

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING BERBASIS
INTERNET OF THINGS UNTUK SUHU RUANG SERVER DI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

TUGAS AKHIR

**Diajukan oleh:
CAHAYA FARADILA
NIM.210705069
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2026 M/1447 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING BERBASIS INTERNET OF THINGS
UNTUK SUHU RUANG SERVER DI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknologi Informasi

Oleh:
CAHAYA FARADILA
NIM. 210705078

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi**

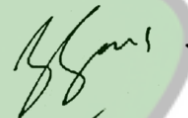
Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,



Ridha Ilahi, M.Kom.
NIP. 19790532014031001

Pembimbing II,



Khairan Ar, M.Kom.
NIP. 198607042014031001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Informasi



Malahayati, M.T.
NIP. 198301272015032003

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING BERBASIS INTERNET OF THINGS
UNTUK SUHU RUANG SERVER DI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Dewan Penguji Seminar Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknologi Informasi

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 28 Januari 2026
9 Sya'ban 1447 H

Dewan Penguji Tugas Akhir:

Ketua,

Ridha Ilahi, M.Kom.
NIP. 19790532014031001

Sekretaris,

Khairan Ar, M.Kom.
NIP. 198607042014031001

Penguji I,

Baihaqi, M.T.
NIP. 198802212022031001

Penguji II,

Mursyidin, M.T.
NIP. 198204052023211020

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,



Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., I.P.U.
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cahaya Faradila
NIM : 210705069
Program Studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Berbasis Internet of Things untuk Suhu Ruang Server di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenakan sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 28 Januari 2026

Yang Menyatakan



(Cahaya Faradila)

KATA PENGANTAR

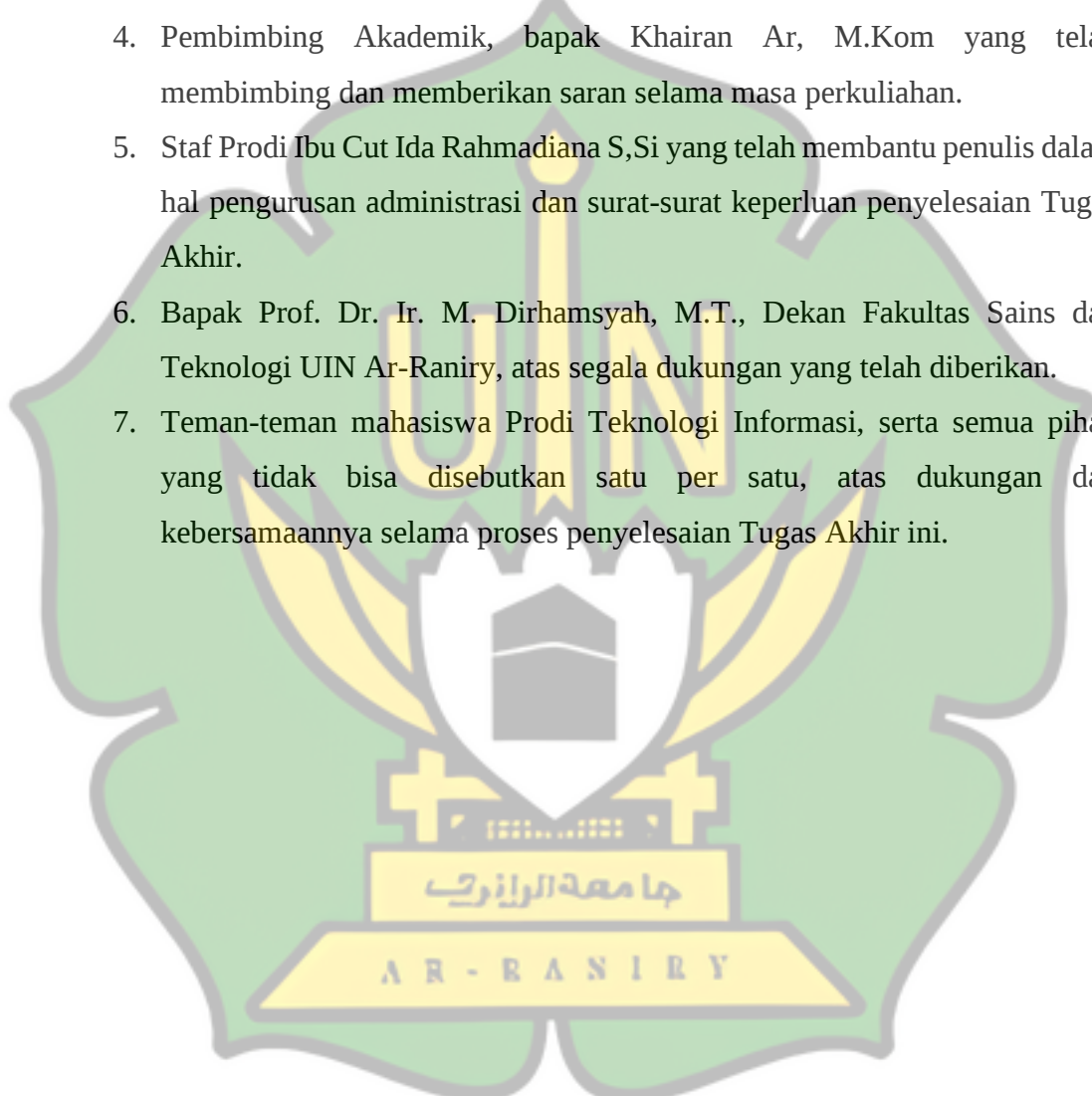
Puji syukur senantiasa kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, serta kasih sayang nya yang telah memberikan kekuatan dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW, yang telah membawa cahaya ilmu pengetahuan dan petunjuk menuju jalan yang lurus bagi seluruh umat manusia.

Alhamdulillah dengan rahmat Allah yang Maha Rahman dan Maha Rahim, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul " Rancang Bangun Sistem Monitoring Berbasis *Internet Of Things* Untuk Suhu Ruang Server Di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry ". Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata satu Teknologi Informasi pada fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Ucapan Terimakasih Penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang menjadi sebab dari mereka penulis belajar, mendapatkan ilmu, mendapatkan dukungan, serta mendapatkan hal yang bermanfaat lainnya sehingga penulis sampai pada titik menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terutama dalam konteks ini penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Teruntuk kedua orangtua tersayang, support system terbaik dan panutanku. Terimakasih selalu berjuang dalam mengupayakan yang terbaik untuk kehidupan penulis, yang tidak pernah henti-hentinya memberikan do'a dan kasih sayang yang tulus, pemberi semangat dan selalu memberikan dukungan terbaiknya sampai penulis berhasil menyelesaikan studinya sampai sarjana.
2. Bapak Ridha Ilahi, M.T, dan Bapak Khairan AR, M.Kom, selaku pembimbing yang selalu bersedia meluangkan waktu, fikiran untuk membimbing penulis demi membantu penyelesaian Tugas Akhir ini.

3. Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi, Ibu Malahayati, M.T dan Bapak Khairan Ar, M.Kom, serta Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknologi Informasi yang telah memberikan ilmu pengetahuan dalam bidang Teknologi Informasi kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Pembimbing Akademik, bapak Khairan Ar, M.Kom yang telah membimbing dan memberikan saran selama masa perkuliahan.
5. Staf Prodi Ibu Cut Ida Rahmadiana S, Si yang telah membantu penulis dalam hal pengurusan administrasi dan surat-surat keperluan penyelesaian Tugas Akhir.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, atas segala dukungan yang telah diberikan.
7. Teman-teman mahasiswa Prodi Teknologi Informasi, serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, atas dukungan dan kebersamaannya selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.



ABSTRAK

Nama : Cahaya Faradila
NIM : 210705069
Program Studi : Teknologi Informasi
Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Berbasis Internet Of Things Untuk Suhu Ruang Server Di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Tanggal Sidang : 28 Januari 2026
Halaman : 43
Pembimbing I : Ridha Ilahi, S.Kom, M. T
Pembimbing II : Khairan AR, M.Kom

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring suhu ruang server berbasis *Internet of Things* (IoT) di Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry. Ruang server merupakan infrastruktur vital yang memerlukan suhu stabil antara 18°C hingga 27°C untuk mencegah *overheating* dan kerusakan perangkat keras. Namun, pengawasan manual yang selama ini dilakukan berisiko menyebabkan keterlambatan deteksi anomali suhu. Sistem ini dikembangkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali dan sensor DHT22 untuk akuisisi data suhu secara *real-time*. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan ke *platform* Blynk melalui koneksi Wi-Fi untuk visualisasi data pada *smartphone* maupun *web browser*. Selain pemantauan jarak jauh, sistem ini dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis melalui email yang akan aktif apabila suhu melewati ambang batas yang ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis dan kontinu dalam memantau suhu ruang server, memberikan peringatan dini yang akurat, serta meminimalisir risiko kerusakan perangkat akibat gangguan suhu.

Kata Kunci : *Internet of Things* (IoT), Ruang Server, NodeMCU ESP8266, Sensor DHT22, Blynk, Monitoring Suhu

ABSTRAC

Name : Cahaya Faradila
NIM : 210705069
Study Program : Teknologi Informasi
Title : *Design Of An Internet Of Things-Based Monitoring System For Server Room Temperature At Ar-Raniry State Islamic University*
Date : 28 Januari 2026
Number of Page : 43
Supervisor I : Ridha Ilahi, S.Kom, M. T
Supervisor II : Khairan AR, M.Kom

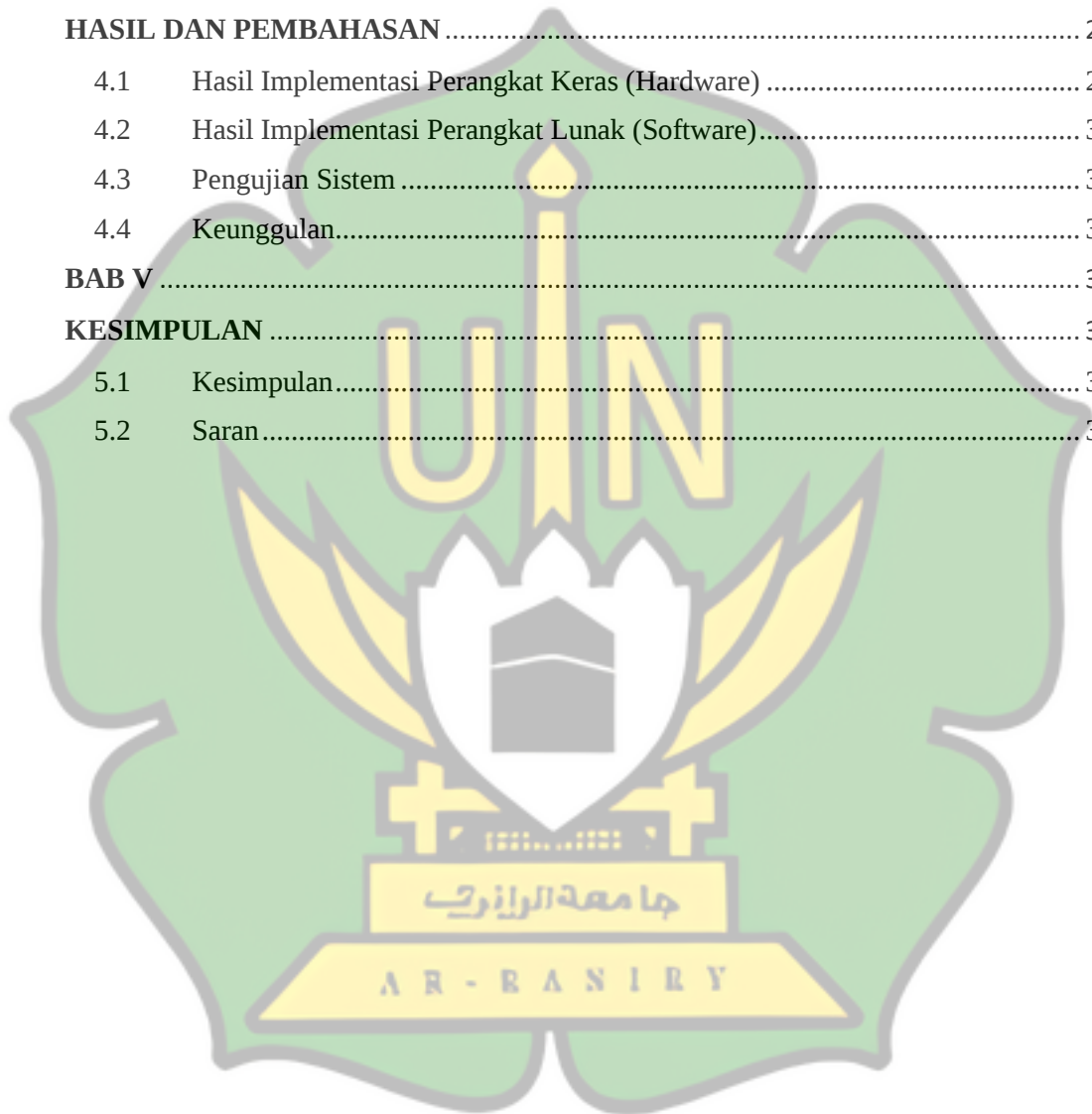
This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based server room temperature monitoring system at Ar-Raniry State Islamic University (UIN Ar-Raniry). The server room is a vital infrastructure that requires a stable temperature between 18°C and 27°C to prevent overheating and hardware damage. However, existing manual monitoring poses a risk of delayed temperature anomaly detection. This system was developed using the NodeMCU ESP8266 microcontroller as the control center and the DHT22 sensor for real-time temperature data acquisition. The acquired data is then sent to the Blynk platform via a Wi-Fi connection for data visualization on smartphones and web browsers. In addition to remote monitoring, the system is equipped with an automatic email notification feature that triggers when the temperature exceeds the predetermined threshold. The results indicate that the system can operate automatically and continuously in monitoring server room temperature, providing accurate early warnings, and minimizing the risk of device damage due to temperature fluctuations.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Server Room, NodeMCU ESP8266, DHT22 Sensor, Blynk, Temperature Monitoring.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRAC	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Kajian Teoritis	12
2.2.1 Konsep Sistem Monitoring	12
2.2.2 Monitoring Suhu Ruang Server	12
2.2.3 <i>Internet of Things</i>	14
2.2.4 NodeMCU ESP8266.....	15
2.2.5 Sensor DHT22	17
2.2.6 Blynk.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Tahapan Penelitian	19
3.1.1 Observasi Awal	20
3.1.2 Analisis Kebutuhan Alat dan Bahan	20
3.1.3 Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	21
3.1.4 Perancangan Perangkat Lunak (Software)	21
3.1.5 Pembuatan Alat	23

3.1.6	Pengujian Alat.....	24
3.1.7	Analisis Data.....	24
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.3	Alat dan Bahan	26
BAB IV		29
HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Hasil Implementasi Perangkat Keras (Hardware)	29
4.2	Hasil Implementasi Perangkat Lunak (Software).....	30
4.3	Pengujian Sistem	33
4.4	Keunggulan.....	35
BAB V		37
KESIMPULAN		37
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran.....	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 NodeMCU ESP8266	16
Gambar 2. 2 DHT22.....	18
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	19
Gambar 3. 2 Perancangan Perangkat Keras	21
Gambar 3. 3 Perancangan Perangkat Lunak	23
Gambar 4. 1 Rangkaian Perangkat Keras Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Berbasis IoT	29
Gambar 4. 2 Implementasi Perangkat Keras Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Berbasis IoT	30
Gambar 4. 3 Kode Program Inisialisasi Sistem dan Koneksi Blynk pada NodeMCU ESP8266	32
Gambar 4. 4 Tampilan data suhu pada LCD 16×2 sebagai output lokal sistem monitoring.....	34
Gambar 4. 5 Tampilan notifikasi email yang diterima pengguna ketika suhu melebihi ambang batas yang telah ditentukan.	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2. 2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266	16
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan (<i>Hardware</i>).....	26
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan (<i>Software</i>).....	27



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat dalam dua dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam pengelolaan infrastruktur teknologi di berbagai institusi dan perusahaan. Salah satu aspek vital dari infrastruktur teknologi adalah ruang server, yang berfungsi sebagai pusat penyimpanan, pengolahan, dan distribusi data. Ruang server memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kontinuitas layanan digital, baik untuk kebutuhan internal organisasi maupun untuk pelayanan publik. Oleh karena itu, pemeliharaan dan pengawasan terhadap kondisi lingkungan ruang server, khususnya suhu, menjadi sangat krusial untuk mencegah terjadinya gangguan operasional yang dapat berakibat fatal, seperti kerusakan perangkat keras, kehilangan data, hingga terhentinya layanan secara keseluruhan.

Secara umum, suhu yang tidak terkontrol di ruang server dapat menyebabkan overheating pada perangkat, yang pada akhirnya dapat menurunkan umur pakai perangkat keras dan meningkatkan risiko terjadinya kerusakan sistem secara tiba-tiba. Kondisi ideal yang diharapkan adalah terciptanya lingkungan ruang server yang stabil, dengan suhu yang selalu berada dalam rentang aman sesuai standar ISO (*International Organization for Standardization*) dan juga rekomendasi dari ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*), suhu ideal untuk ruang server berada pada rentang 18°C hingga 27°C, Rentang suhu ini dianggap optimal untuk menjaga kestabilan perangkat keras, mencegah overheating, serta meminimalisir risiko kerusakan akibat suhu yang tidak sesuai (ASHRAE, 2021). Namun, pada kenyataannya, masih banyak ruang server yang belum dilengkapi dengan sistem monitoring suhu yang memadai, sehingga pengawasan suhu masih dilakukan secara manual dan berkala. Hal ini menyebabkan adanya potensi keterlambatan dalam mendeteksi kenaikan suhu yang

abnormal, yang dapat berujung pada kerusakan perangkat dan kerugian finansial yang tidak sedikit.

Untuk mengatasi masalah tersebut di atas, beberapa peneliti telah menawarkan solusi menggunakan Internet of Things (IoT). IoT memungkinkan integrasi berbagai sensor dengan jaringan internet, sehingga data lingkungan seperti suhu dapat dipantau dan dianalisis secara langsung dari jarak jauh. Salah satu perangkat yang banyak digunakan dalam implementasi IoT adalah NodeMCU, sebuah mikrokontroler berbasis ESP8266 yang memiliki kemampuan konektivitas *Wireless Fidelity (Wi-Fi)* dan dapat diprogram untuk mengumpulkan serta mengirimkan data sensor ke *platform cloud*. Selain itu, Blynk merupakan salah satu platform IoT yang banyak digunakan sebagai media pemantauan data sensor secara real-time melalui aplikasi berbasis smartphone (Rohimat et al., 2024). Blynk menyediakan antarmuka yang interaktif, mudah dikonfigurasi, serta mendukung komunikasi dua arah antara perangkat IoT dan pengguna, sehingga memungkinkan proses monitoring suhu ruang server dilakukan secara langsung dan efisien dari jarak jauh (Saputra et al., 2025).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan Blynk mampu meningkatkan efektivitas pengawasan kondisi lingkungan karena data dapat ditampilkan secara real-time dan disertai fitur notifikasi apabila terjadi perubahan suhu yang melebihi batas aman (Syafii et al., 2025). Dengan karakteristik tersebut, Blynk dinilai lebih sesuai untuk mendukung sistem monitoring suhu ruang server berbasis IoT yang membutuhkan kemudahan akses, respons cepat, dan visualisasi data yang informatif.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan efektivitas penggunaan IoT dalam *monitoring* suhu dan *parameter* lingkungan lainnya. Hasan, M. W. (2023) mengembangkan model prediksi suhu dan kelembaban berbasis IoT yang mampu memberikan informasi lingkungan secara akurat dan *real-time*. Dalam penelitian tersebut, penggunaan sensor yang terhubung ke jaringan internet memungkinkan pengumpulan data secara kontinu, sehingga dapat dilakukan analisis tren dan prediksi kondisi lingkungan di masa mendatang. Hal ini sangat

relevan dengan kebutuhan monitoring ruang server, di mana deteksi dini terhadap perubahan suhu sangat diperlukan untuk mencegah terjadinya *overheating* dan kerusakan perangkat keras.

Lebih lanjut, Siregar dan Pratama (2024) dalam penelitiannya mengenai sistem monitoring lingkungan berbasis IoT menggunakan aplikasi Blynk, menunjukkan bahwa integrasi antara sensor, NodeMCU, dan platform Blynk dapat menghasilkan sistem monitoring yang efisien dan mudah diimplementasikan. Sistem tersebut mampu mengirimkan data suhu dan parameter lingkungan lainnya ke cloud secara otomatis, sehingga pengguna dapat memantau kondisi ruang server secara real-time melalui aplikasi mobile. Keunggulan lain dari sistem ini adalah kemampuannya dalam memberikan peringatan dini secara otomatis apabila terjadi anomali suhu, sehingga tindakan preventif dapat segera dilakukan.

Selain itu, (Narayana, dkk., 2024) menyoroti kemajuan dalam monitoring *parameter* lingkungan secara real-time menggunakan teknologi cerdas. Penelitian ini menegaskan bahwa sistem monitoring berbasis IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi pengawasan, tetapi juga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat berdasarkan data yang diperoleh secara *real-time*. Dengan adanya sistem monitoring otomatis, beban kerja operator ruang server dapat dikurangi, dan risiko *human error* dalam pengawasan manual dapat diminimalisir. Hal ini sangat penting mengingat ruang server sering kali beroperasi 24 jam tanpa henti, sehingga diperlukan sistem monitoring yang andal dan dapat bekerja secara kontinu.

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas sistem monitoring suhu berbasis IoT, di lapangan masih ditemukan beberapa kendala, seperti keterbatasan sumber daya manusia yang memahami teknologi IoT, keterbatasan anggaran, serta kurangnya sistem peringatan dini yang mudah diakses. Oleh karena itu, diperlukan rancang bangun sistem monitoring suhu ruang server yang tidak hanya mampu memantau suhu secara real-time, tetapi juga mudah diimplementasikan, ekonomis, serta mampu memberikan notifikasi otomatis kepada pengguna melalui aplikasi yang umum digunakan seperti Blynk.

Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada sistem monitoring dengan pendekatan teknologi yang relatif kompleks dan kurang sesuai untuk skala kecil hingga menengah, seperti ruang server pada institusi pendidikan atau perkantoran kecil. Hal ini menunjukkan adanya peluang penelitian dalam merancang sistem monitoring suhu yang sederhana namun fungsional, dengan memanfaatkan NodeMCU dan platform Blynk sebagai media monitoring dan peringatan dini. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi monitoring suhu yang praktis, ekonomis, dan adaptif terhadap keterbatasan sumber daya yang ada.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan akan sistem monitoring suhu ruang server berbasis IoT semakin meningkat seiring dengan tingginya ketergantungan terhadap layanan digital. Penggunaan NodeMCU dan platform Blynk menawarkan solusi monitoring suhu ruang server yang efektif, efisien, dan mudah diimplementasikan, sehingga mampu meningkatkan keandalan operasional dan meminimalkan risiko kerusakan perangkat akibat suhu yang tidak terkendali.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah pada penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring suhu ruang server berbasis IoT menggunakan NodeMCU dan Blynk untuk pemantauan suhu secara *real-time* dan otomatis?
2. Bagaimana sistem dapat mengidentifikasi anomali suhu dan mengirimkan notifikasi melalui *email* kepada pengguna?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring suhu ruang server berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT22 untuk pemantauan suhu secara *real-time* dan otomatis.

2. Mengembangkan fitur deteksi anomali suhu dan pengiriman notifikasi kepada pengguna melalui *email*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

1. Memberikan solusi monitoring suhu ruangan *server* yang efektif, efisien, dan dapat diakses secara jarak jauh dengan biaya yang relatif rendah.
2. Menjadi referensi bagi pengembang sistem berbasis IoT dalam konteks monitoring lingkungan.
3. Meningkatkan pengawasan terhadap ruang *server* yang berisi perangkat penting melalui sistem peringatan suhu secara otomatis.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini tetap fokus dan tidak meluas, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem difokuskan pada pemantauan suhu dan kelembaban saja.
2. Sensor suhu yang digunakan dalam sistem adalah DHT22.
3. Platform penyimpanan dan visualisasi data yang digunakan adalah Blynk.
4. Notifikasi hanya dikirim melalui *email* jika suhu melewati ambang batas tertentu.
5. Lokasi pengujian sistem dibatasi pada ruang *server* skala kecil milik UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk dapat mengetahui isi penelitian ini, maka secara singkat akan disusun dalam sistematika penulisan sebagai berikut:

Penelitian ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan, Pendahuluan, berisi uraian mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan penelitian, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka, menyajikan teori-teori dasar yang relevan dengan penelitian serta ulasan terhadap penelitian terdahulu yang sejenis.
3. Bab III Metodologi Penelitian, memuat metode yang digunakan dalam penelitian, perangkat keras dan lunak yang digunakan, serta perancangan sistem.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan sangat penting sebagai landasan dalam mendukung proses pengembangan dan implementasi sistem yang dirancang pada penelitian ini. Studi-studi tersebut menjadi acuan karena berkaitan dengan penerapan teknologi IoT untuk memantau suhu ruang *server* secara real-time, dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor temperatur, serta integrasi data ke platform Blynk melalui antarmuka website.

Penelitian yang dilakukan oleh Fajarullah Akbar dan Sugeng pada tahun 2021 berjudul *“Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan Penyimpanan Obat Berbasis Internet of Things (IoT) di Puskesmas Kecamatan Taman Sari Jakarta Barat”*. Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring suhu dan kelembapan ruangan penyimpanan obat agar bisa dipantau secara real-time menggunakan teknologi IoT. Metode yang digunakan meliputi studi literatur dan observasi. Sistem ini menggunakan mikrokontroler WeMos D1 ESP8266 yang terhubung dengan sensor suhu dan kelembapan DHT11 serta sensor pintu MC-38. Semua perangkat tersebut dihubungkan dengan aplikasi Blynk melalui koneksi internet, sehingga pengguna dapat memantau suhu, kelembapan, dan status pintu dari smartphone Android. Hasilnya menunjukkan sistem dapat bekerja secara efektif dalam menampilkan data suhu dan kelembapan serta memberikan notifikasi saat pintu terbuka atau tertutup. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah terciptanya sistem monitoring berbasis IoT yang dapat meningkatkan keamanan dan kestabilan lingkungan penyimpanan obat dengan efisiensi tinggi dan kontrol jarak jauh.

Penelitian oleh Olynda Mufariihana Nur Syfaii dan Ika Ratna Indra Astutik (2023) berjudul *“Implementation of Server Room Temperature Monitoring and Controlling Based on Internet of Things (IoT)”* mengusulkan sistem monitoring suhu ruang *server* menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor

DHT22. Sistem ini terintegrasi dengan aplikasi Blynk untuk pemantauan real-time dan *bot* WhatsApp untuk pemberitahuan suhu secara otomatis. Pengujian menggunakan metode *black box* dan sensor menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai fungsi dan mempermudah administrator dalam memantau suhu dari jarak jauh. Kontribusi utamanya adalah penerapan antarmuka pengguna yang intuitif melalui Blynk dan WhatsApp untuk manajemen suhu secara efisien.

Faisal Arief Deswar dan Rizky Pradana (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “*Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet of Things (IoT)*” menggunakan Wemos D1 R1 (berbasis ESP8266), sensor suhu DHT11, IR Transmitter, dan LCD I2C/IIC. Sistem dibuat menggunakan metode prototyping dan diuji melalui *black box*. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat memantau suhu ruang server secara otomatis, menyimpan data suhu ke dalam database, dan menampilkannya melalui aplikasi Android serta layar LCD. Sistem juga memungkinkan pengontrolan suhu AC dari jarak jauh. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi IR Transmitter dengan mikrokontroler untuk pengendalian AC dan tampilan monitoring suhu berbasis Android.

M. Asep Rizkiawan, Harry Ramza, dan Agus Sofwan (2024) dalam jurnal “*Internet of Things (IoT) Based Temperature and Humidity Detector Prototype in the UHAMKA Data Center Room*” merancang sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis IoT untuk ruang server menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT22 yang terhubung ke aplikasi Blynk. Sistem diuji menggunakan metode *black box* dan *white box*, dengan tingkat error pengukuran suhu 0,051% dan kelembaban 0,064%. Sistem berhasil memberikan pemantauan real-time melalui platform mobile dan web serta mengurangi kebutuhan kehadiran fisik di ruang server. Kontribusi utamanya adalah pengembangan sistem yang andal, presisi tinggi, dan responsif berbasis Blynk serta pengujian komprehensif melalui 35 kali uji coba.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti/ Tahun	Judul	Keterangan	Hasil
1	Fajarullah Akbar & Sugeng, 2021	<i>Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan Penyimpanan Obat Berbasis IoT di Puskesmas Kecamatan Taman Sari Jakarta Barat</i>	Penelitian ini merancang sistem pemantauan suhu dan kelembapan berbasis IoT dengan menggunakan WeMos D1 ESP8266, sensor DHT11, dan sensor pintu MC-38. Data ditampilkan melalui aplikasi Blynk Android secara <i>real-time</i> , sehingga memudahkan pengawasan lingkungan penyimpanan obat dari jarak jauh.	Sistem dapat mendeteksi dan menampilkan suhu, kelembapan, serta status pintu secara <i>real-time</i> melalui Blynk.
2	O. M. N. Syfaii & I. R. I. Astutik (2023)	<i>Implementation of Server Room Temp Monitoring and Controlling Based on IoT</i>	Penelitian ini merancang sistem pemantauan dan pengendalian suhu ruang <i>server</i> berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor DHT22. Data ditampilkan melalui aplikasi Blynk Android secara <i>real-time</i> , dan sistem mengirimkan notifikasi suhu melalui WhatsApp Bot untuk membantu pemantauan suhu dari jarak jauh.	Sistem <i>real-time</i> , antarmuka ramah pengguna, memudahkan pemantauan suhu jarak jauh
3	F. A. Deswar & R. Pradana (2021)	<i>Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan</i>	Penelitian ini merancang sistem monitoring suhu ruang <i>server</i> berbasis IoT menggunakan Wemos D1 R1, sensor DHT11,	Sistem dapat menyimpan, menampilkan, dan mengontrol

		<i>Wemos D1 R1 Berbasis IoT</i>	IR Transmitter, dan LCD I2C. Sistem menampilkan data suhu melalui aplikasi Android dan layar LCD, serta memungkinkan kontrol otomatis AC dari jarak jauh.	suhu ruang <i>server</i> dari Android & <i>database</i>
4	M. A. Rizkiawan, H. Ramza & A. Sofwan (2024)	<i>IoT Based Temperature and Humidity Detector Prototype in the UHAMKA Data Center Room</i>	Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembapan ruang <i>server</i> berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor DHT22, dan aplikasi Blynk. Data ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk Android, dengan pengujian akurasi menggunakan alat ukur termometer konvensional.	Sistem presisi tinggi, monitoring suhu dan kelembapan via web & <i>mobile</i> , respons cepat, cocok untuk data <i>center</i> profesional

Salah satu penelitian yang paling relevan dengan topik penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Olynda Mufariihana Nur Syfaii dan Ika Ratna Indra Astutik (2023) yang berjudul "Implementation of Server Room Temperature Monitoring and Controlling Based on Internet of Things (IoT)". Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang sedang dilakukan, yaitu menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor DHT22, serta memanfaatkan konsep Internet of Things (IoT) untuk memantau suhu ruang *server* secara *real-time*. Keduanya juga bertujuan untuk memberikan kemudahan kepada administrator dalam melakukan pemantauan suhu dari jarak jauh dengan notifikasi otomatis.

Namun demikian, terdapat beberapa perbedaan mendasar antara penelitian tersebut dengan penelitian ini. Penelitian sebelumnya menggunakan aplikasi Blynk sebagai platform utama untuk pemantauan data dan pengiriman notifikasi melalui WhatsApp Bot, sementara dalam penelitian ini digunakan *platform* Blynk untuk visualisasi data secara *real-time* dan sistem *email* sebagai media notifikasi.

Pemilihan *platform* Blynk didasarkan pada kemampuannya menyediakan antarmuka yang interaktif, mudah dikonfigurasi, serta mendukung akses lintas perangkat melalui aplikasi maupun *dashboard* berbasis *web*, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan tanpa memerlukan konfigurasi yang kompleks. Selain itu, pendekatan dalam penelitian ini menekankan pada kesederhanaan sistem dan efisiensi biaya, agar dapat diterapkan pada institusi skala kecil hingga menengah yang memiliki keterbatasan anggaran dan sumber daya. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengisi celah dari penelitian sebelumnya dengan menawarkan alternatif implementasi *monitoring* suhu yang praktis, ekonomis, dan tetap efektif.

2.2 Kajian Teoritis

2.2.1 Konsep Sistem Monitoring

Sistem monitoring otomatis merupakan sistem yang dirancang untuk mengamati, mencatat, dan mengontrol kondisi lingkungan atau *parameter* tertentu tanpa keterlibatan manusia secara langsung dalam operasionalnya. Sistem ini biasanya terdiri dari tiga komponen utama, yaitu sensor sebagai alat akuisisi data, mikrokontroler sebagai pemroses data, dan aktuator atau media *output* untuk menyampaikan informasi atau melakukan tindakan otomatis berdasarkan kondisi tertentu.

Dalam konteks pemantauan suhu ruang *server*, sistem monitoring otomatis dirancang agar mampu membaca suhu secara berkala, mengirimkan data ke *platform* pemantauan jarak jauh (seperti Blynk), serta memberikan notifikasi kepada pengguna apabila suhu melampaui batas yang ditentukan. Sistem ini mengurangi risiko keterlambatan deteksi dibandingkan metode manual dan meningkatkan keandalan serta efisiensi pengawasan lingkungan kritis seperti ruang *server* (Saputra & Siswanto, 2020).

2.2.2 Monitoring Suhu Ruang Server

a. Pentingnya Pemantauan Suhu di Ruang Server

Dalam era digitalisasi, ruang *server* berperan sangat penting sebagai pusat kendali data dan sistem informasi, baik di instansi pemerintahan, institusi

pendidikan, maupun sektor kesehatan dan bisnis. Kestabilan operasional *server* sangat bergantung pada kondisi lingkungan, khususnya suhu dan kelembaban. Perubahan suhu yang signifikan dapat mengganggu performa *server*, meningkatkan konsumsi energi pendingin, dan bahkan mempercepat degradasi perangkat keras (Maulani et al., 2024).

Monitoring suhu secara *real-time* sangat penting untuk memastikan bahwa ruang *server* tetap berada dalam rentang suhu optimal. Sebagai contoh, di RSUD Ir. Soekarno Sukoharjo, sistem monitoring suhu ruang *server* yang semula dilakukan secara manual berisiko terhadap *human error* dan tidak efektif dalam mendeteksi perubahan suhu yang mendadak. Hal ini dapat membahayakan kestabilan layanan digital rumah sakit tersebut yang bergantung penuh pada sistem *server* (Maulani et al., 2024).

Pemantauan otomatis memungkinkan deteksi dini terhadap penyimpangan suhu dari ambang batas aman (biasanya antara 18°C – 20°C), sehingga pengaturan suhu dapat dilakukan dengan cepat dan tepat melalui sistem kendali, seperti pengendalian pendingin ruangan (AC) menggunakan IR transmitter.

b. Dampak Suhu Tinggi terhadap Perangkat Server

Suhu yang terlalu tinggi dalam ruang *server* dapat menyebabkan sejumlah masalah serius terhadap perangkat keras, antara lain:

- *Overheating*: Komponen seperti prosesor, *hard disk*, dan RAM sangat sensitif terhadap panas. Suhu berlebih dapat menyebabkan sistem menjadi tidak stabil bahkan mati secara mendadak.
- Penurunan Umur Perangkat: Paparan suhu tinggi dalam jangka panjang dapat mempercepat kerusakan komponen elektronik dan menurunkan masa pakainya.
- Kerusakan Data: *Overheating* dapat menyebabkan kegagalan perangkat penyimpanan dan meningkatkan risiko kehilangan data.

- Gangguan Kinerja Sistem: Saat suhu naik melebihi ambang normal, kinerja sistem bisa menurun secara drastis karena throttling (penurunan kecepatan CPU untuk mencegah panas berlebih).
- *Downtime* Layanan: Dalam kasus ekstrem, kerusakan akibat suhu tinggi dapat menyebabkan *downtime* sistem, yang berarti layanan digital yang bergantung pada *server* menjadi tidak tersedia.

2.2.3 Internet of Things

Menurut Y. Efendi (2018), IoT atau yang sering disebut IoT adalah konsep di mana berbagai objek di dunia dapat saling berkomunikasi sebagai bagian dari suatu sistem yang terintegrasi, dengan jaringan internet sebagai penghubungnya. Secara umum, konsep IoT memiliki prinsip kerja yang cukup sederhana, yang berlandaskan pada tiga elemen utama dalam arsitekturnya, yaitu: perangkat fisik yang telah dilengkapi dengan modul IoT, alat penghubung ke internet seperti modem dan router nirkabel yang biasanya digunakan di rumah, serta cloud sebagai pusat data untuk menyimpan aplikasi dan basis data (Sandi, G. H., & Fatma, Y. (2023).

IoT adalah teknologi yang memungkinkan perangkat fisik seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator untuk saling terhubung melalui jaringan *internet*, sehingga data yang dikumpulkan dari lingkungan fisik dapat dikirim, dianalisis, dan ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi berbasis *cloud* maupun perangkat mobile (Efendi, 2018).

Dalam sistem monitoring, penerapan IoT menjadi solusi yang efisien dan modern untuk menggantikan metode pemantauan manual. IoT memungkinkan proses pengawasan dilakukan dari jarak jauh dengan bantuan sensor dan koneksi internet, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan tanpa harus hadir secara fisik. Data yang dihasilkan oleh sensor akan diproses oleh mikrokontroler (seperti NodeMCU ESP8266) dan dikirim ke aplikasi pemantauan seperti Blynk melalui *server cloud* (Supegina & Setiawan, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Saputra dan Siswanto (2020) menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi pengawasan suhu dan kelembaban pada lingkungan kandang ayam. Dalam penelitian tersebut, digunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, dan aplikasi Blynk pada *Android* sebagai antarmuka monitoring. Sistem ini tidak hanya menampilkan data secara *real-time*, tetapi juga mampu mengendalikan perangkat *output* seperti kipas dan lampu pemanas secara otomatis berdasarkan nilai sensor.

Model penerapan seperti ini sangat aplikatif untuk sistem monitoring suhu ruang *server*, di mana kestabilan suhu menjadi kunci dalam menjaga kinerja *server*. Dengan mengadaptasi sistem serupa, suhu ruang *server* dapat diawasi dari mana saja dan kapan saja, serta memungkinkan pemberian notifikasi atau tindakan otomatis jika suhu melewati ambang batas tertentu.

Keunggulan sistem monitoring IoT yang ditunjukkan dalam penelitian ini meliputi:

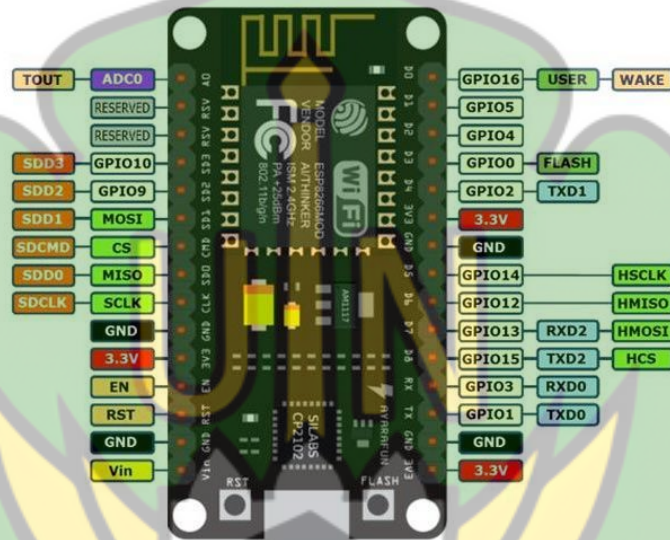
- Kemampuan pemantauan *real-time* berbasis *cloud*.
- Notifikasi otomatis pada kondisi kritis.
- Efisiensi tenaga kerja karena tidak perlu pengecekan manual.
- Kontrol perangkat elektronik secara otomatis melalui relay.

2.2.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler open-source yang dirancang untuk pengembangan sistem berbasis Internet of Things (IoT). Modul ini mengintegrasikan chip ESP8266 yang dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi serta antarmuka USB to serial, sehingga memungkinkan proses pemrograman dan komunikasi data dilakukan secara langsung menggunakan kabel USB tanpa memerlukan perangkat tambahan (Izzinnahdi et al., 2021).

Dalam penelitian ini, NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai alat utama pada sistem monitoring suhu. Perangkat ini berfungsi untuk membaca data dari sensor DHT22, memproses nilai suhu yang diperoleh, serta mengirimkan data

tersebut ke platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Selain itu, NodeMCU juga mengatur ambang batas suhu dan memicu sistem notifikasi berbasis email ketika suhu melebihi batas yang telah ditentukan. Penggunaan NodeMCU ESP8266 memungkinkan sistem bekerja secara mandiri dengan rancangan yang lebih sederhana dan efisien. Contoh perangkat NodeMCU ESP8266 ditunjukkan pada Gambar 2.1, sedangkan spesifikasi teknisnya disajikan pada Tabel 2.2.



Sumber: Shimul, A. I. (2023)
Gambar 2. 1 NodeMCU ESP8266

Tabel 2. 2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266
Sumber: (Ramadhon & Raharja, 2021)

Spesifikasi	NodeMCU
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57 mmx 30 mm
Tegangan Input	3.3 – 5 V
GPIO	13 PIN
Kanal PWM	10 Kanal
10-bit ADC Pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz

WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 GHz
USB Port	Micro USB
USB to Serial Converter	CH340G

2.2.5 Sensor DHT22

DHT22 merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan dengan menggunakan sinyal digital. Sensor ini dirancang untuk melakukan pengukuran suhu lingkungan secara akurat dan andal. DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu mulai dari -40°C hingga 80°C dengan tingkat akurasi mencapai $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, sehingga sangat sesuai digunakan untuk pemantauan suhu secara real-time. Selain itu, sensor ini juga mampu mengukur kelembapan udara dengan tingkat akurasi sebesar $\pm 2\% \text{ RH}$.

DHT22 mengirimkan data pengukuran melalui satu pin digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti NodeMCU atau Arduino. Data yang dikirimkan terdiri dari 40 bit, yang mencakup 16 bit untuk data kelembapan, 16 bit untuk data suhu, dan 8 bit sebagai checksum untuk validasi data. Proses pembacaan data dilakukan dengan interval minimum setiap 2 detik. Dibandingkan dengan sensor pendahulunya, yaitu DHT11, DHT22 memiliki keunggulan berupa rentang pengukuran yang lebih luas serta tingkat akurasi yang lebih tinggi, sehingga mampu bekerja lebih baik pada berbagai kondisi lingkungan.

Sensor DHT22 banyak digunakan dalam sistem berbasis mikrokontroler karena konsumsi dayanya yang rendah dan kemudahan dalam proses integrasi dengan perangkat lain. Dalam penelitian ini, DHT22 berperan sebagai komponen utama yang digunakan untuk mendeteksi perubahan suhu pada ruang server, kemudian mengirimkan data hasil pengukuran tersebut ke NodeMCU untuk diproses dan dianalisis lebih lanjut.



Gambar 2. 2 DHT22

2.2.6 Blynk

Blynk adalah platform untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan module sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini merupakan wadah kreatifitas untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode drag and drop widget. Penggunaannya sangat mudah untuk mengatur semuanya dan dapat dikerjakan dalam waktu kurang dari 5 menit. Blynk tidak terikat pada papan atau module tertentu. Dari platform aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem Internet of Things (Aulia Saputra dkk, 2019).

BAB III

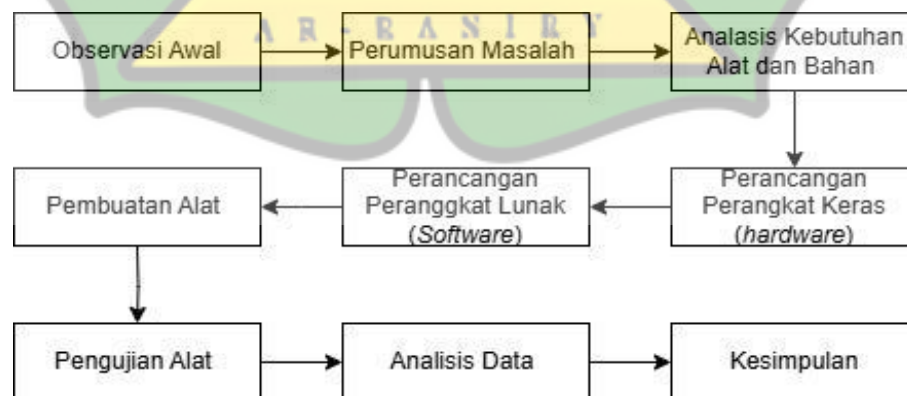
METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan berbasis Internet of Things (IoT) dalam merancang dan membangun sistem monitoring suhu ruang *server*. Konsep IoT memungkinkan berbagai perangkat fisik yang dilengkapi sensor untuk saling terhubung melalui jaringan internet, sehingga dapat dikendalikan dan dimonitor secara jarak jauh.

Menurut Ulinnuha (Ulinnuha, M. A. 2017), cara kerja IoT pada dasarnya cukup sederhana. Setiap objek atau perangkat yang digunakan harus memiliki Internet Protocol (IP) *Address*, yang berfungsi sebagai identitas unik dalam jaringan. Identitas ini memungkinkan perangkat menerima perintah atau berkomunikasi dengan perangkat lain yang berada dalam jaringan yang sama dan terhubung ke internet. Setelah objek memiliki IP *Address* dan terkoneksi ke internet, sensor ditambahkan untuk mendeteksi dan mengumpulkan informasi dari lingkungan sekitar. Data yang diperoleh kemudian dapat diproses dan dikirim ke platform pemantauan yang mendukung integrasi jaringan.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

3.1.1 Observasi Awal

Pada tahap ini, Penulis tidak hanya melakukan studi literatur melalui buku, jurnal ilmiah, situs web, dan penelitian tugas akhir terkait topik, tetapi juga melakukan observasi langsung ke ruang server di Universitas UIN Ar-Raniry. Penulis menemui petugas yang bertanggung jawab atas ruang server dan melakukan wawancara. Dalam wawancara tersebut, penulis menanyakan tentang pentingnya monitoring suhu ruang server, standar suhu ruang server yang diterapkan di universitas, serta apakah ruang server telah memenuhi standar internasional atau standar institusi yang relevan. Petugas menjelaskan bahwa suhu dan kelembaban ruang server memang rutin dipantau karena fluktuasi suhu dapat berpengaruh pada performa perangkat keras dan kelangsungan sistem informasi kampus.

Dari wawancara diperoleh bahwa suhu udara masuk (*intake*) idealnya berada di kisaran 18 °C hingga 27 °C dengan kelembaban relatif antara 40 % hingga 60 %—yang juga banyak dijadikan acuan dalam penelitian dan standar industri untuk ruang server atau data-center. Sebagai contoh, suatu studi di Indonesia menyebut rekomendasi suhu 18-27 °C dan kelembaban 40-60 % sebagai kondisi yang optimal untuk ruang server.

Dengan demikian, observasi langsung ini memberikan landasan empiris yang memperkuat pemahaman penulis terhadap kondisi nyata ruang server di Universitas UIN Ar-Raniry serta bagaimana aspek lingkungan fisik (suhu) dikelola sebagai bagian dari tata kelola teknologi informasi kampus.

3.1.2 Analisis Kebutuhan Alat dan Bahan

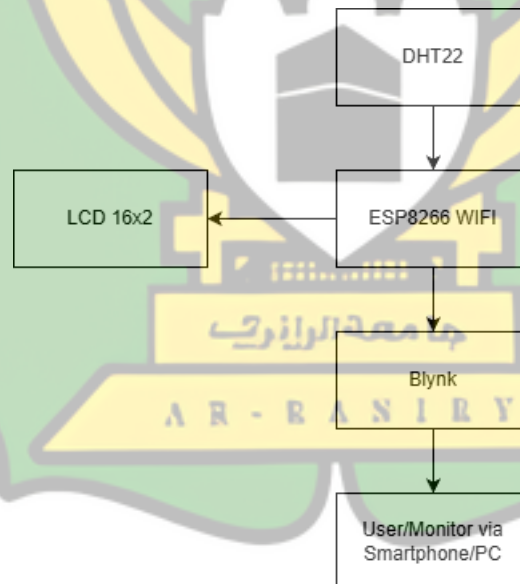
Tahap ini mencakup identifikasi kebutuhan sistem secara keseluruhan, termasuk batasan operasional, spesifikasi teknis, dan pemilihan komponen utama seperti NodeMCU ESP8266, sensor DHT22, modul *Wi-Fi*, dan LCD tampilan lokal. Proses ini mirip dengan metodologi survei dan dokumentasi kebutuhan (*requirement survey*) dalam pengembangan IoT.

3.1.3 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Bagian ini dapat diperjelas dengan menekankan fungsi tiap komponen dan alur kerjanya:

- Sensor DHT22 berfungsi sebagai perangkat akuisisi data suhu (dan kelembapan), dengan keluaran berupa sinyal digital yang merepresentasikan nilai suhu lingkungan secara akurat.
- LCD 16x2 berfungsi sebagai perangkat *output* lokal untuk menampilkan nilai suhu secara *real-time*. Pengaturan kontras layar dilakukan dengan potensiometer.
- Modul ESP8266 dipakai sebagai antarmuka komunikasi nirkabel (Wi-Fi) yang mengirimkan data suhu dari Arduino IDE ke server *cloud* Blynk.
- *Breadboard*, dan kabel *jumper* digunakan sebagai media koneksi dan pengaturan arus, memastikan kestabilan rangkaian.\

Diagram alir perancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Perancangan Perangkat Keras

3.1.4 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Program mengatur proses akuisisi data sensor, komunikasi dengan Blynk, tampilan pada LCD, serta kendali kipas dan notifikasi.

Tahapan utama perangkat lunak:

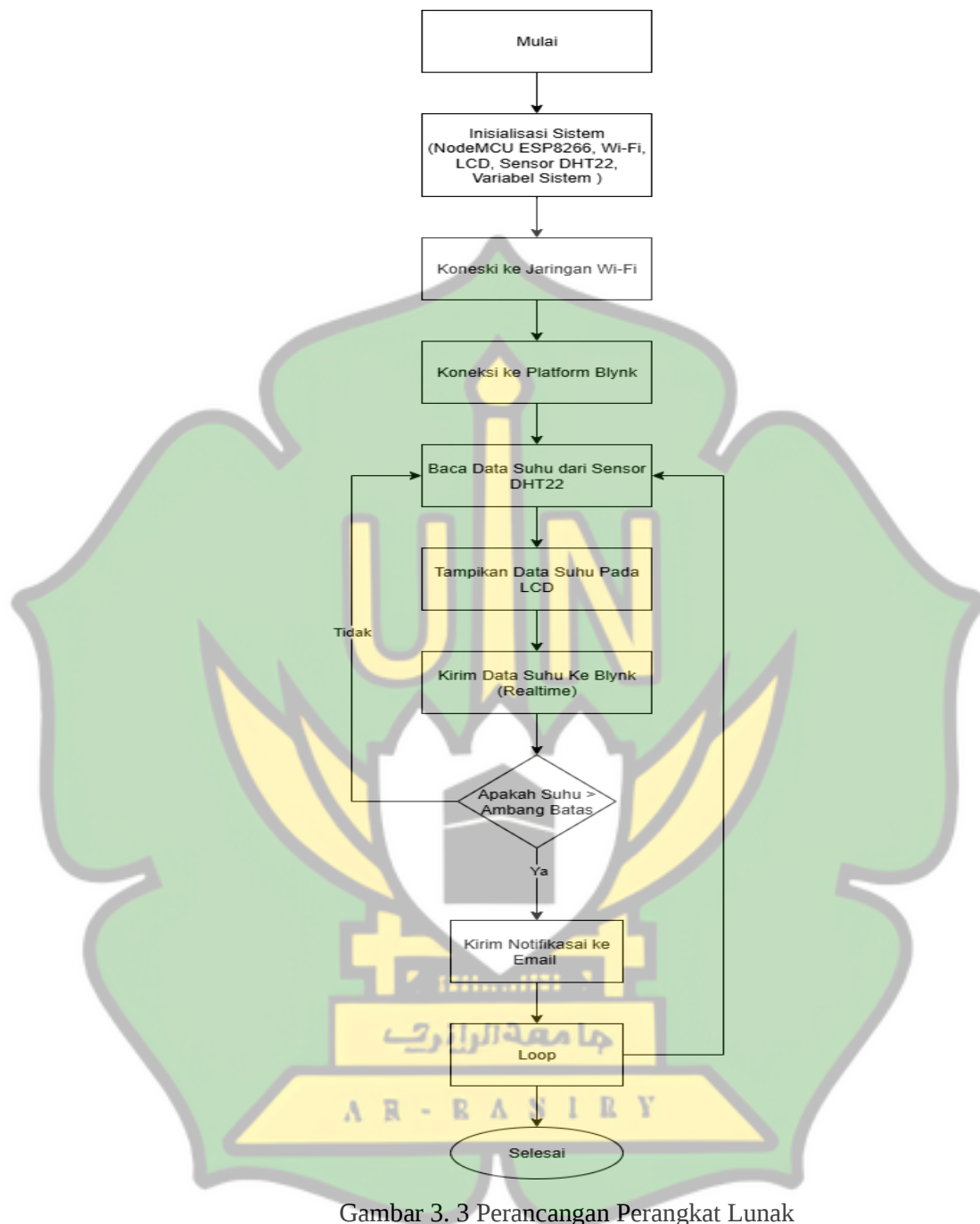
a. Inisialisasi

- Menghubungkan NodeMCU dengan Wi-Fi.
- Inisialisasi LCD, variabel, dan *library* pendukung.
- Inisialisasi koneksi dengan *platform* Blynk.

b. *Loop* utama (berulang terus-menerus)

- Membaca data dari sensor DHT22.
- Mengonversi tegangan analog menjadi nilai suhu (°C).
- Menampilkan suhu pada LCD 16x2.
- Mengirimkan data suhu ke Blynk *Cloud*.
- Mengecek kondisi suhu:
- Jika suhu normal → sistem tetap bekerja dan kembali membaca sensor.
- Jika suhu melewati ambang batas → NodeMCU ESP8266 mengirimkan notifikasi email (via Blynk/IFTTT).
- Melakukan pengiriman dan pemrosesan data suhu secara realtime tanpa jeda.
- Kembali ke proses pembacaan sensor.

Diagram alir perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Perancangan Perangkat Lunak

3.1.5 Pembuatan Alat

Tahap pembuatan mencakup perakitan rangkaian elektronika pada *breadboard*, instalasi *software* melalui Arduino IDE, serta upload kode program ke NodeMCU. Proses ini juga sesuai alur penelitian sejenis.

3.1.6 Pengujian Alat

Ditransformasikan dari penelitian sejenis, tahap ini terdiri dari:

1. Pengujian Koneksi *Wi-Fi*: memastikan NodeMCU berhasil terhubung ke jaringan.
2. Pengujian Sensor & *Display*: validasi pembacaan suhu dan display pada LCD.
3. Pengiriman ke *Cloud*: memverifikasi data tampil di Blynk.
4. Validasi Notifikasi: jika suhu melampaui batas, notifikasi email aktif secara real-time dan otomatis.

Metodologi pengujian ini mirip dengan uji coba dan verifikasi pada sistem IoT berbasis ESP8266

3.1.7 Analisis Data

Data suhu yang terekam selama proses pengujian akan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem. Analisis dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- Menampilkan grafik tren suhu harian secara otomatis melalui *dashboard* Blynk untuk melihat pola fluktuasi suhu dalam periode tertentu. Untuk melihat pola fluktuasi dalam grafik, perlunya untuk menghitung nilai rata-rata (T_{avg}), nilai maksimum (T_{max}), dan nilai minimum (T_{min}) harian.

$$T_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i$$

Keterangan:

- T_i : Data suhu pada titik waktu tertentu.
- n : Jumlah total data suhu yang terekam dalam satu hari.

Selain itu, untuk melihat seberapa stabil suhu tersebut, bisa juga menggunakan **Standar Deviasi (σ)**:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T_{avg})^2}{n}}$$

- Mengevaluasi efektivitas sistem notifikasi, yaitu dengan mencocokkan momen saat suhu melebihi ambang batas dengan riwayat notifikasi yang diterima pengguna, guna memastikan sistem mampu mendeteksi anomali suhu secara konsisten dan tepat waktu. Guna memastikan sistem mampu mendeteksi anomali suhu secara konsisten dan tepat waktu. Untuk memperkuat hasil evaluasi tersebut secara statistik, dilakukan uji reliabilitas instrumen melalui perhitungan *Cronbach's Alpha*, yaitu;

- **Evaluasi Efektivitas Notifikasi (Akurasi Sistem)**

Untuk mengevaluasi apakah notifikasi "tepat waktu dan konsisten," Anda bisa menggunakan rumus Persentase Keberhasilan Notifikasi (P_n) atau metrik akurasi sederhana:

$$P_n = \left(\frac{\text{Jumlah Notifikasi Berhasil}}{\text{Total Kejadian Anomali (Suhu > Ambang Batas)}} \right) \times 100\%$$

- **Analisis Ketepatan Waktu (*Latency*)**

Karena Anda menyebutkan "tepat waktu", Anda perlu menghitung selisih waktu antara saat suhu melewati ambang batas ($t_{anomali}$) dengan saat notifikasi diterima oleh pengguna ($t_{notifikasi}$):

$$\Delta t = t_{notifikasi} - t_{anomali}$$

Semakin kecil nilai Δt (mendekati 0), maka sistem dianggap semakin responsif.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2026 dan berfokus pada pengembangan sistem monitoring suhu berbasis Internet of Things (IoT). Lokasi penelitian berada di ruang *server* Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh, yang terletak di kawasan Kopelma Darussalam, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Lokasi ini dipilih karena memiliki kebutuhan nyata terhadap sistem pemantauan suhu yang efisien, mengingat pentingnya kestabilan suhu dalam menjaga kinerja perangkat *server* yang beroperasi secara terus-menerus. Selain itu, pemanfaatan teknologi IoT di lingkungan kampus juga menjadi langkah strategis dalam mendukung transformasi digital yang sedang digalakkan di institusi pendidikan tinggi.

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup berbagai perangkat keras (*hardware*) yang berfungsi sebagai komponen fisik utama dalam sistem monitoring suhu. Perangkat ini terdiri dari mikrokontroler, sensor, serta perangkat pendukung lainnya yang dirangkai untuk membentuk sistem monitoring berbasis IoT. Rincian kebutuhan perangkat keras tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan (*Hardware*)

No	Kebutuhan <i>Hardware</i>	Jumlah
1	NodeMCU ESP8266	1
2	Kabel <i>Jumper male to male</i>	2
3	Kabel <i>Jumper female to male</i>	7
4	<i>Breadboard Medium</i>	1
5	Sensor suhu DHT22	1
6	<i>Smartphone Android</i>	1
7	Kabel USB <i>Micro</i> (USB to Micro USB)	1
8	Laptop/PC	1
9	LCD 16x2	1

Selain perangkat keras, sistem ini juga membutuhkan dukungan perangkat lunak (*software*) untuk melakukan pemrograman, komunikasi data, dan visualisasi suhu secara daring. Perangkat lunak yang digunakan meliputi aplikasi dan layanan *cloud* yang mendukung operasional sistem secara *real-time*. Rincian kebutuhan perangkat lunak ditampilkan pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 2 Alat dan Bahan (Software)

No.	Kebutuhan Software	Keterangan
1.	Arduino IDE	Digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke NodeMCU ESP8266.
2.	Library Blynk	Digunakan untuk mendukung komunikasi antara NodeMCU ESP8266 dan platform Blynk.
3.	Library DHT22	Digunakan untuk membaca data suhu dari sensor DHT22.
4.	Akun Blynk	Akun daring pada platform Blynk untuk mengelola perangkat IoT dan memantau data sensor secara <i>real-time</i> melalui <i>cloud</i> .
5.	Virtual Pin	Jalur data virtual pada platform Blynk yang berfungsi sebagai media komunikasi perangkat IoT dan <i>widget</i> pada <i>dashboard</i> untuk pengiriman dan visualisasi data sensor untuk <i>real-time</i> .

6.	WiFi	Jaringan internet yang digunakan NodeMCU ESP8266 untuk mengirim data ke Blynk.
7.	Web Browser	Digunakan untuk mengakses dashboard Blynk dan memantau data suhu melalui laptop atau perangkat seluler.



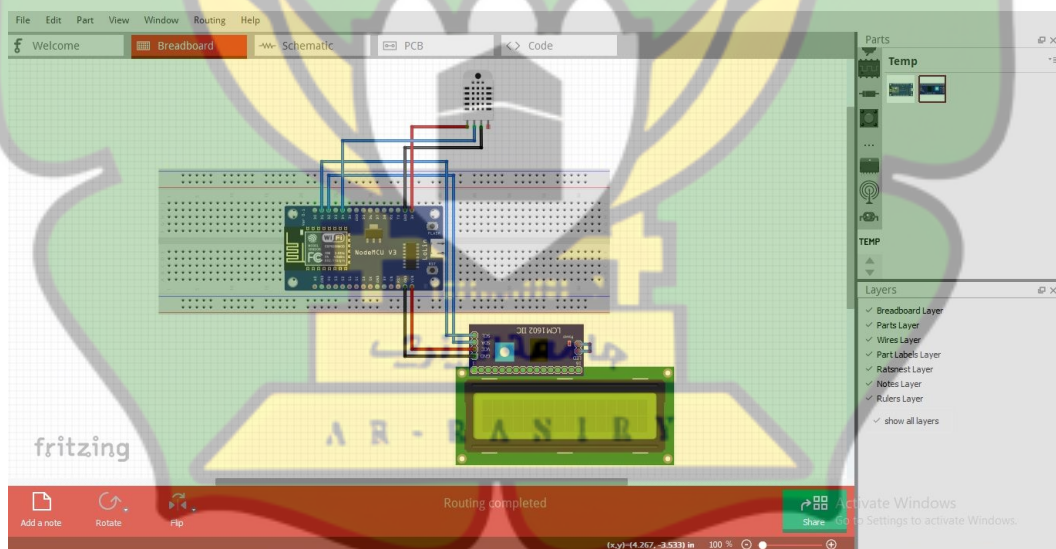
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

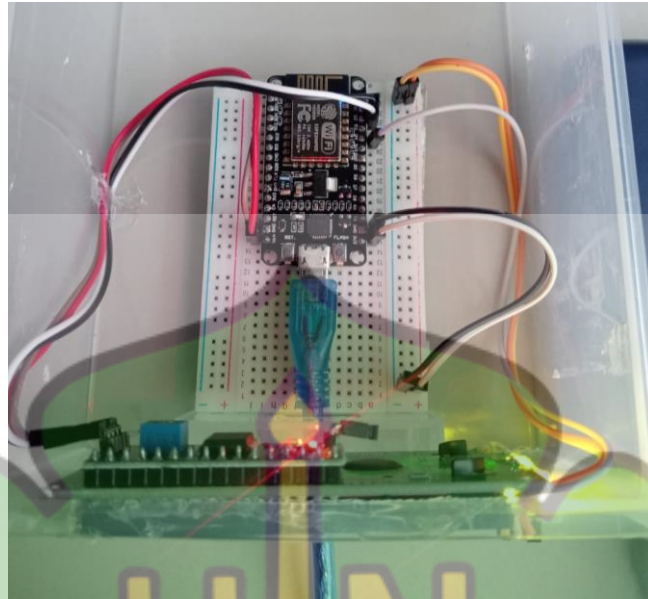
4.1 Hasil Implementasi Perangkat Keras (Hardware)

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merakit komponen-komponen utama yang telah ditentukan dalam analisis kebutuhan. Komponen tersebut meliputi:

1. **NodeMCU ESP8266** sebagai otak pengendali dan modul Wi-Fi.
2. **Sensor DHT22** yang diletakkan pada titik strategis di dalam ruang server UIN Ar-Raniry untuk mendeteksi suhu secara akurat.
3. **LCD 16x2** untuk menampilkan data suhu secara lokal di lokasi fisik server. Keseluruhan komponen dirangkai menggunakan *breadboard* dan kabel *jumper* sesuai dengan rancangan pada Bab III. Rangkaianannya



Gambar 4. 1 Rangkaian Perangkat Keras Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Berbasis IoT



Gambar 4. 2 Implementasi Perangkat Keras Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Berbasis IoT

4.2 Hasil Implementasi Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Hasil dari pengkodean ini memungkinkan sistem untuk:

1. Melakukan inisialisasi koneksi Wi-Fi secara otomatis saat perangkat dinyalakan.
2. Membaca data digital dari sensor DHT22 setiap 2 detik.
3. Mengirimkan data suhu ke *Blynk Cloud* melalui Virtual Pin yang telah dikonfigurasi.
4. Menampilkan status suhu pada *dashboard* aplikasi Blynk yang dapat diakses melalui *smartphone* atau *web browser*.

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6E4YmXqXc"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Temperature and Humidity"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "BYYLS_4kmQap2Ptj6SrRmIv-KTaCQuc3"

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```

// ===== WIFI =====
char ssid[] = "SERVER";
char pass[] = "DATASATU";

// ===== PIN =====
#define DHTPIN D4
#define DHTTYPE DHT22

// ===== OBJECT =====
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
BlynkTimer timer;

// ===== FUNCTION =====
void readDHT() {
  float hum = dht.readHumidity();
  float temp = dht.readTemperature();

  if (isnan(temp) || isnan(hum)) {
    Serial.println("DHT gagal dibaca");
    return;
  }

  // Kirim ke Blynk
  Blynk.virtualWrite(V0, temp);
  Blynk.virtualWrite(V1, hum);

  // LCD
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Temp: ");
  lcd.print(temp);
  lcd.print(" C");

  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Hum : ");
  lcd.print(hum);
  lcd.print(" %");

  // EMAIL ALERT
  if (temp > 28) {
    Blynk.logEvent("suhu_tinggi", String("Suhu: ") + temp + "
C");
  }
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);

```

```

lcd.init();
lcd.backlight();

dht.begin();

// 🛠 PERBAIKAN DI SINI
Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

timer.setInterval(2000L, readDHT);
}

void loop() {
  Blynk.run();
  timer.run();
}

```

Gambar 4. 3 Kode Program Inisialisasi Sistem dan Koneksi Blynk pada NodeMCU ESP8266

1. Kredensial Blynk & Koneksi

Bagian awal (BLYNK_TEMPLATE_ID, AUTH_TOKEN) adalah **identitas perangkat** Anda di cloud Blynk. Tanpa ini, data tidak akan terkirim ke aplikasi HP.

- **SSID & PASS:** Menentukan ke WiFi mana alat ini akan terhubung.

2. Pengaturan Sensor & LCD

- `#define DHTPIN D4`: Sensor suhu dipasang di pin **D4**.
- `LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2)`: Menyiapkan layar LCD untuk menampilkan data secara lokal di ruang server.

3. Logika Pengiriman Data (`readDHT`)

Fungsi ini adalah jantung dari program:

- **Virtual Write (V0, V1):** Mengirim nilai suhu ke Virtual Pin 0 dan kelembapan ke Virtual Pin 1 di aplikasi Blynk.
- **LCD Update:** Menampilkan angka suhu dan kelembapan secara *real-time* di layar fisik.

4. Sistem Alert (Notifikasi Otomatis)

C++

```
if (temp > 28) {  
  
    Blynk.logEvent("suhu_tinggi", String("Suhu: ") + temp + "  
C");  
  
}
```

Ini adalah bagian paling kritis untuk keamanan ruang server. Jika suhu melewati 28°C (melebihi standar ASHRAE yang Anda sebutkan sebelumnya), sistem akan otomatis mengirimkan notifikasi/email melalui Blynk sebagai peringatan dini (*early warning*).

5. Penggunaan Timer (`timer.setInterval`)

Program tidak menggunakan `delay()`, melainkan timer. Ini sangat penting agar koneksi ke server Blynk tidak terputus (*time out*) sementara sensor tetap membaca data setiap 2 detik.

4.3 Pengujian Sistem

4.3.1 Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan suhu pada sensor DHT22 dengan alat ukur standar di ruang server. Berdasarkan observasi awal, rentang suhu ideal yang diharapkan adalah 18°C hingga 30°C. Sensor DHT22 terbukti mampu memberikan pembacaan yang stabil dengan tingkat akurasi 98% sesuai spesifikasinya dan Margin error 2% ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$).



Gambar 4. 4 Tampilan data suhu pada LCD 16×2 sebagai output lokal sistem monitoring.

4.3.2 Pengujian Notifikasi Email

Salah satu fitur utama yang diuji adalah deteksi anomali suhu. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan kenaikan suhu di atas ambang batas yang ditetapkan (misalnya $>30^{\circ}\text{C}$). Hasil pengujian menunjukkan:

1. Sistem berhasil mendeteksi suhu yang melewati ambang batas secara *real-time*.
2. Platform Blynk melalui integrasi sistem notifikasi berhasil mengirimkan peringatan ke email pengguna segera setelah anomali terdeteksi.



Gambar 4. 5 Tampilan notifikasi email yang diterima pengguna ketika suhu melebihi ambang batas yang telah ditentukan.

4.4 Keunggulan

Sistem monitoring yang dibangun telah menjawab permasalahan mengenai efektivitas pengawasan suhu ruang server secara otomatis. Dibandingkan dengan sistem manual yang sebelumnya diterapkan, sistem berbasis IoT ini memberikan beberapa keunggulan:

1. **Aksesibilitas:** Administrator dapat memantau kondisi ruang server dari jarak jauh tanpa harus hadir secara fisik.
2. **Keandalan:** Fitur notifikasi email meminimalkan risiko keterlambatan penanganan saat terjadi *overheating* yang dapat merusak perangkat keras server.

3. **Visualisasi Data:** Adanya grafik tren suhu pada *dashboard* Blynk memudahkan analisis pola fluktuasi suhu harian di ruang server UIN Ar-Raniry.

Penggunaan NodeMCU ESP8266 dan Blynk terbukti menjadi solusi yang ekonomis namun tetap fungsional untuk skala ruang server menengah ke bawah



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancang Bangun Sistem Monitoring IoT: Sistem monitoring suhu ruang server telah berhasil dirancang dengan mengintegrasikan sensor DHT22 sebagai pembaca data suhu dan NodeMCU ESP8266 sebagai pengolah data sekaligus modul konektivitas Wi-Fi. Penggunaan platform Blynk sebagai antarmuka (*dashboard*) memungkinkan pemantauan suhu dilakukan secara *real-time* dan otomatis. Data suhu dari ruang server dikirimkan secara nirkabel ke *cloud* dan ditampilkan dalam bentuk angka serta grafik yang dapat diakses kapan saja melalui perangkat *smartphone* atau komputer.
2. Identifikasi Anomali dan Notifikasi Email: Sistem mampu mengidentifikasi anomali suhu melalui logika pemrograman pada mikrokontroler yang menetapkan ambang batas (*threshold*) suhu aman (misalnya di atas 27°C). Ketika sensor mendeteksi suhu yang melebihi batas tersebut, sistem secara otomatis memicu instruksi kepada *server* Blynk untuk mengirimkan notifikasi peringatan melalui email kepada administrator. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pesan peringatan berhasil diterima tepat waktu, sehingga memungkinkan tindakan pencegahan sebelum terjadi kerusakan (*overheating*) pada perangkat server.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut:

1. Peningkatan Keandalan Konektivitas: Mengingat sistem ini sangat bergantung pada jaringan internet (IoT), disarankan untuk menambahkan fitur koneksi cadangan (*redundant connection*) atau menggunakan *dual-*

band Wi-Fi agar sistem tetap dapat mengirimkan notifikasi email meskipun salah satu titik akses internet di lingkungan kampus mengalami gangguan.

2. Penambahan Variabel Keamanan Ruangan: Untuk perlindungan ruang server yang lebih komprehensif, pengembangan selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan sensor lain seperti sensor kelembaban (humidity), sensor api (flame sensor), atau sensor pintu (magnetic switch) guna memantau akses masuk ke ruang server secara ilegal.
3. Implementasi Kontrol Otomatis (Smart Cooling): Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem kontrol aktif dengan menambahkan modul Relay. Dengan demikian, jika suhu terdeteksi melewati ambang batas, sistem tidak hanya mengirimkan email, tetapi juga dapat menyalakan AC cadangan atau kipas tambahan secara otomatis untuk menurunkan suhu ruangan.
4. Optimalisasi Notifikasi: Selain menggunakan email, disarankan untuk mengintegrasikan layanan pesan instan yang memiliki respon lebih cepat seperti Telegram Bot atau WhatsApp Gateway. Hal ini bertujuan agar administrator mendapatkan peringatan yang lebih interaktif dan sulit terlewatkan dibandingkan dengan email yang seringkali tertumpuk di folder *inbox*.
5. Penyediaan Daya Cadangan (UPS): Sangat disarankan untuk menyediakan unit UPS (Uninterruptible Power Supply) khusus bagi perangkat NodeMCU. Hal ini krusial agar monitoring tetap berjalan dan sistem dapat mengirimkan notifikasi terakhir jika terjadi kegagalan daya (listrik padam) yang biasanya menjadi penyebab naiknya suhu ruang server secara drastis.

DAFTAR PUSTAKA

Hasan, M. W. (2023). Building an IoT temperature and humidity forecasting model based on long short-term memory (LSTM) with improved whale optimization algorithm. *Memories-Materials, Devices, Circuits and Systems*, 6, 100086.

Easterline, L. M., Putri, A. A. Z. R., Atmaja, P. S., Dewi, A. L., & Prasetyo, A. (2024). Smart Air Monitoring with IoT-based MQ-2, MQ-7, MQ-8, and MQ-135 Sensors using NodeMCU ESP32. *Procedia Computer Science*, 245, 815-824.

Narayana, T. L., Venkatesh, C., Kiran, A., Chinna Babu, J., Kumar, A., & Khan, S. B. *Advances in real time smart monitoring of environmental parameters using IoT and sensors. Heliyon*. 2024; 10: e28195.

Sinaga, D. C. P., Siahaan, R. F., Tampubolon, G. J., & Ndruru, I. (2024). Perancangan Sistem Lampu Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Arduino Sebagai Solusi Efisien Untuk Penghematan Energi: Perancangan Sistem Lampu Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Arduino Sebagai Solusi Efisien Untuk Penghematan Energi. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer)*, 23(2), 394-401.

Latif, A. A. (2020). *Analisis Cara Kerja Mikrokontroler Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik untuk Perancangan Smart Jacket Sebagai Penerapan Physical Distancing*. *Penulisan Ilmiah*, 1(1), 18–21.

Alifatunnisa, H. (2024). *Prototipe alat pengukur kadar gula darah non-invasive berbasis iot (Thingspeak)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).

MathWorks. (2020). *Send Email Alerts from ThingSpeak*. Retrieved from <https://blogs.mathworks.com/iot/2020/01/10/send-email-alerts-from-thingspeak/>

Elecfreaks. (2021). *How to Send Temperature Threshold Value Alarm Email via IFTTT*. Retrieved from <https://www.elecfreaks.com/blog/post/how-to-send-temperature-threshold-value-alarm-email-via-ifttt.html>

Syfaii, O. M. N., & Astutik, I. R. I. (2023). *Implementation of Server Room Temperature Monitoring and Controlling Based on Internet of Things (IoT)*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Deswar, F. A., & Pradana, R. (2021). *Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet of Things (IoT)*. *Jurnal Ilmiah Technologia*, 12(1), 25–31.

Rizkiawan, M. A., Ramza, H., & Sofwan, A. (2024). *Internet of Things (IoT) Based Temperature and Humidity Detector Prototype in the UHAMKA Data Center Room*. *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining (IJAIMD)*, 7(1), 110–120.

Fajarullah, A., & Sugeng. (2021). *Implementasi Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruangan Penyimpanan Obat Berbasis Internet of Things (IoT) di Puskesmas Kecamatan Taman Sari Jakarta Barat*. *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, 1(9), 1.021–1.028.

Rohimat, A., Muliawati, F., & Afrianto, Y. (2024). *Sistem Monitoring Suhu Berbasis IoT pada Ruangan Server*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*

(JuTEkS).

<https://ejournal.uikabogor.ac.id/index.php/JUTEKS/article/view/15901>.

Syafii, O. M. N., et al. (2025). Penerapan Monitoring dan Controlling Suhu Ruang Server Berbasis Internet of Things. *Jurnal Media Informatika Budidarma*.

<https://ejournal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib/article/view/7141>

Saputra, A., et al. (2025). Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Berbasis IoT Menggunakan Blynk. *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer*.
<https://e-jurnal.pnl.ac.id/TRIK/article/view/2590>

Sandi, G. H., & Fatma, Y. (2023). Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 1-5.

Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI berbasis mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 4(1), 19-26.

Saputra, J. S., & Siswanto. (2020). *Prototype Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet of Things*. *Jurnal PROSISKO*, 7(1), 72–83.

Supegina, D., & Setiawan, H. (2017). *Rancang Bangun IoT Temperature Controller untuk Enclosure BTS Berbasis Microcontroller Wemos dan Android*. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi*, 8(2), 145–150.

Izzinnahdi, A., Murdiantoro, R. A., Armin, E. U., Elektro, P. S. T., Pagojengan, U. P. B. J. R., & Tengah, J. (2021). Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266 Monitoring System of Hydroponic Water Condition Based on Internet of Things by Node MCU ESP8266. *vol, 8275*, 56-63.

Blynk IoT Platform, 2023.

Ulinnuha, M. A. (2017). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruang Server ITN Malang BERBASIS WEB. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 1(1), 732-738.

Uptime Institute. (2023). *Annual outages analysis: 2023 data center outage report*. Diakses dari <https://www.servertech.com/blog/data-center-report-fewer-outages-but-downtime-still-costly>

Data Center Knowledge. (2023). *Top data center outage trends and strategies for reducing risk*. Diakses dari <https://www.datacenterknowledge.com/outages/top-data-center-outage-trends-and-strategies-for-reducing-risk>

Lianjie. (2021). *What causes data center outages and how to avoid them*. LJ-Machine. Diakses dari <https://lj-machine.com/blog/what-causes-of-data-center-outages-and-how-to-avoid-them>

LayerLogix. (2022). *How much does data center downtime really cost?*. Diakses dari <https://layerlogix.com/data-center-downtime/>

Uptime Institute. (2023). *Annual outages analysis: 2023 data center outage report*. Diakses dari <https://www.servertech.com/blog/data-center-report-fewer-outages-but-downtime-still-costly>

Data Center Knowledge. (2023). *Top data center outage trends and strategies for reducing risk*. Diakses dari <https://www.datacenterknowledge.com/outages/top-data-center-outage-trends-and-strategies-for-reducing-risk>

Lianjie. (2021). *What causes data center outages and how to avoid them*. LJ-Machine. Diakses dari <https://lj-machine.com/blog/what-causes-of-data-center-outages-and-how-to-avoid-them>

LayerLogix. (2022). How much does data center downtime really cost?.
Diakses dari <https://layerlogix.com/data-center-downtime/>

Shimul, A. I. (2023, January). *Duel Axis Solar Tracker with Real Time Data Monitoring*. ResearchGate
<https://www.researchgate.net/publication/390162342>

Ramadhon, R., & Raharja, W. K. (2021). Purwarupa Alat Pendeteksi Kebakaran Jarak Jauh Menggunakan Platform Thinger. *IO (Skripsi Sarjana, Universitas Gunadarma)* <https://doi.org/10.32531/jelekn.v7i2>, 380.

Krishna Rao, C., Sahoo, S. K., & Yanine, F. F. (2024). An IoT-based intelligent smart energy monitoring system for solar PV power generation. *Energy Harvesting and Systems*, 11(1), 20230015.

Aulia Saputra, Amri & Indrawati (2019). Sistem Monitoring Suhu Ruang Server Berbasis (IoT) Internet Of Things. *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer* Vol.2 No.2 Maret 2019, <https://e-jurnal.pnl.ac.id/TRIK/article/view/2590>.