

## BAB 2

### DASAR TEORI

#### 2.1 KAJIAN PUSTAKA

Sesuai jurnal yang berjudul “Kontrol *Data center* Memanfaatkan Sensor Suhu DHT 22, Pengembangan Pir dengan *E-mail Warning*” yang disusun oleh Siswanto Gata, Windu Tanjung, Ronny pada tahun 2017 ini pengujian melibatkan Arduino Uno R3 sebagai papan pengembangan mikrokontroler dengan *chip* ATmega328P. Papan ini memiliki 14 pin digital I/O (di mana 14 pin tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dari pin 0 hingga 13), dan 6 pin *input* analog (dari pin A0 hingga A5), serta menggunakan kristal 16 MHz. Arduino Uno juga dilengkapi dengan koneksi USB, *jack* daya, *header* ICSP, tombol *reset*, dan menggunakan sensor DHT 22 yang mampu mengukur suhu - 40° C - 125° C dan tingkat kelengketan udara 0% - 100 % di wilayah sekitar. Sensor ini sangat mudah digunakan terkait dengan Arduino. Ia memiliki tingkat kemantapan yang sangat baik dan keselarasan yang sangat presisi.

Telah berhasil dibuat suatu sistem pengontrol suhu dan pengecekan kelembaban udara berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor suhu DHT22 dan *Passive Infrared Receiver* (PIR). Sensor DHT22 digunakan sebagai alat untuk mengukur suhu dan tingkat kelengketan udara ruangan dan sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR) sebagai pengidentifikasi perkembangan manusia dalam suatu ruangan. [6].

Pada tahun 2017, A. Najmurokhman melakukan penelitian dengan judul "Prototipe Pengendali Suhu Dan Kelembaban Untuk *Cold Storage* Menggunakan Mikrokontroler Atmega328 Dan Sensor DHT11". Penelitian ini mencakup model penyimpanan dingin yang menggunakan sensor DHT11 dan mikrokontroler ATmega328 sebagai komponen utama. Komunikasi dengan klien dilakukan melalui modul GSM. Cold storage ini didesain untuk mempertahankan suhu ruangan pada 14°C dengan kelembapan antara 70% hingga 72%. Data suhu dan kelembaban diambil menggunakan sensor DHT11 dan ditampilkan di layar LCD. Model penyimpanan ini direncanakan untuk

menjaga kualitas telur, khususnya dalam bisnis penyimpanan. Pengendalian utama dalam penelitian ini dilakukan oleh mikrokontroler ATmega328, yang juga dikenal sebagai mikrokontroler Arduino Uno. Informasi suhu dan kelembaban ruangan dikenali oleh sensor DHT11. *Output* dari sensor DHT11 diolah secara digital. Rentang estimasi suhu sensor adalah 0-50°C dengan akurasi  $\pm 2^\circ\text{C}$ , sementara rentang estimasi kelembaban adalah 20-90% dengan akurasi relatif sebesar  $\pm 4\%$ . Sensor DHT11 membutuhkan tegangan kerja sekitar 3 hingga 5,5 Volt DC [7].

Dalam jurnal yang disusun Siswanto pada 2019, ia mengamati pengatur suhu di *data center* Pengadilan Negeri Jakarta Timur. Ruangan tempat server disimpan harus memenuhi pedoman pengendalian untuk melindungi barang-barang yang ada di dalamnya, termasuk pengendalian suhu udara, kelembapan, bahaya kebakaran, dan akses dari pihak yang tidak berkepentingan. *Data center* dipandang sebagai sumber daya yang signifikan bagi suatu asosiasi karena menyimpan aplikasi dan basis informasi yang berisi informasi penting yang ternyata menjadi lebih penting bagi asosiasi seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, ruangan ini harus selalu dalam kondisi ideal. Standar suhu yang diperbolehkan untuk *data center*, sesuai dengan rincian khusus perlengkapan server, adalah antara 20 hingga 21 derajat *Celcius* atau 68 hingga 71 derajat *Fahrenheit*. Batas gas asap harus berada pada kisaran 350 hingga 1000 ppm. Diperlukan suatu kerangka pendingin dan ventilasi yang dapat menjaga suhu dan tingkat gas di *data center* di bawah batas. Selain itu, penting untuk melakukan pengecekan dan pengendalian secara menyeluruh pada tempat yang dipesan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan.

Pemanfaatan sistem pengecekan suhu dan gas secara elektronik menggunakan sensor DHT11 dan sensor MQ-2 dapat menjadi salah satu solusi untuk memantau suhu *data center* agar tetap stabil sehingga meminimalkan risiko *overheating* pada perangkat *data center*. Jika ada penyesuaian suhu dan gas di *data center*, sistem akan mengirimkan pemberitahuan ke klien melalui SMS dan karenanya mengaktifkan perangkat pendingin tambahan untuk mengatur suhu ruangan lagi. Oleh karena itu, suhu

dan kadar gas di ruang pelayan dapat dijaga agar tetap stabil tanpa memerlukan kehadiran manajer pelayan secara terus-menerus di dalam ruangan. *Framework* ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang tanda bacanya seperti bahasa C, dan untuk titik interaksi visualnya menggunakan bahasa pemrograman PHP dan memanfaatkan dataset MySQL. Hasil pengujian selama 23 hari menunjukkan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik dan memberikan tingkat kemenangan sebesar 98%, dengan kegagalan sistem hanya sekitar 2%. [8].

Dalam jurnal yang ditulis oleh Almira Budiyanto yang berjudul "Kontrol *Relay* dan Kecepatan Kipas Angin *Direct current* (DC) dengan Sensor Suhu DHT11 berbasis *Internet of things* (IoT)", dipaparkan penggunaan *framework* IoT dengan aplikasi Telegram pada ponsel Android. Penelitian ini menitikberatkan pada pengaturan kecepatan kipas DC menggunakan sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM), serta pengendalian mesin servo dan *relay* yang dapat dihubungkan dengan berbagai perangkat elektronik. Dengan adanya kerangka IoT, pengguna dapat mengontrol perangkat keras elektronik dari jarak jauh, menghemat waktu dan energi, serta memungkinkan pengoperasian yang fleksibel kapan pun dan di mana pun.

Penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang diprogram menggunakan Arduino IDE, dengan NodeMCU yang memiliki port USB untuk memudahkan pemrograman. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu, yang mengubah besaran suhu menjadi tegangan listrik. Sensor ini mampu mendeteksi perubahan suhu dengan resolusi 1 derajat *Celsius*, di mana setiap perubahan menunjukkan tegangan 10mV, dan memiliki rentang pengukuran dari -55 hingga 150 derajat *Celsius*. Dalam pemrograman, Arduino IDE digunakan untuk mengatur logika perangkat, sementara aplikasi pesan berfungsi sebagai antarmuka pengontrol dari ponsel Android. Pada Arduino IDE, konfigurasi pin dan simbolik yang dikirim dari aplikasi pesan via *e-mail* menjadi hal utama, serta koneksi *WiFi* yang diakses oleh NodeMCU ESP32. Berdasarkan hasil pengujian kontrol kecepatan kipas dan arus DC menggunakan sensor suhu DHT11 dalam konteks *Internet of things* (IoT), diduga terdapat ketidaksesuaian sekitar 1,05% pada pengukuran

sensor DHT11. Pengendalian kecepatan kipas DC dengan mode terprogram meningkatkan RPM saat suhu naik. Ekspansi tipikal dalam daya pukulan adalah 6,3 untuk setiap peningkatan suhu satu derajat, sedangkan ekspansi tipikal dalam RPM adalah 244 untuk setiap peningkatan suhu satu derajat. Di sisi lain, pengaturan kecepatan kipas DC dalam mode manual mengikuti kecepatan yang ditentukan oleh pengatur detak jantung elektrik, dan mesin servo beroperasi pada posisi yang sesuai. Selain itu, dengan mengontrol perangkat menggunakan aplikasi Telegram, respons dari kendali *relay* tidak dipengaruhi oleh jarak [9].

Jurnal yang mengeksplorasi pengiriman pesan melalui Telegram untuk memantau suhu dan pencahayaan di fasilitas penelitian yang terbakar bertujuan untuk mengembangkan perangkat yang dapat mengawasi dan mengontrol suhu serta pencahayaan di ruangan menggunakan pendekatan *Internet of things* (IoT) dengan Telegram. Metode pengujian ini mencakup beberapa langkah, seperti konfigurasi perangkat kontrol yang melibatkan sensor DS18B20, *Liquid crystal display* (LCD), *relay*, *Light Emitting Diode* (LED), dan mikrokontroler NodeMCU ESP32. Lampu dan AC merupakan perangkat yang dikendalikan dan terhubung secara otomatis sebagai hasilnya. Konfigurasi aplikasi pengawasan dan kontrol menggunakan fitur Pesan bawaan Android pada ponsel. Setelah pengujian perangkat dan pemrograman, waktu respon rata-rata untuk menyalakan lampu adalah 1,09 detik, sementara untuk mematikannya adalah 0,95 detik. Untuk AC, waktu respon rata-rata untuk menyalakan adalah 0,97 detik, dan untuk mematikannya adalah 1,04 detik. Perangkat ini dapat melakukan pemantauan suhu ruangan secara *realtime* dan juga dapat digunakan untuk mengukur suhu tubuh manusia. Kerangka kerja ini dapat diadaptasi untuk mengoptimalkan penghematan energi dan biaya [10].

Dalam jurnal "*Monitoring And Control System Of Industrial Electric Motors Using The Internet of things*" karya Irvan Hanafi, dibahas mengenai mesin listrik yang sangat penting dalam industri sebagai penggerak utama untuk berbagai sistem seperti pompa, kipas, atau *blower*, dan kompresor. Mesin listrik sering dijuluki sebagai "kuda pekerja" industri dan diperkirakan

menyerap sekitar 70% dari total konsumsi energi listrik di industri. Studi ini mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian mesin industri berbasis IoT dengan menggunakan Telegram untuk menampilkan batasan tegangan, arus, suhu, dan RPM. Sistem ini mencakup mesin listrik, sensor DHT11, sensor PZEM004T, sensor RPM, dan mikrokontroler ESP 32.

Dalam uji coba yang dilakukan, sistem ini dapat memonitor dan mengatur berbagai modul sehingga pengawasan dan pengendalian mesin listrik dalam sebuah organisasi dapat terintegrasi ke dalam satu sistem. Hasil pengujian menunjukkan sensor tegangan memiliki tingkat kesalahan sebesar 0,04%, sensor arus sebesar 2,5%, sensor suhu sebesar 1,8%, dan sensor RPM sebesar 1,17%. Pengendalian manual dari jarak jauh dapat dilakukan melalui ponsel menggunakan Telegram, memungkinkan administrator untuk mematikan mesin dari jarak jauh secara efektif jika ada masalah atau kerusakan pada mesin listrik. Sensor DHT11 merupakan sensor yang dapat mengukur 2 batas alam tanpa jeda sesaat yaitu suhu dan kelembapan udara (*Humidity*) yang mempunyai 3 pin, selanjutnya adalah kemampuan/setup dari pin tersebut, pin 1 : Vcc 3 - 5.5 V DC , pin 2 : Informasi/informasi berurutan (transportasi tunggal), pin 3: *Ground* (GND) 9 bundel sensor yang mampu mengukur suhu dan kekeruhan udara serta mengandung termistor tipe *Negative Temperature Coefisien* (NTC) untuk mengukur suhu suatu sensor kelembapan yang kualitasnya tahan terhadap perubahan kandungan udara di udara dan terdapat *chip* di dalamnya yang melakukan beberapa transformasi sederhana hingga terkomputerisasi dan menghasilkan hasil *output* dngan format *single-wire.bi-directional* (kabel tunggal dua arah) [11].

Dalam jurnal yang ditulis oleh David Habsara Hareva, dibahas mengenai efisiensi penggunaan perangkat elektronik, seperti sistem pengatur suhu, untuk mengurangi biaya listrik di ruang belajar. Strategi ini melibatkan pengaturan penggunaan perangkat hanya saat ruang kelas digunakan. Dua kondisi utama yang harus dipenuhi adalah adanya jadwal kelas dan kehadiran siswa di dalam kelas. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, sistem kontrol pendingin dapat dioptimalkan untuk penggunaan daya yang lebih efisien.

Perangkat *Internet of things* (IoT) yang dipakai mencakup sensor laser atau PIR untuk mendeteksi keberadaan manusia, sensor suhu dan kelembaban, dan juga sensor inframerah untuk mengontrol sistem pendingin. Semua sensor tersebut terhubung dengan mikrokontroler Arduino yang mengirimkan data ke *Firebase* melalui koneksi internet. Aplikasi cerdas di ponsel Android digunakan untuk mengendalikan, memonitor, dan melihat riwayat penggunaan sistem pendingin melalui data yang tersimpan di *Firebase*. Ketika membuat jadwal kelas, termasuk nama kelas dan waktu penggunaannya, ada syarat minimum jumlah siswa di kelas untuk mengaktifkan dua unit pendingin. Pengujian deteksi kehadiran siswa dilakukan menggunakan sensor laser dan sensor PIR, dengan tingkat keberhasilan masing-masing sebesar 50% dan 100% untuk 10 percobaan, meskipun sensor laser memerlukan penempatan yang presisi untuk hasil yang lebih baik. Sistem pendingin diuji selama 5 hari, mulai dari Senin hingga Jumat, dengan skenario penggunaan satu kelas dan dua unit pendingin aktif selama 7,5 jam dari total 60 jam per minggu, atau sekitar 13% dari total waktu aktif kelas. Biaya listrik untuk dua unit pendingin hanya sekitar Rp 54.960 per bulan dibandingkan dengan Rp 439.680 per bulan untuk penggunaan penuh, atau setara dengan Rp 43.968.000 untuk 100 ruangan per bulan. Sistem pengaturan pendinginan ini bertujuan untuk mengurangi biaya dengan mengaktifkan pendingin hanya saat dibutuhkan.

Sistem kontrol pendingin kelas ini dirancang menggunakan konsep IoT, yang memungkinkan pengendalian penggunaan sistem pendingin berdasarkan kondisi tertentu. Proses pembuatan sistem ini dibagi menjadi tiga bagian: bahan eksplorasi yang digunakan dalam sistem kontrol, rencana sistem kontrol, dan rencana pengujian sistem di ruang yang ditargetkan [12].

Suhu adalah proporsi tingkat panas atau dinginnya suatu benda, sedangkan kelembapan adalah derajat basahnya iklim udara yang disebabkan oleh adanya uap air. Ruangan tertutup yang dipenuhi wisatawan memerlukan sistem pendingin yang dapat menyeimbangkan suhu ruangan dengan kepadatan wisatawan yang harus melakukan perjalanan menggunakan pesawat. Perawatan di area ruang tunggu lepas landas dilakukan secara teratur

dengan benar-benar memeriksa perangkat keras dan benar-benar memeriksa suhu dan kelembaban. Pengecekan suhu dan kelembaban merupakan hal yang mendasar agar suhu dalam ruangan mengikuti PM 178 Tahun 2015, khususnya sebisa mungkin di terminal penumpang adalah  $\leq 25^{\circ} \text{C}$ , sehingga sebaiknya selalu dilakukan pengontrolan kondisi suhu dalam ruangan agar tetap normal. Oleh karena itu, kita sangat menginginkan suatu perangkat yang dapat membantu mengontrol dan menyaring suhu dan kelembaban di dalam ruangan tanpa harus memeriksa langsung ruangan tersebut. Oleh karena itu, dirancanglah sebuah perangkat yang dapat membantu mengontrol dan menyaring suhu dan tingkat lengket di dalam ruangan tanpa harus memeriksa area tersebut secara langsung. Memperkenalkan *air conditioner* (AC) di dalam ruangan dapat membantu menjaga suhu tetap sejuk. Kelengketan juga harus diperhatikan karena jika nilai kelembaban terlalu tinggi atau terlalu rendah maka akan mengganggu kenyamanan wisatawan. Dengan adanya sistem kontrol dan pengecekan ini, jika terjadi suhu ruangan yang tidak sehat, maka dapat dikenali melalui sistem pengamatan melalui telepon seluler. Terlebih lagi, kerangka ini mampu menangani aktivitas *air conditioner* (AC) dengan ideal. Dengan sistem ini, suhu dan kelembaban di ruang tunggu lepas landas akan lebih ideal dan mengurangi protes dari pengguna layanan terminal udara atau penumpang.

Peralatan yang efektif dibuat dalam eksplorasi ini adalah rancangan kerangka pengendalian dan pengamatan suhu dan kelembaban di area take off lounge terminal udara H.Asan Sampit dengan menggunakan mikrokontroler. Perangkat keras pada penelitian ini terdiri dari Wemos D1 mini ESP 32, *relay*, sensor DHT 11, *Peltier* TCE-12706, *heat sink* dan *fan* (kipas). Cara kerja dari perangkat keras yang dibuat yaitu pertama sensor suhu dan kelembaban (DHT 11) akan membaca berapa suhu dan kelembaban yang berada di ruang tunggu keberangkatan, jika suhu dan kelembaban diruangan tersebut mengalami penurunan atau kenaikan maka sensor DHT 11 akan mengirimkan data yang akan di olah oleh Wemos D1 mini yang selanjutnya akan dikirimkan ke bot telegram dan dari Wemos D1 mini terhubung ke *relay* untuk mematikan atau menyalakan AC di ruangan tersebut. Jadi monitoring dapat dilakukan pada

Ponsel melalui aplikasi telegram. Bot Telegram ini terhubung dengan Wemos D1 mini. *Output* dari sensor DHT 11 tadi kemudian dibaca oleh mikrokontroler Wemos D1 mini dan diolah sehingga dapat ditampilkan pada Ponsel. Apabila hasil pembacaan Suhu dan kelembaban mengalami penurunan atau kenaikan dengan toleransi 3°C maka sensor DHT 11 akan membaca suhu di ruangan yang selanjutnya Wemos D1 mini mengolah data untuk di kirimkan melalui telegram. Apabila di ruangan mengalami kenaikan atau penurunan suhu maka tim yang bertugas dapat mematikan atau menyalakan AC di dalam ruangan tersebut dengan cara mengirim pesan melalui telegram, sehingga dapat mengontrol *ON* dan *OFF* AC secara jarak jauh [13].



Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya

Penulis	Judul	Tahun	Parameter
Siswanto	Kendali <i>Data center</i> Menggunakan Sensor Suhu DHT 22, Gerak Pir dengan Notifikasi <i>e-mail</i>	2018	Keterbatasan dalam jumlah pin <i>input/output</i> dan kemampuan pemrosesan. Dalam situasi di mana proyek memerlukan lebih banyak sensor atau fungsi tambahan
A. Najmurokhan	Prototipe Pengendali Suhu Dan Kelembaban Untuk <i>Cold storage</i> Menggunakan Mikrokontroler Atmega328 dan Sensor DHT 11	2018	Sensor DHT11 memiliki keterbatasan dalam presisi pengukuran, dengan keakuratan $\pm 4\%$ untuk kelembaban dan $\pm 2^\circ \text{C}$ untuk suhu
Siswanto	Kendali <i>Data center</i> Menggunakan Sensor Suhu DHT 22, Gerak Pir dengan Notifikasi SMS	2019	Jika terjadi gangguan pada layanan SMS, hal ini dapat menghambat kemampuan sistem dalam memberikan notifikasi atau memantau <i>data center</i> secara <i>realtime</i> .
Almira Budiyanto	Kontrol <i>Relay</i> dan Kecepatan Kipas Angin <i>Direct current</i> (DC) dengan Sensor Suhu DHT11 Berbasis <i>Internet of things</i> (IoT)	2020	Pengendalian kecepatan kipas DC mungkin memiliki keterbatasan dalam hal kemampuan penyesuaian kecepatan dengan perubahan suhu. Meskipun ada peningkatan rata-rata daya pulsa dan RPM saat suhu meningkat
Nazuarsyah	<i>Remote IoT Telegram</i> Suhu Dan Penerangan Ruang Laboratorium Keperawatan	2022	Sensor DS18B20 memiliki kelebihan dalam kemudahan penggunaan dan <i>interface</i> , namun rentang suhu yang terbatas atau presisi yang mungkin tidak cukup tinggi untuk aplikasi yang

			membutuhkan tingkat presisi yang lebih tinggi
Irvan Hanafi	<i>Monitoring And Control System Of Industrial Electric Motors Using The Internet of things</i>	2023	ensor seperti DHT11 memiliki keterbatasan dalam akurasi pengukuran, seperti <i>error</i> 1.8% untuk pengukuran suhu dan 2.5% untuk pengukuran arus. Keterbatasan ini mungkin tidak memadai untuk aplikasi yang memerlukan presisi tinggi.
David Habsara Hareva	<i>Optimizing the Use of Smart Classroom Air Conditioning Systems</i>	2020	Penggunaan beberapa sensor dan sistem yang terhubung memerlukan konfigurasi yang tepat serta pemeliharaan yang cermat terutama dalam penempatan sensor untuk memastikan kinerja yang optimal.
Nestiara Anggia Sukma Febriana	<i>Design Of Temperature And Humidity Control And Monitoring In The Departure Lounge H.Asan Sampit Airport Based On Internet of things (IoT)</i>	2022	Sensor DHT11 yang digunakan memiliki keterbatasan dalam akurasi. Toleransi 3°C mungkin terlalu besar untuk beberapa kebutuhan pengukuran suhu yang memerlukan presisi tinggi, terutama di lingkungan bandara yang memiliki aturan ketat terkait suhu ruangan.

## 2.2 DASAR TEORI

*Data center* adalah ruangan yang memberikan pengurangan kapasitas, eksekutif, administrasi sistem dan kapasitas penyampaian informasi. *Data center* digunakan untuk menempatkan berbagai sistem server atau PC serta sistem penyimpanan informasi yang didukung oleh pasokan listrik, kontrol udara, penanggulangan kebakaran, dan umumnya dilengkapi dengan sistem keamanan fisik. Saat ini, *data center* menjadi pilihan paling umum yang diterapkan oleh berbagai pihak untuk mendukung mitra yang terhubung dengan siklus bisnis organisasi dan perusahaan. Menurut Asosiasi Industri Komunikasi Penyiaran, *data center* merujuk pada struktur atau bagian dari struktur yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan data dan fasilitas pendukungnya. *Data center* merupakan ruangan yang dilengkapi dengan berbagai perangkat, termasuk penyimpanan data, server, pendingin, generator, dan perangkat lainnya. Pengembangan *data center* harus memperhatikan prinsip aksesibilitas, fleksibilitas, dan keamanan. Standar global yang mengatur *data center* adalah TIA-94, yang bertujuan memberikan pedoman untuk desain dan komponen *data center*, baik skala besar maupun kecil. Level adalah langkah-langkah yang digunakan untuk mengarahkan pengembangan tujuan *data center*, dengan setiap level menawarkan arah yang berbeda. *Tier data center* terdiri empat bagian yaitu:

1) *Tier 1 Data center: Basic*

*Tier I* tidak berdaya terhadap impedansi apa pun, tidak dijamin memiliki UPS atau generator. Jika pemeliharaan dilakukan, *data center* harus ditutup total.

2) *Tier 2 Data center: Redundant Components*

*Tier II* masih berdaya terhadap halangan, harus mempunyai UPS dan genset. Pemeliharaan listrik dan beberapa bagian penting memerlukan siklus penutupan.

3) *Tier 3 Data center: Concurrently*

*Maintainable Tier III*, bukannya tidak berdaya melawan gangguan yang direncanakan, namun tetap tidak berdaya terhadap gangguan yang terjadi

secara tiba-tiba. Latihan yang direncanakan mencakup pemeliharaan, peningkatan program, perbaikan atau penggantian suku cadang, dan banyak lagi. Gangguan spontan, misalnya kesalahan fungsional atau kegagalan komponen yang tiba-tiba sebenarnya menyebabkan gangguan pada *data center*.

#### 4) *Tier 4 Data center: Fault Tolerance*

*Tier IV* Dapat mengalahkan interupsi yang diatur atau dadakan. Memiliki kemampuan ekstra dan dispersi yang cukup untuk menampung tumpukan kerangka dasar ketika dukungan selesai.

Kenyamanan dalam ruangan merupakan suatu kebutuhan bagi setiap individu yang berada di dalam ruangan, untuk membantu latihan di dalam ruangan dan meningkatkan efisiensi kerja. Pendinginan merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengkondisikan udara dalam suatu ruangan sehingga dapat mencapai suhu dan tingkat kelengketan yang sesuai dengan keadaan. udara yang memberikan kenyamanan kerja bagi individu yang menyelesaikan latihan tertentu di dalam ruangan. Oleh karena itu, sistem pendingin atau sistem pendingin (AC) telah menjadi suatu kebutuhan pada bangunan-bangunan, perumahan dan hunian, yang tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan energi listrik khususnya pada perusahaan-perusahaan pendingin (*Air conditioner*). Untuk memperoleh udara dengan kondisi ideal, perangkat keras yang dipilih harus sesuai batas beban pendinginan di dalam ruangan. *Air conditioner* (AC) atau perangkat keras pendingin merupakan perubahan peningkatan inovasi mesin pendingin. Alat ini berfungsi untuk memberikan kesejukan udara dan memberikan asap udara yang dibutuhkan oleh tubuh. Untuk panas dan kelembapan termasuk musim badai dan hangat, pada musim panas suhu ruangan tinggi sehingga penghuninya merasa canggung sehingga diperlukan pendinginan dalam ruangan. Dalam kondisi lingkungan kerja ataupun di dalam rumah, AC juga digunakan sebagai salah satu alat yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kerja, karena terkadang manusia membutuhkan iklim udara yang nyaman agar dapat melakukan aktivitas dengan mudah di dalam ruangan. Menurunkan suhu udara pada ruangan-ruangan, baik yang berukuran kecil maupun yang besar, pada umumnya

diharapkan dapat memberikan kenyamanan bagi para penghuni yang berada didalamnya, oleh karena itu, untuk memberikan kenyamanan bagi para penghuni, kesejahteraan dan kebaruan hidup pada rumah-rumah pribadi atau bangunan bertingkat, upaya diharapkan mendapat udara luar, baik udara luar yang berasal dari alam maupun udara alam palsu. Cara untuk mendapatkan udara luar dari alam adalah dengan memberikan ventilasi pada daerah yang ideal dan memberikan ventilasi udara, sedangkan udara luar yang palsu adalah dengan menambahkan pendingin (AC) pada ruangan ideal sehingga akan memberikan suhu udara yang ideal, khususnya ruangan. air panas di sebuah ruangan. tempat. Ruangan dikonsumsi oleh AC, udara panas dialirkan ke ruang bebas/terbuka, kemudian udara dingin dialirkan ke dalam ruangan. Interaksi ini berjalan lebih dari satu kali menjadi satu siklus yang dikenal dengan siklus pendinginan.

Tabel 2. 2 Spesifikasi AC

Parameter	Spesifikasi
Tipe AC	<i>DAIKIN AC SPLIT 2 PK STANDARD</i>
Power Consumption	1.5 kW (1524 watt)
Kontrol Suhu	Rentang: 18°C - 27°C
Kontrol Kelembaban	Rentang: 40% - 60%, Akurasi: ±5%
Features	Self Diagnostic
Pemantauan dan Manajemen	Pemantauan jarak jauh, alarm <i>real-time</i> , integrasi dengan sistem manajemen gedung
Suhu Operasi	-10°C hingga 50°C
<i>Applicable Area/M<sup>2</sup></i>	12 M <sup>2</sup>
Capacity/Cooling	17100 BTU
Tegangan Operasi	220V - 240V
Umur Layanan	10-15 tahun tergantung pada pemeliharaan
Level Kebisingan	< 55 dB

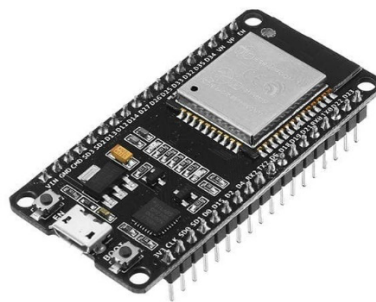
Untuk dapat mengalirkan udara dengan kondisi yang ideal, perangkat keras yang akan dipasang harus memiliki batas yang sesuai dengan kapasitas pendinginan ruangan. Oleh karena itu, penting untuk merancang/merencanakan untuk memutuskan berapa banyak beban pendinginan dan rencana pendiriannya [14].

Penghematan energi merupakan penggunaan energi secara efisien dan optimal tanpa mengurangi kebutuhan energi yang esensial. Penghematan energi di bangunan dan industri, jika diterapkan dengan benar, dapat mengurangi konsumsi energi yang besar secara signifikan. Salah satu

tantangan dalam penghematan energi adalah penggunaan sistem pengaturan perangkat listrik di bangunan yang masih menggunakan saklar standar. Contohnya, sistem pendingin ruangan di beberapa bangunan masih dioperasikan secara manual dengan *remote*. Di gedung-gedung dengan banyak ruangan, sering kali AC tetap aktif di luar jam kerja dan bahkan hingga pagi hari karena kelalaian pengguna dan petugas yang harus memeriksa setiap perangkat pendingin. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengaturan suhu ruangan yang lebih efisien dan produktif. Sistem tersebut dijalankan secara otomatis menggunakan sensor suhu untuk mendeteksi suhu ruangan dan dikombinasikan dengan teknologi mikrokontroler [15].

### 2.2.1 MIKROKONTROLLER

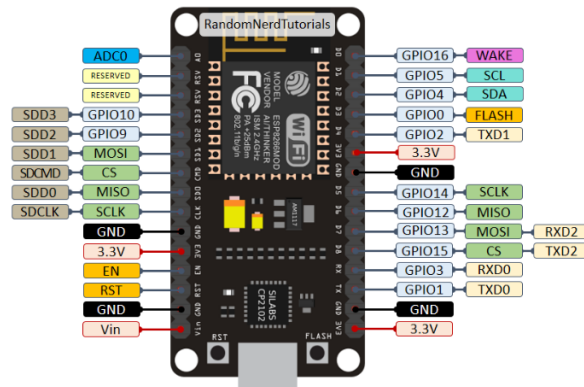
NodeMCU merupakan modul mikrokontroler yang memiliki pusat penanganan seperti ESP 12e. Mikrokontroler ini dikoordinasikan dengan modul web di dalamnya. Jadi tidak diperlukan satu modul lagi untuk menghubungkan mikrokontroler ke web. NodeMCU adalah tahap IoT sumber terbuka. Terdiri dari peralatan berupa *Framework on Chip* ESP32 dan ESP32 yang dibuat dengan *Espressif System*, serta firmware yang digunakan yang menggunakan bahasa pemrograman C++.



**Gambar 2. 1 NodeMCU ESP32**

Mikrokontroler ESP32 adalah *chip* terintegrasi yang menyediakan berbagai fitur seperti *WiFi* 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2, dan komponen perifer lainnya. ESP32 merupakan solusi yang lengkap karena menyediakan prosesor, penyimpanan, dan akses ke pin GPIO. *Chip* ESP32 dapat berfungsi

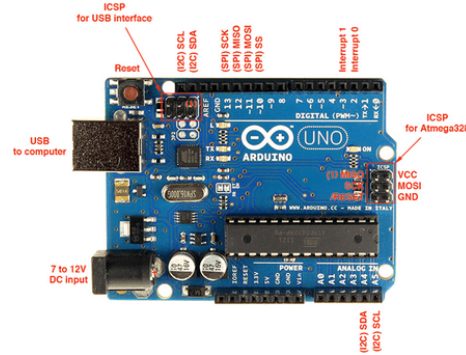
sebagai alternatif untuk Arduino dan mendukung koneksi langsung ke jaringan *WiFi*.



**Gambar 2. 2 GPIO ESP32**

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang dikembangkan oleh kantor asosiasi Wireless. Sebagai sebuah mikrokontroler, ESP32 memiliki prosesor dan memori yang dapat dihubungkan dengan sensor dan aktuator melalui pin GPIO. Mikrokontroler ini memiliki berbagai fitur, termasuk mendukung standar IEEE 802.11 b/g/n, kemampuan untuk *WiFi direct* (P2P), *soft-AP mode*, RAM sebesar 81 Mb, *Flash memory* sebesar 1Mb, kecepatan hingga 160 MHz, dan daya keluaran mencapai 19.5 dBm [16].

Arduino adalah mikrokontroler papan tunggal sumber terbuka, berasal dari *Wiring platform*, memiliki permulaan yang tinggi dalam hal pemrograman dan peralatan untuk bekerja dengan rencana elektronik di berbagai bidang. Arduino melibatkan IC ATmega sebagai program IC dan produknya memiliki bahasa pemrograman sendiri yang sering disebut bahasa penanganan. Bahasa ini pada dasarnya sama dengan C, namun komposisinya mendekati bahasa manusia. Arduino adalah tahap mikrokontroler paling terkenal di dunia nyata saat ini [17].



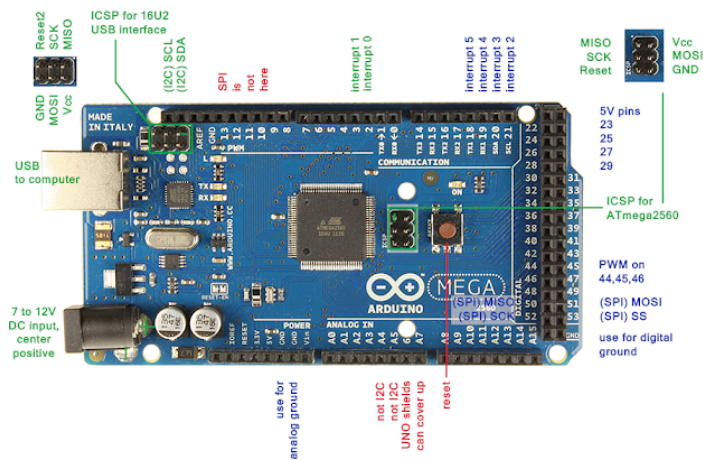
**Gambar 2. 3 Arduino Uno**

Arduino Uno adalah sebuah papan sirkuit yang menggunakan mikrokontroler Atmega328p. Papan ini dilengkapi dengan 14 *input/output* digital (dengan 6 di antaranya dapat digunakan untuk PWM), 6 *input* analog, kristal keramik 16MHz, port USB, soket adaptor, pin *header* ICSP, dan tombol *reset*. Arduino Uno dirancang untuk mendukung koneksi yang mudah dengan berbagai sumber daya seperti kabel USB, adaptor daya AC ke DC, atau baterai. Yang membedakan Arduino Uno dari lembar mikrokontroler lainnya adalah penggunaan ATmega16U2 sebagai *chip* USB-to-serial, yang merupakan versi upgrade dari ATmega8U2 yang digunakan sebelumnya. Pada versi Rev.2 Arduino Uno, resistor 8U2 telah ditempatkan ke jalur *ground* untuk memudahkan dalam mode DFU.

Arduino Uno merupakan salah satu Arduino yang paling banyak digunakan, mudah didapat dan harganya pun cukup murah. Arduino ini dilengkapi dengan modul R3 adaptasi ATMEGA328P dan mikrokontroler yang merupakan bentuk akhir untuk membantu mikrokontroler agar dapat bekerja. [18].

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler berbasis Arduino dengan menggunakan *chip* ATmega2560. *Board* ini memiliki pin I/O sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog *input*, 4 pin UART (*serial port hardware*), dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port* USB, *power jack* DC, ICSP *header*, dan tombol *reset*.





**Gambar 2. 4 Arduino Mega 2560**

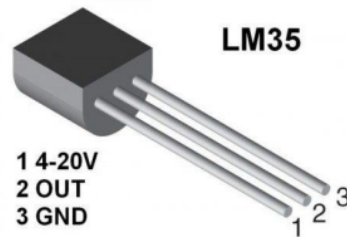
Arduino Mega dapat dikontrol melalui koneksi USB atau menggunakan sumber daya eksternal. Pengguna dapat memilih aset daya sesuai kebutuhan. Sumber daya eksternal dapat disalurkan melalui konektor listrik AC atau baterai dan dapat dihubungkan dengan menghubungkan terminal positif baterai ke konektor listrik pada papan. Kabel baterai dapat terhubung ke pin GND dan Vin pada konektor daya. Arduino Mega dapat menerima daya antara 6 hingga 20 volt. Jika pasokan daya kurang dari 7V, output pin 5V mungkin akan kurang dari 5V dan dapat mengakibatkan perubahan beban. Disarankan untuk tidak menggunakan tegangan di atas 12 volt, karena regulator tegangan dapat menjadi panas dan merusak papan [19].

Tabel 2. 3 *Datasheet* Arduino Mega 2560

<i>Microcontroller</i>	ATmega2560
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limits)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	54 (of which 14 provide PWM output)
<i>Analog Input Pins</i>	16
<i>DC Current per I/O Pin</i>	40 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB of which 8 KB used by bootloader
<i>SRAM</i>	8 KB
<i>EEPROM</i>	4 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

### 2.2.2 SENSOR

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronik yang dapat mengonversi suhu menjadi sinyal listrik berupa tegangan. Pada dasarnya, sensor ini akan mendeteksi perubahan suhu setiap 1 derajat *Celsius* dan menghasilkan tegangan sebesar 10mV. Rentang pengukuran sensor ini berkisar dari -55 derajat *Celsius* hingga 150 derajat *Celsius*.

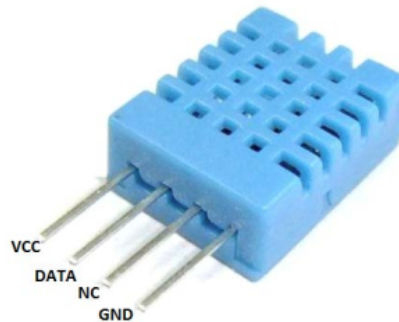


**Gambar 2. 5 Sensor LM35**

Sensor LM35 memiliki akurasi tinggi dan desain yang lebih baik dibandingkan dengan sensor suhu lainnya. Di sisi lain, sensor DHT11 memiliki impedansi *output* rendah dan linearitas tinggi, memudahkan integrasinya dengan berbagai rangkaian kontrol tanpa perlu modifikasi tambahan. Meskipun tegangan operasional maksimum sensor ini mencapai 30 *Volt*, biasanya tegangan yang diberikan hanya sebesar 5 *Volt*, sehingga sering kali menggunakan catu daya tunggal karena kebutuhan arusnya yang rendah, sekitar 60  $\mu$ A. Namun, DHT11 memiliki kecenderungan untuk menghasilkan panas sendiri, yang dapat mengakibatkan sedikit kesalahan pengukuran, terutama pada suhu sekitar 25°C dengan rentang kesalahan kurang dari 0,5°C. Sensor ini memberikan keluaran tegangan yang linear dengan kenaikan sebesar 10mV per derajat *Celsius* melalui pin 2. Dengan kemampuan membaca suhu hingga 150°C, sensor LM35 sangat sesuai digunakan pada mikrokontroler dengan tegangan 5V.

Sensor DHT11 merupakan sensor dengan penyalarsan sinyal terkomputerisasi yang dapat mengukur suhu dan kelembapan. Sensor ini umumnya memiliki kekuatan dan akurasi penyalarsan yang sangat baik. Koefisien penyalarsan disimpan dalam memori program yang dapat diprogram sekali (OTP), sehingga sensor dapat mengingat koefisien tersebut untuk perhitungannya saat mengenali sesuatu, dengan jangkauan transmisi

sinyal hingga 20 meter. Spesifikasi DHT11 meliputi tegangan suplai +5V, rentang suhu 0-50°C dengan kesalahan  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , dan kelembapan 20-90% RH dengan kesalahan  $\pm 5\%$  RH.



**Gambar 2. 6 Sensor DHT11**

Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan perubahan kapasitif perubahan posisi bahan dielektrik diantara kedua keping, pergeseran posisi salah satu keping dan luas keping yang berhadapan langsung [20].

DHT22 adalah sensor yang mengukur kelembapan dan suhu relatif dengan bantuan komputer. Sensor ini menggunakan kapasitor dan termistor untuk mendeteksi kondisi udara di sekitarnya dan mengirimkan sinyal melalui pin informasi. DHT22 dikenal karena kemampuannya yang baik dalam mengukur, dengan respons cepat terhadap perubahan informasi dan ukurannya yang tidak terlalu besar, serta harganya yang umumnya lebih terjangkau dibandingkan dengan termohigrometer.



**Gambar 2. 7 Sensor DHT22**

Sensor DHT22 sangat mudah digunakan dengan mikrokontroler tipe Arduino, seperti Arduino Uno, karena memiliki keandalan yang tinggi dan hasil yang sangat presisi. Arduino Uno adalah papan mikrokontroler dasar

yang bersifat open-source. Arduino memiliki beberapa keunggulan dibandingkan mikrokontroler lainnya, seperti penggunaan bahasa pemrograman yang mudah dipelajari. Selain itu, papan Arduino dilengkapi dengan USB *loader*, yang mempermudah proses pemrograman mikrokontroler. Beberapa contoh eksplorasi menggunakan Arduino Uno meliputi konfigurasi untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan Arduino dan DHT11, serta pengembangan sistem cerdas berbasis sensor Arduino dan DHT11 [21].

### 2.2.3 RELAY

*Relay* adalah alat elektronik yang memungkinkan pengendalian aliran listrik besar dengan arus listrik kecil. *Relay* berfungsi sebagai pengalih arus listrik dengan memanfaatkan prinsip elektromagnetik, di mana arus listrik kecil yang melewati inti besi lunak akan menyebabkannya menjadi magnet. Setelah inti menjadi magnet, ia akan menarik kontak saklar, sehingga memungkinkan aliran listrik untuk mengalir. Ketika arus kecil tersebut terputus, saklar akan memutuskan aliran listrik.



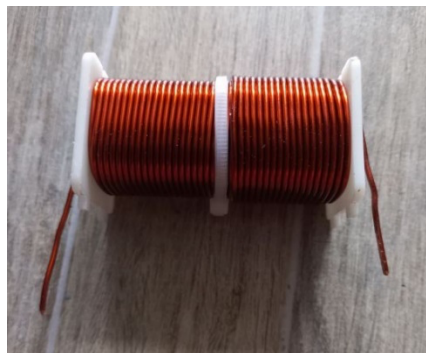
**Gambar 2. 8 Relay Single Channel**

Relai memiliki dua bagian utama, yaitu gulungan kawat (*coil*) dan kontak. *Coil* merupakan kumparan kawat yang dihubungkan dengan sumber arus listrik, sementara kontak berperan sebagai saklar yang terbuka atau tertutup tergantung pada keberadaan arus listrik pada *coil*.



**Gambar 2. 9 Relay DC**

*Relay AC* adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi untuk mengatur aliran arus bolak-balik dalam sebuah rangkaian listrik. *Relay* ini bekerja dengan menggunakan kontak elektromagnetik yang dapat membuka atau menutup sirkuit saat menerima sinyal listrik dari sumber eksternal. *Relay AC* sering digunakan dalam berbagai aplikasi yang melibatkan perangkat dan sistem berbasis arus bolak-balik, seperti pada instalasi listrik rumah tangga, industri, dan otomotif.



**Gambar 2. 10 Gambar Coil**

Ketika tegangan listrik AC diterapkan pada kumparan *relay*, medan magnet dihasilkan di sekitarnya. Medan magnet ini mengubah posisi kontak elektromagnetik. Jika *relay* memiliki kontak *Normally Open* (NO), maka kontak akan tertutup. Sebaliknya, jika *relay* memiliki kontak *Normally Closed* (NC), maka kontak akan terbuka. Ketika tegangan pada kumparan dilepaskan, medan magnet menghilang, dan kontak kembali ke posisi awalnya (tergantung pada tipe kontak, baik terbuka atau tertutup) [22].

#### **2.2.4 LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY)**

LCD merupakan sebuah komponen elektronik yang berfungsi untuk menampilkan informasi dalam bentuk karakter, huruf, atau gambar.

Komponen ini biasanya membutuhkan tegangan dan daya yang rendah, sehingga seringkali digunakan dalam berbagai aplikasi seperti perangkat pengolah angka, jam tangan pintar, dan alat-alat elektronik seperti *multimeter* digital. LCD menggunakan bahan dasar berupa silikon dan galium dalam bentuk cair untuk menghasilkan cahaya. Pada layar LCD, setiap unit terdiri dari dua lapisan piksel yang terpisah oleh garis dan segmen. Tiap persilangan garis dan segmen dilengkapi dengan LED di bagian belakangnya, yang terletak pada substrat kaca yang dilapisi dengan lapisan katoda lurus.

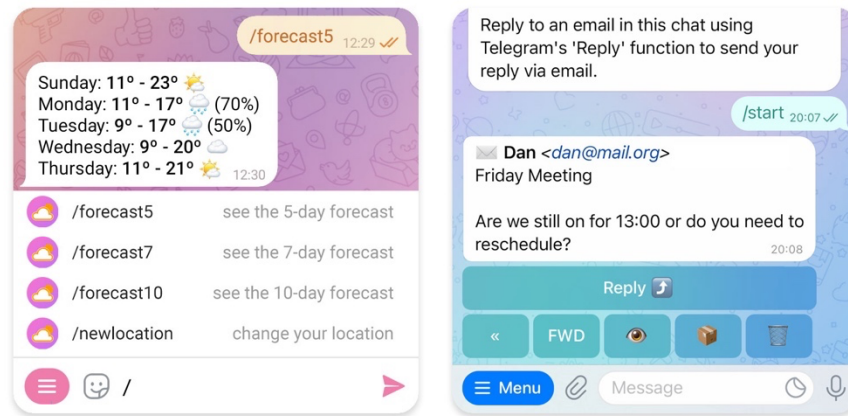


**Gambar 2. 11** *Liquid crystal display 16x2*

Kelebihan lainnya adalah ukuran layar LCD yang ideal, tidak terlalu kecil maupun terlalu besar, sehingga tampilannya mudah dibaca dengan jelas. Gambar fisik LCD 16x2 menunjukkan tampilan yang nyaman dan mudah dibaca [23].

### **2.2.5 TELEGRAM**

Telegram adalah salah satu aplikasi hiburan berbasis web yang diluncurkan pada tahun 2013. Sejak itu, Telegram telah mengalami pertumbuhan yang sangat pesat sehingga mampu bersaing dengan aplikasi hiburan virtual lainnya, seperti WhatsApp. Alasan Telegram populer di kalangan pengguna adalah karena telah menciptakan berbagai elemen menarik termasuk stiker yang menggemaskan, dan juga mendukung fitur panggilan video. Beberapa fitur yang ditawarkan oleh Telegram antara lain: percakapan rahasia, grup obrolan, saluran pesan, dan bot Telegram.



**Gambar 2. 12 Tampilan *Interface* Bot Telegram**

Bot adalah fitur terprogram yang ditampilkan dalam sebuah kerangka kerja. Dalam hal ini, klien hanya bertindak sebagai perencana. Telegram memiliki berbagai tujuan seperti mendidik, bermain, berkomunikasi, mencari, memperbarui, menghubungkan, dan berkoordinasi dengan berbagai layanan. Salah satu fitur paling menarik dari bot ini adalah di aplikasi Pesan. Selain karena bot dalam aplikasi SMS masih tergolong baru, bot juga dapat digunakan untuk berbagai tujuan yang telah disebutkan. Membuat bot di Pesan cukup sederhana, namun pembuatnya harus memiliki kemampuan pemrograman komputer [24].