

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Perkembangan sistem otomatis berbasis mikrokontroler saat ini banyak digunakan untuk membantu berbagai kebutuhan di dalam ruangan. Penggunaan sensor dan mikrokontroler memungkinkan suatu sistem membaca kondisi tertentu kemudian memberikan tindakan sesuai dengan data yang diperoleh. Salah satu penerapannya adalah pada pengharum ruangan otomatis yang digunakan untuk mengatur proses penyemprotan sehingga tidak hanya bergantung pada pengoperasian secara manual [1]-[5]. Dalam perkembangannya, sistem pengharum ruangan otomatis tidak hanya menggunakan pengaturan waktu, tetapi juga mulai memanfaatkan sensor untuk menyesuaikan kerja alat dengan kondisi ruangan [1]-[5]. Sensor MQ-135 dapat digunakan untuk membaca perubahan kondisi udara [4], sedangkan RTC digunakan sebagai acuan waktu pada sistem [1], [3]. Selain itu, penggunaan ESP32 memungkinkan perangkat terhubung dengan internet sebagai bagian pendukung untuk pengambilan dan penyimpanan data [4]. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengharum ruangan otomatis, RTC, sensor MQ-135, dan sistem berbasis mikrokontroler digunakan sebagai referensi dalam perancangan tugas akhir ini.

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Feby Mira Trisna, Adi Sutrisman, dan M. Miftakul Amin pada tahun 2019 dengan judul *Rancang Bangun Pengharum Ruangan Otomatis Menggunakan RTC Berbasis Arduino UNO*, modul RTC digunakan sebagai acuan waktu untuk mengatur kerja pengharum ruangan secara otomatis. Sistem dapat melakukan penyemprotan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan pada program sehingga penggunaan pengharum tidak harus dilakukan secara manual. Namun, proses penyemprotan pada sistem tersebut masih bergantung pada pengaturan waktu dan belum mempertimbangkan perubahan kondisi udara di dalam ruangan [1].
2. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Gusrio Tendra pada tahun 2020 dengan judul *Sistem Kontrol Alat Pengharum Ruangan Otomatis*

Berbasis Mikrokontroler Berdasarkan Tingkat Kepadatan Jumlah Pengguna Ruangan, sistem pengharum ruangan menggunakan sensor optik untuk mengetahui jumlah pengguna yang berada di dalam ruangan. Data jumlah pengguna kemudian digunakan untuk mengatur jumlah dan waktu penyemprotan secara otomatis. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kerja pengharum ruangan dapat dibuat lebih menyesuaikan keadaan ruangan sehingga penyemprotan tidak hanya dilakukan berdasarkan timer tetap [2].

3. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Klen Tupan, Joko Saputro, dan Raditya Galih Whendasmoro pada tahun 2022 dengan judul *Rancang Bangun Alat Kendali Aroma Ruangan Menggunakan Pengharum Ruangan Otomatis Berbasis Mikrokontroler*, pengharum ruangan dirancang menggunakan Arduino Uno dan modul RTC. RTC digunakan untuk menentukan waktu kerja, sedangkan motor servo digunakan untuk menggerakkan mekanisme penyemprot. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa mikrokontroler dan RTC dapat digunakan untuk mengendalikan pengharum ruangan secara otomatis, tetapi penyemprotan masih berdasarkan selang waktu yang ditentukan [3].
4. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh R. Muttaqin, W. Prayitno, N. Setyaningsih, dan U. Nurbaiti pada tahun 2024 dengan judul *Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis IoT dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ-135*, sensor MQ-135 digunakan bersama ESP32 untuk membaca perubahan kadar gas di dalam ruang pengujian. Data hasil pembacaan kemudian dikirim melalui Wi-Fi dan dapat dipantau menggunakan Blynk. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sensor MQ-135 dapat memberikan perubahan nilai terhadap kondisi udara yang terdeteksi, sehingga menjadi salah satu dasar penggunaan MQ-135 untuk membaca perubahan kondisi udara pada sistem yang dirancang [4].
5. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Nadifh, Endah Fitriani, dan Tamsir Ariyadi pada tahun 2024 dengan judul *Prototipe Parfum Ruangan Otomatis Berdasarkan Jumlah Pengunjung di dalam Ruangan Berbasis IoT*, sistem pengharum ruangan dirancang agar proses penyemprotan dapat menyesuaikan dengan kondisi ruangan. Sistem menggunakan sensor IR

Proximity untuk mengetahui jumlah pengunjung serta DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa frekuensi penyemprotan dapat disesuaikan berdasarkan kondisi yang terbaca sehingga penggunaan bahan pengharum menjadi lebih terkontrol dibandingkan penggunaan selang waktu tetap. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa pendekatan adaptif ditujukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan pengharum [5].

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa sistem pengharum ruangan otomatis telah dikembangkan menggunakan berbagai cara, mulai dari pengaturan berdasarkan waktu hingga penyesuaian berdasarkan kondisi yang terbaca oleh sensor [1]–[5]. Sistem berbasis waktu dapat digunakan untuk menentukan kapan penyemprotan dilakukan [1], [3], sedangkan penggunaan sensor memungkinkan proses penyemprotan menyesuaikan dengan perubahan yang terjadi di dalam ruangan [2], [4], [5]. Namun, penelitian sebelumnya belum menggabungkan waktu sholat sebagai waktu operasi dengan perubahan kondisi udara ruangan sebagai dasar keputusan penyemprotan.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dirancang sistem pengharum ruangan adaptif yang menggabungkan waktu sholat dan perubahan kondisi udara ruangan menggunakan sensor MQ-135. ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali, sedangkan RTC digunakan sebagai acuan waktu. Sistem mulai bekerja berdasarkan jadwal sholat yang telah tersimpan dan melakukan penyemprotan apabila nilai MQ-135 mencapai atau melebihi nilai ambang batas yang telah ditentukan, selama sistem tidak berada dalam kondisi *cooldown*. Koneksi internet digunakan sebagai bagian pendukung untuk memperbarui jadwal sholat setiap hari dan mengirim data hasil kerja sistem ke Google *Spreadsheet*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengharum Ruangan Otomatis

Pengharum ruangan otomatis merupakan alat yang digunakan untuk menyemprotkan cairan pewangi secara otomatis tanpa harus dioperasikan secara manual. Alat ini banyak digunakan di berbagai tempat, seperti rumah, kantor, ruang

tunggu, maupun tempat ibadah untuk memberikan aroma pada ruangan. Pada umumnya, pengharum ruangan otomatis bekerja menggunakan pengaturan waktu tertentu sehingga penyemprotan dilakukan secara berkala sesuai dengan waktu yang telah ditentukan [1]–[3].

Penggunaan pengharum ruangan otomatis lebih praktis dibandingkan penyemprotan secara manual karena tidak memerlukan pengoperasian langsung dari pengguna setiap saat. Namun, sebagian produk pengharum ruangan otomatis masih menggunakan sistem *timer* sehingga penyemprotan tetap dilakukan berdasarkan selang waktu yang telah ditentukan tanpa mempertimbangkan perubahan kondisi di dalam ruangan [1]–[3]. Beberapa penelitian kemudian mengembangkan sistem yang menggunakan kondisi ruangan sebagai salah satu dasar pengendalian penyemprotan [2], [5].



Gambar 2. 1 *Stella Matic*

Gambar 2.1 menunjukkan Stella Matic sebagai pengharum ruangan otomatis yang dimodifikasi sehingga dapat dikendalikan oleh ESP32-S2. Berdasarkan informasi produk, Stella Matic memiliki pilihan pengaturan penyemprotan setiap 10 menit, 20 menit, dan 40 menit [6]. Berdasarkan informasi pada kemasan produk yang digunakan dalam penelitian, perkiraan lama penggunaan masing-masing pengaturan adalah 15 hari, 30 hari, dan 60 hari. Informasi tersebut digunakan sebagai dasar perbandingan penggunaan pengharum ruangan pada tahap analisis. Pada sistem yang dibuat, pengaturan waktu bawaan Stella Matic tidak lagi digunakan sebagai pengendali utama. Proses penyemprotan

ditentukan berdasarkan waktu sholat dan nilai pembacaan sensor MQ-135. Stella Matic digunakan sebagai bagian yang melakukan penyemprotan ketika kondisi yang telah ditentukan oleh sistem terpenuhi.

2.2.2 ESP32-S2

ESP32-S2 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan dapat digunakan pada berbagai sistem otomatis maupun *Internet of Things* (IoT). ESP32-S2 dilengkapi dengan koneksi Wi-Fi 2,4 GHz serta berbagai antarmuka komunikasi dan pin masukan-keluaran yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor maupun perangkat lainnya [7], [8]. Board LOLIN S2 Mini yang digunakan pada penelitian ini menggunakan ESP32-S2 serta dilengkapi memori *flash*, PSRAM, GPIO, dan konektor USB Type-C [7].

Pada penelitian ini, ESP32-S2 digunakan sebagai pusat pengendali sistem pengharum ruangan adaptif. ESP32-S2 menerima data waktu dari RTC dan nilai pembacaan sensor MQ-135, kemudian mengolah data tersebut untuk menentukan kerja sistem. Mikrokontroler ini juga digunakan untuk mengendalikan motor DC sebagai penggerak penyemprot, menampilkan informasi pada OLED, memperbarui jadwal sholat melalui koneksi internet, serta mengirim data hasil kerja sistem ke *Google Spreadsheet*. Selain itu, ESP32-S2 menggunakan mode *deep sleep* ketika sistem tidak berada dalam waktu operasi. Pada kondisi tersebut, OLED dinonaktifkan dan motor berada dalam kondisi tidak aktif, sedangkan MQ-135 tetap mendapatkan daya. ESP32-S2 kemudian kembali aktif pada waktu sholat berikutnya sesuai jadwal yang telah tersimpan.



Gambar 2. 2 ESP32-S2

Gambar 2.2 menunjukkan ESP32-S2 yang digunakan sebagai pusat pengendali sistem, sedangkan spesifikasi ESP32-S2 ditunjukkan pada Tabel 2-1.

Tabel 2- 1 Spesifikasi ESP32-S2

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ESP32-S2
Jenis Board	LOLIN S2 Mini
Tegangan Kerja	3,3 Volt
Tegangan masukan	5 Volt
Koneksi	WiFi 2,4 GHz
Memori Flash	4 MB
PSRAM	2 MB
Frekuensi CPU	Hingga 240 MHz
Jumlah GPIO	27 GPIO
Jenis Komunikasi	UART, I2C, SPI, PWM, ADC
Port USB	USB Type-C

2.2.3 RTC DS3231SN

RTC DS3231SN merupakan modul yang digunakan untuk menyimpan dan memberikan informasi waktu secara real-time, seperti jam, menit, detik, tanggal, bulan, dan tahun. Modul RTC dapat tetap menjaga informasi waktu meskipun sistem utama tidak mendapatkan daya karena dilengkapi dengan baterai cadangan. Oleh karena itu, RTC banyak digunakan pada sistem otomatis yang membutuhkan acuan waktu dan penjadwalan secara terus-menerus [9].

Pada penelitian ini, RTC DS3231SN digunakan sebagai acuan waktu utama pada sistem pengharum ruangan adaptif. Data waktu dari RTC dibaca oleh ESP32-S2 untuk menentukan kapan sistem mulai bekerja berdasarkan jadwal sholat yang telah tersimpan. Sistem mulai aktif tepat pada waktu sholat dan tetap berada dalam waktu operasi selama 15 menit, kemudian kembali masuk ke mode deep sleep setelah waktu operasi selesai. Jadwal sholat diperbarui melalui koneksi internet

setiap hari mulai pukul 00.00, sedangkan RTC tetap digunakan sebagai acuan waktu selama sistem menjalankan proses kerjanya.



Gambar 2. 3 Modul RTC DS3231SN

Gambar 2.3 menunjukkan modul RTC DS3231SN yang digunakan sebagai acuan waktu pada sistem, sedangkan spesifikasi modul RTC ditunjukkan pada Tabel 2-2.

Tabel 2- 2 Spesifikasi Modul RTC DS3231SN

Spesifikasi	Keterangan
Tipe Modul	DS3231SN
Tegangan Kerja	3,3–5 Volt
Jenis Komunikasi	I ² C (400 kHz Fast Mode)
Baterai Cadangan	CR2032
Data Waktu	Jam, Menit, Detik, Tanggal, Bulan, Dan Tahun
Ketelitian Waktu	± 2 ppm (0°C–40°C)

Setelah mengetahui spesifikasi modul RTC, selanjutnya perlu diketahui hubungan pin RTC dengan ESP32-S2 agar modul dapat digunakan sebagai acuan waktu pada sistem. RTC dihubungkan dengan ESP32-S2 menggunakan komunikasi I2C. Pin VCC dihubungkan ke VIN sebagai sumber tegangan, sedangkan pin GND dihubungkan ke GND sistem. Pin SDA dihubungkan ke GPIO 39 sebagai jalur data dan pin SCL dihubungkan ke GPIO 40 sebagai jalur clock. Data waktu dari RTC

kemudian dibaca oleh ESP32-S2 dan digunakan sebagai acuan untuk menentukan waktu operasi berdasarkan jadwal sholat yang telah tersimpan. Hubungan pin antara modul RTC dengan ESP32-S2 ditunjukkan pada Tabel 2- 3.

Tabel 2- 3 Pinout RTC DS3231SN dengan ESP32-S2

RTC	ESP32-S2	Keterangan
VCC	VIN	Sumber tegangan RTC
GND	GND	Ground sistem
SDA	GPIO 39	Jalur data komunikasi I2C
SCL	GPIO 40	Jalur clock komunikasi I2C

2.2.4 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan sensor gas jenis semikonduktor yang menggunakan bahan sensitif SnO_2 . Sensor ini memberikan perubahan konduktivitas ketika terdapat perubahan kandungan gas atau uap tertentu di sekitar sensor. Berdasarkan datasheet, MQ-135 memiliki sensitivitas terhadap beberapa jenis gas, terutama amonia (NH_3), sulfida, dan uap golongan benzena, serta dapat memberikan respons terhadap toluena, hidrogen, dan asap [10]. Perubahan karakteristik sensor tersebut dapat diubah menjadi sinyal keluaran yang kemudian dibaca oleh mikrokontroler.

Pada penelitian ini, sensor MQ-135 digunakan sebagai indikator perubahan respons sensor terhadap kondisi udara pada ruangan pengujian. Keluaran analog sensor dibaca oleh ADC ESP32-S2 dan dinyatakan dalam nilai ADC. Nilai pembacaan tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan berdasarkan hasil pengujian. Apabila nilai MQ-135 mencapai atau melebihi nilai ambang batas dan sistem berada dalam waktu operasi serta tidak dalam kondisi *cooldown*, penyemprotan dapat dilakukan. Sebaliknya, apabila nilai pembacaan berada di bawah nilai ambang batas, penyemprotan tidak dilakukan. Nilai MQ-135 pada penelitian ini tidak digunakan untuk menentukan jenis gas maupun konsentrasi gas dalam satuan ppm.



Gambar 2. 4 Sensor MQ-135

Gambar 2.4 menunjukkan sensor MQ-135 yang digunakan untuk membaca perubahan respons sensor terhadap kondisi udara, sedangkan spesifikasi sensor MQ-135 ditunjukkan pada Tabel 2-4.

Tabel 2- 4 Spesifikasi Sensor MQ-135

Spesifikasi	Keterangan
Tipe Sensor	MQ-135
Tegangan Kerja	5 Volt DC
Sinyal Keluaran	Analog
Gas/Uap yang Dapat Direspons	CO ₂ , NH ₃ , NO _x , Alkohol, Benzena, dan Asap
Resistansi Pemanas	30 $\Omega \pm 3 \Omega$

Setelah mengetahui spesifikasi sensor MQ-135, selanjutnya perlu diketahui hubungan pin sensor dengan ESP32-S2 agar nilai keluaran sensor dapat dibaca oleh sistem. Pin VCC sensor MQ-135 dihubungkan ke VIN sebagai sumber tegangan, sedangkan pin GND dihubungkan ke GND sistem. Pin AOUT digunakan sebagai keluaran analog dan dihubungkan menuju GPIO 6 ESP32-S2 sebagai pin ADC. Nilai analog yang diperoleh kemudian dibaca dan diproses oleh ESP32-S2 untuk dibandingkan dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan sebagai dasar dalam menentukan proses penyemprotan. Hubungan pin antara sensor MQ-135 dengan ESP32-S2 ditunjukkan pada Tabel 2-5.

Tabel 2- 5 Pinout MQ-135 dengan ESP32-S2

MQ-135	ESP32-S2	Keterangan
VCC	VIN	Sumber tegangan sensor
GND	GND	Ground sensor
AOUT	GPIO 6	Keluaran analog sensor menuju ADC ESP32-S2

2.2.5 OLED 128 x 64

OLED (*Organic Light Emitting Diode*) merupakan perangkat tampilan yang digunakan untuk menampilkan informasi dari suatu sistem secara visual. Berbeda dengan LCD konvensional, OLED tidak memerlukan lampu latar karena setiap piksel dapat menghasilkan cahaya sendiri. Hal tersebut membuat tampilan OLED memiliki kontras yang baik serta ukuran yang relatif ringkas sehingga sesuai digunakan pada sistem berbasis mikrokontroler [11].

Pada penelitian ini, OLED digunakan sebagai media tampilan pada sistem pengharum ruangan adaptif. OLED berkomunikasi dengan ESP32-S2 menggunakan komunikasi I2C melalui jalur SDA dan SCL. Informasi yang ditampilkan meliputi jenis sholat, waktu dari RTC, nilai pembacaan sensor MQ-135, serta status kerja sistem berupa *Standby*, *Spray*, dan *Cooldown*. OLED hanya berfungsi sebagai media tampilan, sedangkan proses pengambilan keputusan penyemprotan tetap dilakukan oleh ESP32-S2 berdasarkan waktu operasi, nilai pembacaan MQ-135, dan kondisi *cooldown*.

**Gambar 2. 5** OLED 128 x 64

Gambar 2.5 menunjukkan OLED 128 × 64 yang digunakan sebagai media tampilan sistem, sedangkan spesifikasi OLED ditunjukkan pada Tabel 2-6.

Tabel 2- 6 Spesifikasi OLED 128 x 64

Spesifikasi	Keterangan
Tipe Modul	OLED SSD1306
Tegangan Kerja	3,3–5 Volt DC
Ukuran Layar	0,96 inci
Resolusi	128 × 64 piksel
Jenis Komunikasi	I ² C
Driver IC	SSD1306

Setelah mengetahui spesifikasi OLED, selanjutnya perlu diketahui hubungan pin OLED dengan ESP32-S2 agar modul dapat digunakan sebagai media tampilan pada sistem. OLED dihubungkan dengan ESP32-S2 menggunakan komunikasi I2C. Pin VCC dihubungkan ke VIN sebagai sumber tegangan, sedangkan pin GND dihubungkan ke GND sistem. Pin SDA dihubungkan ke GPIO 39 sebagai jalur data dan pin SCL dihubungkan ke GPIO 40 sebagai jalur clock. Melalui komunikasi tersebut, ESP32-S2 mengirimkan data berupa **jenis sholat**, waktu dari RTC, nilai pembacaan sensor MQ-135, serta status kerja sistem untuk ditampilkan pada OLED. Hubungan pin antara OLED dengan ESP32-S2 ditunjukkan pada Tabel 2-7.

Tabel 2- 7 Pinout OLED 128 x 64 dengan ESP32-S2

OLED 128x64	ESP32-S2	Keterangan
VCC	VIN	Sumber tegangan OLED
GND	GND	Ground sistem
SDA	GPIO 39	Jalur data komunikasi I2C
SCL	GPIO 40	Jalur clock komunikasi I2C

2.2.6 Transistor S9012

Transistor S9012 merupakan transistor jenis PNP yang dapat digunakan sebagai saklar elektronik pada suatu rangkaian. Transistor ini bekerja dengan

mengatur aliran arus berdasarkan sinyal kendali yang diberikan. S9012 memiliki ukuran yang relatif kecil sehingga sesuai digunakan pada rangkaian dengan ruang terbatas. Selain itu, transistor ini mampu mengalirkan arus hingga sekitar 500 mA sehingga dapat digunakan untuk membantu mengendalikan aliran daya pada bagian rangkaian tertentu [12].

Pada penelitian ini, transistor S9012 digunakan pada bagian rangkaian pengendali daya dan bekerja bersama optocoupler PC817. Transistor membantu menghubungkan atau memutus aliran daya menuju bagian rangkaian yang diperlukan sesuai dengan kondisi kerja sistem. Ketika sistem memasuki waktu operasi, bagian rangkaian pendukung yang diperlukan dapat diaktifkan. Sebaliknya, ketika ESP32-S2 masuk ke mode *deep sleep*, bagian rangkaian yang tidak diperlukan dapat dinonaktifkan, sedangkan sensor MQ-135 tetap mendapatkan daya.



Gambar 2. 6 Transistor S9012

Gambar 2.6 menunjukkan transistor S9012 yang digunakan pada rangkaian pengendali daya, sedangkan spesifikasi ditunjukkan pada Tabel 2-8.

Tabel 2- 8 Spesifikasi Transistor S9012

Spesifikasi	Keterangan
Jenis Transistor	PNP
Tipe	S9012 / SS9012
Kemasan	SOT-23
Tegangan Collector-Emitter Maksimum	25 V

Spesifikasi	Keterangan
Arus Collector Maksimum	500 mA
Daya Maksimum	300 mW

2.2.7 MOSFET AO3401A

MOSFET AO3401A merupakan komponen jenis P-Channel yang dapat digunakan sebagai saklar elektronik pada suatu rangkaian. Komponen ini bekerja dengan menghubungkan atau memutus aliran daya menuju beban berdasarkan sinyal kendali yang diberikan pada bagian gate. AO3401A memiliki ukuran yang relatif kecil dan dapat digunakan untuk mengendalikan beban seperti motor DC, sehingga sesuai diterapkan pada rangkaian yang membutuhkan proses pengaktifan dan penonaktifan beban secara otomatis [13].

Pada penelitian ini, MOSFET AO3401A digunakan sebagai pengendali motor DC bawaan pengharum ruangan Stella Matic. Sinyal kendali dari ESP32-S2 digunakan untuk menentukan kapan MOSFET menghubungkan daya menuju motor. Ketika sistem memberikan perintah penyemprotan, MOSFET mengaktifkan motor sehingga mekanisme penyemprot dapat bekerja. Setelah waktu penyemprotan selesai, motor kembali dimatikan dan menunggu perintah penyemprotan berikutnya sesuai dengan kondisi kerja sistem.



Gambar 2. 7 MOSFET AO3401A

Gambar 2.7 menunjukkan MOSFET AO3401A yang digunakan sebagai pengendali motor DC, sedangkan spesifikasi MOSFET AO3401A ditunjukkan pada Tabel 2-9.

Tabel 2- 9 Spesifikasi MOSFET AO3401A

Spesifikasi	Keterangan
Tipe	AO3401A
Jenis	P-Channel MOSFET
Kemasan	SOT-23
Tegangan Drain-Source Maksimum	30 V
Tegangan Gate-Source Maksimum	± 12 V
Arus Drain Kontinu Maksimum	4 A
Tegangan Gate Threshold	-0,5 sampai -1,3 V

2.2.8 Baterai *Lithium Polymer* 801530

Baterai *Lithium Polymer* (Li-Po) merupakan salah satu jenis baterai isi ulang yang banyak digunakan sebagai sumber daya pada perangkat elektronik portabel. Baterai ini memiliki ukuran yang relatif kecil dan dapat menyimpan energi untuk digunakan kembali setelah dilakukan proses pengisian daya. Karakteristik tersebut membuat baterai Li-Po sesuai digunakan pada perangkat yang membutuhkan sumber daya mandiri tanpa harus selalu terhubung dengan sumber listrik [14].

Pada penelitian ini digunakan tiga buah baterai *Lithium Polymer* tipe 801530 sebagai sumber daya utama pada sistem pengharum ruangan adaptif. Masing-masing baterai memiliki tegangan nominal 3,7 V dan kapasitas 1800 mAh [15]. Ketiga baterai tersebut dihubungkan secara paralel sehingga tegangan sumber tetap sebesar 3,7 V, sedangkan kemampuan penyediaan daya menjadi lebih besar dibandingkan penggunaan satu baterai. Penggunaan tiga baterai dilakukan karena pada pengujian awal penggunaan satu baterai belum mampu mendukung kebutuhan daya sistem, terutama saat motor DC bekerja. Tegangan dari baterai kemudian dinaikkan menjadi 5 V menggunakan *boost converter* untuk menyuplai rangkaian sistem.



Gambar 2. 8 Baterai Lithium Polymer 801530

Gambar 2.8 menunjukkan baterai Lithium Polymer 801530 yang digunakan sebagai sumber daya utama sistem, sedangkan spesifikasi baterai ditunjukkan pada Tabel 2-10.

Tabel 2- 10 Spesifikasi Baterai Lithium Polymer 801530

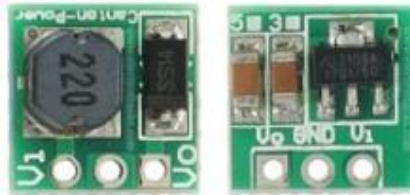
Spesifikasi	Keterangan
Jenis Baterai	Lithium Polymer (Li-Po)
Tipe	801530
Tegangan Nominal	3,7 Volt
Tegangan Pengisian	4,2 Volt
Kapasitas	1800 mAh
Jenis Baterai	Isi Ulang

2.2.9 Boost Converter

Boost converter merupakan rangkaian elektronika yang berfungsi untuk menaikkan tegangan DC dari sumber tegangan yang lebih rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi. Modul ini banyak digunakan pada perangkat elektronik berbasis baterai ketika tegangan dari sumber daya belum sesuai dengan kebutuhan rangkaian. Dengan menggunakan boost converter, tegangan keluaran dapat dinaikkan ke nilai yang dibutuhkan oleh komponen agar sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangan.

Pada penelitian ini digunakan Mini Step-Up Boost Converter berbasis IC ME2108 [16]. Modul tersebut digunakan untuk menaikkan tegangan dari baterai *Lithium Polymer* 3,7 V menjadi 5 V. Tegangan keluaran 5 V tersebut kemudian

digunakan sebagai sumber daya untuk rangkaian sistem, seperti ESP32-S2, sensor MQ-135, RTC, OLED, serta bagian rangkaian pendukung lainnya. Dengan demikian, boost converter berfungsi sebagai bagian pengatur catu daya agar tegangan dari baterai dapat digunakan oleh sistem.



Gambar 2. 9 Boost Converter

Gambar 2.9 menunjukkan boost converter yang digunakan untuk menaikkan tegangan baterai menjadi 5 V, sedangkan spesifikasi boost converter ditunjukkan pada Tabel 2-11.

Tabel 2- 11 Spesifikasi Boost Converter

Spesifikasi	Keterangan
Jenis Modul	Mini Step-Up (Boost) Converter
IC Utama	ME2108
Jenis Converter	Step-Up DC/DC
Tegangan Keluaran	5 Volt DC
Fungsi	Menaikkan tegangan menjadi 5 V

2.2.10 USB Type-C TP4056

USB Type-C TP4056 merupakan modul yang digunakan untuk melakukan pengisian daya pada baterai *Lithium Polymer*. Modul ini menerima sumber tegangan DC melalui konektor USB Type-C kemudian mengatur proses pengisian baterai dengan tegangan pengisian hingga sekitar 4,2 V [17]. Penggunaan konektor USB Type-C memudahkan proses pengisian karena dapat menggunakan sumber tegangan 5 V yang umum digunakan pada adaptor atau kabel USB.

Pada penelitian ini, modul TP4056 digunakan untuk mengisi baterai *Lithium*

Polymer 801530 yang memiliki tegangan nominal 3,7 V. Modul menerima tegangan masukan 5 V melalui konektor USB Type-C, kemudian melakukan proses pengisian baterai hingga tegangan pengisian sekitar 4,2 V. Energi yang tersimpan pada baterai selanjutnya digunakan sebagai sumber daya utama sistem, kemudian tegangannya dinaikkan oleh boost converter menjadi 5 V untuk menyuplai rangkaian pengharum ruangan adaptif.



Gambar 2. 10 *USB Type-C TP4056*

Gambar 2.10 menunjukkan modul USB Type-C TP4056 yang digunakan untuk proses pengisian baterai, sedangkan spesifikasi modul TP4056 ditunjukkan pada Tabel 2-12.

Tabel 2- 12 *Spesifikasi USB Type-C TP4056*

Spesifikasi	Keterangan
Jenis Modul	TP4056 USB Type-C
Tegangan Masukan	5 Volt DC
Tegangan Pengisian	4,2 V $\pm$ 1%
Arus Pengisian Maksimum	1 A
Jenis Baterai	Li-Ion/Li-Po 3,7 V (1 Sel)
Konektor Masukan	USB Type-C

2.2.11 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat terhubung melalui jaringan komunikasi untuk melakukan pertukaran data dan menyediakan layanan melalui internet [18]. Dengan konsep tersebut, perangkat

dapat melakukan proses pengambilan, pengiriman, maupun penyimpanan data secara otomatis melalui jaringan. Pada penelitian ini, IoT digunakan sebagai bagian pendukung pada sistem pengharum ruangan adaptif. ESP32-S2 menggunakan koneksi internet untuk memperbarui jadwal sholat setiap hari serta mengirimkan data hasil kerja sistem ke Google *Spreadsheet*. Data yang disimpan meliputi tanggal jadwal, waktu pengiriman, jadwal lima waktu sholat, nilai pembacaan MQ-135 selama waktu operasi, jumlah penyemprotan, dan persentase baterai. Google *Spreadsheet* digunakan sebagai media penyimpanan dan pemantauan data untuk mempermudah proses analisis. Keputusan penyemprotan tetap dilakukan oleh ESP32-S2 berdasarkan waktu operasi, nilai MQ-135, dan kondisi *cooldown*.