tahun 2023, Yakni bandar udara dalam melaksanakan Pelayanan jasa Kebandarudaraan, Badan Usaha Bandar Udara dan Unit Penyelenggara Bandar Udara tentunya wajib memberikan pelayanan kepada Pengguna Jasa Bandar Udara sesuai dengan Standar Pelayanan jasa Kebandarudaraan Pengkondisian suhu ruangan sesuai dengan standar yang ditentukan ($< 25^{\circ} \text{C}$) di *check-in area*, ruang tunggu keberangkatan dan area pengambilan bagasi.. Sistem pengaturan suhu di bangunan atau kendaraan sering menggunakan prinsip kontrol suhu untuk menjaga kenyamanan dan keamanan penumpang atau penghuni.

Monitoring suhu juga suatu bentuk pencegahan masalah teknis peralatan penunjang seperti sistem pendingin atau pemanas mungkin mengalami gangguan atau kegagalan. Dengan memantau suhu ruangan sebanyak tiga kali sehari, petugas bandara dapat dengan cepat mendeteksi masalah teknis dan mengambil tindakan perbaikan sebelumnya. Terdapat 2 jenis termometer yang dipakai yakni termometer kayu air raksa dan termometer digital yang dapat menunjukkan data kelembapan udara pada sektor ruangan terkait.



Gambar II. 6 (a) Thermometer Digital (b) Thermometer Kayu
Sumber : Airport Mechanical Section Archive 2024

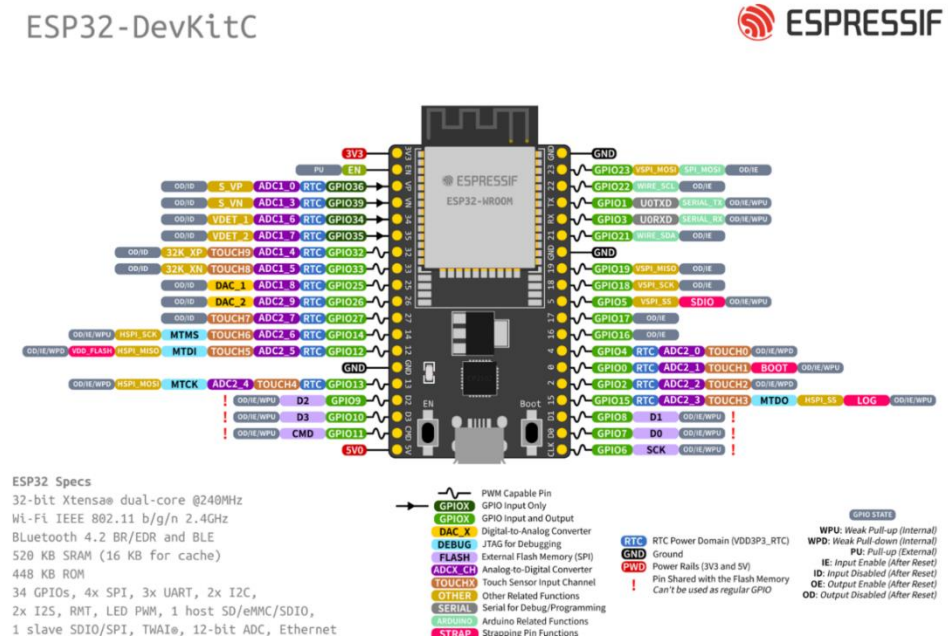
5. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus (Yoyon Efendi, 2018) . Tidak dapat dipungkiri bahwa kemajuan teknologi seperti IoT harus dapat dimanfaatkan dan dipelajari untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Peralatan elektronik seperti lampu ruangan dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui jaringan komputer di gedung. Sama seperti Bardi, sebuah merek lokal Indonesia yang berfokus pada perangkat pendukung Smart Home, kami dapat mengontrol lampu Bardi melalui smartphone kami dari mana pun kita berada. Dengan menggunakan Bardi Cam, kita dapat memantau kondisi rumah kita dan melacak perubahannya. Untuk membuat ekosistem IoT, kita juga memerlukan

perangkat pintar dan komponen pendukung lainnya, seperti (i) kecerdasan buatan, (ii) sensor, dan (iii) konektivitas. Ketiga komponen ini menjadi komponen yang membentuk *Internet of Things*.

6. Mikrokontroler ESP32 Wifi Model

Mikrokontroler ESP32 adalah mikrokontroler terpadu berbasis *chip* (SoC) yang memiliki WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap dengan prosesor, penyimpanan, dan akses ke GPIO (*Input Output* Standar). ESP32 dapat digunakan untuk rangkaian pengganti Arduino dan mendukung koneksi WI-FI langsung (Nizam dkk., 2022).



Gambar II. 7 ESP32 Model WiFi Pins & Specs

Sumber : <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>, diakses 2 Mei 2024

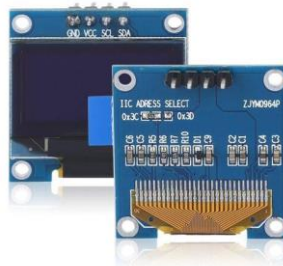
7. Blynk

Blynk adalah *Platform Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan Anda mengontrol dan memantau perangkat fisik menggunakan aplikasi seluler. *Blynk* dirancang untuk memudahkan pengembangan proyek IoT tanpa memerlukan pemrograman yang rumit. Dalam fungsinya *Blynk* menyediakan

berbagai widget yang dapat digunakan untuk membangun antarmuka pengguna yang interaktif (Pujiyanto & Fadlilah, 2023) .

8. OLED LCD I2C

Salah satu media yang dapat digunakan sebagai display output untuk modul Arduino dan pengontrol lainnya adalah OLED LCD. Memiliki kelebihan, yaitu kontras pixel yang sangat tajam dan tidak memerlukan backlight, yang berarti bahwa ia tidak menggunakan banyak daya. Dengan menggunakan *interface* periferan baik I2C maupun SPI, mikrokontroler LCD ini dapat menerima atau mengirim data perintah. Dengan font standar 5x7, OLED 128 x 64 dapat menampilkan sekitar 16 baris dengan 21 karakter dalam 1 baris. Namun, jika font yang dipilih lebih besar atau lebih kecil, jumlah karakter yang dapat ditampilkan di layar akan berbeda (Firdausi, 2018).

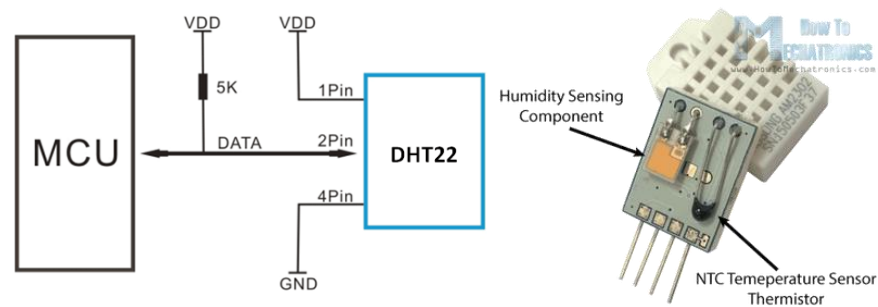


Gambar II. 8 OLED LCD I2C

Sumber : https://eprints.utdi.ac.id/10178/3/3_203310032_BAB_II.pdf, diakses 2 Mei 2024

9. DHT-22 / AM2302

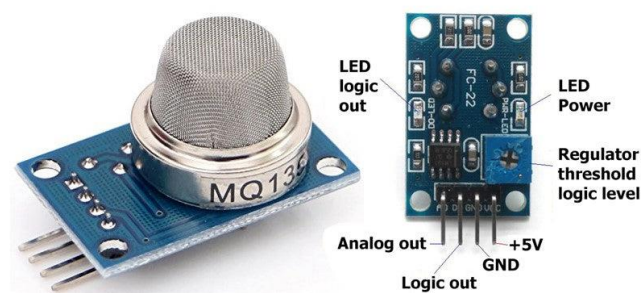
DHT22 adalah sensor digital yang mengukur suhu dan kelembaban dan menghasilkan sinyal digital yang telah dikalibrasi secara internal. Teknologi akuisisi digital dan penginderaan suhu dan kelembaban yang digunakan pada modul ini memastikan bahwa DHT22 sangat andal dan stabil dalam jangka panjang. (Saputra dkk., 2020).



Gambar II. 9 Sensor DHT 22 & *Electrical Connection Diagram*
 Sumber : *DHT22/AM2302 Catalog*

10. MQ – 135

Sensor gas MQ-135 sensitif terhadap berbagai senyawa seperti NH₃, NO_x, alkohol, bensol, asap (CO), dan CO₂, antara lain. Ketika sensor terkena gas, ia menerima perubahan nilai resistansi (analog). Karena praktis dan tidak membutuhkan banyak daya, sensor ini cocok untuk penggunaan penanda bahaya polusi. Gambar berikut menunjukkan sensor gas MQ-135.



Gambar II. 10 MQ – 135 Komponen dan Konfigurasi Pin
 Sumber : <https://vishaworld.com/products/mq135-air-quality-control-gas-sensor-module>, diakses 2 Mei 2024

11. *Google Spreadsheet*

Spreadsheet adalah program komputer yang menampilkan, mengolah, dan menyimpan data dalam baris dan kolom. Pertemuan antara baris dan kolom disebut sel, yang dapat saling terkait sehingga perubahan pada satu sel dapat mempengaruhi sel lain (Jácome Cunha, 2015). Kumpulan baris dan kolom disebut tabel, yang digunakan untuk menampilkan data.

Jenis-jenis *spreadsheet* termasuk Microsoft Excel, Lotus 123, Quattro, dan *Google Sheets*. *Google Sheets* memiliki keunggulan dalam kolaborasi, memungkinkan pengguna mengakses dan mengedit data bersama-sama dari mana saja dan kapan saja (Suwiji, 2020). *Google Sheets* juga mendukung

penggunaan Apps Script, yang memungkinkan otomatisasi dan pengembangan fungsi-fungsi kustom untuk meningkatkan efisiensi pengolahan data dan integrasi dengan layanan *Google* lainnya.



Gambar II. 11 *Spreadsheet* dan *Appscript Extension*

Sumber : <https://blog.golayer.io/Google-sheets/Google-apps-script-tutorial>, diakses 2 Mei 2024

C. Kajian dari Penelitian yang Relevan

Dalam penyusunan pengembangan media pembelajaran ini, penulis menggunakan beberapa jurnal penelitian terdahulu untuk dijadikan sumber acuan, berikut beberapa jurnal penelitian tersebut.

1. Dalam penelitian Mochamad Nur Afandi tahun 2018 tentang *Monitoring* suhu dan kelembapan ruang *server* PT. SIER Surabaya menggunakan *Arduino* dengan *database Thingspeak*. Diperlukan pengaturan suhu dan kelembapan dalam suatu ruang *server*. Dengan kemajuan teknologi dan IoT sekarang, pengontrolan dapat dilakukan pemeriksaan suhu dan kelembapan pada suatu ruangan tanpa harus mengukur suhu secara langsung pada ruangan tersebut. Informasi dari hasil *monitoring* DHT 11 dapat dilihat langsung melalui *server* thingspeak.com yang menampilkan data secara realtime. Dengan bantuan mikrokontroler *Arduino*
2. Dalam penelitian Heri Purnadi tahun 2021 tentang Pemanfaatan *Google Spreadsheet* dan *Google Data Studio* sebagai *Dashboard* Suhu Dan Kelembaban di Laboratorium saat ini rekaman suhu dan kelembaban di laboratorium masih ditulis tangan secara manual dan belum menerapkan dashboard. Pada pengembangannya *Google Spreadsheet* sebagai media input data dan *Google Data Studio* sebagai pengolah data agar menjadi *dashboard* yang sesuai dengan kebutuhan. Dengan

dashboard suhu dan kelembaban, petugas laboratorium dapat memperoleh informasi secara cepat dan tepat untuk mengambil sebuah tindakan atau sebuah keputusan secara efektif dan efisien mengenai kondisi suhu dan kelembaban di laboratorium secara online.

3. Dalam penelitian Syahlan Pujianto dan Umi Fadlilah tahun 2021 tentang Pemanfaatan ESP8266 Dan Aplikasi *Blynk* untuk *Monitoring* Suhu dan Kelembaban Kumbung Jamur memanfaatkan sensor DHT11 yang berfungsi mengukur suhu dan kelembaban dengan output analog yang dapat diolah oleh Mikrokontroler ESP8266. Data yang diolah akan dikirimkan ke sebuah aplikasi *BLYNK* yang terinstal pada smartphone. Hasil yang diharapkan pada penelitian kali ini ialah untuk mengenalkan IoT (*Internet of Things*). Penelitian ini memungkinkan *monitoring* suhu secara *real-time*.

Namun, meskipun telah ada beberapa penelitian sebelumnya tentang implementasi IoT dalam pemantauan suhu, belum didapat penelitian yang secara spesifik fokus pada rancangan sistem *monitoring* suhu dan kelembaban menggunakan *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan 2 *server* dalam sebagai monitor dan database secara serentak pada monitoring ruang tunggu bandara. Terlebih, dilakukan penambahan fitur kualitas udara serta integrasi 2 *Device* untuk memperjelas keandalan *Prototype* yang ditujukan pada Terminal Bandara Internasional Juanda Surabaya.