BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanfaatan sistem kendali jarak jauh membantu dalam menyelesaikan hampir segala urusan di zaman sekarang ini, sistem yang digunakan untuk membuat suatu perangkat menjadi terkendali sesuai dengan keinginan manusia disebut sebagai sistem kendali, sistem kendali jarak jauh dapat dimanfaatkan untuk menjalankan alat-alat yang dapat meringankan pekerjaan dalam kehidupan sehari-hari mulai dari menghidupkan televisi, kipas angin, dan alat elektronik lainnya. Telah banyak digunakan peralatan elektronik yang dapat dikendalikan dengan menggunakan *remote control* yang menggunakan infra merah (*Infra red*) sebagai media komunikasinya, namun penggunaan *infra red* memiliki beberapa kelemahan yaitu komunikasi harus secara segaris lurus dan dari jarak yang sangat dekat.

Oleh karena itu hadirlah suatu terobosan baru sistem kendali jarak jauh yaitu sebuah modul *Wireless* NRF24L01. Modul Wirelles adalah cara yang berbeda untuk menghubungkan peralatan elektronik pada jarak relatif dekat, yang dapat dianggap sebagai pengganti kabel. Efisiensi sebuah sistem kendali yang dapat membantu untuk mengendalikan AC/kipas angin seperti, menghidupkan dan mematikan AC/kipas angin tanpa harus mengunjungi lokasi AC/kipas angin dengan memanfaatkan sistem kendali nirkabel.

Perkembangan teknologi pada saat ini penggunaan perangkat–perangkat elektronik pada umumnya dikendalikan secara manual dengan cara menekan saklar untuk menghidupkan dan mematikan perangkat elektronik tersebut. Banyak perangkat elektronik yang masih hidup disaat tidak digunakan dan menyebabkan pemakaian energi listrik yang berlebihan. Sistem kendali AC/kipas angin menggunakan modul NRF24L01 berbasis mikrokontroler Arduino dirancang untuk mempermudah mengendalikan AC/kipas yang ada di dalam masjid atau musholla dengan menggunakan modul NRF24L201 yang dapat mengendalikan dari jarak yang cukup jauh dan beberapa AC/kipas angin yang dapat dikendalikan secara otomatis berdasarkan waktu shalat.

Air conditioner (AC) adalah mesin yang dibuat untuk menstabilkan suhu dan kelembapan udara di suatu ruangan. Alat ini digunakan untuk mendinginkan atau memanaskan, tergantung kebutuhan. Namun, AC (*Air Conditioning*) sering disebut sebagai pendingin udara karena lebih banyak digunakan untuk menyejukkan ruangan (Indriani P., 2017). Sistem AC (*Air Conditioning*) merupakan suatu proses pengkondisian udara dimana udara itu didinginkan, dikeringkan, dibersihkan dan disirkulasikan yang selanjutnya jumlah dan kualitas dari udara yang dikondisikan tersebut dikontrol (Sinaga, N. d., 2013).

Air conditioner (AC) saat ini menjadi kebutuhan yang cukup penting baik di dalam industri maupun rumah tangga. Tapi tanpa disadari *Air conditioner* (AC) merupakan peralatan elektronik yang boros energi listrik yang berarti berdampak pada tagihan listrik yang membengkak.

Pengkondisian udara pada suatu ruang mengatur mengenai kelembaban, pemanasan dan pendinginan udara dalam ruangan. Pengkondisian ini bertujuan memberikan kenyamanan, sehingga mampu mengurangi keletihan yang efeknya untuk meningkatkan kebugaran. Sistem pengkondisian udara pada suatu ruang umumnya terdiri dari *evaporator*, *kondensor*, *receiver*, dan kadang-kadang dilengkapi elemen pemanas yang tergabung menjadi satu dalam *evaporator housing* (Kusnanto S., 2004).

Untuk mendapatkan suhu udara yang sesuai dengan yang diinginkan banyak alternative yang dapat diterapkan, diantaranya adalah dengan menaikkan koefisien perpindahan kalor kondensasi (Yawara, Eka. Purnomo, Prajitno. 2002) dan dengan menambahkan kecepatan udara pendingin pada kondensor sehingga akan diperoleh harga koefisien prestasi yang lebih besar. Lebih lanjut Kusnanto mengatakan bahwa dengan menambahkan kecepatan udara pendingin pada kondensor maka laju aliran massa akan menurun.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang dijelaskan pada latar belakang, mendapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengatur waktu shalat menggunakan RTC?
2. Bagaiamana cara mengendalikan perangkat elektronika Masjid berdasarkan waktu shalat dan suhu ruangan?
3. Bagaimana cara menerapkan sistem komunikasi NRF?

C. Tujuan Penelitaan

Adapun tujuan penelitiaan berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan diatas, yaitu merancang Sistem Kendali Otomatis Perangkat Elektronik (AC/Kipas Angin) Masjid.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas, maka ada beberapa hal sebagai berikut:

1. Lingkup area implementasi
2. Komponen yang digunakan
3. Parameter pengendalian
4. Waktu operasi
5. Efesiensi energi

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai pada peneletian ini ialah:

1. Mempermudah operator atau pengurus dalam mengendalikan perangkat elektronik masjid.
2. Membuat suasana atau kondisi dalam masjid tetap sejuk.
3. Meningkatkan kemampuan softskill dan hardskill peneliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Sistem Kendali

Sistem kendali merupakan sistem yang menerima input berdasarkan perkiraan atau keadaan bagaimana input tersebut merespon. Sistem kendali mempunyai beberapa jenis kendali yaitu *Open Loop Control, Feedback Control, Self Regulation, Feed Forward Control,* dan *Closed Loop Control*. *Open loop control*, sering terdapat pada suatu sistem kendali yang tidak mempunyai umpan balik yang keluarannya tidak mempengaruhi aksi pada input atau pengendalian.

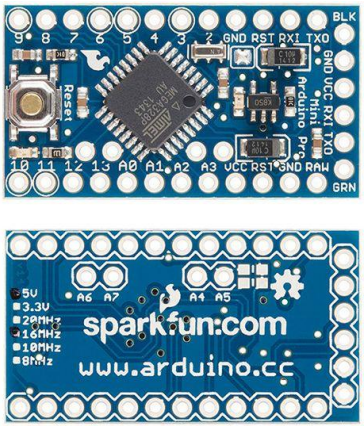
Sistem kendali ini hanya terdiri dari pengendali dan kendalian, dimana pengendali berfungsi sebagai otak utama dari sistem kendali (*Microcontroller*) sedangkan kendali berfungsi sebagai *plant* (kendalian) proses kerja untuk mengendalikan sebuah peralatan yang akan dikontrol. *Closed loop* merupakan tipe sistem kendali yang memanfaatkan informasi tentang perilaku sistem, berdasarkan input yang telah diberikan (*Output*) kemudian diumpan kembali menjadi input. *Self regulation* adalah tipe khusus dari *closed loop* yang mana input inheren dalam sistem. *Feed-forward* melakukan prediksi dari hasil input sebelum input tersebut dieksekusi kedalam sistem (Jayadi, Susanto, and Adhinata 2021).

2. Mikrokontroller Arduino Pro Mini

Arduino Pro Mini, anggota keluarga Arduino yang sangat populer lainnya, hampir mengalahkan Arduino Uno dalam popularitas karena harganya yang terjangkau dan ukurannya yang kecil. Arduino Pro Mini juga tersedia dalam dua versi, yaitu 3,3 Volt 8 Mhz dan 5 Volt 16 MHz, yang mudah dipilih sesuai kebutuhan. Arduino Pro Mini mudah dimasukkan ke dalam proyek robotika karena ukurannya yang kecil. Salah satu kekurangan Arduino Pro Mini yaitu papan tidak memiliki USB Adapter; pengguna harus menyediakan USB Adapter sendiri.

Pada awalnya, papan mikrokontroler Arduino Pro Mini berbasis ATmega168, tetapi sekarang menggunakan ATmega328. Arduino Pro Mini memiliki empat belas pin digital input/output, 8 pin analog input, sebuah resonator, tombol reset, dan lubang-lubang untuk memasang kepala pin. Enam (6) kepala pin dapat dihubungkan ke kabel FTDI atau adapter USB lainnya untuk memberikan tegangan USB dan berkomunikasi dengan komputer. Namun, Arduino Pro Mini tidak dapat dihubungkan secara langsung ke komputer. Ada banyak Adaptor USB, dari yang mahal hingga yang murah. Dengan USB Adapter, pengguna dapat menggunakan chip seperti ATmega16U2, FTDI, CP1202, atau CH340. Arduino Pro Mini sebenarnya hanyalah chip ATmega168/ATmega328 yang dimodifikasi dengan beberapa komponen tambahan. Pro Mini dirancang untuk digunakan sebagai hiburan atau sebagai papan yang dipasang di dalam objek semi permanen. Papan Pro Mini biasanya dijual tanpa pin kepala yang terpasang. Ini berarti pengguna dapat memasang pin kepala sesuai keinginan mereka atau bahkan langsung menghubungkannya ke kabel.

Papan Pro Mini tersedia di pasar dalam dua versi. Yang pertama memiliki pewaktu 8 MHz pada tegangan 3,3 V, dan yang kedua memiliki pewaktu 16 MHz pada tegangan 5 V. Pinout Arduino Pro Mini dan Mini sama, hanya ukuran papan yang berbeda. *Firma SparkFun Electronics* mengembangkan dan membuat papan Arduino Pro Mini.



Gambar 2.1 Arduino Pro Mini

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Pro Mini

Mikrokontroler	ATmega168/ATmega328
Tegangan Operasi	3V atau 5V (tergantung model)
Input Voltage	5 – 12V
Pin Digital I/O	14 (6 pin sebagai output PWM)
Pins Input Analog	8
Arus DC per pin I/O	40 Ma
Flash Memory	16 KB (ATmega168) dan 32KB (ATmega328) (2 KB digunakan untuk bootloader)
SRAM	1 KB (ATmega168) atau 2KB (ATmega328)
EEPROM	512 Byte (ATmega168) atau 1KB (ATmega328)
Clock Speed	8MHz (model 3V) atau 16 MHz (model 5V)

a. Sumber Daya

Papan Arduino Pro Mini dapat menerima tegangan dari adaptor USB yang dihubungkan pada enam pin kepala atau dari tegangan luar yang teregulasi sebesar 3,3 Volt atau 5 Volt melalui pin VCC. Jika pengguna ingin memberikan sumber tegangan yang tidak teregulasi ke papan , pastikan untuk menghubungkannya ke pin "RAW" daripada ke pin VCC. Dengan cara ini, papan Arduino Pro Mini akan memiliki regulator tegangan terintegrasi yang dapat menerima tegangan melalui pin RAW.

1) VCC: Terdapat 2 (dua) pin VCC untuk memberikan tegangan pada papan yang berasal dari adaptor USB, baterai, atau sumber tegangan lain yang sudah teregulasi, seperti 3,3 Volt atau 5 Volt, tergantung model papan.
2) RAW: Memberikan tegangan belum teregulasi pada papan dari luar, hingga 12 VDC.
3) GND: Pin untuk ground atau massa.

b. Memory

ATmega328 memiliki memori flash 32 KB , SRAM 2 KB , dan EEPROM 1 KB ; ATmega168 memiliki memori flash 16 KB untuk menyimpan kode, dengan 2 KB digunakan untuk menyimpan bootloader.

c. Input Dan Output

Dengan menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(), Anda dapat menggunakan masing-masing dari empat belas pin digital Arduino Pro Mini sebagai input atau output. Tergantung pada model papan, setiap pin bekerja pada tegangan 3,3 volt atau 5 volt. Setiap pin memiliki resistor pull-up internal

sebesar 20 hingga 50 kOhm, dan dapat memberikan atau menerima arus hingga 40 mA. Beberapa pin juga memiliki fungsi khusus, seperti:

1) Serial: 0 (RX) dan 1 (TX) digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pin ini terhubung ke pin TX-0 dan RX-1 ke enam kepala pin yang terhubung ke adaptor USB
2) Interupsi Eksternal: Pin 2 dan 3 dapat diatur untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, meningkat, atau menurun.
3) PWM: Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 memberikan output PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite*.
4) Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), dan 13 (SCK) dari SPI memiliki perpustakaan SPI yang memungkinkan komunikasi antar SPI.
5) LED: Pin 13 termasuk dalam papan dan terhubung ke pin digitalnya. Ketika pin diatur ke nilai tinggi, LED menyala, dan ketika pin diatur ke nilai rendah, LED padam.
6) ANALOG: Arduino Pro Mini memiliki input analog delapan pin yang diberi label A0 hingga A7. Masing-masing pin memiliki resolusi 10 bit, atau 1024 nilai yang berbeda. Pin ini secara default dapat diukur dari Ground ke VCC. Papan memiliki 4 (empat) pin (A0–A3), 2 (dua) pin (A4–A5) di bagian luar papan, dan 2 (dua) pin (A6–A7) di bagian dalam papan. Namun, pada beberapa model, pin A6 dan A7 tidak tersedia. Pada model terbaru, tersedia .

Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus. Berikut adalah beberapa dari mereka:

1) TWI: Pin A4 atau SDA dan A5 atau SCL mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan kabel.
2) RESET: Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada perlindungan yang menghalangi papan utama Arduino atau untuk meletakan tombol reset di tempat lain.

3. Modul DS3231 *Real Time Clock* (RTC)

Komponen elektronik yang biasanya terdapat dalam mikrokontroler atau chip khusus adalah jam waktu nyata (RTC). Fungsi utama RTC adalah menghitung waktu dengan akurat, yang mencakup tahun, bulan, hari, jam, menit, dan detik. Beberapa versi bahkan memiliki fitur tambahan, seperti alarm atau kalender yang lebihlengkap. RTC biasanya terdiri dari beberapa komponen elektronik, termasuk kristal osilator yang sangat stabil dan sumber daya cadangan seperti baterai atau superkapasitor. Sumber daya cadangan memungkinkan RTC beroperasi dan menjaga waktu bahkan ketika perangkat utamanya mati atau kehilangan daya. Misalnya , RTC beroperasi sebagai berikut:

a. Pemantauan waktu *real-time*: RTC menjaga waktu yang tepat dan terus berjalan sepanjang waktu yang akurat, seperti perangkat komputer, sistem jaringan, dan peralatan industri.
b. *Logging* dan *timestamping*: RTC digunakan dalam sistem pencatatan data (*logging*) untuk memberikan cap waktu (*timestamping*) yang akurat pada

data yang dihasilkan atau disimpan, yang membantu dalam menganalisis data secara kronologi.

c. Sistem alarm: RTC dapat digunakan untuk mengatur alarm dan penanda Pemantauan.

d. Manajemen tenaga: RTC membantu mengelola tenaga, terutama untuk perangkat bergerak seperti laptop dan ponsel. Perangkat ini memiliki kemampuan untuk memutus daya komponen yang tidak aktif dan hanya mengaktifkannya saat perangkat berada dalam mode tidur untuk menghemat daya.

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Modul *Real Time Clock* (RTC)

No	Nama PIN	Deskripsi
1	VCC	Koneksi sumber energy positif
2	GND	Koneksi ke Ground
3	SDA	Pin data seri (antarmuka 12C)
4	SCL	Pin jam seri (antarmuka 12C)
5	Persegi	Pin keluaran gelombamg persegi
6	32K	Keluaran isolator 32K



Gambar 2.2 Modul *Real Time Clock* (RTC)

Tabel 2.3 Spesifikasi Modul *Real Time Clock* (RTC)

Tegangan	3.3 – 5.5 Volt
Eror Penghitungan Waktu	± 1 menit
Clock Chip	DS3231
Dimensi	38 × 22 × 14 mm
Memory Chip	AT24C32

4. Modul NRF24L01

NRF24l01 adalah modul komunikasi jarak jauh yang bekerja pada gelombang RF 2,4 hingga 2,5 GHz. Untuk berkomunikasi, modul ini menggunakan *Serial Peripheral Interface* (SPI). Modul ini memiliki tegangan kerja 5 Volt DC. Modul ini memiliki konsumsi arus yang sangat rendah 9 mA pada output daya 6dBm dan 12,3 mA pada mode Rx. NRF24l01 adalah modul *transceiver* RF nirkabel yang digunakan untuk komunikasi SPU dengan kecepatan transmisi 2Mbps, dan banyak digunakan dalam mouse dan keyboard nirkabel. Karena solusinya yang *Ultra Low Power* (ULP), modul NRF24l01 dapat bertahan berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun dengan baterai AA atau AAA.

Setiap modul memiliki rentang alamat 125 untuk berkomunikasi dengan enam (6) modul lainnya dan memungkinkan beberapa unit nirkabel berkomunikasi satu sama lain di lokasi tertentu. Modul ini dapat menjangkau jarak 100 meter (200 kaki) ketika beroperasi secara efisien, sehingga cocok untuk kendali jarak jauh nirkabel. Selain itu, ditenagai oleh tegangan 3,3V, modul ini dapat digunakan dengan mudah pada sistem 3,2V dan 5V.

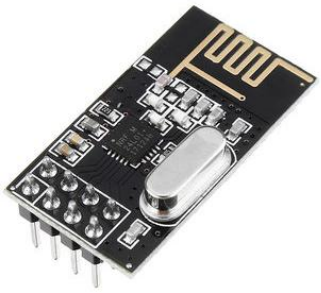
Modul ini adalah modul *transceiver* radio (protokol SPI) yang digunakan untuk mengirim dan menerima data pada frekuensi operasi ISM dari 2,4 hingga

2,5GHz. Terdiri dari generator frekuensi, pengontrol penguat, isolator kristal modular, dan demodular. Pada daya pancar 0 dBm, modul *transceiver* ini hanya mengkonsumsi 11,3 mA dan dalam mode penerimaan mengkonsumsi 13,5 mA. Untuk aplikasi dengan daya sangan rendah, mode tidur dan kecepatan data *over-the-air* yang tinggi sangat disukai. Regulator tegangan internal mengatur rasio penolakan daya tinggi dan pita daya. Modul ini kecil sehingga cocok untuk ruang terbatas. Spesifikasi lengkap modul NRF24L01:

Tabel 2.4 Spesifikasi Modul NRF24L01

Rentang frekuensi	Pita ISM 2,4 GHz
Kecepatan Data Udara Maksimun	2Mb/dtk
Format Modulasi	GFSK
Maks. Daya Keluaran	0 dBm
Tegangan Pasokan Operasi	1,9 V hingga 3,6 V
Maks. Operasi Saat Ini	13.5Ma
Min. Saat Ini (Mode Siaga)	26µA
Masukan Logika	5V Toleran
Jangkauan Komunikasi	800+m (garis pandang)

Chip NRF24L01 dapat digunakan untuk berbagai modul. Versi pertama memiliki antena *on-board*, yang memungkinkan versi breakout yang lebih ringkas. Namun, antena yang lebih kecil juga berarti jangkauan transmisi yang lebih pendek. Versi ini memungkinkan komunikasi dalam jarak 100 meter di luar ruangan di ruang terbuka. Di dalam ruangan, terutama jangkauannya akan lebih lemah jika terhalang dinding atau tembok.



Gambar 2.3 Modul NRF24L01

Sementara konektor SMA dan antena bebek disertakan dalam versi kedua, itu sebenarnya bukan perbedaan. Salah satu perbedaan sebenarnya adalah chip RFX2401C khusus yang menggabungkan PA, LNA, dan sirkuit *switching transmitreceive*. Chip ini meningkatkan kekuatan, sehingga jangkauan tx-tx dapat mencapai lebih dari 1000m.



Gambar 2.4 Modul Transceiver NRF24L01 dengan Antena Eksternal

5. Modul Relay

Modul relay merupakan papan sirkuit yang menampung satu atau lebih relay. Mereka datang dalam berbagai bentuk dan ukuran, tetapi paling sering berbentuk persegi panjang dengan 2, 4, atau 8 relay terpasang pada mereka. Bahkan sampai dengan 16 relay modul relay berisi komponen lain selain unit relay. Ini termasuk LED indikator, dioda proteksi, transistor, resistor, dan bagian lainnya.

Relay adalah saklar listrik yang dapat digunakan untuk mengontrol perangkat dan sistem yang menggunakan tegangan lebih tinggi. Dalam kasus modul relay, mekanismenya biasanya berupa elektromagnet. Tegangan masukan modul relay biasanya DC. Namun, beban listrik yang akan dikendalikan oleh relay dapat berupa AC atau DC, namun pada dasarnya berada dalam batas tingkat yang dirancang untuk relay tersebut.

Modul relay tersedia dalam berbagai peringkat tegangan input. Modul relay dapat berupa modul relay 3,2V atau 5V untuk peralihan daya rendah, atau dapat berupa modul relay 12V atau 24V untuk sistem tugas berat. Fungsi modul relay terutama untuk menghidupkan atau mematikan perangkat dan sistem listrik. Ini juga berfungsi untuk mengisolasi rangkaian kontrol dari perangkat atau sistem yang dikontrol. Hal ini penting karena memungkinkan menggunakan mikrokontroler atau perangkat berdaya rendah lainnya untuk mengontrol perangkat dengan voltase dan arus yang jauh lebih tinggi. Tujuan lain dari modul relay adalah untuk memperkuat sinyal kontrol sehingga dapat mengalihkan arus yang lebih tinggi hanya dengan menggunakan sedikit daya dari mikrokontroler.



Gambar 2.5 Modul Relay

Ciri-ciri relay adalah sebagai berikut:

a. Voltase normal adalah 5V DC.
b. Normal adalah 70mA
c. Ada batasan arus beban AC hingga 10A pada 250V AC atau 125V
d. Arus beban DC hingga 10A pada 30V DC atau 28V DC.
e. Ini termasuk lima pin dan terbuat dari plastik.
f. Waktu kerjanya adalah 10 milidetik
g. Waktu rilisnya adalah 5 milidetik.
h. Ada hingga 300 operasi per menit.

Prinsip kerja modul relay mirip dengan relay. Mula-mula, elektromagnetik digunakan untuk membuka dan menutup beberapa kontak. Modul relay memiliki titik koneksi yang terdiri dari tiga atau empat pin jumper input dan tiga terminal sekrup output. Ketika sinyal kendali dimasukkan ke sisi input, elektromagnetik akan aktif. Kemudian, kontak saklar di sisi output akan ditutup memungkinkan listrik mengalir dan memberikan daya pada sistem yang terhubung. Dioda berfungsi agar arus mengalir dalam satu arah dan ditempatkan secara paralel dengan kumparan magnetik untuk mencegah kerusakan relay akibat tegangan. Modul relay tersedia dalam konfigurasi *normally open* (NO) dan *normally close* (NC). Jika elektromagnetik tidak aktif, saklar NO akan terbuka, tetapi jika elektromagnetik diaktifkan, saklar NC akan tertutup.

6. Modul LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2

Liquid Crystal Display (LCD) adalah jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Memiliki banyak titik cahaya (*piksel*) yang terdiri dari satu kristal cair sebagai titik cahaya, LCD dapat menampilkan gambar atau karakter. Meskipun disebut sebagai "titik cahaya", kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. LCD 16x2 dapat menampilkan 32 karakter yang terdiri dari dua baris, dengan 16 karakter per baris. LCD 16×2 biasanya memiliki 16 pin kontrol, dan tentunya akan sangat boros jika menggunakannya. Akibatnya, driver khusus digunakan untuk memungkinkan LCD dikontrol oleh modul I2C atau *Inter-Integrated Circuit*. Dengan modul I2C, LCD 16x2 hanya memerlukan dua pin untuk pemasok tegangan dan dua pin untuk mengirimkan data, sehingga NodeMCU hanya memerlukan empat pin:

a. GND: terhubung ke ground
b. VCC: terhubung dengan 5V
c. SDA: sebagai data I2C dan terhubung ke pin D2
d. SCL: sebagai data I2C dan terhubung ke pin D1



Gambar 2.6 Modul LCD 16X2 dan I2C

Komponen LCD ini berfungsi sebagai tampilan layar yang berupa data seperti karakter, huruf, dan grafik. LCD 16X2 memiliki dua dimensi piksel, dengan 16 kolom dan 2 baris, dan memiliki daya yang kecil yang dapat digunakan untuk kalkulator, jam tangan, dan multimeter digital.

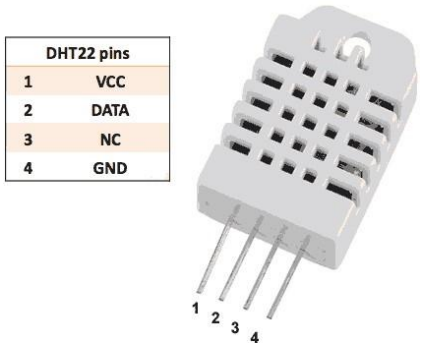
7. Sensor Suhu DHT22

Thermohygrometer biasanya digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban ruangan. Termometer biasa digunakan untuk mengukur suhu, sedangkan *hygrometer* digunakan untuk mengukur kelembaban. DHT22 adalah salah satu dari banyak sensor yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban. Sensor digital DHT22 mengukur kelembaban dan suhu relatif udara di sekitarnya dengan menggunakan kapasitor dan termistor. Kemudian, sensor mengeluarkan sinyal pada pin data. DHT22 dianggap memiliki kualitas pembacaan yang baik, seperti yang ditunjukkan oleh respon proses akuisisi data yang cepat dan ukurannya yang kecil, serta harganya yang terjangkau dibandingkan dengan alat *thermohygrometer* lainnya.

Beberapa penelitian menggunakan sensor suhu dan kelembaban. Salah satunya adalah pengukuran suhu dan kelembaban dengan sensor DHT22 yang dioperasikan oleh mikrokontroler ATmega 16U2. Karena stabilitasnya yang dapat dipercaya dan fitur kalibrasi yang menghasilkan hasil yang sangat akurat, sensor DHT22 sangat mudah digunakan pada mikrokontroler Arduino. Arduino Uno adalah salah satu jenis Arduino, dan itu adalah papan mikrokontroler kecil dengan sumber pena. Selain itu, Arduino berbeda dari papan mikrokontroler lainnya karena menggunakan bahasa pemrograman yang dibuat melalui perangkat lunak. Selain

itu, papan Arduino memiliki USB loader, yang memudahkan pembuatan program mikrokontroler. Penelitian ini menggunakan sensor DHT22, karena menurut beberapa penelitian, sensor DHT22 lebih akurat daripada DHT11 sejenisnya. Spesifikasi sensor kelembapan suhu DHT22:

a. Tegangan input: 3,3–6 VDC,
b. Sistem komunikasi serial (satu jalur dua jalur)
c. Suhu mulai dari -400 derajat Celcius hingga 800 derajat Celcius
d. Kelembaban 0%–100% RH
e. Rata-rata: ±20m (suhu) dan ±5m (kelembaban)



Gambar 2.7 Sensor DHT22

Sensor suhu dan kelembaban DHT22 terdiri dari empat kaki/pin, sama dengan DHT11, tetapi hanya menggunakan tiga pin. Jika kita membeli dalam bentuk modul, biasanya jumlah

a. Pin menjadi 3: 1. VCC(+)
b. Pegangan input (5V) dan GND (-) adalah ground.
c. Data adalah data keluaran serial.

8. Modul *Power Supply*

Perangkat elektronik yang disebut modul *power supply* AC to DC 5V/12V dimaksudkan untuk mengubah sumber daya listrik AC dengan tegangan 220V menjadi sumber daya listrik DC dengan tegangan 5V /12V. Modul ini biasanya digunakan untuk memberikan catu daya aman dan stabil kepada perangkat elektronik kecil seperti mikrokontroler, sensor, dan lainnya yang membutuhkan tegangan 5V.



Gambar 2.8 Modul *Power Supply*

Modul *power supply* AC ke DC 5V/12V biasanya terdiri dari beberapa komponen, seperti transformator yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC yang lebih rendah, dan rangkaian penyearah dan penyaring yang mengubah arus AC menjadi arus DC yang stabil dan bersih. Beberapa modul ini juga memiliki regulator tegangan untuk memastikan bahwa outputnya tetap pada 5V/12V meskipun ada perubahan tegangan input.

9. Push *Button Switch*

Saklar tombol tekan, juga dikenal sebagai saklar tombol tekan, adalah perangkat/saklar sederhana yang memiliki fungsi untuk menghubungkan atau

memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Pada saat tombol ditekan (dilepas), saklar bekerja sebagai perangkat penghubung atau pemutus aliran arus listrik, dan pada saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali ke fungsi normalnya.



Gambar 2.9 *Push Button Switch*

B. Kajian Penelitian Terdahulu

Peneliti mendapatkan referensi dari beberapa peneliti sebelumnya yang menggunakan sistem yang hampir sama untuk penelitian ini. Kajian sebelumnya termasuk penelitian yang dilakukan oleh Abdul Rasyid, Ishak, dan Mukhlis Ramadhan (2020), berjudul "Kendali Kecepatan Kipas Menggunakan Modul *Wireless* Nrf24l01 Dengan Metode *Simplex* Berbasis Arduino." Penelitian ini menggunakan modul NRF24L01 untuk berkomunikasi jarak jauh dengan kipas angin dan memberikan perintah kepada mikrokontroler Arduino UNO.

Penelitian berjudul "Alat Kendali Kipas Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Dan Sensor Dht22 Berbasis Android" dilakukan oleh Rian Ordila, Yulanda, Putra, dan Yuda Irawan pada tahun 2020. Penelitian ini menggunakan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban ruangan pada suhu yang diinginkan, dan modul Relay berfungsi sebagai pengganti

saklar untuk mengaktifkan dan mengaktifkan kipas pada kecepatan yang diinginkan. menggunakan smartphone sebagai pengontrol dalam penelitian ini, Mikrokontroler Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai pemroses data, modul Bluetooth HC-06 berfungsi sebagai media komunikasi nirkabel, sensor DHT22 mendeteksi suhu ruangan, RTC DS1307 berfungsi sebagai penghitung waktu yang mencakup detik, menit, jam, tanggal, bulan, dan tahun. LCD 1602 menampilkan informasi tentang waktu dan suhu ruangan, dan relay berfungsi sebagai saklar atau saklar. Ini membuatnya lebih mudah untuk mengaktifkan dan menonaktifkan secara efisien.

Studi Hendro Widiarto, Prasetya Dwi Darma Kusuma (2022) berjudul "Otomatisasi dan Pengawasan AC (Ac) Berbasis Arduino Uno Ruang Seminar Gedung Teknik Penerbangan Baru" menggunakan modul NRF24l01 untuk berkomunikasi jarak jauh dengan AC, sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban ruangan, dan Arduino Uno memproses instruksi dan mengirimkannya ke Relay untuk mengantifkan dan mengaktifkan AC. Dalam rancangan ini , program monitor timer akan menjadi program utama ketika sensor infra merah pasif (PIR) membaca pergerakan dan anomali AC untuk menyala secara otomatis. Jika PIR tidak dapat membaca pergerakan selama 15 menit atau 900 detik, program ini akan mengintrusikan AC untuk mati secara otomatis, menurunkan risiko AC tetap menyala.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*R&D*) dengan mengacu pada referensi sebelumnya. Menurut Sugiyono (2011:297), metode penelitian *Research and Development* (*R&D*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Untuk menghasilkan produk tersebut, penelitian yang bersifat analisis digunakan.

Penelitian ini akan membuat prototipe alat kendali multi AC/kipas angin masjid berbasis NRF24L01 dan sensor DHT22 berdasarkan waktu shalat dengan menggunakan metode *Research and Development* (*R&D*). Penelitian literatur, perancangan, pengujian, dan analisis hasil yang akan digunakan.

B. Lokasi Dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Gedung F Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare dan di Masjid Darul Ilmi Universitas Muhammadiyah Parepare selama tiga bulan.

C. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini adalah sebagai berikut:

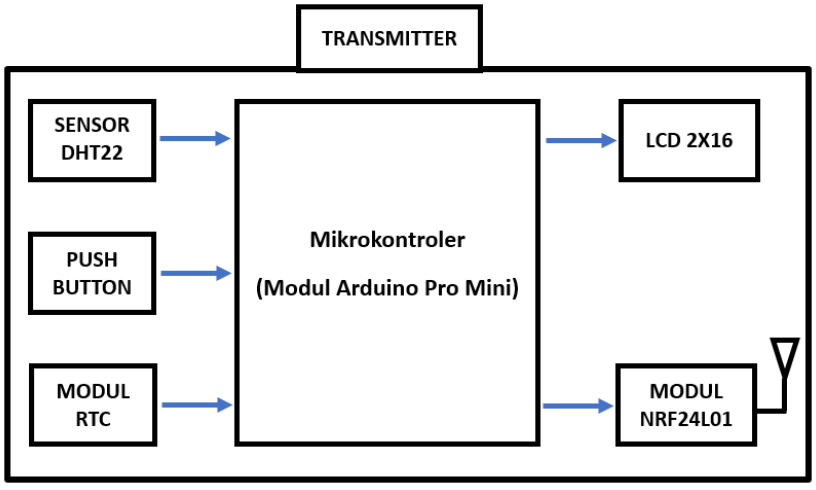
Tabel 3.1 Alat dan Bahan

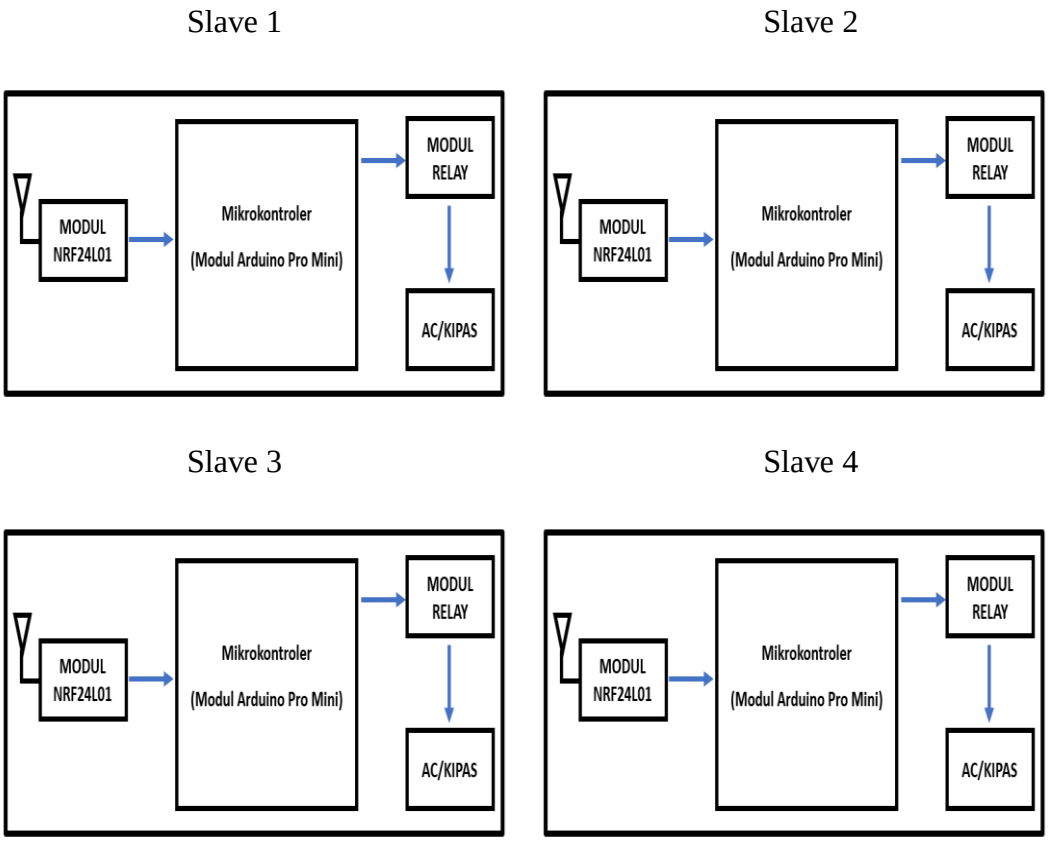
No	Nama Komponen	Jumlah
1	Mikrokontroler Arduino Pro Mini	5
2	Modul RTC	1
3	Modul NRF24L01	5
4	Modul Relay	4
5	LCD 16X2 & 12C	1
6	Sensor DHT22	1
7	Push Button Switch	6
8	Power Supply	5
9	Temprature Digital	1

D. Rancangan Penelitian

Perancangan diagram blok yang diperlukan saat membuat sistem ini agar lebih mudah dipahami dan dilihat berdasarkan urutan langkah dari proses ke proses lainnya. Ini adalah sistem yang dimaksudkan untuk secara otomatis mengontrol beberapa unit AC/kipas angin di masjid berdasarkan waktu shalat dan suhu di dalam masjid. Berikut ini adalah diagram blok bentuk rencana perangkat sistem hardwarenya:

Master





Gambar 3.1 *Diagram Blok* Perancangan Sistem

Pada rancangan gambar diatas berupa rangkaian mini mikrontroler Arduino Pro Mini sebagai pengendali utama dan NRF24L01 sebagai *transmitter* maupun sebagai *receiver*. Menjelaskan tentang bagaimana sistem kendali AC/kipas angin masjid dinyalakan secara otomatis berdasarkan waktu shalat. Terdapat 1 *master transmitter* dan 4 mikrokontroler *receiver slave* yang saling terhubung ke master. Berikut penjelasan cara kerja dan alur dari master transmitter dengan *receiver slave*:

1. ***Master Transmitter***

Unit master berfungsi sebagai pusat kendali dan pengirim perintah ke unit-unit slave. Komponen utama yang digunakan dalam unit master transmitter ini,

yaitu mikrokontroler Arduino Pro Mini, RTC DS3231, sensor DHT22, Push Button, LCD 2x16 dan modul NRF24L01. Berikut alur kerja *master transmitter*:

a) RTC (*Real Time Clock*-DS3231) memberikan waktu yang akurat untuk dijadikan acuan jadwal shalat dan datanya dikirimkan ke mikrokontroler.
b) Sensor DHT22 mengukur suhu ruangan masjid secara *real-time*.
c) Mikrokontroler (Arduino Pro Mini) sebagai otak sistem, menerima data data dari RTC untuk membandingkan waktu saat ini dengan jadwal shalat yang telah deprogram.
d) Jika waktu mendekati waktu shalat misalnya diatur 15 menit sebelumnya dan suhu ruangan melebihi ambang batas misalnya diatas suhu 24^{o}C, maka mikrokontroler mengirim perintah ON ke *receiver slave*.
e) Setelah waktu shalat selesai, waktunya diatur juga misalnya 30 menit dan suhu terbaca di bawah suhu 24^{o}C, maka mikrokontroler akan mengirim perintah OFF ke *receiver slave*.
f) Push Button sebagai input manual bila diperlukan dan mengatur waktu sesuai di lokasi, mengatur batas suhu, dan mengatur waktu nyala dan mati alat.
g) LCD 2X16 menampilkan waktu, suhu, dan status perangkat.
h) Modul NRF24L01 mengirimkan data perintah ke tiap *receiver slave* melalui komunikasi nirkabel.

2. *Receiver Slave*

Receiver slave berfungsi untuk menerima perintah dari *master transmitter* dan mengendalikan beban berupa AC atau kipas angin. Komponen yang ada dalam

tiap slave yaitu, mikrokontroler Arduino Pro Mini, modul NRF24L01, dan modul Relay. Alur kerja *receiver slave*

a. Receiver slave menerima sinyal perintah dari master transmitter melalui modul NRF24L01.
b. Mikrokontroler Arduino Pro Mini menerima dan memproses data perintah, kemudian mengirim data perintah ke modul Relay.
c. Modul Relay:
    a) Jika menerima perintah "ON", maka relay akan aktif dan menghidupkan AC atau kipas angin.
    b) Jika menerima perintah "OFF", relay akan mati dan memutus arus listrik ke perangkat AC atau kipas angin.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini memiliki beberapa tahapan.. Tahapan pertama dilakukan studi literatur dengan mempelajari konsep-konsep dasar sistem kendali menggunakan NRF24L01, RTC (*Real Time Clock*) dan sensor DHT22. Literatur yang digunakan berupa jurnal dan artikel ilmiah yang relevan untuk mendukung pemahaman teori dan implementasi sistem. Tahapan kedua perakitan dan pengujian alat atau prototype, pengujian alat guna mengetahui seberapa akurat sensor dan alat lainnya melalui beberapa proses.

Adapun pengujian dan cara pengumpulan data yang akan dilakukan pada sistem kendali ini, yaitu:

1. Pengujian jangkauan komunikasi *master transmitter* dengan *receiver slave*

   Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah modul komunikasi

NRF24L01 dapat mengirim dan menerima data secara stabil dalam jarak yang dibutuhkan.

2. Pengujian pembacaan sensor suhu DHT22

   Pengujian ini bertujuan untuk mengukur akurasi dan kestabilan, sensor suhu DHT22 yang terpasang di *master transmitter* digunakan untuk mendeteksi suhu ruangan.

3. Pengujian respon alat berdasarkan waktu shalat

   Pengujian ini untuk melihat apakah sistem dapat mengenali waktu shalat berdasarkan data dari modul RTC DS3231 dan merespon dengan mematikan AC/kipas angin secara otomatis.

4. Pengujian sistem kendali secara keseluruhan

   Tahapan akhir di pengujian adalah untuk mengamati fungsi dan stabilitas keseluruhan sistem dalam kondisi nyata. Dan untuk menilai kinerja total sistem secara utuh dan mengidentifikasi bagian yang perlu diperbaiki atau dioptimalkan sebelum implementasi nyata.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem

1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

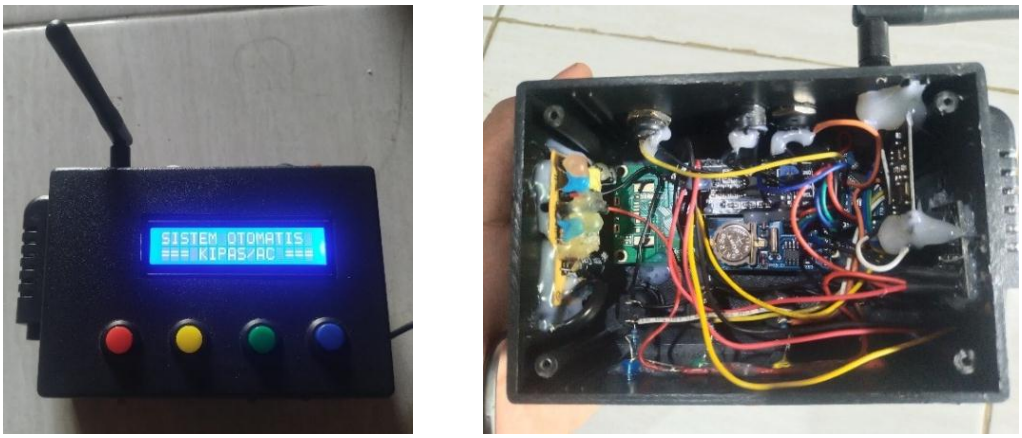
Dalam perancangan perangkat keras (*Hardware*) ini akan menjelaskan desain komponen fisik sistem kendali dan intruksi yang akan dijalan oleh perangkat keras. Ada 2 (dua) alat dalam perancangan perangkat keras (*Hardware*) ini, yakni 1 unit *master transmitter* dan 4 (empat) unit *receiver slave*, yaitu sebagai berikut:

a. *Master Transmitter*

Master Transmitter adalah bagian pertama dari sistem kendali multi AC/kipas angin yang dirancang, yang fungsinya sebagai *transmitter*. *Master transmitter* yang dimaksud yakni sebagai pengirim perintah ON/OFF pada *receiver slave* yang terpasang di AC/kipas angin. *Master transmitter* ini dilengkapi dengan sistem komunikasi modul NRF24L01 yang mampu transmisi data atau perintah antara mikrokontroler atau perangkat lainnya. Kemudian sebagai kendali mikrokontrolernya menggunakan Arduino Pro Mini untuk mengolah data dari modul RTC, sensor suhu dan mengatur perintah untuk modul relay melalui komunikasi NRF24L01.

RTC (*Real Time Clock*) DS3231 yang berfungsi sebagai penentu waktu shalat dan sensor suhu DHT22 yang digunakan untuk membaca suhu masjid secara *real-time*. *Master transmitter* ini memiliki 2 (dua) *push button* untuk mengatur waktu dan 4 (empat) *push button* untuk mengaktifkan *receiver slave* yang jika aktif

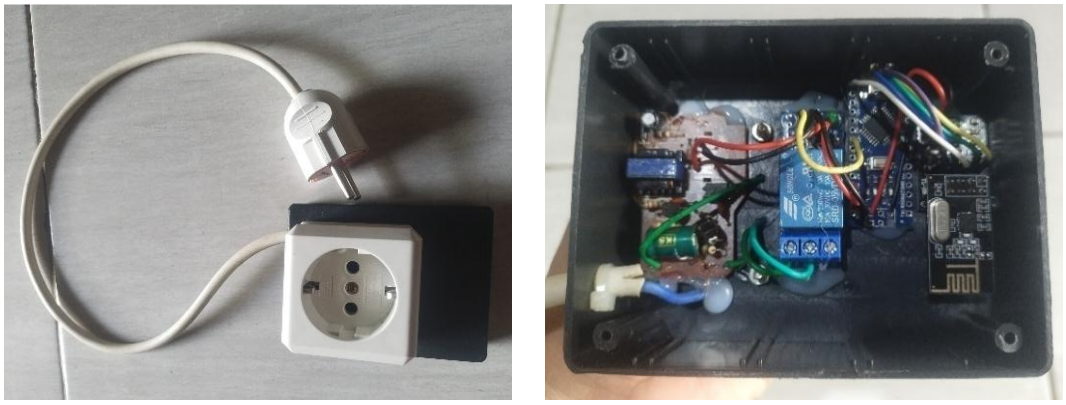
ditandai dengan lampu LED yang menyalah pada *master transmitter*. Juga memiliki LCD 16x2 dengan I2C digunakan untuk menampilkan waktu saat ini dan suhu ruangan, I2C digunakan untuk menghemat penggunaan pin pada Arduino.



Gambar 4.1 Prototype Master Transmitter

b. *Receiver Slave*

Receiver Slave adalah bagian kedua dari sistem kendali multi AC/kipas angin yang dirancang, yang fungsinya sebagai *receiver*. *Receiver* ini sebagai penerima perintah ON/OFF dari *master transmitter*, *receiver* ini dilengkapi Arduino Pro Mini, NRF24L01 dan relay. Dalam perangkaian receiver mikrokontroler slave dimulai dari modul NRF24L01 sebagai penerima perintah dari *master transmitter* , kemudian dikirim ke modul Arduino Pro Mini untuk menerima perintah ON/OFF ke relay. Yang nantinya AC/kipas angin ON/OFF sesuai perintah *master transmitter*.



Gambar 4.2 Prototype Receiver Slave

2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada tahap perancangan perangkat lunak (*software*), proses dimulai dari perancangan alur logika pemrograman *(flowchart)* sebagai dasar dalam menyusun algoritma kerja sistem. Selanjutnya dilakukan pembuatan dan penulisan program pada bagian *master transmitter* serta pada setiap bagian *receiver slave* yang masing-masing diprogram menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Program tersebut mencakup pengaturan komunikasi nirkabel menggunakan modul NRF24L01, pembacaan sensor suhu, pengaturan waktu berbasis modul RTC *(Real Time Clock)*. Serta logika pengendalian relay untuk mengaktifkan atau mematikan perangkat AC atau kipas angin sesuai dengan waktu shalat dan kondisi suhu ruangan yang terdeteksi. Setiap bagian kode dirancang agar dapat bekerja secara sinkron dan responsif terhadap kondisi lingkungan yang berubah.

a. Alur pemrograman (*Flowchart*)

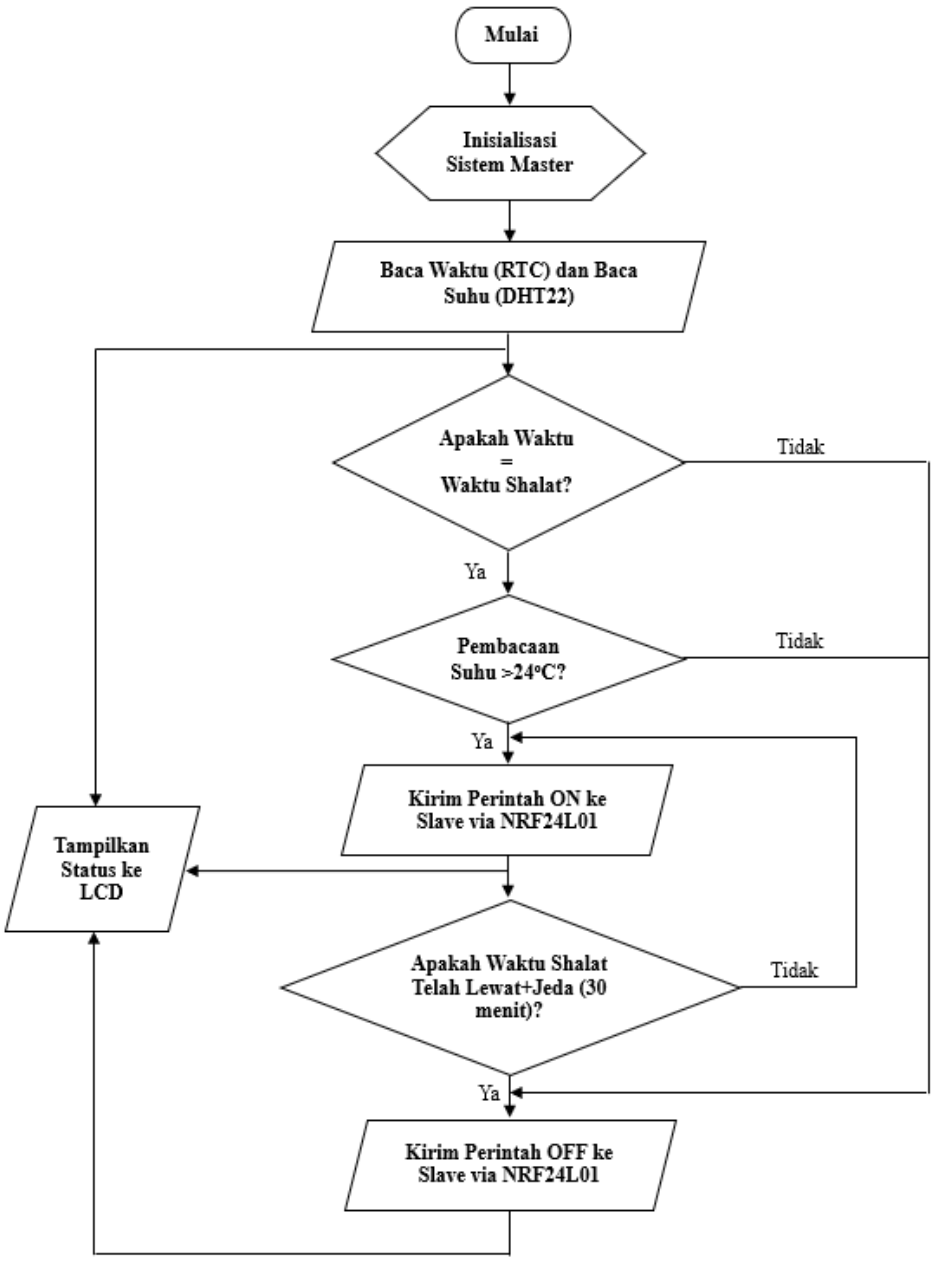
Alur pemrograman bertujuan untuk memudahkan dalam memahami setiap langkah yang dilakukan dalam proses perancangan dan pembuatan perangkat lunak yang dirancang menggunakan bahasa pemrograman. Alur ini memberikan panduan

yang sistematis dan terstruktur mengenai bagaimana suatu program dijalankan, mulai dari proses inisialisasi perangkat, pembacaan data sensor, pengolahan data, bagian tersebut tersusun secara sistematis dan terstruktur hingga pengambilan keputusan dalam sistem bisa berjalan sesuai dengan yang diinginkan seperti contoh untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator seperti relay. Dalam sistem ini, alur pemrograman juga mencakup respon terhadap data masukan (feedback) yang diterima oleh sistem, baik berupa suhu ruangan yang terdeteksi oleh sensor DHT22 maupun waktu shalat yang diperoleh dari modul RTC DS3231. Informasi tersebut kemudian diproses dan jika, memenuhi syarat tertentu akan ditransmisikan oleh modul NRF24L01 dari perangkat master ke setiap perangkat slave yang bertugas mengendalikan AC atau kipas angin secara otomatis.

Dengan demikian, alur pemrograman menjadi komponen penting yang menggambarkan logika kerja sistem secara keseluruhan untuk memastikan sistem berjalan secara efektif, efisien, dan sesuai dengan kondisi lingkungan aktual.

1) Alur Pemprograman *Master Transmitter*

Berikut ini adalah alur pemrograman (*flowchart*) pada *master transmitter* yang berfungsi sebagai pusat kendali dan pengirim perintah ON/OFF pada tiap-tiap *receiver slave*:



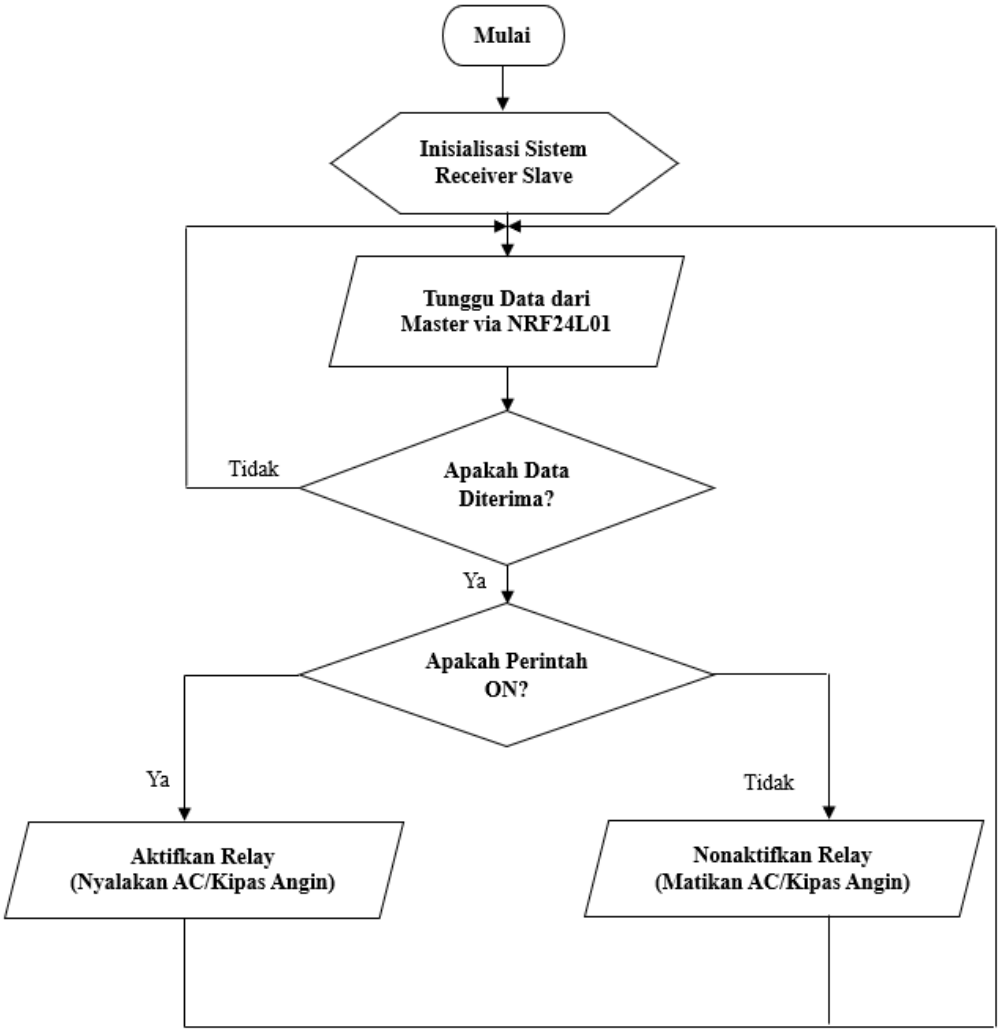
Gambar 4.3 Flowchart Master Transmitter

Pada gambar 4.3 alur pemprograman (*flowchart*) di atas merupakan diagram yang mempresentasikan langkah-langkah dan alur dalam suatu proses sistem *master transmitter*. Langkah pertama sistem master yakni mulai, proses dimulai ketika sistem diaktifkan atau diberi catu daya. Dilanjutkan dengan proses

inisialisasi sistem master pada setiap komponen yang digunakan seperti RTC, NRF24L01, sensor suhu DHT22, dan LCD. Selanjutnya proses pembacaan waktu dari RTC dan pembacaan suhu dari sensor DHT22. Kemudian sistem akan memeriksa "Apakah waktu = waktu shalat?" sesusai atau mendekati waktu shalat misalnya diatur 15 menit sebelum shalat. Jika "Ya", maka sistem akan lanjut ke proses pengecekan suhu. Jika "Tidak", maka sistem akan mematikan AC/kipas angin jika sebelumnya keadaan menyalah. Pada proses "Apakah suhu>24ºC?", sistem akan memeriksa apakah suhu ruangan melebihi ambang batas yang ditentukan (>24ºC). Jika "Ya", maka sistem akan menyalakan AC/kipas angin. Jika "Tidak", sistem akan mematikan perangkat pendingin karena suhu dirasa cukup nyaman. Pada proses data "Kirim Perintah ON/OFF ke Slave via NRF24L01" sesuai dengan kondisi waktu dan suhu, sistem akan mengirimkan perintah ON atau OFF ke tiap slave menggunakan modul komunikasi NRF24L01. Perintah ini akan menentukan apakah relay pada tiap slave aktif atau tidak. Setelah AC/kipas menyala, sistem tetap memantau waktu. Jika sudah "melewati waktu shalat + jeda tertentu misalnya 30 menit setelah shalat", maka sistem akan mengirim perintah OFF. "Tampilkan Status ke LCD", sistem menampilkan informasi dilayar LCD berupa waktu saat ini, suhu ruangan dan status perangkat ON atau OFF. Dan pada proses "Ulangi/Looping", sistem ini kembali ke proses awal untuk baca waktu dan suhu secara *real-time*, sehingga bisa merespon kapan saja.

2) Alur Pemrograman *Receiver Slave*

Berikut ini adalah alur pemrograman (*flowchart*) untuk *receiver slave* yang berfungsi sebagai penerimah perintah ON/OFF dari *master transmitter* yang terpasang pada tiap pendingin ruangan AC/kipas angin. Berikut diagram alur pemrogramannya:



Gambar 4.4 Flowchart Receiver Slave

Pada gambar 4.4 dapat dilihat adalah gambar diagram alur pemrograman *receiver slave*, pada saat menerima data perintah dari *master transmitter*. Langkah

pertama yang dilakukan adalah memulai sistem slave, proses ini dimulai saat unit slave dinyalakan dan siap menerimah perintah dari master. Lanjut langkah berikutnya “Inisialisasi Sistem” setiap komponen, mikrokontroler menginisialisasi modul komunikasi NRF24L01 dan pin output ke relay yang mengendalikan AC/kipas angin dalam status default relay yang umumnya OFF untuk menghindari AC/kipas angin menyala tanpa perintah. Kemudian slave akan menunggu data dari master yang terus memantau komunikasi dari master menggunakan NRF24L01. “Apakah Data Diterima?”, proses ini melakukan perbandingan pada slave yang selalu mengecek apakah ada data yang masuk dari master. Jika belum ada data dari master, slave akan terus menunngu dan jika data sudah diterima, proses sistem akan lanjut ke pemeriksaan isi perintah. Selanjutnya pemeriksaan isi data pada proses alur “Apakah Perintah On?”, jika data menyatakan perintah “ON”, maka slave akan mengirim sinyal logika LOW atau HIGH ke pin relay yang mengaktifkan relay dan menyalurkan arus ke AC/kipas angin. Jika data menyatakan perintah “OFF”, maka relay diputus atau dimatikan dan AC/kipas angin tidak mendapatkan arus listrik yang mengakibatkan perangkat pendingin padam. Setelah selesai pada ON/OFF, sistem kembali ke tahap menunggu data. Proses “Ulangi/Looping” akan terus berulang secara otomatis agar slave selalu menerima perintah baru. Dan untuk slave lainnya memiliki alur diagram yang sama seperti pada gambar 4.4 dan juga sistem yang dipakai sama di *receiver slave* 1, 2, 3, dan 4.

b. Pemrograman pada *master transmitter*

Pada pemrograman *master transmitter* ini, menggunakan bahasa C yang diprogram melalui aplikasi *Arduino IDE*. *Master transmitter* ini berisi RTC DS3231 sebagai pembaca waktu, sensor DHT22 sebagai pembaca suhu, LCD 16x2 menampilkan informasi dan NRF24L01 mengirim perintah ON/OFF ke masing-masing *slave*. Pada *master* ini ada beberapa poin yang perlu diperhatikan dalam pemrograman, seperti halnya menambahkan library komponen-komponen yang digunakan.

```
#include <DHT.h> //library DHT
#define DHTPIN 2 //pin DATA konek ke pin A0 Arduino
#define DHTTYPE DHT21 // DHT 21 (AM2301)
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //set sensor + koneksi pin
```

Diatas adalah library sensor suhu DHT22, “define DHTPIN 2” mendefinisikan pin data sensor DHT, yang terhubung ke pin digital pada Arduino. Pada baris “define DHTTYPE DHT21” mendefinisikan jenis sensor yang dipakai yaitu sensor DHT. “DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE)” baris ini membuat objek DHT dari kelas DHT, yang menginisialisasi sensor dengan menentukan pin data (DHTPIN) dan jenis sensor (DHTTYPE).

Pemrograman untuk komunikasi modul NRF24L01 dengan Arduino dituliskan berdasarkan fungsinya.

```
#include <RF24.h>
#include <RF24Network.h>
#include <SPI.h>
```

Diatas adalah library modul komunikasi NRF24L01, “RF24Network.h” yang berfungsi untuk membangun jaringan nirkabel dengan beberapa node NRF24L01 yang memudahkan pengiriman dan penerimaan data antar node dalam jaringan dan

"SPI.h" diperlukan karena NRF24L01 berkomunikasi dengan mikrokontroler Arduino menggunakan antar muka *Serial Peripheral Interface* (*SPI*) yang memungkinkan transmisi data yang cepat.

```
RF24 radio(9, 10); // nRF24L01 (CE,CSN)
RF24Network network(radio); // Include the radio in the network
```

"RF24 radio(9, 10)" baris ini adalah pin CE (*Chip Enable*) dan CSN (*Chip Select Not*) yang terhubung ke mikrokontroler Arduino dan "RF24Network network (radio)" untuk modul radio dalam jaringan NRF24L01 untuk komunikasi antar *master* dan *receiver*.

```
#include <PrayerTimes.h>
#include <EEPROM.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //0x27 atau 0x3F
```

"PrayerTimes.h" adalah library yang digunakan untuk menghitung atau mengelolah waktu shalat dan mengindikasikan bahwa proyek ini terkait dengan aplikasi penunjuk waktu shalat atau sejenisnya. "EEPROM.h" baris ini adalah library EEPROM (*Electrically Erasble Programmable Read-Only Memory*) digunakan untuk membaca dan menulius data ke memoru EEPROM pada mikrokontroler Arduino yang menyimpan data yang persiten bahkan setelah daya dimatikan. "LiquidCrystal_I2C.h" baris ini adalah library LCD I2C.

```
#include "Wire.h"
#include <I2C_RTC.h>
static PCF8563 RTC;
byte zero = 0x00; //workaround for issue #527
void(* resetFunc) (void) = 0;
```

"Wire.h" ini mengimpor pustaka Wire yang digunakan untuk komunikasi LCD I2C (*Inter-Integrated Circuit*) pada platform Arduino. "I2C_RTC.h" baris ini mengimpor pustaka untuk *Real-Time Clock* (RTC) dan LCD I2C (*Inter-Integrated Circuit*).

c. Pemrograman pada *receiver slave*

Pada pemrograman *receiver slave* ini, menggunakan bahasa C yang diprogram melalui aplikasi *Arduino IDE*. Langkah awal pemrograman pada *receiver slave* yaitu menambahkan library komponen – komponen yang digunakan.

```
#include <RF24.h>
#include <RF24Network.h>
#include <SPI.h>
```

"RF24" adalah library NRF24L01 untuk komunikasi transmitter ke receiver slave-slavenya. "RF24Network.h" untuk membuat jaringan komunikasi antar slave-slave. Dan "SPI.h" diperlukan karena NRF menggunakan *Serial Peripheral Interface* (*SPI*).

```
RF24 radio(9, 10); // nRF24L01 (CE,CSN)
RF24Network network(radio); // Include the radio in the network
```

Pin 9 (CE) dan pin 10 (CSN) digunakan untuk komunikasi SPI antara Arduino modul NRF24L01.

```
#define KIPAS A3
#define NYALA LOW
#define PADAM HIGH
```

"KIPAS A3" artinya kipas dihubungkan ke pin A3 (ke relay kipas), relay aktif jika logika "LOW" dan jika logika "HIGH" berarti padam.

```
const uint16_t this_node = 011; // Address of this node in Octal
format
const uint16_t node01 = 01;
byte dataMasuk, dataIn;

unsigned long LRT = 0; //lastReceiveTime
unsigned long CT = 0; //currentTime
unsigned long LT = 10000; //limitTime
```

“this node = 011” node ini sebagai penerima perintah (*receiver slave*) sedangkan “node01 = 01” node pengirim (*master transmitter*). “byte dataMasuk” data hanya masuk sementara sedangkan “dataIn” data terakhir diteruma dan disimpan.

```
void setup() {
 Serial.begin(9600);
 SPI.begin();
 radio.begin();
 network.begin(90, this_node); //(channel, node address)
 radio.setDataRate(RF24_2MBPS);
 pinMode(KIPAS, OUTPUT); //relay KIPAS
 digitalWrite(KIPAS, PADAM); //KIPAS PADAM
}
```

Void setup diatas untuk menginisialisasi komunikasi serial dan radio. “radio.setDataRate(RF24_2MBPS)” data rate 2 Mbps untuk kecepatan tinggi. Dan posisi awal AC/Kipas off (PADAM).

```
void loop() {
 network.update();
 terima();
 delay(1000);
}
```

Fungsi utama program diatas hanya menjalankan network.update(); dan memanggil terima(); setiap 1 detik.

```
void terima() {
 while ( network.available() ) { // Is there any incoming
data?
 RF24NetworkHeader header;
 //Read the incoming data:
 network.read(header, &dataMasuk, sizeof(dataMasuk));
 if(header.from_node==01) { dataIn=dataMasuk; LRT =
millis(); }
 }
 CT = millis(); if(CT-LRT>LT) dataIn=0;
 delay(500);
 if ((dataIn & 1)==1) digitalWrite(KIPAS, NYALA);
 else if ((dataIn & 1)==0)digitalWrite(KIPAS, PADAM);
}
```

Fungsi bahasa program diatas menerima data dari node pengirim (header.from_node==01), simpan ke dataIn dan catat waktu terakhir terima (LRT). Jika tidak ada data selama 10 detik, maka data dianggap kosong (dataIn=0), ini berfungsi sebagai *timeout safety* agar AC/kipas tidak terus menyala jika pengirim mati atau sinyal terputus. Dan untuk dataIn & 1)==1 artinya perintah nyalakan kipas sedangkan dataIn & 1)==0 untuk perintah matikan kipas.

Untuk bahasa program dari *receiver slave* 2, 3 dan 4 yang membedakannya adalah node penerima dan nilai bitnya yang di program terakhir.

1) Receiver Slave 2

- this node = 021

```
const uint16_t this_node = 021; // Address of this node in Octal
format
const uint16_t node01 = 01;
byte dataMasuk, dataIn;
```

- dataIn & 2

```
if ((dataIn & 2)==2) digitalWrite(KIPAS, NYALA);
else if ((dataIn & 2)==0)digitalWrite(KIPAS, PADAM);
}
```

2) Receiver Slave 3

- this node = 031

```
const uint16_t this_node = 031; // Address of this node in Octal format
const uint16_t node01 = 01;
byte dataMasuk, dataIn;
```

- dataIn & 4

```
if ((dataIn & 4)==4) digitalWrite(KIPAS, NYALA);
else if ((dataIn & 4)==0)digitalWrite(KIPAS, PADAM);
}
```

3) Receiver Slave 4

- this node = 041

```
const uint16_t this_node = 041; // Address of this node in Octal format
const uint16_t node01 = 01;
byte dataMasuk, dataIn;
```

- dataIn & 8

```
if ((dataIn & 8)==8) digitalWrite(KIPAS, NYALA);
else if ((dataIn & 8)==0)digitalWrite(KIPAS, PADAM);
}
```

B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini membahas hasil pengujian dan analisa dari *sistem kendali multi AC/Kipas angin masjid berbasis NRF dan sensor suhu berdasarkan waktu shalat*, guna untuk mengetahui kinerja ataupun memastikan bahwa setiap komponen bekerja dengan fungsinya dan sistem dapat mengendalikan AC/kipas secara otomatis berdasarkan suhu dan waktu shalat yang telah dirancang. Pengujian dan analisa ini dilakukan, baik dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak

sampai dengan pengujian sistem alat secara simulasi di lapangan, tepatnnya pada Masjid Darul Ilmi Universitas Muhammadiyah Parepare. Adapun bentuk pengujiannya yang dilakukan pada sistem kontrol ini meliputi:

a. Pengujian jangkauan komunikasi NRF24L01 antara *master transmitter* dan *receiver slave*
b. Pengujian pembacaan sensor suhu DHT22
c. Pengujian respon alat berdasarkan waktu shalat
d. Pengujian sistem kendali secara keseluruhan

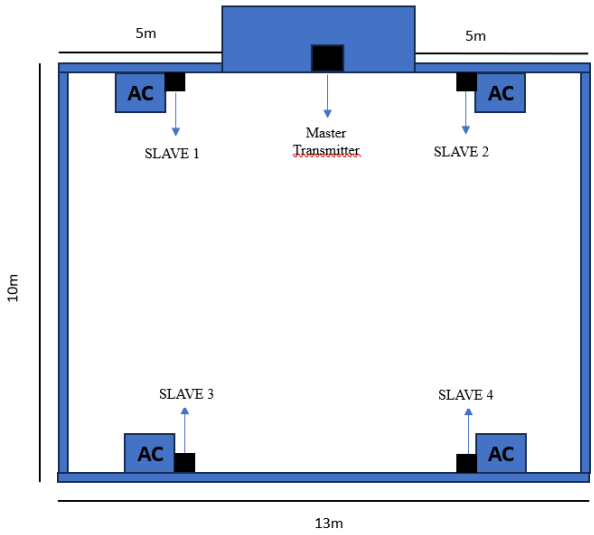
1. Pengujian jangkauan komunikasi NRF24L01 antara *master transmitter* dan *receiver slave*

Modul NRF24L01 diuji untuk transmisi jangkauan sinyal dan penerimaan data atau perintah dari *master transmitter* ke 4 (empat) *receiver slave*. Pengujian ini berlokasi pada Masjid Darul Ilmi Muhammadiyah Parepare dengan menempatkan *master transmitter* dibelakang mimbar dan ke 4 *receiver slave* dihubungkan ke setiap AC masjid. Berikut tabel pengujian jangkauan sinyal modul NRF24L01:

Tabel 4.1 Tabel pengujian jangkauan sinyal NRF24L01

Receiver Slave	Jarak (m)	Delay On (detik)	Delay Off (detik)	Jangkauan (Y/T)
Slave 1	5,5	6,35	5,82	Y
Slave 2	5,5	6,35	5,82	Y
Slave 3	10	6,76	6,57	Y
Slave 4	10	6,76	6,57	Y

Berdasarkan data yang diambil pada tabel 4.1 bertujuan untuk mengetahui waktu tunda (delay) jangkuan pada master transmiter ke *receiver slave*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua slave yang memiliki jarak berbeda antara 5,5 meter dan 10 meter. Pada pengujian ini posisi master berada di belakang mimbar masjid dan untuk *receiver slave* nya dipasang pada tiap AC. Slave satu dan dua memiliki jarak 5,5 meter dari master, sedangkan slave tiga dan empat memiliki jarak 10 meter. Jarak antara ke 4 slave dari master ditentukan sesuai dengan skema Masjid Darul Ilmi UM Parepare, yang ruangan masjid tersebut memiliki ukuran 10m x 13m.

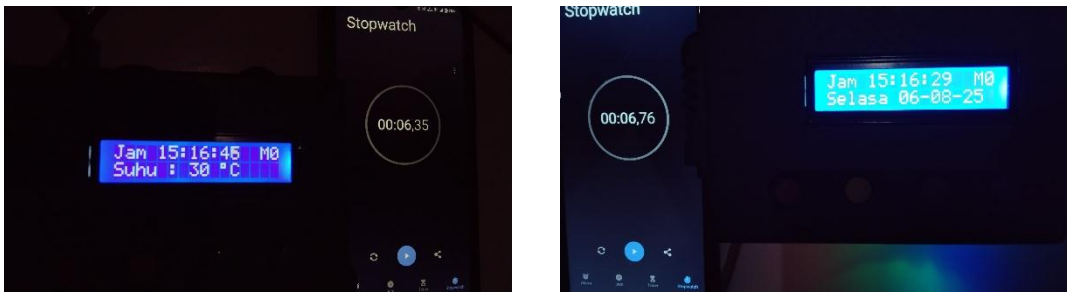


Gambar 4.5 Skema posisi Master Transmitter dan Receiver Slave

Adapun tujuan pengambilan data untuk mengetahui apakah sinyal dari *master transmiter* dapat diterima dengan baik oleh masing-masing *receiver slave*, dan seberapa lama waktu delay atapun waktu tunggu dari pengiriman perintah hingga perangkat slave merespon (ON/OFF). Langkah pengambilkan data jangkauan komunikasi master transmiter di hubungkan ke catu daya dan ke 4 *receiver slave* dihubungkan ke masing-masing perangkat AC. Setelah semua sistem

kendali master dan ke empat slave dinyalakan, selanjutnya mengatur waktu pada master untuk memberi perintah ON pada slave.

Pada pengujian ini gunakan stopwatch untuk mencatat lama waktu delay dari pengirimaan perintah hingga AC menyala. Ketika buzzer master berbunyi bersamaan dengan memulai stopwatch, dan ketika AC menyala maka stopwatch di stop. Setelah nilai delay ON berhasil maka kirim perintah OFF dari master ke slave, kemudian mengukur waktu delay OFF pada AC sampai benar-benar padam. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali percobaan per salve untuk mendapatkan hasil rata-rata delay yang akurat.



(a) (b)

Gambar 4.6 (a) Pengujian jarak 5,5 meter dan (b) Pengujian jarak 10 meter

2. Pengujian sensor suhu DHT22

Sensor suhu DHT22 digunakan untuk membaca suhu ruangan masjid. Berdasarkan pengujian pada suhu ruangan masjid (subuh, duhur, ashar, magrib, isya), sensor mampu memberikan data suhu secara *real-time* dengan akurasi $\pm 1{,}5^{o}C$ dengan melakukan 3 kali perbandingan data hasil pembacaaan thermometer digital. Ambang batas suhu diset pada $24^{o}C$, di mana AC/kipas angin akan menyala otomatis jika saat suhu melebihi batas tersebut. Berikut tabel pengujian sensor suhu DHT22 berdasarkan waktu shalat:

Tabel 4.2 Tabel pengujian sensor suhu DHT22

No	Waktu Shalat 29 Juli 2025	Pembacaan Suhu Ruangan (Sensor DHT22)		Pembacaan Suhu Ruangan (Termometer Digital)	
		sebelum AC aktif	setelah AC aktif	sebelum AC aktif	setelah AC aktif
1	Subuh	28 ºC	27 ºC	27,8 ºC	26,9 ºC
2	Duhur	30 ºC	29 ºC	30,0 ºC	28,2 ºC
3	Ashar	30 ºC	29 ºC	30,4 ºC	28,7 ºC
4	Magrib	28 ºC	28 ºC	29,6 ºC	27,7 ºC
5	Isya	28 ºC	28 ºC	28,5 ºC	27,4 ºC



Gambar 4.7 Perbandingan nilai sensor suhu sebelum AC aktif dan setelah AC aktif

Dari data tabel 4.2 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran sebelum dan setelah tidak berbeda jauh, namun hal ini tidak menjadi rujukan kesalahan sebab telah dilakukan perbandingan nilai dari 2 sensor, yakni sensor DHT22 dan Termometer digital dan hasilnya menunjukkan nilai yang hampir sama dengan toleransi kesalahan Adalah 1 ºC. Pengambilan data dilakukan sebelum dan sesudah AC aktif dengan selang waktu kurang lebih 15 menit. Hal tersebut diatas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya Adalah dari besaran PK (*Paard Kracht*) dimana semakin besar nilai PK semakin besar kemampuan AC. Kebersihan dari AC juga bisa mempengaruhi kinerja dikarenakan kotoran yang menumpuk

menghalangi aliran udara yang dihasilkan oleh pendingin.

3. Pengujian berdasarkan waktu shalat

Modul RTC DS3231 berfungsi sebagai penentu waktu shalat pada *master transmitter*, pengujian ini dilakukan dengan memprogram Arduino agar memicu output (relay) pada saat waktu shalat tiba. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati apakah alat dapat mengaktifkan dan mematikan AC/kipas angin secara otomatis berdasarkan waktu shalat. Hasilnya, sistem berhasil mengaktifkan AC/kipas angin sesuai waktu yang telah ditentukan. Berikut tabel pengujian respon alat berdasarkan waktu shalat di tanggal yang berbeda:

Tabel 4.3 Pengujian Berdasarkan Waktu Shalat

Waktu Shalat	**19 Mei 2025**	**Suhu Ruangan (ºC)**	**29 Juli 2025**	**Suhu Ruangan (ºC)**	**Respon Sistem**
Subuh	04:42 Aktif 04:27 Off 05:12	27	04:52 Aktif 04:37 Off 05:22	27	Sesuai
Duhur	11:59 Aktif 11:44 Off 12:24	30	12:08 Aktif 11:53 Off 12:33	29	Sesuai
Ashar	15:22 Aktif 15:07 Off 15:47	29	15:32 Aktif 15:17 Off 15:57	29	Sesuai
Magrib	17:57 Aktif 17:42 Off 18:27	28	18:10 Aktif 17:55 Off 18:40	28	Sesuai
Isya	19:10 Aktif 18:55 Off 19:40	28	19:20 Aktif 19:05 Off 19:50	28	Sesuai

Pada tabel 4.3 menunjukkan hasil dari pengujian sistem kendali otomatis AC pada Masjid Darul Ilmi Universitas Muhammadiyah Parepare. Pengujian dilakukan pada 2 hari yang berbeda, yaitu tanggal 19 Mei 2025 dan 29 Juli 2025

untuk melihat konsistensi kinerja sistem di waktu shalat yang berbeda. Waktu shalat diambil berdasarkan jadwal sesuai dengan titik lokasi di Parepare, jadwal ini menjadi acuan utama sistem untuk mengaktifkan dan menonaktifkan perangkat. Monitoring aktifasi dan non-aktifasi sistem alat, sistem dari *master transmitter* sudah diaturkan waktu jam aktifnya (ON) di mulai 15 menit sebelum masuk waktu shalat. Dan untuk waktu jam offnya (0FF) sistem diatur 30 menit setelah waktu shalat. Pembacaan suhu ruangan masjid dibaca pada waktu aktif sistem untuk memantau kondisi aktual ruangan. Pada pengujian ini, respon sistem konsisten dalam dua waktu yang berbeda meskipun suhu ruangan hampir sama, hasil respon sistem diberi keterangan sesuai karena sistem berjalan tanpa ada kesalahan.

4. Pengujian Sistem Keseluruhan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali multi AC/kipas angin masjid ini bekerja secara efektif. Keberhasilan sistem keseluruhan mampu mengaktifkan perangkat AC/kipas angin sesuai waktu shalat dan suhu ruangan dengan baik. Pada pengujian jarak modul NRF24L01 efektif bekerja dan dapat beroperasi dengan baik di area masjid. Stabilitas sensor suhu DHT22 menunjukkan respon suhu akurat dan *real-time*. Dan pengujian respon alat berdasarkan waktu shalat bekerja sesuai waktu operasi sistem yang telah diprogram.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan serta pengujian sistem kendali multi AC/kipas angin masjid berbasis NRF dan sensor suhu berdasarkan waktu shalat, maka diperoleh kesimpulan bahwa sistem mampu mengendalikan perangkat pendingin secara otomatis berdasarkan waktu shalat dan suhu ruangan yang telah ditentukan. Sistem ini terdiri dari satu unit *master transmitter* dan empat unit *receiver slave* yang saling terhubung menggunakan modul komunikasi nirkabel NRF24L01. Penerapan sistem komunikasi NRF telah berhasil diimplementasikan, pengujian menunjukkan bahwa modul ini dapat berfungsi dengan baik dalam jarak yang diperlukan di area masjid. Pengujian jangkauan komunikasi dari *master transmitter* ke *receiver slave* 1 dan 2 (jarak 5,5 meter) memiliki *delay* ON 6,35 detik dan *delay* OFF 5,82 detik. Sedangkan untuk *receiver slave* 3 dan 4 (jarak 10 meter), *delay* ON 6,76 detik dan *delay* OFF 6,57 detik. Untuk pengujian pembacaan sensor suhu DHT22 dilakukan perbandingan dengan pembacaan termometer digital, pengujian sensor DHT22 memiliki akurasi ±1°C dibandingkan termometer digital. Dan untuk pengujian waktu shalat ini berhasil menggunakan modul RTC DS3231 untuk menentukan waktu shalat, di mana perangkat pendingin akan aktif 15 menit sebelum waktu shalat dan non-aktif 30 menit setelahnya. Pengendalian perangkat elektronik berdasarkan waktu dan suhu ini mampu mengendalikan perangkat pendingin secara otomatis sesuai dengan jadwal shalat dan ambang batas suhu yang

telah ditentukan (24°C). Jika suhu ruangan melebihi batas yang ditetapkan, perangkat akan aktif. Penelitian ini menunjukkan efektivitas dalam menciptakan sistem kendali otomatis yang lebih efisien dibandingkan dengan metode manual. Sistem ini juga terbukti konsisten dalam merespons waktu shalat di dua waktu dan tanggal yang berbeda, dengan perangkat berhasil aktif 15 menit sebelum dan non-aktif sekitar 25-30 menit setelah shalat.

B. Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan selanjutnya, penulis memberikan saran yang diharapkan mampu mewujudkan kesempurnaan penelitian alat ini. Adapun saran-saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat menggunakan modul IoT (*modul Internet of Thing*) seperti ESP32 atau ESP8266 agar sistem dapat dikendalikan dan dimonitor secara jarak jauh melalui jaringan internet.
2. Peningkatan jangkauan sinyal NRF24L01 menggunakan versi PA+LNA dengan antena eksternal yang lebih kuat untuk area masjid yang lebih luas atau bertingkat.
3. Penambahan tampilan sistem berbasis Android agar pengaturan jadwal shalat dan suhu jadi lebih mudah diakses oleh pengurus masjid.
4. Menambahkan fitur sensor kehadiran jamaah agar perangkat menyala hanya ketika ruangan digunakan, untuk efesiensi energi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Anak Teknik Indonesia. (2024). Pengertian Modul Relay Serta Perbedaannya Dengan Relay. Diperoleh dari: https://www.anakteknik.co.id/ish_sagita/articles/pengertian-modul-relay-serta-perbedaannya-dengan-relay. (Diakses 21 Mei 2024).

Erlangga A, Drs. Yoskin. (2010). Liquid Crystal Display (LCD) 16X2. Diperoleh dari: https://yoskin.wordpress.com/arduino/liquid-crystal-display-lcd-16-x-2/. (Diakses 5 Juni 2024).

Ervani, Reza. (2019). Modul RTC DS3231. Diperoleh dari: https://arduino.rezaervani.com/2019/03/02/modul-rtc-ds3231/. (Diakses 13 April 2024).

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. (2021). *Panduan Penulisan Proposal & Skripsi.* Parepare: UMPAR Press.

Jayadi, Akhmad, Try Susanto, Faisal Dharma Adhinata. (2021). Sistem Kendali *Proporsional* Pada Robot Penghindar Halangan (*Avoider*) Pioneer P3-DX. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 20(1): 47-49.

Ordila, Rian, Yulanda, Putra, Yuda Irawan. (2022). Penerapan Alat Kendali Kipas Angin Menggunakan Microcontroller Arduino Mega 2560 Dan Sensor Dht22 Berbasis Android. *Riau Journal of Computer Science.* 6(2): 101-106.

Rasyid, Abdul, Ishak I dan Mukhlis Ramadan. (2020). Sistem Kendali Kecepatan Kipas Menggunakan Modul *Wireless* Nrf24l01 Dengan Metode *Simplex* Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD.* 3(2): 56-64.

Razor, Aldy. (2020). Modul Relay Arduino: Pengertian, Gambar, Skema, dan Lainnya. Diperoleh dari: https://www.aldyrazor.com/2020/05/modul-relay-arduino.html. (Diakses 21 Mei 2024).

Suprianto. (2015). Pengertian Saklar Tombol Tekan (Saklar Tombol Tekan). Diperoleh dari: https://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-push-button - switch-saklar-tombol-tekan/. (Diakses 5 Juni 2024).

Suryana, Taryana. (2021). Implementasi Modul Nirkabel nRF24L01+ Sebagai Media Pengiriman dan Penerimaan Data Dengan Antarmuka NodeMCU. Diperoleh dari: https://repository.unikom.ac.id/68729/. (Diakses 20 Mei 2024).

Telkom University. (2023). Apa Itu Arduino Uno Dan Kegunaannya. Diperoleh dari:https://dte.telkomuniversity.ac.id/apa-itu-arduino-uno-dan

kegunaannya/. (Diakses 13 April 2024).

Ulul Albab, Muhammad, Asrul, Abd. Jabbar, Ashadi Amir. (2023). Sistem Monitoring dan Kontrol Listrik Pelanggan Rumah Tangga Berbasis LoRa. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2023-Teknik Elektronika*. 169-175.

Widiarto, Hendro, Prasetya Dwi Darma Kusuma. (2022). Otomatisasi Dan Monitoring *Air Conditioner* (AC) Berbasis Arduino Uno Ruang Seminar Gedung Teknik Penerbangan Baru. *Jurnal Inovasi Hasil Penelitian dan Pengembangan.* 2(1): 44-46.